

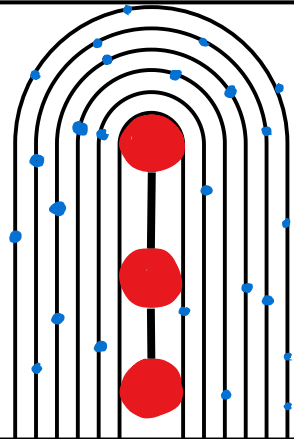
# Londonsche Kräfte

## GFS mit Simulationen und Herleitung

### KLASSISCHES MODELL

Die gewöhnliche Erklärung für die Herkunft Londonscher Kräfte ist, dass die Elektronen als kleine Kugeln in der Atomhülle wandern wodurch die Moleküle zu temporären Dipolen werden.

Dies lässt aber vieles unerklärt: z.B. warum sollten sie sich nur anziehen? oder warum kollabieren die Moleküle nicht miteinander?



#### FORMELN ABSCHNITT 1

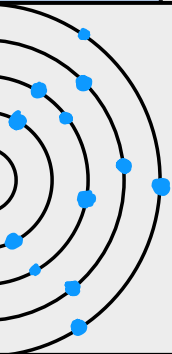
$$F = k \cdot \frac{q_1 q_2}{r^2}$$

$$\vec{E}_1(t) \propto \frac{\vec{p}_1(t)}{r^3}$$

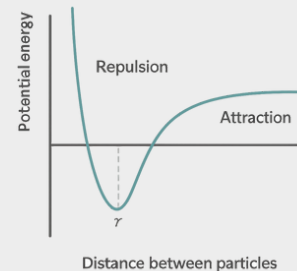
$$x(t) = A \cos(\omega t + \varphi)$$

#### ERKLÄRUNG FÜR DIE ANZIEHUNG

- Die Objekte mit gegenseitiger Ladung ziehen sich nach dem Coulombschen Gesetz gegenseitig an. Es wird ein elektrisches Feld erzeugt.
- Die Moleküle ordnen sich dadurch so an, dass mehr Energie benötigt wird, um sie zu trennen.



Potentiale geben an, wie viel Energie zwei(oder mehr) Teilchen haben, basierend auf dem Abstand zwischen ihnen. Niedrigere Energien weisen auf die Stabilität eines Zustands hin.



### POTENTIALE

#### LENNARD-JONES POTENTIAL FORMEL

$$U(r) = 4\epsilon \left[ \left( \frac{\sigma}{r} \right)^{12} - \left( \frac{\sigma}{r} \right)^6 \right]$$

$$\left( \frac{\sigma}{r} \right)^{12} \quad \left( \frac{\sigma}{r} \right)^6$$

$$4\epsilon$$

#### LENNARD-JONES POTENTIAL BESCHREIBUNG

- Das Lennard-Jones Potential beschreibt wie sich die Moleküle gegenseitig anziehen oder abstoßen - je nachdem, wie weit sie voneinander entfernt sind.
- Die Terme in den Klammern stehen jeweils für Abstoßung und Anziehung.

#### QUELLEN:

[https://en.wikipedia.org/wiki/Lennard-Jones\\_potential](https://en.wikipedia.org/wiki/Lennard-Jones_potential)  
[https://en.wikipedia.org/wiki/Van\\_der\\_Waals\\_force](https://en.wikipedia.org/wiki/Van_der_Waals_force)

# ÜBERGANG ZUM QUANTENMECHANISCHEN MODELL

## Abstoßung der Elektronenwolken

Wir wissen schon woher der zweite Term des Lennard-Jones Potentials kommt. Wie kommt man aber auf die Abstoßung? Warum sind die Moleküle trotz der elektrostatischen(-dynamischen) Anziehung voneinander entfernt?

Dies wird in der klassischen Physik nicht erklärt. Zum Glück leben wir im 21. Jahrhundert und es existiert schon seit einem Jahrhundert die Quantenmechanik!

## Pauli Ausschlussprinzip

Kein Elektron in einem Atom kann denselben Satz von Quantenzahlen wie ein anderes Elektron haben.

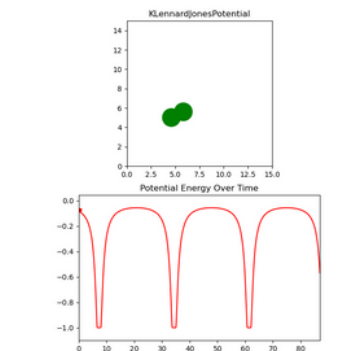
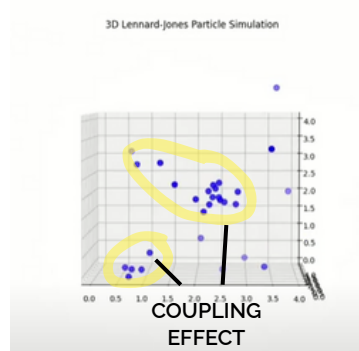
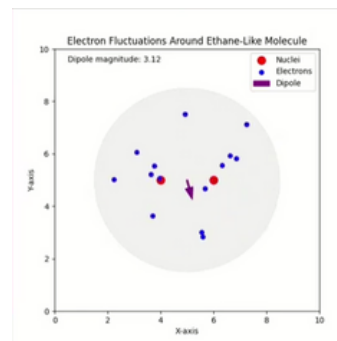
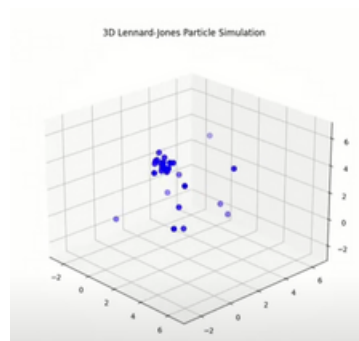
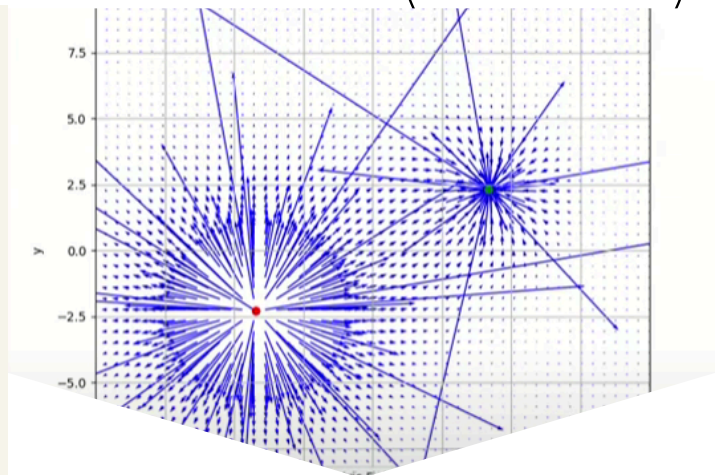
Im unseren Fall ist dies der Grund dafür, dass die Elektronenwolken sich abstoßen, wenn sie nah aneinander sind. Die Kraft nimmt mit dem sinkenden Abstand sehr schnell zu.

## Warum kollabieren die Elektronen nicht in den Atomkern?(Optional)

- **Heisenbergsche Unschärferelation:** Es ist unmöglich gleichzeitig die Geschwindigkeit und die Position eines Teilchens zu wissen.
- **Wellen-Teilchen Dualismus:** Ein Elektron ist kein festes Teilchen. Es wird mit einer Wellenfunktion beschrieben.

## SIMULATIONEN:

Selbstgemacht; Verfügbar auf (mit einigen anderen Projekten)  
[HTTPS://WWW.YOUTUBE.COM/@N3STO447/VIDEOS](https://www.youtube.com/@N3STO447/VIDEOS)



## INHALT/WISSEN:

UNIVERSITY PHYSICS VOL I, II, III

PHYSICS VOL I, II - RESNIK, HALLIDAY, KRANE

INTRODUCTION TO QUANTUM MECHANICS -

DAVID J. GRIFFITHS

INTRODUCTION TO ELECTRODYNAMICS - DAVID J.

GRIFFITHS

ORPHEUS SEMINAR IN JENA - VORTRÄGE

QUANTEN MECHANIK I, II, III

[https://en.wikipedia.org/wiki/Quantum\\_dynamics](https://en.wikipedia.org/wiki/Quantum_dynamics)

## Templates(Handout):

<https://www.canva.com/templates/EAF-I-KOyGg/>

<https://www.canva.com/templates/EAF-mQlqzXU/>