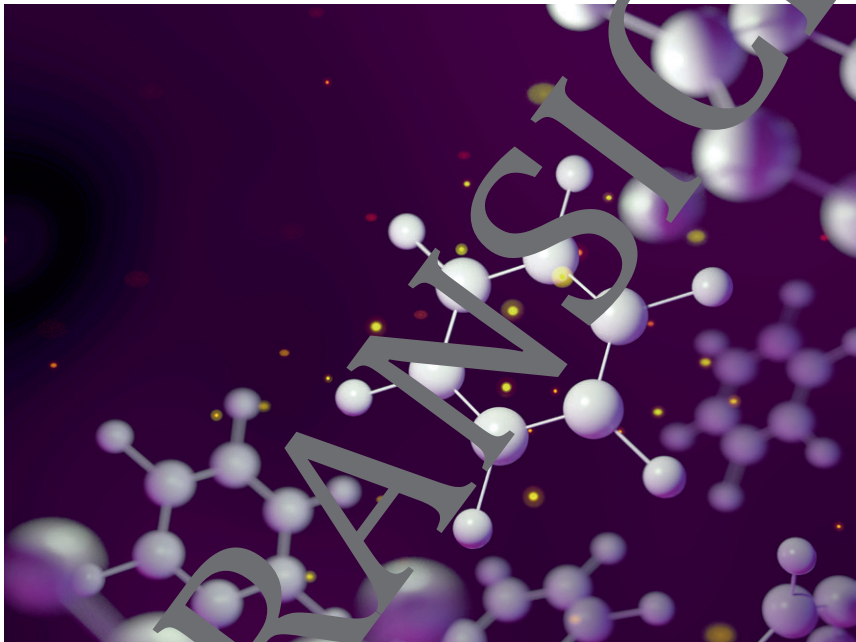


Die Struktur von Benzol – Eine Einführung in die Welt der Aromaten

Nach einer Idee von Silke Schreiber



© Model-la/iStock/Getty Images Plus

Die chemische Bedeutung des Wortes Aromaten hat heute nicht mehr nur mit „Wohlgeruch“ bestimmter Stoffe zu tun. Der Begriff Aromat bezieht sich auf die strukturelle Verwandtschaft von Benzol mit ähnlichen Stoffen. Aromaten unterscheiden sich in ihrem chemischen Verhalten deutlich von aliphatischen Stoffen. In dieser Unterrichtseinheit wird über das Molekül Benzol und seine Struktur in die Welt der Aromaten eingeführt.

Die Struktur von Benzol

Niveau: Grundlegend

Klassenstufe: 11–13

Nach einer Idee von Silke Schreiber

Methodisch-didaktische Hinweise	1
M1: Benzol im Alltag – ein Alltagsstoff?	3
M2: Die Geburt des Benzols – und seine Rätsel	4
M3: Aufgaben Kekulé setzt sich durch!	6
M4: Da stimmt doch was nicht	8
M5: Die Strukturformel von Benzol	10
M6: Mesomerie und Mesomeriestabilisierung	13
M7: Was heißt hier „aromatisch“? – Das Aromaten-Memory	15
M8: Die Hückel-Regel oder: $4n + 2 = \text{aromatisch!}$	18
M9: Polycyclische (kondensierte) Aromaten	20
M10: Alles über Aromaten – eine „Grandem-Übung“	22
Lösungen und Literatur	24

Kompetenzprofil:

Niveau	grundlegend
Fachlicher Bezug	Historische Chemie
Methode	Partnerarbeit, Geruchs-Memory
Basiskonzepte	Struktur-Eigenschaft: Benzol und das aromatische System
Erkenntnismethoden	beschreiben die Struktur und Bindungsverhältnisse aromatischer Verbindungen mithilfe mesomerer Grenzstrukturen, erläutern Grenzen dieser Modellvorstellung
Kommunikation	recherchieren zur Herstellung, Anwendung und Geschichte ausgewählter organischer Verbindungen und stellen die Ergebnisse adressatengerecht vor
Bewertung/Reflexion	bewerten die Grenzen verschiedener Modellvorstellungen über die Struktur organischer Verbindungen
Inhalt in Stichworten	Benzol, Aromaten, Mesomerie, mesomere Grenzformeln

Überblick:

Legende der Abkürzungen:

AB Arbeitsblatt TX Text SV Schülerversuch

Thema	Material	Materialart
Benzol im Alltag – ein Alltagsstoff?	M1	AB
Die Geburt des Benzols – und seine Rätsel	M2	TX
Kekulé setzt sich durch	M3	AB
Da stimmt doch was nicht	M4	TX
Die Strukturformel von Benzol	M5	AB
Mesomerie und Mesomeriestabilisierung	M6	AB
Das Aromaten-Memory	M7	AB, SV
Die Hückel-Regel oder: $4n + 2 = \text{aromatisch!}$	M8	AB
Potgiesserische (kondensierte) Aromaten	M9	AB
Alles über Aromaten – eine „Tandem-Übung“	M10	AB

Benzol im Alltag – ein Alltagsstoff?

M1



Rauch enthält Benzol, Nitrosamine, Formaldehyd und Blausäure

© Hirurg/iStock/Getty Images Plus



Verbesserte Benzinqualität senkt die allgemeine Benzolbelastung (Institut für Hygiene und Umwelt 2002)

© st...

© RAABE 2023



Benzol in Nagellackentferner entdeckt! (Zeitschrift Ökotest 2005)

© FotoDuets/iStock/Getty Images Plus

Aufgaben

Informieren Sie sich im Schulbuch oder im Internet über die wichtigsten Eigenschaften und Vorkommen von Benzol.



M5 Die Strukturformel von Benzol – eine Annäherung durch das MO-Modell

Heute wissen wir, dass die Chemiker damals keine Möglichkeit hatten, die ungewöhnlich niedrige Reaktivität und insbesondere das Ausbleiben einer Additionsreaktion mit Brom zu erklären. Bereits 1872 führte Kekulé, um seine Theorie der Ringstruktur mit drei Doppelbindungen zu retten, folgende Lösung vor: Seine Oszillationshypothese (heute Resonanz bzw. Mesomerie) ging von der Annahme aus, dass Einfach- und Mehrfachbindungen im Benzol ständig ihren Platz wechselten.



Diese Theorie ist durch die Molekülorbital-Theorie (MO-Theorie) im Jahre 1970 präzisiert worden. Endlich konnte man die Bindungsverhältnisse im Benzolmolekül und damit seine Moleküleigenschaften hinreichend erklären.

Die MO-Theorie zeigt:

- Zwei sp_3 -Hybridorbitale eines Kohlenstoffatoms bilden durch Überlappung mit den sp_3 -Hybridorbitalen der benachbarten Kohlenstoffatome jeweils eine σ -Bindung.
- Eine dritte σ -Bindung kommt durch die Kombination mit dem s-Orbital eines Wasserstoffatoms zustande.
- Die sechs Kohlenstoffatome und sechs Wasserstoffatome bilden das σ -Gerüst des Benzolmoleküls.
- In den nicht an der Hybridisierung beteiligten p_z -Orbitalen der sechs C-Atome befinden sich jeweils das vierte Valenzelektron. Die p_z -Orbitale stehen senkrecht zum σ -Gerüst und können optimal überlappen.
- Es entsteht ein delokalisiertes π -Elektronensystem oberhalb und unterhalb der Molekülebene, bei dem alle sechs p_z -Orbitale der Kohlenstoffatome miteinander überlappen. Alle sechs C-Atome werden gleichwertig.

© RAABE 2023



Merke:

Um die Gleichwertigkeit der **6 π -Elektronen** bzw. das delokalisierte π -Elektronensystem zu verdeutlichen, verwendet man im Sonderfall Benzol die nebenstehende Darstellung (Darstellung von Robinson (1920)).

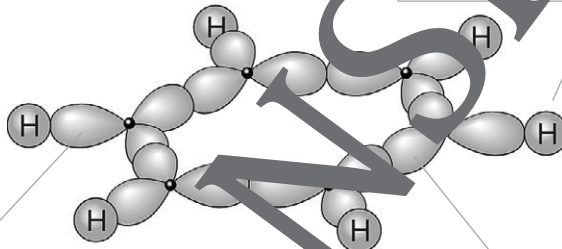


Die Strukturformel für Benzol mit drei Doppelbindungen besitzt jedoch ebenfalls Gültigkeit und wird in vielen Darstellungen verwendet.

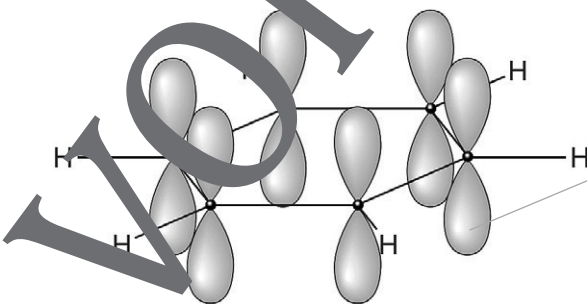
Aufgabe

Die untenstehenden drei Modelle stellen jeweils einen anderen Schwerpunkt im Benzol-molekül heraus. Erläutern Sie die Abbildungen und beschriften Sie die Pfeile. Einzusetzende Begriffe: sp_2 -Hybridorbital eines C-Atoms (2 x) – s-Orbital eines H-Atoms – δ -Gerüst des Benzolmolekül – p_z -Orbital eines C-Atoms – p_z -Orbitale eines C-Atoms – π -Elektronenwolke / delocalisiertes π -Elektronensystem

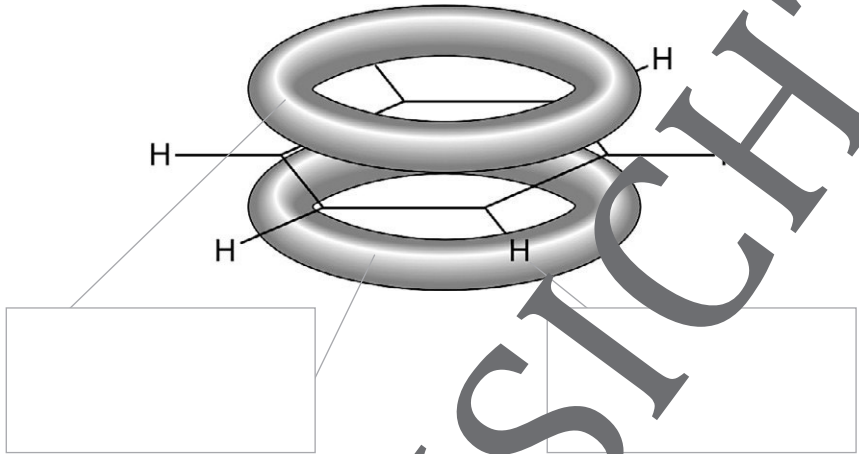
Modell 1: _____



Modell 2: _____



Modell 3: _____



VORANSICHT

Sie wollen mehr für Ihr Fach? Bekommen Sie: Ganz einfach zum Download im RAABE Webshop.



Über 5.000 Unterrichtseinheiten
sofort zum Download verfügbar



Webinare und Videos
für Ihre fachliche und
persönliche Weiterbildung



Attraktive Vergünstigungen
für Referendar:innen mit
bis zu 15% Rabatt



Käuferschutz
mit Trusted Shops



Jetzt entdecken:
www.raabe.de