

Oberstufe

Elemente Chemie

Niedersachsen



Ulrich Bee
Oliver Blauth
Paul Gietz
Erhard Irmer
Christian Kirberger
Heike Maier
Peter Nelle
Jutta Töhl-Borsdorf
Karsten Wiese
Thorsten Zippel

Ernst Klett Verlag
Stuttgart · Leipzig

Rückblick

Verbrennung und Sauerstoff	4
Chemische Reaktion	6
Metalle und Metallgewinnung	8
Atombau und Periodensystem	10
Salze und Ionen	12
Die Vielfalt der Molekülverbindungen	14
Elektronen-Übertragungsreaktionen	16
Protonen-Übertragungsreaktionen	18
Chemie – quantitativ betrachtet	20
Hinweise zu den Arbeitsaufträgen	22

1 Erdgas und Erdöl – Quellen für Kohlenwasserstoffe

Kohlenstoff – ein vielseitiges Element	24
1.1 Erdgas und Erdöl	26
1.2 Methan – Hauptbestandteil des Erdgases	28
1.3 Die Alkane – eine homologe Reihe	30
1.4 Die Alkane – Nomenklatur	31
1.5 VAN'T HOFF und der Bau des Methan-Moleküls	32
1.6 Die Alkane – räumlicher Bau	33
1.7 Die Alkane – Struktur-Eigenschafts-Beziehungen	34
1.8 Lernzirkel Alkane	37
1.9 Ethen und die homologe Reihe der Alkene	38
1.10 Die Vielfalt der Kohlenwasserstoffe	40
1.11 Welche Alkane sind im Feuerzeuggas?	42
1.12 Gewinnung von Kohlenwasserstoffen aus Erdöl	44
1.13 Kraftfahrzeugbenzin	46
1.14 Erdgas und Wasserstoff in der Energietechnik	50
1.15 Erneuerbare Energiequellen	52
1.16 Qualitative Elementaranalyse organischer Verbindungen	56
1.17 Gaschromatografie	58
1.18 Massenspektrometrie	60
1.19 Erdöl – Grundlage für chemische Produkte	62
1.20 Halogenierung von Alkanen	64
1.21 Vom Ethen zum Polyethen	65
1.22 Riesenmoleküle aus Kohlenstoff-Atomen	66
1.23 Neue Materialien aus Kohlenstoff	68
1.24 Nanochemie	70
1.25 Nanopartikel sind weit verbreitet	71
1.26 Durchblick Zusammenfassung und Übung	72

2 Alkohole

Die Vielfalt der Alkohole	76
2.1 Alkoholische Gärung	78
2.2 Die Herstellung von Alkohol	79
2.3 Alkoholgenuss – Alkoholmissbrauch	80
2.4 Untersuchung von Ethanol	82
2.5 Der Aufbau des Ethanol-Moleküls	83
2.6 Die homologe Reihe der Alkanole	84
2.7 Ethanol – der größere Bruder des Wassers	86
2.8 Zwischenmolekulare Kräfte	90
2.9 Eigenschaften und Verwendung von Alkanolen	92
2.10 Mehrwertige Alkohole	96
2.11 Herstellung von Alkoholen in der Technik	98
2.12 Lernzirkel Alkohole	99
2.13 Gewinnung eines Aromastoffes	100
2.14 Wichtige Ether	102
2.15 Super E10 – Bioethanol als Treibstoffzusatz	104
2.16 Durchblick Zusammenfassung und Übung	106

3 Vom Alkohol zur Carbonsäure

Der Natur abgeschaut – Carbonsäuren	110
3.1 Oxidationszahlen und Redoxgleichungen	112
3.2 Oxidation von Alkoholen	114
3.3 Aldehyde, Ketone und Carbonsäuren im Überblick	116
3.4 Wichtige Aldehyde und Ketone	118
3.5 Infrarotspektroskopie	120
3.6 Die Vielfalt der Kohlenhydrate	122
3.7 Vom Alkohol zum Katerfrühstück	124
3.8 Essig und Essigsäure	126
3.9 Essig im Alltag	128
3.10 Die homologe Reihe der Alkansäuren	129
3.11 Alkansäuren in der Natur und im Alltag	130
3.12 Ungesättigte Fettsäuren	131
3.13 Carbonsäuren in der Natur	132
3.14 Carbonsäuren als Lebensmittelzusatzstoffe	133
3.15 Organische Säuren in Lebensmitteln	134
3.16 Gewinnung von Citronensäure	135
3.17 Chemie im Beruf	136
3.18 Durchblick Zusammenfassung und Übung	137

4 Organische Verbindungen und ihre Reaktionswege 139

Vom Erdölprodukt zum Ananasaroma	140
4.1 Kohlenwasserstoffe als Rohstoffe	142
■ 4.2 Molekülstrukturen am Computer	144
4.3 Halogenalkane durch radikalische Substitution	146
4.4 Alkohole durch nucleophile Substitution	149
4.5 Ester und die Additions-Eliminierungsreaktion	152
4.6 Vom Alkohol zum Alken – Eliminierungsreaktionen	156
4.7 Reaktionen der Alkene – elektrophile Addition	158
4.8 Vom C ₄ -Schnitt zur organisch-chemischen Synthese	160
■ 4.9 Reaktionsmechanismen im Vergleich	162
4.10 Benzol – ein Aromat	164
4.11 Bindungsverhältnisse im Benzol-Molekül	166
4.12 Mesomerie und Aromatizität	168
4.13 Beispiele für Aromaten	169
■ 4.14 Das Benzol-Molekül im Orbitalmodell	170
■ 4.15 Halogenierung von Benzol	173
4.16 ASS – ein Jahrhundertarzneimittel	174
■ 4.17 Acetylsalicylsäure	175
4.18 Dünnschichtchromatografie	176
■ 4.19 Wirkungsweise von Schmerzmitteln	178
4.20 Durchblick Zusammenfassung und Übung	180

5 Kunststoffe 183

Kunststoffe – Werkstoffe nach Maß	184
5.1 Eigenschaften und Struktur der Kunststoffe	186
5.2 Polymerisation	188
5.3 Polykondensation	192
■ 5.4 Polyaddition	194
■ 5.5 Verarbeitung von Kunststoffen	196
■ 5.6 Kunststoffe im Alltag	198
■ 5.7 Kunststoffmüll – Endstation Meer?	200
■ 5.8 Klebstoffe	201
■ 5.9 Verwertung von Kunststoffabfall	202
■ 5.10 Silikone	204
■ 5.11 Biologisch abbaubare Kunststoffe	206
■ 5.12 Carbonfasern	207
5.13 Durchblick Zusammenfassung und Übung	208

6 Chemische Energetik 211

Energieumsatz und Richtung chemischer Reaktionen	212
6.1 Systeme und Größen der chemischen Energetik	214
6.2 Innere Energie und Enthalpie	216
■ 6.3 Kalorimetrie	218
■ 6.4 Kalorimetrische Ermittlung von Enthalpien	220
6.5 Enthalpie und Aggregatzustände	222
6.6 Verbrennungsenthalpien	223
6.7 Bildungsenthalpien und Reaktionsenthalpien	224
6.8 Lösungsenthalpien	228
6.9 Die Richtung spontaner Vorgänge	230
6.10 Reaktionsentropien	232
■ 6.11 Entropie und Wahrscheinlichkeit	234
6.12 Die Freie Enthalpie	235
■ 6.13 Freie Enthalpie und chemisches Gleichgewicht	237
6.14 Durchblick Zusammenfassung und Übung	238

7 Reaktionsgeschwindigkeit und chemisches Gleichgewicht 241

Geschwindigkeit und Gleichgewicht	242
7.1 Die Geschwindigkeit von Reaktionen	244
■ 7.2 Einfluss der Konzentration und des Zerteilungsgrads	246
7.3 Reaktionsgeschwindigkeit und Konzentration	247
7.4 Reaktionsgeschwindigkeit und Zerteilungsgrad	248
7.5 Energieverlauf beim Wechseln eines Bindungspartners	249
7.6 Reaktionsgeschwindigkeit und Temperatur	250
7.7 Katalyse	252
■ 7.8 Einfluss der Temperatur und von Katalysatoren	254
■ 7.9 Enzyme	255
7.10 Chemische Reaktion und Gleichgewichtseinstellung	256
■ 7.11 Umkehrbarkeit und Gleichgewicht	258
■ 7.12 Gleichgewichtseinstellung im Modell	259
7.13 Beeinflussung des chemischen Gleichgewichts	260
■ 7.14 Fließgleichgewichte	264
7.15 Die Ammoniak-Synthese	265
■ 7.16 FRITZ HABER	268
7.17 Das Massenwirkungsgesetz	269
7.18 Löslichkeitsgleichgewichte	272
■ 7.19 Aggregatzustände und Gleichgewichte	274
7.20 Durchblick Zusammenfassung und Übung	275

8 Säure-Base-Reaktionen

277

Säuren und Basen in Alltag, Technik und Umwelt

278

8.1	Die Säure-Base-Theorie nach BRØNSTED	280
8.2	Autoprotolyse des Wassers und pH-Wert	282
8.3	Die Stärke von Säuren und Basen	285
8.4	Einfluss der Molekülstruktur auf die Säure- und Basenstärke	288
8.5	pH-Werte von Säurelösungen	290
8.6	pH-Werte von Basenlösungen	291
8.7	Protolysen in Salzlösungen	292
8.8	Puffersysteme	294
■ 8.9	Titration mit Endpunktsbestimmung	297
8.10	pH-metrische Titration	298
8.11	Halbtitration	300
8.12	Titration und Indikator	301
■ 8.13	Leitfähigkeitstimation	302
■ 8.14	Titrationen im Vergleich	304
■ 8.15	Konzentrationsberechnungen	305
■ 8.16	Säuren und Basen in Produkten des Alltags	306
8.17	Durchblick Zusammenfassung und Übung	308

9 Redoxreaktionen und Elektrochemie

311

Elektrochemische Energiespeicher

312

9.1	Oxidation und Reduktion	314
9.2	Oxidationszahlen	316
■ 9.3	Redoxgleichungen	317
9.4	Redox titrationen	318
■ 9.5	Iodometrie und Permanganometrie	319
9.6	Die Redoxreihe	320
9.7	Galvanische Zellen	321
9.8	Die elektrochemische Spannungsreihe	324
9.9	Ionenkonzentration und Spannung	327
■ 9.10	Spannungen und Standardpotentiale	328
9.11	Die Nernst-Gleichung	329
■ 9.12	Bestimmung extrem kleiner Konzentrationen	332
■ 9.13	Berechnen einer Potentialdifferenz	333
9.14	Elektrolysen in wässrigen Lösungen	334
9.15	Die Alkalichlorid-Elektrolyse	337
9.16	Gewinnung von Zink	338
■ 9.17	Gewinnung von Aluminium	339
■ 9.18	Quantitative Betrachtung der Elektrolyse	340
9.19	Batterien	342
■ 9.20	Primärzellen	344
9.21	Akkumulatoren	345

9.22	Brennstoffzellen	348
9.23	Energiespeicherung	350
■ 9.24	Experimente mit Brennstoffzellen	352
9.25	Korrosion und Korrosionsschutz	353
■ 9.26	Korrosion	356
■ 9.27	Korrosionsschutz	358
9.28	Durchblick Zusammenfassung und Übung	359

10 Naturstoffe

361

Naturstoffe und Ernährung

362

10.1	Aufbau und Eigenschaften der Fette	364
10.2	Fette als Nährstoffe und Treibstoffe	366
■ 10.3	Fette	368
10.4	Spiegelbildisomerie	369
10.5	Fischer-Projektionsformeln	370
10.6	Strukturen der Aminosäuren	372
■ 10.7	Der isoelektrische Punkt	374
■ 10.8	Trennung von Aminosäuren	375
■ 10.9	Aminosäuren im Alltag	376
10.10	Peptide und Peptidbindung	377
10.11	Struktur von Peptiden und Proteinen	378
■ 10.12	Proteinstrukturen im Alltag	380
10.13	Eigenschaften und Nachweis von Proteinen	381
10.14	Denaturierung von Proteinen	382
■ 10.15	Neue Proteine aus Bestandteilen der Nahrung	383
10.16	Bedeutung von Proteinen	384
10.17	Klassifizierung der Kohlenhydrate	385
10.18	Glucose und Fructose	386
■ 10.19	Zuckerersatzstoffe	389
10.20	Maltose, Saccharose, Lactose	390
10.21	Stärke und Cellulose	392
■ 10.22	Technische Stärkenutzung	393
■ 10.23	Kohlenhydrate	394
■ 10.24	Kohlenhydrate und Proteine in der Küche	396
10.25	Durchblick Zusammenfassung und Übung	398

Vertiefung

11 Seifen und Waschmittel 401

- 11.1 Seife selbst herstellen 402
- 11.2 Verseifung von Fetten 403
- 11.3 Seifen als waschaktive Stoffe 404
- 11.4 Der Waschvorgang 407
- 11.5 Tenside als waschaktive Stoffe 408
- 11.6 Inhaltsstoffe von Waschmitteln 410
- 11.7 Seifenblasen 414
- 11.8 **Durchblick Zusammenfassung und Übung** 415

12 Umweltbereich Luft 417

- 12.1 Luftschadstoffe 418
- 12.2 Reinhaltung der Luft 420
- 12.3 Erdatmosphäre und Treibhauseffekt 422
- 12.4 Speicherung – eine Lösung des CO₂-Problems? 426
- 12.5 Nachweis von Luftschadstoffen 427
- 12.6 Chemische Reaktionen in der Troposphäre 428
- 12.7 Ozon in der Stratosphäre – die Ozonschicht 430
- 12.8 **Durchblick Zusammenfassung und Übung** 431

13 Komplexverbindungen 433

- 13.1 Das Phänomen der Komplexverbindungen 434
- 13.2 Komplexe – Struktur und Bindung 436
- 13.3 Gleichgewichtsreaktionen bei Komplexverbindungen 638
- 13.4 Komplexreaktionen 440
- 13.5 Komplexverbindungen in Labor und Technik 442
- 13.6 Komplexverbindungen in der Natur 446
- 13.7 **Durchblick Zusammenfassung und Übung** 448

Basiskonzepte 449

- Stoffe und ihre Teilchen 450
- Struktur und Eigenschaften 452
- Donator und Akzeptor 454
- Kinetik und chemisches Gleichgewicht 456
- Energie 458

Anhang 460

- NMR-Spektroskopie 460
- Röntgenstrukturanalyse 462
- Kolorimetrie und Fotometrie 464
- Die Kennzeichnung von Chemikalien 468
- Gefahren- und Sicherheitshinweise: H- und P-Sätze 470
- Entsorgung von Chemikalienabfällen 472
- Formeln, Reaktionsgleichungen, funktionelle Gruppen 474
- Potenzen und Logarithmen 476
- Qualitative Analysemethoden 478
- Tabellen 479

- Stichwortverzeichnis 482
- Bildquellenverzeichnis 493
- Periodensystem der Elemente 496