

Inhaltsverzeichnis

Allgemeine Arbeitsanweisungen

| | |
|--|----|
| Glas im Laboratorium; offene Reaktionsgefäße | 1 |
| Hinweise zur Glasbearbeitung | 1 |
| Offene Reaktionsgefäße | 2 |
| Einfachste geschlossene Reaktionsgefäße | 3 |
| Verbindung der Apparaturteile | 3 |
| Schliff-Rundkolben | 5 |
| Rückfußkühler | 6 |
| Befestigung der Apparaturen am Stativ | 8 |
| Erhitzen | 9 |
| Heizquellen | 9 |
| Heizbäder | 11 |
| Thermostaten | 13 |
| Kühlen | 15 |
| Homogenisieren | 17 |
| Lösen | 17 |
| Zerkleinern | 18 |
| Rühren | 18 |
| Magnetrühren | 19 |
| Vibriieren | 20 |
| Schütteln | 20 |
| Reaktionsgefäße mit mehreren Aufsätzen | 21 |
| Tropftrichter | 22 |
| Gasapparaturen (Gasstahlflaschen) | 23 |
| Zugabe fester Stoffe | 27 |
| Arbeiten mit Überdruck-Reaktionsgefäßen | 27 |
| Einschmelzrohre | 27 |
| Autoklaven | 28 |
| Erzeugung und Messung von Unterdruck | 30 |
| Wasserstrahlpumpen-Anlagen | 30 |
| Hochvakuum-pumpen-Anlagen | 32 |
| Umgang mit Quecksilber | 35 |
| Destillation | 35 |
| Destillation bei Atmosphärendruck | 35 |
| Destillation bei vermindertem Druck | 39 |
| Destillation kleiner Mengen | 45 |
| Kolonnendestillation | 46 |
| Destillation unter Mitwirkung eines Hilfsstoffs (Azeotrop- und Wasserdampf-Destillation) | 51 |
| Sublimation und Gefriertrocknung | 57 |
| Sublimation | 57 |

XII Inhaltsverzeichnis

| | |
|---|-----|
| Gefriertrocknung | 58 |
| Extraktion und Aussalzen | 59 |
| Extraktion von Feststoffen | 59 |
| Ausschütteln | 61 |
| Perforation | 64 |
| Multiplikative Verteilung (nach Craig) | 65 |
| Dialyse | 67 |
| Aussalzen | 68 |
| Reinigung durch Kristallisation | 68 |
| Auskristallisieren | 69 |
| Filtern, Absaugen und Zentrifugieren | 70 |
| Umkristallisieren | 74 |
| Umfällen | 76 |
| Entfärben und Klären von Lösungen | 77 |
| Zonenschmelzen | 78 |
| Chromatographie | 78 |
| Adsorptionschromatographie | 79 |
| Verteilungschromatographie | 82 |
| Ionenaustauschchromatographie | 83 |
| Hohlraumdiffusion (Gelchromatographie) | 85 |
| Säulenchromatographie | 86 |
| Dünnschichtchromatographie | 91 |
| Papierchromatographie | 96 |
| Gaschromatographie | 98 |
| Flüssigchromatographie | 101 |
| Hochspannungs-Papierelktrophorese | 102 |
| Trocknen | 104 |
| Trocknen von Feststoffen | 104 |
| Trocknen von Flüssigkeiten | 106 |
| Trocknen von Gasen | 107 |
| Trockenmittel | 107 |
| Eigenschaften und Reinigung der wichtigsten Lösungsmittel | 110 |
| Bestimmung des Schmelzpunkts | 117 |
| Bestimmung des Siedepunkts | 120 |
| Bestimmung des Brechungsindex (Refraktometrie) | 122 |
| Bestimmung der optischen Aktivität (Polarimetrie) | 123 |
| Qualitative chemische Elementaranalyse | 124 |
| Nachweis von Kohlenstoff und Wasserstoff | 124 |
| Natriumaufschluß | 124 |
| Nachweis von Stickstoff nach Lassaigne | 125 |
| Nachweis von Schwefel | 126 |
| Nachweis von Halogen | 126 |
| Nachweis anderer Elemente | 127 |
| Abfassen des Arbeitsprotokolls | 127 |
| Organisch-chemische Fachliteratur | 128 |

| | |
|--|-----|
| Erste Laborausüstung | 130 |
| Sicherheit im chemischen Labor | 133 |
| Allgemeine Sicherheitsvorkehrungen | 133 |
| Sicherheit vor Bränden | 134 |
| Sicherheit vor Implosionen und Explosionen | 135 |
| Sicherheit im Umgang mit Apparaturen | 135 |
| Sicherheit im Umgang mit Chemikalien | 136 |
| Erste Hilfe | 137 |

Kapitel I. Aliphatische Substitution

| | |
|--|-----|
| Die kovalente Bindung | 141 |
| Aliphatische Halogenide | 142 |
| Nitrile und Ether | 150 |
| Amine, Thiole, Onium- und Nitroverbindungen | 156 |
| Mechanismen der nucleophilen Substitution am gesättigten Kohlenstoffatom | 166 |
| Radikalische Substitution | 173 |
| Weiterführende Literatur zu Kapitel I | 178 |

Kapitel II. Eliminierung und Addition

| | |
|---|-----|
| Eliminierungsreaktionen, Bildung der Alkene | 183 |
| Additionsreaktionen | 190 |
| Allgemeines | 190 |
| Cyclooligomerisierung von 1,3-Butadien | 196 |
| Allylbromierung | 196 |
| Cycloadditionen | 198 |
| Zur Photochemie der Alkene | 208 |
| Polymerisation der Alkene | 208 |
| Terpene | 213 |
| Alkine | 215 |
| Weiterführende Literatur zu Kapitel II | 218 |

Kapitel III. Aromatische Substitution, I

| | |
|---|-----|
| Der aromatische Zustand | 223 |
| Halogenierung der Aromaten | 227 |
| Nitrierung und Nitrosierung | 234 |
| Sulfonierung | 244 |
| Weiterführende Literatur zu Kapitel III | 255 |

Kapitel IV. Aromatische Substitution, II

| | |
|--|-----|
| Acylierung und Alkylierung nach Friedel-Crafts und ähnliche Reaktionen | 259 |
| Biologische Oxidation von aromatischen Verbindungen | 275 |
| Nucleophile aromatische Substitution und ähnliche Reaktionen | 276 |
| Die Hammett-Beziehung | 283 |
| Weiterführende Literatur zu Kapitel IV | 286 |

XIV Inhaltsverzeichnis

Kapitel V. Reaktionen der Carboxylgruppe

| | |
|--|-----|
| Säure-Base-Begriff | 291 |
| Carbonsäuren | 293 |
| Carbonsäureester | 296 |
| Veresterung | 296 |
| Andere Methoden zur Herstellung von Estern | 298 |
| Esterhydrolyse (Verseifung) und Umesterung | 299 |
| Carbonsäurechloride und Säureanhydride | 303 |
| Carbonsäureamide | 312 |
| Allgemeines | 312 |
| Aminosäuren | 315 |
| Peptidsynthese | 317 |
| Peptide und Proteine | 318 |
| Abbau der Carbonsäuren zu den nächst niederen Aminen | 321 |
| Nitrile | 324 |
| Cyanat-Isocyanat | 327 |
| Ketone aus Carbonsäuren | 331 |
| Weiterführende Literatur zu Kapitel V. | 332 |

Kapitel VI. Reaktionen der Carbonylgruppe, I

| | |
|--|-----|
| Einige einfache Additionen an die Carbonylgruppe | 337 |
| Einwirkung von Aminen auf Carbonylverbindungen | 343 |
| Semicarbazone, Hydrazone, Oxime | 347 |
| Mannich-Reaktion | 353 |
| Strecker-Synthese | 354 |
| Leuckart-Reaktion | 356 |
| Optische Aktivität, Cahn-Ingold-Prelog-Regel | 358 |
| Aldolverknüpfung | 361 |
| Weiterführende Literatur zu Kapitel VI. | 366 |

Kapitel VII. Reaktionen der Carbonylgruppe, II

| | |
|---|-----|
| Einige aldolartige Kondensationen | 371 |
| Acyloine | 379 |
| Photoreaktion von Ketonen | 385 |
| Pinakolumlagerungen | 386 |
| Kohlenhydrate | 386 |
| Eigenschaften der Zucker | 386 |
| Mutarotation | 389 |
| Reaktivität der glykosidischen Hydroxylgruppe | 390 |
| Disaccharide, Polysaccharide | 392 |
| Weiterführende Literatur zu Kapitel VII. | 397 |

Kapitel VIII. Synthesen mit Estern

| | |
|---|-----|
| Die Esterkondensation | 401 |
| Herstellung von β -Dicarbonylverbindungen | 401 |
| über Keto-Enol-Tautomerie | 409 |

| | |
|--|-----|
| Synthesen mit Acetessigester und Malonestern | 413 |
| Michael-Addition | 423 |
| Weiterführende Literatur zu Kapitel VIII. | 426 |

Kapitel IX. Metallorganische Verbindungen

| | |
|--|-----|
| Grignard-Verbindungen | 431 |
| Zink- und Cadmium-organische Verbindungen | 440 |
| Lithium-organische Verbindungen | 442 |
| Dianionen | 449 |
| Kupfer-organische Verbindungen | 451 |
| Aluminium- und Quecksilber-organische Verbindungen | 453 |
| Wittig-Reaktion | 455 |
| Weiterführende Literatur zu Kapitel IX. | 461 |

Kapitel X. Oxidation und Dehydrierung

| | |
|--|-----|
| Oxidation mit Luftsauerstoff | 468 |
| Oxidation mit sauerstoffreichen anorganischen Verbindungen | 478 |
| Oxidation mit Hydrogenperoxid | 491 |
| Oxidation mit Selendioxid | 498 |
| Oxidation mit Ozon | 500 |
| Weiterführende Literatur zu Kapitel X. | 504 |

Kapitel XI. Reduktion und Hydrierung

| | |
|--|-----|
| Reduktion mit Metallen | 510 |
| Amalgam-, Clemmensen- und Birch-Reduktion | 510 |
| Reduktion der Nitrogruppe | 516 |
| Phenylisothiocyanat und Thiole | 527 |
| Reduktion mit Ammoniumsulfid | 531 |
| Reduktion nach Meerwein-Ponndorf-Verley | 533 |
| Reduktion mit komplexen Metallhydriden | 535 |
| Hydroborierung | 541 |
| Reduktion nach Wolff-Kishner | 544 |
| Katalytische Hydrierung | 546 |
| Heterogene katalytische Hydrierung | 547 |
| Homogene katalytische Hydrierung | 548 |
| Substitution durch katalytisch aktivierten Wasserstoff (Hydrogenolyse) | 549 |
| Die Hydriereinrichtung | 549 |
| Weiterführende Literatur zu Kapitel XI | 558 |

Kapitel XII. Synthesen und Reaktionen der Chinone, chinoiden Farbstoffe und Radikale

| | |
|-------------------------------|-----|
| Chinone | 563 |
| Herstellung der Chinone | 563 |
| Reaktionen der Chinone | 568 |
| Redoxverhalten | 568 |

XVI Inhaltsverzeichnis

| | |
|--|-----|
| Reaktionen der chinoiden Doppelbindungen | 569 |
| Chinoide Farbstoffe | 575 |
| Triphenylmethanfarbstoffe | 580 |
| Basische Triphenylmethanfarbstoffe | 580 |
| Saure Triphenylmethanfarbstoffe | 583 |
| Organische Radikale | 587 |
| Weiterführende Literatur zu Kapitel XII | 596 |

Kapitel XIII. Herstellung und Reaktionen der Diazoverbindungen

| | |
|---|-----|
| Aromatische Reihe | 600 |
| Herstellung von Diazoniumsalzen | 600 |
| Reaktionsfähigkeit der Diazoniumsalze | 600 |
| Elektrophile Reaktionen des Diazoniumions | 601 |
| Azofarbstoffe | 601 |
| Kupplung mit einfachen Anionen | 610 |
| Reaktionen unter Stickstoffabgabe | 613 |
| Reduktion des Diazoniumions | 620 |
| Aliphatische Reihe | 624 |
| Bildung der Diazoalkane | 624 |
| Reaktionen des Diazomethans | 628 |
| Herstellung des Diazoessigesters | 634 |
| Einige Reaktionen des Diazoessigesters | 637 |
| Weiterführende Literatur zu Kapitel XIII | 639 |

Kapitel XIV. Synthesen und Reaktionen der Heterocyclen mit 5-gliedrigem Ring

| | |
|---|-----|
| Weiterführende Literatur zu Kapitel XIV | 663 |
|---|-----|

Kapitel XV. Synthesen und Reaktionen der Heterocyclen mit 6-gliedrigen und mehreren Ringen

| | |
|--|-----|
| Systeme mit einem heterocyclischen Sechsring | 667 |
| Systeme mit mehreren heterocyclischen Ringen | 689 |
| Weiterführende Literatur zu Kapitel XV | 695 |

Kapitel XVI. Qualitative Analyse

| | |
|--|-----|
| Trennen eines Stoffgemisches | 697 |
| Literatur zu Trennproblemen | 699 |
| Erkennen von funktionellen Gruppen | 701 |
| Literatur zu spektroskopischen Methoden | 701 |
| Charakterisierung organischer Verbindungen durch Derivat-Bildung | |
| Kohlenwasserstoffe | 702 |
| Alkohole | 703 |
| Aldehyde und Ketone | 705 |
| Carbonsäuren | 706 |
| Carbonsäureester | 707 |

| | |
|---|-----|
| Lactone | 708 |
| Phenole | 708 |
| Ether | 709 |
| Amine | 710 |
| Aminosäuren | 711 |
| Carbonsäureamide | 712 |
| Nitrile | 712 |
| Sulfonsäuren | 712 |
| Nitroverbindungen | 713 |
| Halogenverbindungen | 713 |
| Weiterführende Literatur zu Kapitel XVI. | 715 |
| | |
| Anhang | 716 |
| Mixotrope Reihe der Lösungsmittel | 716 |
| Siedepunkt unter vermindertem Druck | 716 |
| Konzentration handelsüblicher Säuren | 717 |
| Dichte von Ammoniaklösungen | 718 |
| Herstellung von Mischungen bestimmter Konzentration | 718 |
| Phosphatpuffer nach Sørensen | 718 |
| Säure-Base-Indikatoren | 719 |
| Häufig gebrauchte Atommassen | 719 |
| Liste der gebräuchlichsten Abkürzungen | 721 |
| Sach- und Namenregister | 723 |
| Autoren der Übersichtsartikel | 757 |