

Einfache Moleküle (Variante)

Elektronenpaarbindungen halten Atome in Molekülen zusammen



LNCU.de
ID 27576
CC-BY-SA 4.0
Online abrufen

M1 Moleküle sind wichtig!

Das Leben beruht auf Molekülverbindungen



Alle Lebewesen bestehen überwiegend aus Molekülen! Moleküle sind Teilchen, die aus mindestens zwei Atomen zusammengesetzt sind. Was hält eigentlich die Atome in solchen Molekülen zusammen?

Z. B. die DNA oder Proteine. Das sind riesige Moleküle. Wir fangen einmal ganz klein an. Keine Sorge – du wirst das direkt verstehen!



Wirf noch einmal einen Blick in die beiden Darstellungen des PSE³. Metalle bilden z. B. bei der Reaktion mit Sauerstoff oder mit Halogenen Salze, da bei der Reaktion Kationen und Anionen entstehen. Reagiert aber ein Nichtmetall wie Wasserstoff mit Sauerstoff oder Halogenen, entstehen keine Salze, sondern Molekülverbindungen. Was passiert bei der Reaktion auf Atomebene? Wieso bleiben die Atome in den Molekülen zusammen?



Ein erneuter Blick in das PSE

Das Periodensystem der Elemente (unvollständig)

grau unterlegte wichtige Verbindungen: Salze

NICHTMETALL Wasserstoff H Atommasse: 1,0 wichtige Verbindungen: H ₂ O und HCl	METALL Lithium Li Atommasse: 6,9 wichtige Verbindungen: Li ₂ O und LiCl	METALL Beryllium Be Atommasse: 9,0 wichtige Verbindungen: BeO und BeCl ₂	METALL Bor B Atommasse: 10,8 wichtige Verbindungen: B ₂ O ₃ und BCl ₃	METALL Kohlenstoff C Atommasse: 12,0 wichtige Verbindungen: CO ₂ und CCl ₄	NICHTMETALL Stickstoff N Atommasse: 14,0 wichtige Verbindungen: NH ₃ und NO ₂	NICHTMETALL Sauerstoff O Atommasse: 16,0 wichtige Verbindungen: H ₂ O und SO ₂	NICHTMETALL Fluor F Atommasse: 19,0 wichtige Verbindungen: HF und NaF
METALL Natrium Na Atommasse: 23,0 wichtige Verbindungen: Na ₂ O und NaCl	METALL Magnesium Mg Atommasse: 24,3 wichtige Verbindungen: MgO und MgCl ₂	METALL Aluminium Al Atommasse: 27,0 wichtige Verbindungen: Al ₂ O ₃ und AlCl ₃	METALL Silber Ag Atommasse: 107,9 wichtige Verbindungen: Ag ₂ O und AgCl	HALBMETALL Silicium Si Atommasse: 28,1 wichtige Verbindungen: SiO ₂ und SiCl ₄	NICHTMETALL Phosphor P Atommasse: 31,0 wichtige Verbindungen: PH ₃ und PCl ₅	NICHTMETALL Schwefel S Atommasse: 32,1 wichtige Verbindungen: H ₂ S und SO ₂	METALL Gold Au Atommasse: 197,0 wichtige Verbindungen: Au ₂ O ₃ und NaAuCl ₄
METALL Kalium K Atommasse: 39,1 wichtige Verbindungen: K ₂ O und KCl	METALL Calcium Ca Atommasse: 40,1 wichtige Verbindungen: CaO und CaCl ₂	METALL Zink Zn Atommasse: 65,4 wichtige Verbindungen: ZnO und ZnCl ₂	METALL Cadmium Cd Atommasse: 112,4 wichtige Verbindungen: CdO und CdCl ₂	HALBMETALL Germanium Ge Atommasse: 72,6 wichtige Verbindungen: GeO ₂ und GeCl ₄	HALBMETALL Arsen As Atommasse: 74,9 wichtige Verbindungen: AsH ₃ und AsCl ₃	HALBMETALL Selen Se Atommasse: 78,9 wichtige Verbindungen: H ₂ Se und SeO ₂	NICHTMETALL Brom Br Atommasse: 79,9 wichtige Verbindungen: HBr und NaBr
METALL Rubidium Rb Atommasse: 85,5 wichtige Verbindungen: Rb ₂ O und RbCl	METALL Strontium Sr Atommasse: 87,6 wichtige Verbindungen: SrO und SrCl ₂	METALL Indium In Atommasse: 114,8 wichtige Verbindungen: In ₂ O ₃ und InCl ₃	METALL Zinn Sn Atommasse: 118,7 wichtige Verbindungen: SnO ₂ und SnCl ₄	HALBMETALL Antimon Sb Atommasse: 121,8 wichtige Verbindungen: SbH ₃ und SbCl ₃	HALBMETALL Tellur Te Atommasse: 127,6 wichtige Verbindungen: H ₂ Te und TeO ₂	HALBMETALL Jod I Atommasse: 126,9 wichtige Verbindungen: HI und NaI	NICHTMETALL Quecksilber Hg Atommasse: 200,6 wichtige Verbindungen: HgO und Na ₂ HgCl ₄

Galerie 1: Manche Elemente bilden bei der Reaktion miteinander Salze....andere Molekülverbindungen PSE. ¹

Aufgaben

Wir arbeiten zuerst gemeinsam mit **M2** und **M3** ein Beispiel für die Bildung eines Moleküls durch. Du hast drei Aufgaben dabei:

1. Vollziehe nach, was bei der Bildung des Wasserstoffmoleküls auf subatomarer Ebene passiert.
2. Zeichne ein Cl₂-Molekül und ein O₂-Molekül, indem Du in einer vereinfachten Darstellung die Verteilung der Elektronen in den äußeren Schalen darstellst. (Eine Musterdarstellung findest Du in den Hinweisen. s.u.)
3. Zeichne nun die Valenzstrichformeln und erkläre, wie man auch mithilfe der Valenzstrich-Formeln erkennen kann, ob keine Schale „überfüllt“ ist (siehe „Überprüfung 1“ in **Abb. 6**), ob die Anzahl der laut Formel „mitgebrachten“ Elektronen jedes Atoms zur Position des Elements im Periodensystem passt (siehe „Überprüfung 2“ in **Abb. 6**).
4. Erstelle nun die Lewis-Formel für ein N₂-Molekül.

M2 Das einfachste Beispiel: ein Wasserstoff-Molekül

In Molekülen teilen sich Atome Elektronen

Stellen wir uns vor, zwei H-Atome treffen aufeinander. Was wird passieren?

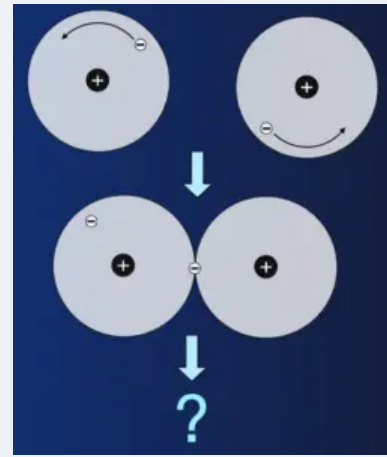


Abb. 1: Treffen sich zwei H-Atome...²

Wenn die Atome sich berühren, gelangen über kurz oder lang die Elektronen während ihrer Bewegungen um den Atomkern in den Bereich, in dem sie auch der Anziehungskraft des benachbarten Atomkerns ausgesetzt sind. In der Abbildung ist das für das Elektron des rechten Atoms dargestellt.

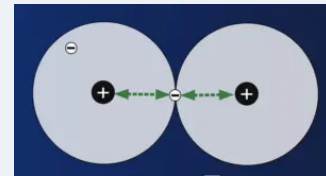
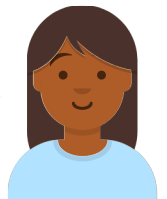


Abb. 2:



Das kann man aber auch anders betrachten: Das Elektron wird ja nicht nur von den Kernen angezogen – das Elektron übt ja auch eine Anziehungskraft auf die beiden Kerne aus! Es zieht die beiden Atomkerne also näher zusammen, so dass die Schalen der Atome überlappen. Da für das zweite Elektron prinzipiell das gleiche gilt, wird auch dieses sich dann bevorzugt zwischen den beiden Atomkernen aufhalten.

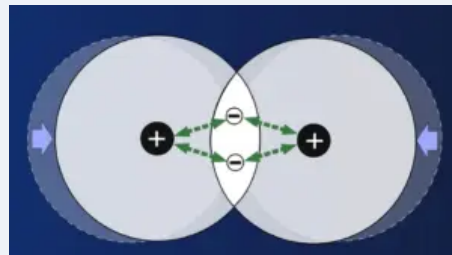
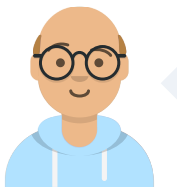


Abb. 3: Die Elektronen halten sich bevorzugt im Überlappungsbereich zwischen den beiden Atomkernen auf, dort werden sie von beiden Kernen angezogen.²

Klar...und da die Atomkerne von beiden Elektronen angezogen werden, bleiben sie in dieser Konstellation zusammen, die Atome sind also verbunden. Da es zwei Elektronen im Überlappungsbereich sind, die die Atome zusammenhalten, spricht man von einer Elektronenpaarbindung. Eine andere Bezeichnung lautet „kovalente Bindung“, weil zwei Valenzschalen Elektronen gemeinsam „nutzen“.

Werden denn jetzt die Atomkerne nicht immer näher zusammengezogen, so dass die Atome komplett miteinander „verschmelzen“?

Das kann nicht passieren, da sich die Kerne immer stärker abstoßen, je näher sie sich kommen. Die Abstoßungskräfte zwischen den Kernen wären also stärker als die Anziehungskräfte, die die Elektronen auf sie ausüben.



Eine letzter Aspekt: Wenn Atome Ionen bilden, erreichen sie durch das Abgeben bzw. Aufnehmen von Elektronen eine edelgasähnliche Elektronenkonfiguration. Wenn man sich die Schalen der Wasserstoffatome im H_2 -Molekül ansieht, stellt man fest, dass durch das Knüpfen der Elektronenpaarbindung beide Atome im Molekül eine edelgasähnliche Elektronenkonfiguration erhalten.

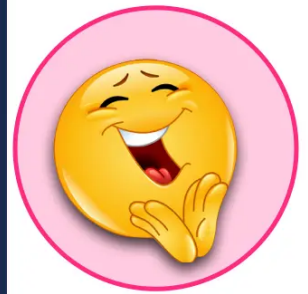
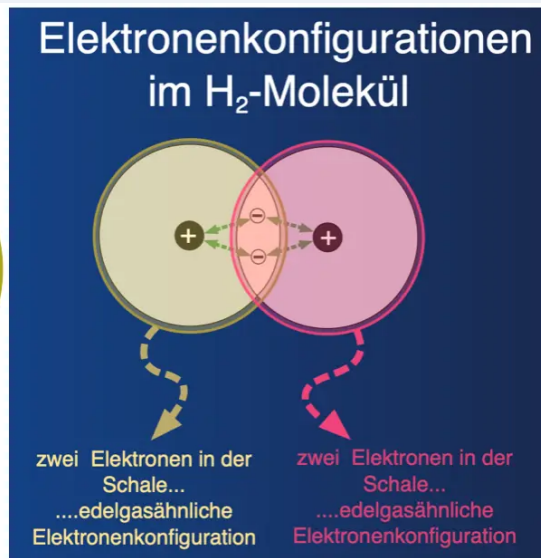


Abb. 5:

M3 Darstellung von Molekülen mit Lewis-Formeln

Um ein Wasserstoffatom und ein Wasserstoffmolekül nicht jedesmal mit überlappenden Schalen zeichnen zu müssen (was bei Atomen mit mehr Schalen und mehr Elektronen noch aufwendiger wäre), verwendet man die sogenannten Valenzstrich-Formeln bzw. Lewis-Formeln. (Die Begriffe werden oft synonym verwendet.)

Mit den beiden Überprüfungsschritten kannst Du testen, ob in der gezeichneten Lewis-Formel die äußeren Schalen nicht mehr Elektronen enthalten, als sie aufnehmen können und ob jedes Atom die Anzahl an Elektronen „mitgebracht“ hat, die der Position des Elementes im Periodensystem entspricht.

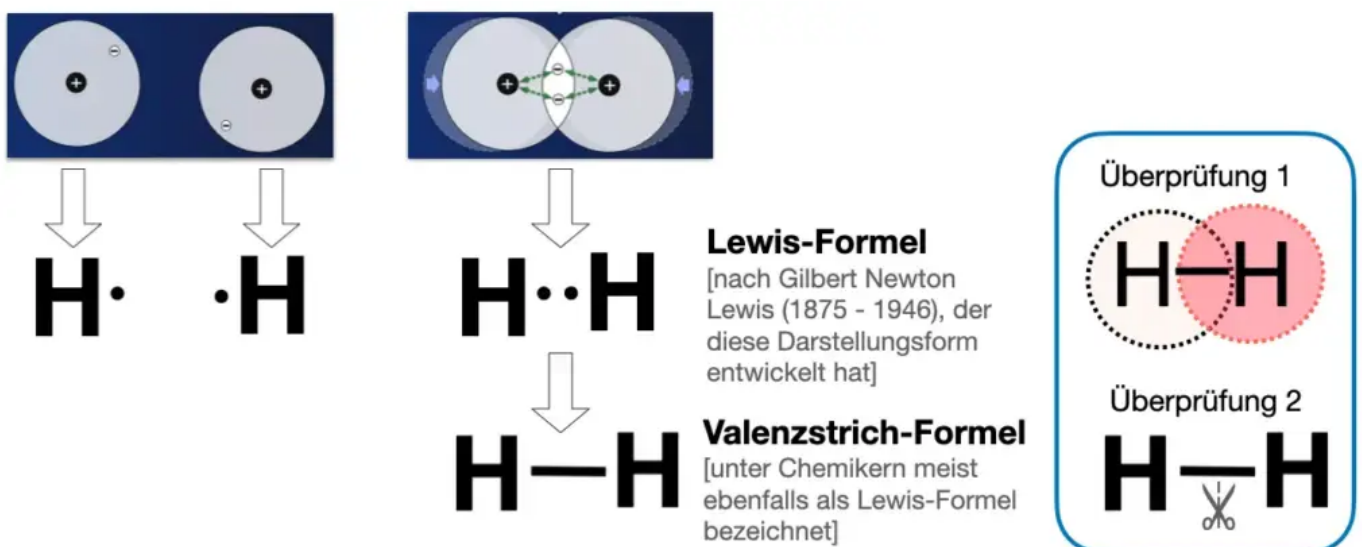


Abb. 6: Lewis-Formeln.

M4 Molekülbau für Fortgeschrittene: Moleküle aus verschiedenen Atomsorten

Im nächsten Schritt betrachten wir kleine Moleküle, die nicht nur aus Atomen des gleichen Elements bestehen, sondern in denen Atome verschiedener Elemente miteinander verknüpft sind.

Das Periodensystem der Element (unvollständig)							
NICHTMETALL Wasserstoff H ? Atommasse: 1u wichtige Verbindungen: H_2O und HCl		grau unterlegte wichtige Verbindungen: Salze rot unterlegte wichtige Verbindungen: Molekülverbindungen					
H₂O	METALL Beryllium Be Atommasse: 9u wichtige Verbindungen: BeO und BeCl_2	HALBMETALL Bor ? Atommasse: 10,8u wichtige Verbindungen: CO_2 und CCl_4 ?	HALBMETALL Silicium Si ? Atommasse: 28,1u wichtige Verbindungen: SiO_2 und SiCl_4 ?	NICHTMETALL Sauerstoff O ? Atommasse: 16u wichtige Verbindungen: H_2O und H_2S ?	NICHTMETALL Fluor ? Atommasse: 19u wichtige Verbindungen: HF ? und NaF	NICHTMETALL Neon Ne Atommasse: 20,2u wichtige Verbindungen: keine, da reaktionsträge	
METALL Natrium Na Atommasse: 23u wichtige Verbindungen: Na_2O und NaCl	METALL Magnesium Mg Atommasse: 24,3u wichtige Verbindungen: MgO und MgCl_2	METALL Aluminium Al Atommasse: 26,7u wichtige Verbindungen: Al_2O_3 und AlCl_3	HALBMETALL Germanium Ge ? Atommasse: 72,6u wichtige Verbindungen: GeO_2 und GeCl_4 ?	NICHTMETALL Schwefel S ? Atommasse: 32,1u wichtige Verbindungen: H_2S und SO_2 ?	NICHTMETALL Brom ? Atommasse: 79,9u wichtige Verbindungen: HBr ? und NaBr	NICHTMETALL Argon Ar Atommasse: 39,94u wichtige Verbindungen: keine, da reaktionsträge	
METALL Kalium K Atommasse: 39,1u wichtige Verbindungen: K_2O und KCl	METALL Calcium Ca Atommasse: 40,1u wichtige Verbindungen: CaO und CaCl_2	METALL Gallium Ga Atommasse: 69,7u wichtige Verbindungen: Ga_2O_3 und GaCl_3	HALBMETALL Antimon Sb Atommasse: 121,7u wichtige Verbindungen: SbH_3 und SbCl_3 ?	HALBMETALL Selen Se ? Atommasse: 78,9u wichtige Verbindungen: H_2Se und SeO_2 ?	NICHTMETALL Iod ? Atommasse: 126,9u wichtige Verbindungen: HI ? und NaI	NICHTMETALL Krypton Kr Atommasse: 83,8u wichtige Verbindungen: keine, da reaktionsträge	
METALL Rubidium Rb Atommasse: 85,5u wichtige Verbindungen: Rb_2O und RbCl	METALL Strontium Sr Atommasse: 87,6u wichtige Verbindungen: SrO und SrCl_2	METALL Indium In Atommasse: 114,8u wichtige Verbindungen: In_2O_3 und InCl_3	METALL Zinn Sn Atommasse: 118,7u wichtige Verbindungen: SnO_2 und SnCl_4	HALBMETALL Teilur Te ? Atommasse: 127,6u wichtige Verbindungen: H_2Te und TeO_2 ?	NICHTMETALL Xenon Xe Atommasse: 131,3u wichtige Verbindungen: keine, da reaktionsträge		

Abb. 7:



Aufgaben für Fortgeschrittene

Im nächsten Schritt sollen Atome unterschiedlicher Elemente verbunden werden. Erstelle die Lewis-Formeln für ein H_2O -Molekül, ein HCl -Molekül, ein CO_2 -Molekül, ein CCl_4 -Molekül, ein NH_3 -Molekül und ein H_2S -Molekül. (Kontrolliere die Lewis-Formeln mit den zwei Überprüfungsschritten, korrigiere gegebenenfalls die Formeln.)

M5

Ein erneuter Blick ins Periodensystem

Elemente der gleichen Hauptgruppe bilden Verbindungen mit analogem Atomzahlenverhältnis. Dies ist für einige Beispiele in der Darstellung des PSE verdeutlicht. „Kennt man die Lewisformel von H_2O , kann man auch die von H_2Se .“ Erkläre diese Aussage.

Das Periodensystem der Elemente (unvollständig)							
grau unterlegte wichtige Verbindungen: Salze				rot unterlegte wichtige Verbindungen: Molekülverbindungen			
NICHTMETALL Wasserstoff H ? Atommasse: 1u wichtige Verbindungen: H ₂ O und HCl ?							NICHTMETALL Helium He Atommasse: 4u wichtige Verbindungen: keine, da reaktionsträge
METALL Lithium Li Atommasse: 6,9u wichtige Verbindungen: Li ₂ O und LiCl	METALL Beryllium Be Atommasse: 9u wichtige Verbindungen: BeO und BeCl ₂	HALBMETALL Bor ? Atommasse: 10,8u wichtige Verbindungen: B ₂ O ₃ und BCl ₃ ?	NICHTMETALL Kohlenstoff ? Atommasse: 12u wichtige Verbindungen: CO ₂ und CCl ₄ ?	NICHTMETALL Stickstoff ? Atommasse: 14u wichtige Verbindungen: NH ₃ und NCl ₃ ?	NICHTMETALL Sauerstoff ? Atommasse: 16u wichtige Verbindungen: H ₂ O ?	NICHTMETALL Fluor ? Atommasse: 19u wichtige Verbindungen: HF ?	NICHTMETALL Neon Ne Atommasse: 20,2u wichtige Verbindungen: keine, da reaktionsträge
METALL Natrium Na Atommasse: 23u wichtige Verbindungen: Na ₂ O und NaCl	METALL Magnesium Mg Atommasse: 24,3u wichtige Verbindungen: MgO und MgCl ₂	METALL Aluminium Al Atommasse: 26,7u wichtige Verbindungen: Al ₂ O ₃ und AlCl ₃	HALBMETALL Silicium ? Atommasse: 28,1u wichtige Verbindungen: SiO ₂ und SiCl ₄ ?	NICHTMETALL Phosphor ? Atommasse: 31u wichtige Verbindungen: PH ₃ und PCl ₃ ?	NICHTMETALL Schwefel ? Atommasse: 32,1u wichtige Verbindungen: H ₂ S und SO ₂ ?	NICHTMETALL Chlor ? Atommasse: 35,4u wichtige Verbindungen: HCl ?	NICHTMETALL Argon Ar Atommasse: 39,94u wichtige Verbindungen: keine, da reaktionsträge
METALL Kalium K Atommasse: 39,1u wichtige Verbindungen: K ₂ O und KCl	METALL Calcium Ca Atommasse: 40,1u wichtige Verbindungen: CaO und CaCl ₂	METALL Gallium Ga Atommasse: 69,7u wichtige Verbindungen: Ga ₂ O ₃ und GaCl ₃	HALBMETALL Germanium ? Atommasse: 72,6u wichtige Verbindungen: GeO ₂ und GeCl ₄ ?	HALBMETALL Arsen ? Atommasse: 74,9u wichtige Verbindungen: AsH ₃ und AsCl ₃ ?	HALBMETALL Selen ? Atommasse: 78,9u wichtige Verbindungen: H ₂ Se und SeO ₂ ?	NICHTMETALL Brom ? Atommasse: 79,9u wichtige Verbindungen: HBr ?	NICHTMETALL Krypton Kr Atommasse: 83,8u wichtige Verbindungen: keine, da reaktionsträge
METALL Rubidium Rb Atommasse: 85,5u wichtige Verbindungen: Rb ₂ O und RbCl	METALL Strontium Sr Atommasse: 87,6u wichtige Verbindungen: SrO und SrCl ₂	METALL Indium In Atommasse: 114,8u wichtige Verbindungen: In ₂ O ₃ und InCl ₃	METALL Zinn Sn Atommasse: 118,7u wichtige Verbindungen: SnO ₂ und SnCl ₄	HALBMETALL Antimon ? Atommasse: 121,7u wichtige Verbindungen: SbH ₃ und SbCl ₃ ?	HALBMETALL Tellur ? Atommasse: 127,6u wichtige Verbindungen: H ₂ Te und TeO ₂ ?	NICHTMETALL Jod ? Atommasse: 126,9u wichtige Verbindungen: HI ?	NICHTMETALL Xenon Xe Atommasse: 131,3u wichtige Verbindungen: keine, da reaktionsträge

Abb. 8: Eine Beschriftung. ⁴

M6 Mal was Kniffligeres

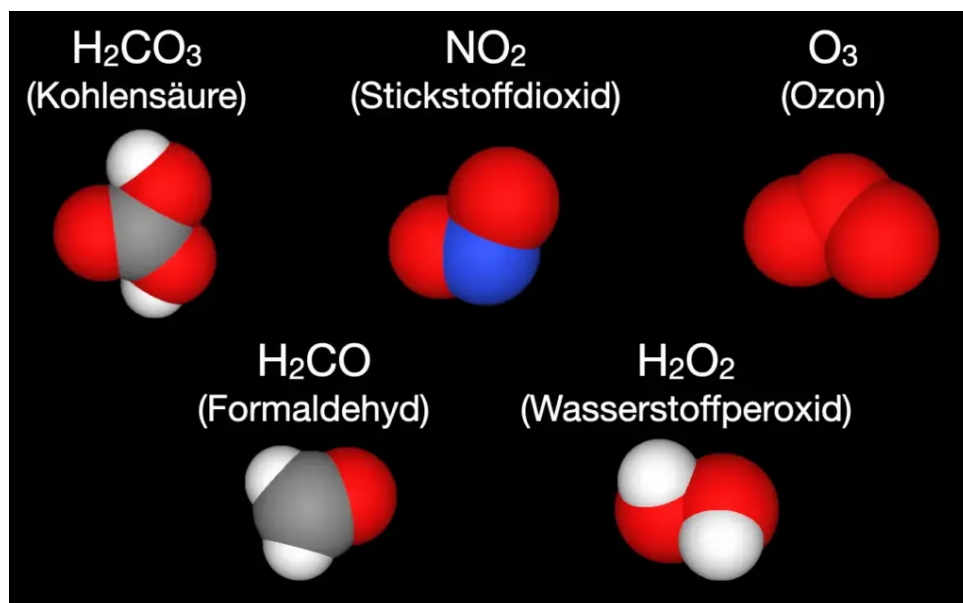


Abb. 9: Kalottenmodelle etwas komplizierterer Moleküle ⁵

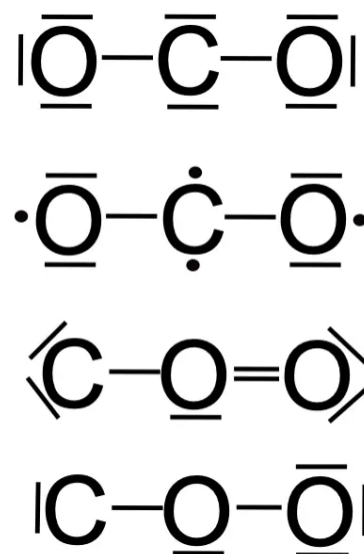


Abb. 10: Vier falsche Lewisformeln für CO₂. ⁴

M6 Mal was Kniffligeres...Aufgabenstellung

- Zeichne mit Hilfe der Molekülmodelle in Abb. 9 die Lewisformeln für H₂O₂, H₂CO und H₂CO₃.
- In Abb. 9 sind noch zwei Molekülmodelle zu sehen, für die sich keine „perfekte“ Lewis-Formel finden lässt: O₃ und NO₂. Die Moleküle sind sehr reaktiv. Versuche, möglichst stimmige Lewis-Formeln zu entwickeln.
- In Abb. 10 sind vier falsche Lewis-Formeln für das CO₂-Molekül dargestellt. Erkläre, was genau an den Lewis-Formeln falsch ist.
- Aus Phosphor und Chlor lassen sich PCl₃ und PCl₅ herstellen. Eine Verbindung mit der Verhältnisformel NCl₅ existiert dagegen nicht, NCl₃ lässt sich herstellen. Erkläre mit Hilfe der Lewis-Formeln.

- 9 Zu PCl_5 findet man in Chemiebüchern die Information: „Schon bei Normaltemperatur dissoziiert das Pentachlorid zum Phosphortrichlorid unter Abgabe von Chlor. Generell dient Phosphorpentachlorid daher als Chlorierungsmittel.“ Erkläre diese Eigenschaften von PCl_5 .

M7 Moleküle zerbrechen und bilden sich neu

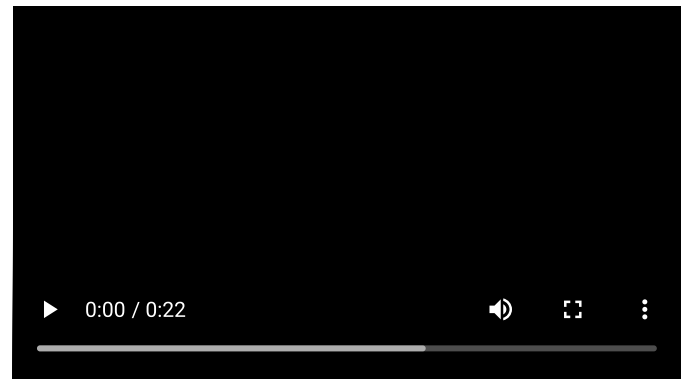


Elektronenpaarbindungen können prinzipiell auch wieder brechen. Es bedarf dazu aber Energie. Auf diese Weise können die von uns betrachteten Moleküle, die nur aus einer Atomsorte bestehen, „zerbrechen“ und es können auch Moleküle mit Atomen mehrerer Elemente bilden. Für das Leben, wie wir es kennen, unerlässlich!



Hier mal ein simples Beispiel: die sogenannte Knallgasprobe. Wasserstoff und Sauerstoff reagieren miteinander. Die Moleküle der Elemente zerbrechen dabei und es bilden sich neue Moleküle mit stabileren Elektronenpaaren: Wassermoleküle.

Das Aufbrechen und Neubilden von Molekülen passiert permanent. In Pflanzen entstehen z. B. aus Kohlenstoffdioxid und Wasser und Energie aus der Sonne Glucose und Sauerstoff. Im Körper wiederum entstehen wieder Kohlenstoffdioxid und Wasser und wir nutzen die freigesetzte Energie.



Video 1: Knallgasprobe ⁷

Einzelnachweise

- ¹ Andreas Böhm, 2025
- ² Andreas Böhm; 2025
- ³ Andreas Böhm; 2025
- ⁴ Quellenangabe
- ⁵ erstellt mit <https://app.molview.com/>
- ⁶ Andreas Böhm; 2026
- ⁷ Gregor von Borstel, 2020