

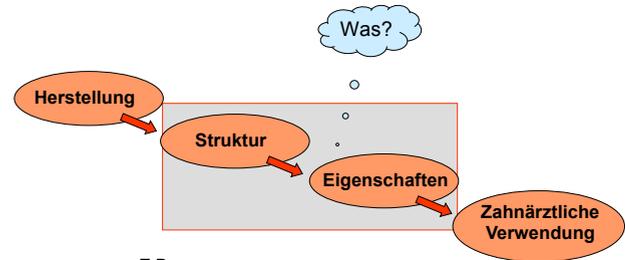


Physikalische Grundlagen der zahnärztlichen Materialkunde

Einführung

Warum?

1



Z.B.:



alle: Al_2O_3 !

2

Woche	Datum	Thema
1	09.09.	Struktur der Materie Atomare Wechselwirkungen, Bindungen, Multiatomare Systeme: Gase, Boltzmann-Verteilung
2	16.09.	Flüssigkeiten, feste Körper, Flüssigkristalle
3	23.09.	Kohäsion, Adhäsion, Grenzflächeneigenschaften, Phase, Phasendiagramm, Phasenumwandlungen
4	30.09.	Strukturuntersuchungsmethoden (Mikroskopie, Diffraktion, Spektroskopie)
5	07.10.	Materialfamilien: Metalle, Legierungen
6	14.10.	Materialfamilien: Keramiken, Polymere, Komposite
7	21.10.	Eigenschaften der Materialien Mechanische Eigenschaften 1: Elastisches Verhalten
8	28.10.	Mechanische Eigenschaften 2: Plastische Verformung, Bruch, Härte
9	04.11.	Mechanische Eigenschaften 3: Viskoelastisches Verhalten, Materialermüdung, Verschleiß
10	11.11.	Thermische und elektrische Eigenschaften
11	18.11.	Optische Eigenschaften. Vergleichende Zusammenfassung der Eigenschaften
12	25.11.	Biomechanik Struktur und mechanische Eigenschaften von biologischen Geweben
13	02.12.	Biomechanische Grundlagen der Implantologie
14	09.12.	Biomechanische Grundlagen der Kieferorthopädie (Gastvortragende: Dr. Nemes Bálint, Klinik für Kinderzahnheilkunde und Kieferorthopädie)

Wie?

3

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



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)

4

Nützliche Infos

- Tölgyesi Ferenc, Dozent (ferenc.tolgyesi@eok.sote.hu)
Institut für Biophysik und Strahlenbiologie
- Webseite: <http://biofiz.sote.hu>
- Tölgyesi, Derka, Módos: Physikalische Grundlagen der zahnärztlichen Materialkunde, elektronisches Lehrbuch
- 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
- 2 Zwischenprüfungen:
 - 6. Studienwoche 17. Oktober (Donnerstag) 18:00-19:15, EOK Szent-Görgyi Hörsaal
 - 12. Studienwoche 28. November (Donnerstag) 18:00-19:15, EOK Szent-Görgyi Hörsaal
- Konsultationen:
 - 6. Studienwoche 16. Oktober (Mittwoch) 18:00-19:15, EOK Szent-Görgyi Hörsaal
 - 12. Studienwoche 27. November (Mittwoch) 18:00-19:15, EOK Szent-Görgyi Hörsaal
- Prüfungsform: Kolloquium (mündlich); Prüfungsstoff: Skripte + Lehrbuch

Note:



Ab 45 Punkte: **2** Ab 55 Punkte: **3** Ab 65 Punkte: **4** Ab 75 Punkte: **5** 😊 5



Physikalische Grundlagen der zahnärztlichen Materialkunde

1.

Struktur der Materie

Atomare Wechselwirkungen. Multiatomare Systeme - Gase

7

Woche	Datum	Thema
1	09.09.	Struktur der Materie Atomare Wechselwirkungen. Bindungen. Multiatomare Systeme: Gase. Boltzmann-Verteilung
2	16.09.	Flüssigkeiten, feste Körper, Flüssigkristalle
3	23.09.	Kohäsion, Adhäsion, Grenzflächeneigenschaften. Phase, Phasendiagramm, Phasenumwandlungen
4	30.09.	Strukturuntersuchungsmethoden (Mikroskopie, Diffraction, Spektroskopie)
5	07.10.	Materialfamilien: Metalle, Legierungen
6	14.10.	Materialfamilien: Keramiken, Polymere, Komposite
7	21.10.	Eigenschaften der Materialien Mechanische Eigenschaften 1: Elastisches Verhalten
8	28.10.	Mechanische Eigenschaften 2: Plastische Verformung, Bruch, Härte
9	04.11.	Mechanische Eigenschaften 3: Viskoelastisches Verhalten, Materialermüdung, Verschleiß
10	11.11.	Thermische und elektrische Eigenschaften
11	18.11.	Optische Eigenschaften. Vergleichende Zusammenfassung der Eigenschaften
12	25.11.	Biomechanik Struktur und mechanische Eigenschaften von biologischen Geweben
13	02.12.	Biomechanische Grundlagen der Implantologie
14	09.12.	Biomechanische Grundlagen der Kieferorthopädie (Gastvortragende: Dr. Neumes Balint, Klinik für Kinderzahnheilkunde und Kieferorthopädie)

1. Test

2. Test

6

Wiederholung

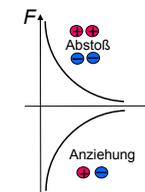
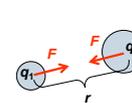


• 2. newtonsches Gesetz (Grundgleichung der Mech.): $\sum F_i = m \cdot a$ $F \Rightarrow a$

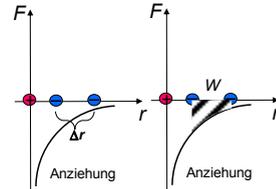
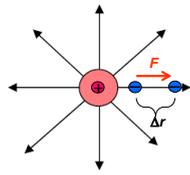
• Kraftgesetze:

○ Gravitationsgesetz $F = \gamma \frac{m_1 \cdot m_2}{r^2}$

○ Coulomb-Gesetz $F = k \frac{q_1 \cdot q_2}{r^2}$



8



• Arbeit (W): $W = F \cdot \Delta r$ (Nm = J (Joule)) [Da hier F nicht konstant ist: $W = \int F dr$]

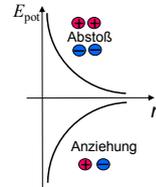
• Energie (E): die im System gespeicherte Arbeit (J)

• elektrische potenzielle Energie (E_{pot}): $E_{pot} = k \frac{q_1 \cdot q_2}{r}$

• Bewegungs- (kinetische) Energie (E_{kin}): $E_{kin} = \frac{1}{2} mv^2$

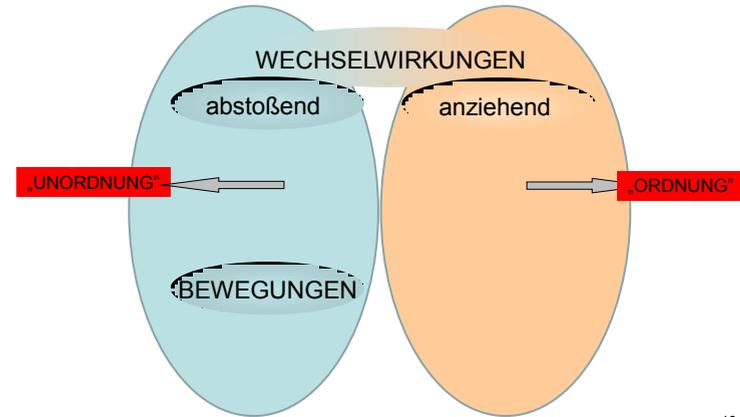
• Lage- (potenzielle) Energie (E_{pot}): $E_{pot} = mgh$

$$E_{pot} = -\gamma \frac{m_1 \cdot m_2}{r}$$



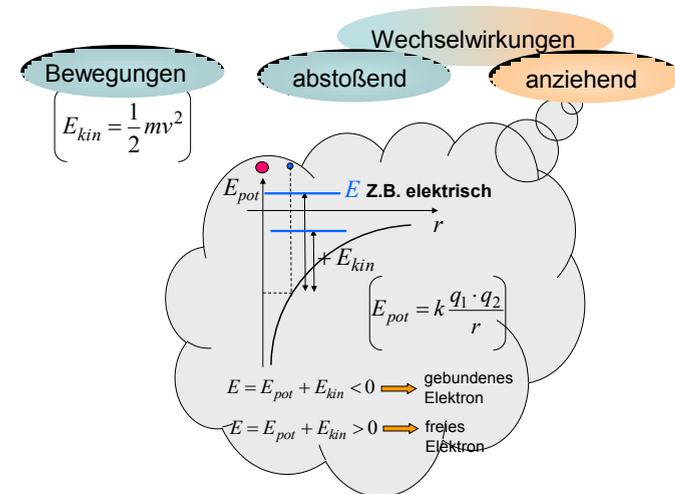
9

Allgemeine Prinzipien des Aufbaus von Körpern



10

Einfache Beispiele:

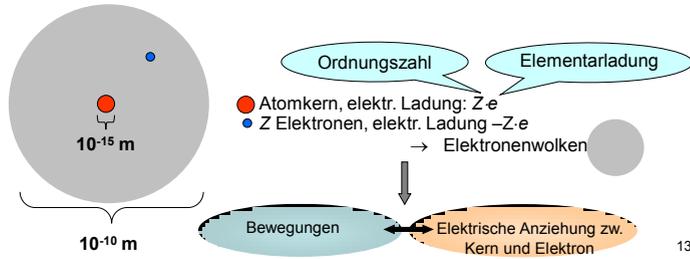
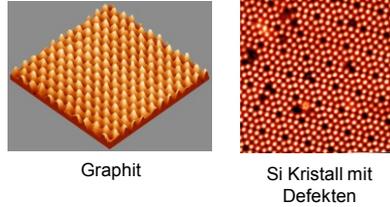


11

12

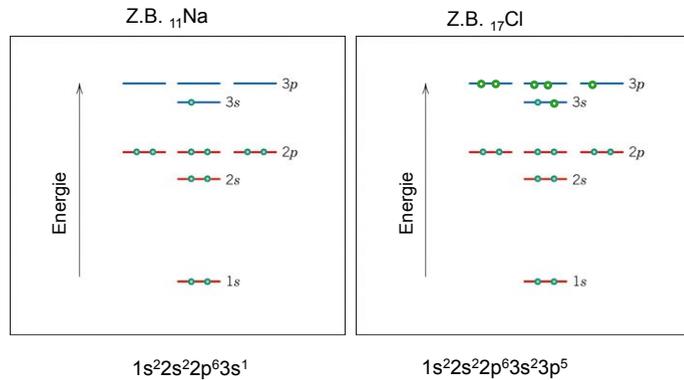
Atomarer Aufbau der Materie

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



13

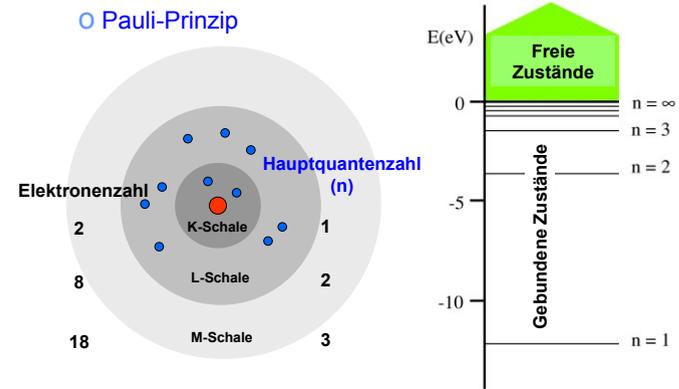
Elektronenkonfiguration:



15

- Energieminimum
- Diskrete Energiezustände
- Pauli-Prinzip

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

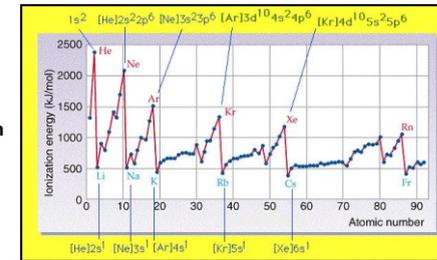


14

Elektronegativität

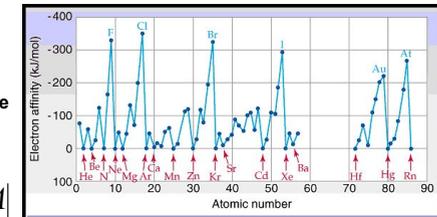
Ionisationsenergie (I):

Zur Entfernung des äußersten Elektrons benötigte Energie (eV/Atom; kJ/mol)



Elektronaffinität (A):

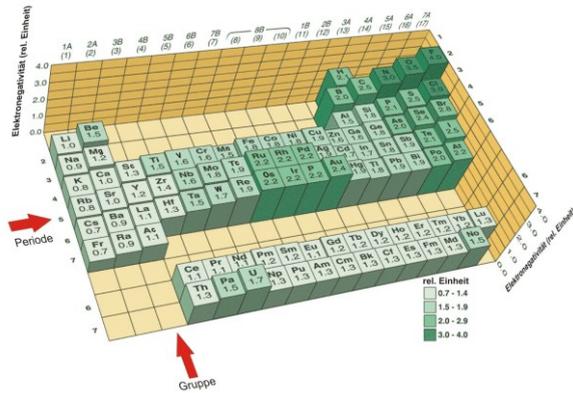
Bei der Aufnahme eines Elektrons freigesetzte Energie (eV/Atom; kJ/mol)



$$\text{Elektronegativität} = |I| + |A|$$

16

Pauling-Skala:

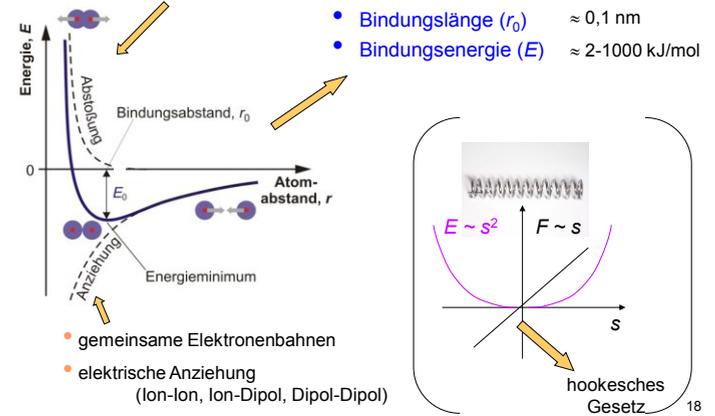


Siehe www.ptable.com

17

Atomare Wechselwirkungen

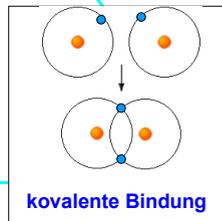
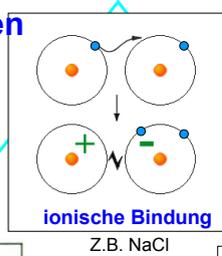
(Abstoß zw. den Kernen, Pauli-Prinzip)



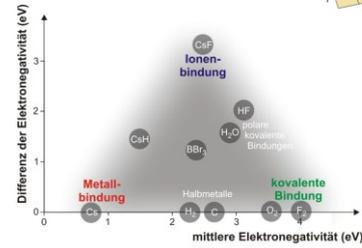
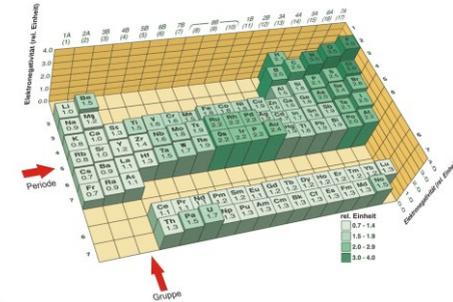
18

Bindungstypen

- primäre $\approx 100 \text{ kJ/mol}$
 - kovalente
 - metallische
 - ionische



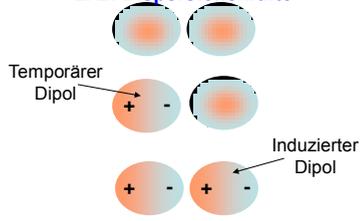
19



20

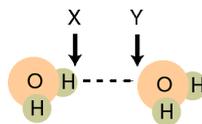
- sekundäre ≈ 10 kJ/mol
 - van der Waals zwischen Dipolen
 - Orientierung,
 - Induktion,
 - Dispersion
 - H-Brückenbindung

van der Waals Bindung
z. B. Dispersionskräfte



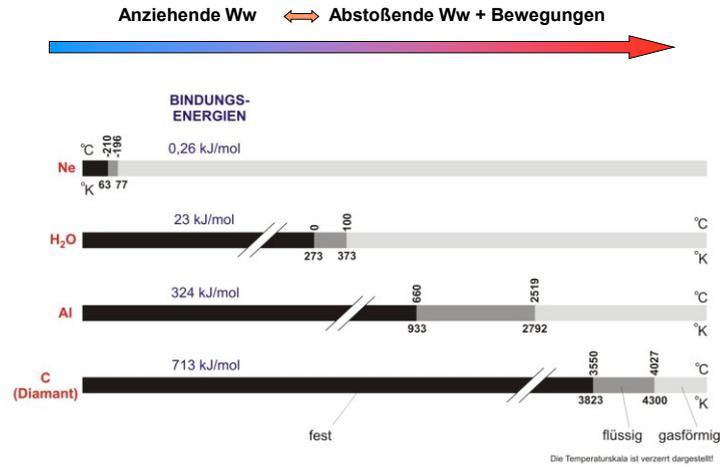
Z.B. Edelgas

H-Brückenbindung



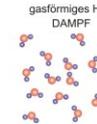
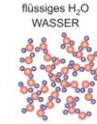
Zwischen 2 Atomen von hoher Elektronegativität (Z.B. O, N, ...)

Z.B. Wasser



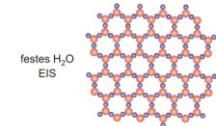
Aggregatzustände

	Fest	Flüssig	Gasförmig
Eigenvolumen	+	+	-
Eigenform	+	-	-



Dichte (ρ):

$$\rho = \frac{m}{V} \left(\frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \right)$$

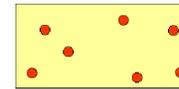


Spezifisches Volumen (v):

$$v = \frac{1}{\rho} \left(\frac{\text{m}^3}{\text{kg}} \right)$$



Gase



Makroskopische Beschreibung:

- Kein Eigenvolumen und keine Eigenform
- Isotrop
- Messbare Größen:
 - Druck
 - Volumen
 - Stoffmenge
 - Temperatur

$$pV = \nu RT$$

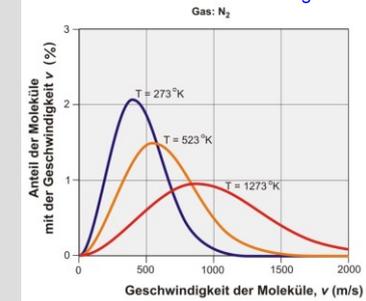
(für ideale Gase)

Mikroskopische Beschreibung:

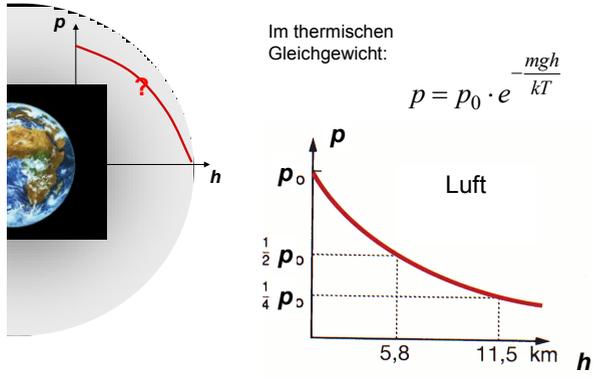
- Ungeordnet
- Starke und fast freie Bewegung

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

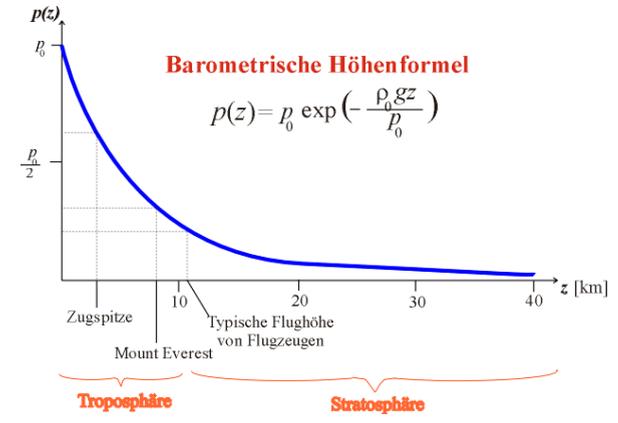
Maxwell-Boltzmann-Verteilung



**Gas im Gravitationsfeld –
barometrische Höhenformel:**



25



26

Boltzmann-Verteilung im Allgemeinen

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

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

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

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

27

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
- ...

Kapitel des Lehrbuches:
1, 2, 3

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

Nächste Vorlesung:
Kapitel 4 und 5

28