

Physikalische Grundlagen der zahnärztlichen Materialkunde

– 1 –

Struktur der Materie Atomare Wechselwirkungen. Multiatomare Systeme: Gase

erarbeitet von: Gergely AGÓCS, Ferenc TÖLGYESI
10. September 2020.

Kapitel des
Lehrbuches:
1, 2, 3

FAFA_DE

1 | Atomare Wechselwirkungen; Gase

1

Warum?

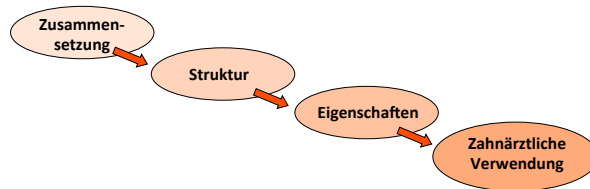


FAFA_DE

1 | Atomare Wechselwirkungen; Gase

2

Was?



Z.B.:



alle: Al_2O_3 !

FAFA_DE

1 | Atomare Wechselwirkungen; Gase

3

Wie?

Woche	Thema
	Struktur der Materie
1	Atome, Wechselwirkungen, Bindungen. Multiatomare Systeme: Gase, Boltzmann-Verteilung
2	Multiatomare Systeme: Flüssigkeiten, feste Körper, Flüssigkristalle
3	Kohäsion, Adhäsion, Grenzflächeneigenschaften. Phase, Phasendiagramm, Phasenumwandlungen
4	Strukturuntersuchungsmethoden (Mikroskopie, Diffraktion, Spektroskopie)
5	Materialfamilien: Metalle, Keramiken
6	Materialfamilien: Polymere und Komposite
7	Materialeigenschaften
	Mechanische Eigenschaften 1: Elastisches Verhalten
8	Mechanische Eigenschaften 2: Plastische Verformung, Bruch, Härte
9	Mechanische Eigenschaften 3: Rheologische Eigenschaften, Viskoelastizität
10	Thermische und optische Eigenschaften
11	Elektrische Eigenschaften. Vergleichende Zusammenfassung der Eigenschaften
12	Biomechanik
	Struktur und mechanische Eigenschaften von biologischen Geweben
13	Biomechanische Grundlagen der Implantologie
14	Biomechanische Grundlagen der Kieferorthopädie

FAFA_DE

1 | Atomare Wechselwirkungen; Gase

4

Wie?



The most exciting phrase to hear in science, the one that heralds new discoveries, is not 'Eureka!' (I found it!), but 'That's funny...'

(Isaac Asimov)

"Sage es mir, und ich vergesse es; zeige es mir, und ich erinnere mich; lass es mich tun, und ich verstehe es."

(Konfuzius)



FAFA_DE

1 | Atomare Wechselwirkungen; Gase

5

Nützliche Infos

Lehrbeauftragter: Gergely Agócs (agocs.gergely@med.semmelweis-univ.hu)

Webseite (Informationen, Vorlesungen): biofiz.semmelweis.hu

Lehrbuch: F. Tölgyesi, I. Derka, K. Módos: Physikalische Grundlagen der zahnärztlichen Materialkunde, elektronisches Lehrbuch (erreichbar auf der Webseite des Instituts)

Weitere Literatur:

- W.D. Callister: Materials Science and Engineering. An Introduction (7th ed.), Wiley&Sons, 2007
- K.J. Anusavice: Phillips' Science of Dental Materials (11th ed.), Saunders, 2003
- Damjanovich, Fidy, Szöllösi: Medizinische Biophysik, Medicina 2008

E-learning Materialien: itc.semmelweis.hu/moodle (braucht SeKa-Konto)

Konsultationen: nach Bedarf

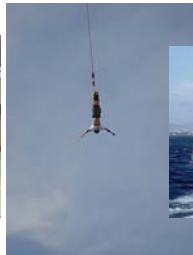
Prüfung: Kolloquium: Vorlesungen (Skripte) + Lehrbuch (Theorie + Rechenaufgaben)

FAFA_DE

1 | Atomare Wechselwirkungen; Gase

6

Alltägliche Wechselwirkungen („mit Kontakt“)



FAFA_DE

1 | Atomare Wechselwirkungen; Gase

7

Alltägliche Wechselwirkungen („ohne Kontakt“)



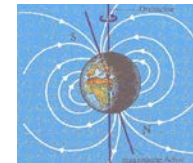
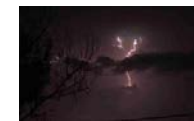
Gravitation



Elektrische Wechselwirkung



Magnetische Wechselwirkung

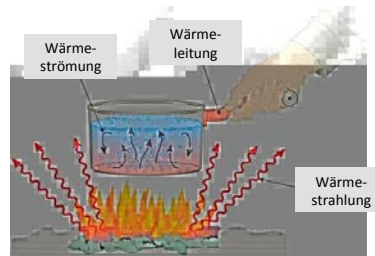


FAFA_DE

1 | Atomare Wechselwirkungen; Gase

8

Alltägliche Wechselwirkungen (thermisch)



FAFA_DE

1 | Atomare Wechselwirkungen; Gase

9

Die vier fundamentalen Wechselwirkungen



FAFA_DE

1 | Atomare Wechselwirkungen; Gase

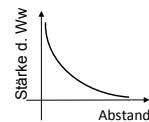
10

Beschreibung der Wechselwirkungen

☐ Symmetrie!



☐ Bei fernwirkenden Ww: Abklingen mit wachsendem Abstand ($1/r^2$ -Gesetz)



☐ Größen und Gesetze:

- **Kraft, die newtonschen Gesetze und Beispiele für Kraftgesetze**
- **Arbeit und Energie**
- **Energieerhaltung**
- **Leistung**
- **Druck**

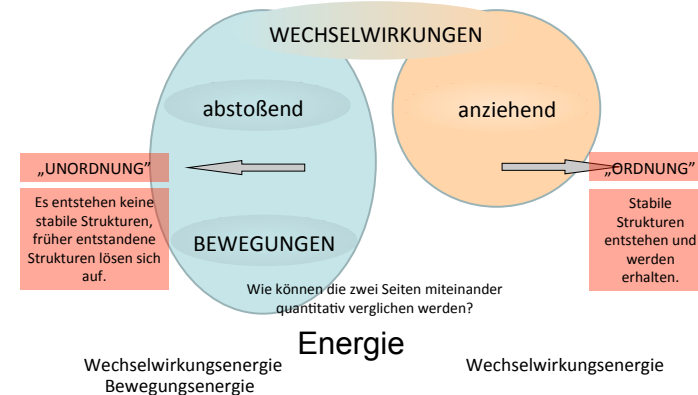
Vorkenntnisse
(s. Skript „Physikalische Grundkenntnisse“ Kapitel 4-6)

FAFA_DE

1 | Atomare Wechselwirkungen; Gase

11

Allgemeine Prinzipien des Aufbaus von Körpern



FAFA_DE

1 | Atomare Wechselwirkungen; Gase

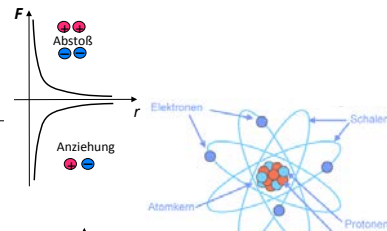
12

Elektrische Wechselwirkung: Kraft und Energie

Coulomb-Gesetz:

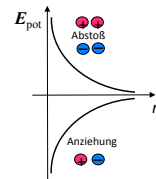
Vorkenntnisse
(s. Skript „Physikalische
Grundkenntnisse“ Kapitel 10)

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



elektrische potenzielle Energie (E_{pot}):

$$E_{pot} = k \frac{q_1 \cdot q_2}{r}$$



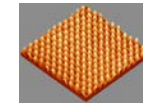
FAFA_DE

1 | Atomare Wechselwirkungen; Gase

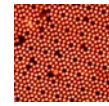
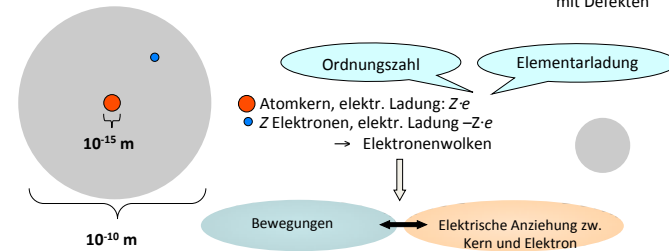
13

Atomarer Aufbau der Materie

- Demokritos: 5.Jht v.Chr.
- Daltonsches Gesetz: 1803
- Einstein: 1905
- Perrin: 1908
- Moderne Mikroskope:



Graphit

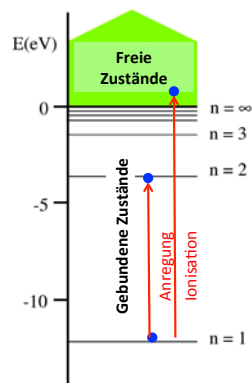
Si Kristall
mit Defekten

FAFA_DE

1 | Atomare Wechselwirkungen; Gase

14

Aufbau des Atoms



- Energieminimum
- Diskrete Energiezustände
- Pauli-Prinzip

Elektronenübergänge \Rightarrow Absorption und Entstehung von Strahlungen

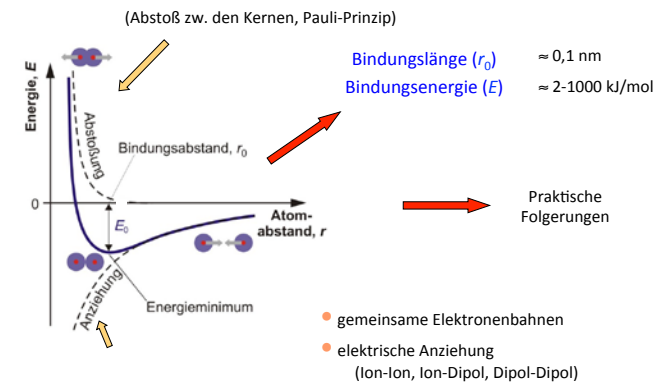
Eine „neue“ Maßeinheit: Elektronenvolt (eV);
es gilt:
 $1 \text{ eV} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ J} \rightarrow 96,5 \text{ kJ/mol}$

FAFA_DE

1 | Atomare Wechselwirkungen; Gase

15

Wechselwirkungen zwischen Teilchen

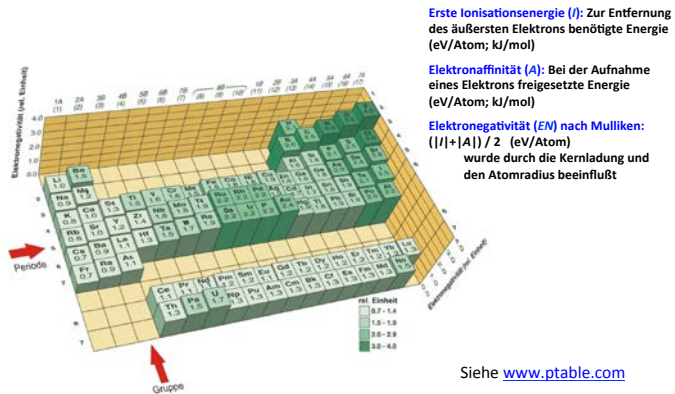


FAFA_DE

1 | Atomare Wechselwirkungen; Gase

16

Elektronegativität

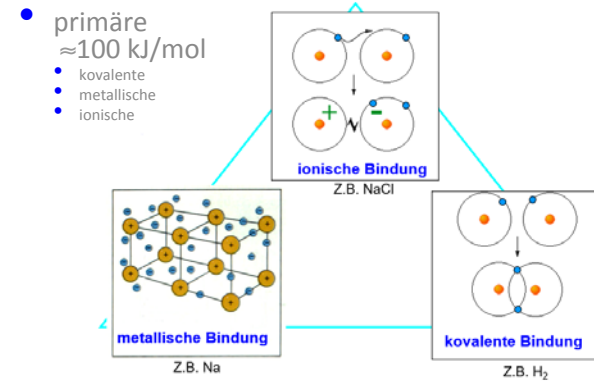


FAFA_DE

1 | Atomare Wechselwirkungen; Gase

17

Primäre Bindungstypen



FAFA_DE

1 | Atomare Wechselwirkungen; Gase

18

Primäre Bindungstypen

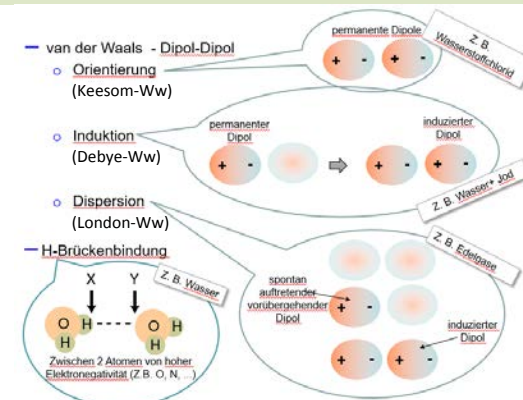


FAFA_DE

1 | Atomare Wechselwirkungen; Gase

19

Sekundäre Bindungstypen



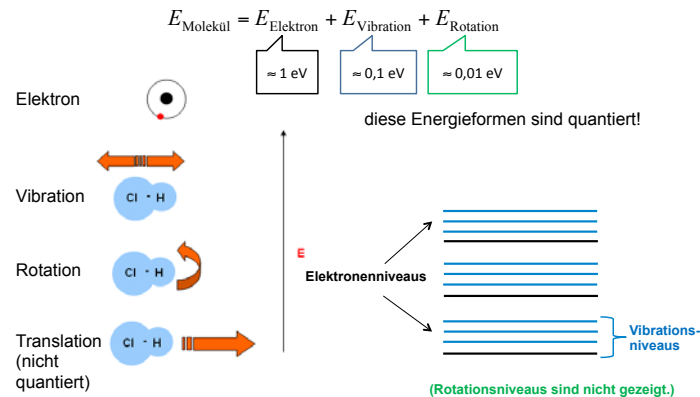
FAFA_DE

1 | Atomare Wechselwirkungen; Gase

20

Das Thema ist in dem Lehrbuch nicht zu finden!

Energiezustände in Molekülen

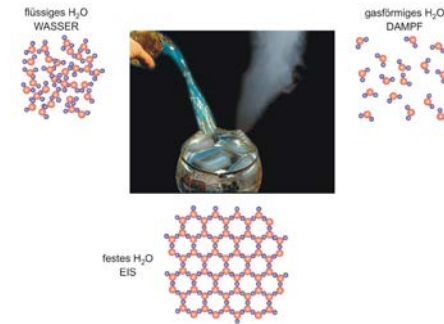


FAFA_DE

1 | Atomare Wechselwirkungen; Gase

21

Aggregatzustände



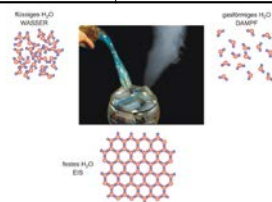
FAFA_DE

1 | Atomare Wechselwirkungen; Gase

22

Aggregatzustände

	Fest	Flüssig	Gasförmig
Eigenvolumen	+	+	-
Eigenform	+	-	-
Ordnung	Fernordnung	Nahordnung	keine Ordnung
Teilchenabstand	klein	klein	groß
Isotrop	-	+	+

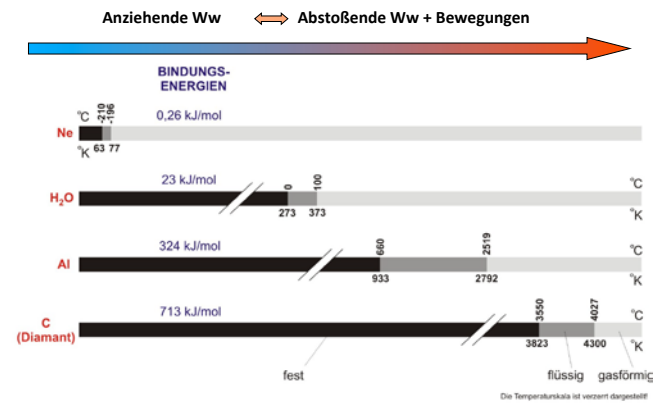


FAFA_DE

1 | Atomare Wechselwirkungen; Gase

23

Aggregatzustände

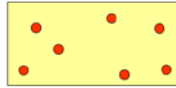


FAFA_DE

1 | Atomare Wechselwirkungen; Gase

24

Gase



Makroskopische Beschreibung:

- Kein Eigenvolumen und keine Eigenform
- Isotrop
- Messbare Größen:

Druck, Volumen, Stoffmenge
 p, V, ν, T

$$pV = \nu RT$$

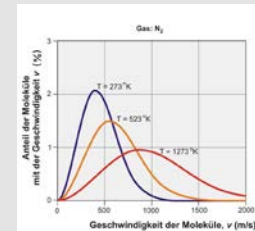
(für ideale Gase)

Mikroskopische Beschreibung:

- Ungeordnet
- Starke und fast freie Bewegung

$$\frac{1}{2} m \bar{v}^2 = \frac{3}{2} kT$$

Maxwell-Boltzmann-Verteilung

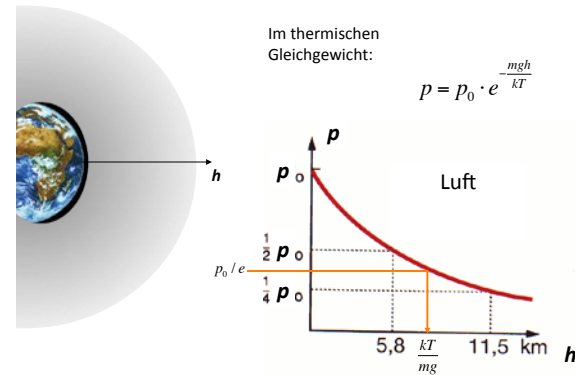


FAFA_DE

1 | Atomare Wechselwirkungen; Gase

25

Gas im Gravitationsfeld: barometrische Höhenformel



FAFA_DE

1 | Atomare Wechselwirkungen; Gase

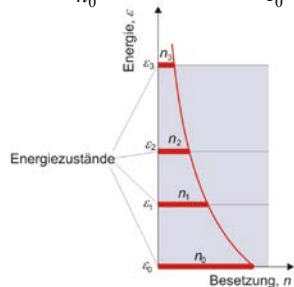
26

Boltzmann-Verteilung im Allgemeinen

Die Verteilung der Teilchen auf die Energiezustände im thermischen Gleichgewicht ($T = \text{konstant}$):

$$\left. \begin{array}{l} n_i \\ n_0 \end{array} \right\} \frac{\varepsilon_i - \varepsilon_0}{\Delta \varepsilon}$$

$$n_i = n_0 \cdot e^{-\frac{\varepsilon_i - \varepsilon_0}{kT}}$$



$$\left(\begin{array}{l} n_i = n_0 \cdot e^{-\frac{\Delta \varepsilon}{kT}} = n_0 \cdot e^{-\frac{\Delta E}{RT}} \\ \Delta E = \Delta \varepsilon \cdot N_A \\ R = k \cdot N_A \end{array} \right)$$

FAFA_DE

1 | Atomare Wechselwirkungen; Gase

27

Boltzmann-Verteilung: andere Anwendungen

Anwendungen der Boltzmann-Verteilung:

- Barometrische Höhenformel
- Thermische Elektronenemission von Metallen
- Konzentrationselemente, Nernst-Gleichung
- Chemische Reaktionen (Geschwindigkeits- und Gleichgewichtskonstante)
- Konzentration von thermischen Punktdefekten (in Kristallen und Makromolekülen)
- Elektrische Leitfähigkeit von Halbleitern
- ...

Aufgaben:
1. Abschnitt:
1, 3, 9, 10, 13, 17, 19

**Nächste Vorlesung: Kapitel
4 und 5**

FAFA_DE

1 | Atomare Wechselwirkungen; Gase

28