



Die Bindungsverhältnisse in Benzol

Stand: 10.03.2019

Jahrgangsstufen	13
Fach/Fächer	Chemie
Übergreifende Bildungs- und Erziehungsziele	Alltagskompetenz und Lebensökonomie Technische Bildung
Zeitraumen	35 Minuten
Benötigtes Material	

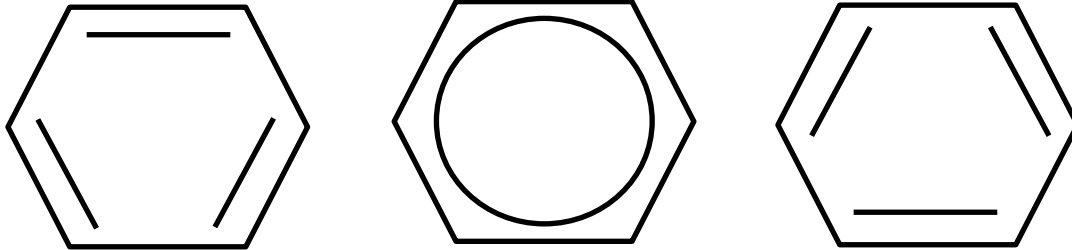
Kompetenzerwartungen

Diese Aufgabe unterstützt den Erwerb folgender Kompetenzen:

Die Schülerinnen und Schüler ...

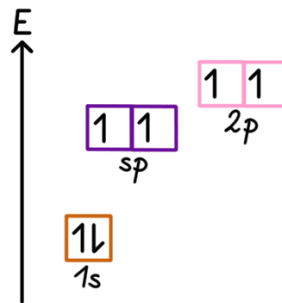
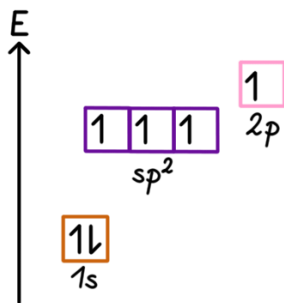
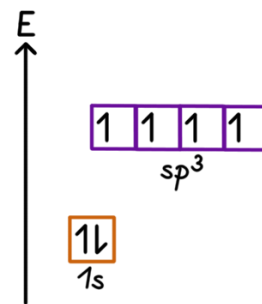
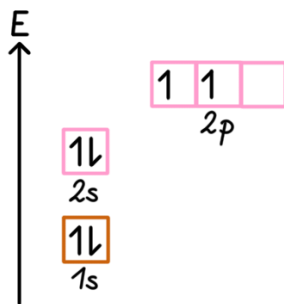
- Stellen delokalisierte Elektronen im Orbitalmodell dar, um die besonderen Eigenschaften von Benzol zu erklären. (C13 (ABU, T) 4)

Aufgabe



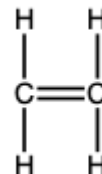
Benzol (C_6H_6) ist die Grundform aller aromatischen Verbindungen. Speziell ist es aufgrund seiner Bindungsverhältnisse. So entspricht die tatsächliche Bindungslänge weder der einer Einfachbindung, noch der einer Doppelbindung.

1. Vergleichen Sie die vier Kästchenschemata für Kohlenstoffatome und notieren Sie die Besonderheiten. (Hilfe 1)

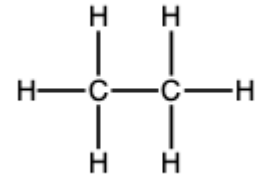


2. Für eine Bindung zu einem weiteren Atom muss im Orbitalmodell ein Orbital mit einem einzelnen Elektron besetzt sein. Ein einfach besetztes p-Orbital kann lediglich zur Ausbildung einer Mehrfachbindung herangezogen werden. Ordnen Sie den vier Kästchenschemata die folgenden Situationen zu:

- Kohlenstoffatom verbindet sich mit zwei weiteren Atomen
- Kohlenstoffatom verbindet sich mit drei weiteren Atomen







- Kohlenstoffatom verbindet sich mit vier weiteren Atomen



- Schema ist zur Klärung von Bindungsverhältnissen ungeeignet
3. Skizzieren Sie ein Kohlenstoffatom aus dem Benzolmolekül nach dem Orbitalmodell. Die räumliche Anordnung der Orbitale folgt dem Elektronenpaarabstoßungsmodell. (Hilfe 2)
(Das 1s-Orbital kann unberücksichtigt bleiben.)

Verwenden Sie dazu folgende Symbole:

s-Orbital		
p-Orbital		
sp-Orbital		<p>Aus Gründen der Anschaulichkeit wird oft nur der große Lappen eines Hybridorbitals gezeichnet.</p> <div style="text-align: center;"></div>


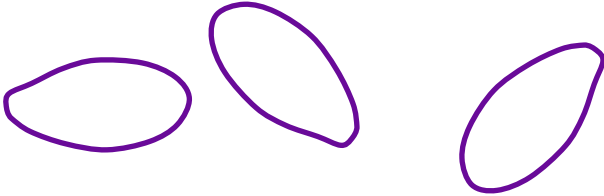
- Geben Sie die Art der Hybridisierung für das Kohlenstoffatom an. Verwenden Sie hierfür die Bezeichnung der Mischorbitale. Erklären Sie die Bedeutung dieser Bezeichnung.
- Verbinden Sie sechs Kohlenstoffatome räumlich passend, so dass modellhaft ein Benzolmolekül dargestellt ist. Ergänzen Sie hierfür auch die Wasserstoffatome. (Hilfe 3)
- Ergänzen Sie die Elektronen, die an keiner Bindung aufgrund einer Orbitalüberlappung beteiligt sind, als farbige Punkte im Benzolmolekül.
- Verbinden Sie die farbigen Punkte, um die Delokalisation der Elektronen zu verdeutlichen.
- Beschreiben Sie die Besonderheiten der sechs C-C-Bindungen im Benzolmolekül. (Hilfe 4)

Hinweise zum Unterricht

Hilfe zu Aufgabe 1

Im Kästchenschema entspricht ein Kästchen einem Orbital. Elektronen werden als Pfeile dargestellt.

Hilfe zu Aufgabe 3

p-Orbital	
3 sp ² -Orbitale	

Hilfe zu Aufgabe 5

Wasserstoffatome werden als einzelnes s-Orbital dargestellt.

Hilfe zu Aufgabe 8

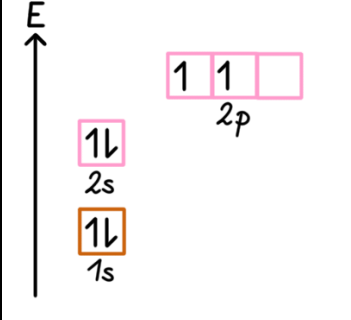
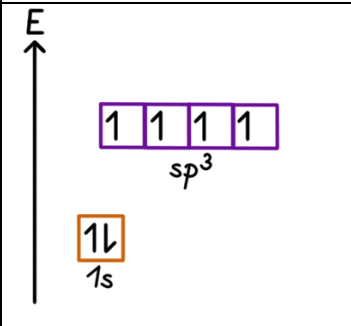
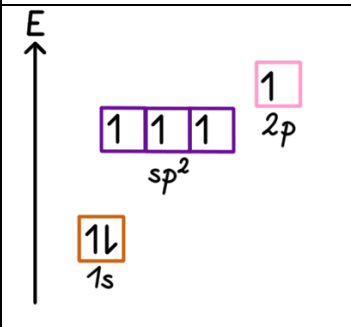
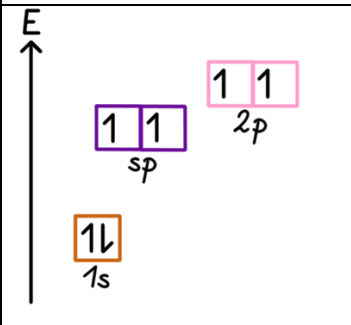
Ergänzen Sie hierfür die folgende Tabelle

Bindungslänge	
an der Bindung beteiligte Orbitale	
p-Orbitale	
Chemisches Verhalten der sechs Kohlenstoffatome	

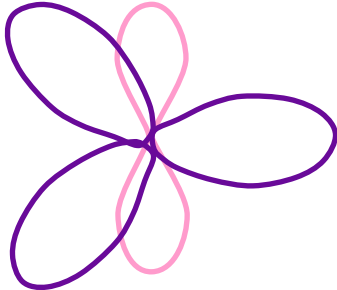
Beispiele für Lösungen der Schülerinnen und Schüler

1. Nur Schema 1 zeigt ein reguläres Kästchenschema. Die drei weiteren Schemata zeigen bislang unbekannte Mischorbitale. Die Besetzung der Orbitale folgt der Hundschens Regel nicht immer.

2.

	<p>Schema ist zur Klärung von Bindungsverhältnissen ungeeignet</p>
	<p>Kohlenstoffatom verbindet sich mit vier weiteren Atomen</p> $\begin{array}{c} \text{H} & \text{H} \\ & \\ \text{H}-\text{C} & - & \text{C}-\text{H} \\ & \\ \text{H} & \text{H} \end{array}$
	<p>Kohlenstoffatom verbindet sich mit drei weiteren Atomen</p> $\begin{array}{c} \text{H} & \text{H} \\ & \\ \text{C} & = & \text{C} \\ & \\ \text{H} & \text{H} \end{array}$
	<p>Kohlenstoffatom verbindet sich mit zwei weiteren Atomen</p> $\text{H}-\text{C}\equiv\text{C}-\text{H}$

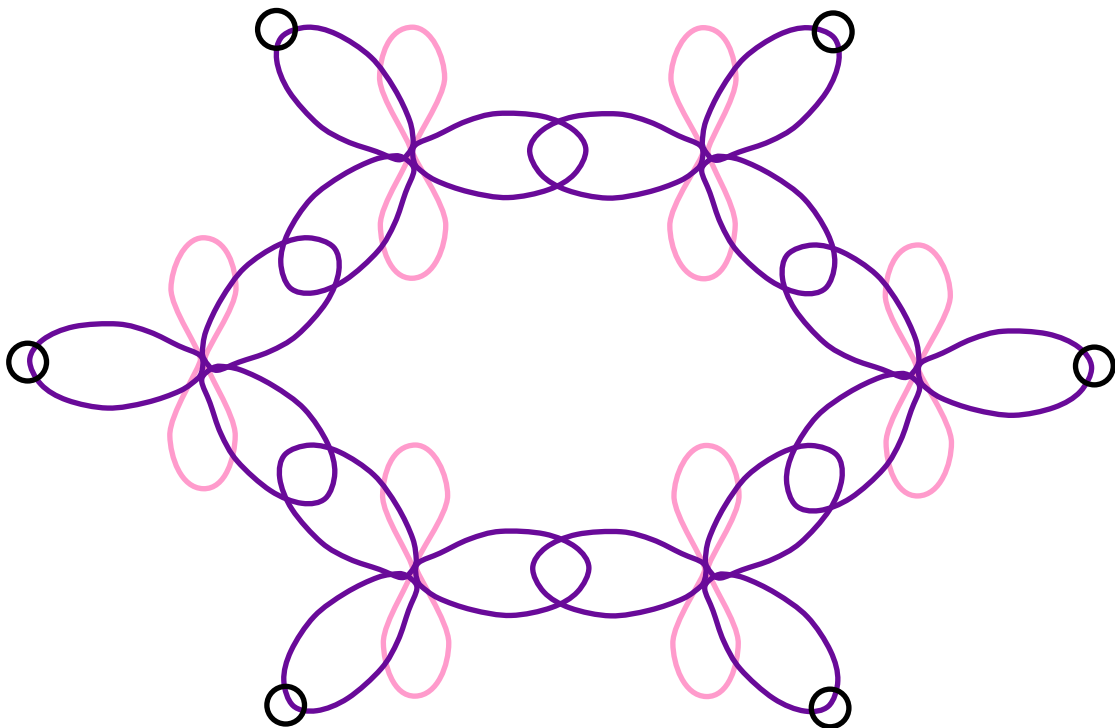
3.



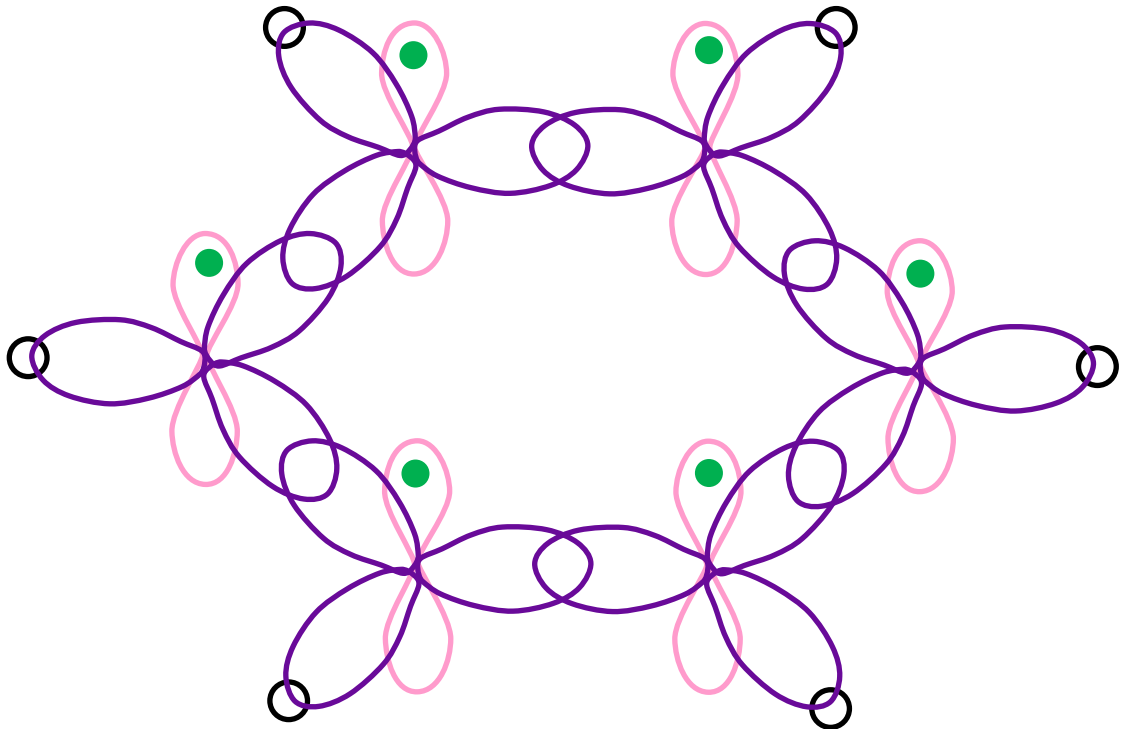
4. sp^2 -Hybridisierung

Bei der sp^2 -Hybridisierung bilden ein s-Orbital und zwei p-Orbitale drei Mischorbitale.

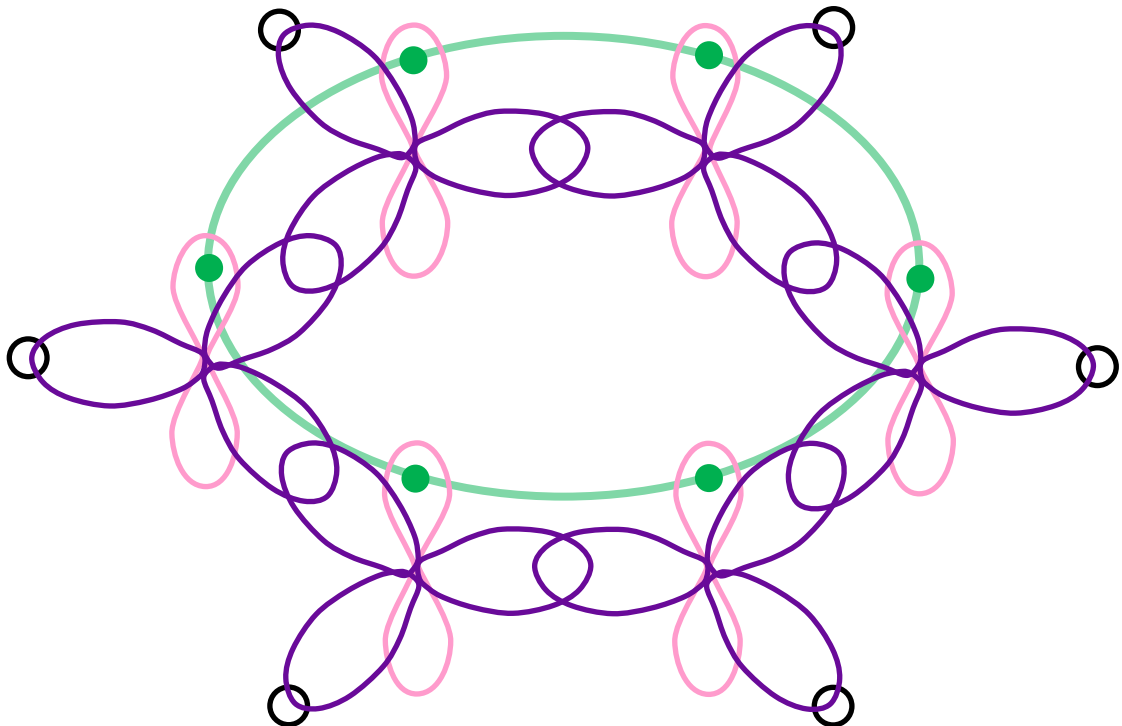
5.



6.



7.



8. Die sechs C-C-Bindungen im Benzolmolekül sind alle gleich.
 Es sind Bindungen, die durch Überlappung von sp^2 -Orbitalen zustande kommen.
 Die ungebundenen Elektronen befinden sich in den p-Orbitalen und können keiner Bindung fest zugeordnet werden.
 Das chemische Verhalten der sechs Kohlenstoffatome ist gleich.

Bindungslänge	gleich lang
an der Bindung beteiligte Orbitale	sp^2 -Orbitale
p-Orbitale	besetzt mit delokalisierten Elektronen
Chemisches Verhalten der sechs Kohlenstoffatome	identisch