

Inhalt

1. Kapitel

Ansicht von einem fernen Universum aus 1

- Eine einfache Welt 2
- Die Zustände der Materie 3
- Lebenslauf eines Universums 4

2. Kapitel

Atome, Moleküle und Mole 7

- Elektronen, Atomkerne und Ordnungszahl 7
- Die Isotope des Wasserstoffs 9
- Die Isotope des Heliums 10
- Isotope und gemessene relative Atommassen (Atomgewichte) 11
- Bindungen zwischen Atomen 12
- Elektronenschalen 14
- Moleküle, relative Molekülmasse (Molekulargewicht) und Mol 15
- Das Messen von Substanzmengen in Mol; die Gasgesetze 19
- Gasmoleküle und der absolute Nullpunkt 22
- Das ideale Gasgesetz 24
- Eine chemische Welt en miniature: eine Zusammenfassung 26

3. Kapitel

Der Aufbau der Elemente 31

- Wie groß ist ein Atom? 34
- Gewinn und Verlust von Elektronen; Ionisierungsenergie 35
- Elektronenaffinität 38
- Elektronegativität 39
- Abgeschlossene Schalen und die Achterregel: eine Zusammenfassung 40

4. Kapitel

Atome teilen sich Elektronen: kovalente Bindungen 45

Wieviele Bindungen pro Atom?	46
Kohlenstoff-Verbindungen	48
Doppel- und Dreifachbindungen	51
Diamant und Graphit	53
Stickstoff und Ammoniak	54
Sauerstoff und Wasser	59
Die Wechselwirkung zwischen Ammoniak und Wasser; Basen	62
Fluor und Fluorwasserstoffsäure	64
Atome teilen sich Elektronen: eine Zusammenfassung	65

5. Kapitel

Gewinn und Verlust von Elektronen; Ionen und Metalle 69

Ionen und Salze	71
Säuren und Basen, Neutralisierung, Salze	74
Sauerstoff-Verbindungen: Säuren oder Basen?	75
Basische Oxide: Li_2O	78
Sauer und basisch zugleich: BeO	79
Das erste eindeutig saure Oxid: B_2O_3	80
Kohlenstoff und Kohlensäure	80
Stickstoff und Salpetersäure	84
Fluor, der Elektronenräuber	85
Trends bei den Eigenschaften der Oxide	86
Ionen und Metalle	86
Postskriptum: die Elemente des Lebens	90

6. Kapitel

Periodische Elgenschaften: von Natrium bis Argon 97

Elektronenstruktur und chemische Eigenschaften	99
Die Metalle der dritten Periode: Na, Mg und Al	103
Metallsalze	106
Das Gerüst unseres Planeten: Silicate	107
Die sauren Nichtmetalle: P, S und Cl	113
Oxidationszustände und Oxidationszahlen	117
Warum ist Feuer heiß?	122

7. Kapitel

Teilchen, Wellen und Paradoxa 129

Das unmögliche Atom	131
Lichtteilchen	131
Materiewellen	134
Das diskontinuierliche Atom	136
Atome, Energie, Strahlung	138
Atomspektren und auseinanderstrebende Galaxien	141
Das gequantelte Atom: eine Zusammenfassung	142

8. Kapitel

Ein Blick hinter die Kulissen des Periodensystems 147

Die bessere Theorie: Wellenmechanik	147
Quantenniveaus und Atomaufbau	152
Atomaufbau und Periodensystem	154
Postskriptum: die Entstehung des Universums	160

9. Kapitel

Molekülorbitale und Molekülstruktur 171

Wasserstoffähnliche Moleküle	172
Größere zweiatomige Moleküle	175
Bindungen zwischen verschiedenen Atomarten	180
Lokalisierte Molekülorbitale	181
sp^3 -Hybrid-Orbitale	182
Doppelbindungen und sp^2 -Hybridisierung	185
Dreifachbindungen und sp -Hybridisierung	186
Aromatizität: Delokalisierung und Resonanz	188
Das Molekülorbital-Modell für Bindungen: eine Zusammenfassung	191
Postskriptum: Delokalisierung und Farbe	192

10. Kapitel

Spiel mit allen Karten: das Periodensystem 203

Atomgröße und Elektronegativität	204
Die Struktur der Elemente	207
Chemische Eigenschaften; die Alkalimetalle	211
Gruppe IIA: die Erdalkalimetalle	212
Die Übergangsmetalle	213
Bindungen mit d-Orbitalen	218
Die Gruppe III A: B, Al, Ga, In, Tl	224
Die Gruppe IV A: Isolatoren und Halbleiter	225
Die Gruppe V A: Der Stickstoffkreislauf	227
Phosphor und Energiespeicherung	230
Gruppe VI A: die Sauerstoff-Familie	232
Die Gruppe VII A: die Halogene	234
Das chemische Universum: eine Zusammenfassung	235

11. Kapitel

Von nichts kommt nichts – oder die Erhaltung von Masse, Ladung und Energie 241

Erhaltungssätze	242
Gewicht und Masse	243
Erhaltung der Masse bei chemischen Reaktionen	244
Erhaltung der Elektronen	246
Masse und Energie; Kernreaktionen	251
Stabilität und Zerfall von Atomkernen	254
Isotope und Halbwertszeiten	258
Teilchenzahl und Ladung: eine Zusammenfassung	259

12. Kapitel

Wärme, Energie und chemische Bindungen 265

Wärme und chemische Reaktionen	266
Brennstoffe, Verbrennung und Energie	270
Bildungswärmen	272
Bindungsenergien	276
Reaktionswärmen aus Bindungsenergien	278
Benzol und Resonanz	279
Warum ist Feuer heiß? – Eine quantitative Antwort	281

13. Kapitel

Wie man Unordnung mißt 289

Spontane Reaktionen	290
Energie und Spontaneität	290
Unordnung und Spontaneität	292
Wie man Unordnung mißt: Entropie	295
Die statistische Bedeutung der Entropie	295
Leben in einer Welt aus neun Punkten	298
Entropie und gesunder Menschenverstand	300
Entropie und chemische Reaktionen	305
Explosion von H_2 und Cl_2	306
Verbrennung und Ethanol	307
Zersetzung von N_2O_5	308
Freie Energie und lebende Organismen	308
Entropie und Zeit	311
Entropie und Universum	313

14. Kapitel

Das chemische Gleichgewicht 319

Holzäpfel und das Gleichgewicht	321
Gleichgewicht und Prozesse zweiter Ordnung	327
Das Massenwirkungsgesetz	330
Beispiele für Gleichgewichtskonstanten	331
HCl-Synthese	331
Verbrennung von H_2	332
Ammoniak-Synthese: unvollständige Reaktion	333
K_p und K_c	333
Faktoren, die das Gleichgewicht beeinflussen	334
Die Temperatur und die Gleichgewichtskonstante	336
Freie Energie und Gleichgewichtskonstante	337
Spontaneität und Gleichgewicht: eine Zusammenfassung	340
Postskriptum: Smog und Gleichgewicht	341

15. Kapitel

Die Geschwindigkeit chemischer Reaktionen 349

Experimentelle Geschwindigkeitsgesetze	350
Reaktionsordnung	351
Exponentielle Zerfallsreaktionen 1. Ordnung	353

Reaktionsmechanismen	355
Die Wasserstoff-Iod-Reaktion	357
Reduktion von NO durch H_2	360
Bildung von HBr	361
Molekulare Stöße und chemische Reaktionen	362
Beschleunigung einer Reaktion durch Katalyse	366
Ein einfacher katalytischer Mechanismus	367
Postskriptum: Katalysatoren und Umwelt	370

16. Kapitel

Ionen und Gleichgewicht; Säuren und Basen 377

Starke Säuren und Basen	378
Schwache Säuren und Basen	379
Berechnungen mit Gleichgewichtskonstanten	381
Die Dissoziation des Wassers	383
Die pH-Skala	385
Neutralisation	387
Die Bedeutung von Säuren und Basen	390
Der Unterschied zwischen starken und schwachen Säuren	392
Säuren mit mehreren dissoziierenden Protonen	393
Puffer und pH-Kontrolle	395
Die Messung des pH-Wertes: Säure-Base-Indikatoren	399
Löslichkeitsgleichgewichte	400
Postskriptum: Säure-Base-Katalyse	403

17. Kapitel

Die treibende Kraft, die das Ganze bewegt: chemisches und elektrisches Potential 415

Die Freie Energie und die Tendenzen, sich seiner Umgebung zu entziehen	416
Lösungen und kolligative Phänomene	417
Siedepunktserhöhung	420
Gefrierpunktserniedrigung	422
Osmotischer Druck	425
Redox-Reaktionen und elektrochemisches Potential	427
Addition von Zellreaktionen	431
Halbreaktionen und Reduktionspotentiale	432
Aufbau von Zellen aus Halbreaktionen	435
Trockenzellen	438
Der Blei-Akkumulator	439
Elektrolyse-Zellen	439
Die Faradayschen Gesetze	441
Redox-Chemie auf Abwegen: Korrosion	442
Freie Energie und Potential	443

18. Kapitel

Vom Weltraum zur Welt der Atome: Größenordnungen im Universum 451

Größenordnungen im Universum	452
Energie im Universum	453

Temperatur 453
Organisation und Komplexität 456
Organisation, Kohlenstoff und Leben 458

19. Kapitel

Die einfachen Verbindungen des Kohlenstoffs 463

Die einfachsten organischen Moleküle: Kohlenwasserstoffe 465
Ungesättigte Kohlenwasserstoffe 469
Reaktionen von Kohlenwasserstoffen 470
Konjugation, Aromatizität und Farbe 475

20. Kapitel

Die Vielfalt organischer Verbindungen 485

Alkohole, $R-OH$ 486
Phenole, aromatische Alkohole 488
Ether, Aldehyde und Ketone 490
Carbonsäuren, $R-\overset{\overset{O}{\parallel}}{C}-OH$ 492
Ester, $R-O-\overset{\overset{O}{\parallel}}{C}-R$ 496
Amine und andere organische Basen 498
Aminosäuren, $H_2N-\overset{\overset{R}{|}}{CH}-COOH$ 500
Eine Straßenkarte der Organischen Chemie 504

21. Kapitel

Lipide und Kohlenhydrate 509

Fette und Lipide 510
Die Membranstruktur 512
Andere Lipide 514
Kohlenhydrate 516
Polysaccharide: Cellulose und Stärke 520
Struktur, Energie, Information 523

22. Kapitel

Proteine und Nucleinsäuren: die Informationsträger 527

Die Chemie lebender Organismen 528
Welches sind die Kriterien für Leben? 529
 Vermehrung 529
 Wachstum 530
 Metabolismus 530
 Ausnutzung der Umgebung und Schutz vor ihr 530
 Evolution und Veränderung 531
Moleküle als Informationsträger 532
Proteine 534
Die Kettenfaltung: Faserproteine 538
Globuläre Proteine: Myoglobin und Hämoglobin 540

Nucleotide und Nucleinsäuren	543
Informationsspeicherung: DNA und RNA	547

23. Kapitel

Energieumwandlung: Atmung und Photosynthese 555

Das gemeinsame Erbe im Metabolismus der Lebewesen	556
Prokaryonten und Eukaryonten	556
Glucose-Stoffwechsel: eine Übersicht	557
Glykolyse, der älteste Mechanismus	562
Der Citronensäure-Cyclus	564
Atmung: Reoxidation der Energieträger	568
Die Strategie der Photosynthese	571
Die Dunkelreaktionen: Kohlenhydratsynthese	572
Die Lichtreaktionen: Einfang der Sonnenenergie	574
Stoffwechsel-Archäologie	578

24. Kapitel

Enzyme und Katalyse 583

Die Rolle der Enzyme	585
Enzyme ermöglichen einen einfacheren Mechanismus	585
Enzyme sorgen für Orientierung	586
Enzyme sorgen für Spezifität	588
Enzymen gelingt eine Kopplung von Reaktionen	588
Ein Beispiel: die Trypsin-Familie	590
Der Mechanismus der Trypsin-Katalyse	595
Inhibitoren	598
Die Entwicklung der Enzymfamilie	600
Größere Enzyme	603

25. Kapitel

Chemische Systeme, die sich selbst erhalten: lebende Zellen 607

Prokaryotische Zellen	608
Eukaryotische Zellen	610
Die eukaryotische Zellmembran	612
Das Cytoplasma	614
Der Zellkern	614
Das endoplasmatische Reticulum und die Ribosomen	615
Der Golgi-Apparat	615
Die Mitochondrien	616
Die Chloroplasten	619
Lysosomen und Peroxisomen	620
Die Strategie einer eukaryotischen Zelle	621

26. Kapitel

Der Ursprung des Lebens auf der Erde 627

Biochemisches Erbgut des Lebens	629
Bedingungen für das Erscheinen von Leben	631

Die Oparin-Haldane-Theorie für den Ursprung des Lebens	632
Geologische Befunde	633
Präkambrische Fossilien	635
Die Laborbefunde	638
Die Probleme der organisierten Zellen	640
Polymere und Mikrosphären	641
Coacervat-Tropfen und „Protobionten“	642
Das Drama Leben	645

Anhang 1	651
-----------------	-----

Anhang 2	653
-----------------	-----

Antworten und Lösungen zu den Fragen und Problemen	659
---	-----

Register	683
-----------------	-----