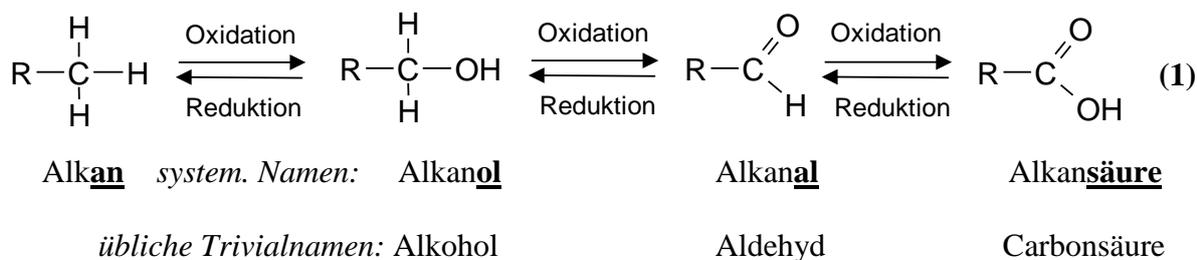
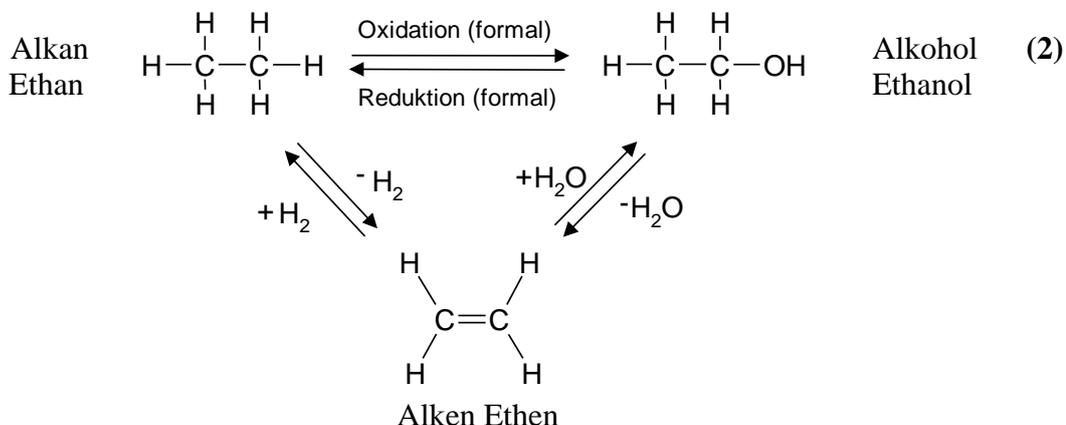


1. Grundlagen

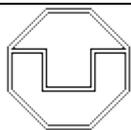
Sauerstoffverbindungen können sich durch Redoxreaktionen bilden und sich durch Redoxreaktionen ineinander umwandeln. Die formale Oxidationsreihe in der Gleichung (1) gibt Auskunft über den Zusammenhang von Konstitution und Oxidationszahl des C-Atoms mit der sauerstofffunktionellen Gruppe.



Aufgaben: Ermitteln Sie die Oxidationszahl für dieses C-Atom im Alkan, Alkohol, Aldehyd und in der Carbonsäure {Gleichung (1)}! Wiederholen Sie dazu alle Grundlagen zur Redoxreaktion mit Hilfe von Lehrbüchern! Definieren Sie Oxidation und Reduktion! Was ist die Oxidationszahl und wozu wird sie gebraucht? Erläutern Sie die Regeln zur Ermittlung von Oxidationszahlen! Erläutern Sie den Begriff Oxidationszahl! Bestimmen Sie die Oxidationszahl des Kohlenstoffs in folgenden Verbindungen: CH₄, C₂H₆, C₂H₄, C₂H₂, CH₃OH, (CH₂OH)₂, CH₂O, (HCO)₂, CO, HCOOH, (COOH)₂, CO₂! Benennen Sie diese Verbindungen!

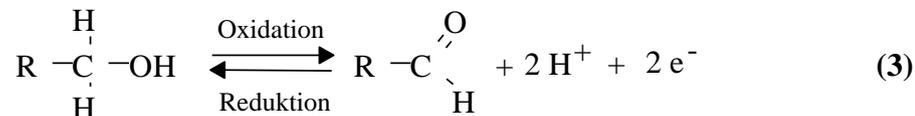


Die Umwandlung sauerstofffunktioneller Alkanderivate (R = Alkyl) ineinander durch Redoxschritte nach Gleichung (1) gilt auch für die entsprechenden Sauerstoffverbindungen mit R = Aryl, wobei die Oxidation von Methylaromaten zu aromatischen Carbonsäuren oft synthetisch genutzt wird.

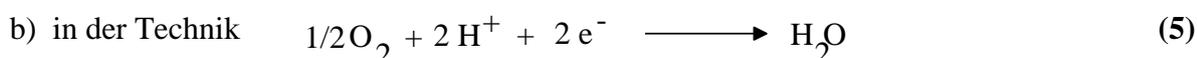
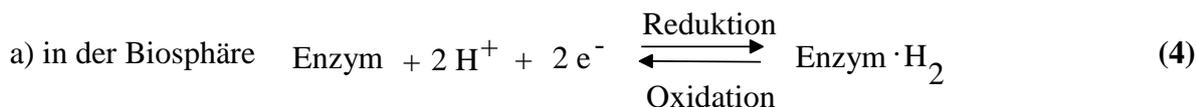


Allgemein lässt sich jeder Reaktionsschritt als Redoxgleichung, die zwei Redoxpaare enthält, formulieren:

1. Redoxpaar:



2. Redoxpaar:



Aufgaben: Die Gesamtgleichung aus (3) + (5) ist für die Oxidation von Ethanol und von Propan-2-ol zu formulieren! Benennen Sie die Oxidationsprodukte!

Während im Biogeschehen in allen Stufen Enzyme als 2. Redoxpaar $2\text{H}^+ + 2\text{e}^-$ übernehmen und auch wieder übertragen können, ist in der Technik diese Art von Redox-Reversibilität nicht gegeben. Oxidation und Reduktion verlaufen meist unter ganz verschiedenen Bedingungen (Temperaturen). Dabei werden oft Edelmetalle zur Entfernung von $2\text{H}^+ + 2\text{e}^-$ als H_2 (Dehydrierung, $\Delta G \gg 0$) oder zur Übertragung von Wasserstoff (Hydrierung, $\Delta G < 0$) verwendet.

Aufgaben: Nennen Sie mindestens 3 technisch wichtige Stoffe (Name, Konstitutionsformel), die durch Oxidation von Aromaten bzw. Alkyларomaten gewonnen werden! Nennen Sie die dazu als Ausgangsstoff benötigten Aromaten (Name, Konstitutionsformel)! Geben Sie für zwei dieser Oxidationsprodukte die Verwendung an!

Den Reaktionsverlauf Alkohol \longrightarrow Aldehyd \longrightarrow Carbonsäure nach Gleichung (1) bezeichnet man oft als milde Oxidation, weil sie unter Erhalt des Kohlenstoffgerüsts der Verbindung und nur unter Änderung der Oxidationszahl des C-Atoms mit der sauerstofffunktionellen Gruppe abläuft und unter milden Bedingungen durchführbar ist. Diese milden Oxidationen haben auch große biochemische Bedeutung (u.a. Alkoholabbau, katalysiert durch Alkoholdehydrogenasen).

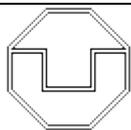
Die milde Oxidation sauerstofffunktioneller Alkanderivate ist nur dann möglich, wenn an das C-Atom der Sauerstofffunktion mindestens noch ein H-Atom direkt gebunden ist:

Primärer Alkohol \longrightarrow Aldehyd \longrightarrow Carbonsäure

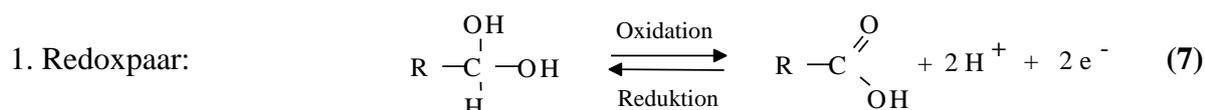
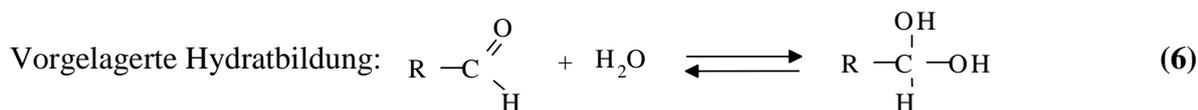
Sekundärer Alkohol \longrightarrow Keton $\not\longrightarrow$

Tertiärer Alkohol $\not\longrightarrow$

Aufgaben: Diskutieren Sie unter diesem Gesichtspunkt Ihre Beobachtungen im Versuch 4-6, beachten Sie besonders das unterschiedliche Verhalten von Ameisen- und Essigsäure! Welche der beiden Säuren wirkt unter milden Bedingungen reduzierend?



Beispiele für die leichte Oxidation von Aldehyden unter milden Bedingungen sind deren Nachweise mit FEHLINGscher Lösung (Versuch 4-3, Oxidation von D-Glucose, etc.) und mit ammoniakalischer Silbernitratlösung (TOLLENS-Reagenz, Versuch 4-4), die zur Unterscheidung der Aldehyde von den Ketonen genutzt werden können.

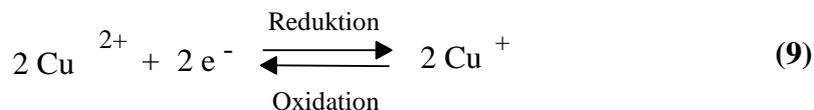


Aus Gleichung (7) ist die pH-Abhängigkeit des Redox-Gleichgewichts erkennbar und somit plausibel, dass bei diesen Aldehydnachweisen basisch gearbeitet werden muss, um durch Wegfangen der Protonen (8) das Gleichgewicht vollständig nach der Produktseite zu verschieben.

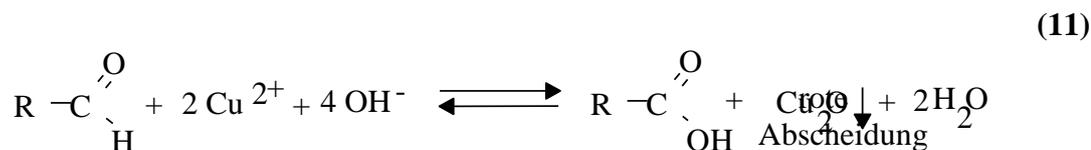


a) FEHLINGsche Lösung

2. Redoxpaar:

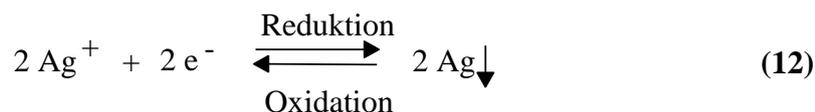


(6) + (7) + (8) + (9) + (10) = Gesamtgleichung (11) des Aldehydnachweises mit FEHLINGscher Lösung:

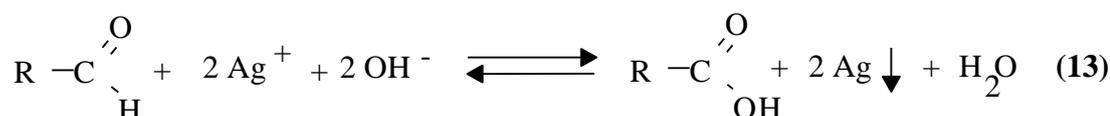


b) TOLLENS-Reagenz

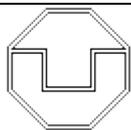
2. Redoxpaar:



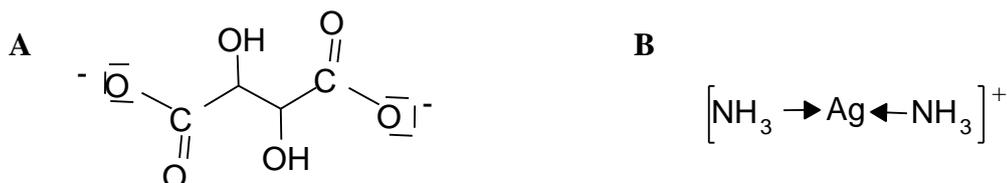
(6) + (7) + (12) = Gesamtgleichung (13) des Aldehydnachweises mit TOLLENS-Reagenz:



Silberspiegel



Im für beide Nachweisreaktionen notwendigen basischen Milieu würden die Kupfer- und Silberkationen als schwerlösliche Hydroxide bzw. Oxide ausfallen, wenn sie nicht durch die Bildung stabiler Metallkomplexe davor geschützt würden. Das Kupfer(II)kation bildet mit dem Tartratanion **A** (Anion der Weinsäure) in Gegenwart von Natronlauge einen Anionen-chelatkomplex mit komplizierter Struktur, dessen Bildung an der tiefblauen Farbe beim Mischen der FEHLING I- mit der FEHLING II-Lösung zu erkennen ist. Das Silber(I)kation ist in der ammoniakalischen Silbersalzlösung als farbloser Diamminsilber(I)-Kationenkomplex **B** geschützt.

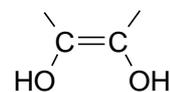


Aufgaben: Welches Oxidationsmittel wird in der Biosphäre häufig genutzt? Welche Oxidationsmittel werden in der Laborchemie häufig zur milden Oxidation genutzt? Nennen Sie dafür 3 Beispiele! Wann ist die milde Oxidation sauerstofffunktioneller Alkanderivate möglich? Nennen Sie je ein konkretes sauerstofffunktionelles Alkanderivate aus den Substanzklassen Alkohole, Carbonylverbindungen und Carbonsäuren (Name und Konstitutionsformel), das mild oxidierbar ist!

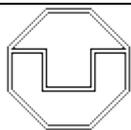
Sonderfälle von milden Oxidationen in der Organischen Chemie

I. O₂ kann als molekulares Biradikal eine sehr reaktive C-H-Bindung auch in Abwesenheit eines Katalysators (Autoxidation von Benzaldehyd = Radikalreaktion, siehe Versuch 4-1) oxidieren.

II. π-Bindungen und konjugierte π-Systeme geben ihre Elektronen sehr leicht ab, wenn sich an ihnen zwei +M-Elektronendonatorsubstituenten wie OH- und NH₂-Gruppen in mesomeriefähiger Position befinden. Dabei werden die Elektronen direkt auf das Oxidationsmittel übertragen und die H⁺-Ionen entlassen, so dass ein H-Atom am C-Atom der OH-Gruppe, wie bei Alkoholen, nicht für die milde Oxidation notwendig ist. Das ist u. a. bei Brenzkatechin und Hydrochinon sowie beim p-Aminophenol und seinen Derivaten (vgl. Versuch 5) und allen Verbindungen mit der Endiol-Struktur (Ascorbinsäure, vgl. Versuch 4-5) gegeben. Solche Gruppierungen werden wegen ihrer Eigenschaften auch **Redukton**-Gruppen genannt.



Aufgaben: Erläutern Sie unter diesem Gesichtspunkt die starke Reduktionswirkung der Ketose D-Fructose (Versuch 2-2)! Wodurch bildet sich bei der D-Fructose eine Redukton-Gruppe? Warum reduzieren dagegen einfache Ketone (vgl. auch Aceton im Versuch 2-6) unter gleichen Bedingungen nicht die FEHLINGsche Lösung? Definieren Sie die Begriffe „Milde Oxidation“ und „Verbrennung“ (= drastische Oxidation)! Wann ist die milde Oxidation sauerstofffunktioneller organischer Verbindungen möglich, **ohne** dass das C-Atom der Sauerstofffunktion ein H-Atom trägt? Nennen Sie ein zweiwertiges Phenol, das mild oxidierbar ist und das entstehende Oxidationsprodukt! Schreiben Sie die entsprechenden Konstitutionsformeln! Nennen Sie ein zweiwertiges Phenol, das mild **nicht** oxidierbar ist! Schreiben Sie die entsprechende Konstitutionsformel und begründen Sie, warum es nicht oxidiert wird!



2. Versuchsaufgaben

Arbeitsorganisation

Die Experimente sind aus Gründen der Zeitersparnis in der Reihenfolge 4-1 (ansetzen, stehen lassen, bis alle anderen Arbeiten gemacht worden sind), 4-2, 4-3, etc. durchzuführen!

Das als Wasserbad dienende Becherglas wird mit warmem Wasser gefüllt und auf einer geregelten Heizplatte (Einstellung nicht verändern!) auf ca. 70 °C gehalten. Es wird evtl. von allen Gruppen gemeinsam benutzt.

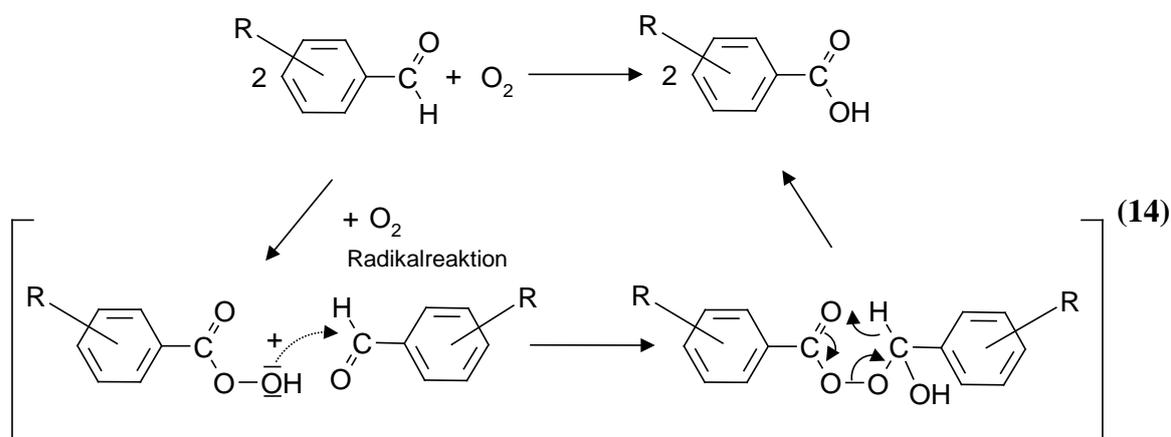
Achtung: Beim Erhitzen der Reagenzgläser im Wasserbad sind diese so einzustellen, dass ihre Öffnung vom Experimentator weggerichtet ist!

Versuch 4-1: Autoxidation von aromatischen Aldehyden zu aromatischen Carbonsäuren

Arbeitsvorschrift:

Die Eigenschaften (Aggregatzustand, Farbe, charakteristischer Geruch, etc.) des vom Assistenten auf einem Uhrglas ausgegebenen, für Sie noch unbekanntem aromatischen Aldehyds sind zu notieren. Man streicht mittels Glasstab den Tropfen aus und lässt die Probe mindestens 2 Stunden offen an der Luft (möglichst in der Nähe einer Heizung und im Sonnenlicht) stehen. Die Eigenschaften der gebildeten aromatischen Carbonsäure sind am trockenen Produkt zu bestimmen und im Vergleich zum Edukt zu protokollieren. Ermitteln Sie unterm Schmelzpunktmikroskop die Kristallform und das Schmelzintervall der gebildeten Säure und identifizieren Sie diese mit Hilfe der Literaturwerte in der Tabelle 4.1 und somit auch den ausgegebenen, unbekanntem Aldehyd.

Aufgaben: Wo kommen Benzaldehyd (R = H) und Anisaldehyd (R = 4-CH₃O) in der Natur vor und wozu werden sie verwendet? Wie, glauben Sie, wird mit der Nahrung aufgenommener Benzaldehyd im menschlichen Organismus abgebaut (metabolisiert)? Wozu wird Benzoesäure verwendet bzw. wodurch mit der Nahrung aufgenommen? Berechnen Sie die theoretische Ausbeute an Benzoesäure und das dazu benötigte Volumen an Sauerstoff unter Normalbedingungen, wenn man 106 mg Benzaldehyd oxidiert hätte!



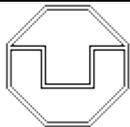


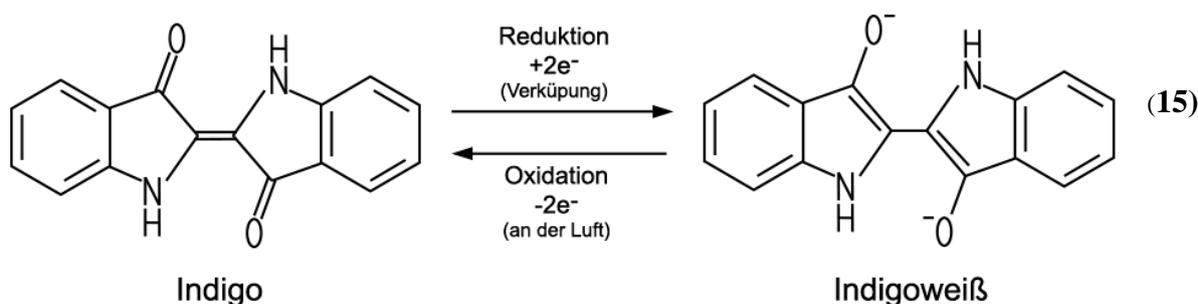
Tabelle 4.1

R	Aldehyd	Säure	Schmelzintervall der Säure in °C
H	Benzaldehyd	Benzoessäure	121 - 123
2-Cl	o-Chlorbenzaldehyd	o-Chlorbenzoessäure	139 - 142
3-Cl	m-Chlorbenzaldehyd	m-Chlorbenzoessäure	153 - 156
3-CH ₃	m-Methylbenzaldehyd (m-Toluylaldehyd)	m-Methylbenzoessäure (m-Toluylsäure)	108 - 111
4-CH ₃	p-Methylbenzaldehyd (p-Toluylaldehyd)	p-Methylbenzoessäure (p-Toluylsäure)	180 - 183
4-CH ₃ O	p-Methoxybenzaldehyd (Anisaldehyd)	p-Methoxybenzoessäure (Anissäure)	182 - 185 ¹⁾

¹⁾ Nach 3 Stunden nie vollständig oxidiert, wird daher nicht erreicht; Kristalle mit Filterpapier trocken pressen, Identifizierung vorwiegend durch den charakteristischen Geruch!

Versuch 4-2: Färben mit Indigo

Zum Färben von Textilien muss Indigo in das wasserlösliche Leukoindigo (Indigoweiß) überführt werden. Durch Natriumdithionat wird das Indigo im basischen Mileu reduziert. Das Leukoindigo bindet über van-der-Waals-Kräfte an die Fasern. Nach Waschen und Trocknen an der Luft färbt sich der Stoff blau, da das Leukoindigo durch den Luftsauerstoff wieder zum wasserunlöslichen Indigo oxidiert.



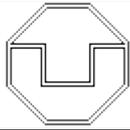
Arbeitsvorschrift:

a) Färben mit Indigo

In einem Becherglas werden 0,2 g Indigo in 200 mL Wasser suspendiert. Ein Baumwollstreifen wird in die Suspension gelegt und diese so lange erhitzt bis sie anfängt zu sieden. Die Temperatur wird für 5 Minuten gehalten. Anschließend wird der Baumwollstreifen aus der Lösung herausgenommen, unter kaltem Wasser gründlich gewaschen und zum Trocknen aufgehängt.

b) Färben mit Leukoindigo

In einem zweiten Becherglas werden 0,2 g Indigo mit 15 mL Natronlauge und 1 g Natriumdithionit vermischt. Anschließend wird das Becherglas mit 200 mL Wasser



aufgefüllt. Ein Baumwollstreifen wird in die Suspension gelegt und diese so lange erhitzt, bis sie zu sieden beginnt. Die Temperatur wird für mindestens 5 Minuten gehalten. Dabei sollte eine Farbveränderung der Lösung auftreten. Der Baumwollstreifen wird schließlich entnommen und unter kaltem Wasser gründlich gewaschen und zum Trocknen aufgehängt.

Entsorgung der Reaktionslösungen: Sammelbehälter für Farblösungen.

Versuch 4-3: Redox-Eigenschaften von Mono- und Disacchariden (Aldehydnachweis mit FEHLINGscher Lösung)

D-Glucose besitzt in ihrer Kettenform eine freie Aldehydfunktion und ist leicht zu oxidieren, d. h., D-Glucose ist ein reduzierender Zucker (FEHLING-Nachweis positiv). Im Experiment soll das Redoxverhalten von D-Glucose mit D-Fructose, Rohrzucker (Saccharose) und Milchzucker (Lactose) verglichen werden.

Arbeitsvorschrift:

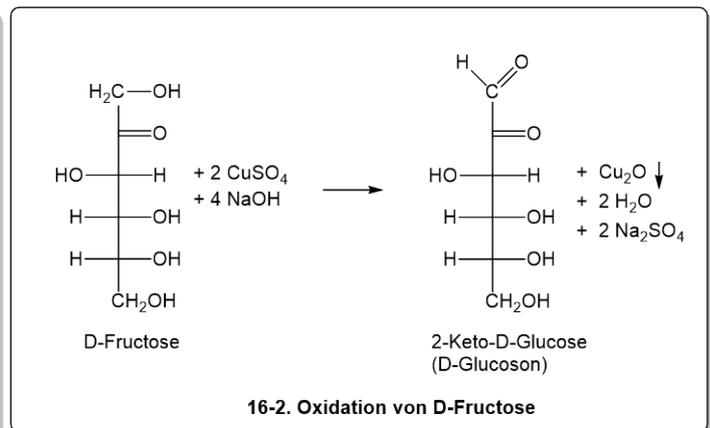
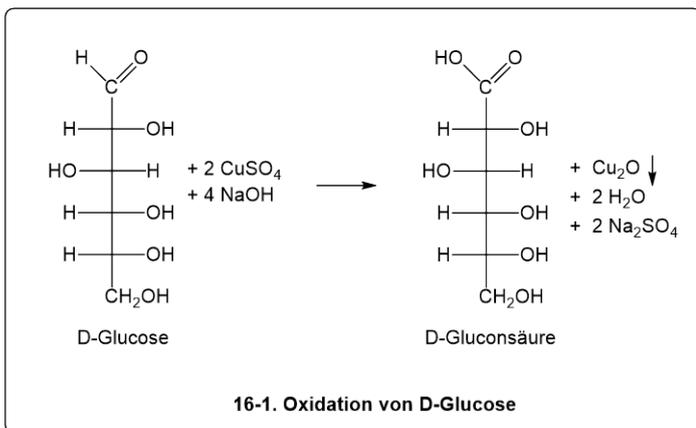
In vier Reagenzgläsern werden jeweils 2,5 ml FEHLING I und FEHLING II vereinigt. Man gibt jeweils eine große Spatelspitze Saccharid zu (D-Glucose in das erste Reagenzglas, D-Fructose ins zweite, Saccharose ins dritte und Lactose ins vierte) und erwärmt. Bei positivem Nachweis bildet sich ein Niederschlag von rotem Kupfer(I)oxid nach Gleichung (16). (Manchmal geht die Reduktion weiter und es kommt zur Bildung eines Kupferspiegels).

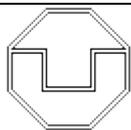
FEHLING I : 3,5 g CuSO_4 in 50 ml dest. Wasser gelöst;

FEHLING II : 7 g NaOH + 17 g Natriumtartrat in 50 ml dest. Wasser;

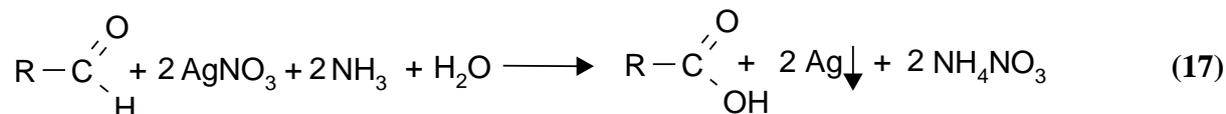
Entsorgung der Reaktionslösungen: Sammelbehälter für chemisch kontaminiertes Abwasser.

Aufgaben: Die Teilschritte für Redoxpaar 1 (D-Glucose und D-Fructose) und Redoxpaar 2 sind zu formulieren! Erklären Sie, warum aus der Ketose D-Fructose **D-Glucoson** entsteht! Wann wirkt ein Disaccharid **nicht** reduzierend? Erklären Sie anhand der bisherigen Versuchsergebnisse, ob die primäre Alkoholfunktion $-\text{CH}_2\text{OH}$ oder die Aldehydfunktion $-\text{CHO}$ leichter oxidiert wird!

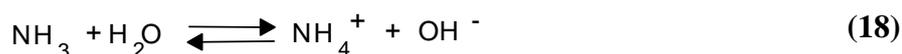




Versuch 4-4: Aldehydnachweis mit TOLLENS-Reagenz durch Silberspiegelbildung



Um den erforderlichen $\text{pH} > 7$ zu erreichen, wird Ammoniaklösung zugesetzt, die zugleich die Liganden zur Bildung des Diamminsilber(I)-Kationenkomplex **B** liefert:



Arbeitsvorschrift:

3 ml einer 2%igen Silbernitratlösung versetzt man im Reagenzglas mit so viel wässriger Ammoniaklösung, dass sich das zunächst abgeschiedene Silberhydroxid gerade auflöst. (Wird gleich reichlich bzw. sehr konzentrierte Ammoniaklösung zugefügt, ist die Silberhydroxidabscheidung meist nicht zu beobachten.) Man gibt 10 Tropfen einer 25%igen Formalinlösung (gasförmiger Formaldehyd gelöst in Wasser u. Methanol) zu und erwärmt das Reagenzglas im Wasserbad. Dabei scheidet sich an der Wand des Reagenzglases ein Silberspiegel ab. (Diese Reaktion mit D-Glucose wird bei der Herstellung von Christbaumkugeln genutzt.)

Entsorgung der Reaktionslösungen: Sammelbehälter für chemisch kontaminiertes Abwasser.

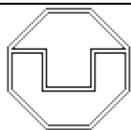
Aufgabe: Erläutern Sie, warum für den Nachweis der reduzierenden Eigenschaften von Zuckern oder Aldehyden unter milden Bedingungen nicht einfache Kupfer(II)sulfat- oder Silbernitrat-Lösungen genutzt werden können!

Versuch 4-5: Oxidation von L(+)-Ascorbinsäure (Vitamin C) zu Dehydroascorbinsäure

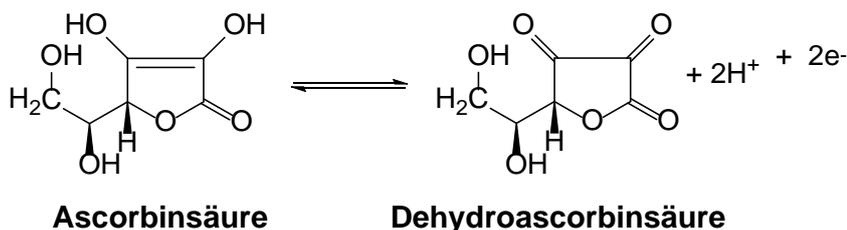
L(+)-Ascorbinsäure (Vitamin C) ist ein Sauerstoffheterocyclus mit Endiolstruktur (π -System mit zwei +M-Elektronendonatorsubstituenten in mesomeriefähiger Position = Redukton-Gruppe!) und wirkt deshalb stark reduzierend. Diese Eigenschaft ist Grundlage der biologischen Wirkung von Ascorbinsäure als Fänger von Radikalen im Organismus.

Aufgabe: Von welchem heterocyclischen Grundkörper ist die L(+)-Ascorbinsäure ein Derivat? Was für ein cyclisches Carbonsäurederivat ist die L(+)-Ascorbinsäure? Warum ist Ascorbinsäure eine Säure? Formulieren Sie Ihre Dissoziationsgleichung!

Elementares Iod löst sich in wässriger Kaliumiodid-Lösung. Es bildet mit dem wasserlöslichen Teil der Stärke, der Amylose, eine dunkelblaue Einschlussverbindung, wobei sich das Stärkemolekül wie eine Schraube um die Iod-Moleküle herum legt. Diese sehr empfindliche Farbreaktion kann sowohl zum Nachweis von Stärke als auch zum Nachweis von elementarem Iod genutzt werden. Weiterhin dient diese Farbreaktion als Redox-Indikator (u.a. in Form von Kaliumiodid-Stärkepapier, dessen Färbung oxidierende Eigenschaften der untersuchten Probe anzeigt). Hier im Versuch beweist die Entfärbung einer Iod-Kaliumiodid-Stärke-Lösung die reduzierenden Eigenschaften der L(+)-Ascorbinsäure.

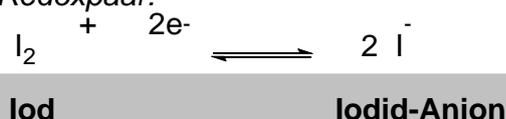


1. Redoxpaar:



(19)

2. Redoxpaar:



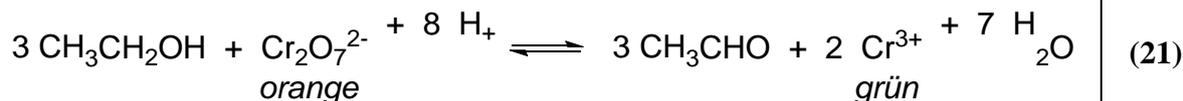
(20)

Arbeitsvorschrift:

In einem 50 ml Becherglas werden 5 ml Stärkelösung (1%ig) mit 5 ml einer I₂/KI-Lösung (0,5 g Iod + 5,5 g KI in 100 ml Wasser) versetzt und umgerührt. Man gibt solange Ascorbinsäure zu (etwa eine reichliche Spatelspitze), bis die blaue Farbe verschwunden ist.

Versuch 4-6: Oxidation von Alkoholen und anderen organischen Sauerstoffverbindungen mit schwefelsaurer Dichromatlösung

Die Oxidation von Alkoholen eignet sich sowohl zu deren qualitativem Nachweis als auch zu deren quantitativer Bestimmung:



Dazu hat sich als Oxidationsmittel das orangefarbene Dichromatanion in stark saurer Lösung bewährt, das dabei zum grünen Chrom(III)kation reduziert wird. Somit lässt sich die Redoxreaktion leicht am Farbumschlag erkennen. So wurde früher im Prüfröhrchen für den Alkoholtest bei Kraftfahrern der Ethanolgehalt der ausgeatmeten Luft auf einer mit Chromsäure/Schwefelsäure getränkten Kieselgelsäule nachgewiesen und grob gemessen.

Arbeitsvorschrift:

Die Reagenzien sind nur aus den bereitstehenden Tropfpipettenflaschen zu entnehmen! In fünf fortlaufend nummerierte Halbmikroreagenzgläser werden jeweils 10 Tropfen schwefelsaure Kaliumdichromat-Reagenzlösung (erhalten aus 3,12 g K₂Cr₂O₇, 130 ml H₂O und 870 ml 50%iger H₂SO₄) gegeben und mit 2 Tropfen organischer Sauerstoffverbindung entsprechend der Tabelle versetzt. Notieren Sie Ihre Beobachtungen!

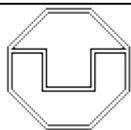
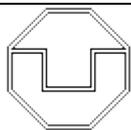


Tabelle 4.2

Reagenzglas	1	2	3	4	5
org. Sauerstoff- Verbindung					
Name	Ethanol	Ameisensäure	Essigsäure	Isopropanol	Aceton
Farbe (davor / danach)					
Oxidation (ja / nein)					

Entsorgung der Reaktionslösungen: Sammelbehälter für chemisch kontaminiertes Abwasser.



3. Protokoll

Versuch 4: Redoxreaktionen organischer Verbindungen

Datum:

Name:

Praktikumsgruppe:

Versuchsaufgaben:

Versuch 2-1: Autoxidation von aromatischen Aldehyden zu aromatischen Carbonsäuren

Gesamtreaktionsgleichung unter Verwendung von konkreten Konstitutionsformeln (d. h. für den ausgegebenen Aldehyd und die erhaltene Säure! Kurze Erläuterung Ihrer Beobachtungen, Eigenschaftsvergleich für Edukt und Produkt!

Schmelzintervall der Säure - gefunden: - Vergleichswert:

Säure wurde identifiziert als:

Der ausgegebene Aldehyd war somit:

Versuch 2-2: Färben mit Indigo

Redoxgleichungen unter Verwendung von Konstitutionsformeln formulieren! Kurze Erläuterung Ihrer Beobachtungen.

Versuch 2-3: Redox-Eigenschaften von Mono- und Disacchariden (Aldehydnachweis mit FEHLINGscher Lösung)

Jeweils Name der umgesetzten Substanz angeben und dazu die Redoxgleichungen unter Verwendung von Konstitutionsformeln formulieren! Kurze Erläuterung Ihrer Beobachtungen und Erklärung des unterschiedlichen Redoxverhaltens!

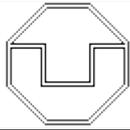
Versuch 2-4: Aldehydnachweis mit TOLLENS-Reagenz durch Silberspiegelbildung

Name der umgesetzten Substanz angeben und dazu die Redoxgleichungen unter Verwendung von Konstitutionsformeln formulieren! Kurze Erläuterung Ihrer Beobachtungen.

Versuch 2-5: Oxidation von L(+)-Ascorbinsäure (Vitamin C) zu Dehydroascorbinsäure

Redoxgleichungen unter Verwendung von Konstitutionsformeln formulieren! Kurze Erläuterung Ihrer Beobachtungen.

Versuch 2-6: Oxidation von Alkoholen und anderen organischen Sauerstoffverbindungen mit schwefelsaurer Dichromatlösung



Jeweils die Redoxgleichungen unter Verwendung von Konstitutionsformeln formulieren!
Kurze Erläuterung Ihrer Beobachtungen als Tabelle (s. o.) und kurz Unterschiede im Reaktionsverhalten erklären!

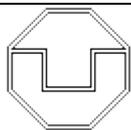
Weitere Aufgaben zur Vorbereitung:

Erläutern Sie die Klassifizierung organischer Hydroxyverbindungen!

Erklären Sie die Unterschiede im Redoxverhalten von primären, sekundären und tertiären Alkoholen!

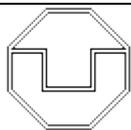
Erklären Sie den Unterschied im Redoxverhalten von Aldehyden und Ketonen!

Erklären Sie den Unterschied im Redoxverhalten von zweiwertigen Phenolen!



4. Einstufung der verwendeten Chemikalien

Chemikaliename	Signalwort	Pictogramm	Einstufung	H-Sätze	P-Sätze
2-Chlorbenzaldehyd	Gefahr		Verursacht schwere Verätzungen der Haut und schwere Augenschäden.	314	P280 P305 + P351 + P338 P310
3-Chlorbenzaldehyd	Achtung		Verursacht Hautreizungen; Verursacht schwere Augenreizung; Kann die Atemwege reizen	315 319 335	P261 P305 + P351 + P338
4-Methylbenzaldehyd	Achtung		Gesundheitsschädlich bei Verschlucken. Verursacht Hautreizungen. Verursacht schwere Augenreizung.	302 315 319	P301 + P312 + P330 P305 + P351 + P338
Aceton	Gefahr		Entzündbare Flüssigkeit (Kat. 2), Augenreizung (Kat. 2), Spezifische Zielorgan-Toxizität - einmalige Exposition (Zentralnervensystem) (Kat. 3).	225, 319, 336, EUH066.	210, 261, 305 + 351 + 338
Ameisensäure	Gefahr		Ätzwirkung auf die Haut (Kat. 1A), Entzündbare Flüssigkeiten (Kat. 3).	226, 314.	280, 305+351+338, 310.
Ammoniaklösung	Gefahr		Akute Toxizität, Oral (Kat. 4), Ätzwirkung auf die Haut (Kat. 1A), Spezifische Zielorgan-Toxizität - einmalige Exposition Atemungssystem, (Kat. 3), Akute aquatische Toxizität (Kat. 1).	302, 314, 335, 400.	261, 273, 280, 305+351+338, 310
Benzaldehyd	Achtung		Akute Toxizität, Oral (Kat. 4).	302.	
Benzoessäure	Gefahr		Reizwirkung auf die Haut (Kat. 2), Schwere Augenschädigung (Kat. 1), Spezifische Zielorgan-Toxizität - wiederholte Exposition, Einatmen (Kat. 1), Lungen.	315, 318, 372.	280, 305+351+338+ 310, 314
Essigsäure	Gefahr		Entzündbare Flüss. (Kat. 3) Metall. korr. Kat. 1; Hautätz. Kat. 1A.	226, 290, 314,	280, 305+351+338, 310
Ethanol	Gefahr		Entzündbare Flüssigkeit Kat. 2.	225.	210
Formaldehyd (25% Lösung in Wasser)	Gefahr		Akute Toxizität (Oral, Einatmen, Haut) (Kat. 3), Ätzwirkung auf die Haut (Kat. 1B), Sensibilisierung durch Hautkontakt (Kat. 1), Karzinogenität (Kat. 2), Spezifische Zielorgan-Toxizität - einmalige Exposition (Kat. 1), Spezifische Zielorgan-Toxizität - einmalige Exposition (Kat. 3)	301+311 +331, 314, 317, 335, 351, 370	260, 280, 301+310, 305+351+338, 310



Indigo	Achtung		Kann die Organe schädigen bei längerer oder wiederholter Exposition	373	--
Iod-Kaliumiodid-Lösung	Achtung			373	260, 314
Kaliumdichromat (Lösung in Wasser)	Gefahr		Akute Toxizität, (Oral, Einatmen, Kat. 4), Ätzwirkung auf die Haut (Kat. 1B), Sensibilisierung durch Einatmen und Hautkontakt (Kat. 1), Keimzell-Mutagenität (Kat. 1B), Karzinogenität (Kat. 1B), Reproduktionstoxizität (Kat. 1B), Spezifische Zielorgan-Toxizität - einmalige Exposition (Kat. 3), Spezifische Zielorgan-Toxizität - wiederholte Exposition (Kat. 2), Akute aquatische Toxizität (Kat. 1), Chronische aquatische Toxizität (Kat. 1).	302, 314, 317, 332, 334, 335, 340, 350, 360FD, 373, 400, 410.	201, 261, 273, 280, 305+351+338, 310.
Kupfersulfat (Felings Reagens 1), (aq.)	Achtung		Akute aquatische Toxizität (Kat. 1), Chronische aquatische Toxizität (Kat. 1).	400, 410.	273, 501
Methanol	Gefahr		Entzündbare Flüssigkeiten (Kat. 2), Akute Toxizität (Oral, Einatmen, Haut) (Kat. 3), Spezifische Zielorgan-Toxizität - einmalige Exposition (Kat. 1),	225, 301, 311, 331, 370.	210, 260, 280, 301+310, 311.
Natriumdithionit	Gefahr		Selbsterhitzungsfähige Stoffe (Kat. 1) Akute Toxizität oral (Kat. 4)	251, 302, EUH031	P235+P410:
Natriumhydroxid 10%	Gefahr		Korrosiv gegenüber Metallen (Kat. 1), Ätzwirkung auf die Haut (Kat.1A).	290, 302, 314.	280, 305 + 351 + 338, 310
2-Propanol	Gefahr		Entzündbare Flüssigkeiten (Kat. 2), Augenreizung (Kat. 2), Spezifische Zielorgan-Toxizität - einmalige Exposition (Kat. 3),	225, 319, 336.	210, 261, 305+351+338.
Schwefelsäure 50%	Gefahr		Korrosiv gegenüber Metallen, Kat. 1; Hautätz., Kat. 1A.	290, 314.	280, 305+351+338, 310
Silbernitratlösung (2%)	Achtung		Reizwirkung auf die Haut (Kat. 2), Augenreizung (Kat. 2), Akute aquatische Toxizität (Kat. 1), Chronische aquatische Toxizität (Kat. 1).	315, 319, 400, 410.	273, 280, 305+351+338, 502