

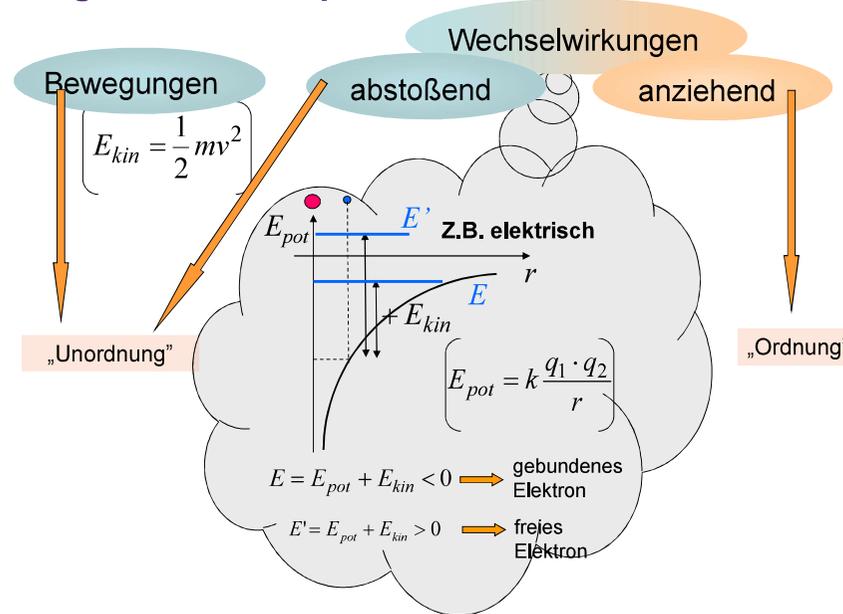
Biophysik für Pharmazeuten I.

2020/21
Vorlesung 2

Struktur der Materie

1

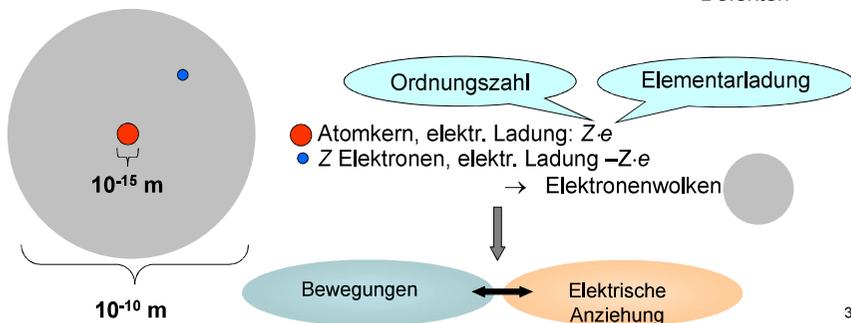
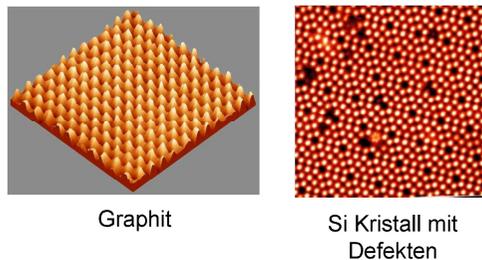
Allgemeine Prinzipien



2

Atomarer Aufbau der Materie

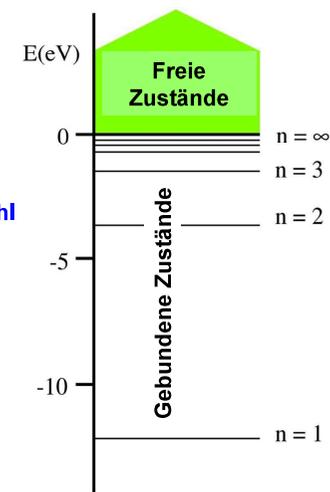
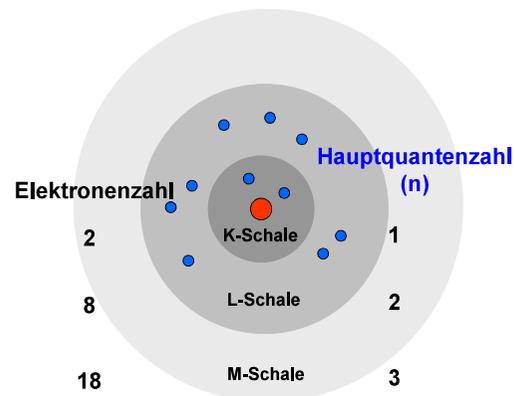
- Demokritos 5. Jht v. Chr.
- Daltonsches Gesetz 1803
- Moderne Mikroskope:



3

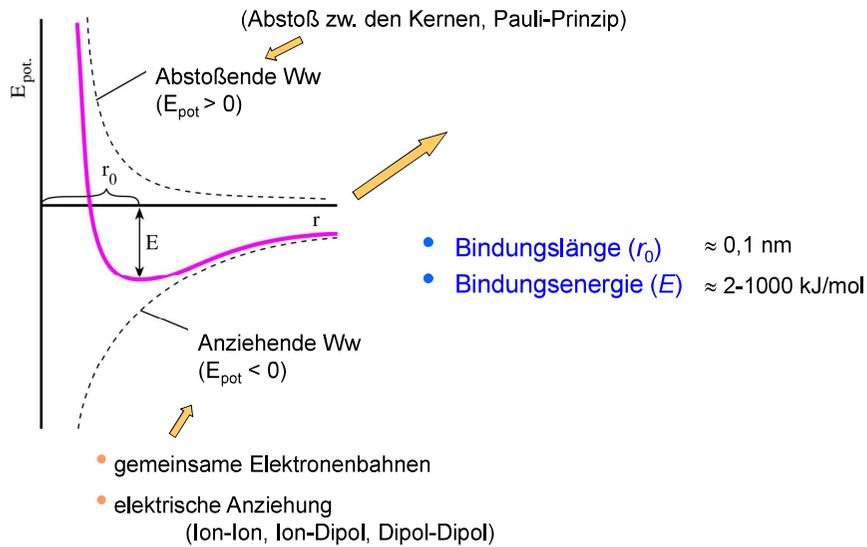
- Energieminimum
- Diskrete Energiezustände
- Pauli-Prinzip

Eine „neue“ Maßeinheit:
Elektronenvolt (eV), es gilt
 $1 \text{ eV} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ J}$



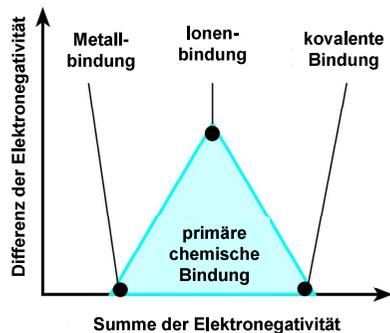
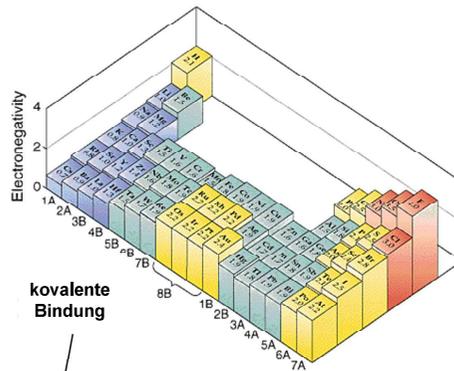
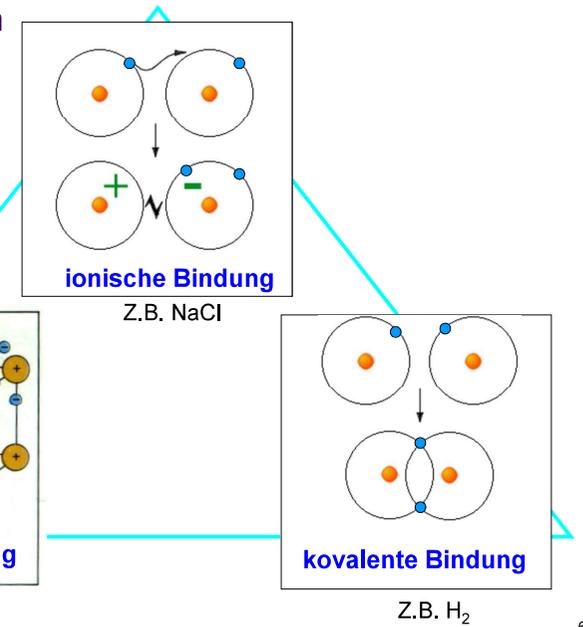
4

Atomare Wechselwirkungen



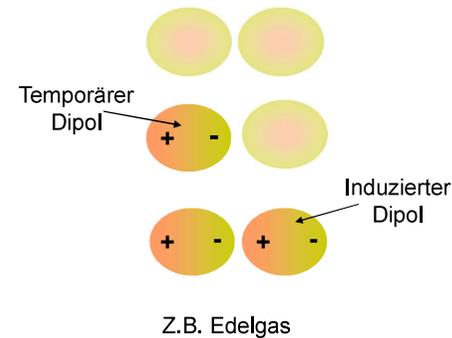
Bindungstypen

- Primäre Bindungen ≈ 100 kJ/mol
 - kovalente
 - metallische
 - ionische

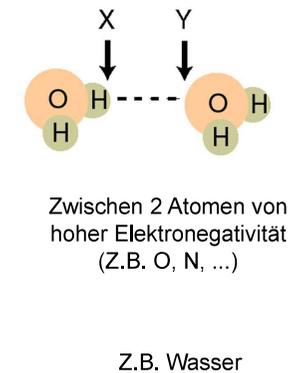


- Sekundäre Bindungen ≈ 10 kJ/mol
 - van der Waals (Orientierung, Induktion, Dispersion)
 - H-Brückenbindung

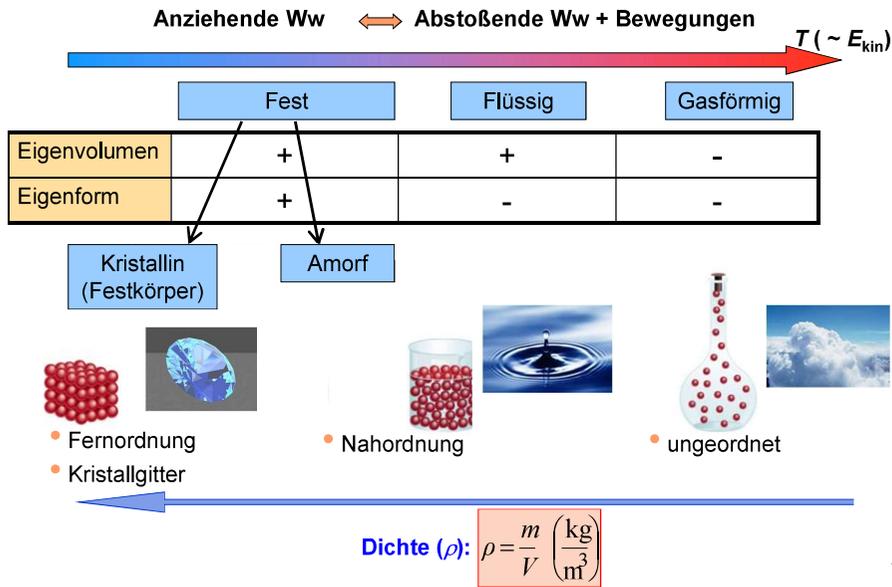
van der Waals Bindung (Dispersionskräfte)



H-Brückenbindung

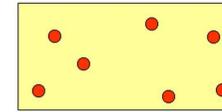


Aggregatzustände



9

Gase



Makroskopische Beschreibung:

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

Druck Volumen Stoffmenge
 p, V, ν, T Temperatur

$$pV = \nu RT$$

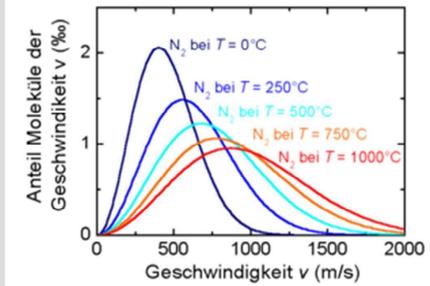
(Für ideale Gase: punktförmige Atome ohne Wechselwirkungen)

Mikroskopische Beschreibung:

- Ungeordnet
- Starke und fast freie Bewegung

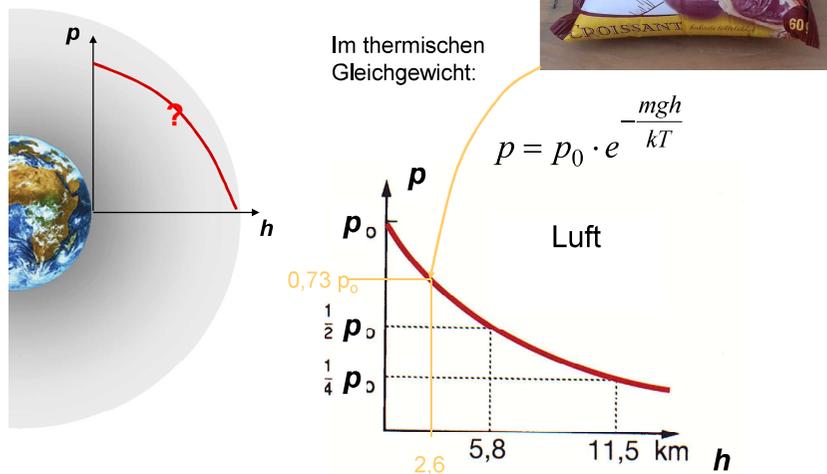
$$\frac{1}{2} m \overline{v^2} = \frac{3}{2} kT$$

Maxwell-Boltzmann-Verteilung



10

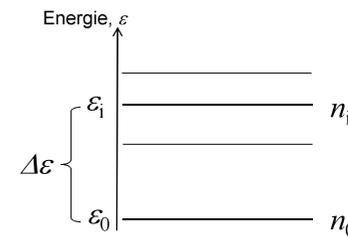
Gas im Gravitationsfeld – barometrische Höhenformel:



11

Boltzmann-Verteilung im Allgemeinen

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



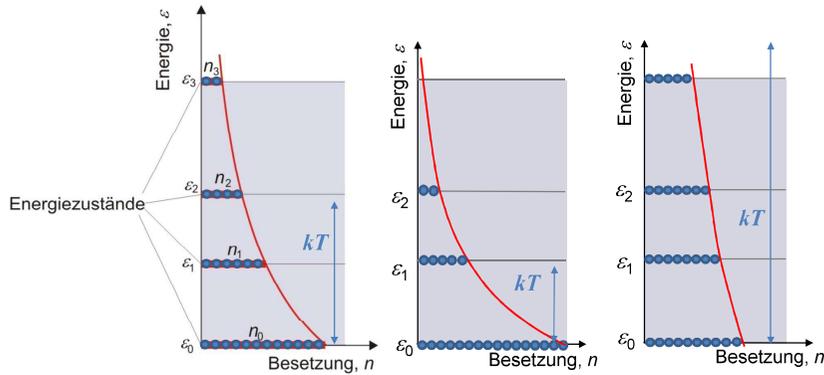
$$n_i = n_0 \cdot e^{-\frac{\epsilon_i - \epsilon_0}{kT}}$$

$$n_i = n_0 \cdot e^{-\frac{\epsilon_i - \epsilon_0}{kT}} = n_0 \cdot e^{-\frac{\Delta \epsilon}{kT}} = n_0 \cdot e^{-\frac{\Delta E}{RT}}$$

$$\left(\begin{array}{l} \Delta E = \Delta \epsilon \cdot N_A \\ R = k \cdot N_A \end{array} \right)$$

12

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

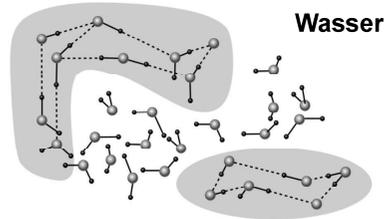


Anwendungen:

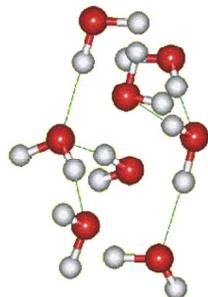
- Barometrische Höhenformel
- Thermische Elektronenemission von Metallen
- Konzentrationselemente, Nernst-Gleichung
- Chemische Reaktionen (Geschwindigkeits- und Gleichgewichtskonstante)
- Konzentration von thermischen Punktdefekten (in Kristallen und Makromolekülen)
- Elektrische Leitfähigkeit von Halbleitern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

13

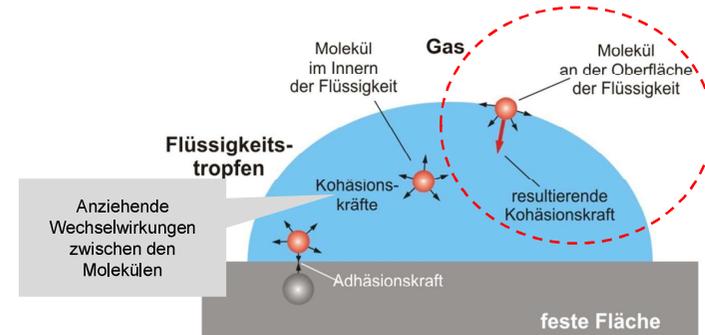
Flüssigkeiten



- Eigenvolumen
- Keine Eigenform/flüssig – keine innere Scherkräfte
- Nahordnung
einige nm große geordnete dynamische Bereiche
- Viele Strukturdefekte
- mittelstarke Bewegungen
- Isotrop



c) Oberflächenspannung



15

16

- Oberflächenspannung, oder spezifische Oberflächenenergie (σ):

Zur Flächenvergrößerung von ΔA nötige Energie

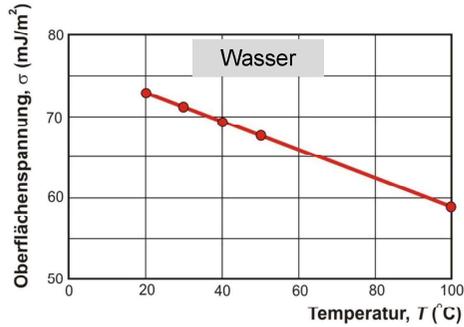
$$\sigma = \frac{\Delta E}{\Delta A} \quad \left(\frac{\text{J}}{\text{m}^2} = \frac{\text{N}}{\text{m}} \right)$$

Oberflächenvergrößerung

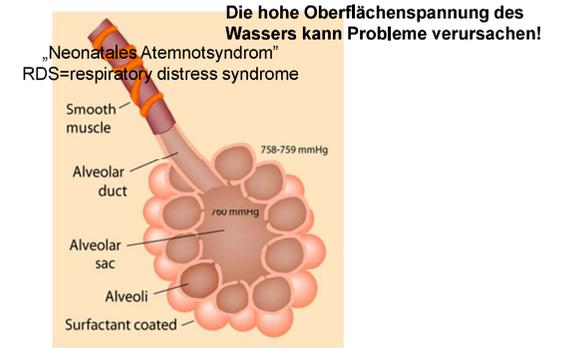
Stoff	σ (J/m ²)*
Wasser	0,073
Blut	0,06
Speichel	0,05
Alkohol	0,023
Quecksilber	0,484

* In Bezug auf Luft, 20°C

Die Temperaturabhängigkeit der Oberflächenspannung:

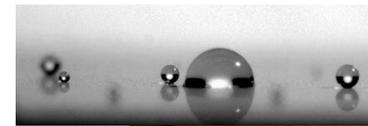


17

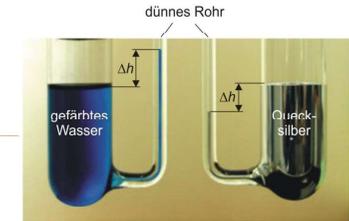


Weitere Erscheinungen, wobei die Oberflächenspannung eine Rolle spielt:

➔ Benetzung

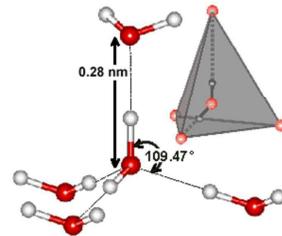
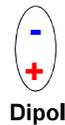
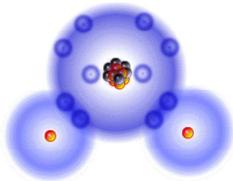


Kapillareffekt



18

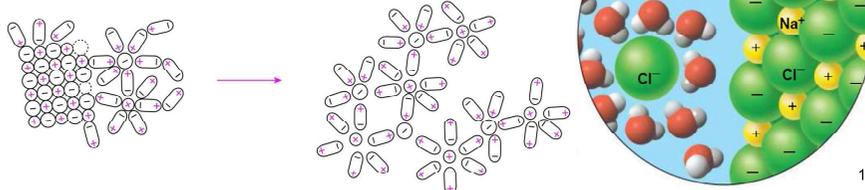
Wasser



➤ hohe spezifische Wärmekapazität, Schmelzwärme und Verdampfungswärme

➤ hohe Oberflächenspannung

➤ gutes Lösungsmittel



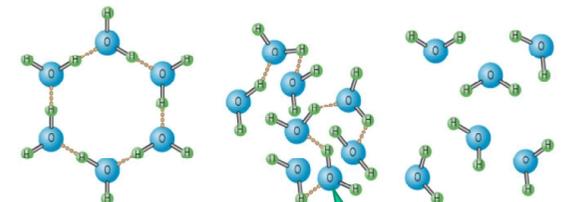
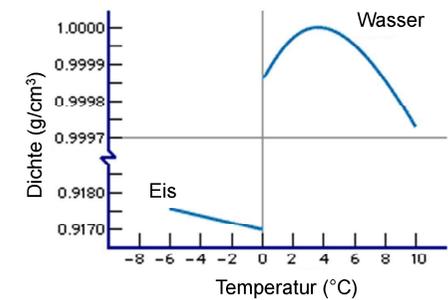
19

Dichte:

Stoff	ρ (g/cm ³)
Wasser	1
Fettgewebe	≈ 0,9
Blut	≈ 1,05
Knochen	≈ 1,8
Körpergewebe (Mittelwert)	≈ 1,04

Temperaturabhängigkeit:

$\rho(T)$



20