

Unterrichtsziele

Protonen und Elektronen

Zusammenfassung

Urknall; Elementbildung

Wasser und Leben

Dichte; Reaktionsfähigkeit

flüssig; verdunstet

Molekülverbindung
polare Bindungen

Fragestellung

Coulomb-Kräfte und absolute Temperatur als Schlüssel zum Verständnis chemischer Vorgänge

FD C PH Bern 2024

Günter Baars

**Zeigen Sie, dass sich die Eigenschaften
von Wasser mit den Coulomb-Kräften und der
zufälligen Teilchenbewegung erklären lassen.**



**Zeigen Sie, dass sich die Eigenschaften
von Wasser mit den Coulomb-Kräften und der
zufälligen Teilchenbewegung erklären lassen.**

Wasser

ist eine Molekülverbindung,

ist ein stabiler/energiearmer Stoff,

ist bei Raumtemperatur flüssig,

verdunstet,



**Zeigen Sie, dass sich die Eigenschaften
von Wasser mit den Coulomb-Kräften und der
zufälligen Teilchenbewegung erklären lassen.**

Wasser

ist eine Molekülverbindung,

ist ein stabiler/energiearmer Stoff,

ist bei Raumtemperatur flüssig,

verdunstet,

ist ein gutes Lösemittel,

zeigt eine Dichteanomalie,

ist reaktionsfähig.

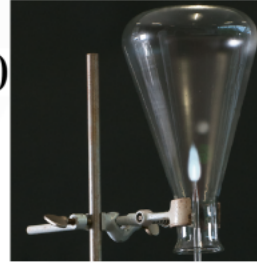
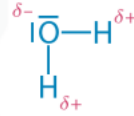
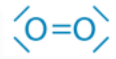
ist Ausgangsstoff für Lebensvorgänge



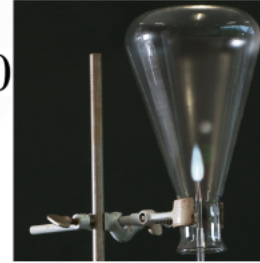
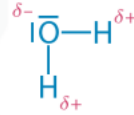
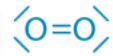
Wasser als Molekülverbindung



Wasser als Molekülverbindung



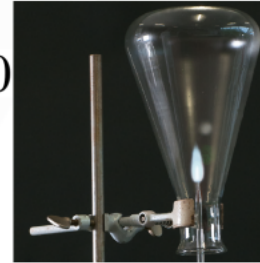
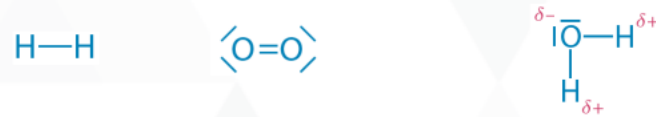
Wasser als Molekülverbindung



Elektronenpaarbindung: Erhöhte neg. Ladung zwischen zwei
posiv. geladenen Atomrümpfen (QC: erhöhte Elektronendichte)

Coulomb-Kräfte

Wasser als Molekülverbindung



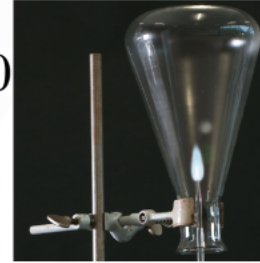
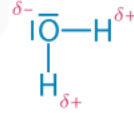
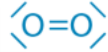
Elektronenpaarbindung: Erhöhte neg. Ladung zwischen zwei posiv. geladenen Atomrümpfen (QC: erhöhte Elektronendichte)

Coulomb-Kräfte

Wasser als stabiler / energieärmer Stoff

Polare Elektronenpaarbindungen sind energieärmer und damit stabiler als unpolare:

Wasser als Molekülverbindung



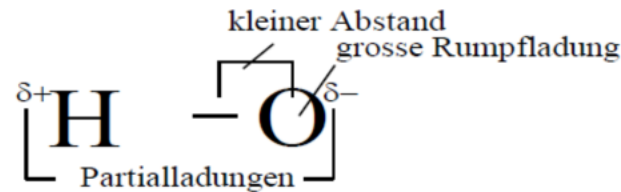
Elektronenpaarbindung: Erhöhte neg. Ladung zwischen zwei positiv. geladenen Atomrümpfen (QC: erhöhte Elektronendichte)

Coulomb-Kräfte

Wasser als stabiler / energieärmer Stoff

Polare Elektronenpaarbindungen sind energieärmer und damit stabiler als unpolare:

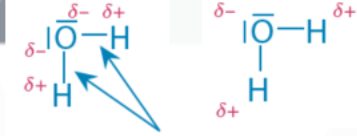
Bildungsenthalpie: $\Delta H_f^0(\text{H}_2\text{Og}) = -241.8 \text{ kJ/mol}$



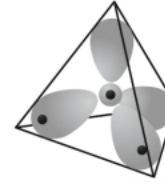
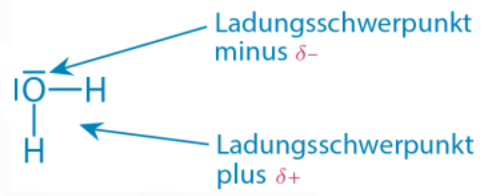
Coulomb-Kräfte

**Wasser ist bei Raumtempe-
ratur flüssig**

Wasser ist bei Raumtemperatur flüssig



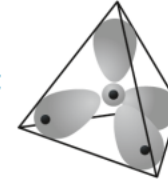
→ permanente Dipole



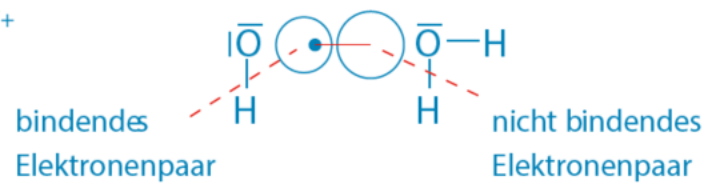
Wasser ist bei Raumtemperatur flüssig



→ permanente Dipole

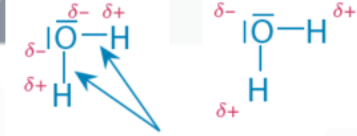


→ Wasserstoffbrücken

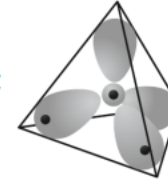


Coulomb-Kräfte

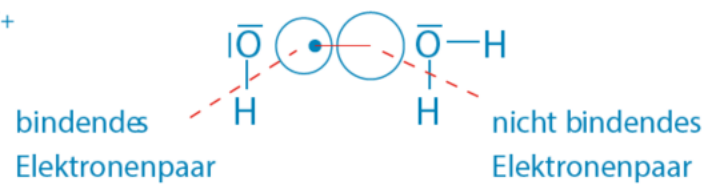
Wasser ist bei Raumtemperatur flüssig



→ permanente Dipole

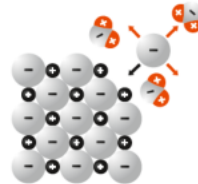
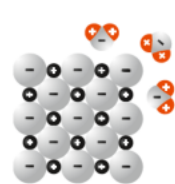
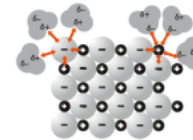
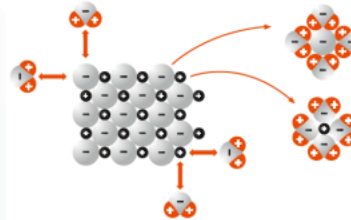
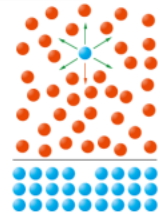
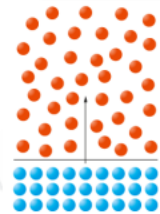


→ Wasserstoffbrücken

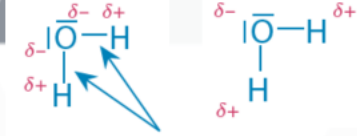


Coulomb-Kräfte

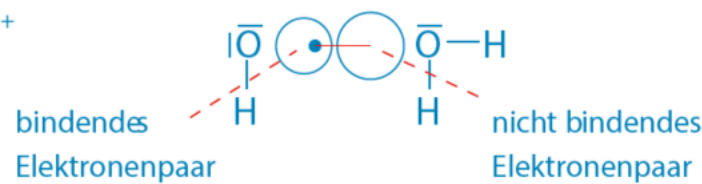
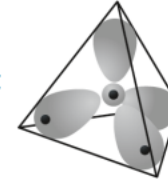
Wasser verdunstet und ist ein gutes Lösemittel



Wasser ist bei Raumtemperatur flüssig



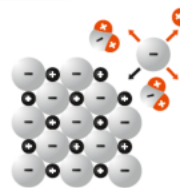
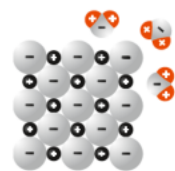
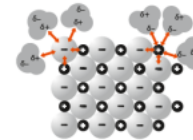
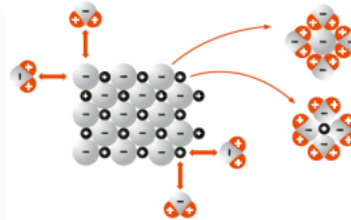
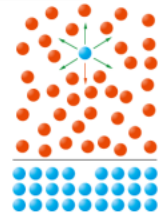
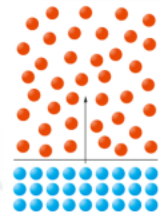
→ permanente Dipole



→ Wasserstoffbrücken

Coulomb-Kräfte

Wasser verdunstet und ist ein gutes Lösemittel

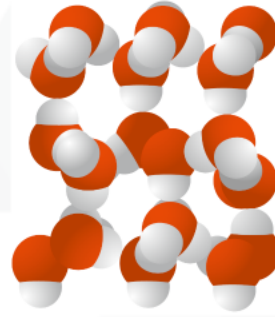
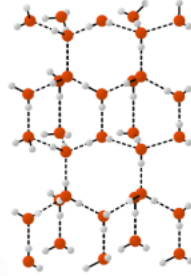
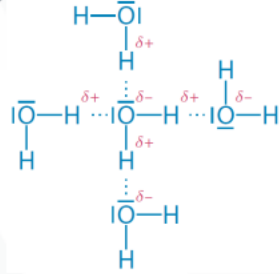


zuf. Teilchenbewegung;
Wahrscheinlichkeit
Coulomb-Kräfte

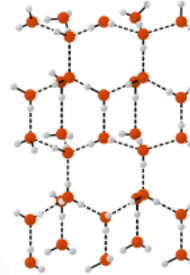
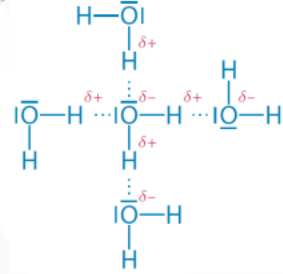
Dichteanomalie von Wasser



Dichteanomalie von Wasser

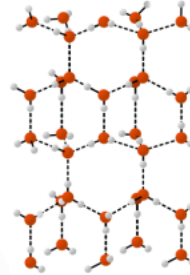
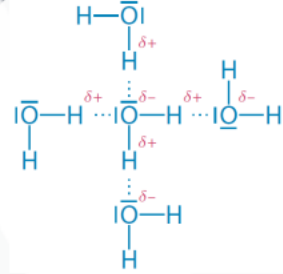


Dichteanomalie von Wasser



Coulomb-Kräfte

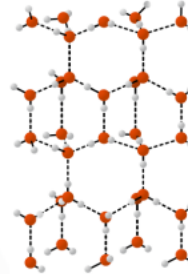
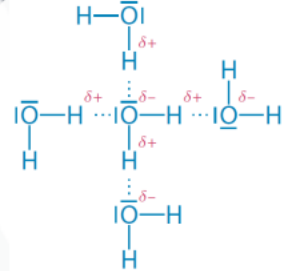
Dichteanomalie von Wasser



Coulomb-Kräfte

Wasser ist reaktionsfähig

Dichteanomalie von Wasser

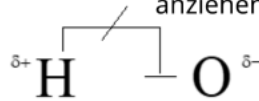


Zunahme Rumpfdurchmesser

Coulomb-Kräfte

Wasser ist reaktionsfähig

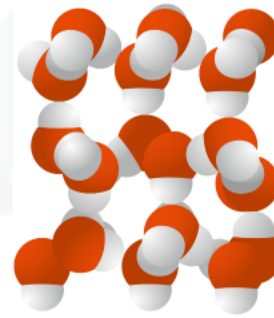
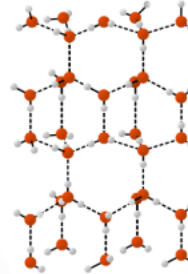
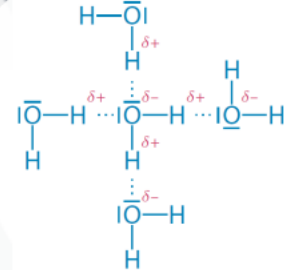
grosser Abstand, schwache
anziehende Kräfte



IIA

4	9.01
Be	
Beryllium	
1287	1.85
2471	1.6
12	24.31
Mg	
Magnesium	
650	1.7
1090	1.3
20	40.08
Ca	
Calcium	
842	1.54
1484	1.0
38	87.62
Sr	
Strontium	
777	2.64
1382	1.0
56	137.33
Ba	
Barium	
727	3.62
1897	0.9
88	226.03
Ra*	
Radium	
700	5.0
1140	0.9

Dichteanomalie von Wasser



Zunahme Rumpfdurchmesser

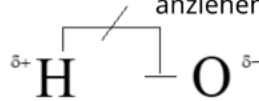
IIA

4	9.01
Be	
Beryllium	
1287	1.85
2471	1.6
12	24.31
Mg	
Magnesium	
650	1.7
1090	1.3
20	40.08
Ca	
Calcium	
842	1.54
1484	1.0
38	87.62
Sr	
Strontium	
777	2.64
1382	1.0
56	137.33
Ba	
Barium	
727	3.62
1897	0.9
88	226.03
Ra*	
Radium	
700	5.0
1140	0.9

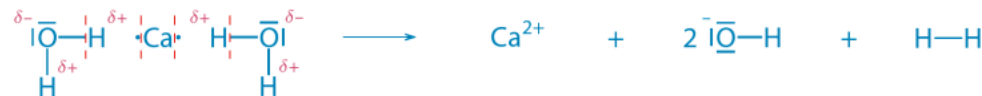
Coulomb-Kräfte

Wasser ist reaktionsfähig

grosser Abstand, schwache anziehende Kräfte



Ca Mg

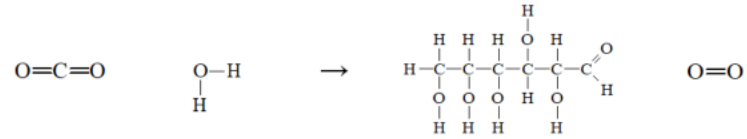
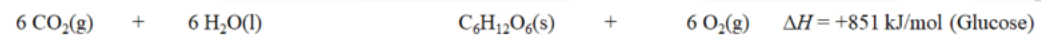


Coulomb-Kräfte



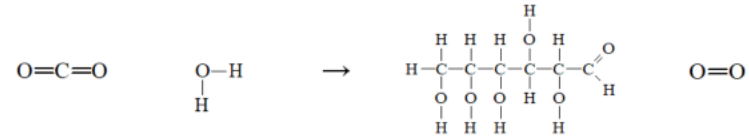
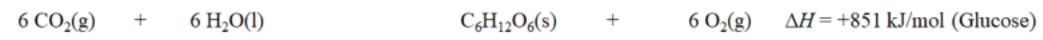
Wasser als Ausgangsstoff für Lebensvorgänge

Wasser als Ausgangsstoff für Lebensvorgänge



$\Delta H > 0$

Wasser als Ausgangsstoff für Lebensvorgänge

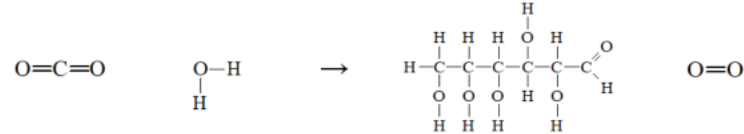
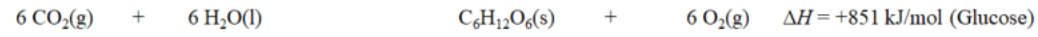


$$\Delta H > 0$$

Bildung von energiereichen unpolaren (schwache Kräfte) und schwach polaren Bindungen (schwache Kräfte) aus energiearmen stark polaren Bindungen (starke Kräfte)

Coulomb-Kräfte

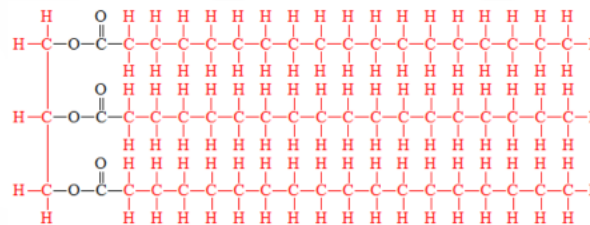
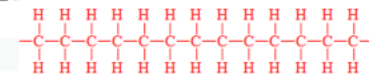
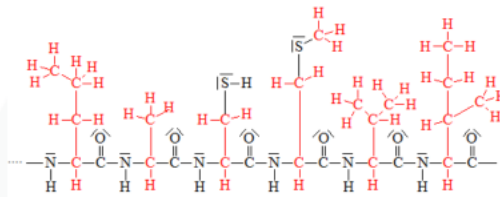
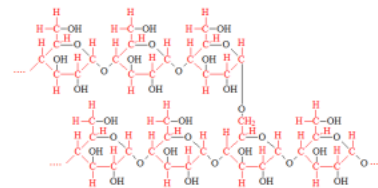
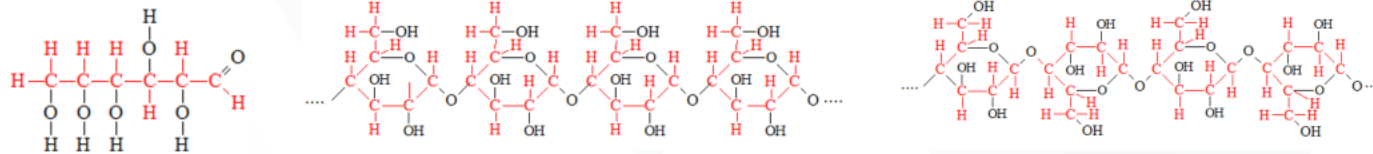
Wasser als Ausgangsstoff für Lebensvorgänge

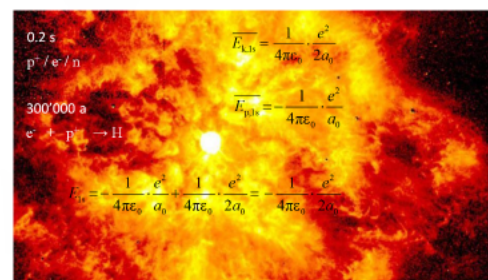


$$\Delta H > 0$$

Bildung von energiereichen unpolaren (schwache Kräfte) und schwach polaren Bindungen (schwache Kräfte) aus energiearmen stark polaren Bindungen (starke Kräfte)

Coulomb-Kräfte





0.2 s

$p^+ / e^- / n$

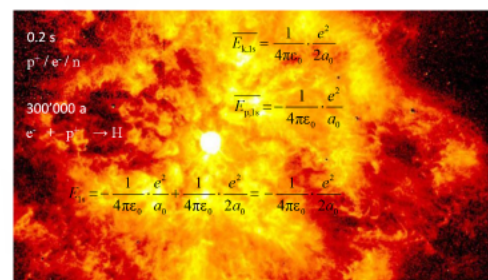
300'000 a

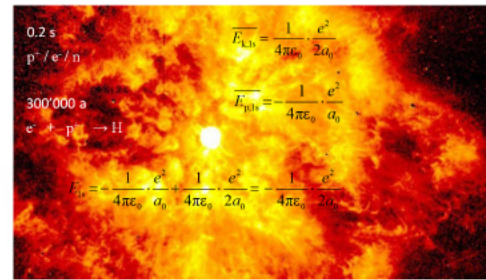
$e^- + p^+ \rightarrow H$

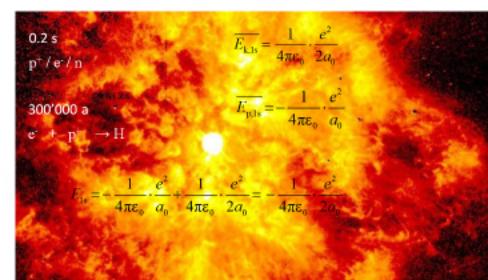
$$\overline{E_{k,1s}} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{e^2}{2a_0}$$

$$\overline{E_{p,1s}} = -\frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{e^2}{a_0}$$

$$E_{1s} = -\frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{e^2}{a_0} + \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{e^2}{2a_0} = -\frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{e^2}{2a_0}$$





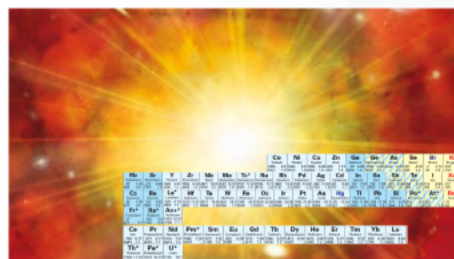


0.2 s
 $p^+ / e^- / n$
 $300'000 \text{ a}$
 $e^+ + p^+ \rightarrow H$

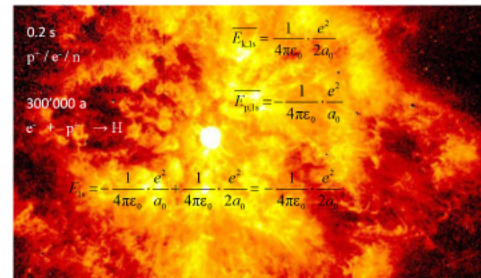
$$E_{\text{kin}} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{e^2}{2a_0}$$

$$E_{\text{p1}} = -\frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{e^2}{a_0}$$

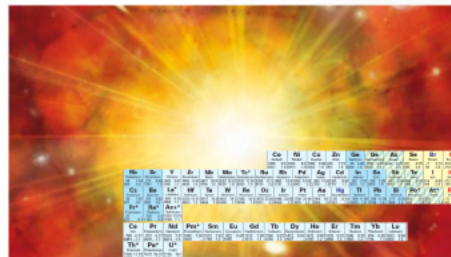
$$E_{\text{H}} = -\frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{e^2}{a_0} + \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{e^2}{2a_0} = -\frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{e^2}{2a_0}$$



[illegible][illegible][illegible]



Das Universum besteht aus Protonen (up- und down-Quarks), Elektronen und Neutronen



Hauptgruppen		Periodensystem der Elemente																Nebengruppen							
IA	IIA	Metalle										Halbmetalle						IIIa	IVa	VA	VIA	VIIa	VIIIa		
1	2	Metalle										Halbmetalle						3	4	5	6	7	8		
H	He	Metalle										Halbmetalle						Li	Be	B	C	N	O	F	Ne
Schalenstruktur		Metalle										Halbmetalle						Nebengruppen							
Schalenstruktur		Metalle										Halbmetalle						Nebengruppen							
Schalenstruktur		Metalle										Halbmetalle						Nebengruppen							
Schalenstruktur		Metalle										Halbmetalle						Nebengruppen							
Schalenstruktur		Metalle										Halbmetalle						Nebengruppen							
Schalenstruktur		Metalle										Halbmetalle						Nebengruppen							
Schalenstruktur		Metalle										Halbmetalle						Nebengruppen							
Schalenstruktur		Metalle										Halbmetalle						Nebengruppen							
Schalenstruktur		Metalle										Halbmetalle						Nebengruppen							
Schalenstruktur		Metalle										Halbmetalle						Nebengruppen							
Schalenstruktur		Metalle										Halbmetalle						Nebengruppen							
Schalenstruktur		Metalle										Halbmetalle						Nebengruppen							
Schalenstruktur		Metalle										Halbmetalle						Nebengruppen							
Schalenstruktur		Metalle										Halbmetalle						Nebengruppen							
Schalenstruktur		Metalle										Halbmetalle						Nebengruppen							
Schalenstruktur		Metalle										Halbmetalle						Nebengruppen							
Schalenstruktur		Metalle										Halbmetalle						Nebengruppen							
Schalenstruktur		Metalle										Halbmetalle						Nebengruppen							
Schalenstruktur		Metalle										Halbmetalle						Nebengruppen							
Schalenstruktur		Metalle										Halbmetalle						Nebengruppen							
Schalenstruktur		Metalle										Halbmetalle						Nebengruppen							
Schalenstruktur		Metalle										Halbmetalle						Nebengruppen							
Schalenstruktur		Metalle										Halbmetalle						Nebengruppen							
Schalenstruktur		Metalle										Halbmetalle						Nebengruppen							
Schalenstruktur		Metalle										Halbmetalle						Nebengruppen							
Schalenstruktur		Metalle										Halbmetalle						Nebengruppen							
Schalenstruktur		Metalle										Halbmetalle						Nebengruppen							
Schalenstruktur		Metalle										Halbmetalle						Nebengruppen							
Schalenstruktur		Metalle										Halbmetalle						Nebengruppen							
Schalenstruktur		Metalle										Halbmetalle						Nebengruppen							
Schalenstruktur		Metalle										Halbmetalle						Nebengruppen							
Schalenstruktur		Metalle										Halbmetalle						Nebengruppen							
Schalenstruktur		Metalle										Halbmetalle						Nebengruppen							
Schalenstruktur		Metalle										Halbmetalle						Nebengruppen							
Schalenstruktur		Metalle										Halbmetalle						Nebengruppen							
Schalenstruktur		Metalle										Halbmetalle						Nebengruppen							
Schalenstruktur		Metalle										Halbmetalle						Nebengruppen							
Schalenstruktur		Metalle										Halbmetalle						Nebengruppen							
Schalenstruktur		Metalle										Halbmetalle						Nebengruppen							
Schalenstruktur		Metalle										Halbmetalle						Nebengruppen							
Schalenstruktur		Metalle										Halbmetalle						Nebengruppen							
Schalenstruktur		Metalle										Halbmetalle						Nebengruppen							
Schalenstruktur		Metalle										Halbmetalle						Nebengruppen							
Schalenstruktur		Metalle										Halbmetalle						Nebengruppen							
Schalenstruktur		Metalle										Halbmetalle						Nebengruppen							
Schalenstruktur		Metalle										Halbmetalle						Nebengruppen							
Schalenstruktur		Metalle										Halbmetalle						Nebengruppen							
Schalenstruktur		Metalle										Halbmetalle						Nebengruppen							
Schalenstruktur		Metalle										Halbmetalle						Nebengruppen							
Schalenstruktur		Metalle										Halbmetalle						Nebengruppen							
Schalenstruktur		Metalle										Halbmetalle						Nebengruppen							
Schalenstruktur		Metalle										Halbmetalle						Nebengruppen							
Schalenstruktur		Metalle										Halbmetalle						Nebengruppen							
Schalenstruktur		Metalle										Halbmetalle						Nebengruppen							
Schalenstruktur		Metalle										Halbmetalle						Nebengruppen							
Schalenstruktur		Metalle										Halbmetalle						Nebengruppen							
Schalenstruktur		Metalle										Halbmetalle						Nebengruppen							
Schalenstruktur		Metalle										Halbmetalle						Nebengruppen							
Schalenstruktur		Metalle										Halbmetalle						Nebengruppen							
Schalenstruktur		Metalle										Halbmetalle						Nebengruppen							
Schalenstruktur		Metalle										Halbmetalle						Nebengruppen							
Schalenstruktur		Metalle										Halbmetalle						Nebengruppen							
Schalenstruktur		Metalle										Halbmetalle						Nebengruppen							
Schalenstruktur		Metalle										Halbmetalle						Nebengruppen							
Schalenstruktur		Metalle										Halbmetalle						Nebengruppen							
Schalenstruktur		Metalle										Halbmetalle						Nebengruppen							
Schalenstruktur		Metalle										Halbmetalle						Nebengruppen							
Schalenstruktur		Metalle										Halbmetalle						Nebengruppen							
Schalenstruktur		Metalle										Halbmetalle						Nebengruppen							
Schalenstruktur		Metalle										Halbmetalle						Nebengruppen							
Schalenstruktur		Metalle										Halbmetalle						Nebengruppen							
Schalenstruktur		Metalle										Halbmetalle						Nebengruppen							
Schalenstruktur		Metalle										Halbmetalle						Nebengruppen							
Schalenstruktur		Metalle										Halbmetalle						Nebengruppen							
Schalenstruktur		Metalle										Halbmetalle						Nebengruppen							
Schalenstruktur		Metalle										Halbmetalle						Nebengruppen							
Schalenstruktur		Metalle										Halbmetalle						Nebengruppen							
Schalenstruktur		Metalle										Halbmetalle						Nebengruppen							
Schalenstruktur		Metalle										Halbmetalle						Nebengruppen							
Schalenstruktur		Metalle										Halbmetalle						Nebengruppen							
Schalenstruktur		Metalle										Halbmetalle						Nebengruppen							
Schalenstruktur		Metalle										Halbmetalle						Nebengruppen							
Schalenstruktur																									

Protonen und Neutronen (Bausteine: Up- und
Down- Quarks) sind zusammen mit den Elektronen die
dominieren-den Teilchen der Materie. **Coulomb-Kräfte**

Cox, B.; Forshow, J.; 2018: Warum ist $E = mc^2$. Franckh-Kosmos Verlags-GmbH & Co. KG,
Stuttgart: S. 180



Protonen und Neutronen (Bausteine: Up- und Down- Quarks) sind zusammen mit den Elektronen die dominieren-den Teilchen der Materie. **Coulomb-Kräfte**

Cox, B.; Forshow, J.; 2018: Warum ist $E = mc^2$. Franckh-Kosmos Verlags-GmbH & Co. KG, Stuttgart: S. 180

In unseren besten Modellen sind Atome heute aus Elektronen, Photonen, Quarks und Gluonen aufgebaut. Wie Sie sehen werden, gibt es gute Gründe für die Annahme, dass dies tatsächlich das letzte Wort ist. **Coulomb-Kräfte**
Frank Wilczek, Nobelpreisträger für Physik 2004



Protonen und Neutronen (Bausteine: Up- und Down- Quarks) sind zusammen mit den Elektronen die dominieren-den Teilchen der Materie. **Coulomb-Kräfte**

Cox, B.; Forshow, J.; 2018: Warum ist $E = mc^2$. Franckh-Kosmos Verlags-GmbH & Co. KG, Stuttgart: S. 180

In unseren besten Modellen sind Atome heute aus Elektronen, Photonen, Quarks und Gluonen aufgebaut. Wie Sie sehen werden, gibt es gute Gründe für die Annahme, dass dies tatsächlich das letzte Wort ist. **Coulomb-Kräfte**
Frank Wilczek, Nobelpreisträger für Physik 2004





Protonen und Neutronen (Bausteine: Up- und Down- Quarks) sind zusammen mit den Elektronen die dominieren-den Teilchen der Materie. **Coulomb-Kräfte**

Cox, B.; Forshow, J.; 2018: Warum ist $E = mc^2$. Franckh-Kosmos Verlags-GmbH & Co. KG, Stuttgart: S. 180

In unseren besten Modellen sind Atome heute aus Elektronen, Photonen, Quarks und Gluonen aufgebaut. Wie Sie sehen werden, gibt es gute Gründe für die Annahme, dass dies tatsächlich das letzte Wort ist. **Coulomb-Kräfte**
Frank Wilczek, Nobelpreisträger für Physik 2004



Protonen und Neutronen (Bausteine: Up- und Down- Quarks) sind zusammen mit den Elektronen die dominieren-den Teilchen der Materie. **Coulomb-Kräfte**

Cox, B.; Forshow, J.; 2018: Warum ist $E = mc^2$. Franckh-Kosmos Verlags-GmbH & Co. KG, Stuttgart: S. 180

In unseren besten Modellen sind Atome heute aus Elektronen, Photonen, Quarks und Gluonen aufgebaut. Wie Sie sehen werden, gibt es gute Gründe für die Annahme, dass dies tatsächlich das letzte Wort ist. **Coulomb-Kräfte**
Frank Wilczek, Nobelpreisträger für Physik 2004

Standardmodell der Elementarteilchen

Generation I

Up Quark ($m \sim 2.2 \text{ MeV}/c^2$, $Q = \frac{2}{3} e$, Spin $\frac{1}{2}$)

Down Quark ($m \sim 4.7 \text{ MeV}/c^2$, $Q = -\frac{1}{3} e$, Spin $\frac{1}{2}$)

Elektron ($m \sim 0.511 \text{ MeV}/c^2$, $-1 e$, Spin $\frac{1}{2}$)



Protonen und Neutronen (Bausteine: Up- und Down- Quarks) sind zusammen mit den Elektronen die dominieren-den Teilchen der Materie. **Coulomb-Kräfte**

Cox, B.; Forshow, J.; 2018: Warum ist $E = mc^2$. Franckh-Kosmos Verlags-GmbH & Co. KG, Stuttgart: S. 180

In unseren besten Modellen sind Atome heute aus Elektronen, Photonen, Quarks und Gluonen aufgebaut. Wie Sie sehen werden, gibt es gute Gründe für die Annahme, dass dies tatsächlich das letzte Wort ist. **Coulomb-Kräfte**
Frank Wilczek, Nobelpreisträger für Physik 2004

Standardmodell der Elementarteilchen

Generation I

Up Quark ($m \sim 2.2 \text{ MeV}/c^2$, $Q = \frac{2}{3} e$, Spin $\frac{1}{2}$)

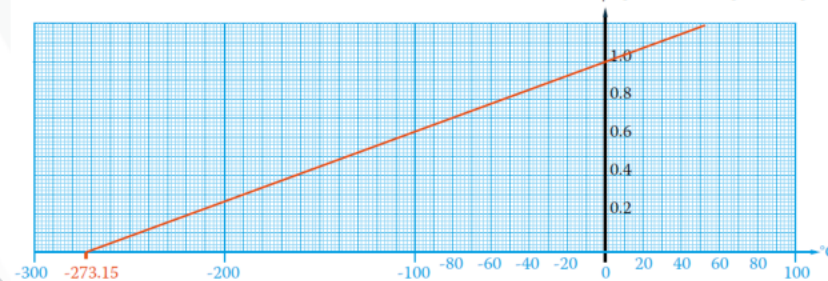
Down Quark ($m \sim 4.7 \text{ MeV}/c^2$, $Q = -\frac{1}{3} e$, Spin $\frac{1}{2}$)

Elektron ($m \sim 0.511 \text{ MeV}/c^2$, $-1 e$, Spin $\frac{1}{2}$)



Gesetz nach J. L. Gay-Lussac (1787-1850)

$$V_t = V_0 \cdot \left(1 + \frac{(t-t_0)}{273.15} \right)$$



Zufällige Teilchenbewegung, Wahrscheinlichkeit

Was sollen unsere Schülerinnen
und Schüler aus dem Chemieunterricht
mitnehmen?



Was sollen unsere Schülerinnen
und Schüler aus dem Chemieunterricht
mitnehmen?

Es gibt universell gültige Gesetzmässigkeiten:

- Coulomb-Kräfte: Wechselwirkungen zwischen elektrisch geladenen Teilchen
- zufällige Teilchenbewegung / Wahrscheinlichkeit (absolute Temperatur)



Was sollen unsere Schülerinnen und Schüler aus dem Chemieunterricht mitnehmen?

Es gibt universell gültige Gesetzmässigkeiten:

- Coulomb-Kräfte: Wechselwirkungen zwischen elektrisch geladenen Teilchen
- zufällige Teilchenbewegung / Wahrscheinlichkeit (absolute Temperatur)

Unterricht:

- Änderung der Coulomb-Kräfte und damit der Energiezustände bei chemischen Reaktionen
- Änderung der Teilchenwahrscheinlichkeiten bei chemischen Reaktionen
- Coulomb-Kräfte innerhalb von Molekülen
- Kräfte zwischen Molekülen
- Coulomb-Kräfte in Ionenverbindungen
- Coulomb-Kräfte in Metallen / Metalllegierungen

Was sollen unsere Schülerinnen und Schüler aus dem Chemieunterricht mitnehmen?

Es gibt universell gültige Gesetzmässigkeiten:

- Coulomb-Kräfte: Wechselwirkungen zwischen elektrisch geladenen Teilchen
- zufällige Teilchenbewegung / Wahrscheinlichkeit (absolute Temperatur)

Unterricht:

- Änderung der Coulomb-Kräfte und damit der Energiezustände bei chemischen Reaktionen
- Änderung der Teilchenwahrscheinlichkeiten bei chemischen Reaktionen
- Coulomb-Kräfte innerhalb von Molekülen
- Kräfte zwischen Molekülen
- Coulomb-Kräfte in Ionenverbindungen
- Coulomb-Kräfte in Metallen / Metalllegierungen

- Enthalpie und Entropie
- Freie Enthalpie ΔG
- Freiwilligkeit chemischer Reaktionen
- Gibbs Helmholtz
- Zweiter Hauptsatz der Thermodynamik



→ Freie Enthalpie ΔG

→ Freiwilligkeit chemischer Reaktionen

→ Gibbs Helmholtz

→ Zweiter Hauptsatz der Thermodynamik

→ Freie Enthalpie ΔG

→ Freiwilligkeit chemischer Reaktionen

→ Gibbs Helmholtz

→ Zweiter Hauptsatz der Thermodynamik

Ohne Energie kann man Chemie nicht verstehen - so liesse sich die Bedeutung energetischer Betrachtungen im Chemieunterricht auf einen Nenner bringen, denn es gibt praktisch keinen Inhalt im Chemieunterricht, der ohne die "Energiebrille" tatsächlich erklärt werden könnte.

Sieve, B.; Pölloth, B. 2024: Was treibt chemische Reaktionen an? Unterricht Chemie. 3/24

rights)

[illegible]



ord, Entdeckung von Elektronen und Protonen (Ablenkungen), Massenspektroskopie), Eigenschaften von Grafit und Dia
von Atomen aus Protonen und Elektronen (Virial-Theorem), Struktur der Elektronenhülle (Ionisierungsenergien), Unters
Nichtmetallatome (Atomrumpf), Elektronenkonfiguration, Bildung einer Elektronenpaarbindung (Virial-Theorem), Bind
en, Bildungsenthalpien, Elektronegativität (Atomrumpf), polare Elektronenpaarbindung, Energiebilanz chemischer Reaktionen
ung der Reaktionsenthalpie, Struktur von Molekülen, Delokalisierung von Elektronen, Van-der-Waals-Kräfte, Dipol-Dipol
Wasserstoffbrücken. Mischbarkeit molekularer Stoffe. Metastabilität von Alkanen, Reaktionsverhalten funktioneller Gruppe
ohlenstoffverbi
alpien, Ele
, Gitterenthal
salzen, Lös
Elektrolyse von Salzen(l) und Salzen(aq), Bildung von Metallgittern,
uren von Metallen, elektrische Leitfähigkeit und Wärmeleitfähigkeit v
ie und Entropie, Gibbs-Helmholtz-Gleichung), chemische Gleichgew
aktionen, Stärke von Säuren und Basen (Säure- und Basenkonstanten
nenverschiebungen), Stärke von Oxidatoren und Reduktoren (Redo
n und Akkumulatoren (Zink-Luft-Batterie, Alkali-Mangan-Batterie,
lator), Brennstoffzelle, Korrosion, Reaktionsfähigkeit von Kohlenstoff
V, Additions- und Kondensationsreaktionen ungesättigter KW, E
verbindungen, Substitutionsreaktionen aromatischer KW, Eigensch
], Stärke von Carbon-säuren (Delokalisierung von Elektronen in
Reaktion, Wirksamkeit von Seifen und synthetischen Waschmitteln,
mit den Details, Peptidbildung aus Aminosäuren, α-Helix, Fold

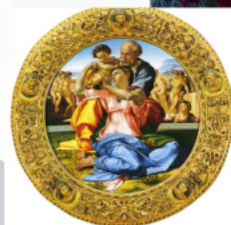
rights)

[illegible]

Coulomb-Kräfte und Wahrscheinlichkeit als Schlüssel zum Verstehen chemischer Vorgänge und damit Verständnis der unbelebten und belebten Natur (Ziel des Chemieunterrichts)



Coulomb-Kräfte und Wahrscheinlichkeit als Schlüssel zum Verstehen chemischer Vorgänge und damit Verständnis der unbelebten und belebten Natur (Ziel des Chemieunterrichts)



Vielen Dank für Eure Aufmerksamkeit
guenter.baars@bluwin.ch

Unterrichtsziele

Protonen und Elektronen

Zusammenfassung

Urknall; Elementbildung

Wasser und Leben

Dichte; Reaktionsfähigkeit

flüssig; verdunstet

Molekülverbindung
polare Bindungen

Fragestellung

Coulomb-Kräfte und absolute Temperatur als Schlüssel zum Verständnis chemischer Vorgänge

FD C PH Bern 2024

Günter Baars