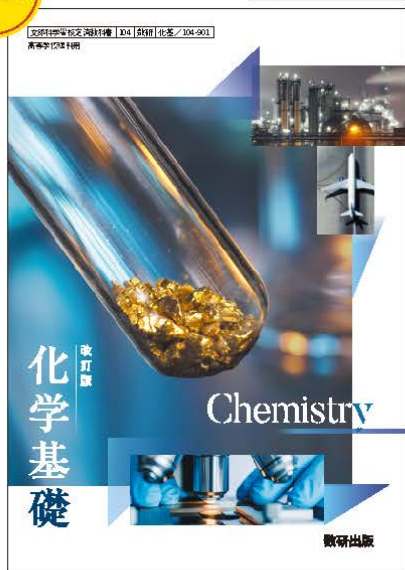
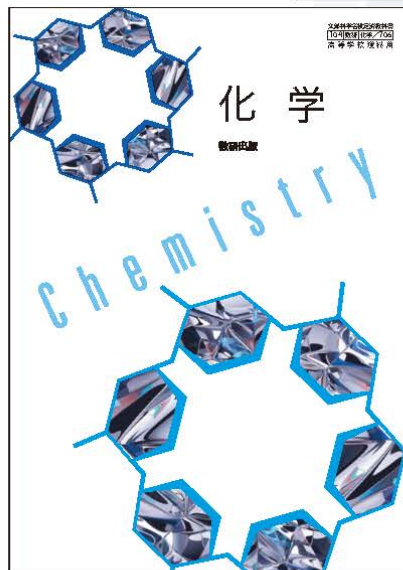


改訂!

化基／104-901



化学／706



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
- 56 教授資料

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

教科書『化学』（初版）

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



教科書の詳細は
こちら！

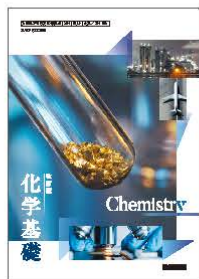


紹介動画はこちら！

数研出版の化学教科書

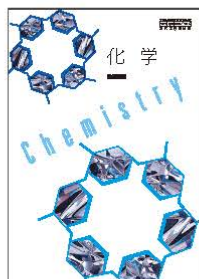
化学基礎全点改訂しました！

改訂版
(低学年用)

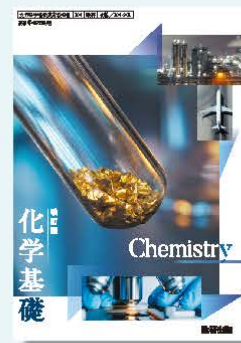


	改訂版 化学基礎	改訂版 高等学校 化学基礎	改訂版 新編 化学基礎
特 徴	自ら考える力を養い、 生徒の学びをサポート する教科書	化学基礎の範囲を2単位で 無理なく終わらせる教科書	日常生活とのつながりを感じ ながら、無理なく基本が身に つく教科書
基本情報	化基／104-901 A5判・280ページ	化基／104-902 B5変型判・248ページ	化基／104-903 B5判・224ページ

初版
(高学年用)



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



改訂版
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こまれ
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 56～63

副教材、デジタル教科書

教科書をサポートする副教材やデジタル教科書をご用意。

副教材の発行ラインアップなど詳しくは、本冊子 93

デジタル教科書の機能紹介・発行ラインアップなど詳しくは、本冊子 94

改訂ポイント

「わかりやすい」をさらにアップデート

理解しづらいところや間違えやすいところを重点的に解説する「Zoom」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、理解の確認をしてみましょう。

Case 1 1mol 当たりの量(アボガドロ定数・モル質量・標準状態のモル体積)を、計算でどのように用いるかわからない。

問題 A 鉛筆 12 本を 1 ダースという単位で表す。また、鉛筆 1 ダース当たりの価格を 700 円とするとき、次の値を求めよ。

- ① 鉛筆 60 本は何ダースか。 ② 鉛筆 5 ダースは何本か。
③ 鉛筆 60 本の価格は何円か。

6.0×10²³ 個の集団を「1mol」というのと同様に、12 本の集団を「1ダース」といいます。まず(1ダース)を使って計算をしてみましょう。

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、700 円 / ダースと表せる。

- ① $\frac{60 \text{ 本}}{12 \text{ 本 / ダース}} = 5 \text{ ダース}$
② $5 \text{ ダース} \times 12 \text{ 本 / ダース} = 60 \text{ 本}$
③ $\frac{60 \text{ 本}}{12 \text{ 本 / ダース}} \times 700 \text{ 円 / ダース} = 3500 \text{ 円}$

問題 B アボガドロ定数が 6.0×10²³/mol、二酸化炭素 C₂O₂ のモル質量が 44 g/mol のとき、
① 二酸化炭素分子 2.4×10²⁴ 個の物質量は何 mol か。
② 二酸化炭素分子 2.4×10²⁴ 個の質量は何 g か。

共通テストで問われる「実験」や「分析」をフォロー

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

グラフの Point

0.1mol/L の酸と 0.1mol/L の塩基の組合せの滴定曲線を示した。

⑥ 中和点までの滴下量 … 10 mL
→ 中和に要した体積がわかる。

⑦ 終りの pH … pH ≈ 13
→ 塩基基を使用

⑧ 初めの pH … pH ≈ 3
→ 弱酸を使用

⑨ 中和点までの滴下量
中和に要した体積がわかる。

注目するポイント

①、② 初めと終わりの pH
初めと終わりの pH から、使用した酸と塩基の強弱がわかる。

③ pH が急激に変化する範囲
・酸性側 → 指示薬はメチルオレンジ (変色域 pH = 3.1 ~ 4.4) が適している。
・塩基性側 → 指示薬はフェノールフタレイン (変色域 pH = 8.0 ~ 9.8) が適している。

④ pH が急激に変化する範囲
… 塩基性側で急激に変化 → 指示薬はフェノールフタレインが適している。

⑤ 酸性側から塩基性側にかけて大きく変化する場合は、メチルオレンジとフェノールフタレインのどちらも適している。

p.169

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。

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部長さんは、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ら、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(調味料)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。

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。

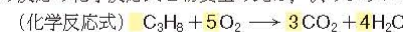
例題 5 化学反応の量的関係①

プロパン C₃H₈ 4.4 g の完全燃焼について、次の問いに答えよ。
(H = 1.0, C = 12, O = 16)

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

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) 44 g/mol 32 g/mol 44 g/mol 18 g/mol

C₃H₈ 4.4 g の物質量は、

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

(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、

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

(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、

$$0.10 \text{ mol} \times 3 = 0.30 \text{ mol}$$

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 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、

$$0.10 \text{ mol} \times 5 = 0.50 \text{ mol}$$

標準状態における気体のモル体積は 22.4 L/mol だから、

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

類題 5a メタノール CH₃O 8.0 g の完全燃焼について、次の問いに答えよ。

(H = 1.0, C = 12, O = 16)

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

類題 5b アルミニウムに塩酸を加えると、塩化アルミニウムと水素が生成する。

アルミニウム 5.40 g を完全に反応させる場合について、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。



133

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

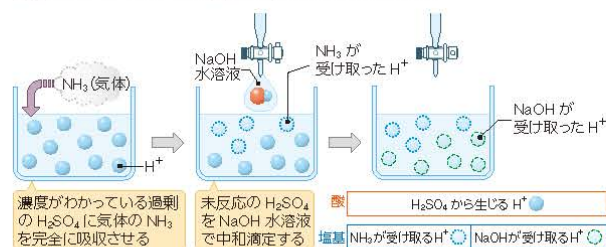
すべての例題にはQRコンテンツとして例題解説動画を用意していますので、生徒一人でも無理なく学習することができます。

特長
2

入試を意識し、思考力を養う要素が各所に盛りこまれています。

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

0.10mol/Lの硫酸 100mL 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 0.20mol/Lの水酸化ナトリウム水溶液で滴定したところ、20.0mL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。

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

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 $x \approx 0.36 \text{ L}$

実問題 A 0.10mol/Lの硫酸 50mL 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 0.10mol/Lの水酸化ナトリウム水溶液で滴定したところ、30.0mLを要した。吸収されたアンモニアは何 g か。(H = 1.0, N = 14)

170 第2編 物質の変化

▲p.170(本冊子 → 36)

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。

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
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 Point NEW

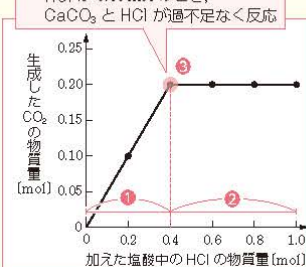
実験データを処理する方法として欠かせないグラフについて解説する要素を新設しました。各単元で典型的なグラフを掲載する際に読み方のポイントをていねいに解説しています。

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 CaCO_3 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 CO_2 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、
 CaCO_3 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、
 CaCO_3 の一部が残る
- ②折れ曲がりの点より右
→ CaCO_3 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

▲p.136

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、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、乾燥した金属製の網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。

▲p.130(本冊子 → 26)

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]	35.20	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]				

▲p.131(本冊子 → 27)

目次

Contents

序章

化学の特徴	4	化学で扱う数値	18
実験を行うにあたって	12		

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

実験

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

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
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変化	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
メンデレーエフの周期表	62
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
身のまわりの酸化剤・還元剤	194
プリキとトタン	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

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)

探究実験

探究実験	238
------	-----

英語で化学

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)

(▶本冊子37)

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

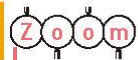
(▶本冊子27)

化学反応式が表す量的関係	131
中和滴定	167

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

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

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、左のマーク(または①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 **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、**指針** 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括的に演習するための問題。思考力を要するものには **考** をつけた。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

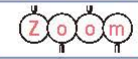
本文の記述をより深く理解するための内容を扱った。

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。

※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。

章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。

わからない言葉があったら、p.272～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。

問題に取り組んだ後は、p.254～の解答と解説を読んで確認しましょう。

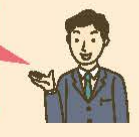


Figure 1: Titration curves for weak acid-strong base and strong acid-strong base titrations. The graph shows pH on the y-axis and volume of titrant on the x-axis. It includes curves for acetic acid (CH3COOH) and hydrochloric acid (HCl) titrated with sodium hydroxide (NaOH). Key points like the equivalence point and half-equivalence point are marked.

Figure 2: Table of acid-base indicators. It lists the indicator name, its color change range (pH), and the color transition.

指示薬	変化する pH の範囲	色の変化
メチルオレンジ	3.1 ~ 4.4	赤 → 黄
メチルレッド	4.4 ~ 6.2	赤 → 黄
ブロムチンブルー	6.0 ~ 7.6	赤 → 黄
フェノールレッド	6.8 ~ 8.2	赤 → 黄
フェノールフタレイフ	8.2 ~ 10.0	赤 → 黄
リトマス紙	5.0 ~ 9.0	赤 → 青

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。



<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、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。



化学の特徴

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・結果を見通し、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。



実験を行うにあたって

計画を立てたら次は実行していきましょう。実験は楽しい反面危険を伴います。実験を安全でより有意義なものにするために、注意事項や実験器具の取り扱い方について、実験を行う前にしっかり確認しておきましょう。



5

A 実験上の注意



12 序章

実験室での注意事項をイラストでまとめ、生徒に実験室で守るべきことを示しました。

B 事故についての注意と対処法

先生の指示に従って慎重に実験を行い、事故を防止することが何より重要である。万一事故が起こった場合は、あわてず落ち着いて処置をする。

1. ガラスで手を切ったとき

患部を水でよく洗ったのち、傷口をしっかりと押さえて消毒薬を塗る。傷が深いときは、すぐに医師の手当てを受ける。

2. やけどをしたとき

蒸気や熱いガラス容器などに触れて、やけどをした部分が赤くなった程度であれば、冷水で十分に冷やして包帯をする。水ぶくれができる程度以上のときは、容器に冷水を満たし、水ぶくれがやぶれないように冷やす。このとき、患部に当たらないように水を流し続けて水の温度を低く保つこと。十分に冷やしてから医師の手当てを受ける。

3. 薬品に触れたとき

濃い酸や塩基は皮膚を腐食する性質が強いので、手についたらすぐ多量の水で十分に洗い、酸の場合は炭酸水素ナトリウム水溶液を、塩基の場合は薄い酢酸水溶液をつけ、その後さらに水洗する。目に入った場合は水で十分に目を洗い、すぐに医師の手当てを受ける。

4. 有毒ガスを吸ったとき

すぐに室内の窓を開放し、新鮮な空気を吸う。衣服をゆるめ、静かに休む。めまいがするときや、呼吸が苦しいときは、すぐ医師に連絡し、手当てを受ける。

5. 薬品などが発火(引火)したとき

あわてずに近くの引火性物質を除く。小規模の場合は、自然消火を待つか、ぬれぞうきんでおおう。火が大きく燃え広がりそうな場合は、砂をかけたり、消火器を使ったりして消火する。

C 実験の後始末

実験で使用した試薬類は、原則として直接下水に流さず、廃液だめに回収する。特に重金属(Fe, Pb, Cr, Cu, Mn, Cd, Hg など)のイオンを含む水溶液や有機溶媒などは、指導者の指示に従って回収する。これらの試薬が入った器具を洗った液も回収する。

洗った後の器具は、布や紙などでふかずに自然乾燥するのが一般的である。特に、体積を精密に測定するようなガラス器具(メスフラスコやホールピペットなど)は、乾燥器に入れて加熱乾燥してはいけません。



13

実験時の事故の対処方法についても扱っています。

実験によって得られた数値は、実験後の分析・考察を行う際の重要な実験データです。ここでは、化学で扱う数値について学びましょう。



10g や 100m のように単位のついた量を **物理量** という。物理量は「数値」と「単位」の積で表される。

例えば、長さ 5cm という物理量は、数値 5 と単位 cm との積である。したがって、同じ物理量でも、単位を変えれば数値も変わってしまう。

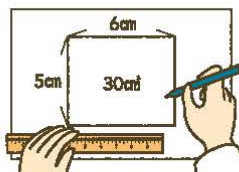
(例) $1\text{ m} = 100\text{ cm}$

物理量を比較するときには、単位を共通にそろえるなどの工夫が必要となる。

(例) 150 cm と 1.8 m では、 $1.8 \text{ m} = 180 \text{ cm}$ なので、1.8 m のほうが長い。

物理量どうしを計算するときには、数値どうしの計算と同時に、単位どうしの計算も行う。

(例) 縦の長さ = 5cm, 横の長さ = 6cm の
長方形の面積は, $5\text{cm} \times 6\text{cm} = 30\text{cm}^2$



① きわめて大きな数値ときわめて小さな数値

化学では、炭素 12g の中に含まれる炭素原子の数といったきわめて大きな量や、炭素原子の質量のようなきわめて小さな量を扱うことがある。

炭素 12g の中に含まれる炭素原子の数 ▶ 約 602 000 000 000 000 000 000 000 個

炭素原子 1 個の質量 ▶ 約 0.000 000 000 000 000 000 0199 g

しかし、このような数値をそのまま書くことは、たいへん手間がかかり、間違えやすく、わかりにくい。そこで、位どりの0を 10^n の形で表示して、それらの数値を表す方法がある。

② 指数とは

10 を n 個かけあわせたものを 10^n (「10 の n 乗^{じょう}」と読む) で表す。

例えば $100000000 = 10 \times 10 \times 10 \times 10 \times 10 \times 10 \times 10 \times 10$
 $= 10^8$ (10 の 8 乗)

である。ただし、10 の 1 乗は 10^1 とは書かず、単に 10 と書く。

10^n の n のことを **指数** という。

例えば、 10^8 の指数は 8 である。指数が 0 または負の整数の場合は、次のように決める。

$$10^0 = 1, \quad 10^{-n} = \frac{1}{10^n} \quad (\text{ただし, } n \text{ は正の整数})$$

これを用いると、例えば、0.001 は次のように表すことができる。

$$0.001 = \frac{1}{1000} = \frac{1}{10 \times 10 \times 10} = \frac{1}{10^3} = 10^{-3}$$

このとき、位どりの 0 の個数と、 10^{-n} の指数の絶対値 n (この場合は 3) とは一致している。

以上より、最初に述べた例は、次のように $A \times 10^n$ の形で表すことができる。

$$602\ 000\ 000\ 000\ 000\ 000\ 000\ 000\ 個 = 6.02 \times 10^{23}\ 個$$

$$^{10} \quad 0.000\ 000\ 000\ 000\ 000\ 000\ 000\ 0199\text{g} = 1.99\times 10^{-28}\text{g}$$

$A \times 10^n$ の形で表すときには、 A は $1 \leq A < 10$ にするのがふつうである。

p.251 に指数の詳しい説明と練習問題があります。



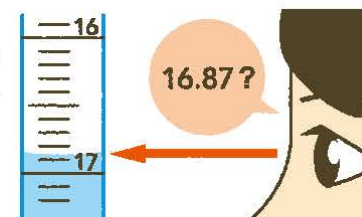
C 測定値と誤差

① 測定値

長さ・質量・体積・温度などの量を，器具を用いてはかった値を **測定値** という。

例えば、ビュレットを使用して滴下した溶液の体積を測定する場合、最小の目盛りが0.1mLであるので、1目盛りの $\frac{1}{10}$ 、すなわ

20 ち 0.01 mL の位まで測定できる。右図のよう
な液量であれば、液面から 16.87 mL と読み取
ることができる。



② 誤差

このとき、16.87 mL の 0.01 mL の位 (小数第 2 位) の数値は目分量で読んだ値であり、
25 溶液の本当の体積 V (真の値) とは限らない。

測定値と真の値との差を **誤差** という。測定値の 16.87 mL の小数第 2 位の 7 には目分量で読み取ることによる誤差が含まれる。



実験で得られる数値のほとんどは測定値というわけですね。

誤差を少なくするために正確な実験操作を行うことも重要です。



●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^{しょうか}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^{しょうかほう}という。

●再結晶^{しょうけつしん} 硝酸カリウムに少量の硫酸銅(Ⅱ)^{りゅうさんどう}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^{せきしゅつ}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)^{ようばい}に溶かし、温度による溶解度^{ようかいど}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^{さいけつしん}という。

▲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。



▲図7 昇華法

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を、その溶媒に対する溶質の溶解度という(▶p.122)。

●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^{ちゅうしゅつ}という。抽出には、図9のような分液漏斗^{ぶんえきろうと}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ざ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 >>>



29

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な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	銅鉱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。

●**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。

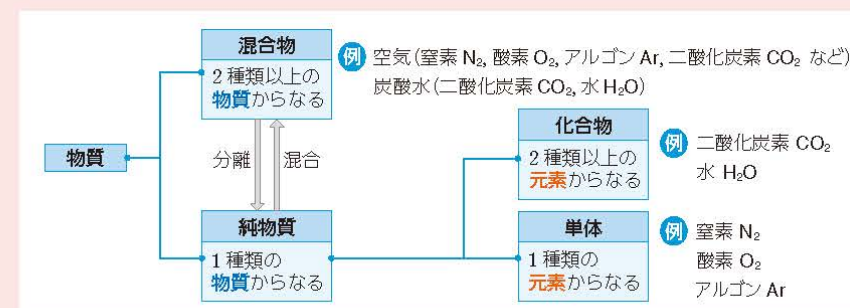
指針 元素は単体と同じ名称でよばれることが多い。元素は単体や化合物中の「構成成分」を表し、単体は実際に存在する「物質」の名称を表すと考えるとよい。

- 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込む。
(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^{しゅうそ}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**^{かくさん} diffusion 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。

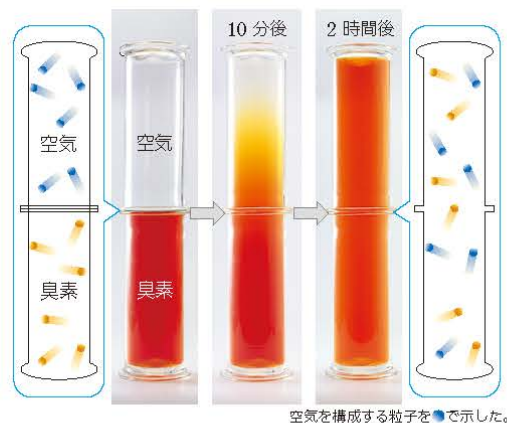
拡散は、物質を構成する粒子が、その状態(固体・液体・気体)にかかわらず、常に運動しているために起こる現象である。このような粒子の運動を**熱運動**^{ねつうんどう} thermal motion といい、温度が高いほど熱運動は激しくなる。

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**^{さんたい} three states 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**^{solid liquid gas}の間で変化する。この変化を**状態変化**^{じょうたいへんか} change of state 図20

固体が液体になる変化を**融解**^{ゆうかい} fusion、液体が固体になる変化を**凝固**^{きようこ} solidification、液体が気体になる変化を**蒸発**^{じょうはつ} evaporation、気体が液体になる変化を**凝縮**^{きようしゆく} condensation、固体が気体になる変化を**昇華**^{しやうか} sublimation、気体が固体になる変化を**凝華**^{きようか} deposition という。



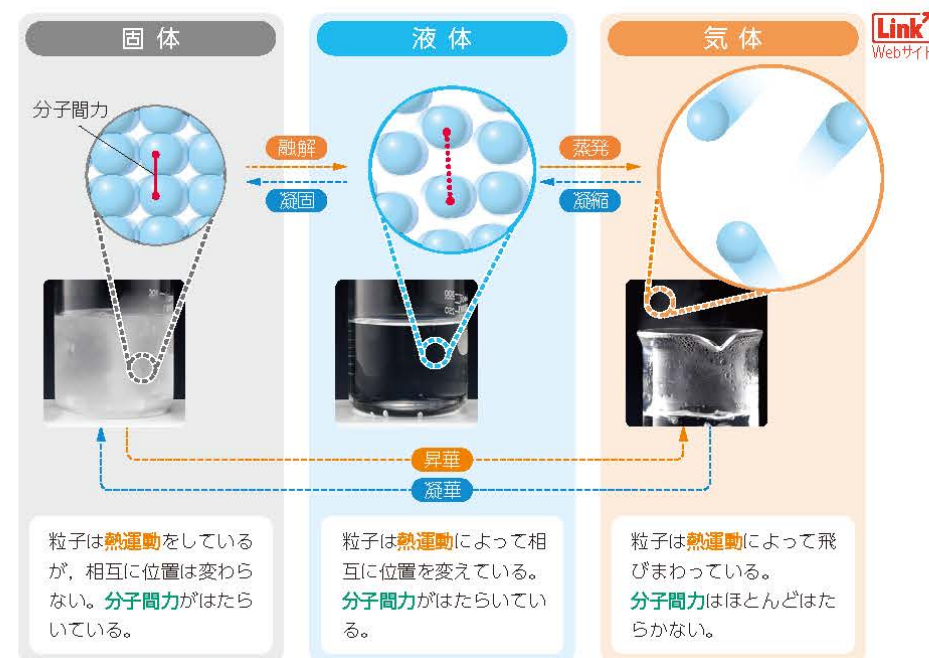
▲図19 臭素(気体)の拡散

●**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**^{physical change} physical change 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**^{chemical change} chemical change (または**化学反応**^{chemical reaction}) という。

- 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**^{ぶんしかんりき})がはたらいている。物質の状態は、熱運動と粒子間にはたらく引力との大小関係によって決まる。



▲図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い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。

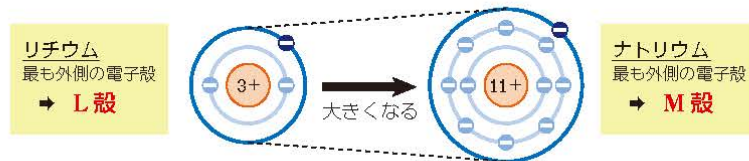
Zoom 原子半径・イオン半径

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、原子番号が大きくなる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

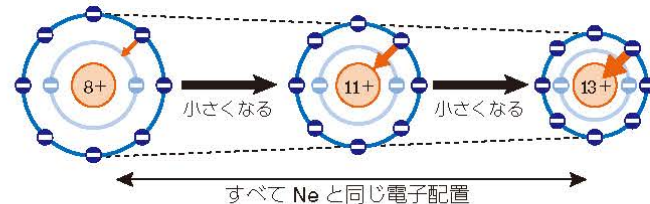
同じ周期の元素では、原子番号が大きくなるほど原子核の陽子の数が増え、最外殻電子を引きつける力が強くなる。そのため、原子半径は小さくなる。



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、原子番号が大きくなる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。



酸化イオン
原子核の陽子の数
→ 8 個

ナトリウムイオン
原子核の陽子の数
→ 11 個

アルミニウムイオン
原子核の陽子の数
→ 13 個

Case 3 原子とそのイオンの比較

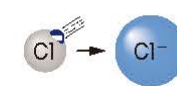
④ 原子が陽イオンになると、その半径は小さくなる

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	分子のでき方	電子式	構造式	分子のおよその形
水素 H ₂	H [•] + [•] H →	H:H 単結合	H-H - を書く	
塩素 Cl ₂	→		Cl-Cl	
塩化水素 HCl	H [•] + →	H:	H-Cl	
水 H ₂ O	H [•] + + H [•] →	H:	H-O-H	 折れ線形
アンモニア NH ₃	H [•] + + H [•] →	H:	H-N-H H	 三角錐形
メタン CH ₄	H [•] + + H [•] →	H:	H-C-H H	 正四面体形
二酸化炭素 CO ₂	+ + →		O=C=O	 直線形
窒素 N ₂	+ →		N≡N	 三重結合

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。

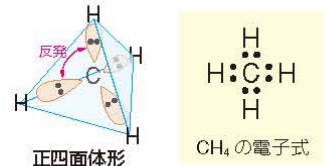
参考 分子の形

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も多く、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。

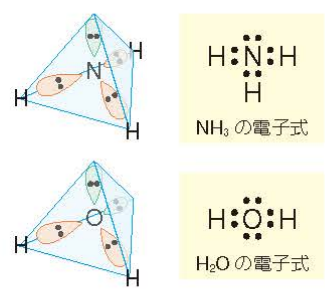
考え方

- 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になろうとする。
- ② ①で電子対の反発を考えた上で、非共有電子対を除いた形を分子の形とする。
- ③ 二重結合や三重結合の共有電子対は、1つのかたまりとして扱う。

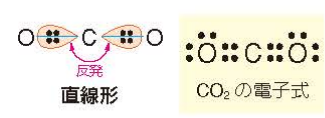
CH₄ 分子の C のまわりには4組の共有電子対があるため、**考え方①** より、電子対が最も遠くに位置する(最も角度の大きい) **正四面体形** となる。



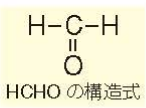
NH₃ 分子と H₂O 分子にも、中心の原子のまわりには4組の電子対があるため、**考え方①** より、CH₄ 分子と同様に正四面体形に電子対が位置する。4組の電子対のうち、NH₃ 分子では1組、H₂O 分子では2組が非共有電子対である。**考え方②** より、非共有電子対を除いて分子の形を考えると、NH₃ 分子は **三角錐形**、H₂O 分子は **折れ線形** となる。



一方、CO₂ 分子の C のまわりには、**考え方③** より、電子対のかたまり(二重結合の共有電子対)が2つあるといえる。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。



分子の電子配置について、必要に応じて学習してみよう。▶p.246 発展



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

C 化学反応式が表す量的関係

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

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 A 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加熱した。
- 加熱をやめ、ステンレス皿が十分冷めてから全体の質量 c を測定した。



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

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

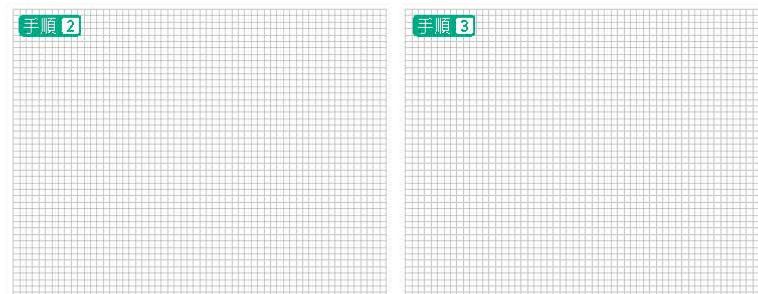
分析

手順 1 実験結果を表にまとめてみよう。

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

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

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



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)。

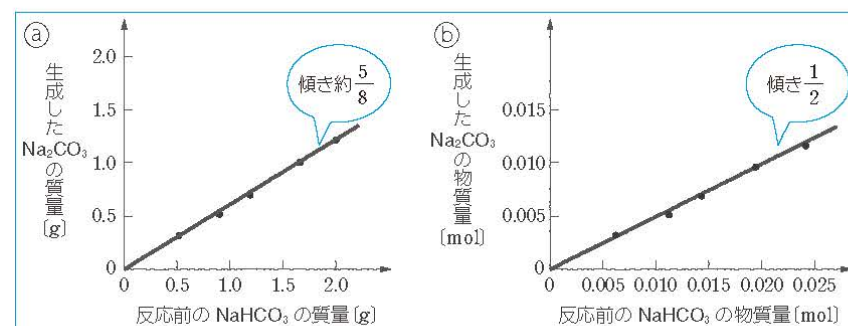


この QR コードから、実験映像をご覧ください。

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。

▶ p.134 まとめ

問17 一酸化炭素の燃焼反応($2\text{CO} + \text{O}_2 \longrightarrow 2\text{CO}_2$)について、次の問いに答えよ。(C = 12, O = 16)

- (1) 6個の CO 分子から生成する CO_2 分子は何個か。
- (2) 8mol の CO から生成する CO_2 は何 mol か。また、そのとき O_2 は何 mol 反応するか。
- (3) 2.8g の CO と反応する O_2 は何 g か。また、生成する CO_2 は何 g か。
- (4) 標準状態で 11.2L の CO_2 が生成したとすると、反応した O_2 は何 g か。
- (5) 標準状態で 15L の CO と反応する O_2 は標準状態で何 L か。また、生成する CO_2 は標準状態で何 L か。

考(6) CO と O_2 が過不足なく反応し標準状態で 32L の CO_2 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

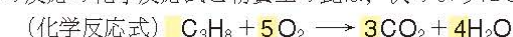
プロパン C_3H_8 4.4g の完全燃焼について、次の問いに答えよ。

(H = 1.0, C = 12, O = 16)

- (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。①



(物質量の比) $1 : 5 : 3 : 4$

(モル質量) $44\text{g/mol} \quad 32\text{g/mol} \quad 44\text{g/mol} \quad 18\text{g/mol}$

C_3H_8 4.4g の物質量は、

$$\frac{4.4\text{g}}{44\text{g/mol}} = 0.10\text{mol} \quad ②$$

(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、

$$0.10\text{mol} \times 4 = 0.40\text{mol} \quad ③ \quad \text{答} \quad 0.40\text{mol}$$

(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、

$$0.10\text{mol} \times 3 = 0.30\text{mol} \quad ③$$

生成する二酸化炭素の質量は、

$$44\text{g/mol} \times 0.30\text{mol} = 13.2\text{g} \div 13\text{g} \quad ④ \quad \text{答} \quad 13\text{g}$$

(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、

$$0.10\text{mol} \times 5 = 0.50\text{mol} \quad ③$$

標準状態における気体のモル体積は 22.4 L/mol だから、

$$22.4\text{L/mol} \times 0.50\text{mol} = 11.2\text{L} \div 11\text{L} \quad ④ \quad \text{答} \quad 11\text{L}$$

類題 5a メタノール CH_4O 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。

Link >>> 133

このQRコードから、例題の解説映像をご覧いただけます。

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

Link
 中学校の復習

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 CH_3COOH , 硫酸 H_2SO_4 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といい、酸性を示す物質を酸という。



▲図1 酸の性質

Link
 映像
 Webサイト

●塩基 水酸化ナトリウム NaOH や水酸化カルシウム $\text{Ca}(\text{OH})_2$, アンモニア NH_3 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(アルカリ性)といい、塩基性を示す物質を塩基という。

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

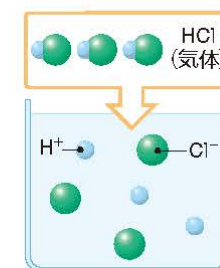
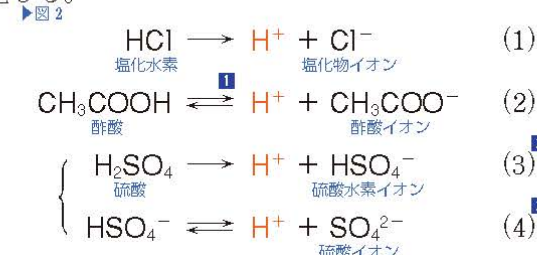
アレニウス(スウェーデン)は 1887 年に、水溶液中で生じるイオンに着目して、酸と塩基を次のように定義した。

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

Link
 アニメーション
 Webサイト

水素イオン H^+ は、水溶液中では水分子 H_2O 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。



▲図3 身のまわりの酸



▲図4 身のまわりの塩基

Link
 映像

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。 $\text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow 2\text{H}^+ + \text{SO}_4^{2-}$

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。

Link >>>



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^{でんりど}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

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

※物質量をモル濃度とطيعいことができる。

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

塩酸 強酸

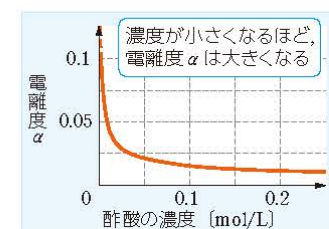
ほぼすべてのHCl分子が電離
0.10 mol/Lの塩酸(25℃)の電離度は1である。
つまり、HCl分子1000個あたり、1000個のH⁺が生成する。

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個あたり、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。

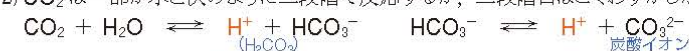
なお、酸や塩基の強弱は、価数の大小とは無関係である。

▼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な進まない。



※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。

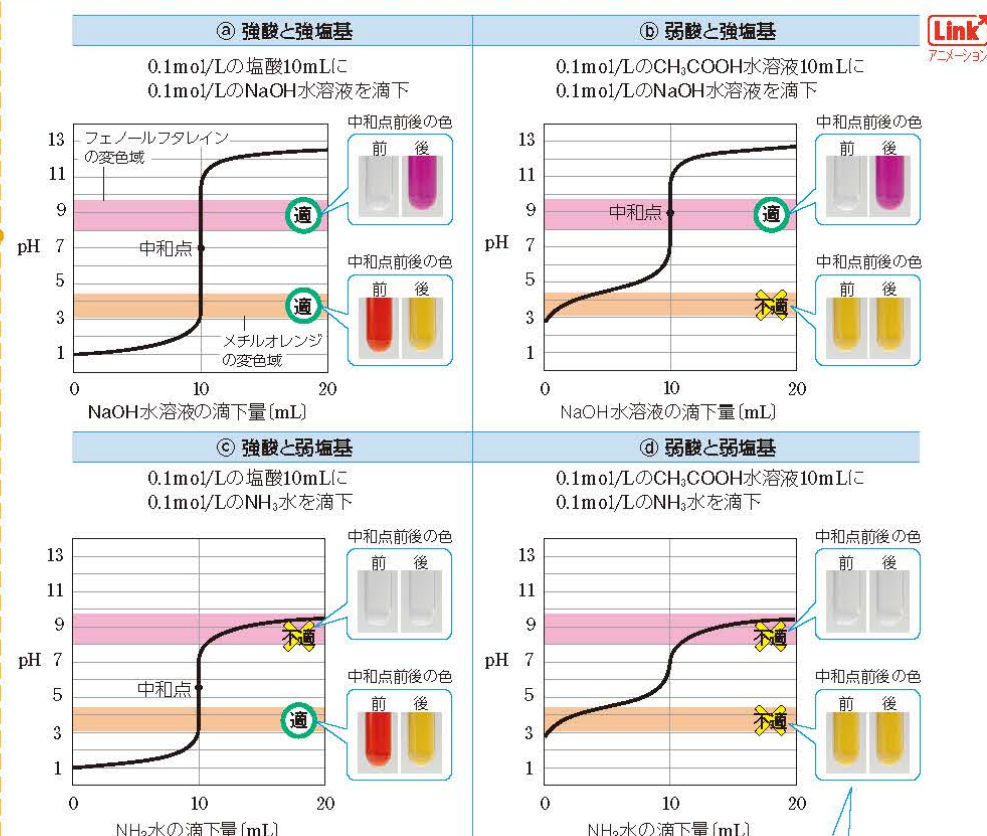
このQRコードから、実験映像や要点の確認コンテンツをご覧いただけます。

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。

168 第2編 物質の変化

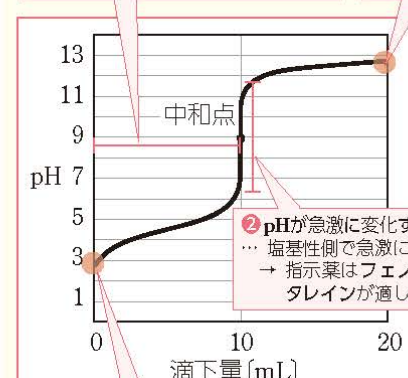
グラフの Point

0.1mol/Lの酸と0.1mol/Lの塩基の組合せの滴定曲線を示した。

滴定曲線

③ 中和点までの滴下量 … 10mL
→ 中和に要した体積がわかる

④ 終わりの pH … pH ≒ 13
→ 強塩基を使用



注目するポイント

- ① 初めと終わりの pH
初めと終わりの pH から、使用した酸と塩基の強弱がわかる。
- ② pH が急激に変化する範囲
・酸性側 → 指示薬はメチルオレンジ(変色域 pH = 3.1~4.4)が適している。
・塩基性側 → 指示薬はフェノールフタレイン(変色域 pH = 8.0~9.8)が適している。
・酸性側から塩基性側にかけて大きく変化する場合は、メチルオレンジとフェノールフタレインのどちらも適している。
- ③ 中和点までの滴下量
中和に要した体積がわかる。

① 初めの pH … pH ≒ 3
→ 弱酸を使用

グラフの Q & A

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

Q1. 中和滴定に使用した酸と塩基の組合せは？

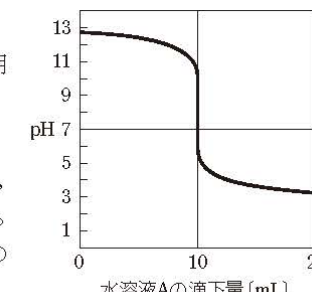
→ 初めの pH ≒ 13, 終わりの pH ≒ 3 より、
強塩基に弱酸を滴下した中和滴定である。

Q2. メチルオレンジとフェノールフタレインのうち、指示薬として適切なものは？

→ 塩基性側で pH が急激に変化しているため、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、10mL である。



4 学んだことを説明してみよう

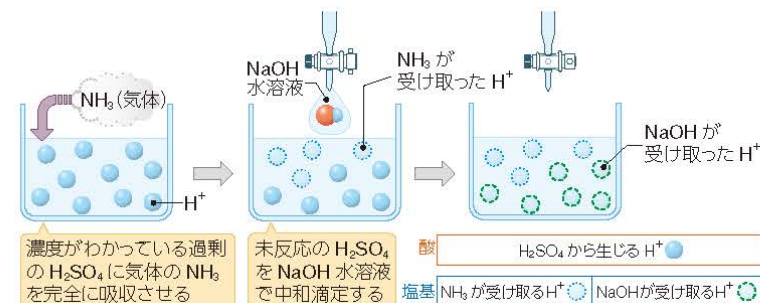
- ☑ 中和反応の量的関係について、「価数」「濃度」「体積」を用いて説明してみよう。
- ☑ 水酸化ナトリウム水溶液に酢酸水溶液を滴下したときを例にとり、中和点での pH や用いることができる指示薬について、説明してみよう。



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ください。

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。

方針 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 $x \div 0.36 \text{ L}$

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 0.050 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 0.10 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中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。



●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、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	Link ドリル
過マンガン酸カリウム KMnO_4 (酸性) (中性・塩基性)	$\text{MnO}_4^- + 8\text{H}^+ + 5e^- \rightarrow \text{Mn}^{2+} + 4\text{H}_2\text{O}$ $\text{MnO}_4^- + 2\text{H}_2\text{O} + 3e^- \rightarrow \text{MnO}_2 + 4\text{OH}^-$	
二クロム酸カリウム $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$	$\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + 14\text{H}^+ + 6e^- \rightarrow 2\text{Cr}^{3+} + 7\text{H}_2\text{O}$	
ハロゲン X_2 (例えば Cl_2)	$\text{Cl}_2 + 2e^- \rightarrow 2\text{Cl}^-$	
酸化マンガン(IV) MnO_2	$\text{MnO}_2 + 4\text{H}^+ + 2e^- \rightarrow \text{Mn}^{2+} + 2\text{H}_2\text{O}$	
濃硝酸 HNO_3	$\text{HNO}_3 + \text{H}^+ + e^- \rightarrow \text{NO}_2 + \text{H}_2\text{O}$	
希硝酸 HNO_3	$\text{HNO}_3 + 3\text{H}^+ + 3e^- \rightarrow \text{NO} + 2\text{H}_2\text{O}$	
熱濃硫酸 H_2SO_4	$\text{H}_2\text{SO}_4 + 2\text{H}^+ + 2e^- \rightarrow \text{SO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$	
オゾン O_3 (酸性)	$\text{O}_3 + 2\text{H}^+ + 2e^- \rightarrow \text{O}_2 + \text{H}_2\text{O}$	

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	Link ドリル
硫化水素 H_2S	$\text{H}_2\text{S} \rightarrow \text{S} + 2\text{H}^+ + 2e^-$	
シュウ酸 $(\text{COOH})_2$	$(\text{COOH})_2 \rightarrow 2\text{CO}_2 + 2\text{H}^+ + 2e^-$	
ヨウ化カリウム KI	$2\text{I}^- \rightarrow \text{I}_2 + 2e^-$	
塩化スズ(II) SnCl_2	$\text{Sn}^{2+} \rightarrow \text{Sn}^{4+} + 2e^-$	
硫酸鉄(II) FeSO_4	$\text{Fe}^{2+} \rightarrow \text{Fe}^{3+} + e^-$	
陽性の大きな金属(例えば Na)	$\text{Na} \rightarrow \text{Na}^+ + e^-$	

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	Link ドリル
過酸化水素 H_2O_2	酸化剤 (酸性) $\text{H}_2\text{O}_2 + 2\text{H}^+ + 2e^- \rightarrow 2\text{H}_2\text{O}$ 酸化剤 (中性・塩基性) $\text{H}_2\text{O}_2 + 2e^- \rightarrow 2\text{OH}^-$ 還元剤 $\text{H}_2\text{O}_2 \rightarrow \text{O}_2 + 2\text{H}^+ + 2e^-$	
二酸化硫黄 SO_2	酸化剤 $\text{SO}_2 + 4\text{H}^+ + 4e^- \rightarrow \text{S} + 2\text{H}_2\text{O}$ 還元剤 $\text{SO}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{SO}_4^{2-} + 4\text{H}^+ + 2e^-$	

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つくり方 (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

 $\text{MnO}_4^- \rightarrow \text{Mn}^{2+}$

還元剤

 $\text{SO}_2 \rightarrow \text{SO}_4^{2-}$
- 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、右辺に電子を加える。

酸化剤

 $\text{MnO}_4^- + 5e^- \rightarrow \text{Mn}^{2+}$

還元剤

 $\text{SO}_2 \rightarrow \text{SO}_4^{2-} + 2e^-$
- 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

 $\text{MnO}_4^- + 8\text{H}^+ + 5e^- \rightarrow \text{Mn}^{2+}$

還元剤

 $\text{SO}_2 \rightarrow \text{SO}_4^{2-} + 4\text{H}^+ + 2e^-$
- 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

 $\text{MnO}_4^- + 8\text{H}^+ + 5e^- \rightarrow \text{Mn}^{2+} + 4\text{H}_2\text{O}$

還元剤

 $\text{SO}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{SO}_4^{2-} + 4\text{H}^+ + 2e^-$

¹ 過酸化水素はふつう酸化剤、二酸化硫黄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)。



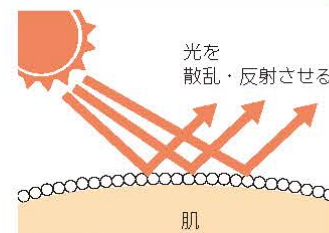
化粧品

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されているんですか？

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。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。

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な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、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。



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～



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。

② クエン酸水溶液を正確に2.10gはかり取り、0.10 mol/Lのクエン酸水溶液を調製する。

③ 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。

④ 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。

⑤ 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。

240 巻末特集

Link
映像

実験16-2 レモン果汁に含まれる酸の量を調べる

Link
映像

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～



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らいかがでしょうか。



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。



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ので、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。

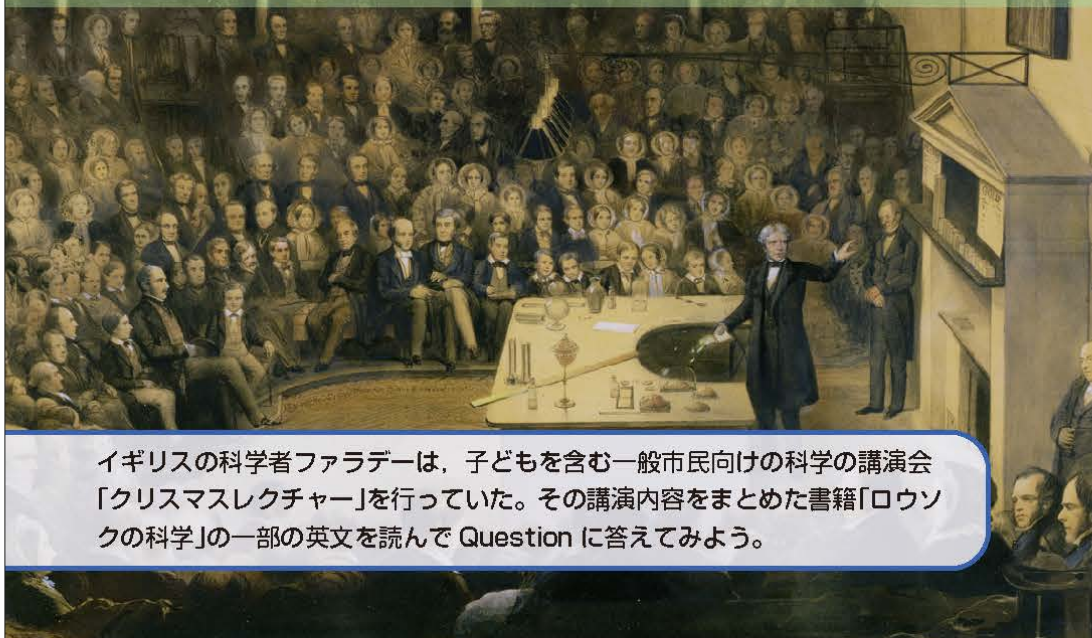
Link



241

このQRコードから、実験の映像をご覧いただけます。

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「ロウソクの科学」の一部の英文を読んで Question に答えてみよう。

- ☐ wick
▶ロウソクの芯
- ☐ 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
▶～のにおいをかぐ

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
▶小ロウソク
- ☐ 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

ロウソクの科学
ファラデー著 竹内敬人訳

1本のロウ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。物質の状態変化やロウ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。

書籍紹介

英文の内容を確認しよう

Link 和訳

Question

- ① ロウ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 ロウ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む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。



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) 10^6 (3) 10^{-2}
(4) 10^{-7}
p.251 問 2 (1) 2.24×10^5 (2) 9.65×10^4
(3) 6.7×10^{-2} (4) 2.4×10^{-4}
p.251 問 3 (1) 10^{14} (2) 10^{-5} (3) 10^{15}
(4) 5.6×10^9 (5) 2.5×10^{-6}

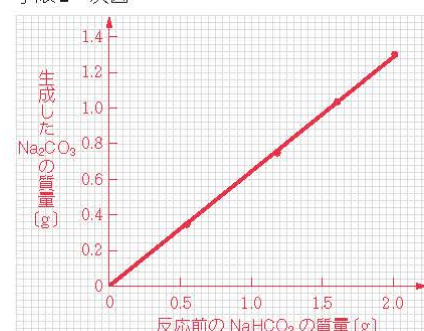
実験データを分析してみようの解答

p.131 化学反応式が表す量的関係

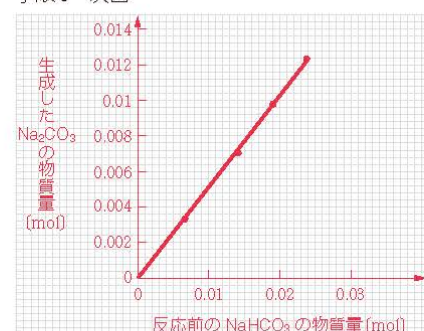
手順 1 次表

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、

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

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

実験操作で 10 倍に希釈しているため、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 1 L 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 1 L (密度 1.0 g/cm^3) の質量は、

$$1 \text{ L} = 1000 \text{ mL} = 1000 \text{ cm}^3 \text{ のため、}$$

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

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バーナーの外炎の中に入れ、炎が黄色になることを確認する。

Cl：水溶液に硝酸銀水溶液を加えて、白色沈殿が生じることを確認する。

考察 3 水溶液を蒸発皿に入れて加熱し、水を蒸発させる。

考察 4 ウ 考察 5 ア、カ

【解説】(考察 1) 操作①：塩化ナトリウム、砂、ヨウ素を加熱すると、ヨウ素は昇華して気体になるが、塩化ナトリウム、砂は昇華しないため、その気体を冷却するとヨウ素のみを取り出すことができる。

操作②：塩化ナトリウムは水に溶けるが、砂は水に溶けないので、水を加えてよくかき混ぜたのちにろ過すると、砂だけがろ紙の上に残り、分離することができる。

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

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

(考察 5) (ア) 蒸留は、溶液を加熱して蒸気を生じさせ(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、 $\frac{N}{N_0} = \left(\frac{1}{2}\right)^2$

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

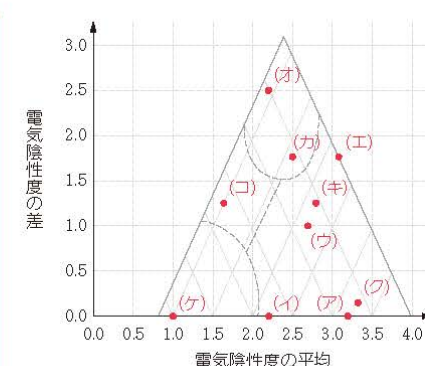
よって、 $\frac{N}{N_0} = \left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{t}{T}}$ と表せる。

(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込まれていた ^{14}C の割合も高くなる。この場合、測定試料中の ^{14}C の割合まで減少するには、さらに長い年月をかけて放射性崩壊が進む必要がある。そのため、実際の年代は、 ^{14}C の割合が一定であると仮定して計算した年代よりも古い年代となる。

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	$\frac{3.4+0.9}{2} \approx 2.2$	$3.4-0.9 = 2.5$
(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	$\frac{2.2+1.0}{2} = 1.6$	$2.2-1.0 = 1.2$

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



二水和物
白色
固体

塩化カルシウム CaCl_2

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

▶ p.68



除湿剤

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



白色
固体

塩化銀 AgCl

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

▶ p.35



無色
気体

塩化水素 HCl

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

▶ p.81,142



二水和物
褐黄色
(二水和物
は緑色)
固体

塩化銅(Ⅱ) CuCl_2

潮解性がある。二水和物や濃い水溶液は緑色で、薄めるとだいに青色になる。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



着色剤

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



白色
固体

塩化ナトリウム NaCl

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

▶ p.66,68



六水和物
白色
固体

塩化マグネシウム MgCl_2

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

▶ p.24



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。



無色
液体

過酸化水素 H_2O_2

酸化剤。水とどんな割合でも混ざりあう。紙・パルプの漂白、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



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き、最終的には水と酸素に分解する。



黒紫色
固体

過マンガン酸カリウム KMnO_4

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

▶ p.185

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
渋谷教育学園渋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
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	湘南白百合学園中学・高等学校教諭 斜木 宏海
東京女学館中学校・高等学校教諭 長谷川 将	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

授業時間配分表／著作者・編集協力者一覧

48

49

化学基礎教科書の比較

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



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

本文 本文で扱った 囲み 本文の囲み記事で扱った 巻末 巻末記事で扱った

それぞれの教科書の特色に応じて扱う問題に配慮しました。

「粒子の数と質量」の類題を例にそれぞれの教科書を比較しました。

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

さまざまなタイプの問題を収録！

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

改訂版 化学基礎 p.110



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

ヒントを入れて取り組みやすく工夫！

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

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

改訂版 高等学校化学基礎 p.84



基礎的な問題を重点的に！

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

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

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

改訂版 新編化学基礎 p.97



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

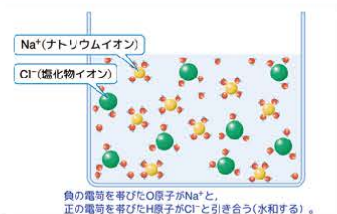
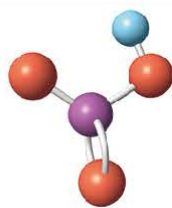
学びをもっと! 深める! 広げる!

『改訂版 化学基礎』
QRコンテンツ一覧サンプル
はこちら改訂で
コンテンツ数
が大幅UP!

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

負の電荷を帯びたCl⁻がNa⁺と、
正の電荷を帯びたNa⁺がCl⁻と引き合う(水和する)。

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(舟形)
- エチレン
- プロペン
- アセチレン
- メタノール
- エタノール
- ジメチルエーテル
- ホルムアルデヒド
- アセトアルデヒド
- アセトン
- ギ酸
- 酢酸
- 酢酸エチル
- ステアリン酸
- オレイン酸
- ベンゼン
- アンモニア
- アンモニウムイオン
- オゾン
- カーボンナノチューブ
- ケイ素

●ダイヤモンド

●フラーレン(C₆₀)

●塩化水素

●塩素

●過酸化水素

●黒鉛

●次亜塩素酸

●硝酸

●水

●水素

●二酸化ケイ素

●二酸化炭素

●二酸化窒素

●硫酸

●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

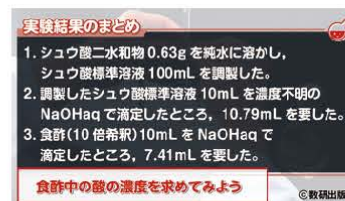
●ポリプロピレン

●その他

●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、実験編と解説編にわけた「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
- 物質量を体感する
- 塩化ナトリウム(岩塩)の溶解
- 塩化ナトリウム水溶液の調製
- 塩化アンモニウムの結晶の析出
- リトマス試験紙
- 身のまわりの酸・塩基とリトマス紙の変色

- 塩化水素とアンモニアの反応
- 塩酸・酢酸水溶液と亜鉛の反応
- 塩酸・酢酸水溶液の電気を通しやすさ
- 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
- 金属樹の析出
- マグネシウムと熱水の反応
- アルミニウムと塩酸の反応
- 熱濃硫酸と銅の反応
- 銅と希硝酸の反応
- 銅と濃硫酸の反応
- 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

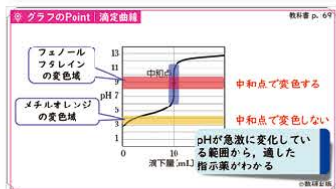
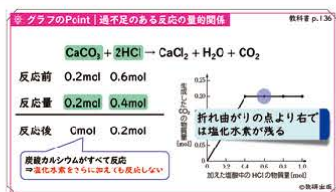
問かけ映像 NEW

- (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

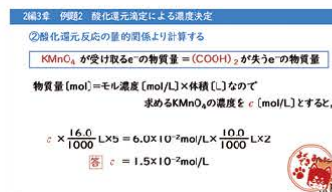
NEW
おすすめ



教科書の「グラフのPoint」（本冊子→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
- イオン化エネルギーと電子親和力
- 分子間力と沸点
- 過不足のある反応の量的関係
- 滴定曲線

例題解説



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

- 元素と単体
- 粒子の数と質量の関係
- 気体の体積と質量の関係
- 濃度の換算
- 飽和溶液
- 再結晶
- 化学反応式のつくり方
- 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[※]
- ピーカーの製造[※]
- ピーカーの扱い方[※]
- ピーカーの洗い方[※]
- ピーカーの種類と特徴[※]
- 駒込ビベット[※]
- 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[※]
- 花火のしくみ[※]
- 二酸化炭素の発生実験[※]
- 炭酸水の泡を調べてみよう[※]
- 状態変化で質量や体積は？[※]
- 液体が固体になった時の体積変化[※]
- 水以外の物質の状態変化[※]
- 水の温度による体積変化[※]
- 水が姿を変えるときには？[※]
- 姿を変える水[※]
- 高温の水蒸気を作る実験[※]
- 原子と分子[※]
- 「原子」研究の歴史[※]
- 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？[※]
- 食塩をとかすと水は電流を通す[※]
- 気体によって性質は違う？[※]
- 水素ってどんな気体？[※]
- アンモニアってどんな気体？[※]
- 塩素ってどんな気体？[※]
- 水・油・エタノールの固体の性質[※]
- 氷になると体積は？[※]
- ドライアイスの利用[※]
- 液体窒素を利用した低温実験[※]
- 液体窒素で物質の状態変化実験[※]
- 液体窒素の利用[※]
- プラスチックの性質は？[※]
- ポリプロピレンをつくる[※]
- 原油からプラスチック[※]
- プラスチックごみと野生生物[※]
- 金をばす[※]
- 金属の性質とは？[※]
- 銅板の加工[※]
- 明石海峡大橋の鉄のワイヤー[※]
- 地下鉄のアルミニウム車両[※]
- アルミ缶のリサイクル[※]
- 貴金属[※]
- 人類が利用してきた金属[※]
- 空気の種類と重さの測定[※]
- 気体の種類で重さは？[※]
- 銅をすべて酸化するには？[※]
- 酸化銅の銅と酸素の割合は？[※]
- 炭素が燃えると質量は？[※]
- 酸性と塩基性の違いは？[※]
- 酸性・アルカリ性を示すイオンは？[※]
- 酸性雨の影響[※]
- 酸性雨の起源[※]
- 酸性湖の中和作業[※]
- 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？[※]
- ボルタの電堆と電池[※]
- 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[※]
- 製鉄所内部のようす[※]
- 製鉄所の高炉内での変化[※]
- 製鉄所の転炉内での変化[※]
- 鉄はどう取り出す？[※]
- 鉄の製錬[※]
- アルミニウム資源[※]
- 電解質の水溶液に電流を流すと？[※]
- 持続可能な開発目標(SDGs)を紹介する外務省のサイト[※]
- スラッグの活用[※]

※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**」、2種類以上の元素からできているものを「**化合物**」という。

付せんをはずす
付せんをつける

できた
できなかった

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

要点の確認

1編1章1節 純物質と混合物 1/7

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

付せんをはずす
付せんをつける

できた
できなかった

問題を通じて各単元の要点を確認でき、効率よく復習を行うことができます。

ドリル（基礎固め）

NEW

混合物と純物質 1/8

次の物質は混合物と純物質のいずれか答えよ。

牛乳

① 混合物
② 純物質

解答

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

実験ガイド

NEW
おすすめ

【操作手順】

シュウ酸二水和物の結晶約0.63gをとり、その質量を正確にはかる。

Point

○電子てんびんは水平になるように置く。

○何も乗っていない状態が0.00となるように、ゼロ点調整をしてから測定をはじめ。

○一度試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)
- QR 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

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



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

改訂版 化学基礎 教授資料 B5判 + DVD-ROM/価格未定

※教授資料の発行予定や内容は予告なく変更される可能性があります。

「教授資料 本冊」の特色

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

教科書の解説動画をご用意しています！

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

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



サンプルはこちら▶

ご利用のイメージ



※ご利用までの具体的な手順については、教授資料本冊に記載しております。

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

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

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

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

▼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

例

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

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

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

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

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

→

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

例

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

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

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

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

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

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

例

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

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

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

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

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

▲授業用スライドデータ ▶本冊子 60

↔

アレニウスは、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

例

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

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

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

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

水素イオン H^+ は、水溶液中では水分子 H_2O と

▲授業用プリントデータ ▶本冊子 60

『改訂版 化学基礎 教授資料』付属データ一覧

すべて「チャート×ラボ」からダウンロードできます。



サンプルはこちら！▲

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

教授資料

コンテンツ名	形式	内 容
◆実験に役立つ ▶本冊子 61		
実験レポート サンプル	Word	教科書の実験で使えるレポート用紙です。実験方法や結果欄なども掲載していますので、教科書を開かずにレポート用紙だけで実験を進められます。
実験関連データ	Excel	測定値のデータ例など、実験に関するデータをまとめたプリントデータです。
◆主体的な学びに役立つ ▶本冊子 61		
理解を深める発問とその指導例	Word	授業で扱える発問とその指導例を掲載したテキストデータです。
グループワーク用ワークシート	Word	一人で考えた後、グループで話し合って考えをまとめ、整理するためのワークシートです。理解を深める発問に取り組む際にも使えます。
振り返りシート	Word	授業の理解度の確認、疑問に思ったことを書き出すなど、学習内容の振り返りにお使いいただけるプリントデータです。
節末チェック用ワークシート	Word	グループ学習にも使える「学んだことを説明してみよう」のワークシートです。
思考学習 NEW	Word	日常と化学の結びつきや実験データをもとに考えさせる問題などのデータです。
◆演習に使える充実の問題データ ▶本冊子 62		
単元テスト NEW サンプル	Word	教科書の学習内容をまとめたテストのデータです。知識・思考のマークつきで、観点別評価にお役立ていただけます。問題文と解答欄を載せていますので、そのまま印刷してお使いいただくことができます。
基本事項の確認テスト NEW サンプル	Word	学習内容や知識の確認ができる、小テスト形式のプリントです。毎回の授業での確認にお使いいただけます。
問題の解答・解説	Word PDF	教科書中の問、類題、演習問題、思考学習の解答・解説のデータを、Word と PDF でご用意しています。
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 63		
重要用語一覧	Excel	教科書の重要用語を日本語と英語でリストアップした一覧表です。
学習指導計画(シラバス)例	Excel	学習指導計画案の標準的な一例を示しています。
観点別評価規準例	Excel	「知識・技能」、「思考・判断・表現」、「主体的に学習に取り組む態度」の3つの観点について、評価方法をまとめています。
観点別評価集計例	Excel	生徒1人1人の3つの観点にもとづく評価を入力・集計できるファイルです。
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。

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

Google スライド

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

酸・塩基の定義（アレニウス）①

酸 … 水溶液中で水素イオン H^+ を生じる物質

塩基 … 水溶液中で水酸化物イオン OH^- を生じる物質

酸

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

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

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

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

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

アレニウスは、酸と塩基を次のように定義

酸・塩基の定義① … アレニウスの定義

酸：水溶液中で水素イオン $[H^+]$ を生じる物質

塩基：水溶液中で水酸化物イオン $[OH^-]$ を生じる物質

例：酸 $HCl \rightarrow H^+ + Cl^-$

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

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

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

水素イオン H^+ は、水溶液中では水分子 H_2O と

・授業用スライドと併せて使うとより授業が効率的に！

強化！・より見やすくわかりやすい構成に！

強化！・動きを伴う現象はアニメーションなども用いて解説！

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 57

・教科書中の問・例題・類題も掲載！ **NEW**

● 映像・アニメーション

MP4

HTML

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

● 回答フォーム類

Google フォーム

Microsoft Forms

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

化学基礎で学んだことを説明してみよう

第1編 第1章 第3節

次の問いかけに対して、学んだことを振り返りながら説明してみよう。

* 必読の質問です

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

沸騰という現象を、「液体内部」という語を用いて説明してみよう。

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

※データは弊社 Web サイト「チャート×ラボ」にてご用意します。

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

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



詳細はこちら▶

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

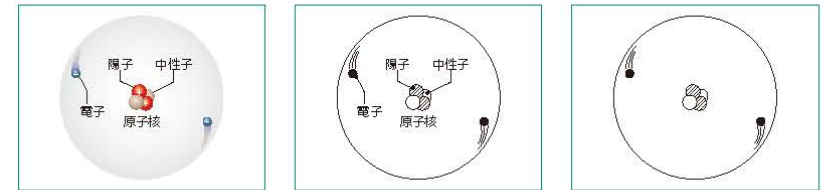
Word

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。 [サンプル](#)

「準備」・「方法」から「考察」まで掲載！
「結果」や「考察」には記入欄を設けていますので、レポート1つで実験を行えます。

■実験■

- 電子でんでんで、ステンレス皿の質量を測定する。
- ステンレス皿に炭酸水素ナトリウム $NaHCO_3$ を入れ、薄く広げて全体の質量を測定する。炭酸水素ナトリウムの質量はおおよそ0.4g ~ 2.0gとし、班ごとに質量の値を異なるように。
- ガスバーナーの強火で3 ~ 4 分間程度加熱する。
- 加熱をやめ、ステンレス皿が十分冷めてから全体の質量を測定する。

■結果・データ処理■

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

主体的な学びに役立つ

● 理解を深める発問とその指導例

Word

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

● 振り返りシート

Word

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

● グループワーク用ワークシート

Word

一人で考えた後、グループで話し合ってから考えをまとめ、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

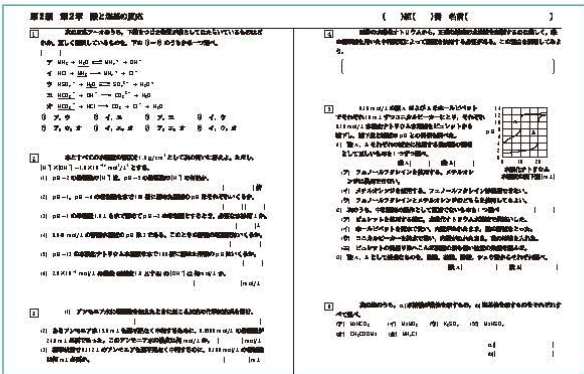
実験データなどをもとに思考力をはたらかせながら考察させる問題です。教科書に掲載されている「思考学習」とは異なる題材を扱っています。

※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](#)



Word

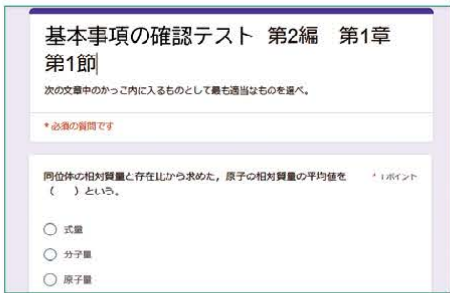
● 基本事項の確認テスト NEW

選択式の問題で構成された5分程度で解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、好みの形に編集できたりします。

Word

PDF

● 準拠問題集データ

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

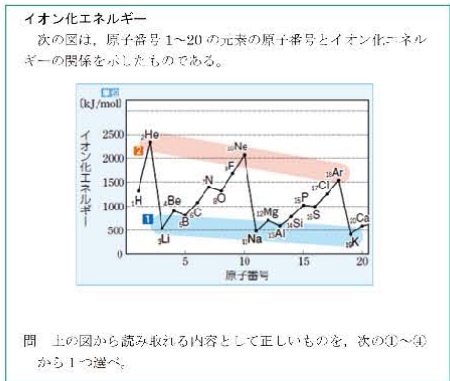
Word

PDF

● 読解力養成プリント

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

Word



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

その他データ類

● 重要用語一覧

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

Excel

● 学習指導計画(シラバス)例

学習指導計画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。



▼▶ 観点別評価集計例

生徒1人1人の3観点に基づく評価を入力・集計できるファイルです。

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

観点	評価	知識・技能			思考・判断・表現			主体的に学習に取り組む態度				総合評価(計算値)	評定(最終)
		評価①	評価②	評価③	評価①	評価②	評価③	評価①	評価②	評価③	評価④		
		表示①	表示②	表示③	表示①	表示②	表示③	表示①	表示②	表示③	表示④		
1年生 01	C	C	C	A	A	B	B	B	B	B	3	B	3
2年生 02	A	C	B	A	A	A	B	B	B	B	3	B	3
3年生 03	B	B	A	A	A	A	B	A	A	A	5	A	5
4年生 04	B	B	C	A	B	B	B	A	C	A	3	B	3
5年生 05	C	A	B	B	B	B	B	B	B	B	3	B	3
6年生 06	C	B	C	C	C	C	C	1	C	C	1	C	1
7年生 07	B	C	B	B	B	B	B	B	B	B	3	B	3
8年生 08	B	B	C	A	B	B	C	A	B	3	C	A	B
9年生 09	A	B	A	A	B	A	A	B	4	A	B	A	B
10年生 10	B	A	C	C	B	B	B	3	A	B	B	B	3

● ルーブリック評価表 NEW

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

Excel

第1版 第1章 第1節 物質と混合物		使用教科書: 改訂版化学基礎									
評価項目	評価基準	評価基準	評価基準	評価基準	評価基準	評価基準	評価基準	評価基準	評価基準	評価基準	評価基準
知識・技能	物質の分類	物質の分類が正しい。	物質の分類が正しい。	物質の分類が正しい。	物質の分類が正しい。	物質の分類が正しい。	物質の分類が正しい。	物質の分類が正しい。	物質の分類が正しい。	物質の分類が正しい。	物質の分類が正しい。
	物質の性質	物質の性質が正しい。	物質の性質が正しい。	物質の性質が正しい。	物質の性質が正しい。	物質の性質が正しい。	物質の性質が正しい。	物質の性質が正しい。	物質の性質が正しい。	物質の性質が正しい。	物質の性質が正しい。
	物質の反応	物質の反応が正しい。	物質の反応が正しい。	物質の反応が正しい。	物質の反応が正しい。	物質の反応が正しい。	物質の反応が正しい。	物質の反応が正しい。	物質の反応が正しい。	物質の反応が正しい。	物質の反応が正しい。

● 教授資料紙面データ

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

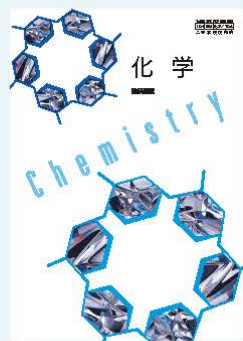
PDF

● AL型授業の進め方

KJ法やジグソー法など、さまざまな言語活動の手法を紹介しています。

PowerPoint

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



化学

化学/706

A5判・512ページ

広く深く学び、
大学進学を見据えた力を
養うことができる教科書

「化学」は、こんな教科書！

特長 1

「主体的・対話的で深い学び」を実現

思考学習

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

全9か所掲載。大学入学共通テスト対策にも使えます！

本冊子 → 76

特長 2

豊富な題材で広く深く学べて入試にも対応

参考・発展で学びを深める

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

特長 3

つまづき解消のための工夫が充実

Zoom

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

本冊子 → 74

授業時間配分表 化学(化学/706)

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

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

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

著作者・編集協力者

●著作者

東京工業大学名誉教授

辰巳 敬

創価大学名誉教授

伊藤 真人

法政大学教授

尾池 秀章

東京大学教授

工藤 一秋

横浜国立大学教授

窪田 好浩

横浜国立大学名誉教授

小林 憲正

九州大学名誉教授

新名主 輝男

法政大学教授

山崎 友紀

元大阪府立大学大学院教授

渡辺 巖

波谷教育学園波谷中学高等学校教諭

新井 利典

元山口県立山口高等学校教諭

石田 純一

元芝中学校・高等学校教諭

庄司 憲仁

サレジオ学院中学校・高等学校教諭

高木 俊輔

和洋九段女子中学校高等学校校長

中込 真

芝中学校・高等学校教諭

兵藤 友紀

豊島岡女子学園中学校・高等学校教諭

水村 弘良

東京電機大学中学校・高等学校教諭

米山 裕

●編集協力者

江戸川女子中学校・高等学校教諭 梶谷 武史

開成中学校・高等学校教諭 小笹 哲夫

元岩手県立盛岡第三高等学校教諭 円井 哲志

元東京都立日野台高等学校教諭 中川 一人

サイエンスライター 漆原 次郎

目次

第1編 物質の状態

第1章 固体の構造

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

第2章 物質の状態変化

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

第2編 物質の変化

第1章 化学反応とエネルギー

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

第2章 電池と電気分解

1. 電池	116
2. 電気分解	124
章末問題	134

第3編 無機物質

第1章 非金属元素

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

第2章 金属元素(Ⅰ)-典型元素-

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

第3章 気体

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

第4章 溶液

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

第3章 化学反応の速さとしくみ

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

第4章 化学平衡

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

第3章 金属元素(Ⅱ)-遷移元素-

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

第4編 有機化合物

第1章 有機化合物の分類と分析

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

第2章 脂肪族炭化水素

1. 飽和炭化水素	282
2. 不飽和炭化水素	288
章末問題	297

第3章 アルコールと関連化合物

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

第4章 芳香族化合物

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

本文補足 参考

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

△実験 △TRY

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

第5編 高分子化合物

第1章 高分子化合物の性質

1. 高分子化合物の構造と性質	352
章末問題	357

第2章 天然高分子化合物

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

第3章 合成高分子化合物

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

巻末特集

探究実験	420
英語で*化学*	434

終章 化学とともに歩む

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

(◀本冊子78)

(◀本冊子80)

(◀本冊子84)

(◀本冊子85)

16. 脂肪族炭化水素の性質	294
17. 酢酸エチルの性質を調べる	319
18. フェノール類とアルコールの性質	339
19. 単糖・二糖の性質	364
20. タンパク質の性質	387
21. ナイロン 66の合成	399
22. しょうゆに含まれる食塩の量を求める	420
23. スポーツドリンクの糖度を比較する	427
24. 植物で布を染める	428
25. 医薬品を識別する	430
26. 食品に含まれるアミノ酸を探す	431
27. デンプンから水飴をつくる	432
TRY. ルミノール反応による化学発光を観察してみよう	112

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

参考

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

発展

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

コラム

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

(▶ 本冊子 76)

思考学習

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

Zoom

(◀ 本冊子 74)

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

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

第1編 物質の状態

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

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

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

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

第1章 固体の構造

Structure of Solids



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

化学基礎の復習

金属結合…… 自由電子による金属元素の原子どうしの結合。



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



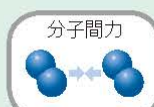
組成式…… 物質を構成する原子の元素記号に、その原子の数の比をつけて表した化学式。 NaCl 、 CaCl_2 など。

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



電気陰性度…… 原子が共有電子対を引きつける強さを表した値。

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



分子間力…… 分子間にはたらき、分子どうしを結びつける力。

6 第1編 物質の状態

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

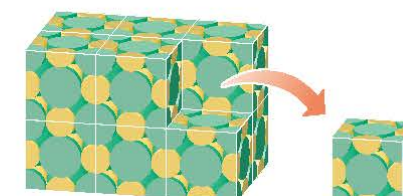
1 結晶とアモルファス

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

A 結晶

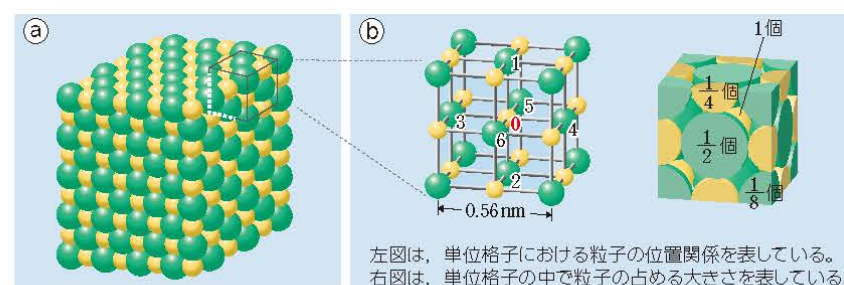
5 復習 粒子が規則的に配列している固体を **結晶** という。結晶は、おもに金属結晶、イオン結晶、分子結晶、共有結合の結晶の4つに分類される。

10 関連 ● **結晶格子と単位格子** 結晶中の規則正しい粒子の配列構造のことを **結晶格子** こうし crystal lattice という。また、結晶格子の最小のくり返し構造のことを **単位格子** たんい cell unit cell という。



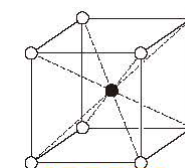
結晶格子 単位格子
▲図1 結晶格子と単位格子

● **配位数** 図2のある粒子●に注目してみよう。この粒子は6個の別の粒子●に囲まれていることがわかる。このように、ある1つの粒子に着目したとき、その粒子に最も近い他の粒子の数を **配位数** はいいすう という。この例の場合、●の粒子の配位数は6になる。同様に、●の粒子も6個の●の粒子に囲まれているので、●の粒子の配位数は6である。



▲図2 配位数 0をつけた粒子●に接する粒子●に番号をふった。

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



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

D エンタルピー変化と化学反応式

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

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

エンタルピー変化を付した反応式のつくり方 (例: H_2 の完全燃焼)

① 化学反応式を書く。



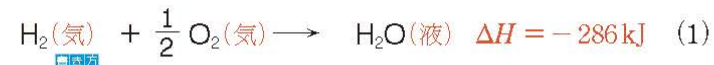
② 着目する物質の係数を1にする。

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



③ 物質の状態とエンタルピー変化 ΔH を書く。

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



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

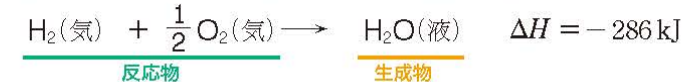
書き方 物質の状態

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

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

エンタルピー変化を表した図のつくり方 (例: H_2 の完全燃焼)

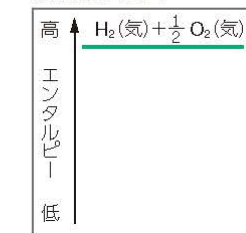
① 反応物と生成物がもつエンタルピーの関係を調べる。



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

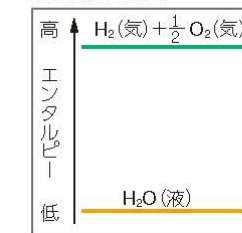
② ①で調べたことを図にまとめる。

③ 反応物を書く



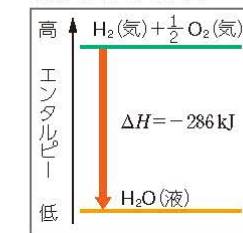
エンタルピーを示す縦軸をとる。その横に反応物を状態とともに書く。

④ 生成物を書く



エンタルピーの大きいほうが上になるように、生成物を状態とともに書く。

⑤ 熱の出入りを書く

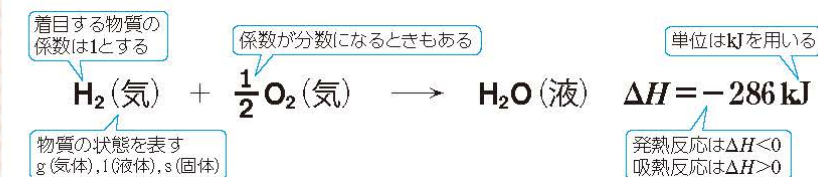


反応物から生成物に矢印を書き、その横にエンタルピー変化を示す。

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

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

まとめ エンタルピー変化を付した反応式



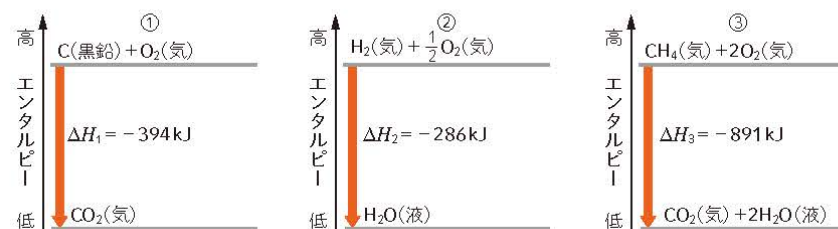
Zoom エンタルピー変化を表した図

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



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

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

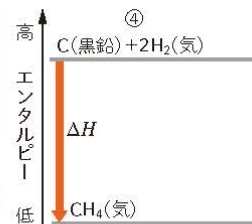


①は炭素(黒鉛)の燃焼エンタルピー、②は水素の燃焼エンタルピー、③はメタンの燃焼エンタルピーを表しています。

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



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

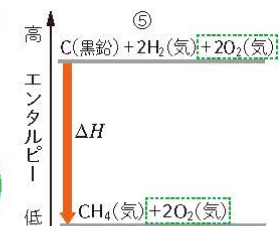


それでは、①～④を組み合わせて物質の関係図をつくります。まず同じ物質に注目してみましょう。



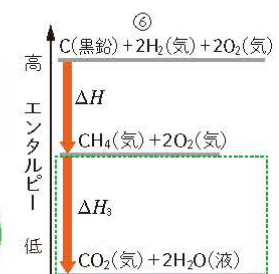
③と④に $\text{CH}_4(\text{気})$ が含まれています。これをもとに図を組み合わせることができそうです。

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



あつ、わかりました！これなら、このように③を組み合わせると⑥が作れます。

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



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

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



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

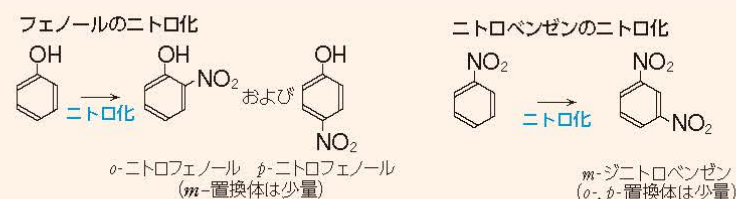
よくできました。また、⑦からp.104の公式「生成エンタルピーと反応エンタルピーの関係」が成りたつことも確認できますね。1つずつていねいに図にまとめるように練習しましょう。



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

思考学習 置換基の配向性

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



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

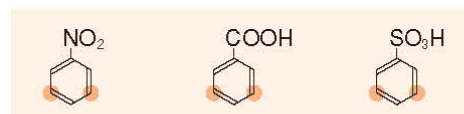
●オルト・パラ配向性

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



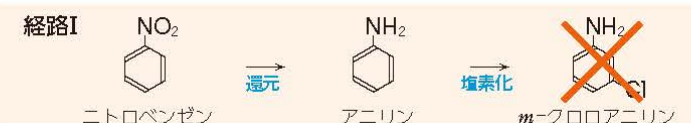
●メタ配向性

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

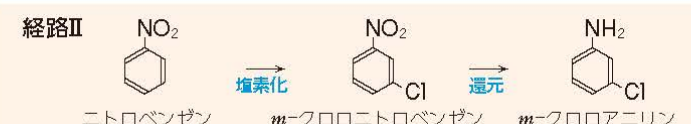


置換基の配向性を利用すると、目的物質を効率的に合成することができる。
例えば、ニトロベンゼンから *m*-クロロアニリンを合成する経路を考えてみよう。

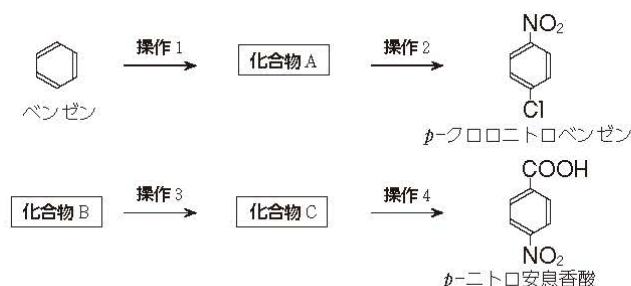
アニリンを経由する経路Ⅰは可能だろうか。まず、ニトロベンゼンからアニリンを得る。-NH₂はオルト・パラ配向性なので、アニリンを塩素化すると *o*-クロロアニリンや *p*-クロロアニリンがおもに得られる。よって、経路Ⅰは *m*-クロロアニリンを得るには不適當である。



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



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



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

巻末特集

探究実験

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

実験 22 しょうゆに含まれる食塩の量を求める

▶ p.190 沈殿滴定



Before Experiment ～実験の前に～

- 化学基礎では、しょうゆから食塩を取り出す実験をしましたが、しょうゆに含まれる食塩の量はいったいどれくらいなのでしょう。
- 食塩のとり過ぎはからだによくないというし、「減塩」という表示をよく見かけるようになったから、数字で示せるといいね。

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

- AgCl が沈殿する反応を定量に用いるとは、とても興味深い方法ですね。化学で学んだことをもとに、身近な疑問を解決していくことは面白そうです。
- これは化学基礎でも行った“探究”ではないでしょうか。そのときに学んだ「探究の進め方」にそって、考えていこうと思います。



A テーマを決める

- 私の家では昔から「うすくちしょうゆ」を使っているよ。色が少し淡いのが特徴。去年、めんつゆと麦茶を間違えたって聞いたけど、このしょうゆもそのような色をしているね。
- その話はもうやめてよ…。しょうゆにもいくつか種類があるんだね。黒色に近いしょうゆも見たことがあるよ。
- きっとそれは「こいくちしょうゆ」ですね。私の家ではこいくちしょうゆを使っています。うすくちしょうゆは、料理本来の色をしょうゆの色で邪魔しないように、色を淡くしているのです。
- 中学校の修学旅行で京都を訪れたとき、京料理についてその話を聞いた覚えがあります。うすくちしょうゆでも多く使うと色がついてしまうので、少量でしっかりと味がつけられるように食塩を濃くしてあると教えていただきました。
- しょうゆの違いを化学の実験で調べることができたら、とても興味深いなあ。これをテーマにしてみようよ。

B 仮説を立てる

- テーマは「しょうゆに含まれる食塩の量を求める」にしよう。仮説はどうでしょうか。
- 私は、修学旅行で聞いた「うすくちしょうゆはこいくちしょうゆよりも食塩の濃度が大きい」ということを確かめてみたい。
- 私は健康に気をつけたいので、減塩しょうゆに含まれる食塩の量が、こいくちしょうゆに比べて本当に少ないのかを知りたいです。
- それでは、仮説は「こいくちしょうゆ、うすくちしょうゆ、減塩しょうゆでは、それぞれに含まれる食塩の量に差があるのではないかと」したいと思います。
- 課題を発見できましたね。しっかりと探究が進められていますね。



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

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

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

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

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

434 巻末特集



▲ Fig.1 a mobile phone and laptop



▲ Fig.2 solar power

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

John Goodenough predicted that the cathode would have even greater potential if it was made using a metal oxide instead of a metal sulphide. After a systematic search, in 1980 he demonstrated that cobalt oxide with intercalated lithium ions can produce as much as four volts. This was an important breakthrough and would lead to much more powerful batteries.

With Goodenough's cathode as a basis, Akira Yoshino created the first commercially viable lithium-ion battery in 1985. Rather than using reactive lithium in the anode, he used petroleum coke, a carbon material that, like the cathode's cobalt oxide, can intercalate lithium ions.

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

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

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

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

英文の内容を確認しよう



Question

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

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



435

このQRコードから、英文の和訳をご利用いただけます。

解答と解説

～問・類題・章末問題～

※発展に含まれる問題の解答については、問題文の末尾に〔 〕に入れて示した。

第1編 第1章 固体の構造

p.7 問1 8

p.12 類題1 27

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

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

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

p.20 問2 HF

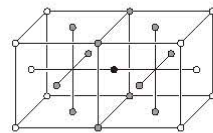
【解説】HFは分子間に水素結合がはたらいっている。分子間から予想される値よりも沸点が異常に高くなる。

p.25 章末問題

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

【解説】(2) 面心立方格子

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



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

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

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

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

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

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

(6) 原子1個の質量にアボガドロ定数をかけて、モル質量を求める。

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

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

(7) 立方体の面の対角線で原子が接している。単位格子の一边の長さ a (cm) と原子半径 r (cm) の関係は、 $\sqrt{2}a = 4r$

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

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

- ② (1) 6個 (2) 12個

(3) Na^+ : 4個 Cl^- : 4個

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

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

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

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

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

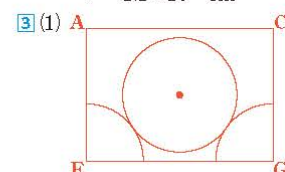
$$= \frac{(23 + 35.5) \text{ g/mol}}{6.0 \times 10^{23} / \text{mol}} \times 4$$

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

(5) Na^+ と Cl^- は立方体の各辺上で接している。単位格子の一边の長さは Na^+ と Cl^- の直径の和に等しい。 Na^+ のイオン半径を r (cm) とすると、

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

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



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

【解説】(2) 長方形 AEGC において、AE は単位格子の一边の半分の長さなので $\frac{1}{2}a$ 。

したがって、対角線 AG の長さは $\frac{\sqrt{3}}{2}a$ になり、これが原子半径 r の4倍に等しい。

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

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

第1編 第2章 物質の状態変化

p.29 類題1 91kJ

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

(i) 50℃の水 36g を 100℃の水にするのに必要な熱量は、

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

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

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

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

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

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

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

よって、総熱量は、

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

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

p.34 問2 90℃

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

p.36 問3 (1) 水：固体 二酸化炭素：気体

(2) 固体から液体に変化する

(3) 気体から直接固体に変化する

p.37 章末問題

① (1) AB 間：固体 BC 間：固体と液体

CD 間：液体 DE 間：液体と気体

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

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

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

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

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

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

② (1) 63℃ (2) 水：液体 エタノール：気体

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

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

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

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

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

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

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

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

になるはずである。

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

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

$$= 304.7 \text{ mm}$$

よって、実際の水柱の高さは、

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

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

第1編 第3章 気体

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

【解説】(1) 求める圧力を p (Pa) とすると、

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

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

(2) 求める体積を V (mL) とすると、

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

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

p.41 問2 (1) 15.0 L (2) 267℃

【解説】(1) 求める体積を V (L) とすると、

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

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

(2) 求める温度を T (K) とすると、

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

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

$$540 - 273 = 267 \text{ より、求める温度は } 267 \text{ ℃}$$

p.42 類題1 $4.0 \times 10^5 \text{ Pa}$

【解説】求める圧力を p (Pa) とすると、

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

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

リサイクルと人間生活

— ライフサイクルを考える —

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



ライフサイクルアセスメント(LCA)

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

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

レアメタルのリサイクル

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

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



終章-6 化学とともに歩む

属が多数あると報告されている。

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

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

プラスチックのリサイクル



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

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

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

12 つくる責任
つかう責任



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

Question

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



終章-7

第1部

さまざまな物質と人間生活

SDGsについても簡単に扱っています。

健康を支える化学

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

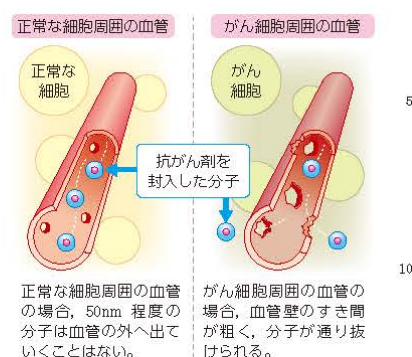


ドラッグデリバリーシステム DDS (Drug Delivery System)

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

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

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



▲図5 DDSのしくみ

超微量分析

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

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



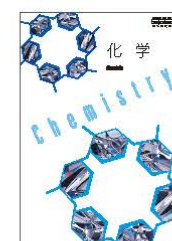
▲図6 血糖値をはかるセンサー

終章-14 化学とともに歩む

特集

化学教科書の比較

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



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

本文 本文で扱った 囲み 本文の囲み記事で扱った — 扱っていない

『化学』QR コンテンツ一覧

QRコンテンツの活用で、
学習内容の理解がもっと深まります。



サンプルはこちら！▶

◆ムービー(映像)

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

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

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

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



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

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

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

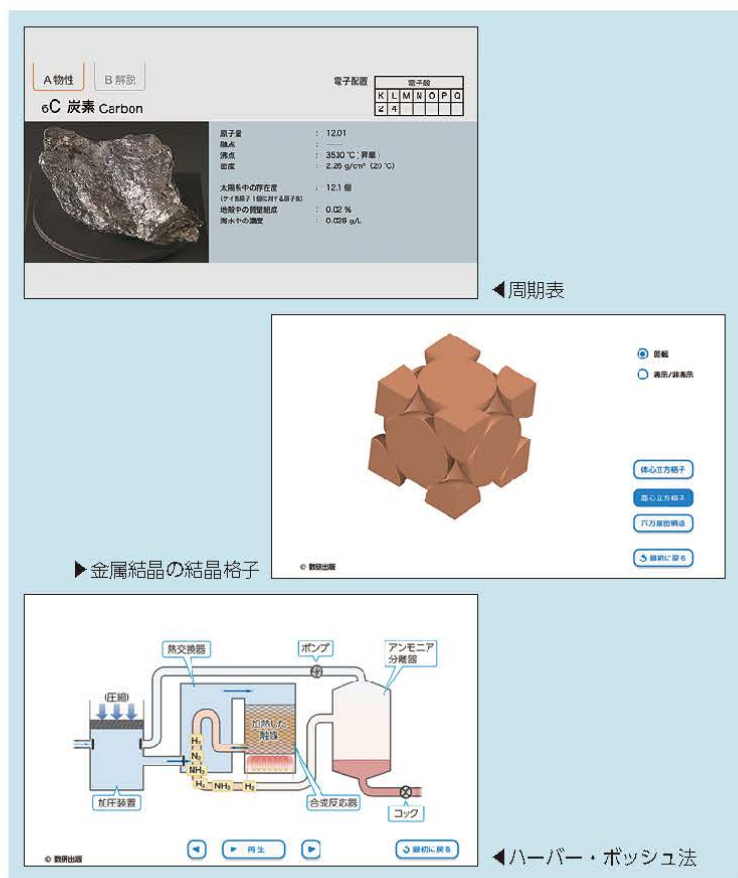


- 銅アンモニアレーヨンの合成
- グリシンのニンヒドリン反応
- 卵白水溶液の変性
- タンパク質の性質
- ナイロン 66 の合成
- フェノール樹脂の合成
- 尿素樹脂の合成
- 吸水性高分子
- しょうゆに含まれる食塩の量を求める
- スポーツドリンクの糖度を比較する
- 植物で布を染める
- 医薬品を識別する
- 食品に含まれるアミノ酸を探す
- デンプンから水飴をつくる

◆アニメーション

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

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

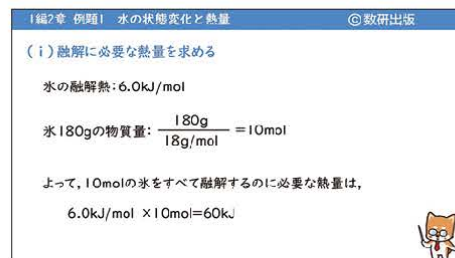


◆例題解説

例題の解説を動画で見ることができます。すべて音声つき。

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

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



◆Web サイト

学習内容の参考になる Web サイトにアクセスすることができます。

- 氷になると体積は？※
- 水の温度による体積変化※
- 大気圧でおし上げられる水※
- 結露のしくみ※
- 二酸化炭素の状態変化※
- 菓子の袋の気圧による変化※
- けんぴきょうで見た食塩がとける様子※
- クールに水を凍らせる※
- 血球と浸透圧※
- ボルタの電堆と電池※
- ダニエル電池※
- 「電池」の歴史※
- 宇宙で活躍する燃料電池※
- 水素ってどんな気体？※
- 宇宙の元素～水素～
- 塩を生むもの～ハロゲン～
- 塩素ってどんな気体？※
- 炎の正体～酸素～
- ギリシアの火～硫黄～
- 最も身近な劇薬～硫酸～
- 生と死の元素～窒素～
- 液体窒素の利用※
- アンモニアってどんな気体？※

- 生命の元素～炭素～
- 賢者の石～ケイ素～
- 太陽電池のしくみと製造※
- 混沌という名の物質～二酸化炭素～
- ドライアイスの製造※
- 気体の捕集法※
- ナトリウム カリウム カルシウム※
- ホットケーキの中の泡は何から？※
- 流転する白～カルシウム～
- 塩化カルシウムとカルシウム※
- アルミニウムはどう取り出す？※
- アルミニウム資源※
- アルミ缶のリサイクル※
- 電気の缶詰～アルミニウム～
- 重きあがね～鉛～
- 金属の酸化を利用して…※
- 金属の王～鉄～
- 製鉄所内部のようす
- 鉄はどう取り出す？※
- 鉄の製錬※
- キプロスのあかがね～銅～
- 銅はどう取り出す？※
- 輝きはいつか消える～銀～

- 金をのばす※
- 貴金属※
- 白金触媒※
- 自動車の触媒装置※
- 神秘のみずがね～水銀～
- 砂糖と食塩の違いは？※
- 燃える氷 メタンハイドレート
- ポリプロピレンを作る※
- 性質の違うプラスチック※
- ナフサの分留※
- 水滴に石けんを加えると※
- プラスチックの性質は？※
- 生分解性プラスチックとは？※
- 生分解性プラスチックのごみ袋※
- 輪ゴムができるまで
- 科学技術情報発信・流通総合システム(J-STAGE)
- ペットボトルリサイクル
- 転機をむかえる日本のエネルギー※

※は NHK for School

◆ドリル型コンテンツ

重要用語などをドリル形式で学習することができます。

- 化学基礎の復習
- 要点の確認(各節末)
- 確認問題(無機物質)



◆資料

- 英語で化学の和訳

『化学』教授資料のご案内

化学 教授資料 B5判 + DVD-ROM/30,800円(税込)

付属データ一覧

 のデータは、専用サイト「チャート×ラボ」からのダウンロードとなります。

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

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

教科書をサポートする充実の副教材



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

副教材の詳細はこちら！

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

＼指導に役立つ情報や教材データをお届け／

先生のための会員制サイト **チャート×ラボ**

「チャート×ラボ」で何ができるの？

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

会員限定の情報もお届けするよ

くわしくはこちら <https://lab.chart.co.jp/>

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



機能向上 基本機能



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

ツールバーの位置は、下部だけでなく左右にも変更できます。

一部の教材には、特別支援機能も収録しています。

指 学 学+ 副

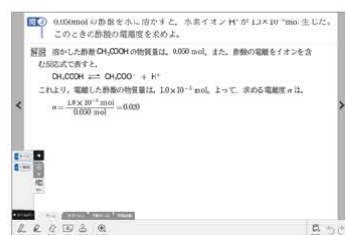
機能向上 スライドビュー

投影用スライドビュー

指 学 学+ 副

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

また、小問ごとに答・解説を表示することもできます。



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

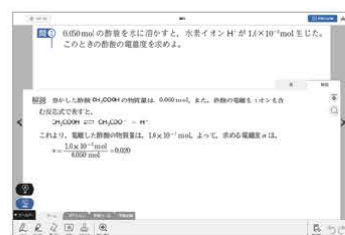
※2026年3月以降に発売される指導者用デジタル教科書(教材)では、図のスライドビュー機能はなくなり、p.95掲載のデジタルコンテンツ「図版ビュー」に移行します。

学習用スライドビュー

指 学 学+ 副

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

また、「学習の記録」を保存することもできます。



新機能 演習モード

指 学 学+ 副

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

※2026年3月以降に発売される教材で利用できます。



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

さらに充実 デジタルコンテンツ

図版ビュー★ 指 学 学+ 副

教科書の図や写真などを拡大表示できます。

教科書紙面からもワンクリックで拡大表示が可能です。

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



その他のコンテンツ 指 学 学+ 副

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

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

▼周期表



▼映像



▼レイヤー図版



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

その他の充実の機能

教材連携 指 学 学+ 副

購入済のデジタル教科書／デジタル副教材の間で、スムーズな連携ができます。

別教材の該当ページや類問などをすぐに表示できます。

学習の記録 指 学 学+ 副

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

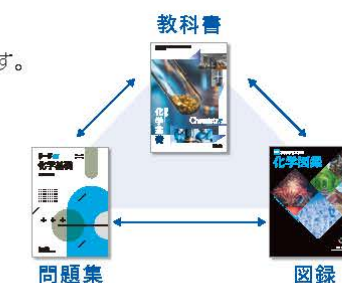
宿題管理 指 学 学+ 副

先生は、生徒のEsビューアへ宿題を配信することができます。

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

表示制御 指 学 学+ 副

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



体験版はこちら!



化学

デジタル教科書／デジタル副教材

ラインアップ

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

指導者用デジタル教科書（教材）

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

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

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

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

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

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

学習者用デジタル教科書・教材

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

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

■利用期間：教科書使用期間 ■ライセンス：生徒 1 人につき 1 ライセンス必要 ■購入方法：直接教研出版へ ■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	表示制御
化学基礎	○	○	○	○	○	○	○※2	○※2
化学	○	○※1	○	○	○	―	○※2	○※2

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

学習者用デジタル教科書

生徒一人一人の端末で使用する、制度化された「学習者用デジタル教科書」です。

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

■利用期間：教科書使用期間 ■ライセンス：生徒 1 人につき 1 ライセンス必要 ■購入方法：直接教研出版へ ■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	表示制御
○	―	―※	―	―	―	―	―

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

学習者用デジタル副教材

生徒一人一人または先生用の端末で使用する、デジタル副教材です。

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

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

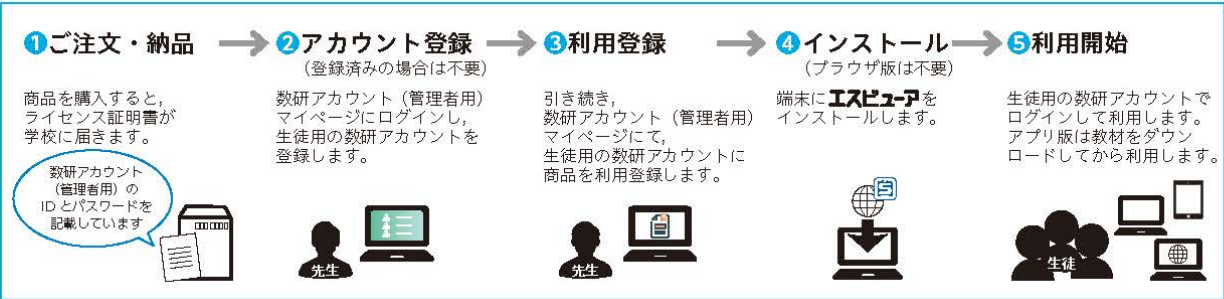
	基本機能	スライドビュー	デジタル コンテンツ	教材連携	学習の記録	演習モード	先生向け機能	
							宿題管理	表示制御
図録	○※3	―	○	○	―	―	○※5	―
問題集(改訂版)	○※3	○	―※4	○	○	―	○※5	○※5
問題集(三訂版)	○※3	○	―※4	○	○	○	○※5	○※5

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

ー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ー

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

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



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

■動作環境

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

アプリ版

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

ブラウザ版

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

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

Studyaid[®] 化学シリーズラインアップ

令和8年度発行の化学基礎に対応した商品のラインアップについては、検討中です。

令和 8 年度発行の化学基礎に対応した商品のラインアップについては、検討中です。			Studyaid [®] オンライン		Studyaid [®] (DVD-ROM 版)			
商品名	収録内容 赤字は前年度商品から更新されたデータまたは追加された書籍です。	問題数*	税込価格【教育機関向け】		購入方法	税込価格【教育機関向け】		購入方法
			1ライセンス版	構内フリーライセンス版		標準価格	アップグレード価格	
No.99672 化学入試 2024 データベース	●1992 ～ 2020 年センター試験問題・2021 ～ 2024 年共通テスト問題 ●1992 ～ 2024 年版「化学入試問題集」 ●2000 ～ 2024 年版「化学重要問題集」 ●思考力・判断力・表現力を養う 化学考案問題集	約 8,900 問	11,000 円	25,300 円	数研出版ホームページへ	23,100 円	11,000 円	直接数研出版へ
No.55565 化学統合版 2025 NEW	【新課程】：●教科書「化学基礎、高等学校 化学基礎、新編 化学基礎、化学、新編 化学」 ●リードα「化学基礎（改訂版）、化学（改訂版）、化学基礎+化学（改訂版）」 ●改訂版 リード Light 化学基礎 ●リード Light ノート「化学基礎（改訂版）、化学（改訂版）」 ●新編 化学基礎 準拠「サポートノート、整理ノート」 ●Visual Select 化学基礎ノート ●フォローアップドリル化学基礎「物質の構成と化学結合、物質量・化学反応式、酸・塩基/酸化・還元/電池・電気分解」 ●フォローアップドリル化学「物質の状態、熱化学・反応速度・化学平衡、無機物質、有機化合物、高分子化合物」 ●チェック&演習「化学基礎、化学」 ●高校化学の基礎 【旧課程】：●教科書・問題集	約 10,300 問	13,200 円	27,500 円		31,900 円	14,740 円	

*記載されている問題数はオンライン版の問題数です。DVD-ROM 版は問題数が異なることがあります。

【Studyaid[®] オンライン】

●動作環境 ※最新の動作環境については、弊社ホームページをご覧ください。

デスクトップアプリ版

OS	Windows 10, 11 ※各 OS とも日本語版のみに対応。※ Windows 10, 11 の S モードには非対応。
メモリ	4GB 以上
ストレージ	システムドライブに 2GB 以上の空き容量
その他	.NET Framework 4.6.2以降

ブラウザ版

OS	Windows 10, 11/iPadOS 16以降/macOS 13以降/ ChromeOS 最新バージョン
ブラウザ	Windows10, 11 : Google Chrome, Microsoft Edge iPadOS, macOS : Safari ChromeOS : Google Chrome
メモリ	4GB 以上

- デスクトップアプリ版、ブラウザ版ともに、インターネット接続が必要です。インターネット接続に際し発生する通信料はお客様のご負担となります。
- Studyaid[®] オンラインはユーザーライセンスの商品です。1ライセンスにつき1アカウント(1名)でご利用いただけます。構内フリーライセンス版では、同一構内に勤務される方であれば、人数に制限なくご利用いただけます。
- Studyaid[®] オンラインには7年間の有効期限があります。ただし、有効期限内に新たに別商品を購入された場合、その商品の有効期限まで延長してお使いいただけます。※2024年3月に、有効期限が4年→7年に変更となりました。

【Studyaid[®] (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でのご注文の際には、お持ちの商品のシリアルナンバーが必要です。

※物理・化学・生物・地学は、すべて同一教科(理科シリーズ商品)とみなします。

ライセンス

Studyaid[®] は1台のパソコンにのみインストールし、使用することができます。

1つの商品を同一構内の複数台のパソコンで使用する場合は、商品の他にサイトライセンスが必要です。

ライセンス数	税込価格
1～3本	4,180円×ライセンス数
4本以上 (フリーライセンス)	16,500円

Studyaid[®] オンライン ブラウザ版に問題編集機能(一部)と印刷機能を追加しました!
https://www.chart.co.jp/stdb/online/function/browser_renewal.html



数研出版コールセンター TEL:075-231-0162 FAX:075-256-2936



東京本社 〒101-0052
東京都千代田区神田小川町2-3-3
関西本社 〒604-0861
京都市中京区烏丸通竹屋町上る大倉町205
関東支社 〒120-0042
東京都足立区千住龍田町4-17
支店…札幌・仙台・横浜・名古屋・広島・福岡

本カタログに記載されている会社名、製品名はそれぞれ各社の登録商標または商標です。
QRコードは株式会社デンソーウェーブの登録商標です。
本カタログで使用されている商品の写真は出荷時のものと一部異なる場合があります。
本カタログに掲載されている仕様及び価格等は予告なく変更することがあります。
返品に関する特約：商品に欠陥のある場合を除き、お客様のご都合による商品の返品・交換はお受けできません。