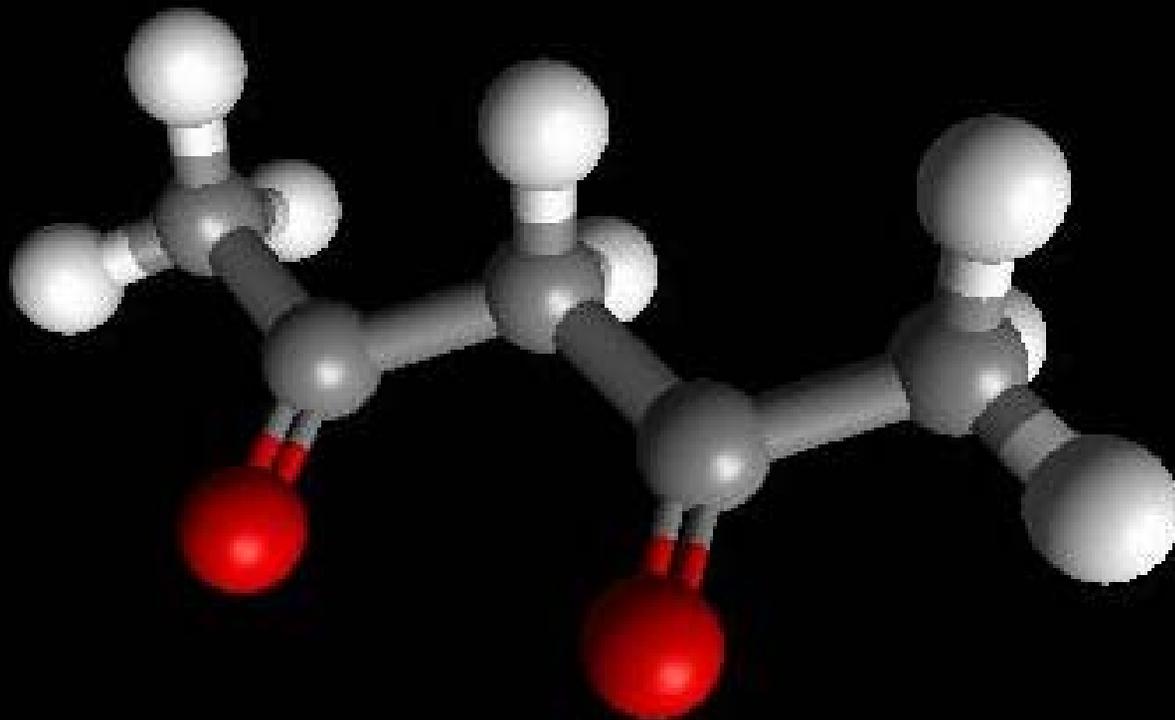


30. Lektion

Molekülbindung

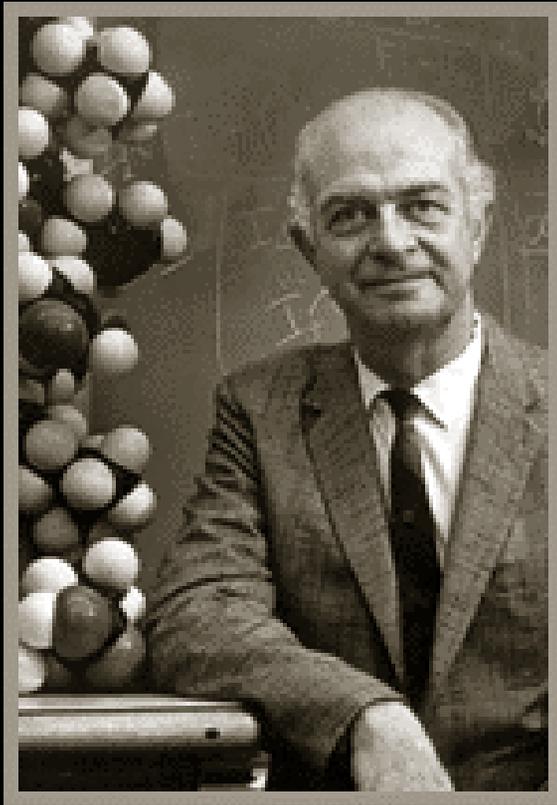


Lernziel:

Moleküle entstehen aus Atomen falls ihre Wellenfunktionen sich derart überlappen, daß die Gesamtenergie abgesenkt wird.

Begriffe:

- Kovalente Bindung
- Polare Bindung
- Ionische Bindung
- Homöopolare und heteropolare Bindung
- Wasserstoffbindung
- H_2 – Molekül
- H_2O – Molekül



Linus Carl Pauling

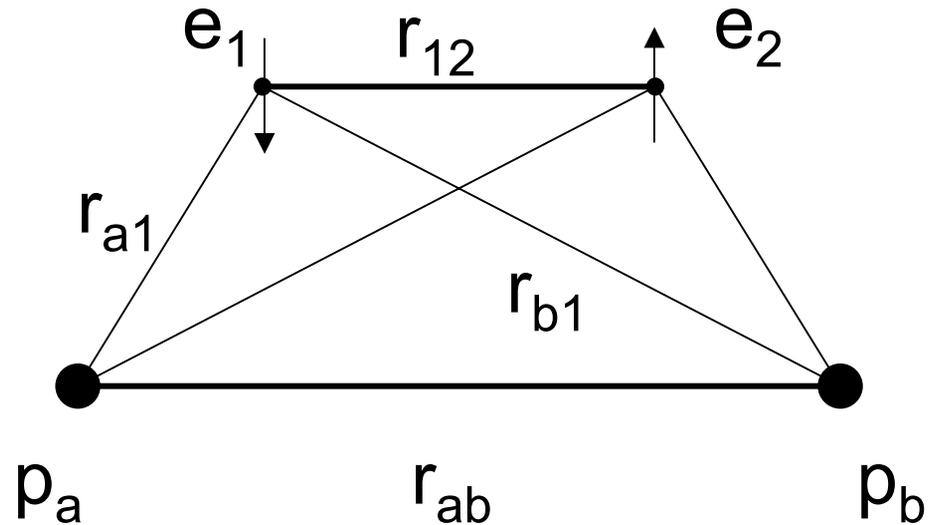
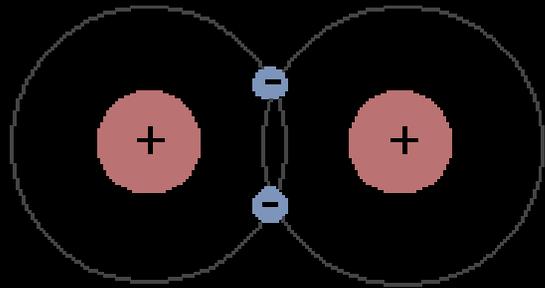
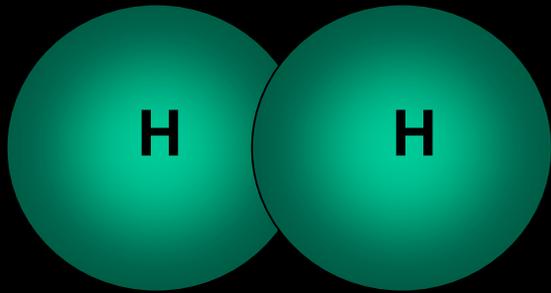
1901 - 994

Linus Pauling war einer der herausragendsten wissenschaftlichen Denker des letzten Jahrhunderts und Atomwaffengegner.

Er erhielt 1954 den Nobelpreis der Chemie für seine Forschungen über die Molekülstruktur der Proteine und 1962 den Friedensnobelpreis für seine Anstrengungen, Kernwaffentests zu beenden.

Eins seiner wichtigsten Werke ist das Lehrbuch über die „Natur der chemischen Bindung“

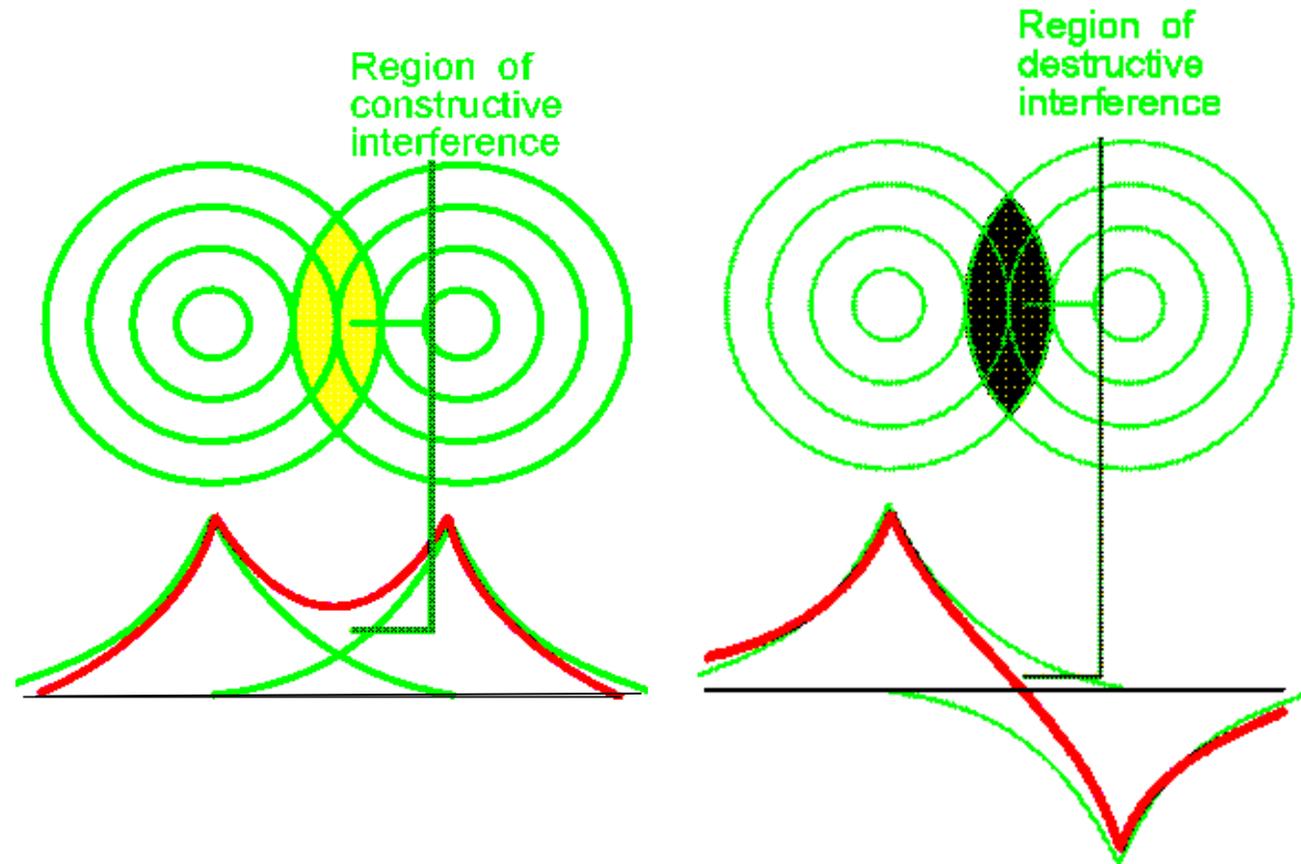
H₂ - Molekül



Coulomb Energie:

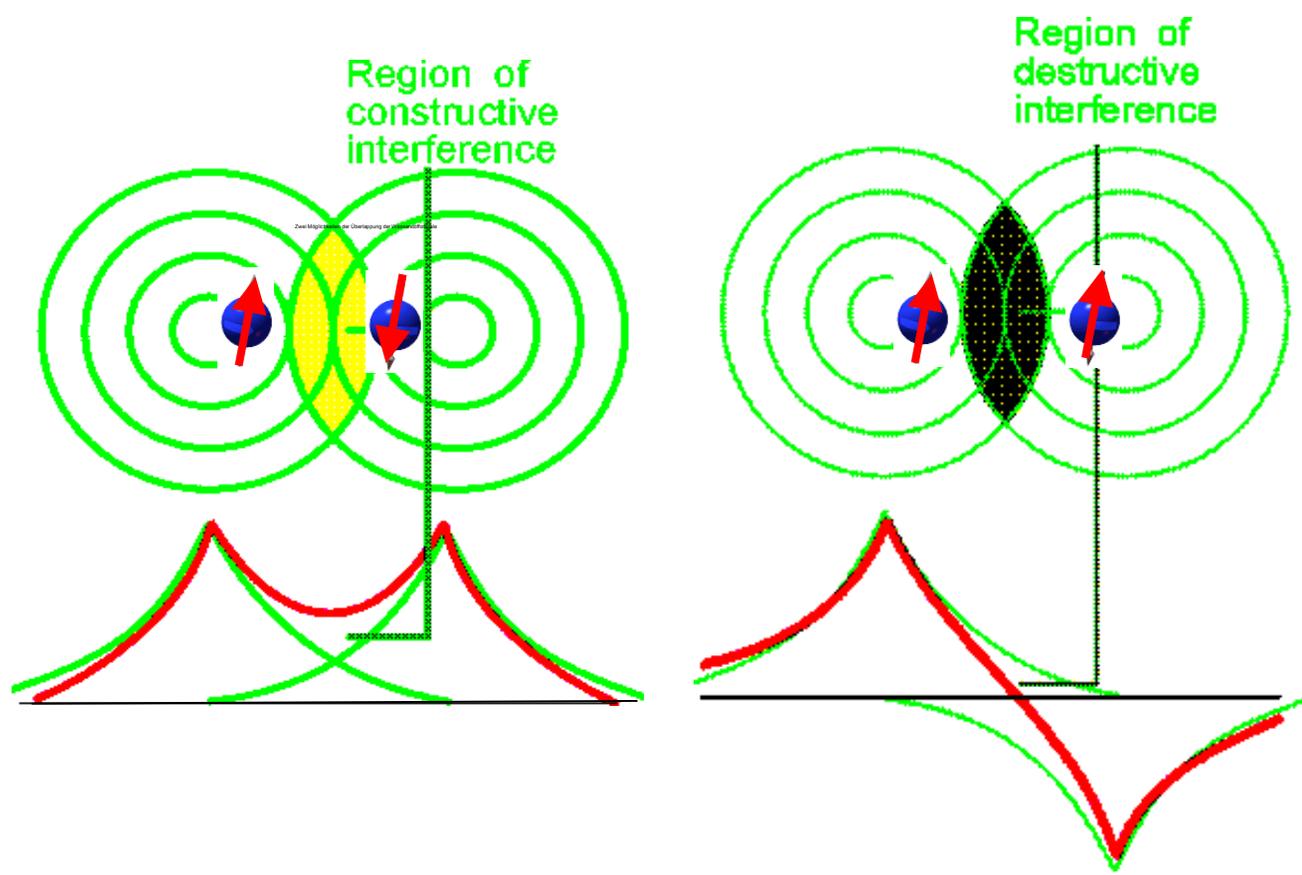
$$E_{pot} = -e^2 \left(\frac{1}{r_{a1}} + \frac{1}{r_{b2}} + \frac{1}{r_{a2}} + \frac{1}{r_{b1}} - \frac{1}{r_{ab}} - \frac{1}{r_{12}} \right)$$

Zwei Möglich- keiten der Überlappung der Wasserstoff- Orbitale



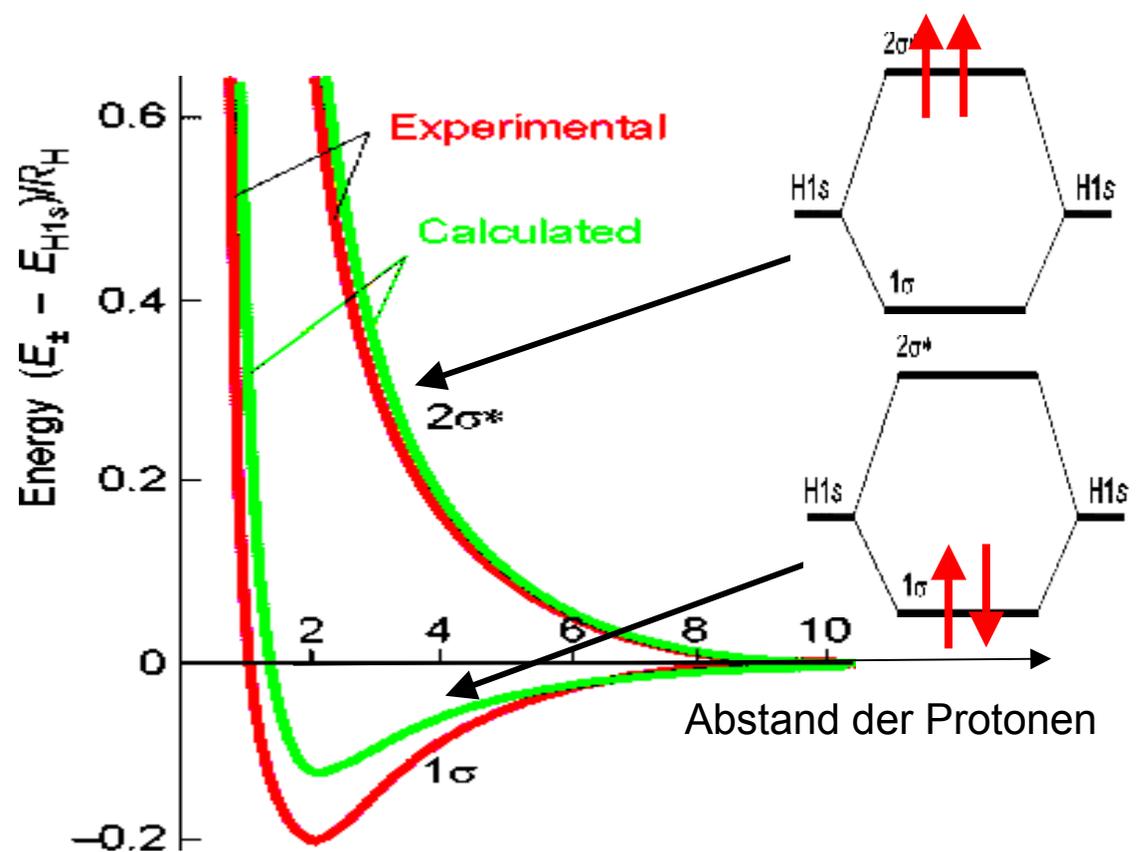
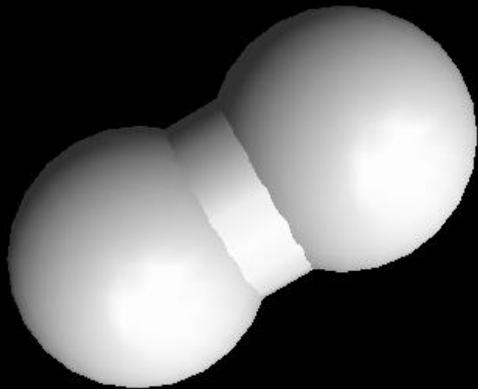
Die Wasserstoff-Orbitale können sich so überlappen, dass sie sich in der Mitte zwischen den beiden Atomen verstärken, oder abschwächen.

Zwei Möglich- keiten der Überlappung der Wasserstoff- Orbitale



Verstärkung oder Abschwächung der Wasserstoff-Orbitale hängt von der Orientierung der Elektronenspins ab: antiparallele Orientierung ergibt Verstärkung, parallele Orientierung ergibt Abschwächung.

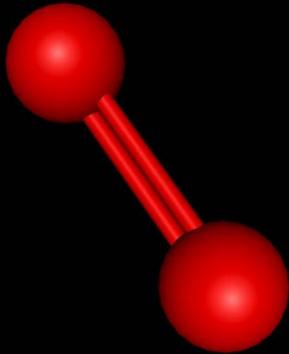
H₂ – Molekül- bindung



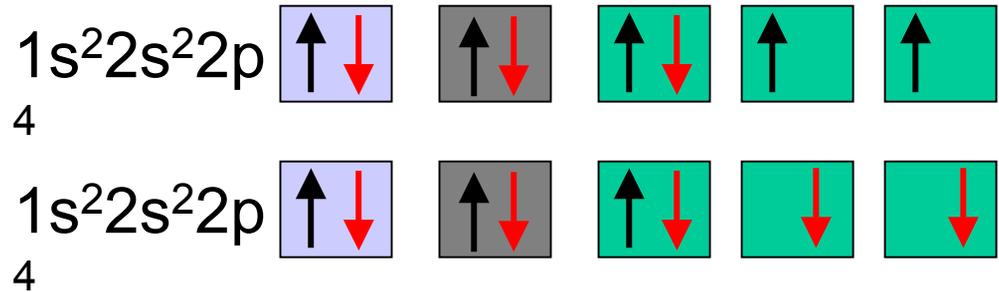
H₂ - Molekülbindung ist nur im Singulettzustand ($S=0$) möglich, d.h. bei antiparalleler Orientierung der $1s$ Elektronenspins.

Das H₂ – Molekül ist ein typisches Beispiel für eine kovalente Bindung.

O₂ – Molekül- bindung



Sauerstoff: zwei ungepaarte
Elektronen in der p-Schale

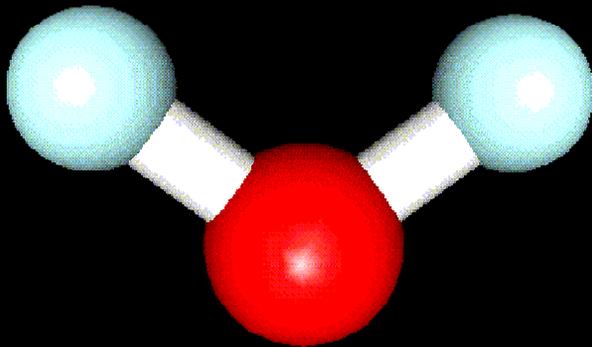


Bindung nur mit zwei gepaarten
Elektronen möglich.

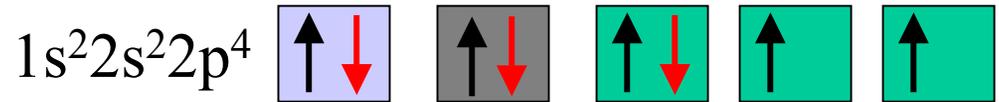
Die zwei gemeinsamen Elektronen-
paare bilden eine doppelte kovalente
Bindung.

Wie H₂ bildet auch O₂ eine nicht-
polare kovalente Bindung

Wasser- molekül: H_2O



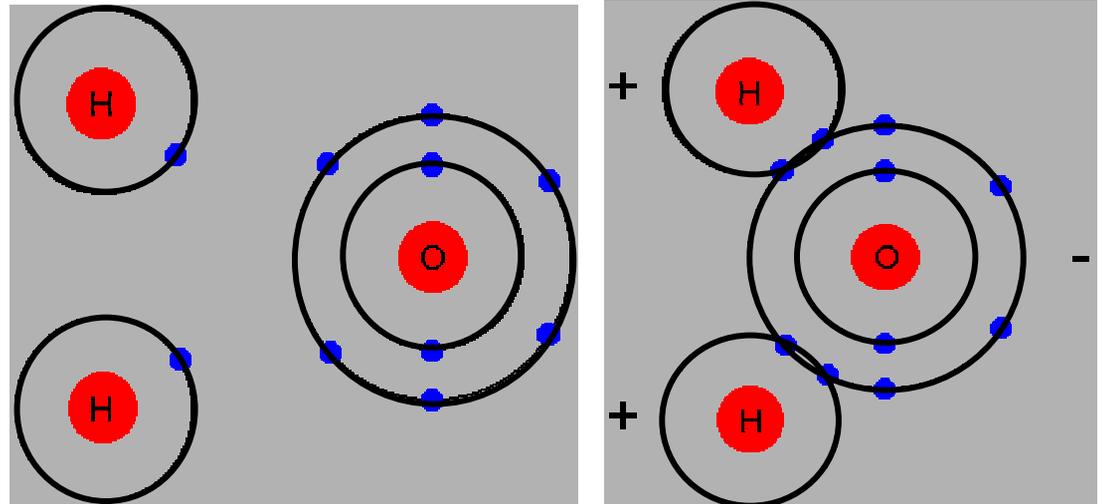
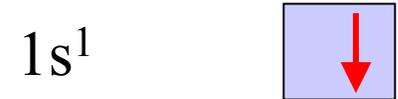
Sauerstoff: zwei ungepaarte
Elektronen in der p-Schale



Wasserstoff

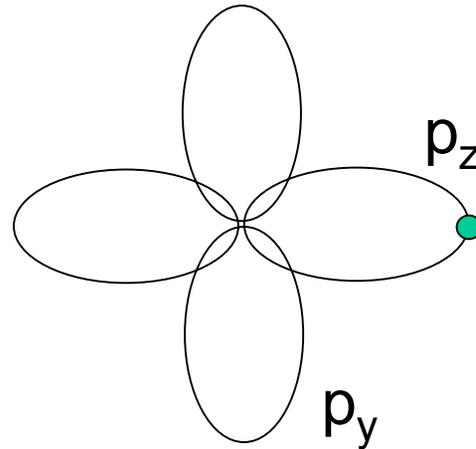


Wasserstoff

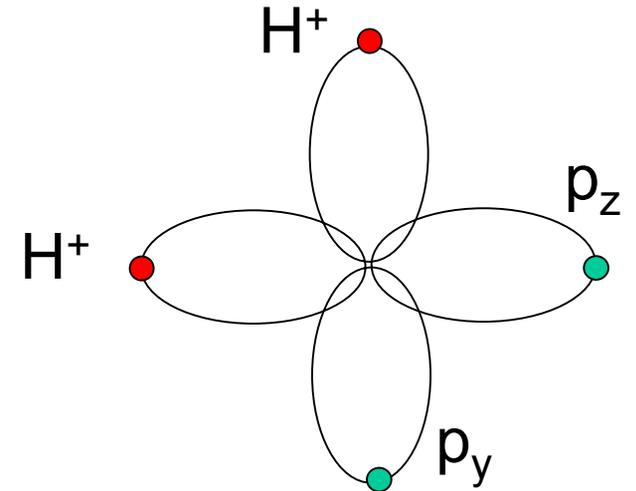


Bildung des Wasser-Moleküls

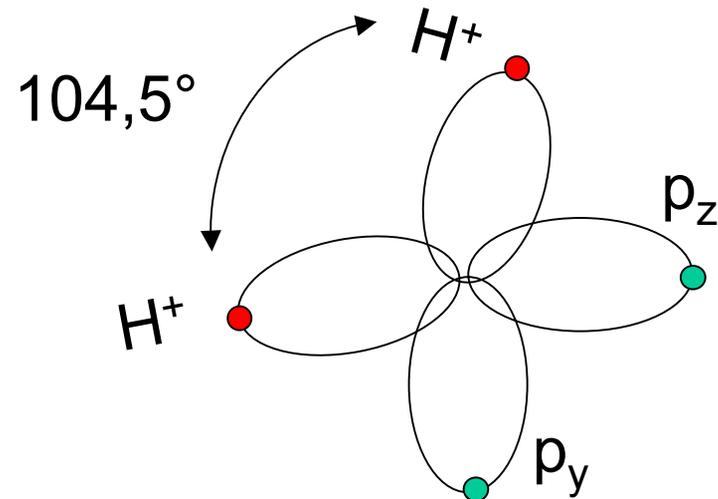
Freie Zustände in p_y und p_z Orbitalen



Anlagerung von H und Ladungsverschiebung

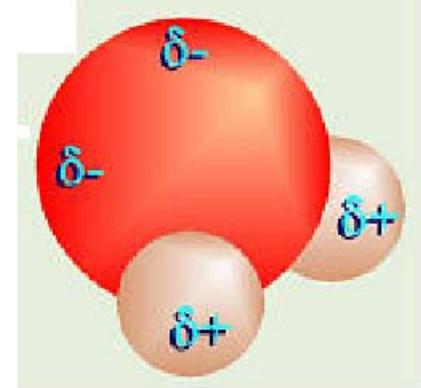


Abstoßende Wechselwirkung zwischen den H^+ -Ionen bewirkt Verkippung der Orbitale zu einem Winkel von $104,5^\circ$:



Wasser: Dipolmoment und polare Bindung

Dipolmoment von
 H_2O durch
Ladungs-
verschiebung

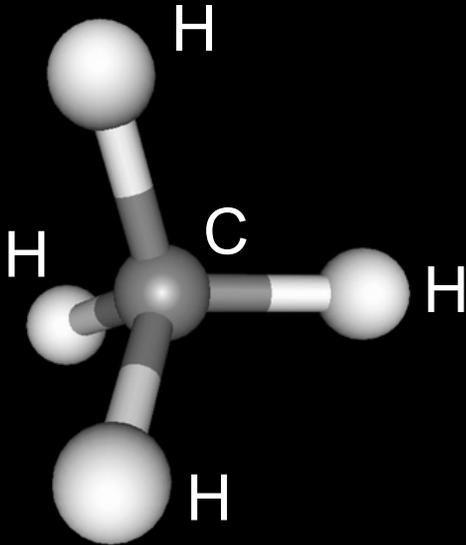


Wasser ist ein typisches Beispiel für eine polare Bindung, bei der das Elektron zwischen beiden Partnern geteilt wird. Allerdings hält sich das Elektron mehr beim Sauerstoff als beim Wasserstoff auf. Damit ist die kovalente Bindung polar.



Methan

CH₄



Kohlenstoff



Zur Absättigung aller Orbitale werden noch 4 Elektronen benötigt, die von 4 Wasserstoffatomen geliefert werden können.

Wasserstoff



Statt dessen werden die 2s und 2p Orbitale des Kohlenstoffs in vier neue orthogonale Orbitale umgewandelt, die mit den 1s Orbitalen von Wasserstoff überlappen (hybridisieren). Zusammen ergibt sich eine symmetrische kovalente nicht-polare Bindung ohne Dipolmoment.

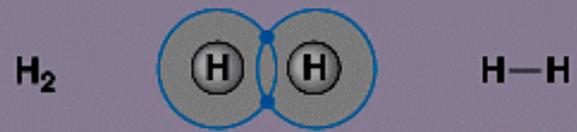
Kovalente Bindungen

homöopolar

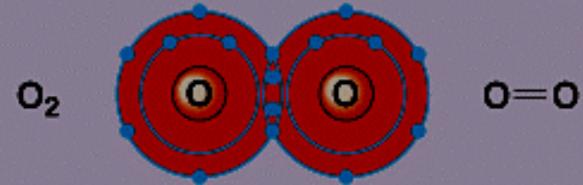
polar

nicht-polar

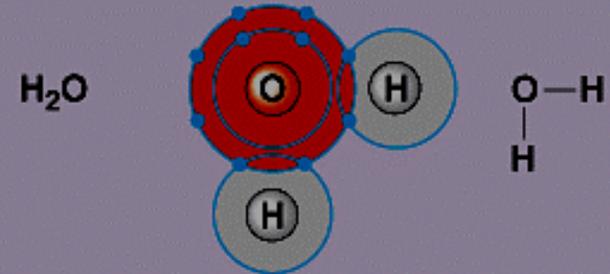
(a) Hydrogen



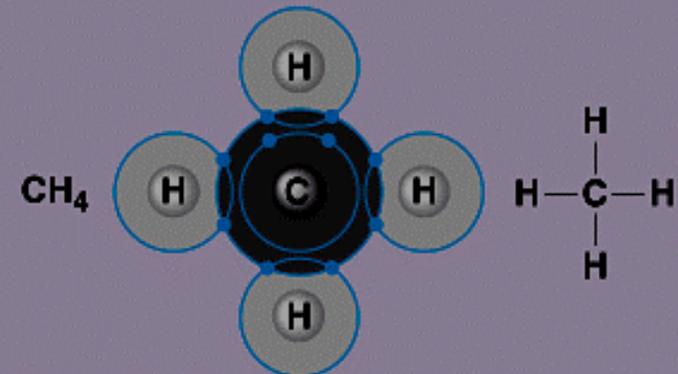
(b) Oxygen



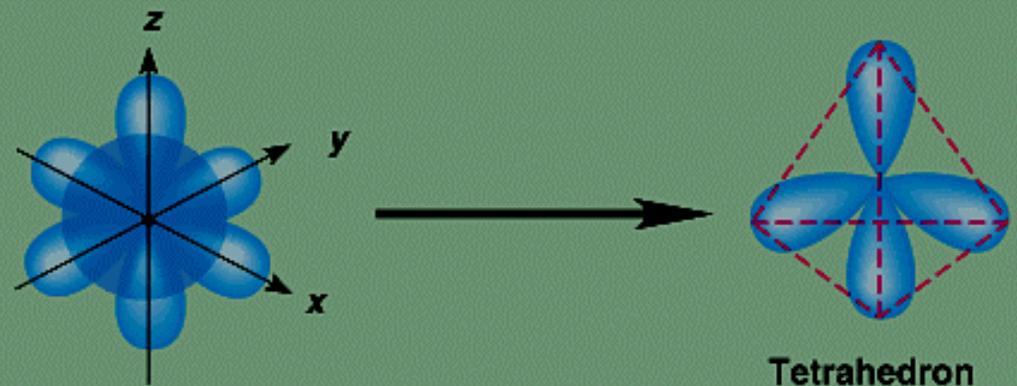
(c) Water



(d) Methane

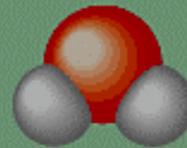


Durch Hybridisierung der s und p Orbitale zur kovalenten Bindung



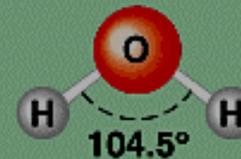
(a) Hybridization of orbitals

Space-filling
model

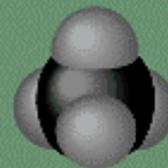
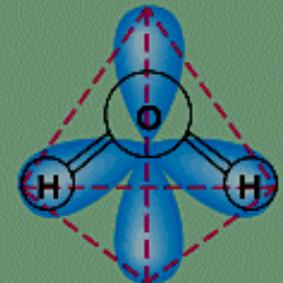


(b) Water (H₂O)

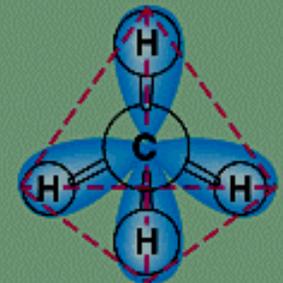
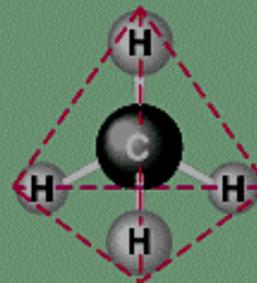
Ball-and-stick
model



Hybrid-orbital
model (ball and
stick superimposed)



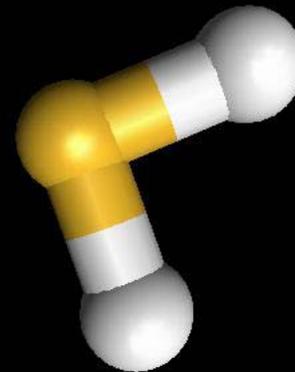
(c) Methane (CH₄)



Quiz:

Schwefel hat die Atomzahl 16. Schwefel reagiert mit Wasserstoff und bildet eine kovalente Bindung, Schwefelwasserstoff. Unter Berücksichtigung der Elektronenkonfiguration welche Stöchiometrie kann vorausgesagt werden:

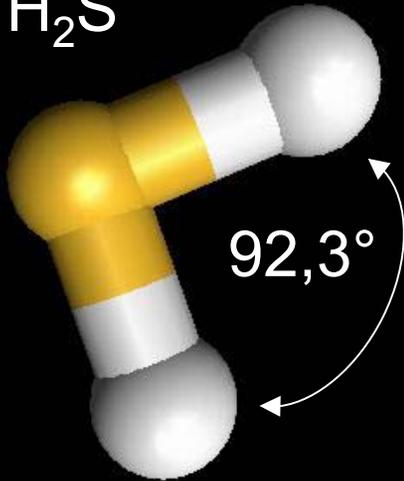
- a. HS
- b. HS₂
- c. H₂S
- d. H₃S₂
- e. H₄S



Richtig Antwort ist c: H₂S

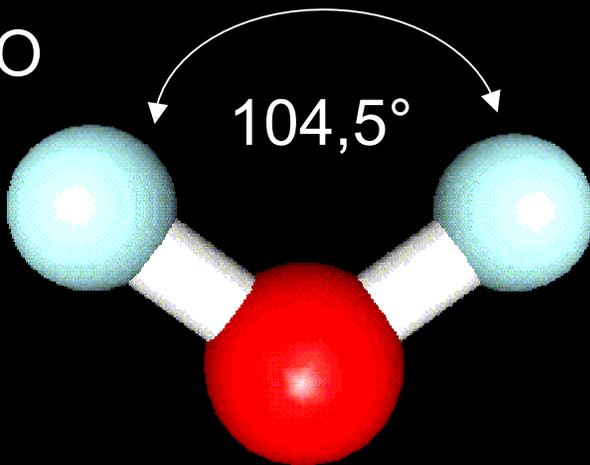
Vergleich von H_2S und H_2O

H_2S



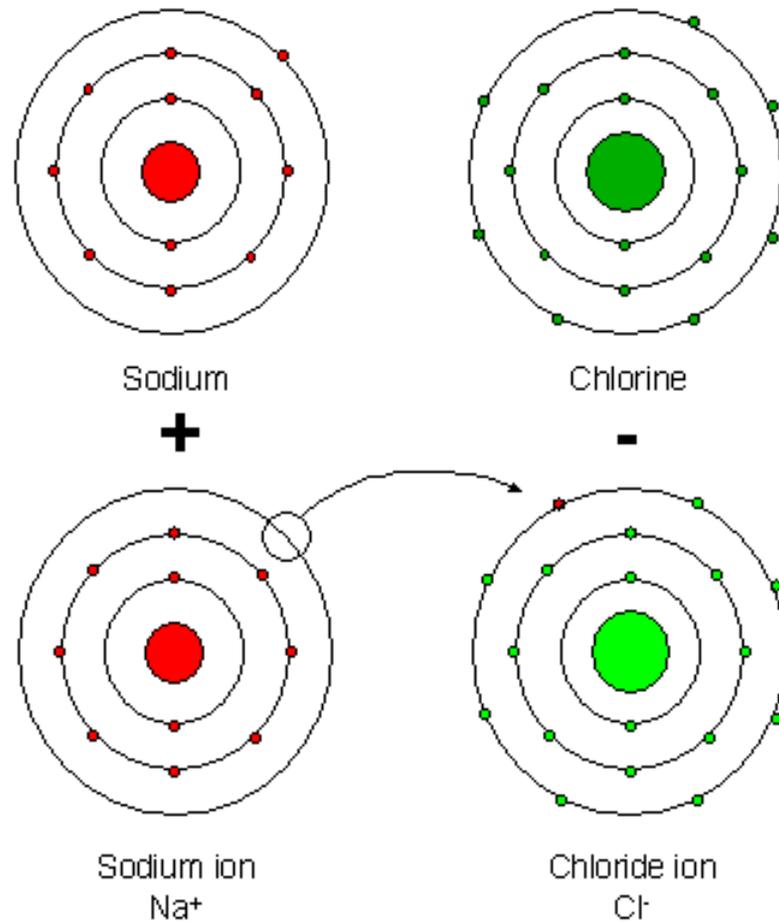
Übel riechend, unter STP –
Bedingungen gasförmig,
Gerierpunkt bei $-85,6^\circ\text{C}$,
lebensgefährlich beim Einatmen,
Dipolmoment

H_2O



Geruchslos, unter STP –
Bedingungen flüssig, Gerierpunkt bei
 0°C , lebenswichtige Substanz,
ungefährlich beim Einatmen,
Dipolmoment 1,85D

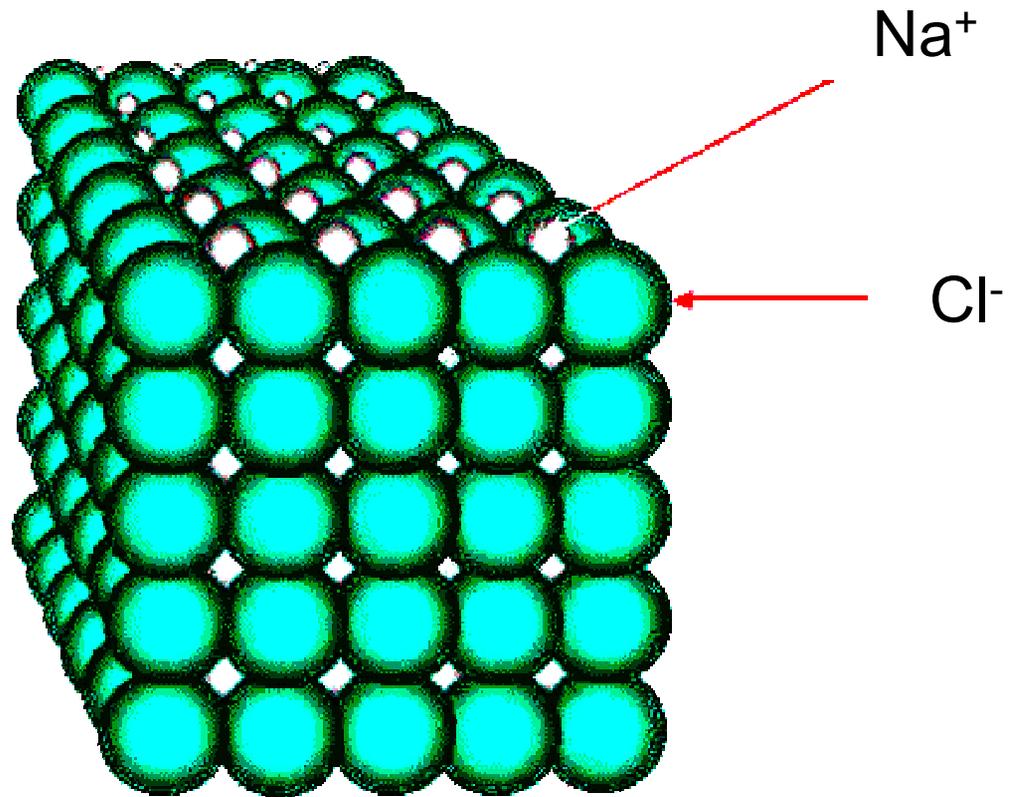
Ionische oder heteropolare Bindung durch vollständigen Ladungstransfer:



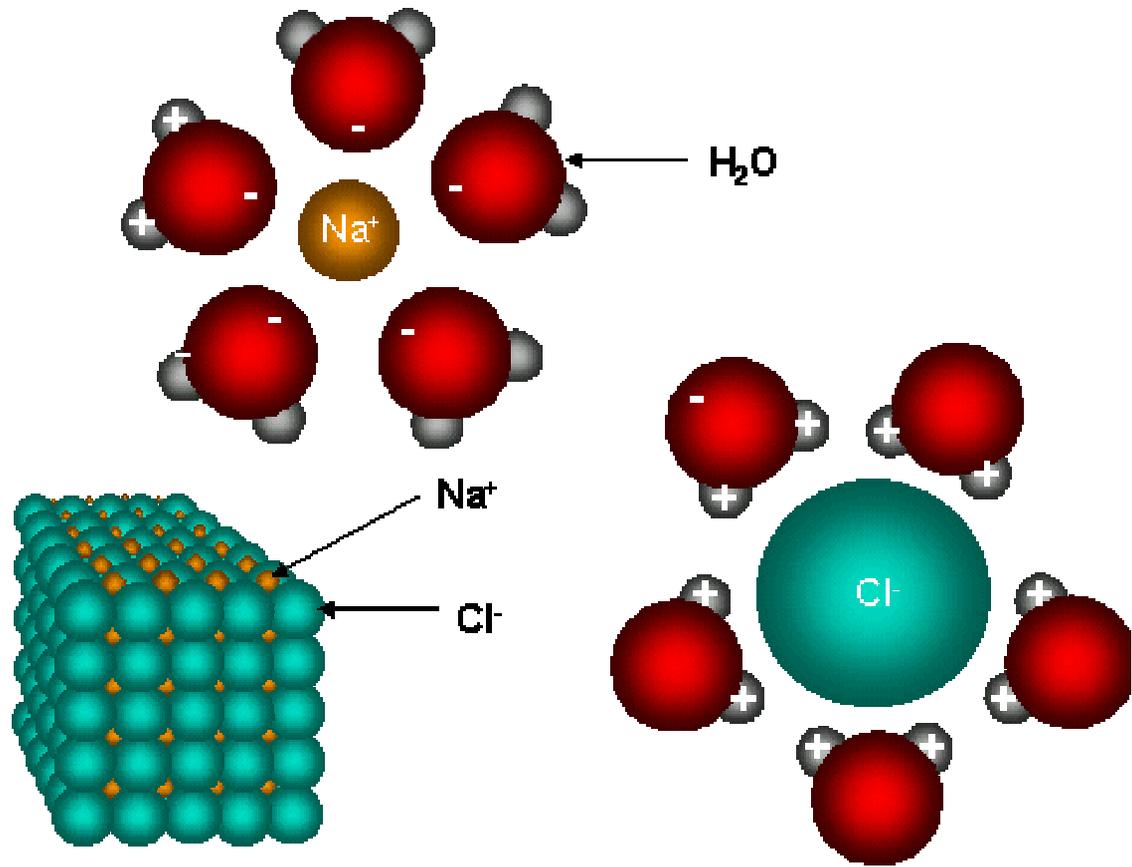
Animation:



NaCl Kristall- bildung durch ionische Bindung



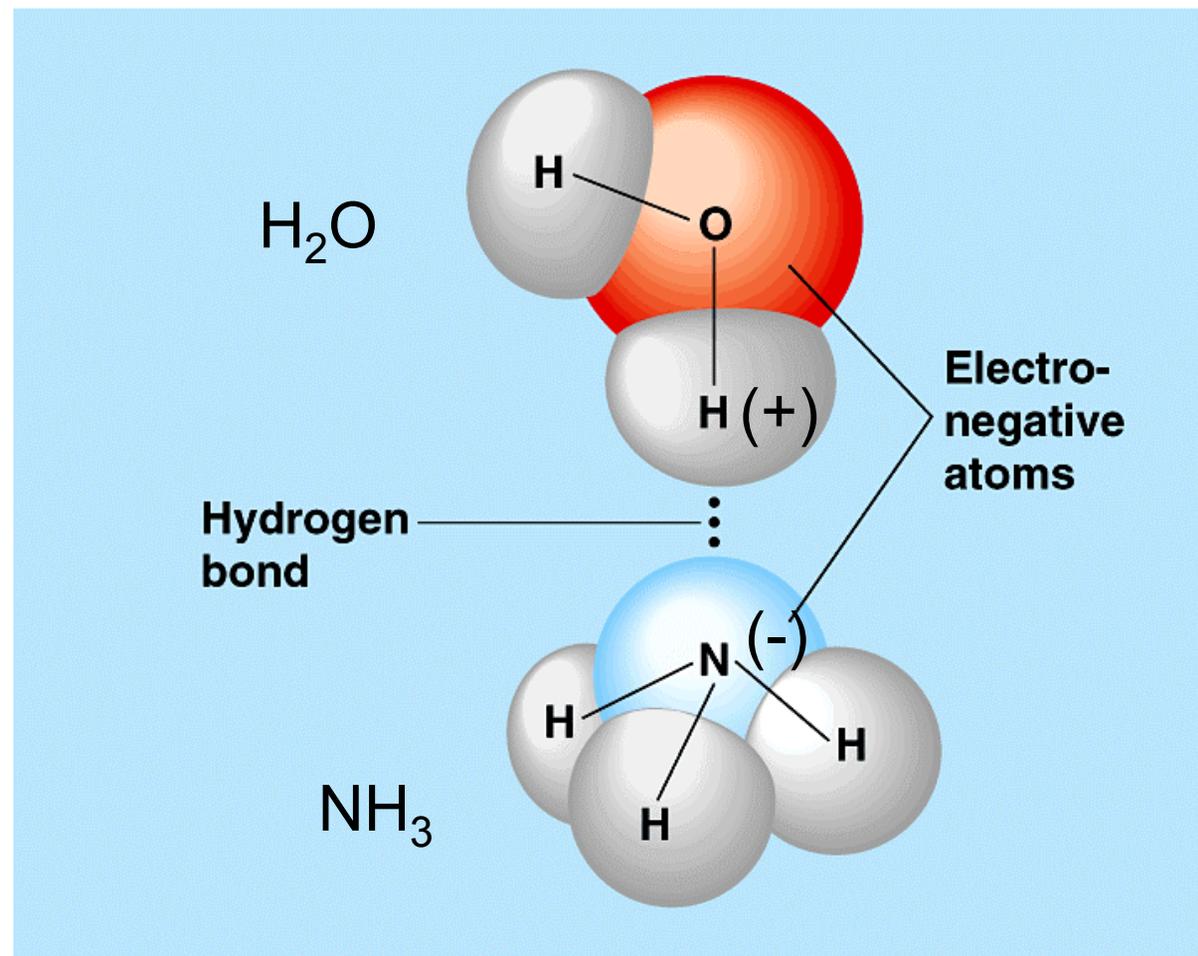
Auflösung des NaCl Kristalls durch die polare Wirkung der Wassermoleküle



Ionische Bindungen werden durch polare Moleküle geschwächt.

Kovalente Bindungen können durch polare Moleküle nicht angegriffen werden

Wasserstoff- brückenbindung

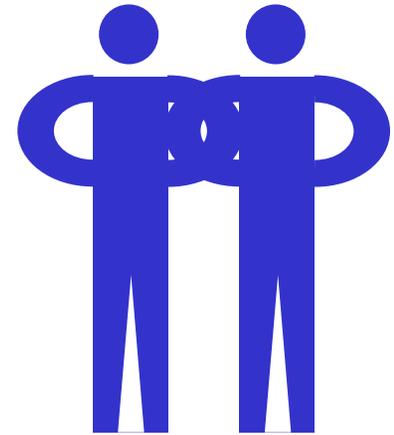


Copyright © Pearson Education, Inc., publishing as Benjamin Cummings.

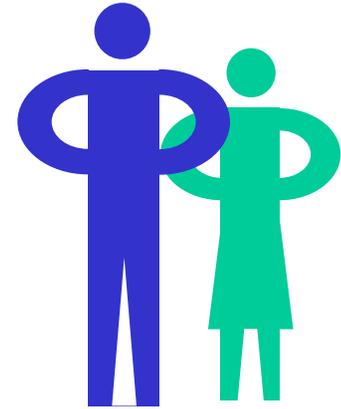
Zwei polare Moleküle können sich aufgrund ihrer Trennung der Ladungsschwerpunkte anziehen. Dabei werden die positiv geladenen H-Atome von negativ geladenen electronegativen Atomen angezogen. Die schwache H-Brückenbindung ist sehr wichtig für biologische Funktionen

Cartoons der verschiedenen Bindungsarten

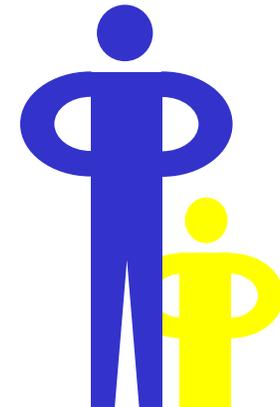
Kovalente
homöopolare
Bindung



Kovalente
polare
Bindung



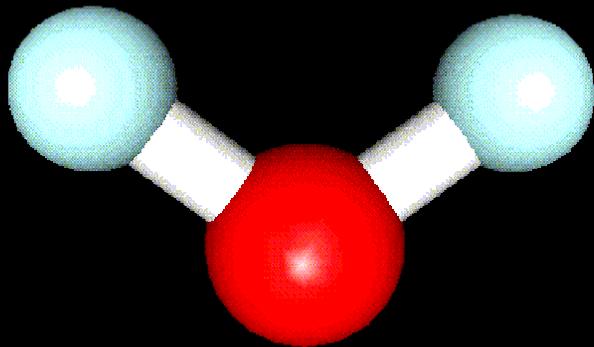
Ionische
Bindung



Quiz:

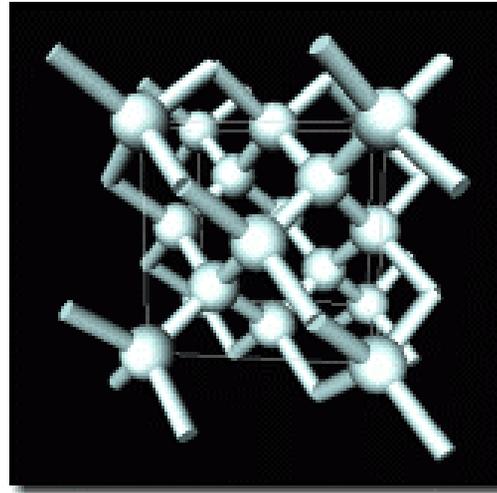
Why are bonds like bears?

Some are polar and some are not!

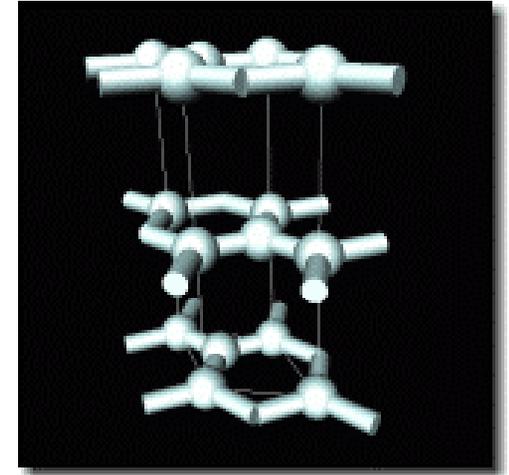


copyright 1998-01 philgmat.edu

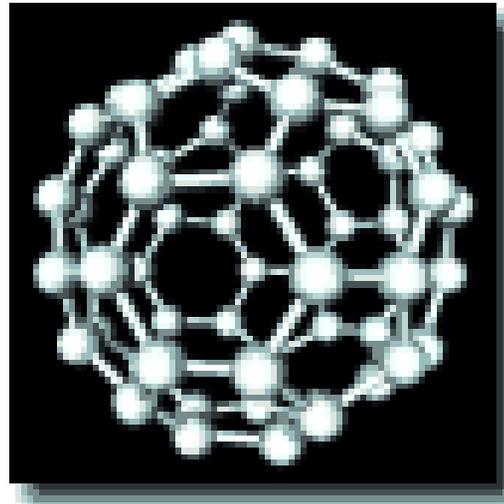
Kohlenstoff- bindungen und Modifikationen



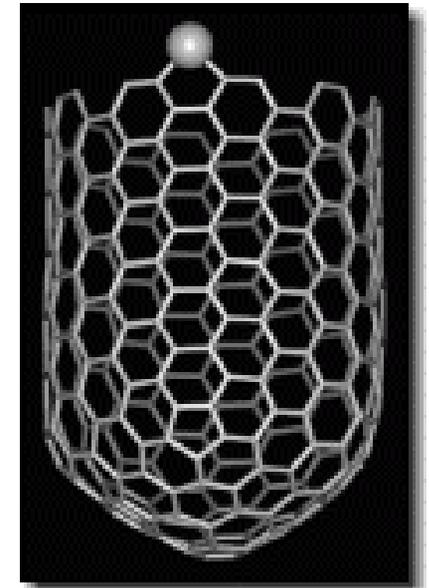
Diamant



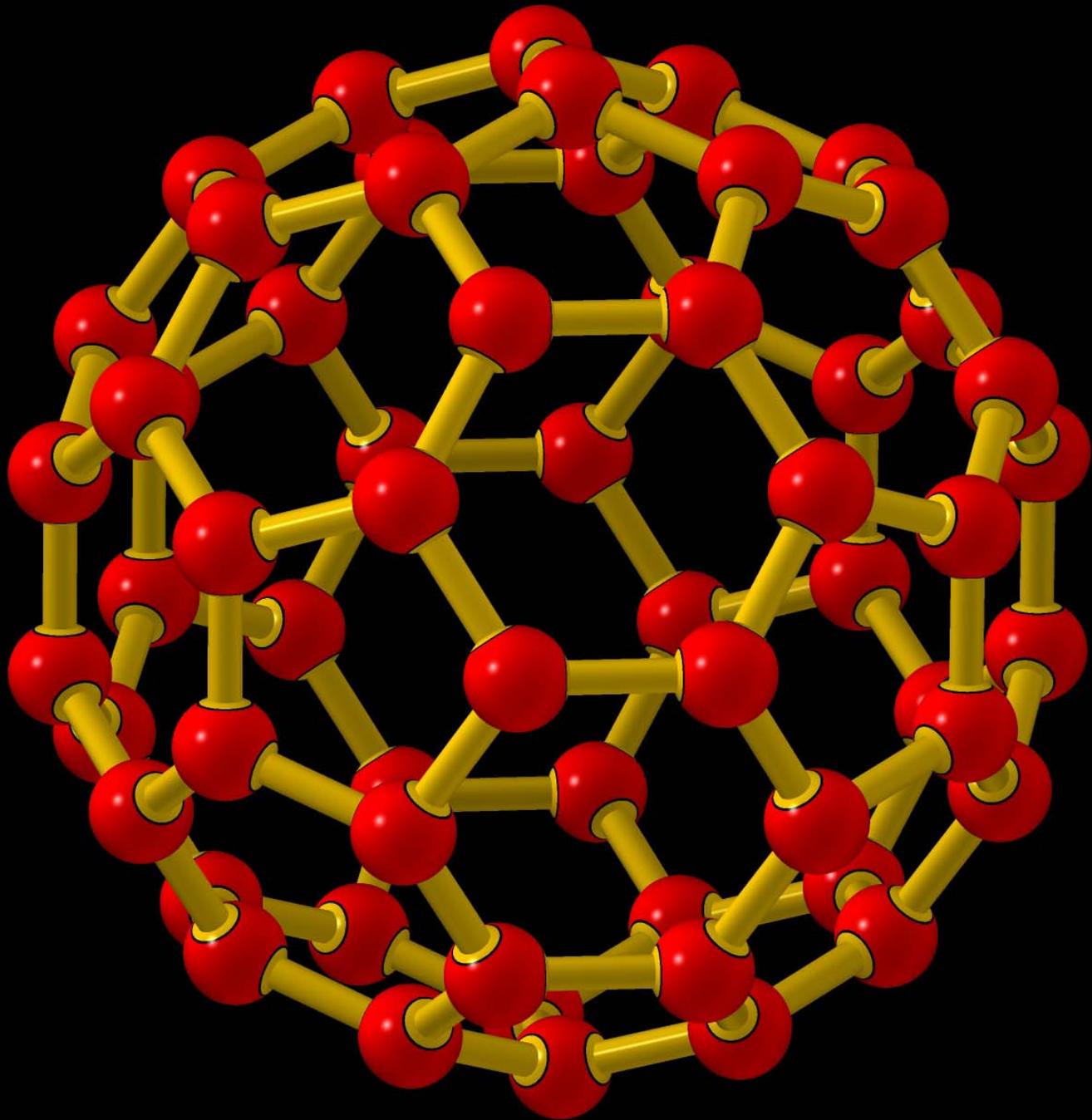
Graphit



Fullerene, C₆₀



Nanoröhrchen



Zusammenfassung:

- Kombination von Atomen führt zu Molekülen
- Moleküle werden gebildet, wenn Atome mit einander wechselwirken und ihre Valenzschalen auffüllen
- Kovalente Bindungen entstehen wenn Atome Paare von Valenzelektronen gleichmäßig oder ungleichmäßig teilen
- Polare kovalente Bindungen haben ein elektrisches Dipolmoment
- Ionische Bindung entsteht bei vollständigem Ladungstransfer von einem Kation auf ein
- Wasserstoffbrückenbindung entsteht zwischen polaren Molekülen, die Wasserstoff enthalten
- Das starke Dipolmoment von Wasser schwächt die ionische Bindung