

Massive Open Online Course Organische Chemie

vom 25.08.2021

Kurzzusammenfassung

Der Kurs „Organische Chemie“ bietet eine Einführung in die Chemie kohlenstoffreicher Stoffe. Themen sind die chemische Bindung in organischen Molekülen, Isomerie, funktionelle Gruppen, Stoffklassen wie Alkohole, Amine, schwefelhaltige Verbindungen, Ketone und Aldehyde, Carbonsäuren und Derivate und Phosphate. Darüber hinaus werden Naturstoffe wie Aminosäuren, Lipide und Kohlenhydrate eingeführt.

Eine Beschreibung der Inhalte aller Kursteile und das Skript sind unter dem folgenden Link verfügbar:

<https://www.peterhuylab.de/youtube/>

Das Passwort für den Bereich „teaching materials“ mit dem Kursskript kann von Prof. Huy (peter.huy[at]uni-rostock.de) erhalten werden.

Die Videos sind überwiegend unbearbeitete Aufnahmen des Live-Streamings der Vorlesung „Organische Chemie für Biowissenschaften und Lehramt Biologie“ des Sommersemesters 2021 von Prof. Dr. Peter Huy vom Institut für Chemie der Universität Rostock. Die Aufnahmen wurden mit Open Broadcaster Software (OBS) erstellt.

[Playlist / Videobeschreibungen](#)

[Skript](#) (Passwort bei Peter.Huy[at]uni-rostock.de verfügbar)

Farbcodierung Skript

Das Skript ist überwiegend in einer einheitlichen Farbcodierung gestaltet.

- | | |
|----------------|---|
| Rot | <ul style="list-style-type: none">• Elektronen(paar)verschiebungspfeile• Am Anfang eines Kapitels: Atome funktioneller Gruppen• Bindungen, die neu geknüpft oder gebrochen werden |
| Blau | <ul style="list-style-type: none">• elektrophile Molekülbereiche• Partialladungen, I- und M-Effekte |
| Grün | <ul style="list-style-type: none">• nukleophile Molekülbereiche |
| Violett | <ul style="list-style-type: none">• Abgangsgruppen, Nucleofuge, Electrofuge• bei Biomolekülen für Funktion wichtige Gruppen |

Oft sind Moleküle, die als Elektrophile reagieren, vollständig blau hervorgehoben, während nukleophile vollständig grün gefärbt sind.

Inhalt des Kurses mit Links

- Teil 1: Chemische Bindung, Mesomerie und wichtige Elemente
- Teil 2: Mesomerie, Redoxreaktionen und räumliche Struktur von Molekülen
- Teil 3: Valenzbindungstheorie, Hybridisierung und Konjugation
- Teil 4: Molekülorbitaltheorie, Alkane, Konstitutionsisomere und Konformere
- Teil 5: Räumliche Struktur der Alkane und Cycloalkane
- Teil 6: Konformere der Cycloalkane und funktionelle Gruppen
- Teil 7: Funktionelle Gruppen und Chiralität
- Teil 8: Chiralität
- Übungen zu Teil 1 bis 8
- Teil 9: Reaktionstypen und Mechanismen
- Teil 10: Reaktionsmechanismen
- Teil 11: Reaktionen Alkane und Alkene
- Teil 12: Reaktionen der Alkene
- Teil 13: Alkine und Aromaten
- Teil 14: Aromaten
- Übungen zu Teil 9 – 14
- Teil 15: Halogenalkane
- Teil 16: Substitutionen und Eliminierungen
- Teil 17: Eliminierungen und Alkohole
- Teil 18: Alkohole und Ether
- Teil 19: Ether, Thiole und Sulfide
- Teil 20: Thiole, Sulfide und Amine
- Übungen zu Teil 15 - 20
- Teil 21: Carbonylverbindungen
- Teil 22: Imine, Enamine und Enolate
- Teil 23: Carbonsäuren und Derivate
- Teil 24: Säurechloride, Anhydride und Ester
- Teil 25: Thioester, Amide und Nitrile
- Teil 26: Phosphor- und Kohlensäurederivate
- Teil 27: Aminosäuren und Kohlenhydrate
- Teil 28: Oligo- und Polysaccharide

Organische Chemie Teil 1: Chemische Bindung, Mesomerie und wichtige Elemente**Kapitel 1: Grundlagen allgemeine Chemie / Folie 1 - 24****Link:**

https://www.youtube.com/watch?v=Bu4hvEozf7Y&list=PLAEIQievNq8_IoNhHpnw2L3UBcDsyYvXf&index=32

Videobeschreibung

ALLGEMEINE CHEMIE: Kohlenstoff [00:12:20] / Oktettregel [00:14:20] / Elektronegativität [00:15:30] / metallische Bindungen [(00:19:10] / ionische Bindungen [00:22:10] / kovalente Bindung [00:26:00] / wichtige Elemente für die Organische Chemie [00:36:00] / Formalladungen [00:41:10] / Strukturformeln [00:46:20] / induktive Effekte [01:04:30] / mesomere Effekte [01:16:50]

Im ersten Teil der Lehrveranstaltung „Organische Chemie“ gehen wir auf die Natur der chemischen Bindung, Strukturformeln von organischen Verbindungen und wichtigen Elementen ein. Die organische Chemie befasst sich mit der Chemie Kohlenstoffreicher Verbindungen und bildet eine wichtige Grundlage für die Biochemie (00:08:00). Das Element Kohlenstoff finden wir im Zentrum des Periodensystems (00:12:20). Elemente streben in Ihren Verbindungen die Konfiguration der Edelgase mit 8 Valenzelektronen an, was als Oktettregel bezeichnet wird (00:14:20). Die Elektronegativität beschreibt die Fähigkeit eines Elementes, Elektronen in Verbindungen anzuziehen und ermöglicht daher Aussagen über die Art der chemischen Bindung (00:15:30).

Chemische Bindungen können in metallische (00:19:10), Ionische (00:22:10) und kovalente (00:26:00) Bindungen unterteilt werden. Bei der kovalenten Bindung teilen sich zwei Atome Elektronenpaare.

Im Folgenden werden die wichtigsten Elemente für die organischen Chemie vorgestellt, zu denen Kohlenstoff, Wasserstoff, Stickstoff, Sauerstoff, Phosphor und die Halogene zählen (00:36:00). Dabei diskutieren wir auch die Anzahl der Bindungen dieser Elemente in ihren chemischen Bindungen. Ein integraler Bestandteil von Strukturformeln von Molekülen sind Formalladungen, deren Bestimmung Sie in dieser Kurseinheit lernen (00:41:10). Anschließend wird an Hand der Verbindungen Methan, Ethan, Formaldehyd, Propen, Kohlenstoffdioxid, Nitrat und Phosphat gezeigt, wie Strukturformeln gezeichnet werden (00:46:20).

Durch die Elektronegativität kommt es dabei zu einer Polarisierung der Elektronenhülle von Molekülen, was als induktiver Effekt bezeichnet wird (01:04:30). Hierdurch entstehen

positive und negative Formalladungen, die Vorhersagen über die Reaktivität ermöglichen. Induktiven Effekt haben einen signifikanten Einfluss auf die Säurestärke von Carbonsäuren (01:08:20). Mesomere Effekte liegen immer dann vor, wenn wir mehrere Strukturformeln von einem Molekül zeichnen können, ohne dass Bindungen vollständig gebrochen werden (01:16:50). Diese Mesomerieformeln ermöglichen eine Aussage über die Verteilung der Elektronen in einer Verbindung und damit über Partialladungen.

Die Playlist mit allen Teilen des Kurses und Live-Streams finden Sie unter:

https://www.youtube.com/playlist?list=PLAEIQievNq8_IoNhHpnw2L3UBcDsyYvXf

Eine Beschreibung der Inhalte aller Kursteile und das Skript sind unter dem folgenden Link verfügbar:

<https://www.peterhuylab.de/youtube/>

Das Passwort für den Bereich „teaching materials“ mit dem Kursskript kann von Prof. Huy (peter.huy[at]uni-rostock.de) erhalten werden. Für diese Kurseinheit wurde auf die Folien 1 – 24 des „Kapitel 1: Grundlagen allgemeine Chemie“ zurückgegriffen.

Dieses Video ist eine unbearbeitete Aufnahme des Live-Streamings der Vorlesung „Organische Chemie für Biowissenschaften und Lehramt Biologie“ von Prof. Dr. Peter Huy vom 06.04.21 am Institut für Chemie der Universität Rostock. Die erste Szene wurde neu gedreht.

Tags

organische Chemie, Lehrvideos, Vorlesung, Biochemie, Institut für Chemie, Hybrid-Lehre, Reaktionsmechanismen, Open Educational Resources, Massive Open Online Courses, Universität Rostock

Organische Chemie Teil 2: Mesomerie, Redoxreaktionen und räumliche Struktur von Molekülen

Kapitel 1: Grundlagen allgemeine Chemie / Folie 23 – 39

Kapitel 2: Bindungen in organischen Molekülen / Folie 1 - 4

Link:

<https://www.youtube.com/watch?v=->

[EhbOC2OQEg&list=PLAEIQievNq8_IoNhHpnw2L3UBcDsyYvXf&index=31](https://www.youtube.com/watch?v=-EhbOC2OQEg&list=PLAEIQievNq8_IoNhHpnw2L3UBcDsyYvXf&index=31)

Videobeschreibung

ALLGEMEINE CHEMIE: Mesomerie [00:02:40] / Partialladungen [00:06:40] / Elektronenpaarverschiebungspfeile [00:08:00] / Oxidationsstufen [00:23:20] / Redoxreaktionen [00:38:00] / VSEPR-Modell [00:58:20] / Kohlenstoff als zentrales Element des Lebens [01:21:00]

Im zweiten Teil der Vorlesungsreihe „Organische Chemie“ diskutieren wir den Begriff Mesomerie, Redoxreaktionen und die räumliche Anordnung von Atomen in Molekülen. Immer wenn verschiedene Strukturformeln für eine Moleküle gezeichnet werden können ohne Bindungen vollständig zu brechen, liegt Mesomerie vor (00:02:40). Die tatsächliche Elektronenverteilung in organischen Verbindungen wird von allen Resonanzstrukturen bestimmt, wobei sich Partialladungen aus Formalladungen herleiten lassen (00:06:40). Der Elektronenfluss beim Skizzieren von Grenzstrukturen und chemischen Reaktionen kann mit Elektronenpaarverschiebungspfeilen nachvollzogen werden (00:08:00). Mesomere Effekte stabilisieren Ladungen in Molekülen, was am Beispiel des Acetat-Anions gezeigt wird (00:13:20).

Oxidationsstufen ermöglichen die Zuordnung von Elektronen zu Atomen von chemischen Verbindungen (00:23:20). Redoxreaktionen führen zu einer Änderung von Oxidationszahlen, also einem Austausch von Elektronen zwischen Molekülen (00:38:00). Dies wird am Beispiel einer Oxidation eines Alkohols zum entsprechenden Keton mit Chromat verdeutlicht.

Im Folgenden wird ein einfaches Modell eingeführt, mit dem eine Vorhersage der Anordnung der Atome eines Moleküls im Raum getroffen werden kann (00:58:20). Dieses sogenannte Valence Shell Electron Pair Repulsion Modell (kurz VSEPR-Modell) basiert auf der Abstoßung zwischen den Valenzelektronenpaaren eines Atoms. Die VSEPR-Theorie wird mit Hilfe der Beispiele Kohlenstoffdioxid, Ethin (01:00:30), Boran, Ethen (01:02:00), Formaldehyd, Essigsäure (01:05:20), Methan, Ammoniak, Wasser (01:08:40) und Phosphorpentachlorid (01:14:40) erläutert. Zum Abschluss befassen wir uns mit der Frage, warum Kohlenstoff das zentrale Element des Lebens auf der Erde ist (01:21:00).

Die Playlist mit allen Teilen des Kurses und Live-Streams finden Sie unter:

https://www.youtube.com/playlist?list=PLAEIQievNq8_IoNhHpnw2L3UBcDsyYvXf

Eine Beschreibung der Inhalte aller Kursteile und das Skript sind unter dem folgenden Link verfügbar:

<https://www.peterhuylab.de/youtube/>

Das Passwort für den Bereich „teaching materials“ mit dem Kursskript kann von Prof. Huy (peter.huy[at]uni-rostock.de) erhalten werden. Für diese Kurseinheit wurde auf die Folien 23 – 39 des „Kapitel 1: Grundlagen allgemeine Chemie“ und 1-4 des „Kapitel 2: Bindungen in organischen Molekülen“ zurückgegriffen.

Dieses Video ist eine unbearbeitete Aufnahme des Live-Streamings der Vorlesung „Organische Chemie für Biowissenschaften und Lehramt Biologie“ von Prof. Dr. Peter Huy vom 07.04.21 am Institut für Chemie der Universität Rostock.

Tags

organische Chemie, Lehrvideos, Vorlesung, Biochemie, Institut für Chemie, Hybrid-Lehre, Reaktionsmechanismen, Open Educational Resources, Massive Open Online Courses, Universität Rostock

Organische Chemie Teil 3: Valenzbindungstheorie, Hybridisierung und Konjugation

Kapitel 2: Bindungen in organischen Molekülen / Folie 5 - 28

Link:

https://www.youtube.com/watch?v=BHhSbSIkZ8k&list=PLAEIQievNq8_loNhHpnw2L3UBcDsyYvXf&index=30

Videobeschreibung

CHEMISCH BINDUNG: Valenzbindungs-Theorie [00:01:50] / sp^3 -Hybridisierung [00:08:30] / sigma-Bindung [00:21:50] / sp^2 -Hybridisierung [00:25:40] / pi-Bindung [00:32:30] / sp -Hybridisierung [00:40:50] / Orbitalelektronegativität [00:49:20] / Carbeniumionen [00:50:00] / Herleitung Hybridisierung aus Strukturformel [00:56:00] / Konjugation [01:08:00] / Aromaten [01:21:20] / Molekülorbital-Theorie [01:27:00]

Schwerpunkte der dritten Lerneinheit über Organische Chemie sind die Valenzbindungstheorie (VB-Theorie), Hybridisierungen und Konjugation. Ziel dieses Kapitels ist ein vertieftes Verständnis für die Natur der chemischen Bindung in organischen Molekülen und die räumliche Anordnung der Atome.

Nach der VB-Theorie kommen kovalente Bindungen durch die Überlappung von Atomorbitalen zustande, was am Beispiel des Diwasserstoffs verdeutlicht wird (00:01:50). Da das 2s- und die 2p-Atomorbitale des Kohlenstoffs im Grundzustand nicht optimal für den Aufbau von Bindungen angeordnet sind, werden Hybridorbitale durch eine Kombination der mathematischen Wellenfunktionen der Atomorbitale gebildet. Die sp^3 -, sp^2 - und sp -

Hybridisierungen werden an Hand von Methan (00:08:30), Ethan (00:19:00), Ethen (00:25:40) und Ethin (00:40:50) analysiert. Dabei unterscheiden wir zwischen rotationssymmetrischen sigma- (00:21:50) und pi-Bindungen (00:32:30). Die Hybridisierung hat einen entscheidenden Einfluss auf die Fähigkeit eines Atoms einer Verbindung, Elektronen anzuziehen, was als Orbitalelektronegativität deklariert wird (00:49:20). Daher üben Alkyl-Gruppen einen positiven induktiven Effekt aus, der Carbeniumionen stabilisiert (00:50:00).

Anschließend wird gezeigt, wie die Hybridisierung von Atomen aus Strukturformeln von Molekülen hergeleitet werden kann (00:56:00). Molekülstrukturen geben auch Hinweise auf die Hybridisierung von Heteroatomen (01:02:50). Immer wenn mesomere Grenzformeln gezeichnet werden können, liegt eine Konjugation vor (01:08:00). Unter Konjugation wird die Beeinflussung der Elektronenverteilung in pi-Bindungssystemen von Molekülen verstanden. Bei benachbarten Doppelbindungen liegt Konjugation vor (01:15:20), während bei kumulierten (01:16:20) und isolierten (01:19:40) Doppelbindungen keine Wechselwirkung zwischen den pi-Orbitalen auftritt. Aromaten sind cyclische und planare Moleküle wie Benzol mit konjugierten Doppelbindungen, die weniger reaktiv sind als Alkene (01:21:20). Zum Abschluss diskutieren wir die Molekülorbital-Theorie, bei der chemische Bindungen durch die Bildung von über das gesamte Molekül verteilten Orbitalen erklärt werden (01:27:00).

Die Playlist mit allen Teilen des Kurses und Live-Streams finden Sie unter:

https://www.youtube.com/playlist?list=PLAEIQievNq8_loNhHpnw2L3UBcDsyYvXf

Eine Beschreibung der Inhalte aller Kursteile und das Skript sind unter dem folgenden Link verfügbar:

<https://www.peterhuylab.de/youtube/>

Das Passwort für den Bereich „teaching materials“ mit dem Kursskript kann von Prof. Huy (peter.huy[at]uni-rostock.de) erhalten werden. Für diese Kurseinheit wurde auf die Folien 5 – 28 des „Kapitel 2: Bindungen in organischen Molekülen“ zurückgegriffen.

Dieses Video ist eine unbearbeitete Aufnahme des Live-Streamings der Vorlesung „Organische Chemie für Biowissenschaften und Lehramt Biologie“ von Prof. Dr. Peter Huy vom 13.04.21 am Institut für Chemie der Universität Rostock.

organische Chemie, Lehrvideos, Vorlesung, Biochemie, Institut für Chemie, Hybrid-Lehre, Reaktionsmechanismen, Open Educational Resources, Massive Open Online Courses, Universität Rostock

Organische Chemie Teil 4: Molekülorbitaltheorie, Alkane, Konstitutionsisomere und Konformere

Kapitel 2: Chemie und Bindungen in organischen Molekülen / Folie 21 - 33

Kapitel 3: Kohlenwasserstoffe und Isomerie / Folie 1 - 18

Link:

https://www.youtube.com/watch?v=n7EgkQbOUcw&list=PLAEIQievNq8_loNhHpnw2L3UBcDsyYvXf&index=29

Videobeschreibung

CHEMISCHE BINDUNG: Carbeniumionen [00:03:00] / Molekülorbital-Theorie [00:15:20] / Hyperkonjugation [00:27:10]

KOHLENWASSERSTOFFE: Arten von KW [00:28:20] / lineare und verzweigte Alkane [00:32:10] / Skelettformeln [00:39:00] / Konstitutionsisomere [00:46:20] / IUPAC-Nomenklatur [00:59:00] / Keilstrichbindungen [01:15:40] / Konformationsisomere [01:19:20] / Newman-Projektion [01:20:10]

Die Schwerpunkte der 4. Kurseinheit „Organische Chemie“ sind die Molekülorbitaltheorie, Alkane und Isomerie. Hierbei sind insbesondere Konstitutions- und Konformationsisomere von Interesse. Zu Beginn wird auf den Einfluss der Hybridisierung auf induktive Effekte wiederholt, durch den Carbeniumionen stabilisiert werden (00:03:00). Anschließend wird auf Basis der Molekülorbitaltheorie die sigma-Bindungen in Wasserstoff (00:15:20) und Ethan (00:19:20) und die pi-Bindung in Ethen (00:22:10) analysiert. Zum Abschluss des Kapitels 2 untersuchen wir die Konjugation an Dienen auf der Basis der Molekülorbitaltheorie und lernen den Begriff der Hyperkonjugation kennen (00:27:10).

Kohlenwasserstoffe lassen sich in Alkane, Alkene, Alkine und Aromaten differenzieren (00:28:20). In Alkane sind die Atome ausschließlich über Einfachbindungen verknüpft (00:32:10). Während die *n*-Alkane aus linear Kohlenstoffketten bestehen, weisen die verzweigten Alkane Seitenketten auf (00:33:20). Darüber hinaus werden Skelettformeln vorgestellt, die Molekülstrukturen auf die Wesentlichen Informationen komprimiert werden. Skelettformeln sind viel übersichtlicher als vollständige Lewis-Formeln (00:39:00).

Konstitutionsisomere sind Moleküle mit derselben Summenformel aber einer anderen Verknüpfung der Atome (00:46:20). Dies wird an den Beispielen *n*-Butan und *i*-Butan und *n*-

Pentan, *i*-Pentan und *neo*-Pentan illustriert (00:50:40). Anschließend wird die IUPAC-Nomenklatur eingeführt, durch die Stoffen ein eindeutiger systematischer Name zugewiesen werden kann (00:59:00). Im Anschluss lernen sie wichtige Alkylseitenketten wie *n*-Propyl, *iso*-Propyl, *n*-Butyl, *iso*-Butyl und *sec*-Butyl und *tert*-Butyl (01:10:00). Die räumliche Orientierung von Atomen und Atomgruppen bei Lewis- und Skelettformeln wird durch Keilstriche indiziert (01:15:40).

Konformationsisomere unterscheiden sich durch die Anordnung der Atome im Raum (nicht die Verknüpfung) und können durch Drehungen um Einfachbindung ineinander umgewandelt werden (01:19:20). An Hand von *Newman*-Projektionen von Ethan werden ekliptische und gestaffelte Konformere vorgestellt und der Begriff Torsionswinkel erläutert (01:20:10).

Die Playlist mit allen Teilen des Kurses und Live-Streams finden Sie unter:

https://www.youtube.com/playlist?list=PLAEIQievNq8_IoNhHpnw2L3UBcDsyYvXf

Eine Beschreibung der Inhalte aller Kursteile und das Skript sind unter dem folgenden Link verfügbar:

<https://www.peterhuylab.de/youtube/>

Das Passwort für den Bereich „teaching materials“ mit dem Kursskript kann von Prof. Huy (peter.huy[at]uni-rostock.de) erhalten werden. Für diese Kurseinheit wurde auf die Folien 21 – 33 des „Kapitel 2: Bindungen in organischen Molekülen“ und 1 – 18 des „Kapitel 3: Kohlenwasserstoffe und Isomerie“ zurückgegriffen.

Dieses Video ist eine unbearbeitete Aufnahme des Live-Streamings der Vorlesung „Organische Chemie für Biowissenschaften und Lehramt Biologie“ von Prof. Dr. Peter Huy vom 14.04.21 am Institut für Chemie der Universität Rostock.

Tags

organische Chemie, Lehrvideos, Vorlesung, Biochemie, Institut für Chemie, Hybrid-Lehre, Reaktionsmechanismen, Open Educational Resources, Massive Open Online Courses, Universität Rostock

Organische Chemie Teil 5: Räumliche Struktur der Alkane und Cycloalkane

Kapitel 3: Kohlenwasserstoffe und Isomerie / Folie 18 - 37

Link:

https://www.youtube.com/watch?v=ZEIt5DqNVZA&list=PLAEIQievNq8_loNhHpnw2L3UBcDsyYvXf&index=28

Inhalt

KOHLENWASSERSTOFFE: ekliptische und gestaffelte Konformationen [00:05:30] / Torsionsspannung und Hyperkonjugation [00:09:10] / Konformere des *n*-Butans [00:17:20] / Cycloalkane [00:37:40] / Baeyer-Winkel- und Pitzer-Ringspannung [00:40:00] / cis- und trans-Stereoisomere bei substituierten Cycloalkanen [00:49:20] / Cyclohexan-Sessel-Konformation [01:04:30]

Im 5. Teil des Kurses „Organische Chemie“ befassen wir uns insbesondere mit räumlichen Struktur von *n*-Alkanen und Cycloalkanen. Zunächst wiederholen wir das Thema Konstitutionsisomere am Beispiel von linearen und verzweigten Alkanen (00:02:40) und Vertiefen unser Wissen in Bezug auf die Konformationsisomere des Ethans unter Anwendung von Newman-Projektionen (00:05:30). Die Torsionsspannung bei der ekliptischen Konformation des Ethans ist in der Tat nicht auf eine sterische Wechselwirkung zurückzuführen, sondern auf den Wegfall der Hyperkonjugation zwischen den anti-periplanaren bindenden und anti-bindenden sigma Molekülorbitalen der C-H-Bindungen (00:09:10). Beim *n*-Butan können wir vier verschiedenen Anordnung, die *syn*- und *anti-periplanare* und *-clinale* Konformation, differenzieren (00:17:20).

Cycloalkane sind Kohlenwasserstoffe, bei denen die C-Atome ein Ringsystem bilden (00:37:40). Am Beispiel des Cyclopropans verdeutlichen wir die Baeyer-Winkel- und Pitzer-Ringspannung (00:40:00) und diskutieren die Nomenklatur substituiertes Derivate (00:45:30). Im Falle von Cycloalkanen mit zwei (oder mehr) Substituenten können wir Stereoisomere unterscheiden (00:49:20): Bei den trans-Isomeren liegen beide Gruppen auf unterschiedlichen Seiten der Ringebene, bei den cis-Derivaten auf derselben Seite (00:55:20). Schon beim Cyclobutan liegen nicht mehr alle Ringatome in einer Ebene, was die Ringspannung vermindert (00:58:40). Ganz besonders wichtig zum Beispiel für die Kohlenhydrate und Steroide sind die Konformationsisomere des Cyclohexans (01:04:30). Am thermodynamisch stabilsten ist die Cyclohexan-Sessel-Konformation, bei der senkrecht zur Ringebene orientierte H-Atome als axial und solche, die in der Ringebene liegen, als equatorial oder äquatorial klassifiziert werden. Im Rahmen dieser Kurseinheit trainieren wir diese Konformation zu zeichnen (01:08:10). Im Anschluss setzen wir uns mit den Sessel-Konformationen von substituierten Cyclohexanen auseinander wie Bromcyclohexan (01:22:00).

Die Playlist mit allen Teilen des Kurses und Live-Streams finden Sie unter:

https://www.youtube.com/playlist?list=PLAEIQievNq8_IoNhHpnw2L3UBcDsyYvXf

Eine Beschreibung der Inhalte aller Kursteile und das Skript sind unter dem folgenden Link verfügbar:

<https://www.peterhuylab.de/youtube/>

Das Passwort für den Bereich „teaching materials“ mit dem Kursskript kann von Prof. Huy (peter.huy[at]uni-rostock.de) erhalten werden. Für diese Kurseinheit wurde auf die Folien 18 – 37 des „Kapitel 3: Kohlenwasserstoffe und Isomerie“ zurückgegriffen.

Dieses Video ist eine unbearbeitete Aufnahme des Live-Streamings der Vorlesung „Organische Chemie für Biowissenschaften und Lehramt Biologie“ von Prof. Dr. Peter Huy vom 20.04.21 am Institut für Chemie der Universität Rostock.

Tags

organische Chemie, Lehrvideos, Vorlesung, Biochemie, Institut für Chemie, Hybrid-Lehre, Reaktionsmechanismen, Open Educational Resources, Massive Open Online Courses, Universität Rostock

Organische Chemie Teil 6 Konformere der Cycloalkane und funktionelle Gruppen

Kapitel 3: Kohlenwasserstoffe und Isomerie / Folie 38 - 51

Kapitel 4: Funktionelle Gruppen und Chiralität / Folie 1 - 13

Link:

https://www.youtube.com/watch?v=KDtHDInxlcl&list=PLAEIQievNq8_IoNhHpnw2L3UBcDsyYvXf&index=26

Inhalt

KOHLENWASSERSTOFFE: Cyclohexan-Sessel-Konformation [00:02:30] / trans- und cis-Dekalin [00:23:10] / Steroide [00:30:10] / Cyclohexan-Boot-Konformation [00:31:50] / Cyclopentan-Envelope Konformation [00:38:40]

FUNKTIONELLE GRUPPEN: Alkylhalogenide [00:53:30] / Alkohole und Ether [00:57:30] / Carbonylverbindungen [01:06:00] / Carbonsäuren [01:09:00] / Schwefelhaltige Funktionen [01:13:00] / Amine [01:16:20] / Carbonsäurederivate (01:19:40) / Phosphorsäurederivate [01:24:00]

Im 6. Teil der Vorlesung „Organische Chemie“ gehen wir auf Konformationsisomere des Cyclohexans und Pentans ein. Diese Kurseinheit startet mit der stereochemischen Analyse

von 1,2- (00:02:30) und 1,3-substituierten Derivaten des Cyclohexans, bei denen *cis*- und *trans*-Stereoisomere unterschieden werden können (00:12:30). Kohlenhydrate wie Glucose liegen ebenfalls in einer Sessel-Konformation vor (00:19:40). Im Anschluss gehen wir auf die Konformere der Bicyclen *trans*- (00:23:10) und *cis*-Dekalin ein (00:27:40), die wir als Strukturelemente in Steroiden finden (00:30:10).

Die Boot-Konformation des Cyclohexans ist energiereicher als die Sessel-Form (00:31:50), die häufig in bicyclischen Molekülen vorkommt (00:37:40). Cyclopentan wiederum nimmt bevorzugt eine Envelope- oder auch Briefumschlag-Konformation ein (00:38:40), in der auch Kohlenhydrate wie die Ribose vorliegen (00:42:40). Zum Abschluss des Kapitels trainieren wir das Zeichnen von Sessel-Konformeren am Beispiel eines 1,4-disubstituierten Cyclohexans (00:45:00).

In der zweiten Hälfte Teil des Kurses werden die wichtigsten funktionelle Gruppen vorgestellt (00:51:40). Hierzu gehören Alkylhalogenide (00:53:30), Alkohole (00:57:30), Ether (01:03:10), Aldehyde und Ketone (01:06:00) und Carbonsäuren (01:09:00). Zu den schwefelhaltigen Funktionen zählen Thiole, Sulfide, Persulfide und Sulfone (01:13:00). Amine und Nitroalkane enthalten das Element Stickstoff (01:16:20). Säurechloride, Ester, Thioester, Amide und Nitrile sind bedeutsame Derivate von Carbonsäuren (01:19:40). Phosphate basieren auf dem Element Phosphor und spielen eine wichtige Rolle in der Biochemie (01:24:00). Die funktionellen Gruppen lassen sich am besten nach der Anzahl der Kohlenstoff-Heteroatom C-X Bindungen zu einem C-Atom einteilen (01:27:00).

Die Playlist mit allen Teilen des Kurses und Live-Streams finden Sie unter:

https://www.youtube.com/playlist?list=PLAEIQievNq8_IoNhHpnw2L3UBcDsyYvXf

Eine Beschreibung der Inhalte aller Kursteile und das Skript sind unter dem folgenden Link verfügbar:

<https://www.peterhuylab.de/youtube/>

Das Passwort für den Bereich „teaching materials“ mit dem Kursskript kann von Prof. Huy (peter.huy[at]uni-rostock.de) erhalten werden. Für diese Kurseinheit wurde auf die Folien 38 – 51 des „Kapitel 3: Kohlenwasserstoffe und Isomerie“ und 1 – 13 des „Kapitel 4: Funktionelle Gruppen und Chiralität“ zurückgegriffen.

Dieses Video ist eine unbearbeitete Aufnahme des Live-Streamings der Vorlesung „Organische Chemie für Biowissenschaften und Lehramt Biologie“ von Prof. Dr. Peter Huy vom 21.04.21 am Institut für Chemie der Universität Rostock.

Tags

organische Chemie, Lehrvideos, Vorlesung, Biochemie, Institut für Chemie, Hybrid-Lehre, Reaktionsmechanismen, Open Educational Resources, Massive Open Online Courses, Universität Rostock

Organische Chemie Teil 7: Funktionelle Gruppen und Chiralität

Kapitel 4: Funktionelle Gruppen und Chiralität / Folie 13 - 29

Link:

https://www.youtube.com/watch?v=GRBVARurUPM&list=PLAEIQievNq8_IoNhHpnw2L3UBcDsyYvXf&index=26

Videobeschreibung

WIEDERHOLUNG: Cyclohexan-Sessel-Konformation [00:00:50]

FUNKTIONELLE GRUPPEN: Einteilung nach C-X-Bindungen [00:18:20] / mesomere Effekte [00:28:00]

CHIRALITÄT: Isomeriearten [00:49:20] / Enantiomere [00:54:40] / Stereozentren [01:04:20] / CIP-Regeln und R/S-Nomenklatur [01:10:50] / Fischer-Projektion [01:20:30] / D/L-Nomenklatur [01:25:10]

Im siebten Teil des Einführungskurses „Organische Chemie“ gehen wir auf funktionelle Gruppen und chirale Moleküle ein. Dabei wird zunächst die Überführung von Keilstrichformeln von zweifach substituierten Cyclohexanen in die Sesselkonformere wiederholt (00:00:50). Anschließend wird ein Überblick über die wichtigsten funktionellen Gruppen basierend auf der Anzahl der Kohlenstoff-Heteroatom C-X Bindungen gegeben (00:18:20). Besonders wichtig für die Biochemie sind dabei Alkohole, Aldehyde, Ketone, Carbonsäuren, Ester und Thioester. Einfache mesomere Grenzstrukturen ermöglichen die Herleitung der Eigenschaften der verschiedenen funktionellen Gruppen. Deswegen wiederholen wir die Themen Elektronenpaarverschiebungspfeile (00:25:50) und mesomere Effekte (00:28:00). Negative mesomere -M Effekte stabilisieren negative Ladungen (00:30:10), während positive mesomere Effekte +M positive Ladungen stabilisieren (00:39:50).

Im Folgenden wiederholen wir die bisher vorgestellten Isomeriearten (00:49:20) und lernen chirale Moleküle, die sich wie Bild und Spiegelbild verhalten, sogenannte Enantiomere kennen (00:54:40). Eine Voraussetzung für Chiralität auf der molekularen Ebene sind

asymmetrisch substituierte C-Atome wie bei Glycerinaldehyd, die über vier verschiedene Substituenten verfügen (01:04:20). An Hand der *R/S*-Nomenklatur und den CIP-Regeln lässt sich die Anordnung dieser Atomgruppen im Raum eindeutig beschreiben (01:10:50). Zum Abschluss werden Fischer-Projektionen eingeführt (01:20:30), bei denen die absolute Konfiguration an Hand der *D/L*-Nomenklatur festgelegt werden kann (01:25:10). Auch Aminosäuren sind chirale Moleküle, die als Keilstrichformel und Fischer-Projektion gezeichnet werden können (01:28:40).

Die Playlist mit allen Teilen des Kurses und Live-Streams finden Sie unter:

https://www.youtube.com/playlist?list=PLAEIQievNq8_loNhHpnw2L3UBcDsyYvXf

Eine Beschreibung der Inhalte aller Kursteile und das Skript sind unter dem folgenden Link verfügbar:

<https://www.peterhuylab.de/youtube/>

Das Passwort für den Bereich „teaching materials“ mit dem Kursskript kann von Prof. Huy (peter.huy[at]uni-rostock.de) erhalten werden. Für diese Kurseinheit wurde auf die Folien 13 – 29 des „Kapitel 4: Funktionelle Gruppen und Chiralität“ zurückgegriffen.

Dieses Video ist eine unbearbeitete Aufnahme des Live-Streamings der Vorlesung „Organische Chemie für Biowissenschaften und Lehramt Biologie“ von Prof. Dr. Peter Huy vom 27.04.21 am Institut für Chemie der Universität Rostock.

Tags

organische Chemie, Lehrvideos, Vorlesung, Biochemie, Institut für Chemie, Hybrid-Lehre, Reaktionsmechanismen, Open Educational Resources, Massive Open Online Courses, Universität Rostock

Organische Chemie Teil 8: Chiralität

Kapitel 4: Funktionelle Gruppen und Stereoisomere / Folien 29 - 43

Link: <https://www.youtube.com/watch?v=Bvk7j2YOMss>

Inhalt

CHIRALITÄT: Überführung Keilstrichformeln in *Fischer*-Projektion [00:04:40] / Eigenschaften von Enantiomeren [00:22:00] / Diastereomere, Epimere und Weinsäure [00:38:30] / meso-Verbindungen [00:42:30] / Erythrose und Threose [00:55:10] / Stereoisomere der Cycloalkane [01:10:00] / Diastereomere der Alkene [01:15:20] / *cis/trans*- und *E/Z*-Nomenklatur [01:20:40]

Im achten Teil des Einführungskurses „Organische Chemie“ diskutieren wir Moleküle, bei denen sich Bild und Spiegelbild unterscheiden. Solche Moleküle werden Enantiomere genannt und zeichnen sich durch C-Atome mit vier unterschiedlichen Substituenten aus (00:01:00). Die Überführung von Keilstrichformeln solcher asymmetrischen Moleküle in *Fischer*-Projektionen wird am Beispiel des Glycerinaldehydes gezeigt (00:04:40). Anschließend werden Keilstrichformeln und *Fischer*-Projektionen von Aminosäuren, den Bausteinen der Proteine, diskutiert (00:10:00). Enantiomere weisen identische physikalische und chemische Eigenschaften auf aber unterscheiden sich hinsichtlich ihrer optischen Aktivität (00:22:00). Sie können sich aber auch durch Geschmack, Geruch und ihre biologischen Eigenschaften unterscheiden (00:26:50).

Anschließend werden Stoffe mit zwei Stereozentren wie Weinsäure vorgestellt, bei denen auch Stereoisomere vorliegen, die sich nicht spiegelbildlich verhalten (00:38:30). Diese Isomere werden Diastereomere oder Epimere genannt. Von der Weinsäure existiert auch ein Stereoisomer, das trotz zweier Stereozentren nicht chiral ist (00:42:30). Solche Moleküle verfügen über eine Spiegeleben und werden als meso-Verbindungen deklariert. Die Kohlenhydrate Erythrose und Threose weisen wie die Weinsäure 2 Stereozentren auf, es existiert allerdings keine meso-Form (00:55:10). An diesen Beispielen üben wir auch die Überführung von *Fischer*-Projektionen in Keilstrichformeln, was eine Veränderung der Konformation erfordert (01:04:20).

In der Tat handelt es sich bei den *cis*- und *trans*-Isomeren substituierte Cycloalkane auch um Diastereomere (01:10:00). Auch bei Alkenen können Stereoisomere vorliegen, die sich durch die Anordnung der Substituenten an den C-Atomen der Doppelbindungen unterscheiden (01:15:20). Diese Diastereomere werden durch die *cis/trans*- und *E/Z*-Nomenklatur differenziert (01:20:40), wobei im zweiten Fall Prioritäten für die Seitenketten nach den CIP-Regeln festgelegt werden.

Die Playlist mit allen Teilen des Kurses und Live-Streams finden Sie unter:

https://www.youtube.com/playlist?list=PLAEIQievNq8_loNhHpnw2L3UBcDsyYvXf

Eine Beschreibung der Inhalte aller Kursteile und das Skript sind unter dem folgenden Link verfügbar:

<https://www.peterhuylab.de/youtube/>

Das Passwort für den Bereich „teaching materials“ mit dem Kursskript kann von Prof. Huy (peter.huy[at]uni-rostock.de) erhalten werden. Für diese Kurseinheit wurde auf die Folien 29 - 43 des „Kapitel 4: Funktionelle Gruppen und Chiralität“ zurückgegriffen.

Dieses Video ist eine unbearbeitete Aufnahme des Live-Streamings der Vorlesung „Organische Chemie für Biowissenschaften und Lehramt Biologie“ von Prof. Dr. Peter Huy vom 28.04.21 am Institut für Chemie der Universität Rostock.

Tags

organische Chemie, Lehrvideos, Vorlesung, Biochemie, Institut für Chemie, Hybrid-Lehre, Reaktionsmechanismen, Open Educational Resources, Massive Open Online Courses, Universität Rostock

Organische Chemie Übungen zu Teil 1 bis 8

Übungen 1

Link: <https://www.youtube.com/watch?v=oWYI0OXRtxg>

Videobeschreibung

ÜBUNGEN: Aufgabe [00:03:10] / Aufgabe 2 [00:39:50] / Aufgabe 3 [01:01:20] / Aufgabe 4 [01:32:10] / Aufgabe 5 [01:52:20]

In diesen Übungen werden die Inhalte der Teile 1 bis 8 des Kurses „organische Chemie“ an praktischen Beispielen vertieft. Dabei werden in Aufgabe 1 zu nächste funktionelle Gruppen, Oxidationsstufen und Hybridisierungen von mehreren Molekülen diskutiert (00:03:10). Anschließend werden die Konstitutionsisomere und Stereoisomere mit der Summenformel C_3H_6O vorgestellt (Aufgabe 2 / 00:39:50). Dabei üben wir auch die Benennung von organischen Stoffen und die IUPAC-Nomenklatur von chemischen Verbindungen.

Daraufhin befassen wir uns in Aufgabe 3 mit den Sesselkonformeren eines Cyclohexanderivates mit zwei unterschiedlichen Substituenten (01:01:20). Von besondere Bedeutung ist hierbei die Überführung von Keilstrichformeln in Sessel-Konformationen. Das Konformer mit der größeren Gruppe in equatorialer Orientierung ist dabei thermodynamisch stabiler. In Aufgabe 4 werden Keilstrich- und Fischer-Projektionen von Aminosäuren und Kohlenhydraten ineinander überführt (01:32:10). Die absolute Konfiguration dieser Naturstoffe wird an Hand der *R/S*- und *D/L*-Nomenklatur bestimmt. Hierbei werden die CIP-Regeln zur Bestimmung der Prioritäten der Substituenten an den asymmetrischen C-Atomen diskutiert.

Zum Abschluss der Übungen skizzieren wir im Rahmen von Aufgabe 5 mesomere Grenzformeln von verschiedenen Anionen und Kationen und untersuchen, ob die Substituenten in diesen Teilchen einen stabilisierenden oder destabilisierenden Effekt haben (01:52:20).

Die Playlist mit allen Teilen des Kurses und Live-Streams finden Sie unter:

https://www.youtube.com/playlist?list=PLAEIQievNq8_IoNhHpnw2L3UBcDsyYvXf

Eine Beschreibung der Inhalte aller Kursteile und das Skript sind unter dem folgenden Link verfügbar:

<https://www.peterhuylab.de/youtube/>

Das Passwort für den Bereich „teaching materials“ mit dem Kursskript und Übungen kann von Prof. Huy (peter.huy[at]uni-rostock.de) erhalten werden.

Dieses Video ist eine unbearbeitete Aufnahme des Live-Streamings der Vorlesung „Organische Chemie für Biowissenschaften und Lehramt Biologie“ von Prof. Dr. Peter Huy vom 11.05.21 am Institut für Chemie der Universität Rostock.

Tags

organische Chemie, Lehrvideos, Vorlesung, Biochemie, Institut für Chemie, Hybrid-Lehre, Reaktionsmechanismen, Open Educational Resources, Massive Open Online Courses, Universität Rostock

Organische Chemie Teil 9: Reaktionstypen und Mechanismen

Kapitel 5: Reaktionstypen und Mechanismen / Folie 1 - 16

Link:

https://www.youtube.com/watch?v=TRh9dl0xVrE&list=PLAEIQievNq8_IoNhHpnw2L3UBcDsyYvXf&index=23

Videobeschreibung

WIEDERHOLUNG: Überführung von Keilstrichformeln in *Fischer*-Projektionen [00:05:40]
REAKTIONSTYPEN: Einteilung [00:17:40] / Additionen [00:20:50] / Eliminierung [00:36:00] / Substitutionen (00:40:40) / Umlagerung [00:50:50]
MECHANISMEN: Reaktionsgeschwindigkeit [01:02:40] / Geschwindigkeitsgesetz [01:05:20] / Reaktionsordnung [01:06:40] / Reaktionsverlaufsprofil [01:15:10] / Zwischenstufen und Übergangszustände [01:25:10]

In dem neunten Teil der Vorlesungsreihe „Organische Chemie“ lernen wir verschiedene Reaktionstypen kennen und wie chemische Reaktionen ablaufen. Zu Beginn wird die Überführung eine Keilstrichformel eines Zuckers in eine *Fischer*-Projektion und umgekehrt wiederholt (00:05:40). Chemische Reaktionen können basierend auf der Reaktionsgleichung in vier verschiedene Typen eingeteilt werden (00:17:40): Additionen (00:20:50), Eliminierungen (00:36:00), Substitutionen (00:40:40) und Umlagerung (00:50:50). Diese Reaktionstypen werden an anschaulichen Beispielen erläutert. In diesem Zusammenhang werden auch Brønsted-Säure-Base- (00:20:50) und Redoxreaktionen (00:54:00) angesprochen.

Im letzten Drittel des Kurses gehen wir auf die Geschwindigkeit von chemischen Reaktionen ein (01:02:40). Der Einfluss der Konzentration der Ausgangsmaterialien auf die Reaktionsgeschwindigkeit wird durch sogenannte Geschwindigkeitsgesetze beschrieben (01:05:20). Die Summe der Exponenten dieser Konzentrationen wird Reaktionsordnung genannt (01:06:40). Chemische Umwandlung laufen über Kollisionen von Molekülen ab, die durch Reaktionsverlaufsprofile beschrieben werden (01:09:10). Dabei wird zunächst ein energetisches Maximum, ein Übergangszustand, durchlaufen. Die Energiedifferenz zwischen den Startmaterialien und dem Übergangszustand ist die Aktivierungsenergie, was sich leicht einem Reaktionsverlaufsprofil entnehmen lässt (01:15:10). Nur wenn kollidierende Moleküle genug kinetische Energie einbringen, wird das Reaktionsprodukt gebildet.

Häufig führen mehrere aufeinander folgende Kollisionen zu den Reaktionsprodukten, die als Elementarreaktionen oder Teilschritte bezeichnet werden (01:25:10). Dabei bilden sich Zwischenstufen, bei denen es sich um lokale Minima handelt. Der Reaktionsschritt mit der höchsten Aktivierungsenergie bestimmt die Geschwindigkeit der Reaktion. Der gesamte Reaktionsweg von den Edukten zu den Produkten wird Reaktionsmechanismus genannt.

Die Playlist mit allen Teilen des Kurses und Live-Streams finden Sie unter:

https://www.youtube.com/playlist?list=PLAEIQievNq8_loNhHpnw2L3UBcDsyYvXf

Eine Beschreibung der Inhalte aller Kursteile und das Skript sind unter dem folgenden Link verfügbar:

<https://www.peterhuylab.de/youtube/>

Das Passwort für den Bereich „teaching materials“ mit dem Kursskript kann von Prof. Huy (peter.huy[at]uni-rostock.de) erhalten werden. Für diese Kurseinheit wurde auf die Folien 1 – 18 des „Kapitel 5: Reaktionstypen und Mechanismen“ zurückgegriffen.

Dieses Video ist eine unbearbeitete Aufnahme des Live-Streamings der Vorlesung „Organische Chemie für Biowissenschaften und Lehramt Biologie“ von Prof. Dr. Peter Huy vom 04.05.21 am Institut für Chemie der Universität Rostock.

Tags

organische Chemie, Lehrvideos, Vorlesung, Biochemie, Institut für Chemie, Hybrid-Lehre, Reaktionsmechanismen, Open Educational Resources, Massive Open Online Courses, Universität Rostock

Organische Chemie Teil 10: Reaktionsmechanismen

Kapitel 5: Reaktionstypen und Mechanismen / Folien 19 - 35

Link:

https://www.youtube.com/watch?v=0Z_nYP0WxUw&list=PLAEIQievNq8_loNhHpnw2L3UBcDsyYvXf&index=22

Videobeschreibung

MECHANISMEN: Molekularität [00:03:00] / Katalyse [00:13:40] / Enzyme [00:19:50] / radikalische Reaktionen [00:23:50] / polare Reaktionen, Nukleophile und Elektrophile [00:26:10] / Elektronenpaarverschiebungspfeile [00:34:00] / Herleitung Reaktivität über Partiaalladungen [01:04:10] / Grenzorbital-Theorie, LUMO und HOMO [01:11:10] / pericyclische Reaktionen [01:20:30]

In dem zehnten Teil des Kurses „Organische Chemie“ diskutieren wir grundlegende Reaktionsmechanismen. Zum Einstiege wiederholen wir die Begriffe Übergangszustand, Zwischenstufen, Reaktionsordnung und Molekularität am Beispiel von Reaktionsverlaufsprofilen (00:03:00). Ein Katalysator senkt die Aktivierungsenergie einer Reaktion und erhöht somit die Reaktionsgeschwindigkeit (00:13:40). Die Konzentration der katalytischen Spezies ist Bestandteil des Geschwindigkeitsgesetzes (00:18:20). Katalysatoren werden nicht verbraucht und tauchen somit nicht in der Bruttoreaktionsgleichung auf (00:18:50). Enzyme sind die Katalysatoren der Natur (00:19:50). Sie bestehen aus Aminosäuren und sind deren Polyamide. Enzym beschleunigen nicht nur chemische Transformationen, sondern begünstigen die Bildung von spezifischen Produkten.

Chemische Umwandlungen können an Hand von Übergangszuständen und Zwischenstufen differenziert werden (00:23:40). Treten Radikale, Moleküle mit ungepaarten Elektronen, als Zwischenstufen auf, so spricht man von Radikalreaktionen. Bindungen werden hier homolytisch gebrochen (00:23:50). Geladene Zwischenstufen und Übergangszustände weisen auf einen polaren Reaktionsmechanismus hin. Heterolytische Bindungsbrüche führen zu Ionen. Bei polaren Reaktionen werden neue Bindungen zwischen Elektrophilen, Elektronenpaarakzeptoren, und Nukleophilen, Elektronenpaardonatoren, aufgebaut (00:26:10). Diese mit Lewis-Säuren und Basen vergleichbaren Teilchen ziehen sich auf Grund von entgegengesetzten Ladungen elektrostatisch an (00:31:20). Der Elektronenfluss kann dabei durch Elektronenpaarverschiebungspfeile verdeutlicht werden (00:34:00). Nukleophile können sowohl mit einem freien (00:36:00), wie auch einem pi- (00:47:20) oder sigma-Elektronenpaar (00:55:20) neue Bindungen konstruieren.

Induktive und Mesomere Effekte ermöglichen die Herleitung von positiven und negativen Partialladungen in Molekülen (01:03:40). Auf Basis der Partialladungen kann der Verlauf von polaren Reaktionen vorhergesagt werden (01:04:10). Reaktivitäten können auch mit Hilfe der Grenzorbital-Theorie erklärt werden (01:11:10). Bei polaren Reaktion wird eine neue Bindung durch die Überlappung des höchsten besetzten Molekülorbitals (HOMO) des Nukleophils mit dem niedrigsten unbesetzten Molekülorbital (LUMO) des Elektrophils aufgebaut. Die Grenzorbital-Theorie eignet sich auch für die Analyse von radikalischen und pericyclischen Reaktionen (01:20:30). Letztere zeichnen sich durch cyclische Übergangszustände mit delokalisierten Elektronen, die der Stoffklasse der Aromaten ähnlich sind, aus. Bindungsknüpfung und Brüche erfolgen in einem einzigen Elementarschritt, wie am Beispiel der Diels-Alder-Cycloaddition gezeigt wird.

Die Playlist mit allen Teilen des Kurses und Live-Streams finden Sie unter:

https://www.youtube.com/playlist?list=PLAEIQievNq8_IoNhHpnw2L3UBcDsyYvXf

Eine Beschreibung der Inhalte aller Kursteile und das Skript sind unter dem folgenden Link verfügbar:

<https://www.peterhuylab.de/youtube/>

Das Passwort für den Bereich „teaching materials“ mit dem Kursskript kann von Prof. Huy (peter.huy[at]uni-rostock.de) erhalten werden. Für diese Kurseinheit wurde auf die Folien 19 – 35 des „Kapitel 5: Reaktionstypen und Mechanismen“ zurückgegriffen.

Dieses Video ist eine unbearbeitete Aufnahme des Live-Streamings der Vorlesung „Organische Chemie für Biowissenschaften und Lehramt Biologie“ von Prof. Dr. Peter Huy vom 05.05.21 am Institut für Chemie der Universität Rostock.

Tags

organische Chemie, Lehrvideos, Vorlesung, Biochemie, Institut für Chemie, Hybrid-Lehre, Reaktionsmechanismen, Open Educational Resources, Massive Open Online Courses, Universität Rostock

Organische Chemie Teil 11: Reaktionen Alkane und Alkene

Kapitel 6: Chemie der Alkane, Alkene und Alkine / Folie 1 - 19

Link:

https://www.youtube.com/watch?v=qoCzF-ZDqsA&list=PLAEIQievNq8_IoNhHpnw2L3UBcDsyYvXf&index=21

Videobeschreibung

WIEDERHOLUNG: Alkane, Alkene, Alkine und Aromaten [00:07:10]

ALKANE: radikalische Substitutionen (S_R) [00:12:00] / Radikalkettenprozesse [00:18:40] / Einelektronenverschiebungspfeile [00:28:00] / Bindungsdissoziationsenergie [00:31:10] / Radikalzwischenstufen [00:37:20]

ALKENE: elektrophile Addition (A_E) [00:51:30] / Stereospezifität [00:54:00] / Regioselektivität [01:19:10] / Addition von HX [01:19:10] / Addition von Wasser [01:25:20]

Schwerpunkt des 11. Teil des Kurses „organische Chemie“ sind die chemischen Reaktionen von Alkanen und Alkenen, Molekülen mit C=C-Doppelbindungen. Als Warm-up wiederholen wir die essentiellsten Grundlagen der polaren Reaktionen (00:02:00). Dann lernen Sie die verschiedenen Kohlenwasserstoffe Alkane, Alkene, Alkine und Aromaten kennen (00:07:10). Die Alkane finden wir in der Natur in Erdgas und Erdöl, auch Fette sind diesen gesättigten Kohlenwasserstoffen ähnlich (00:10:10).

Während die Alkane bevorzugt radikalische Substitution eingehen, addieren Alkene an Elektrophile. Elementares Brom und Chlor reagieren mit gesättigten Alkanen zu den entsprechenden Alkylhalogeniden (00:12:00). Bei diesen radikalischen Substitutionen (S_R) wird zunächst ein Radikal durch eine Startreaktion gebildet (00:15:10). Dieses Radikal initiiert dann einen Radikalkettenprozess, bei dem diese Radikalzwischenstufe wieder regeneriert wird (00:18:40). Bei diesen Umsetzungen können verschiedene Konstitutionsisomere entstehen (00:25:10). Da die isomeren Produkte aus radikalischen Substitutionen durch Umsetzung an unterschiedlichen Positionen des Startmoleküls

hervorgehen, spricht man von Positionselektivität (00:27:20). Bei radikalischen Reaktionen werden Einelektronenverschiebungspfeile mit einer halben Pfeilspitze eingesetzt (00:28:00). Die Positionselektivität kann durch die Stabilität von Radikalzwischenstufen erklärt werden, die durch Bindungsdissoziationsenergien bestimmt werden kann (00:31:10). Radikale werden sowohl durch positive und negative induktive als auch mesomere Effekte stabilisiert (00:37:20). Nicht nur elementares Chlor oder Brom dienen als Halogen-Quelle, sondern auch *N*-Halogensuccinimide wie NBS (00:45:40).

In der zweiten Hälfte des Kurses beschäftigen wir uns mit elektrophile Additionen (A_E) an Alkene, die nukleophile Eigenschaften haben (00:51:30). Bei der Addition von Halogenen wie Brom und Chlor an cyclische Alkene entstehen ausschließlich *trans*-konfigurierte Produkte (00:54:00). Die ausschließliche Bildung eines Stereoisomeres auf Grund des Reaktionsmechanismus wird als Stereospezifität bezeichnet, bei Additionen an Alkene handelt es sich überwiegend um *trans*- und nicht um *cis*-Additionen. Transformationen von unsymmetrische Alkene mit Elektrophilen führen zu Konstitutionsisomeren als Produkte (01:13:20). Diese Isomere gehen aus der Umwandlung der selben funktionellen Gruppe hervor und werden daher als Regioisomere bezeichnet. Die Regioelektivität kann durch die Stabilität von Carbeniumionenzwischenstufen erklärt werden (01:19:10). Auch HCl, HBr und HI reagieren mit C=C-Doppelbindungen zu Alkylhalogeniden. Die Addition von Wasser erfordert einen Brønsted-Säure-Katalysator (01:25:20).

Die Playlist mit allen Teilen des Kurses und Live-Streams finden Sie unter:

https://www.youtube.com/playlist?list=PLAEIQievNq8_IoNhHpnw2L3UBcDsyYvXf

Eine Beschreibung der Inhalte aller Kursteile und das Skript sind unter dem folgenden Link verfügbar:

<https://www.peterhuylab.de/youtube/>

Das Passwort für den Bereich „teaching materials“ mit dem Kursskript kann von Prof. Huy (peter.huy[at]uni-rostock.de) erhalten werden. Für diese Kurseinheit wurde auf die Folien 1 – 19 des „Kapitel 6: Chemie der Alkane, Alkene und Alkine“ zurückgegriffen.

Dieses Video ist eine unbearbeitete Aufnahme des Live-Streamings der Vorlesung „Organische Chemie für Biowissenschaften und Lehramt Biologie“ von Prof. Dr. Peter Huy vom 12.05.21 am Institut für Chemie der Universität Rostock.

Tags

organische Chemie, Lehrvideos, Vorlesung, Biochemie, Institut für Chemie, Hybrid-Lehre, Reaktionsmechanismen, Open Educational Resources, Massive Open Online Courses, Universität Rostock

Organische Chemie Teil 12: Reaktionen der Alkene

Kapitel 6: Chemie der Alkane, Alkene und Alkine / Folie 19 - 29

Link:

https://www.youtube.com/watch?v=OKUFVULvgZ4&list=PLAEIQievNq8_IoNhHpnw2L3UBcDsyYvXf&index=19

Videobeschreibung

WIEDERHOLUNG RADIKALISCHE SUBSTITUTION: Bindungsdissoziationsenergie und Stabilität von Radikalen [00:01:10] / Positionsselektivität [00:11:40]

ELEKTROPHILE ADDITIONEN AN ALKENE: Grundlagen [00:19:40] / Addition von HX [00:20:10] / Additionen von Wasser [00:28:30] / Halogenen in Wasser [00:46:10] / Transformation Halohydrine in Epoxide [01:03:10] / Epoxidierung [01:04:40] / Stereospezifität, trans- und cis-Addition [01:13:30] / Hydrierung [01:22:55]

In diesem Teil des Kurses „Organische Chemie“ widmen wir uns den Reaktionen der Alkane und Alkene, bei denen es sich um Kohlenwasserstoff mit einer Doppelbindung handelt. Zu Beginn wiederholen wir, wie die Stabilität von Radikalen die Bindungsdissoziationsenergie von C-H-Bindungen beeinflussen (00:01:10). Die relativen Radikalstabilitäten sind entscheidend für die Positionsselektivität von radikalischen Halogenierungen. Bromierungen von Alkanen verlaufen in der Regel mit einer besseren Positionsselektivität als Chlorierungen (00:11:40). Dies ist auf die endergonisch Natur der Abstraktion eines Wasserstoffatoms vom Alkanedukt durch ein Bromradikal zurückzuführen.

Alkene gehen als Nukleophile polare Additionsreaktionen mit Elektrophilen ein (00:19:40). Neben der Umsetzung von Hydrogenhalogeniden (00:20:10) lernen Sie Additionen von Wasser (00:28:30) und Halogenen in Wasser (00:46:10), aus denen Halohydrine hervorgehen, kennen. Wasser-Additionen an Olefine, die auch als Hydratisierung bezeichnet werden, spielen eine wichtige Rolle in der Biochemie: Ein Beispiel ist die Umwandlung von Citrat über cis-Aconitat in Isocitrat im Citrat-Cyclus (00:38:00). Bei unsymmetrischen Alkenen können Konstitutionsisomere als Produkte entstehen, die auch Regioisomere genannt werden. Die Regioselektivität wird auf relative Stabilität von Carbeniumionzwischenstufen zurückgeführt.

Unter basischen reagieren Halohydrine zu Epoxiden, bei denen es sich um dreigliedrige Heterocyclen mit einem O-Atom handelt, weiter (01:03:10). Mit Peroxycarbonsäuren wie MCPBA (meta-Chlorperoxybenzoesäure) können C=C-Doppelbindungen direkt in Epoxide umgewandelt werden (01:04:40). Diese Oxidationen verlaufen stereospezifisch als cis-Additionen, die Konfiguration der Startmaterialien bestimmt die der Produkte (01:13:30). Additionen von Halogenen wiederum sind trans-Additionen, aus denen Dihalogenoalkane und in Wasser Halohydrine hervorgehen. Additionen von Wasserstoff spielen auch in der Natur eine wichtige Rolle (01:22:55), wie zum Beispiel bei der Synthese von Fetten mit Acyl-Coenzym A und Flavinadenindinukleotid (FADH₂, 01:27:10).

Die Playlist mit allen Teilen des Kurses und Live-Streams finden Sie unter:

https://www.youtube.com/playlist?list=PLAEIQievNq8_loNhHpnw2L3UBcDsyYvXf

Eine Beschreibung der Inhalte aller Kursteile und das Skript sind unter dem folgenden Link verfügbar:

<https://www.peterhuylab.de/youtube/>

Das Passwort für den Bereich „teaching materials“ mit dem Kursskript kann von Prof. Huy (peter.huy[at]uni-rostock.de) erhalten werden. Für diese Kurseinheit wurde auf die Folien 19 – 29 des „Kapitel 6: Chemie der Alkane, Alkene und Alkine“ zurückgegriffen.

Dieses Video ist eine unbearbeitete Aufnahme des Live-Streamings der Vorlesung „Organische Chemie für Biowissenschaften und Lehramt Biologie“ von Prof. Dr. Peter Huy vom 18.05.21 am Institut für Chemie der Universität Rostock.

Tags

organische Chemie, Lehrvideos, Vorlesung, Biochemie, Institut für Chemie, Hybrid-Lehre, Reaktionsmechanismen, Open Educational Resources, Massive Open Online Courses, Universität Rostock

Organische Chemie Teil 13: Alkine und Aromaten

Kapitel 6: Reaktionen der Alkane, Alkene und Alkine / Folie 30 - 36

Kapitel 7: Aromaten / Folie 1 - 12

Link:

https://www.youtube.com/watch?v=laJFcD5IIW8&list=PLAEIQievNq8_loNhHpnw2L3UBcDsyYvXf&index=19

Videobeschreibung

ALKENE: Zusammenfassung elektrophile Additionen [00:00:40]

ALKINE: Halogenierung [00:11:00] / Addition von HX [00:13:00] / Addition von Wasser [00:18:00] / Hydrierung [00:19:50] / Deprotonierung und Alkylierung [00:22:00]

AROMATEN: Benzol [00:40:10] / Vorkommen in der Natur [00:44:00] / Hückel-Regel [00:47:10] / Heteroaromaten [00:51:20] / Nukleotide [01:06:50]

In Teil 13 der Reihe „Organische Chemie“ fokussieren wir uns auf die Reaktionen der Alkine und auf die Stoffklasse der Aromaten. Als Einstieg fassen wir die Reaktionen der Alkene zusammen: Während Halogenierungen *trans*-Additionen sind, verlaufen Epoxidierungen und Hydrierungen als *cis*-Additionen (00:00:40). Diesen Transformationen liegt derselbe allgemeine Mechanismus zu Grunde (00:05:00). Reaktionen von Olefinen mit Hydrogenhalogeniden und Wasser unter *Broensted*-Säure-Katalysatoren sind nicht stereospezifisch.

Die Reaktivität der Alkine ähnelt der der Alkene, auch hier sind elektrophile Additionen bevorzugt (00:10:20). Die Oxidation mit Halogenen liefert *trans*-Dihaloalkene (00:11:00), Additionen von Hydrohalogeniden führen zu Alkenylhalogeniden (00:13:00). In Gegenwart einer Säure als Katalysator gehen aus Additionen von Wasser Ketone hervor (00:18:00). Der Lindlar-Katalysator ermöglicht die Synthese von *cis*-Alkenen unter Wasserstoff-Atmosphäre (00:19:50). Terminale Alkine weisen eine hohe C-H-Acidität auf und lassen sich mit starken Basen zu Carbanionen deprotonieren (00:22:00). Diese Alkinylianionen sind gute Nukleophile, die mit Alkylhalogeniden alkyliert werden können. Alkine sind in der Natur nur selten zu finden, das Endiin-Antibiotikum Calicheamicin ist ein Beispiel (00:30:50).

Im Folgenden stellen wir Ihnen eine wichtige Verbindungsklasse, die Aromaten, vor (00:39:30). Wir dabei zunächst analysieren die Bindungsverhältnisse dieser Moleküle am Beispiel des Benzols, einer krebserregenden Chemikalie (00:40:10). Aromaten finden wir in der Natur in Nukleinsäuren, Coenzymen, Steroiden und Aminosäuren und in urbanen Umgebungen auch in Kaffee (00:44:00). Es handelt sich dabei um cyclische und planare Moleküle mit ausgedehnten pi-Systemen. An Hand der Hückel-Regel können wir bestimmen, ob eine chemische Verbindung ein Aromat ist (00:47:10).

Im Folgenden werden verschiedene Aromaten und Heteroaromaten vorgestellt, wie Naphthalin (00:49:50), Pyridin (00:51:20), Pyrimidin (00:59:30), Pyrrol (01:08:30), Imidazol (01:13:30), Furan (01:21:40), Thiophen, Oxazol und Thiazol (01:26:10) und Indol (01:28:00) vorgestellt. Diese Strukturen tauchen in Nikotinamidadenindinukleotid (NAD⁺), den Aminosäuren Histidin und Tryptophan und den Nukleobasen Uracil, Thymin und Cytosin.

Die Furanose-Isomere der Kohlenhydrate sind von Furan abgeleitet. Die Nucleobasen wiederum sind wichtige Bausteine für Nucleotide wie ATP, Coenzym A und NAD⁺ und das menschliche Erbgut DNA (01:06:50). Wir diskutieren wann freie Elektronenpaare von Ringheteroatomen am pi-System beteiligt sind und wann das nicht der Fall ist (01:11:30).

Die Playlist mit allen Teilen des Kurses und Live-Streams finden Sie unter:

https://www.youtube.com/playlist?list=PLAEIQievNq8_IoNhHpnw2L3UBcDsyYvXf

Eine Beschreibung der Inhalte aller Kursteile und das Skript sind unter dem folgenden Link verfügbar:

<https://www.peterhuylab.de/youtube/>

Das Passwort für den Bereich „teaching materials“ mit dem Kursskript kann von Prof. Huy (peter.huy[at]uni-rostock.de) erhalten werden. Für diese Kurseinheit wurde auf die Folien 30 – 36 des „Kapitel 6: Chemie der Alkane, Alkene und Alkine“ und 1 – 12 des „Kapitel 7: Aromaten“ zurückgegriffen.

Dieses Video ist eine unbearbeitete Aufnahme des Live-Streamings der Vorlesung „Organische Chemie für Biowissenschaften und Lehramt Biologie“ von Prof. Dr. Peter Huy vom 19.05.21 am Institut für Chemie der Universität Rostock.

Tags

organische Chemie, Lehrvideos, Vorlesung, Biochemie, Institut für Chemie, Hybrid-Lehre, Reaktionsmechanismen, Open Educational Resources, Massive Open Online Courses, Universität Rostock

Organische Chemie Teil 14: Aromaten

Kapitel 7: Aromaten / Folie 13 - 41

Link:

https://www.youtube.com/watch?v=SOb8-698dH0&list=PLAEIQievNq8_IoNhHpnw2L3UBcDsyYvXf&index=17

Videobeschreibung

AROMATEN: Heteroaromaten [00:05:10] / elektrophile aromatische Substitution (S_EAr) [00:10:40] / KKK- und SSS-Regel [00:34:00] / Halogenierungen [00:42:20] / Regioselektivität [00:43:20] Nitrierungen [00:55:50] / Sulfonierungen [01:12:20] / Friedel-Crafts-Alkylierung [01:18:40] / thermodynamische und kinetische Kontrolle [01:20:50] / Friedel-Crafts-Acylierung [01:25:00]

Im 14. Teil tauchen wir tiefer in die Welt der Aromaten ein. Zunächst wiederholen wir, wann freie Elektronenpaar von Heteroatomen zu dem pi-System eines Aromaten gezählt werden und wann nicht (00:02:30). Anschließend werden die Heteroaromaten Purin (00:05:10), Adenin und Guanin (00:06:00), Isoalloxazin (00:07:10), ein in Flavinadenindinukleotid (FAD) vorkommendes Anthracenderivat, und Porphyrine (00:09:10), die wir in Cytochromen finden vorgestellt.

Dann befassen wir uns mit der Reaktivität von Aromaten: Während Alkene bevorzugt Additionen eingehen, finden mit Aromaten bevorzugt Substitutionen statt (00:10:40). Eine Addition würde zu einem nicht aromatischen Produkt führen. Im Gegensatz dazu liefern Substitutionen Aromaten als Produkte, die aromatische Stabilisierungsenergie bleibt erhalten (00:15:50). Elektrophile aromatische Substitutionen (S_EAr) verlaufen über ein nicht aromatisches Carbeniumion, das auch als sigma-Komplex oder Wehland-Intermediat bezeichnet wird (00:27:30).

Im Folgenden lernen Sie Halogenierungen (00:42:20), Nitrierungen (00:55:50), Sulfonierungen (01:12:20) und Friedel-Crafts-Alkylierungen und -Acylierungen von Arenen kennen (00:31:50). Auf Grund der hohen Aktivierungsbarriere sind meisten Katalysatoren für diese Substitutionen notwendig, hohe Temperaturen und Bestrahlung mit Licht führen zu radikalischen Substitution in benzyllischer Position (00:34:00). Die elektrophile Spezies wird entweder durch einen Lewis- oder Brønsted-Säure-Katalysator gebildet.

Reaktionen mit monosubstituierten Aromaten können zu Bildung von drei verschiedenen Regiosomeren führen: Dem para-, meta- und ortho-Produkt (00:38:10). Transformationen von Aromaten mit elektronenschiebende Gruppen führen bevorzugt zu den para- und ortho-Konstitutionsisomeren (00:43:20), während solche mit elektronenziehenden Substituenten bevorzugt das meta-Produkt ergeben (01:02:20). Diese Selektivität kann durch Stabilisierung und Destabilisierung der positiven Ladung im Wehland-Intermediat durch den Substituenten rationalisiert werden.

Am Beispiel einer Friedel-Crafts-Alkylierung (01:18:40) wird der Unterschied zwischen kinetischer und thermodynamischer Kontrolle verdeutlicht (01:20:50). Abschließend wird an Hand einer exemplarischen Friedel-Crafts-Acylierung mit Thiophen gezeigt, dass die Regioselektivität von Substitutionen im Falle von Heteroaromaten ebenfalls auf die relative Stabilität von Carbeniumionen-Zwischenstufen zurückgeführt werden kann (01:25:00).

Die Playlist mit allen Teilen des Kurses und Live-Streams finden Sie unter:

https://www.youtube.com/playlist?list=PLAEIQievNq8_IoNhHpnw2L3UBcDsyYvXf

Eine Beschreibung der Inhalte aller Kursteile und das Skript sind unter dem folgenden Link verfügbar:

<https://www.peterhuylab.de/youtube/>

Das Passwort für den Bereich „teaching materials“ mit dem Kursskript kann von Prof. Huy (peter.huy[at]uni-rostock.de) erhalten werden. Für diese Kurseinheit wurde auf die 13 – 41 des „Kapitel 7: Aromaten“ zurückgegriffen.

Dieses Video ist eine unbearbeitete Aufnahme des Live-Streamings der Vorlesung „Organische Chemie für Biowissenschaften und Lehramt Biologie“ von Prof. Dr. Peter Huy vom 01.06.21 am Institut für Chemie der Universität Rostock.

Tags

Aromaten, Benzol, Furan, Thiophen, Pyrrol, Indol, Purin, Adenin, Guanin, Adenosintriphosphat, ATP, Anthracen, Isoalloxazin, Flavinadenindinukleotid, Coenzyme, pi-System, Cytochrome, elektrophile aromatische Substitutionen, sigma-Komplex, Wehland-Intermediat, Carbeniumionen, Chemoselektivität, Regioselektivität, KKK-Regel, SSS-Regel, Halogenierungen, Nitrierungen, Sulfonierungen, Friedel-Crafts-Alkylierungen, Friedel-Crafts-Acylierungen, para-Produkt, meta-Produkt, ortho-Produkt, positive mesomere Effekte, negative mesomere Effekte, positive induktive Effekte, negative induktive Effekte, Elektrophile, Nukleophile, Lewis-Säuren, Brønsted-Säuren, Brønsted-Säuren, Konstitutionsisomere, thermodynamische Kontrolle, kinetische Kontrolle, Arene

Übungen zu Teil 9 - 14

Link:

https://www.youtube.com/watch?v=w47FFWOImiY&list=PLAEIQievNq8_IoNhHpnw2L3UBcDsyYvXf&index=16

Videobeschreibung

ÜBUNGEN: Aufgabe 1 [00:01:50] / Aufgabe 2 [00:26:50] / Aufgabe 3 [00:45:30] / Aufgabe 4 [01:05:30]

In der zweiten Übungseinheit zur Vorlesung „Organische Chemie“ diskutieren wir radikalische Substitutionen bei Alkanen, elektrophile Additionen mit Alkenen und Alkinen, und elektrophile aromatische Substitutionen. In der ersten Aufgabe wird eine allylische

Bromierung mit N-Bromsuccinimid (NBS) diskutiert, wobei die Positionselektivität durch die Stabilität von Radikal-Zwischenstufen vorhergesagt werden kann (00:01:50). Aufgabe zwei behandelt stereospezifische Bromierungen von einem *E*- und einem *Z*-konfigurierten Olefin (00:26:50).

Anschließend gehen wir in Aufgabe 3 auf eine Säure-katalysierte Addition von Wasser an ein Alkin ein. Deprotonierung diese Alkines mit Natriumamid und Alkylierung mit Ethylchlorid ermöglicht die Etablierung einer neuen C-C-Bindung (00:45:30). In Aufgabe 4 lernen Sie eine Variante der Friedel-Crafts-Alkylierung kennen, bei der ein Alken durch Protonierung in ein reaktives, elektrophiles Carbeniumion überführt wird (01:05:30).

Die Playlist mit allen Teilen des Kurses und Live-Streams finden Sie unter:

https://www.youtube.com/playlist?list=PLAEIQievNq8_IoNhHpnw2L3UBcDsyYvXf

Eine Beschreibung der Inhalte aller Kursteile und das Skript sind unter dem folgenden Link verfügbar:

<https://www.peterhuylab.de/youtube/>

Das Passwort für den Bereich „teaching materials“ mit dem Kursskript und Übungen kann von Prof. Huy (peter.huy[at]uni-rostock.de) erhalten werden.

Dieses Video ist eine unbearbeitete Aufnahme des Live-Streamings der Vorlesung „Organische Chemie für Biowissenschaften und Lehramt Biologie“ von Prof. Dr. Peter Huy vom 08.06.21 am Institut für Chemie der Universität Rostock.

Tags

organische Chemie, Lehrvideos, Vorlesung, Biochemie, Institut für Chemie, Hybrid-Lehre, Reaktionsmechanismen, Open Educational Resources, Massive Open Online Courses, Universität Rostock

Organische Chemie Teil 15: Halogenalkane

Kapitel 8: Halogenalkane und Alkohole / Folie 1 - 17

Link: <https://www.youtube.com/watch?v=QWiuUvPsSkQ>

Inhalt

HALOGENALKAN: Struktur [00:08:20] / Nomenklatur [00:14:30] / Eigenschaften [00:18:40] / Reaktivität [00:28:20] / Synthese [00:37:40] / Abgangsgruppen [00:39:10] / bimolekulare

nukleophile Substitutionen S_N2 [00:48:10] / Walden-Inversion [00:58:10] / Einfluss Substratrückgrad [01:07:20] / Nukleophilie [01:13:20]

Im 15. Teil lernen Sie die Stoffklasse der Halogenalkane kennen. Dabei handelt es sich um Kohlenwasserstoff mit einfach gebundenen Halogenatomen. Zunächst gehen wir der Frage auf den Grund, warum Benzol krebserregend ist (00:01:30). Es folgt ein Überblick über die funktionellen Gruppen mit einer Kohlenstoff-Heteroatom-Bindung C-X (00:05:30). Kohlenstoff-Halogen-Bindungen finden wir zum Beispiel im Schilddrüsenhormon Thyroxin, in dem Süßstoff Sucralose und dem Insektizid DDT (00:08:20). Niedermolekulare Halogenkohlenwasserstoff dienen als Kühlmittel und organische Lösungsmittel (00:12:10).

Da die Halogene elektronegativer als Kohlenstoff sind, ist die Kohlenstoff-Halogen-Bindung zu dem Halogenatom polarisiert (00:18:40). Dadurch entsteht eine negative Partialladung am Halogenatom und eine positive am C-Atom. Nukleophile greifen also bevorzugt am C-Atom der C-X-Bindung an (00:28:20), während Elektrophile und Lewis-Säuren bevorzugt an das Halogenatom binden.

Halogenalkane gehen bevorzugt nukleophile Substitutionen oder Eliminierungen zu Alkenen ein (00:35:30). Bei beiden Reaktionstypen fungiert das Halogenatom als Abgangsgruppe. Da Chlorid-, Bromid- und Iodid-Anionen sehr schwache *Broensted*-Basen sind, handelt es sich diesen einatomigen Ionen um gute Abgangsgruppen (00:39:10). Organohalogenverbindungen werden durch radikalische Halogenierungen von Alkanen, elektrophile Additionen von Halogenen oder HX an Alkene und elektrophile aromatische Substitutionen synthetisiert (00:37:40).

In der zweiten Hälfte der Lehrveranstaltung lernen sogenannten bimolekulare Nukleophile Substitutionen (S_N2) kennen (00:48:10). Diese Umwandlungen verlaufen in einem einzigen Reaktionsschritt, bei dem die Bindung zur Abgangsgruppe heterolytische gebrochen und gleichzeitig die Bindung zum Nukleophil geknüpft wird. Im Übergangszustand verfügt das C-Atom, an dem der Austausch stattfindet, über fünf Bindungen, es ist trigonal-bipyramidal koordiniert (00:52:40). Diese Substitutionen mit einer Reaktionsordnung von zwei verlaufen unter stereochemischer Walden-Inversion (00:58:10). Auf Grund der hohen Anzahl an Substituenten im Übergangszustand (01:07:20) sind Methyl- und primäre Halogenide besonders gut für S_N2 -Reaktionen geeignet. An sp^2 -hybridisierten C-Atome laufen keine S_N2 -Substitutionen ab (01:11:50).

Neben der Kohlenstoffrückgrad hat auch die Stärke des Nucleophils einen signifikanten Einfluss auf die Reaktionsgeschwindigkeit (01:13:20). Die Qualität eines Nucleophils wird bestimmt durch Bronsted-Basizität und die Elektronegativität und sterische Abschirmung des nucleophilen Atoms (01:16:00).

Die Playlist mit allen Teilen des Kurses und Live-Streams finden Sie unter:

https://www.youtube.com/playlist?list=PLAEIQievNq8_IoNhHpnw2L3UBcDsyYvXf

Eine Beschreibung der Inhalte aller Kursteile und das Skript sind unter dem folgenden Link verfügbar:

<https://www.peterhuylab.de/youtube/>

Das Passwort für den Bereich „teaching materials“ mit dem Kursskript kann von Prof. Huy (peter.huy[at]uni-rostock.de) erhalten werden. Für diese Kurseinheit wurde auf die 1 – 17 des „Kapitel 8: Halogenalkane und Alkohole“ zurückgegriffen.

Dieses Video ist eine unbearbeitete Aufnahme des Live-Streamings der Vorlesung „Organische Chemie für Biowissenschaften und Lehramt Biologie“ von Prof. Dr. Peter Huy vom 02.06.21 am Institut für Chemie der Universität Rostock.

Tags

organische Chemie, Lehrvideos, Vorlesung, Biochemie, Institut für Chemie, Hybrid-Lehre, Reaktionsmechanismen, Open Educational Resources, Massive Open Online Courses, Universität Rostock

Organische Chemie Teil 16: Substitutionen und Eliminierungen

Kapitel 8: Halogenalkane / Folien 18 - 41

Link:

https://www.youtube.com/watch?v=AQG8AA5xeYo&list=PLAEIQievNq8_IoNhHpnw2L3UBcDsyYvXf&index=15

Videobeschreibung

SUBSTITUTION: Allgemeine Bedeutung [00:11:00] / S-Adenosylmethionin (SAM) [00:12:20] / unimolekulare nucleophile Substitutionen (S_N1) [00:17:20] / Carbeniumionen [00:26:30]

ELIMINIERUNGEN: bimolekulare $E1$ Eliminierung [00:51:20 / 01:02:20] / unimolekulare $E1$ Eliminierungen [00:52:30 / 01:21:30] / unimolekulare $E1c_b$ Eliminierungen [00:54:00 / 01:27:10]

In dem 16. Kursteil gehen wir insbesondere auf Substitutionen und Eliminierungen am Beispiel der Stoffklasse der Halogenalkane ein. Zum Einstieg wiederholen wir den S_N2 -Mechanismus (00:01:00) und verschiedene Nukleophile (00:08:10). Nukleophile Substitutionen sind von herausragender Bedeutung, da Sie die Generierung einer Vielzahl von Bindungen wie C-O, C-N, C-S und C-C ermöglichen (00:11:00). In bimolekularen nukleophilen Substitutionen (S_N2) wird die Abgangsgruppe in einem einzigen Schritt durch das Nukleophil ersetzt. Auch in der Biochemie spielen S_N2 -Reaktionen eine Rolle wie bei der Synthese von S-Adenosylmethionin (SAM) und der Methylierung von biogenen Aminen durch dieses Coenzym (00:12:20).

Substitutionen können auch über ein Carbeniumion als Zwischenstufen verlaufen: Hier wird erst die Abgangsgruppe eliminiert, bevor das Nukleophil an dieses elektrophile Intermediat addiert (00:17:20). Besonders schnell verlaufen diese unimolekularen nukleophilen Substitutionen (S_N1 / 00:21:20) mit tertiären Substraten (00:25:10), da hier die positive Ladung der Carbokation-Zwischenstufe am besten stabilisiert wird (00:26:30). Neben der Struktur des Substrats beeinflusst auch die Qualität des Nukleophiles und der Abgangsgruppe die Reaktionsgeschwindigkeit (00:40:20). Da Carbeniumionen achiral sind, resultieren aus enantiomerenangereicherten Edukten racemische Produkte (00:44:10). Auch in der belebten Natur können wir S_N1 -Transformation wie bei der Biosynthese von Oligo- und Polysacchariden, Iminen und Enaminen beobachten (00:46:30).

Eliminierungen können über drei verschiedene Mechanismen ablaufen (00:49:20): Bimolekulare Eliminierungen ($E2$) sind konzertiert, das abgespaltene Proton und die Abgangsgruppe liegen im Übergangszustand in einer anti-periplanaren Konformation vor (00:51:20 / 01:02:20). Sogenannte $E1$ -Eliminierungen verlaufen ähnlich wie S_N1 -Reaktionen über ein Carbeniumion als Zwischenstufe (00:52:30 / 01:21:30). Bei $E1c_b$ -Eliminierung schließlich findet die Deprotonierung vor der Abspaltung der Abgangsgruppe statt (00:54:00 / 01:27:10). In dieser Kurseinheit lernen Sie außerdem die wichtigsten *Broensted*-Basen für Eliminierungsreaktionen in der organischen Synthese (00:58:20) und der Biochemie (01:00:40) kennen.

Bei Eliminierungen können verschiedene Regiosomere entstehen, das höher substituierte thermodynamisch stabilere Saytzeff-Produkt und das niedriger substituierte Hoffmann-Alkene (01:04:50 / 01:25:40). Die Umwandlung von Halbaminalen, die aus der Addition von Carbonylverbindungen und Aminen hervorgehen, in Imine und Enamine läuft nach einem $E1$ -Mechanismus ab (01:22:40).

Die Playlist mit allen Teilen des Kurses und Live-Streams finden Sie unter:

https://www.youtube.com/playlist?list=PLAEIQievNq8_loNhHpnw2L3UBcDsyYvXf

Eine Beschreibung der Inhalte aller Kursteile und das Skript sind unter dem folgenden Link verfügbar:

<https://www.peterhuylab.de/youtube/>

Das Passwort für den Bereich „teaching materials“ mit dem Kursskript kann von Prof. Huy (peter.huy[at]uni-rostock.de) erhalten werden. Für diese Kurseinheit wurde auf die 18 – 41 des „Kapitel 8: Halogenalkane und Alkohole“ zurückgegriffen.

Dieses Video ist eine unbearbeitete Aufnahme des Live-Streamings der Vorlesung „Organische Chemie für Biowissenschaften und Lehramt Biologie“ von Prof. Dr. Peter Huy vom 09.06.21 am Institut für Chemie der Universität Rostock.

Tags

organische Chemie, Lehrvideos, Vorlesung, Biochemie, Institut für Chemie, Hybrid-Lehre, Reaktionsmechanismen, Open Educational Resources, Massive Open Online Courses, Universität Rostock

Organische Chemie Teil 17: Eliminierungen und Alkohole

Kapitel 8: Halogenalkane / Folien 42 - 48

Kapitel 9: Alkohole und Ether / Folien 1 - 8

Link:

https://www.youtube.com/watch?v=loxZXuKBozl&list=PLAEIQievNq8_loNhHpnw2L3UBcDsyYvXf&index=14

Videobeschreibung

ELIMINIERUNGEN: E2-Eliminierung [00:01:20] / E1-Eliminierung [00:06:40] / E1cb-Eliminierung [00:09:10] / Konkurrenz Eliminierung und Substitution [00:31:40]

HALOGENALKANE: Metallorganyle [00:47:10] / Umpolung [00:54:40]

ALKOHOL: Struktur [01:04:40] / Nomenklatur [01:08:20] / Eigenschaften [01:12:00] / Reaktivität [01:24:20]

In dem 17. Teil des Kurses gehen wir auf Eliminierungs-Reaktionen und die Stoffklasse der Alkohole ein. Für Eliminierungen sind drei verschiedene Reaktionsmechanismen für die Biochemie besonders wichtig: Bei E2-Eliminierung finden Deprotonierung und Abspaltung

der Abgangsgruppe synchron in einem einzigen Schritt statt (00:01:20). Dabei müssen die Abgangsgruppe und das zu eliminierende H-Atome in einer anti-periplanaren Konformation vorliegen. In E1-Eliminierungen wird zunächst die Abgangsgruppe abgetrennt, es entsteht ein Carbeniumion als Zwischenstufe wie bei SN1-Substitutionen (00:06:40). Erst im zweiten Schritt führt eine Deprotonierung zu dem Alkenprodukt. Bei E1cb-Eliminierungen schließlich findet erst die Deprotonierung statt, es bildet sich ein Carbanion als Zwischenstufe. Eliminierung der Abgangsgruppe führt dann zu Olefinen als Produkten (00:09:10). Im Folgenden analysieren wir die Struktur von Carbanionen, die durch elektronenentziehende –M- und –I-Effekte wie im Fall von Enolaten stabilisiert werden (00:15:30). Da es in der Natur viele Moleküle mit elektronenentziehenden Carbonyl-Gruppen gibt, finden wir hier besonders viele E1cb-Eliminierungen (00:27:30).

Wann finden Substitutionen statt, wann Eliminierungen? Wird ein S_N1- oder S_N2- oder E1, E2 oder E1cb-Mechanismus bevorzugt? Diese Fragen diskutieren wir ausführlich in dieser Kurseinheit an Hand von der Reaktionstemperatur (00:31:40), Nukleophilie und Broensted-Basizität (00:34:40) und der Struktur des Startmaterials basierend auf relativen Stabilitäten von Zwischenstufen und Übergangszuständen (00:37:30).

Metallorganyle sind organische Verbindungen, die Metalle wie Mg oder Li enthalten (00:47:10). Diese Verbindungen verhalten sich wie Carbanionen, sie sind starke Nucleophile (00:51:50) und Broensted-Basen (00:49:00). Diese Reagenzien werden durch eine Umpolung aus Alkylhalogeniden hergestellt (00:54:40). Umpolungs-Reaktionen treten häufig in der Natur auf (00:57:40), Beispiele hierfür sind Transaminierungen, Decarboxylierungen von Aminosäuren und die Synthese von Acetyl-Coenzym A aus Pyruvat mit Thiaminpyrophosphat als Katalysator.

Im finalen Drittel des Kurses führen wir die Stoffklasse der Alkohole ein, bei denen es sich um Alkane mit Hydroxy-Gruppen handelt (01:04:40). Alkohole finden wir sehr häufig in Biomolekülen, Beispiele sind Kohlenhydrate wie Glucose und Furanose, Glycerin, Milchsäure und Tyrosin (01:05:10). Neben der Nomenklatur (01:08:20) diskutieren wir Hybridisierungen, Partiaalladungen und Reaktivitäten auf der Basis von induktiven und mesomeren Effekten (01:12:00). Alkohole reagieren bevorzugt in nucleophilen Substitutionen und Eliminierungen (01:24:20). Da Hydroxid Anionen starke Broensted-Basen sind, sind sie schlechte Abgangsgruppen. Deshalb ist eine Aktivierung durch Protonierung mittels einer starken Broensted-Säure notwendig (01:26:30).

Die Playlist mit allen Teilen des Kurses und Live-Streams finden Sie unter:

https://www.youtube.com/playlist?list=PLAEIQievNq8_IoNhHpnw2L3UBcDsyYvXf

Eine Beschreibung der Inhalte aller Kursteile und das Skript sind unter dem folgenden Link verfügbar:

<https://www.peterhuylab.de/youtube/>

Das Passwort für den Bereich „teaching materials“ mit dem Kursskript kann von Prof. Huy (peter.huy[at]uni-rostock.de) erhalten werden. Für diese Kurseinheit wurde auf die 42 – 48 des „Kapitel 8: Halogenalkane und Alkohole“ und 1 – 8 des „Kapitel 9: Alkohole und Ether“ zurückgegriffen.

Dieses Video ist eine unbearbeitete Aufnahme des Live-Streamings der Vorlesung „Organische Chemie für Biowissenschaften und Lehramt Biologie“ von Prof. Dr. Peter Huy vom 15.06.21 am Institut für Chemie der Universität Rostock.

Tags

organische Chemie, Lehrvideos, Vorlesung, Biochemie, Institut für Chemie, Hybrid-Lehre, Reaktionsmechanismen, Open Educational Resources, Massive Open Online Courses, Universität Rostock

Organische Chemie Teil 18: Alkohole und Ether

Kapitel 9: Alkohole und Ether / Folie 5 - 27

Link: <https://www.youtube.com/watch?v=oxYLVIIleyg>

Videobeschreibung

WIEDERHOLUNG: Umpolung [00:01:30] / Struktur der Alkohole [00:06:40]

ALKOHOLE: Reaktivität [12:20:00] / physikalische Eigenschaften [00:15:00] / Ampholyte [00:19:00] / Synthese [00:29:50] / Reduktionen mit NADH [00:34:10] / Oxidation [00:41:00] / Transformation in Alkylhalogenide [00:48:40] / Umwandlung in Sulfonate und Veretherung [00:52:00] / Eliminierung zu Alkenen [00:58:30] / Phenole [01:09:50]

ETHER: Eigenschaften [01:17:00] / Nomenklatur [01:19:40] / Reaktivität [01:24:00]

Der Schwerpunkt des 18. Teil des Kurses „Organische Chemie“ sind die Stoffklassen der Alkohole und Ether. Zu Beginn wiederholen wir das Konzept der Umpolung (00:01:30) und die Struktur der Stoffklasse der Alkohole (00:06:40). Da OH-Gruppen schlechte Abgangsgruppen sind, werden Alkohole durch eine Protonierung mit starken Brønsted-Säuren für nukleophile Substitutionen und Eliminierungen aktiviert (12:20:00). Auf Grund von Wasserstoff-Brückenbindungen weisen Alkohole hohe Siedepunkte auf und sind in der

Regel gut mit Wasser mischbar (00:15:00). In der Tat sind Alkohol Ampholyte: Starke Brønsted-Basen deprotonieren Alkohole zu anionischen Alkoholaten, die stärkere Nukleophile als neutrale Alkohole sind (00:19:00).

Synthesen von Alkoholen durch Additionen von Wasser an Alkene und Hydrolyse von Alkylhalogeniden haben Sie schon in den Teilen 11, 12, 15 und 16 kennen gelernt (00:29:50). Auch die Reduktion von Carbonylverbindungen liefert Alkohole als Produkte. In der Biochemie werden Ketone und Aldehyde mit dem Coenzym Nikotinamidadenindinukleotid (NADH) zu Alkoholen reduziert (00:34:10). Additionen von Carbanionen wie Grignard-Verbindungen an Carbonylverbindungen ermöglicht ebenfalls die Synthese von Alkoholen (00:40:00).

Alkohole können mit Chrom(+VI)-Verbindungen zu Aldehyden, Ketonen und Carbonsäuren oxidiert werden (00:41:00). Analoge Oxidation werden in der Natur durch die oxidierte Form des Coenzym Nikotinamidadenindinukleotid (NAD⁺) vermittelt (00:46:10). Gerade tertiäre Alkohol werden durch Reaktion mit HCl, HBr oder HI in die entsprechenden Alkylhalogenide überführt (00:48:40). Primäre und sekundäre Chloralkane sind durch Einwirkung von Thionylchlorid auf die korrespondierenden Alkohole zugänglich (00:50:20). Alkohole können auch durch Veresterung mit Sulfonsäurechloriden als Sulfonate aktiviert werden (00:52:00). Sowohl Sulfonate als auch Halogenkohlenwasserstoff reagieren mit Alkoholatsalzen in S_N2-Substitutionen zu Ethern. Auch unter sauren Bedingungen können Ether aus Alkoholen gemäß einer S_N1-Substitution hergestellt werden (00:56:20).

Bei hohen Temperaturen reagieren Alkohole in Gegenwart von Brønsted-Säuren zu Alkenen (00:58:30). Zum Abschluss des Kapitels Alkohole gehen wir auf aromatische Derivate ein: Wichtige Beispiele für Phenole sind Paracetamol, Vanillin und Hydrochinon (01:09:50). Ubichinol ist ein Derivat des Hydrochinons, das ein wichtiger Elektronentransporter in der Atmungskette ist (01:13:40). An Hand von Resonanzstrukturen werden im Finale Partialladungen und Reaktivitäten von Ethern erklärt und auf deren Nomenklatur eingegangen (01:17:00).

Bei 1:13:00 sind die Begriffe Oxidation und Reduktion in der oberen Reaktionsgleichung vertauscht worden.

Die Playlist mit allen Teilen des Kurses und Live-Streams finden Sie unter:

https://www.youtube.com/playlist?list=PLAEIQievNq8_loNhHpnw2L3UBcDsyYvXf

Eine Beschreibung der Inhalte aller Kursteile und das Skript sind unter dem folgenden Link verfügbar:

<https://www.peterhuylab.de/youtube/>

Das Passwort für den Bereich „teaching materials“ mit dem Kursskript kann von Prof. Huy (peter.huy[at]uni-rostock.de) erhalten werden. Für diese Kurseinheit wurde auf die Folien 5 – 27 des „Kapitel 9: Alkohole und Ether“ zurückgegriffen.

Dieses Video ist eine unbearbeitete Aufnahme des Live-Streamings der Vorlesung „Organische Chemie für Biowissenschaften und Lehramt Biologie“ von Prof. Dr. Peter Huy vom 16.06.21 am Institut für Chemie der Universität Rostock.

Tags

organische Chemie, Lehrvideos, Vorlesung, Biochemie, Institut für Chemie, Hybrid-Lehre, Reaktionsmechanismen, Open Educational Resources, Massive Open Online Courses, Universität Rostock

Organische Chemie Teil 19: Ether, Thiole und Sulfide

Kapitel 9: Alkohole und Ether / Folie 27-37

Kapitel 10: Thiole, Sulfide und Amine / Folie 1-11

Link:

https://www.youtube.com/watch?v=ZlHFQvHibQw&list=PLAEIQievNq8_IoNhHpnw2L3UBcDsyYvXf&index=12

Videobeschreibung

WIEDERHOLUNG: Reaktivität Alkohole [00:02:10]

ETHER: Chemoselektivität Substitution und Eliminierung [00:06:40] / Reaktivität [00:09:50] / physikalische Eigenschaften [00:17:30] / Synthese [00:20:00] / Synthese von Epoxiden [00:29:00] / Reaktionen der Ether [00:39:00] / Reaktionen der Epoxide [00:53:50]

THIOLE UND SULFIDE: Struktur [01:00:00] / Nomenklatur [01:06:10] / Unterschiede Sauerstoff und Schwefel [01:06:10] / Eigenschaften und Reaktivität [01:12:00] / Broensted-Acidität [01:18:30] / Synthese [01:24:00] / Sulfoniumsalze [01:25:50] / Coenzym SAM [01:29:40]

Die Themen des 19. Teil des Kurses „Organische Chemie“ sind die Stoffklassen Ether, Thiole und Sulfide mit den Elementen Sauerstoff und Schwefel. Als Wiederholung leiten wir zu Beginn die Partialladungen von Alkoholen an Hand von Grenzstrukturen her (00:02:10)

und befassen und mit der Frage, wann Substitutionen und wann Eliminierungen bevorzugt sind (00:06:40).

Im Folgenden ergründen wir die Eigenschaften und Reaktivität von aliphatischen und aromatischen Ethern mittels Grenzformeln und Partialladungen (00:09:50). Gesättigte Ether gehen unter Broensted-Säure-Katalyse nukleophile Substitutionen und Eliminierungen ein (00:15:10). Da sie anders als Alkohole keine Wasserstoffbrücken ausbilden, weisen sie niedrigere Siedepunkte auf und sind mit Wasser nicht mischbar (00:17:30). Ether können aus Alkoholen unter sauren Bedingungen oder durch Alkylierung von Alkoholatsalzen mit Halogenalkanen oder Sulfonaten synthetisiert werden (00:20:00). Epoxide, bei denen es sich um cyclische dreigliedrige Ether handelt, resultieren aus der stereospezifischen Umsetzung von Alkenen mit Persäuren wie MCPBA (00:29:00). Auch Halohydrine dienen als Ausgangsmaterialien für die Produktion von Epoxiden (00:30:40).

Unter sauren Reaktionsbedingungen lassen sich Ether über nukleophile Substitutionen oder Eliminierungen in Alkohole und Olefine überführen (00:39:00). Auch Epoxide können mittels Broensted-Säure-Katalyse oder starken nukleophilen einer Ringöffnung unterworfen werden (00:53:50).

Im Anschluss diskutieren wir die Stoffklassen der Thiole, Sulfide und Persulfide, die sich durch eine C-S Bindung auszeichnen (01:00:00). Dabei stellen wir ihnen zunächst Beispiele für schwefelhaltige Naturstoffe wie Cystein und Coenzym A vor (01:02:30) und diskutieren die Nomenklatur dieser Verbindungen (01:06:10). Wir gehen auch der Fragen nach, warum sich Schwefelverbindungen hinsichtlich ihrer Eigenschaften signifikant von ihren Sauerstoffanaloga unterscheiden (01:08:10). Die Reaktivität und Eigenschaften dieser Stoffklasse leiten wir im Anschluss aus Grenzstrukturen ab (01:12:00). Thiole sind stärkere Broensted-Säuren als Alkohole (01:18:30) und können durch Alkylierung von Hydrogensulfidsalzen hergestellt werden (01:24:00). Die Transformation von Thiolen mit Halogenalkanen oder Alkylsulfonaten führt zu Sulfiden, wobei eine weitere Alkylierung Sulfoniumsalze generiert (01:25:50). Das Coenzym S-Adenosylmethionin ist eine natürlich vorkommende Sulfoniumverbindung, die Methyl-Gruppen auf andere Moleküle transferiert (01:29:40).

Die Playlist mit allen Teilen des Kurses und Live-Streams finden Sie unter:

https://www.youtube.com/playlist?list=PLAEIQievNq8_loNhHpnw2L3UBcDsyYvXf

Eine Beschreibung der Inhalte aller Kursteile und das Skript sind unter dem folgenden Link verfügbar:

<https://www.peterhuylab.de/youtube/>

Das Passwort für den Bereich „teaching materials“ mit dem Kursskript kann von Prof. Huy (peter.huy[at]uni-rostock.de) erhalten werden. Für diese Kurseinheit wurde auf die Folien 27 – 37 des „Kapitel 9: Alkohole und Ether“ und 1 – 11 des „Kapitel 10: Thiole, Sulfide und Amine“ zurückgegriffen.

Dieses Video ist eine unbearbeitete Aufnahme des Live-Streamings der Vorlesung „Organische Chemie für Biowissenschaften und Lehramt Biologie“ von Prof. Dr. Peter Huy vom 23.06.21 am Institut für Chemie der Universität Rostock.

Tags

organische Chemie, Lehrvideos, Vorlesung, Biochemie, Institut für Chemie, Hybrid-Lehre, Reaktionsmechanismen, Open Educational Resources, Massive Open Online Courses, Universität Rostock

Organische Chemie Teil 20: Thiole, Sulfide und Amine

Kapitel 10: Thiole, Sulfide und Amine / Folie 11-31

Link: <https://www.youtube.com/watch?v=QuMYo08Pb-M>

Videobeschreibung

WIEDERHOLUNG: Struktur und Synthese von Thiolen und Sulfiden [00:00:30] / Coenzym SAM [00:06:10]

THIOLE UND SULFIDE: Sulfonsäuren [00:09:00] / Sulfonsäurederivate [00:15:30] / Sulfoxide und Sulfone [00:21:50] / Liponsäure und Biosynthese von Acetyl-Coenzym A [00:31:00]

AMINE: Struktur [00:38:40] / Nomenklatur [00:42:40] / Eigenschaften [00:45:40] / physikalische Eigenschaften [01:01:00] / Synthese von Aminen [01:03:35] / reduktive Aminierung [01:11:50] / Biosynthese von Glutamat [01:14:20] / Biosynthese von Aminosäuren durch Transaminierung [01:23:40]

Funktionelle Gruppen mit einer C-S oder C-N-Bindung, zu denen Thiole, Sulfide und Amine gehören, sind der Schwerpunkt des 20. Teils des Kurses „Organische Chemie“. Zur Einstimmung wiederholen wir die Strukturen der wichtigsten schwefelhaltigen Funktionen (00:00:30) und deren Synthese (00:04:50). Das Sulfoniumsalz S-Adenosylmethion (SAM) wird durch Alkylierung von Methionin mit Adenosintriphosphat (ATP) gewonnen und kann

Methylgruppen auf andere nukleophile Moleküle übertragen (00:06:10). Thiole können über Persulfide zu Sulfonsäuren oxidiert werden (00:09:00), deren Derivate sie ebenfalls in diesem Kurs kennen lernen (00:15:30): Hierzu zählen Sulfonsäurechloride, Ester, Sulfonate und Sulfonsäureamide. Sulfoxide und Sulfone werden durch Oxidation von Sulfiden mittels Wasserstoffperoxid oder Percarbonsäuren hergestellt (00:21:50). Liponsäure enthält eine Persulfidgruppe, die spielt eine wichtige Rolle in der Biosynthese von Acetylcoenzym A aus Pyruvat (00:31:00).

Amine zeichnen sich durch C-N-Einfachbindungen aus, sie leiten sich von Ammoniak ab (00:38:40). Aminofunktionen tauchen in vielen Naturstoffen auf wie den Aminosäuren und Nikotinamid (00:40:00). Neben der Nomenklatur (00:42:40) stellen wir ihnen auch die wichtigsten Eigenschaften Stickstoffhaltiger Moleküle vor (00:45:40): Amine sind schwache Brønsted-Basen und gute Nucleophile. Auf Grund von schwächeren Wasserstoffbrückenbindungen weisen Amine niedrigere Siedepunkte als Alkohole auf (01:01:00). Amine und Ammoniumsalze werden durch die Alkylierung von Aminen mit Halogenalkanen oder Alkylsulfonaten hergestellt (01:03:35). Primäre Amine können auch durch die Reduktion von Nitrilen und primären Carbonsäureamiden erhalten werden (01:07:30). Aromatische Amine wiederum resultieren aus der Reduktion von Nitroarenen (01:10:30). Auch aus reduktive Aminierung von Carbonylverbindungen mit Ammoniak oder primären Aminen gehen gesättigte Amine hervor (01:11:50). In der Tat wird die Aminosäure Glutaminsäure über eine reduktive Aminierung von alpha-Ketoglutarat, einem Metaboliten des Citrat-Cyclus, Ammoniak und dem Coenzym NADH biochemisch synthetisiert (01:14:20). Alle anderen proteinogenen Aminosäuren werden im menschlichen Körper durch Transaminierungen der entsprechenden alpha-Ketocarbonsäuren mit Glutaminsäure hergestellt (01:23:40).

Die Playlist mit allen Teilen des Kurses und Live-Streams finden Sie unter:

https://www.youtube.com/playlist?list=PLAEIQievNq8_loNhHpnw2L3UBcDsyYvXf

Eine Beschreibung der Inhalte aller Kursteile und das Skript sind unter dem folgenden Link verfügbar:

<https://www.peterhuylab.de/youtube/>

Das Passwort für den Bereich „teaching materials“ mit dem Kursskript kann von Prof. Huy (peter.huy[at]uni-rostock.de) erhalten werden. Für diese Kurseinheit wurde auf die Folien 11 – 32 des „Kapitel 10: Thiole, Sulfide und Amine“ zurückgegriffen.

Dieses Video ist eine unbearbeitete Aufnahme des Live-Streamings der Vorlesung „Organische Chemie für Biowissenschaften und Lehramt Biologie“ von Prof. Dr. Peter Huy vom 25.06.21 am Institut für Chemie der Universität Rostock.

Tags

organische Chemie, Lehrvideos, Vorlesung, Biochemie, Institut für Chemie, Hybrid-Lehre, Reaktionsmechanismen, Open Educational Resources, Massive Open Online Courses, Universität Rostock

Übungen zu Teil 15 - 20

Link:

https://www.youtube.com/watch?v=Twiq1IDgAj0&list=PLAEIQievNq8_loNhHpnw2L3UBcDsyYvXf&index=11

Videobeschreibung

ÜBUNGEN: Aufgabe 1 [00:00:30] / Aufgabe 2 [00:20:20] / Aufgabe 3 [00:33:00] / Aufgabe 4 [00:45:10]

In den dritten Übungen gehen wir auf die Themen Oxidation, Eliminierungen, nukleophile Substitutionen und Additionen und Umpolung ein. In Aufgabe 1 wird S-Adenosylhomocystein zunächst mit dem Coenzym Nikotinamidadenindinukleotid (NAD⁺) zu einem Keton oxidiert und das Produkt einer E1cb-Eliminierung unterworfen (00:00:30). Schwerpunkte der Aufgabe 2 sind Eliminierung und Substitutionen mit Alkoholen unter Broensted-Säure-Katalyse (00:20:20). Die Synthese eines Grignard-Reagenzes über eine Umpolung und die nukleophile Addition an einen Aldehyd wird in Aufgabe 3 besprochen (00:33:00). In Aufgabe 4 werden bimolekulare SN₂-Substitutionen unter stereochemischer Inversion diskutiert (00:45:10).

Die Playlist mit allen Teilen des Kurses und Live-Streams finden Sie unter:

https://www.youtube.com/playlist?list=PLAEIQievNq8_loNhHpnw2L3UBcDsyYvXf

Eine Beschreibung der Inhalte aller Kursteile und das Skript sind unter dem folgenden Link verfügbar:

<https://www.peterhuylab.de/youtube/>

Das Passwort für den Bereich „teaching materials“ mit dem Kursskript und Übungen kann von Prof. Huy (peter.huy[at]uni-rostock.de) erhalten werden.

Dieses Video wurde am 08.06.21 im Rahmen der Vorlesung „Organische Chemie für Biowissenschaften und Lehramt Biologie“ von Prof. Dr. Peter Huy am Institut für Chemie der Universität Rostock aufgezeichnet und ist nicht nachbearbeitet worden.

Tags

organische Chemie, Lehrvideos, Vorlesung, Biochemie, Institut für Chemie, Hybrid-Lehre, Reaktionsmechanismen, Open Educational Resources, Massive Open Online Courses, Universität Rostock

Organische Chemie Teil 21: Carbonylverbindungen

Kapitel 11: Carbonylverbindungen / Folie 1-18

Link:

https://www.youtube.com/watch?v=__0JzJHgF28&list=PLAEIQievNq8_IoNhHpnw2L3UBcDsyYvXf&index=11

Videobeschreibung

WIEDERHOLUNG: funktionelle Gruppen mit einer C-X-Bindung [00:01:00]

CARBONYLVERBINDUNGEN: funktionelle Gruppen mit zwei C-X-Bindungen [00:04:10] / Aldehyde und Ketone [00:08:10] / Nomenklatur [00:10:30] / Eigenschaften und Reaktivität [00:21:40] / Synthese [00:33:20] / nukleophile Additionen (A_N) [00:43:50] / geminale Dirole [00:58:10] / Elektrophilie [01:06:10] / Oxidation [01:14:30] / Cyanhydrine [01:20:00] / Halbacetale [01:22:00]

Im 21. Teil des Kurses Organische Chemie widmen wir uns den Carbonylverbindungen, Molekülen mit einer C=O-Doppelbindung. Als Einstieg wiederholen wir die wichtigsten funktionellen Gruppen mit einer Kohlenstoff-Heteroatom C-X-Bindung (00:01:00). Nach einem Überblick über Funktionen mit zwei C-X-Bindungen (00:04:10), gehen wir zunächst auf Aldehyde und Ketone ein (00:08:10). Auf eine Diskussion der Nomenklatur (00:10:30), folgt eine Analyse der Eigenschaften von Carbonylverbindungen auf der Basis von mesomeren Grenzformeln und Partialladungen (00:21:40). Da keine H-Brücken ausgebildet werden können, haben Ketone und Aldehyde niedrigere Siedepunkte als Alkohole und Carbonsäuren (00:30:40).

Vertreter dieser Stoffklasse werden unter anderem durch Addition von Wasser an Alkine und Friedel-Crafts-Acylierungen hergestellt (00:33:20). Aus Oxidationen von Alkoholen gehen ebenfalls C=O-Doppelbindungen hervor, in der Biochemie erfolgen diese durch das Coenzym Nikotinamidadenindinukleotid NAD⁺ (00:35:00). Auch Reduktionen von Carbonsäureestern mit Aluminiumhydridreagenzien ermöglichen die Synthese von

Aldehyden (00:36:40). Carbonylverbindungen reagieren bevorzugt mit Nucleophilen in Additionen (A_N) zu Verbindungen mit zwei C-X-Einfachbindungen (00:43:50). Beispiele hierfür sind Reduktionen mit Natriumborhydrid (00:56:50), Additionen von Metallorganyle (00:57:30) und Wasser (00:58:10). Aus der letzteren gehen geminale Diolen reversibel hervor, wobei die Gleichgewichtslage durch die Substituenten der Carbonylverbindung beeinflusst wird.

Im folgenden Vergleich werden die Elektrophilie von Aldehyden und Ketonen mit Carbonsäuren und Derivaten (01:06:10). In der Tat verläuft die Oxidation von Aldehyden zu Carbonsäuren über geminale Diolen als Zwischenstufen (01:14:30). Hydrogencyanid reagiert mit Carbonylgruppen zu Cyanhydrinen, bei denen es sich um Nitrile mit einer Hydroxy-Gruppe in der α -Position handelt (01:20:00). Die Addition von Alkoholen liefert Halbacetale, die häufig in Kohlenhydraten zu finden sind (01:22:00).

Die Playlist mit allen Teilen des Kurses und Live-Streams finden Sie unter:

https://www.youtube.com/playlist?list=PLAEIQievNq8_IoNhHpnw2L3UBcDsyYvXf

Eine Beschreibung der Inhalte aller Kursteile und das Skript sind unter dem folgenden Link verfügbar:

<https://www.peterhuylab.de/youtube/>

Das Passwort für den Bereich „teaching materials“ mit dem Kursskript kann von Prof. Huy (peter.huy[at]uni-rostock.de) erhalten werden. Für diese Kurseinheit wurde auf die Folien 1 – 18 des „Kapitel 11: Carbonylverbindungen“ zurückgegriffen.

Dieses Video ist eine unbearbeitete Aufnahme des Live-Streamings der Vorlesung „Organische Chemie für Biowissenschaften und Lehramt Biologie“ von Prof. Dr. Peter Huy vom 29.06.21 am Institut für Chemie der Universität Rostock.

Tags

organische Chemie, Lehrvideos, Vorlesung, Biochemie, Institut für Chemie, Hybrid-Lehre, Reaktionsmechanismen, Open Educational Resources, Massive Open Online Courses, Universität Rostock

Organische Chemie Teil 22: Imine, Enamine und Enolate

Kapitel 11: Carbonylverbindungen / Folie 18-32

Link:

https://www.youtube.com/watch?v=t1s__030oGY&list=PLAEIQievNq8_IoNhHpnw2L3UBcDsyYvXf&index=8

Videobeschreibung

CABRONYLVVERBINDUNGEN: Synthese von Halbacetalen und Vollacetalen [00:01:20] / Haworth-Projektion [00:18:50] / Imine [00:27:40] / Enamine [00:40:10] / Enolate [00:48:30] / C-H-Acidität [00:54:30] / elektrophile Substitution in alpha-Position [00:54:30] / Aldol-Addition [01:16:10] / Citrat-Cyclus [01:26:20]

Der 22. Teil des Kurses Organische Chemie fokussiert sich auf Derivate der Carbonylverbindungen, wozu Acetale, Halbaminale, Imine, Enamine, Enole und Enolate zählen. Am Anfang gehen wir auf den Reaktionsmechanismus der Bildung von Halbacetalen und Acetalen ein (00:01:20), die auch als Schutzgruppen fungieren. Der Zucker Glucose liegt bevorzugt als cyclisches Halbacetal vor, wobei dieses Konstitutionsisomer sowohl als Haworth-Projektion wie auch in Cyclohexan-Sessel-Konformer wiedergegeben werden kann (00:18:50). In Oligo- und Polysacchariden sind Zuckermoleküle über Acetalfunktionen miteinander verbunden (00:25:00).

Imine sind Stickstoffanaloge der Carbonylverbindungen, die durch Kondensation von primären Aminen oder Ammoniak mit C=O Gruppen über Halbaminale entstehen (00:27:40). Die Synthese dieser ungesättigten Verbindungen verläuft über eine nukleophile Addition (A_N) und unimolekulare Eliminierung (E_1 , 00:32:40). Sekundäre Aminen kondensieren mit Aldehyden und Ketonen zu Enaminen, die gute Nucleophile sind (00:40:10). Das Coenzym NADH überträgt eine Hydrid-Anion leicht auf andere Moleküle, da die entstehende positive Ladung durch den mesomeren Effekt der benachbarten Enamin-Funktionen stabilisiert wird (00:47:00).

Carbonylverbindungen können relativ leicht in alpha-Position deprotoniert werden, da die korrespondierenden Basen durch Mesomerie stabilisiert sind (00:48:30). Die daraus resultierenden Enolate sind gute Nucleophile. Wir vergleichen die C-H Acidität von Carbonylverbindungen mit verschiedenen Carbonsäurederivaten (00:54:30). Die Tautomerisierung von Ketonen und Aldehyden zu Enolen wird nicht nur durch Brønsted-Basen, sondern auch -Säuren katalysiert, wobei das chemische Gleichgewicht in der Regel auf der Seite der Carbonylverbindung liegt (01:00:00).

Ketone und Aldehyde können in alpha-Position mit Br_2 bromiert werden, wobei diese elektrophilen Substitution (S_E) über Enole als Intermediate verlaufen (01:04:10). Unter

basischen Bedingungen werden 1,3-Diarbonylverbindungen mit Alkylhalogeniden in der 2-Position alkyliert (01:10:40). Auch Enamine reagieren mit Halogenalkanen zu alpha-alkylierten Carbonylverbindungen (01:12:20). Bei der Aldol-Addition wird eine nukleophile Addition mit einer elektrophilen alpha-Substitution kombiniert: Carbonylverbindungen reagieren zu 3-Hydroxyketonen und -aldehyden (01:16:10). Aldol-Addition finden wir in der Biochemie im Citrat-Cyclus, wobei Oxaloacetat mit Acetyl-Coenzym A in Citrat transformiert werden (01:26:20).

Die Playlist mit allen Teilen des Kurses und Live-Streams finden Sie unter:

https://www.youtube.com/playlist?list=PLAEIQievNq8_IoNhHpnw2L3UBcDsyYvXf

Eine Beschreibung der Inhalte aller Kursteile und das Skript sind unter dem folgenden Link verfügbar:

<https://www.peterhuylab.de/youtube/>

Das Passwort für den Bereich „teaching materials“ mit dem Kursskript kann von Prof. Huy (peter.huy[at]uni-rostock.de) erhalten werden. Für diese Kurseinheit wurde auf die Folien 18 – 32 des „Kapitel 11: Carbonylverbindungen“ zurückgegriffen.

Dieses Video ist eine unbearbeitete Aufnahme des Live-Streamings der Vorlesung „Organische Chemie für Biowissenschaften und Lehramt Biologie“ von Prof. Dr. Peter Huy vom 30.06.21 am Institut für Chemie der Universität Rostock.

Tags

organische Chemie, Lehrvideos, Vorlesung, Biochemie, Institut für Chemie, Hybrid-Lehre, Reaktionsmechanismen, Open Educational Resources, Massive Open Online Courses, Universität Rostock

Organische Chemie Teil 23: Carbonsäuren und Derivate

Kapitel 11: Carbonylverbindungen / Folie 33 - 35

Kapitel 12: Carbonsäuren und Derivate / Folie 1 - 20

Link:

https://www.youtube.com/watch?v=A7VYNwu53TE&list=PLAEIQievNq8_IoNhHpnw2L3UBcDsyYvXf&index=8

Videobeschreibung

CARBONYLVERBINDUNGEN: Wiederholung Aldol-Addition [00:01:40] / konjugierte Addition [00:09:20]

CARBONSÄUREN: funktionelle Gruppen mit drei C-X-Bindungen [00:17:20] / Nomenklatur [00:19:00] / Eigenschaften und Reaktivität [00:25:20] / Broensted Acidität [00:34:20] / Carbonsäuren in der Natur [00:48:30] / Synthese [00:57:20] /

CARBONSÄUREDERIVATE: Überblick [01:02:00] / Eigenschaften und Reaktivität [01:11:40] / nukleophile Substitution über Tetraeder-Zwischenstufen (S_N1) [01:25:00]

Carbonsäuren und ihre Derivate sind das Thema des 23. Teil des Kurses Organische Chemie. Als Einstieg wiederholen wir den Reaktionsmechanismus der Aldol-Addition (00:01:40). Bei konjugierte Additionen greift ein Nukleophil ein elektronenarmes Alken an (00:09:20), wobei hierfür auch zahlreiche Beispiele in der Biochemie wie bei Hydratisierungen von C=C-Doppelbindungen zu finden sind (00:14:20). Nach einem Überblick über Carbonsäuren und Derivate (00:17:20), gehen wir auf die Struktur und Nomenklatur von Carbonsäuren ein (00:19:00), die besonders häufig in der belebten Natur anzutreffen sind. An Hand von Mesomerieformeln und Grenzorbitalen vollziehen wir Partialladung und Reaktivitäten dieser Stoffklasse mit drei C-X Bindungen nach (00:25:20). Carbonsäuren sind schwache Broensted-Säuren auf Grund der guten Stabilisierung der negativen Ladung in den korrespondierenden Basen, den Carboxylaten (00:34:20).

Viele wichtige Metaboliten des menschlichen Stoffwechsels wie Citrat, Succinat, Oxaloacetat, Glycerat und Pyruvat enthalten Carboxy- und Carboxylat-Gruppen (00:48:30). Carbonsäuren werden unter anderem durch Oxidation von primären Alkoholen und Additionen von Metallorganen an Kohlenstoffdioxid gewonnen (00:57:20). So geht aus der Addition des Enols von Pyruvat an CO_2 Oxaloacetat hervor, wobei das Coenzym Biotin eine zentrale Rolle spielt (00:59:20).

Anschließend verschaffen wir uns einen Überblick über die wichtigsten Carbonsäurederivate, zu denen Säurechloride, Anhydride, (Thio)Ester und Amide gehören (01:02:00). Mit der Hilfe von Resonanzstrukturen und die beteiligten Heteroatome können ganz leicht die Eigenschaften und Reaktivitäten der verschiedenen Derivate nachvollzogen werden (01:11:40). Die Eigenschaften des Heteroatom-Substituenten bestimmen die positive Partialladung am Carbonyl-C-Atom und damit Elektrophile dieser Säurederivate (01:15:00). Wie Carbonylverbindungen reagieren sie bevorzugt mit Nukleophilen (01:25:00), wobei im Gegensatz zu diesen eine Substitution der Heteroatom-Gruppe stattfindet. Diese polaren Reaktionen verlaufen über Tetraeder-Zwischenstufen, weshalb der Reaktionsmechanismus auch als S_N1 abgekürzt wird.

Die Playlist mit allen Teilen des Kurses und Live-Streams finden Sie unter:

https://www.youtube.com/playlist?list=PLAEIQievNq8_IoNhHpnw2L3UBcDsyYvXf

Eine Beschreibung der Inhalte aller Kursteile und das Skript sind unter dem folgenden Link verfügbar:

<https://www.peterhuylab.de/youtube/>

Das Passwort für den Bereich „teaching materials“ mit dem Kursskript kann von Prof. Huy (peter.huy[at]uni-rostock.de) erhalten werden. Für diese Kurseinheit wurde auf die Folien 33 – 35 des „Kapitel 11: Carbonylverbindungen“ und 1 – 20 „Kapitel 12: Carbonsäuren und Derivate“ zurückgegriffen.

Dieses Video ist eine unbearbeitete Aufnahme des Live-Streamings der Vorlesung „Organische Chemie für Biowissenschaften und Lehramt Biologie“ von Prof. Dr. Peter Huy vom 06.07.2021 am Institut für Chemie der Universität Rostock.

Tags

organische Chemie, Lehrvideos, Vorlesung, Biochemie, Institut für Chemie, Hybrid-Lehre, Reaktionsmechanismen, Open Educational Resources, Massive Open Online Courses, Universität Rostock

Organische Chemie Teil 24: Säurechloride, Anhydride und Ester

Kapitel 12: Carbonsäuren und Derivate / Folie 21 - 47

Link:

https://www.youtube.com/watch?v=C8RyU7S7mQ8&list=PLAEIQievNq8_IoNhHpnw2L3UBcDsyYvXf&index=7

Videobeschreibung

WIEDERHOLUNG: Carbonsäuren und Derivate [00:00:50] / nukleophile Substitution über Tetraeder-Zwischenstufen [00:10:50]

SÄURECHLORIDE UND ANHYDRIDE: Struktur [00:23:30] / Nomenklatur [00:46:20] / Synthese [00:27:50] / Reaktionen [00:30:40] / Aktivierung von Säuren in der Natur [00:41:50]

SÄUREESTER: Struktur [00:44:10] / Nomenklatur [00:46:20] / Synthese [00:52:20] / Fette [00:57:40] / Verseifung [01:05:10] / Reaktionen [01:13:00] / elektrophile Substitution in alpha-Position [01:24:30] / Claisen-Esterkondensation [01:28:20]

Teil 24 des Kurses behandelt die Stoffklassen der Carbonsäurechloride, Anhydride und Ester. Zum Aufwärmen repetieren wir die Strukturformeln der Carbonsäuren und ihrer Emporkömmlinge (00:00:50), wobei die Polarisierung der Elektronenhülle dieser Moleküle

auf einfach Grenzformeln zurückzuführen ist (00:04:40). Der Mechanismus nukleophile Substitutionen über tetraedrische Zwischenstufen wird anschließend mit Molekülmodellen visualisiert (00:10:50). Solche Umwandlungen können durch Brønsted-Säuren katalysiert werden (00:15:40), wobei Reaktionen mit starken Nukleophile und elektrophilen Säurechloriden keine Katalyse benötigen (00:19:20). Substitutionen mit Carbonsäurederivaten ermöglichen die Knüpfung von C-Cl, C-O, C-N, C-S und C-C-Bindungen und sind daher als synthetisch besonders wertvoll einzustufen (00:21:20).

Säurechloride und Anhydride sind die elektrophilsten Säurederivate (00:23:30). Neben der Nomenklatur dieser Acylierungsmittel (00:24:50) diskutieren wir auch deren Synthese mit Thionylchlorid ausgehend von Carbonsäuren (00:27:50). Säurechloride können in alle anderen Säurederivate überführt werden (00:30:40), Essigsäureanhydrid dient als Ausgangsmaterial für die Säure-katalysierte Herstellung von Aspirin (00:32:30). Im Übrigen werden Carbonsäuren in der Natur nicht als Hydrolyse-empfindliche Säurechloride, sondern als gemischte Anhydride mit Phosphorsäure aktiviert (00:41:50).

Carbonsäureester und Thioester sind weniger elektrophile Verbindungen, die sich von Carbonsäuren und Alkoholen ableiten (00:44:10). Neben der Nomenklatur (00:46:20) werden auch Synthesen aus Säurechloriden / Anhydriden und Alkoholen vorgestellt (00:52:20). Ester resultieren als Produkte auch aus der Brønsted-Säure-katalysierten Kondensation von Carbonsäuren und Alkoholen, wobei es sich um Gleichgewichtsreaktionen handelt (00:53:00). Fette sind in der Tat Ester von Fettsäuren (00:57:40) und dem dreiwertigen Alkohol Glycerin (01:01:40). Die basische Hydrolyse von Estern wird Verseifung genannt, da dabei aus Fetten Seifen entstehen (01:05:10). Seifen sind Carboxylatsalze der Fettsäuren und amphiphil (01:07:30). Die menschlichen Zellwände bestehen überwiegend aus Phospholipiden, die mit den Fetten strukturell verwandt und ebenfalls amphiphil sind (01:09:10). Wachse wiederum sind Ester von Fettsäuren und langkettigen Alkoholen (01:12:10). Reduktion von Estern mit Aluminiumhydriden ermöglicht die Produktion von primären Alkoholen und Aldehyden (01:13:00), mit Metallorganyle erfolgen Transformationen in sekundäre und tertiäre Alkohole (01:23:20).

Wie Carbonylverbindungen können auch Carbonsäurederivate in alpha-Position deprotoniert werden, es entstehen Enolate als korrespondierende Basen (01:24:30). Ester reagieren unter basischen Bedingungen zu β -Ketoestern, was als Claisen-Kondensation bezeichnet wird (01:28:20).

Die Playlist mit allen Teilen des Kurses und Live-Streams finden Sie unter:

https://www.youtube.com/playlist?list=PLAEIQievNq8_IoNhHpnw2L3UBcDsyYvXf

Eine Beschreibung der Inhalte aller Kursteile und das Skript sind unter dem folgenden Link verfügbar:

<https://www.peterhuylab.de/youtube/>

Das Passwort für den Bereich „teaching materials“ mit dem Kursskript kann von Prof. Huy (peter.huy[at]uni-rostock.de) erhalten werden. Für diese Kurseinheit wurde auf die Folien 21 – 47 von „Kapitel 12: Carbonsäuren und Derivate“ zurückgegriffen.

Dieses Video wurde am 19.07.2021 im Rahmen der Vorlesung „Organische Chemie für Biowissenschaften und Lehramt Biologie“ von Prof. Dr. Peter Huy am Institut für Chemie der Universität Rostock aufgezeichnet und ist nicht nachbearbeitet worden.

Tags

organische Chemie, Lehrvideos, Vorlesung, Biochemie, Institut für Chemie, Hybrid-Lehre, Reaktionsmechanismen, Open Educational Resources, Massive Open Online Courses, Universität Rostock

Organische Chemie Teil 25: Thioester, Amide und Nitrile

Kapitel 12: Carbonsäuren und Derivate / Folie 47 - 69

Link:

https://www.youtube.com/watch?v=C8RyU7S7mQ8&list=PLAEIQievNq8_IoNhHpnw2L3UBcDsyYvXf&index=7

Videobeschreibung

WIEDERHOLUNG: Claisen-Esterkondensation [00:01:00]

THIOESTER: Eigenschaften [00:14:30] / Biosynthese von Fettsäuren [00:16:00] / Biosynthese von Fetten [00:18:00]

AMIDE: Struktur [00:31:00] / s-cis und s-trans-Diastereomere [00:38:10] / physikalische Eigenschaften [00:45:50] / Synthese [00:48:40] / Reaktionen [00:51:30] / katalytische Triade [00:53:10]

NITRILE: Struktur und Reaktivität [00:59:40] / Synthese [01:02:20] / nukleophile Addition [01:04:50]

Thioester, Carbonsäureamide und Nitrile sind der Fokus des Teil 25 der Reihe Organische Chemie. Wir starten mit einer Diskussion des Mechanismus der Ester-Kondensation, die mit der Aldol-Addition verwandt ist (00:01:00). Thioester dienen der Natur als synthetische

Äquivalente für Carbonsäurechloride, die in Wasser sofort hydrolysieren (00:14:30). Sie sind stärkere Elektrophile als normale Ester und lassen sich leichter deprotonieren. Tatsächlich werden im menschlichen Körper Fettsäuren aus Acetyl- und Malonyl-Coenzym A, zwei Thioestern hergestellt (00:16:00). Die beiden Gruppen werden zunächst auf Thiol-Gruppen eines Enzyms übertragen und dann einer Ester-Kondensation unterworfen (00:22:00). Der daraus hervorgehende beta-Ketoester wiederum wird mit NADH zum Alkohol reduziert, Dehydratisiert und die resultierende C=C-Doppelbindung wird hydratisiert. Wiederholung dieser Sequenz liefert dann Fettsäurethioester. Fette werden aus Fettsäurethioestern mit Coenzym A, die auch als Acyl-Coenzym A genannt werden, durch stufenweise Acylierung von Glycerin-3-phosphat hergestellt (00:18:00).

Carbonsäureamide bestehen aus einer Amino-Gruppe, die mit einer Carbonyl-Gruppe kovalent verbunden ist, und Nitrile sind Carbonsäurederivate mit einer CN-Dreifachbindung (00:31:00). Amidfunktionen finden wir beispielsweise in Aminosäuren, Proteinen und Antibiotika (00:35:20), wobei sich deren Nomenklatur von Carbonsäuren ableitet (00:38:10). Wie mesomere Grenzformeln zeigen, liegt keine reine C-N-Einfachbindung vor (00:41:40), es kann in s-trans- und s-cis-Diastereomere differenziert werden. Primäre und sekundäre Amid können über Wasserstoffbrückenbindungen wechselwirken und zeichnen sich daher durch hohe Siedepunkte aus (00:45:50).

Leider sind Amide durch Kondensationen von Carbonsäuren mit Aminen nur schwer zugänglich, da es hier zu einer Säure-Base-Reaktion kommt (00:48:40). Für die Synthese von Amid en werden Carbonsäuren zunächst in Säurechloride überführt, die dann bereitwillig mit Aminen und C-N-Bindungsknüpfung reagieren (00:49:40). Die Reduktion von Amid en mit Aluminiumhydrid-Reagenzien führt nicht zu Alkoholen wie bei Estern, sondern zu primären Aminen (00:51:30). Amide sind thermodynamisch und kinetische sehr stabil und daher schwer zu spalten. Wie gelingt es der menschlichen Verdauung, Amid-Funktionen in Proteinen zu hydrolysieren? Die sogenannte katalytische Triade eines Enzyms ermöglicht die Zerlegung von Proteinen in Aminosäuren im Darm bei einem beinahe neutralen pH-Wert (00:53:10).

Im Anschluss untersuchen wir die Struktur und Reaktivität von Nitrilen mittels einfacher Resonanzformeln (00:59:40). Sie werden durch Alkylierungen von Cyanidsalzen und Dehydratisierungen von primären Amid en hergestellt (01:02:20). Im Gegensatz zu anderen Carbonsäurederivaten gehen Nitrile keine Substitutionen, sondern Additionsreaktionen ein (01:04:50). Mit Lithiumaluminiumhydrid werden sie zu primären Aminen reduziert (01:12:10),

Broensted-Säurekatalysatoren vermitteln die Addition von Wasser, was zur Bildung von Amiden führt (01:17:00).

Die Playlist mit allen Teilen des Kurses und Live-Streams finden Sie unter:

https://www.youtube.com/playlist?list=PLAEIQievNq8_IoNhHpnw2L3UBcDsyYvXf

Eine Beschreibung der Inhalte aller Kursteile und das Skript sind unter dem folgenden Link verfügbar:

<https://www.peterhuylab.de/youtube/>

Das Passwort für den Bereich „teaching materials“ mit dem Kursskript kann von Prof. Huy (peter.huy[at]uni-rostock.de) erhalten werden. Für diese Kurseinheit wurde auf die Folien 47 – 69 von „Kapitel 12: Carbonsäuren und Derivate“ zurückgegriffen.

Dieses Video wurde am 20.07.2021 im Rahmen der Vorlesung „Organische Chemie für Biowissenschaften und Lehramt Biologie“ von Prof. Dr. Peter Huy am Institut für Chemie der Universität Rostock aufgezeichnet und ist nicht nachbearbeitet worden.

Tags

organische Chemie, Lehrvideos, Vorlesung, Biochemie, Institut für Chemie, Hybrid-Lehre, Reaktionsmechanismen, Open Educational Resources, Massive Open Online Courses, Universität Rostock

Organische Chemie Teil 26: Phosphor- und Kohlensäurederivate

Kapitel 13: Phosphor- und Kohlensäurederivate / Folie 1 - 25

Link: <https://www.youtube.com/watch?v=l33qh7Tafg4>

Videobeschreibung

WIEDERHOLUNG; nukleophile Substitutionen über Tetraeder-Zwischenstufen [00:00:40]
SÄUREDERIVATE: Konzept [00:09:40] / Sulfonsäurederivate [00:15:00] / Coenzym PAPS [00:21:30] /
PHOSPHORSÄUREDERIVATE: Überblick [00:23:00] / Anhydride [00:29:40] / Ester [00:35:30] / nukleophile Substitutionen [00:37:00] / Biosynthese von Glutamin [00:41:00]
KOHLENSÄUREDERIVATE: Überblick [00:42:00] / Eigenschaften und Reaktivität [00:49:50] / nukleophile Substitutionen und Additionen [00:52:20] / Vorkommen in der Natur [00:56:20] / Guanidine [01:00:40]

Im Teil 26 des Kurses Organische Chemie gehen wir auf Derivate der Phosphorsäure und Kohlensäure ein. Zum Einstieg wiederholen wir den Reaktionsmechanismus nukleophiler Substitutionen über tetraedrische Zwischenstufen und diskutieren, warum wir keine SN2 und nur selten SN1-Substitutionen bei Carbonsäurederivaten beobachten (00:00:40). Auch von anderen Brønsted-Säuren gibt es Derivate wie Säurechloride, Anhydride, Ester und Amide (00:09:40). Beispiele hierfür sind Carbaminsäure, Kohlensäure, Phosphorsäure, Salpetersäure, Sulfonsäuren und Schwefelsäure (00:10:40). Im Folgenden lernen Sie die wichtigsten Sulfonsäurederivate kennen (00:15:00), zu denen Sulfonate als gute Abgangsgruppen und Sulfonsäureamide als funktionelle Gruppen in Pharmaka und Pflanzenschutzmitteln zählen. Ester und Anhydride der schwefeligen Säure treten als Zwischenstufen bei der Synthese von Alkyl- und Säurechloriden mit Thionylchlorid auf (00:20:10). Das Coenzym PAPS ist ein unsymmetrisches Säureanhydrid der Schwefel- und Phosphorsäure (00:21:30) und der Sprengstoff TNT ist ein Ester der Salpetersäure und Glycin (00:22:10).

Phosphorsäurederivate finden wir besonders häufig in der Biochemie (00:23:00): Metaboliten wie Succinylphosphat und 1,3-Bisphosphoglycerat sind gemischte Anhydride von Phosphor- und Carbonsäuren (00:29:40). Coenzym A und Adenosintriphosphat (ATP) sind Phosphorsäureanhydride (00:34:00), während Pyridoxalphosphat und Phospholipide Ester der Phosphorsäure sind (00:35:30). Auch bei Desoxynukleinsäuren (DNS) handelt es sich um Phosphate (00:36:20). Nukleophile Substitution an Phosphorsäurederivaten laufen in der Tat über trigonal-bipyramidale Zwischenstufen, erst erfolgt die Addition des Nucleophils, dann die Eliminierung der Abgangsgruppe (00:37:00). Die Aminosäure Glutamin wird aus Glutamat durch die Bildung eines gemischten Phosphorsäure-Carbonsäure-Anhydrides hergestellt (00:41:00).

Kohlensäure und ihre Derivate, zu denen auch Kohlenstoffdioxid gehört, zeichnen sich durch vier Kohlenstoff-Heteroatom-Bindungen aus (00:42:00). Die wichtigsten Vertreter sind Carbaminsäuren, Carbamate, Harnstoffe (Kohlensäurediamide) und Carbonate (Kohlensäureester). Die Eigenschaften und Reaktivität der Kohlensäurederivate können über einfache Resonanzformeln hergeleitet werden (00:49:50). Kohlensäurederivate reagieren bevorzugt mit Nucleophilen unter Substitution über Tetraeder-Intermediate (00:52:20), während CO₂ bevorzugt nukleophile Additionen eingeht (00:52:40). Auf der Kohlensäure basierende funktionelle Gruppen treten häufig in der belebten Natur auf: Beispiele sind Carboxyphosphat, Harnstoff und Citrullin (00:56:20). Oxaloacetat, ein Metabolit des Citrat-Cyclus, kann durch die nukleophile Addition von Pyruvat an CO₂ regeneriert werden (00:59:30). Die proteinogene Aminosäure Arginin enthält eine Guanidin-Gruppe (01:00:40),

die stärkere Brønsted-Basen sind als Amine. Zum Abschluss dieser Kurseinheit besprechen wir den Mechanismus der Biosynthese von dem Harnstoff Citrullin aus dem Amin Ornithin und Carbamoylphosphat (01:03:00).

Die Playlist mit allen Teilen des Kurses und Live-Streams finden Sie unter:

https://www.youtube.com/playlist?list=PLAEIQievNq8_IoNhHpnw2L3UBcDsyYvXf

Eine Beschreibung der Inhalte aller Kursteile und das Skript sind unter dem folgenden Link verfügbar:

<https://www.peterhuylab.de/youtube/>

Das Passwort für den Bereich „teaching materials“ mit dem Kursskript kann von Prof. Huy (peter.huy[at]uni-rostock.de) erhalten werden. Für diese Kurseinheit wurde auf die Folien 1 – 25 von „Kapitel 13: Phosphor und Kohlensäurederivate“ zurückgegriffen.

Dieses Video wurde am 21.07.2021 im Rahmen der Vorlesung „Organische Chemie für Biowissenschaften und Lehramt Biologie“ von Prof. Dr. Peter Huy am Institut für Chemie der Universität Rostock aufgezeichnet und ist nicht nachbearbeitet worden.

Tags

organische Chemie, Lehrvideos, Vorlesung, Biochemie, Institut für Chemie, Hybrid-Lehre, Reaktionsmechanismen, Open Educational Resources, Massive Open Online Courses, Universität Rostock

Organische Chemie Teil 27: Aminosäuren und Kohlenhydrate

Kapitel 14: Aminosäuren und Kohlenhydrate / Folie 1 - 24

Link: <https://www.youtube.com/watch?v=Ql1i9W1iYEO>

Videobeschreibung

AMINOSÄUREN: Struktur und Chiralität [00:01:10] / Ampholyte [00:08:10] / proteinogene Aminosäuren [00:10:40] / nicht-proteinogene Aminosäuren [00:24:50] / Peptide und Proteine [00:27:40] / s-cis- und s-trans-Diastereomere [00:29:10]

KOHLLENHYDRATE: Struktur [00:39:00] / Fischer-Projektion [00:41:20] / Aldosen [00:57:40] / Ketosen [01:06:30] / Furanosen und Pyranosen [01:08:10] / alpha- und beta-Anomere [01:12:50] / Haworth-Projektion [01:14:50]

Die Naturstoffe Aminosäuren und Kohlenhydrate sind im Fokus des 27. Teils des Massive Open Online Courses Organische Chemie. Aminosäuren sind Carbonsäuren mit einer

Amino-Gruppe in alpha-Position, die sich durch ihre Seitenkette unterscheiden und die Bausteine für Proteine sind (00:01:10). Es handelt sich dabei nicht nur um chirale Moleküle, die als Fischer-Projektion oder Keilstrichformel wiedergegeben werden können, sondern auch um Ampholyte (00:08:10). Zu den proteinogenen Aminosäuren mit unpolaren Seitenketten gehören Glycin, Alanin, Valin, Leucin, Isoleucin, Prolin, Phenylalanin, Tryptophan und Methionin (00:10:40). Über polare nicht ionisierbare Substituenten verfügen Serin, Threonin, Asparagin, Glutamin, Tyrosin und Cystein (00:15:40). Dabei sind Threonin und Isoleucin die einzigen proteinogenen Aminosäuren mit zwei Stereozentren.

Die Seitenketten von Lysin, Histidin und Arginin, bei denen es sich um für den Menschen essentielle Aminosäuren handelt, weisen basische Funktionen auf (00:22:20). Im Gegensatz dazu sind Asparaginsäure und Glutaminsäure mit einer zusätzlichen Carboxy-Gruppe ausgestattet (00:23:50). Wichtige nicht-proteinogene Aminosäuren sind Ornithin, Citrullin, Kreatinphosphat und Hydroxyprolin (00:24:50). Peptide und Proteine sind Polyamide der Aminosäuren, wobei diese Monomere über Peptidbindungen verknüpft sind (00:27:40). Wegen der hohen Rotationsbarriere um die C-N-Bindungen können wir zwischen s-trans- und s-cis-Diastereomeren differenzieren (00:29:10), wobei die Konfiguration dieser Bindung einen entscheidenden Einfluss auf die Räumliche Struktur von Proteinen ausübt. Die Reihenfolge der Aminosäuren in einem Protein wird als Primärstruktur bezeichnet (00:34:30).

Kohlenhydrate sind überwiegend chirale Polyhydroxyaldehyde und Ketone (00:39:00), die sowohl als Keilstrichformel wie auch als Fischer-Projektion gezeichnet werden können (00:41:20). Aldotetrosen weisen zwei Stereozentren auf, so dass hier nicht nur Enantiomere sondern auch Diastereomere vorliegen (00:45:00). Zur Überführung einer Fischer-Projektion in eine Keilstrichformel mit mehreren Stereozentren ist eine Veränderung der Konformation des betrachteten Moleküls notwendig (00:48:40). Aldosen verfügen über eine Aldehyd-Funktion, zu den biologisch bedeutendsten zählen Ribose und Desoxyribose, Glucose, Galactose und Mannose (00:57:40). Ketosen sind Kohlenhydrate mit einer Keto-Gruppe wie Dihydroxyaceton und Fructose (01:06:30). Da Zucker mit Carbonylgruppen und Hydroxyfunktionen ausgestattet sind, bilden sich cyclischen Halbacetale (01:08:10). Diese Konstitutionsisomere werden je nach Ringgröße als Furanosen oder Pyranosen bezeichnet. Bei der intramolekularen nukleophilen Addition entsteht ein neues Stereozentrum, wir können alpha- und beta-Epimere unterscheiden (01:12:50). Furanosen können als Haworth-Projektion (01:14:50), Keilstrichformeln oder Envelope-Konformere skizziert werden. (01:17:20). Zum Abschluss dieser Unterrichtseinheit lernen Sie den Mechanismus der Säure-katalysierten Halbacetal-Synthese kennen (01:20:50).

Die Playlist mit allen Teilen des Kurses und Live-Streams finden Sie unter:

https://www.youtube.com/playlist?list=PLAEIQievNq8_IoNhHpnw2L3UBcDsyYvXf

Eine Beschreibung der Inhalte aller Kursteile und das Skript sind unter dem folgenden Link verfügbar:

<https://www.peterhuylab.de/youtube/>

Das Passwort für den Bereich „teaching materials“ mit dem Kursskript kann von Prof. Huy (peter.huy[at]uni-rostock.de) erhalten werden. Für diese Kurseinheit wurde auf die Folien 1 – 25 von „Kapitel 14: Aminosäuren und Kohlenhydrate“ zurückgegriffen.

Dieses Video wurde am 22.07.2021 im Rahmen der Vorlesung „Organische Chemie für Biowissenschaften und Lehramt Biologie“ von Prof. Dr. Peter Huy am Institut für Chemie der Universität Rostock aufgezeichnet und ist nicht nachbearbeitet worden.

Tags

organische Chemie, Lehrvideos, Vorlesung, Biochemie, Institut für Chemie, Hybrid-Lehre, Reaktionsmechanismen, Open Educational Resources, Massive Open Online Courses, Universität Rostock

Organische Chemie Teil 28: Oligo- und Polysaccharide

Kapitel 14: Aminosäuren und Kohlenhydrate / Folie 25 - 40

https://www.youtube.com/watch?v=DnchwuKhL0A&list=PLAEIQievNq8_IoNhHpnw2L3UBcDsyYvXf&index=3

Videobeschreibung

KOHLLENHYDRATE: Wiederholung Struktur [00:00:40] / Transformation Glucoaldose zu Glucopyranose [00:07:00] / anomerer Effekt [00:21:20] / alpha/beta-Nomenklatur [00:31:50] / Glykosidische Bindung [00:34:10] / Disaccharide [00:42:30] / Polysaccharide [00:52:00] / Nukleotide und Nukleinsäuren [00:56:40]

Die finale 28. Kurseinheit des MOOC Organische Chemie geht intensiver auf die Naturstoffklasse der Kohlenhydrate ein. Zunächst wiederholen wir die grundlegende Struktur dieser Moleküle (00:00:40). Im Anschluss transformieren wir den Aldehyd D-Glucose in das cyclische Halbacetal beta-D-Glucopyranose (00:07:00), was zusätzlich über Molekül-Modelle veranschaulicht wird (00:09:50). Bei der alpha-D-Glucopyranose liegt die Hydroxy-Gruppe am anomeren Zentrum an C-1 in einer axialen Anordnung vor (00:21:20).

Dieses Diastereomer wird über den sogenannten anomeren Effekt stabilisiert, für den die Hyperkonjugation eines freien Elektronenpaares des Ring-O-Atoms mit dem antibindenden sigma-Orbital der C-OH Bindung ursächlich ist (00:22:30).

Im Folgenden ergründen wir die alpha/beta-Nomenklatur für diese Epimere (00:31:50). Reaktionen von Furanosen und Pyranosen mit Nukleophilen führen zur Bildung von Glykosiden, das Nukleophil ist über eine glykosidische Bindung mit dem anomeren Zentrum des Zuckers an C-1 verbunden (00:34:10). Diese Kondensationsreaktionen verlaufen häufig nach einem S_N1 -Mechanismus, wie an der Synthese eines Acetals von Glucopyranose und Methanol gezeigt wird (00:36:20).

Im Anschluss lernen Sie die Disaccharide Cellobiose, Lactose, Maltose und Saccharose kennen, die aus zwei Zuckermolekülen bestehen (00:42:30). Bei diesen Glykosiden erfolgt eine Verknüpfung über die OH-Gruppe an C-4 und dem anomeren Zentrum an C-1 eines zweiten Kohlenhydratmoleküls. In manchen Lehrbüchern finden wir Strukturformeln von Zuckern, die jedem Chemiker Alpträume bereiten (00:45:00).

Polysaccharide wiederum bestehen aus vielen Kohlenhydratbausteinen: Als Beispiele diskutieren wir die Cellulose, Stärke und Glykogen (00:52:00). Das Finale dieser Lehreinheit bilden die Nukleotide, die aus D-Ribofuranose oder Desoxyribofuranose, einer Phosphat-Gruppe und den Nukleobase Uracil, Thymin, Cytosin, Adenin und Guanin bestehen (00:56:40). Neben Adenosintriphosphat, Nikotinamidadenindinukleotid (NAD^+) und Coenzym A besteht auch die DNA und RNA aus Nukleotiden (00:58:30). Zwei DNA-Stränge bilden eine Doppelhelix, die durch Wasserstoffbrückenbindungen zwischen den Nukleobasen der beiden Stränge stabilisiert wird (01:01:00).

Die Playlist mit allen Teilen des Kurses und Live-Streams finden Sie unter:

https://www.youtube.com/playlist?list=PLAEIQievNq8_loNhHpnw2L3UBcDsyYvXf

Eine Beschreibung der Inhalte aller Kursteile und das Skript sind unter dem folgenden Link verfügbar:

<https://www.peterhuylab.de/youtube/>

Das Passwort für den Bereich „teaching materials“ mit dem Kursskript kann von Prof. Huy (peter.huy[at]uni-rostock.de) erhalten werden. Für diese Kurseinheit wurde auf die Folien 25 – 40 von „Kapitel 14: Aminosäuren und Kohlenhydrate“ zurückgegriffen.

Dieses Video wurde am 23.07.2021 im Rahmen der Vorlesung „Organische Chemie für Biowissenschaften und Lehramt Biologie“ von Prof. Dr. Peter Huy am Institut für Chemie der Universität Rostock aufgezeichnet und ist nicht nachbearbeitet worden.

Tags

organische Chemie, Lehrvideos, Vorlesung, Biochemie, Institut für Chemie, Hybrid-Lehre, Reaktionsmechanismen, Open Educational Resources, Massive Open Online Courses, Universität Rostock