



*Die Druckversion
finden Sie auf ...*

www.med-school.de

1	AUFBAU DER MATERIE	2
2	SÄURE-BASE-REAKTIONEN	2
3	REDOXREAKTIONEN.....	3
4	HOMOGENE UND HETEROGENE SYSTEME	4
5	ENERGETIK UND KINETIK.....	5
6	ORGANIK	5
7	KOHLWASSERSTOFFE	7
8	VERBINDUNGEN MIT EINFACHEN FUNKTIONELLEN GRUPPEN	8
9	CARBONYLVERBINDUNGEN	9
10	REAKTIONEN	10
11	MERKSÄTZE.....	11

1 Aufbau der Materie

Atom: Teilchen, das durch chemische Reaktionen nicht mehr zerlegt werden kann
im neutralen Atom ist die Protonenzahl = der Elektronenzahl

Atomkern: aus Protonen + Neutronen aufgebauter pos. geladener Kern, bildet fast gesamte Atommasse
Proton: positiv geladenes Masseteilchen im Atomkern (Protonenanzahl = Kernladungszahl = Ordnungszahl)
Neutron: neutrales Masseteilchen im Atomkern
Elektron: negativ geladenes Masseteilchen (1/2000 Masse) in der Atomhülle
 Protonenanzahl = Kernladungszahl = Elektronenzahl = Ordnungszahl

Nuklide: Atomarten eines Elements, die sich im Bau ihres Kerns von anderen Atomarten unterscheiden

Isotope: Atomarten eines Elements, die bei gleicher Protonenanzahl verschiedene Neutronenanzahlen haben

Periodensystem:

	<u>innerhalb einer Periode:</u>	<u>innerhalb einer Gruppe:</u>
- Atomradius:	abnehmend	zunehmend
- Ionenradius:	abnehmend	zunehmend
- Elektronegativität:	zunehmend	abnehmend
- Metallcharakter:	abnehmend	zunehmend

Hauptquantenzahl: - **n** ; kennzeichnet den Abstand der Elektronen zum Kern (Schale: k,l,m,n ...)
mit steigendem Abstand zum Kern steigt die Energie der Elektronen

Nebenquantenzahl: - **l** ; beschreibt die Form der Ladungswolke (reicht von l=0 bis l=n-1)

Magnetquantenzahl: - **m**

Spinquantenzahl: - beschreibt die Drehrichtung eines Elektrons um die eigene Achse (+½ oder -½)

Pauli-Prinzip: - in einem Atom stimmen niemals 2 Elektronen in allen 4 Quantenzahlen überein

Atombindung: durch Ausbildung eines gemeinsamen Elektronenpaares erreichen beide Bindungspartner die Edelgaskonfiguration, die Atomorbitale überlappen zu einem gemeinsamen Molekülorbital, entsteht meist zwischen Elementen ähnlicher Elektronegativität

Polarisierte: Atombindung zwischen Elementen mit unterschiedlichen EN-Werten, das gemeinsame

Atombindung: Elektronenpaar wird mehr zum elektronegativeren Atom in verlagert

Ionenbindung: bildet sich zwischen Atomen mit stark unterschiedlicher Elektronegativität, die Bindung beruht auf elektrostatischer Anziehung zwischen positiv geladenen Kationen und negativ geladenen Anionen – es entstehen Ionengitter

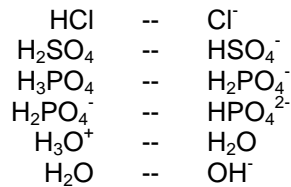
Wasserstoffbrückenbindung: Bindung durch schwache Wechselwirkungskräfte zwischen Molekülen, wobei H-Atome an Atome von Elementen hoher Elektronegativität (F , O , N) gebunden sind

Van-der-Waalssche Bindung: Zusammenhalt von Molekülen im Molekülkristall, der durch schwache Wechselwirkungskräfte bewirkt wird – es werden temporäre Dipole induziert

2 Säure-Base-Reaktionen

Säure-Base-Reaktionen: sind Protonenübertragungsreaktionen, wobei Säuren Protonen abgeben und Basen Protonen aufnehmen; die aus einer Säure entstandene Base nennt man korrespondierende Base und beide ein Säure-Base-Paar

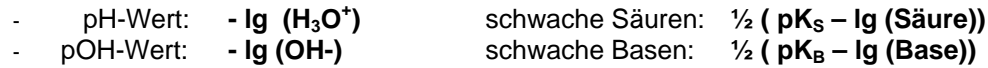
korrespondierende Säure-Base-Paare:



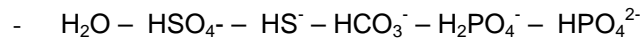
Ionenprodukt des H₂O:



Berechnung:



Ampholyte:



Neutralisation: Reaktion von Hydronium-Ionen mit Hydroxid-Ionen zu Wassermolekülen

Titration: ist der Vorgang der allmählichen Zugabe einer Base zu einer Säure oder umgekehrt, am Äquivalenzpunkt sind gleich viel Säure und Base verbraucht, aus dem Verbrauch der Titerlösung läßt sich der Gehalt der untersuchten Lösung an bestimmten Stoffen berechnen

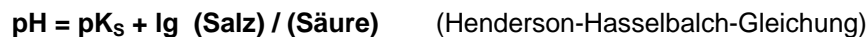
Pufferlösung: enthalten Stoffe, die es ermöglichen, daß sich bei Zugabe von Säuren oder Basen der pH-Wert der Lösung nur wenig verändert

Gemisch aus einer schwachen Säure und dem Alkalisalz dieser Säure

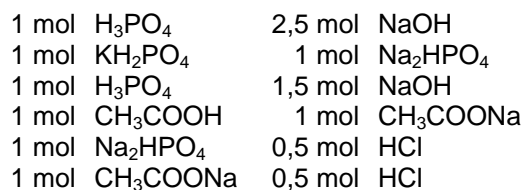
Gemisch aus einer schwachen Base und dem Salz dieser Base

Pufferkapazität: der pH-Wert einer Pufferlösung bleibt beim Verdünnen konstant, gleiche Volumina verschieden konzentrierter Pufferlösungen unterscheiden sich in ihrer Pufferkapazität

Puffergleichung:



Puffer:

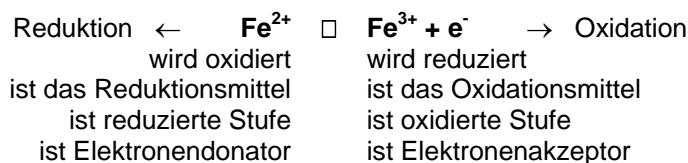


3 Redoxreaktionen

Redoxreaktion: Elektronenübertragungsreaktion

eine Substanz oxidieren heißt: der Substanz Elektronen entziehen

eine Substanz reduzieren heißt: der Substanz Elektronen zuführen



Oxidationszahlen:

- | | |
|---|---------------------------|
| 1. Elemente: 0 | 5. Wasserstoff: +I |
| 2. Summe aller Ox.zahlen = Ladung eines Systems | 6. Sauerstoff: -II |
| 3. Metalle: positive Ox.zahlen | 7. Halogene: -I |
| 4. Fluor: -I | |

Nernstsche Gleichung:

$$E = E_0 + \frac{0,06}{n} \cdot \lg \frac{(\text{Ox})}{(\text{Red})}$$

Spannungsreihe: Na – Mg – Zn – Fe – H₂O+H₂ – Cu – I⁻ - Fe²⁺ - Ag – Hg – H₂O – Cl⁻ - F⁻

- Diffusion:** eine Membran verhindert eine mechanische Durchmischung der beiden Lösungen, ist aber für den gelösten Stoff A durchlässig; die Moleküle werden freiwillig von der konzentrierteren in die weniger konzentrierte Lösung wandern
- Osmose:** die Membran ist nur noch für das Lösungsmittel permeabel
das Lösungsmittel wird solange in die konzentriertere Kammer diffundieren, bis beide Konzentrationen identisch sind und ein Gleichgewicht eingestellt ist
- Dialyse:** eine semipermeable Membran mit Porengrößen bis 10 nm läßt nur kleine Moleküle oder Ionen einschließlich des Lösungsmittels hindurchdiffundieren; damit lassen sich niedermolekulare von hochmolekularen Stoffen trennen
- Ionenaustauscher:** sind Feststoffe, die aus einer Lösung Ionen binden und eine äquivalente Menge anderer Ionen abgeben, Einstellung eines Gleichgewichtszustandes: $K = C_A \text{ (am Austauscher)} / C_A \text{ (in der Lösung)}$, nach der Ladung der ausgetauschten Ionen unterscheidet man Anionen- und Kationenaustauscher

5 Energetik und Kinetik

- Reaktionsenthalpie:** Reaktionswärme $\Delta H = H_{\text{Produkte}} - H_{\text{Edukte}}$
exotherme Reaktion: $\Delta H < 0$; Wärme wird frei
endotherme Reaktion: $\Delta H > 0$; Wärmezufuhr ist erforderlich
- Reaktionsentropie:** Maß für die Ordnung bzw. Unordnung eines Systems; **S** wächst mit zunehmender Unordnung, jedes System strebt nach größtmöglicher Entropie (Unordnung)
- Freie Reaktionsenthalpie:** gibt die maximale Arbeit an, die bei einer chemischen Reaktion gewonnen werden kann bzw. aufgewendet werden muß $\Delta G = \Delta H - T \cdot \Delta S$ (Gibbs-Helmholtz-Gleichung); ΔG ist ein Maß für die Triebkraft einer Reaktion
exergone Reaktion: $\Delta G < 0$; Reaktion läuft freiwillig ab und kann Arbeit leisten
endergone Reaktion: $\Delta G > 0$; Arbeit muß aufgewendet werden
- Katalysator:** er erniedrigt die freie Aktivierungsenergie und beschleunigt so die Reaktion
- Reaktionsgeschwindigkeit:** ist die Änderung der Konzentration eines Eduktes oder eines Produktes; da die Edukte während der Reaktion abnehmen, hat der Differentialquotient ein negatives Vorzeichen $v = -dc / dt$ $c = \text{Konz. eines Eduktes}$
- Reaktionsordnung:** die Abhängigkeit der Reaktionsgeschwindigkeit von der Konzentration der an der Reaktion beteiligten Stoffe wird durch die Reaktionsordnung bestimmt
die Reaktionsgeschwindigkeit errechnet sich aus $v = k \cdot [A]^a \cdot [B]^b \cdot [C]^c$
die Reaktionsordnung definiert sich als Summe der Exponenten

6 Organik

- σ -Bindung:** rotationssymmetrische Atombindung zwischen zwei Bindungspartnern
- π -Bindung:** entsteht durch Überlappen von jeweils zwei p-Orbitalen benachbarter C-Atome; freie Drehbarkeit ist nicht möglich
- Einfachbindung: $109,5^\circ$ Doppelbindung: 120° Dreifachbindung: 180°
- Konstitution:** gibt die Art und Reihenfolge der in einem Molekül vorhandenen Atome und Bindungen an; die Ausrichtung der Atome im Raum wird dabei nicht berücksichtigt
Konstitutionsisomere sind Verbindungen mit gleicher Summenformel, aber unterschiedlicher Strukturformeln
- Konfiguration:** beschreibt die räumliche Anordnung aller Atome innerhalb eines Moleküls ohne Berücksichtigung der verschiedenen Anordnungen, die durch Drehung der Atome um Einfachbindungen entstehen

Konformation: gibt die sterische Anordnung aller Atome wieder, einschließlich der Drehmöglichkeiten um Einfachbindungen, Konformationsisomere sind rotationsisomere Formen, bei denen jeweils die räumliche Anordnung der H-Atome an den beiden C-Atomen unterschiedlich ist; **gestaffelte** Konformation ist energieärmer und stabiler als die **ekliptische** Konformation, da die Substituenten der benachbarten C-Atome weiter voneinander entfernt sind und somit weniger wechselwirken

homolytischer Bindungsbruch: die unpolaren C-C und C-H-Einfachbindungen brechen so auseinander, daß bei jedem Bindungspartner ein e^- aus dem ehemals bindenden Elektronenpaar verbleibt; Radikale sind sehr reaktiv $A-B \rightarrow A\bullet + \bullet B$

heterolytischer Bindungsbruch: das bindende Elektronen-Paar verbleibt bei einem Bindungspartner und es entstehen Ionen $A-B \rightarrow A^+ + B^-$

primäres C-Atom: mit einem weiteren C-Atom verbunden
sekundäres C-Atom: zwei weitere C-Atome
tertiäres C-Atom: drei weitere C-Atome
quartäres C-Atom: vier weitere C-Atome

Reaktive Teilchen: haben die Eigenschaft, sehr leicht mit anderen Molekülen Reaktionen einzugehen (sehr reaktionsfreudig)

Radikale: ein ungepaartes Elektron hat die Tendenz sich mit einem zweiten Elektron zu einem Elektronenpaar zu verbinden; sie entstehen durch homolytischen Bindungsbruch

Elektrophile: sind Teilchen die einen Elektronenmangel besitzen oder eine positive Partialladung tragen; elektrophile Teilchen können elektronenreiche Verbindungen (Anionen, Nucleophile, Doppelbindungen bzw. π -Bindungen) angreifen

Nucleophile: Teilchen mit einem Elektronenüberschuß (Anionen, Halogenide), also mit freiem Elektronen-paar und Verbindungen mit Doppelbindungen und Aromate; Nucleophile können elektrophile Verbindungen bzw. Kationen angreifen

konjugierte π -Bindungen sind energieärmer als nichtkonjugierte, da die die π -Bindungen ausbildenden p-Orbitale bei konjugierten Systemen sich über die zwischen den Doppelbindungen liegenden σ -Bindungen hinweg überlappen und so eine delokalisierte Ladungswolke bilden

- konjugierte Doppelbindung: π -Bindungen wechseln sich jeweils mit einer σ -Bindung ab
- isolierte Doppelbindung: zw. einzelnen π -Bindungen liegen mehr als eine σ -Bindung
- kumulierte Doppelbindung: mehrere Doppelbindungen liegen hintereinander

cis-trans-Isomerie: durch die Rotations-Unfähigkeit gibt es, sobald die C-Atome der Doppelbindung verschiedene Substituenten tragen 2 Molekülformen: cis-Form und trans-Form
eine Umwandlung der cis-Form in die trans-Form gelingt nur unter Energiezufuhr

cis: Atome liegen auf derselben Seite der Ringebene
trans: Atome liegen auf entgegengesetzten Seiten, trans-Isomere sind wegen der geringeren abstoßenden Wechselwirkung der Substituenten energieärmer als cis-Isomere

Induktiver Effekt: die unterschiedlichen EN der Atome in einem Molekül führt zu Änderungen der Elektronendichte, was sich auf die Reaktivität des Moleküls auswirkt

-I-Effekt: die EN eines Atoms oder einer funktionellen Gruppe ist größer als die des C-Atoms, wodurch die Elektronendichte am benachbarten C-Atom sich verringert; Elektronen werden abgezogen \rightarrow Halogene, -OH, -NH₂, >C=O, Doppelbindung

+I-Effekt: die EN eines Atoms / Gruppe ist niedriger als die am benachbarten C-Atom, wodurch die Elektronendichte dort erhöht wird, Elektronendichte wird geschoben \rightarrow -CH₃, -C₂H₅

Mesomerer Effekt:

-M-Effekt: die Elektronenziehende Wirkung der Gruppen ist stärker als die des aromatischen Kerns, wodurch eine Zweitsubstitution erschwert wird, da die positive Ladung in ortho- und para-Stellung erhöht wird \rightarrow Substitution daher eher in meta-Stellung \rightarrow -NO₂, -CHO, -COOH

+M-Effekt: freies Elektronenpaar der Substituenten beteiligt sich an Mesomerie des Moleküls + dirigiert Substituent an den Ort größter Elektronendichte, also in ortho- oder para-Stellung -OH, -NH₂, -CH₃

7 Kohlenwasserstoffe

Alkane: gesättigte Kohlenwasserstoffe mit ausschließlich C-C und C-H-Einfachbindungen, sehr reaktionsträge **C_nH_{2n+2}**

- alle C-Atome sind sp³-hybridisiert und mit 4 anderen Atomen verbunden, die in die Ecken eines Tetraeders zeigen (109°)
- wegen ihrer unpolaren Atombindungen sind KW hydrophob und lipophil, in unpolaren org. Lösungsmitteln aber gut löslich
- Wechselwirkungen zwischen den KW-Molekülen bezeichnet man als van-der-Waals-Kräfte – mit wachsender Molekülgröße steigt die Oberfläche und somit die Siedetemperatur

Radikalische Substitution (Halogenierung): ein H-Atom im KW wird durch ein Cl-Atom ersetzt

1. im UV-Licht dissoziieren Cl-Moleküle (homolytische Spaltung) in Cl-Atome, die als Radikale sehr reaktiv sind **Cl₂ → 2 Cl•**
 2. ein Chlor-Radikal greift das KW-Molekül an, entreißt ihm ein H-Atom und bildet stabilen Chlorwasserstoff sowie ein Alkylradikal **R-H + Cl• → R• + HCl**
 3. das Alkylradikal reagiert mit einem Chlormolekül, ein Chloratom wird gebunden und das zweite als Chlorradikal freigesetzt **R• + Cl₂ → R-Cl + Cl•**
- ein einmal gebildetes Chlorradikal kann die Bildung vieler Alkylchlorid-Moleküle bewirken
 - mögliche Kettenabbrüche: **R• + •Cl → R-Cl**
R• + •R → R-R
Cl• + •Cl → Cl₂

Oxidation: Verbrennung mit einem Überschuß an Sauerstoff zu CO₂ unter Freisetzung von Energie

$$- 2 C_n H_{2n+2} + (3n+1) O_2 \rightarrow 2n CO_2 + (2n+2) H_2O + \text{Energie}$$

Cycloalkane: cyclische Alkane **C_nH_{2n}**

- am Kettenende wird ein H-Atom entfernt und Enden schließen über eine neue C-C-Bindung einen Ring
- es können verschiedene Konformationen auftreten, die energieärmere Sesselform und die energiereichere Wannenform
- beim Cyclohexan-Ring kann eine Sesselform in eine andere Sesselform umklappen

Cis-trans-Isomerie: Cyclohexan kann in einer Sessel- oder einer Wannenform vorliegen; die Sesselform ist energieärmer

- die Bindungen vom C-Atom zu H-Atomen oder anderen Substituenten lassen sich in equatoriale und axiale Bindungen einteilen; bei einer Substituierung lagern sich die Gruppen bevorzugt in der equatorialen Stellung an, da hier die geringste sterische Hinderung durch andere Substituenten bzw. H-Atome besteht
- beim 1,2-substituierten Cyclohexan gibt es ein trans-Isomer (a,a- und e,e-Form) und ein cis-Isomer (e,a- und a,e-Form)

Alkene: ungesättigte KW mit C=C-Doppelbindungen, reaktiver als die Alkane, **C_nH_{2n}**

- die C=C-Doppelbindung besteht aus einer σ-Bindung und einer π-Bindung, die durch Überlappen der beiden einfach besetzten p-Orbitale der beteiligten C-Atome entsteht
- die sp²-hybridisierten C-Atome sind gegeneinander nicht frei drehbar, deshalb gibt es cis-trans-Isomere mit unterschiedlichen Eigenschaften

Additionsreaktion: für die Reaktivität der Alkene ist die π-Bindung der C=C-Doppelbindung verantwortlich

- dabei lagert sich ein symmetrisches (X-X) oder unsymmetrisches Reagens (X-Y) unter Aufhebung der π-Bindung an die C-Atome der Doppelbindung und überführt die ungesättigte in die gesättigte Verbindung.
- durch die Form der π-Orbitale und die vergleichsweise schwächere Überlappung, können sich die Orbitale mit dem bindenden Elektronen-Paar bei Annäherung eines elektrophilen Reaktionspartners diesem zuwenden und eine lockere Bindung ausbilden (π-Komplex) → das ursprüngliche π-Orbital des Alkens ist zum Reagens hin deformiert

- **Addition von HCl:** ein π -Komplex zwischen dem Alken und dem Proton ordnet sich so um, daß das Proton kovalent an eines der C-Atome gebunden wird und das andere C-Atom die Elektronenlücke und die positive Ladung trägt (Carbenium-Ion) \rightarrow das protonierte Alken ist nun ein Elektrophil und lagert sich an Elektronen-Paar des Chlorid-Ions bzw. das nucleophile Chlorid greift mit seinem freien Elektronen-Paar das positiv geladene C-Atom an
- **Addition von H₂O** (Hydratisierung): nach Zugabe von Säure als Katalysator protoniert diese einige der Alken-Moleküle \rightarrow das gebildete Carbenium-Ion wird vom Nucleophil Wasser angegriffen und bildet protonierten Alkohol, der im letzten Schritt sein Proton verliert
- **Addition von Brom:** unter der Einwirkung der π -Elektronen des Alkens wird das Brom-Molekül polarisiert (π -Komplex) und heterolytisch gespalten \rightarrow Br⁺ bildet mit den C-Atomen einen Dreiring (Bromonium-Ion) \rightarrow Br⁻ greift diesen Dreiring von der Rückseite her an einem der C-Atome nucleophil an und verdrängt das Br⁺ mit seinem Elektronen-Paar von diesem C-Atom es ist eine trans-Addition, da die beiden Brom-Substituenten von entgegengesetzten Seiten an die C-Atome herankommen
- **Addition von H₂** (Hydrierung): beide H-Atome treten von einer Seite an die C-Atome der Doppelbindung, es findet eine cis-Addition statt

Eliminierung: aus ungesättigten Verbindungen erhält man unter Abspaltung von Substituenten Alkene

- bei der Dehydrierung wird aus einem Alkan ein Alken (H₂ wird abgespalten)
- bei der Dehydratisierung wird aus einem Alkohol ein Alken (H₂O wird abgespalten)

Aromate: im Benzol sind alle 6 C-Atome sp²-hybridisiert und liegen in einer Ebene

- die 6 einfach besetzten p-Orbitale dieser C-Atome stehen senkrecht dazu, überlappen und bilden π -Molekülorbitale; dies führt zu einer gleichmäßigen Elektronenverteilung oberhalb und unterhalb des Sechsrings, die π -Elektronen sind delokalisiert und fördern ein energiearmes Molekül (Mesomerie), Hückel-Regel: $(4n+2)$ π -Elektronen \rightarrow Aromat
- durch die Delokalisierung gibt es im Benzol keine Doppel- oder Einzelbindungen, alle Bindungen sind gleichlang

Elektrophile Substitution: ein H-Atom wird durch ein anderes Atom oder einen Rest ersetzt, aromatischer Charakter des Rings bleibt erhalten \rightarrow Bromierung, Nitrierung, Sulfonierung, Alkylierung

- **Bromierung:** in Gegenwart des Katalysators FeBr₃ wird das Br₂ heterolytisch gespalten
- **Br-Br + FeBr₃ \rightarrow Br⁺ + FeBr₄⁻**
- das entstandene Elektrophil Br⁺ greift das π -System des Benzols an und bildet eine σ -Bindung mit einem Ring-C-Atom ein Proton vom nun tetraedischen C-Atom wird abgespalten und der stabile Benzolring zurückgebildet

8 Verbindungen mit einfachen funktionellen Gruppen

funktionelle Gruppen: spezielle Gruppen, die Charakter einer organischen Verbindung bestimmen (OH-)

Alkohole: in einem aliphatischen Kohlenwasserstoff ist ein H-Atom durch eine OH-Gruppe ersetzt; nach der Zahl der C-Atome, die mit dem OH-tragenden C-Atom verbunden sind unterscheidet man primäre, sekundäre und tertiäre Alkohole

- niedere Alkohole sind Flüssigkeiten und haben höhere Siedepunkte als vergleichbare Kohlenwasserstoffe, da sie untereinander Wasserstoffbrückenbindungen ausbilden
- bei kurzen Alkoholen bestimmt die hydrophile OH-Gruppe die gute Mischbarkeit in Wasser, bei längeren Alkoholen dominiert der lipophile Kohlenwasserstoffrest und somit die schlechte Wasserlöslichkeit

Oxidation von Alkoholen: primäre und sekundäre Alkohole lassen sich zu Aldehyden bzw. Ketonen oxidieren, die ursprüngliche funktionelle Gruppe wird dabei verändert, es entstehen Verbindungen mit anderen Eigenschaften

- eine Oxidation von Alkoholen gelingt nur, wenn das C-Atom, das die OH-Gruppe trägt, noch mindestens ein H-Atom trägt (keine Oxidation von tertiären Alkoholen)

- Phenole:**
- in einem aromatischen Kohlenwasserstoff ist ein H-Atom durch eine OH-Gruppe ersetzt
 - sie haben eine erhöhte Acidität, da das Phenolatanion ($C_6H_5O^-$) die negative Ladung über das π -Elektronensystem des Benzolrings delokalisieren kann
 - wegen hydrophilen OH-Gruppe ist die Löslichkeit in Wasser besser als bei nichtsubstituierten Aromaten
 - Chinone enthalten zwei doppelt gebundene O-Atome in Konjugation zu zwei Doppelbindungen im desaromatisierten 6-Ring

Elektrophile Substitution des Phenols:

- ein freies Elektronenpaar des Sauerstoffatoms verschiebt sich in den Phenylrest, wodurch dieser in ortho- bzw. para-Stellung eine negative Ladung erhält, während das o-Atom eine positive Ladung trägt
- die Mesomerie wird gestört und somit ein elektrophiler Angriff erleichtert
- die Substituenten z.B. Brom lagern sich in ortho- bzw. para-Stellung an

- Ether:**
- durch Substitution der H-Atome des Wassers mit organischen Resten kommt man über die Alkohole zu Ether
 - in Gegenwart starker Säuren lagert sich ein Proton an das negativ polarisierte O-Atom an; das gebildete Oxonium-Ion ist eine starke Säure, Ether selbst ist eine schwache Base
 - läßt man zwei verschiedene Alkohole reagieren sind insgesamt 3 verschiedene Ether (2 unsymmetrische, 1 symmetrischer) zu erwarten

Mercaptane (Thioalkohole):

- ersetzt man im Schwefelwasserstoff H_2S die H-Atome durch organische Reste, gelangt man zu den Mercaptanen
- die S-H-Bindung ist schwächer als eine O-H-Bindung und nur schwach polarisiert, Thioalkohole bilden nur schwache Wasserstoffbrückenbindungen untereinander und sieden deshalb niedriger als vergleichbare Alkohole

- Amine:**
- ersetzt man im Ammoniak NH_3 die H-Atome durch organische Reste, gelangt man zu den primären, sekundären und tertiären Aminen
 - Basizität: Amine sind wie das Ammoniak Basen und lagern ein Proton an das freie Elektronen-Paar an
 - Salzbildung: neutralisiert man ein Amin, z.B. Methylamin mit Salzsäure und verdampft das Wasser, dann enthält der Rückstand das Salz Methylammoniumchlorid

- Nucleophile Substitution:** ein Reagens, das ein Atom mit einem freien Elektronen-Paar enthält (Nucleophil) kann an ein sp^3 -C-Atom eines Substrates herantreten und dort Substituenten verdrängen:
- $$R_3N + CH_3-H \rightarrow R_3N^+-CH_3 + I^-$$

9 Carbonylverbindungen

- Carbonylgruppe:** C-Atom und O-Atom sind sp^2 -hybridisiert und durch eine Doppelbindung miteinander verbunden (120°)
- das C-Atom trägt zwei weitere Atome, das O-Atom 2 freie Elektronenpaare
 - durch die starke Elektronegativität des O-Atoms kommt es zu einer Polarisierung im Molekül und einer positiven Partialladung am C-Atom und einer negativen Partialladung am O-Atom \rightarrow C-Atom: elektrophil O-Atom: nucleophil

- Aldehyde:**
- die Carbonylgruppe ist am Ende der Kohlenstoffkette angesiedelt, wobei das C-Atom noch mit einem weiteren C-Atom und einem H-Atom verbunden ist
 - entstehen bei milder Oxidation von primären Alkoholen und können weiter zu Carbonsäuren reagieren

- Ketone:**
- die Carbonylgruppe befindet sich innerhalb der Kohlenstoffkette, sodass das C-Atom mit 2 weiteren C-Atomen verbunden ist
 - entstehen bei der milden Oxidation von sekundären Alkoholen

Keto-Enol-Tautomerie:

- Polarisierung der Carbonylgruppe bewirkt am benachbarten α -C-Atom eine erhöhte Acidität der H-Atome
- in Gegenwart starker Basen wird ein Proton abgegeben und es bildet sich ein Anion, das mesomerie-stabilisiert ist
- das freigewordene Elektronenpaar und die damit verbundene negative Ladung sind zwischen dem α -C-Atom (Carbanion) und dem Carbonyl-O-Atom (Enolat-Ion) verteilt
- das entstandene Anion hat 2 Möglichkeiten, wieder ein Proton aufzunehmen: an das ursprüngliche α -C-Atom zur Ketoform oder am Enolat-O-Atom zur Enolform
- Ketoform und Enolform stehen miteinander im Gleichgewicht, es sind Konstitutionsisomere oder Tautomere

Nucleophile Addition: das Carbonyl-O-Atom nimmt zunächst das elektrophile Proton auf, wodurch sich die positive Partialladung am Carbonyl-C-Atom verstärkt; der nachfolgende Angriff des Nucleophils ist dadurch erleichtert

- **Addition von Wasser und Alkoholen:** Wasser addiert sich an die C=O-Doppelbindung zum Hydrat; bei der Addition von Alkoholen entstehen aus Aldehyden Halbacetale und aus Ketonen Halbketale
- **Addition primärer Amine:**

Carbonsäuren: oxidiert man die Aldehydgruppe (-CHO), so erhält man eine Carboxylgruppe (-COOH); Aldehyde \rightarrow Carbonsäuren; Formal entsteht die Carboxylgruppe durch Dehydrierung des Aldehydhydrats

- die COOH-Gruppe enthält ein sp^2 -hybridisiertes C-Atom, ist eben gebaut und stark polarisiert; beide O-Atome haben zwei freie Elektronen-Paare und tragen negative Partialladungen
- nach der Zahl der im Molekül enthaltenden COOH-Gruppen unterscheidet man Monocarbonsäuren, Dicarbonsäuren, Tricarbonsäuren usw. Bsp: Mono: Ameisensäure, Essigsäure, Buttersäure, Stearinsäure, Benzoesäure - Di: Oxalsäure, Malonsäure, Bernsteinsäure, Phthalsäure
- niedere Monocarbonsäuren sind Flüssigkeiten und gut in Wasser löslich (COOH-Gruppe ist hydrophil); die Löslichkeit sinkt mit wachsender C-Länge; die Siedepunkte sind hoch, da Carbonsäuren untereinander Wasserstoffbrückenbindungen ausbilden

Salzbildung: Carbonsäuren reagieren mit Basen zu Salz und Wasser

- Enantiomere:**
- ist ein C-Atom mit 4 verschiedenen Substituenten besetzt, so existieren zwei verschiedene Isomere, die sich wie Bild und Spiegelbild zueinander verhalten
 - das C-Atom, das die 4 verschiedenen Substituenten trägt heißt asymmetrisches C-Atom oder Chiralitätszentrum
 - Enantiomere unterscheiden sich nicht in ihren chemischen und physikalischen Eigenschaften, nur gegenüber pol. Licht

10 Reaktionen

Flammenfärbung	Lithiumchlorid	LiCl	rot	
	Natriumchlorid	NaCl	gelb	
	Kaliumchlorid	KCl	violett	
	Calciumchlorid	CaCl ₂	gelbrot	
	Bariumchlorid	BaCl ₂	grün	
Niederschläge:	Silberchlorid	Ag ⁺	Chlorid	weißer NS
	Calciumsulfat	Ca ²⁺	SO ₄ ²⁻	weißer NS
	Bariumsulfat	Ba ²⁺	SO ₄ ²⁻	weißer NS
		Ca ²⁺	C ₂ O ₄ ²⁻	weißer NS
		Aldehyd	Fehling	rotbrauner NS
		red. Zucker	Fehling	rotbrauner NS

www.med-school.de

Die komplette 15-seitige
Druckversion dieses Skriptes
finden sie im Passwort-
geschützten Bereich.