

Medizinische Biophysik I.

0

Dr. Ferenc Tölgyesi ferenc.tolgyesi@eok.sote.hu
Institut für Biophysik und Strahlenbiologie



1

Physik in der Medizin



Diagnostik

Röntgendiagnostik Sonographie Optische Tomographie MRI EKG Endosko

Therapie

Gamma-Messer Phototherapie Laserchirurgie Defibrillator Nierensteinzertrüm

Medizinische Forschung

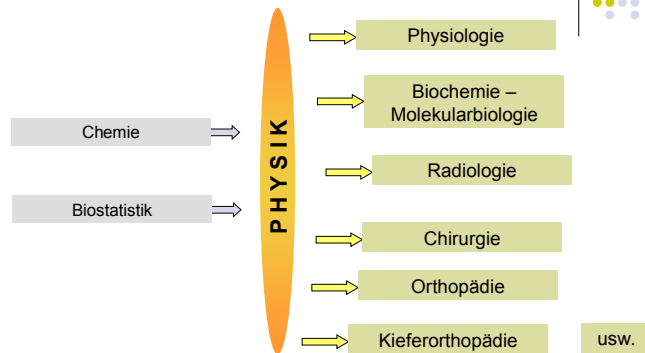
Röntgendiffraktion Optische Spektroskopie Mikroskopie Massenspektrometrie

Lebensprozesse

Diffusion Strömungen Hebelfunktion Wärmestrahlung elektrische Ströme ...

2

Physik in dem medizinischen Curriculum



3

Thematik der Vorlesungen



Unterrichts-woche	Datum	Thema	Vortragender
1	12.09	Einführung. Struktur der Materie Atome, molekulare Wechselwirkungen. Aggregatzustände: Gase	Tölgyesi Ferenc
2	19.09	Aggregatzustände: Flüssigkeiten, Festkörper, Flüssigkristalle	Tölgyesi Ferenc
3	26.09	Thermische, elektrische und mechanische Eigenschaften von Stoffen	Tölgyesi Ferenc
4	03.10	Licht in der Medizin. Medizinische Optik	Tölgyesi Ferenc
5	10.10	Lichtentstehung, Emissionsspektrometrie	Tölgyesi Ferenc

6. Woche: 1. DEMO

Abweichung für Zahnmediziner:

1	12.09.	Einführung. Biostatistik Deskriptive Statistik	Tölgyesi Ferenc Kaposi András
2	19.09.	Deskriptive Statistik	Kaposi András
3	26.09.	Hypothesenprüfungen	Kaposi András

im Seminarraum 1+2

4

6	17.10.	Temperaturstrahlung, IR-Diagnostik	Tolgyesi Ferenc
7	24.10.	Lumineszenz und ihre Anwendungen	Tolgyesi Ferenc
8	31.10.	Wechselwirkungen zwischen Licht und Materie. Absorptionsspektrometrie.	Tolgyesi Ferenc
9	07.11.	Biologische Wirkungen des Lichtes. Laser	Tolgyesi Ferenc
10	14.11.	Das Auge und das Sehen	Tolgyesi Ferenc
11	21.11.	Strahlungen (Überblick) Strukturuntersuchungsmethoden in der Medizin	Tolgyesi Ferenc
12	28.11.	Nuklearmedizin Atomkern, Radioaktivität	Bérces Attila
13	05.12.	Wechselwirkungen der Kernstrahlungen mit der Materie. Detektoren	Bérces Attila
14	12.12.	Anwendung von Radioisotopen - nuklearmedizinische Verfahren	Bérces Attila

11. Woche: 2. DEMO

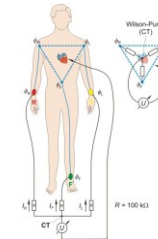
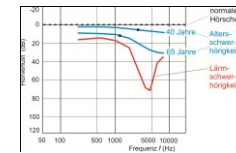
Abweichung für Zahnmediziner:

10	14.11.	Biostatistik Hypothesenprüfungen	im Seminarraum 1+2 Kaposi András
----	--------	--	-------------------------------------

Praktika



Protokolle!



Studienregel

Voraussetzungen für die Anerkennung des Semesters:

- Teilnahme an 75% der Vorlesungen und der Praktika
- Annahme der Messprotokolle durch den Praktikumsleiter aus jeder Messung des Semesters
- Mindestens 2 (genügend) für beide Klausuren des Semesters (in den 6. und 11. Studienwochen). Beide Klausuren können jeweils zweimal wiederholt werden (in den 9./13. Studienwochen, bzw. in der 14. Woche). Die

Hilfsmittel:

- Praktikum für Biophysik (Institut für Biophysik und Strahlenbiologie, Budapest)
erhältlich im Institut beim ersten Unterricht
- Biophysik für Mediziner, Medicina Verlag, Budapest

Studienwettbewerb:

- Anfang Mai (genauer Termin, Voraussetzungen, usw. werden zu einem späteren Zeitpunkt veröffentlicht)

Webseite: <http://biofiz.sote.hu>

Demos und Konsultationen

Einheitliche Struktur:

- 10 Single-Choice-Testfragen (jeweils für 4 Punkte/falsche Antwort -1 Punkt)
- 2 Rechenaufgaben (jeweils für 20 Punkte)
- 1 Abbildung (für 20 Punkte) oder +5 Single-Choice-Testfragen

Bestanden:
50% bei den Testfragen
und
50% bei den Rechenaufgaben+Abbildung

s. Probedemo unter Dokumenten auf der Webseite
Die gleiche Struktur beim dem Vortest zum Kolloquium.

1. Demo

- beim Praktikum in der 6. Unterrichtswoche
 1. Wiederholung 30. Oktober 18:00-18:40 Szent-Györgyi Hörsaal
 2. Wiederholung 11. Dezember 18:00-18:40 Békésy Hörsaal

Konsultation

- 5. Unterrichtswoche 09. Oktober (Mittwoch) 18:00-19:15 Szent-Györgyi Hörsaal

2. Demo

- beim Praktikum in der 11. Unterrichtswoche
 1. Wiederholung 04. Dezember 18:30-19:10 Békésy Hörsaal
 2. Wiederholung 11. Dezember 18:00-18:40 Békésy Hörsaal

Konsultation

- 10. Unterrichtswoche 13. November (Mittwoch) 18:00-19:15 Szent-Györgyi Hörsaal

Prüfung - Kolloquium

Vortest

15 Single-Choice-Testfragen
(jeweils für 4 Punkte/falsche Antwort -1 Punkt)
2 Rechenaufgaben
(jeweils für 20 Punkte)

Befreiung möglich, falls
die Praktikumsnote
mindestens 4 ist

Alle Protokolle auf die Prüfung
mitbringen!

Bestanden: 50% bei den Testfragen
und 50% bei den Rechenaufgaben

Mündliche Prüfung

2 Themen aus dem Themenkatalog
1 Praktikumsthema mit Datenauswertung
(s. Protokolle)

Konsultationen in der letzten Woche!!!!
Voraussichtlich jeden Tag – Folgen Sie den
Nachrichten auf der Webseite!

Voraussetzungen der Anerkennung von Scheinen von früheren Studien:

- Ausführliche Thematik – **75%-ige** Überlappung der Thematiken
- **Benotete** Prüfungsscheine

9

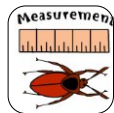
Kurz über die naturwissenschaftliche Denkweise



Beobachtung, Experiment, Messung

10

Physikalische Größe = Zahlenwert · **Maßeinheit**



Grundgrößen und
-einheiten

Abgeleitete Größen und
Einheiten

$$v = \frac{\Delta s}{\Delta t}$$

Beobachtung, Experiment, Messung

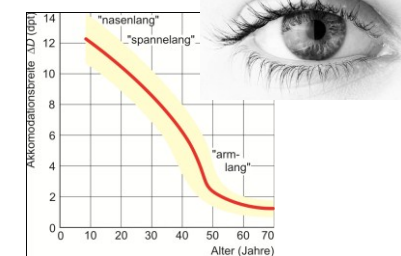
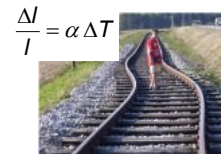
Zusammenhänge, Gesetze

11

Zusammenhänge, Gesetze

Formel

Diagramm



Anwendungen!

12

Medizinische Biophysik

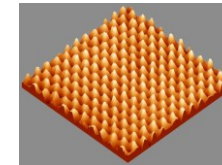
1. Struktur der Materie

- Atomare, molekulare Wechselwirkungen
- Aggregatzustände

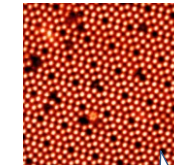
13

Atomarer Aufbau der Materie

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



Graphit

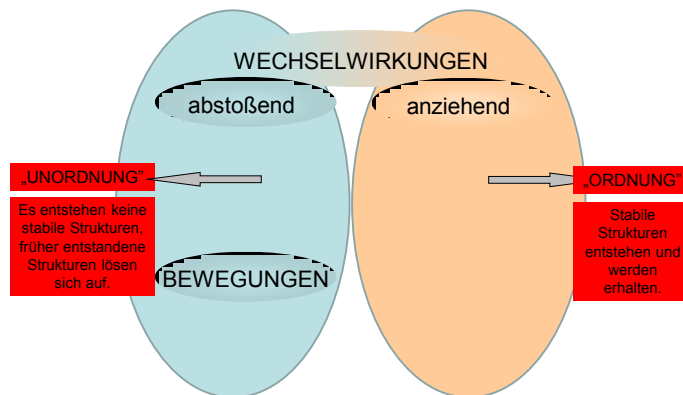


Si Kristall mit Defekten

Was hält die Atome zusammen?
Warum ist eine Struktur stabil?

14

Entstehung von stabilen Strukturen - allgemeine Prinzipien



15

I. Atomare, molekulare Wechselwirkungen

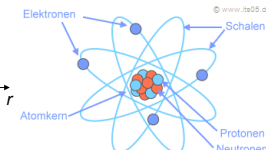
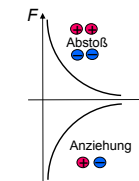
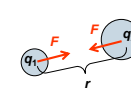
1. Im Allgemeinen über Wechselwirkungen

- Kraft, die newtonschen Gesetze und Beispiele für Kraftgesetze
- Arbeit und Energie
- Energieerhaltung
- Leistung
- Druck
- Elektrische Wechselwirkung – Coulomb-Gesetz

Vorkenntnisse (s. „Eine kurze Rekapitulation...“)

2. Elektrische Wechselwirkung

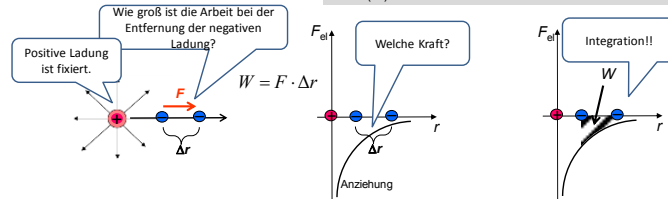
- Coulomb-Gesetz:** $F_{el} = k \frac{q_1 \cdot q_2}{r^2}$



16

b) elektrische potenzielle Energie (E_{pot})

Energie(E): die im System gespeicherte Arbeit
Arbeit(W): $W = F \cdot s = F \cdot \Delta r$

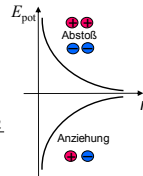


Berechnen wir die Arbeit, wenn man die negative Ladung bis zum Unendlichen entfernt.
Da hier F nicht konstant ist:

$$W_{r \rightarrow \infty} = \int_r^\infty F dr = \int_r^\infty -F_{\text{el}} dr = \int_r^\infty -k \frac{q_1 q_2}{r^2} dr = k q_1 q_2 \left[\frac{1}{r} \right]_r^\infty = k q_1 q_2 \left(\frac{1}{\infty} - \frac{1}{r} \right) = -k \frac{q_1 q_2}{r}$$

Definition der elektrischen potenziellen Energie (E_{pot}): $E_{\text{pot}} = W_{\infty \rightarrow r}$

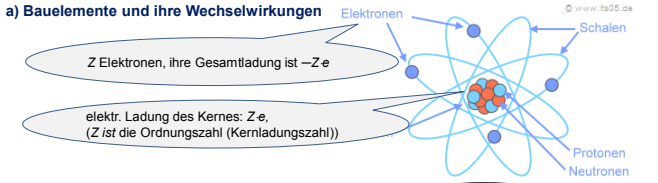
$$E_{\text{pot}} = k \frac{q_1 \cdot q_2}{r}$$



17

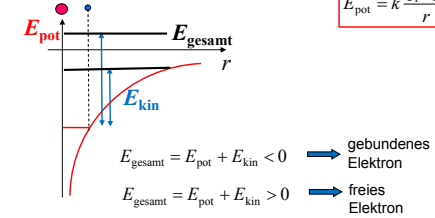
3. Aufbau des Atoms

a) Bauelemente und ihre Wechselwirkungen



Bewegungen $E_{\text{kin}} = \frac{1}{2} mv^2$

anziehende Wechselwirkung = elektrische VVw. $E_{\text{pot}} = k \frac{q_1 \cdot q_2}{r}$

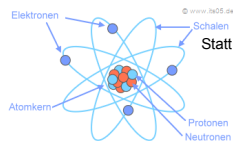
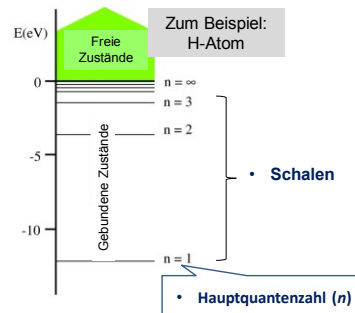


18

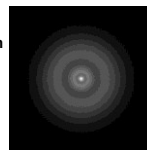
b) Energiezustände

Spezielle Eigenschaft der Mikrowelt:

— diskrete Energiezustände



Statt Bahnen eher Elektronenwolken verschiedener Formen



19

• Nebenquantenzahl (l)

$l = 0$

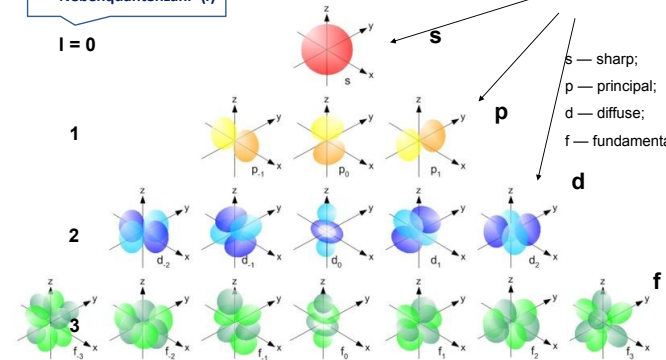
1

2

3

• Unterschalen

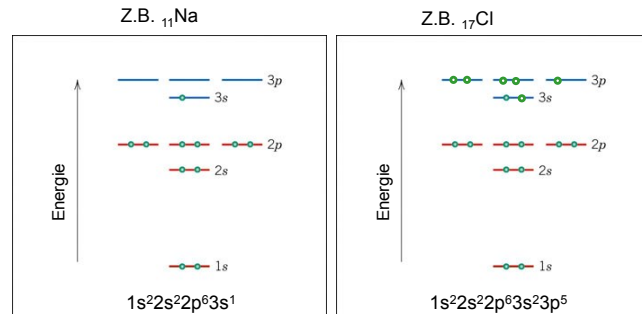
s — sharp;
p — principal;
d — diffuse;
f — fundamental



Weitere Prinzipien bei der Besetzung der Energiezustände (Schalen, Unterschalen):

- Energieminimum
- Pauli-Prinzip

20



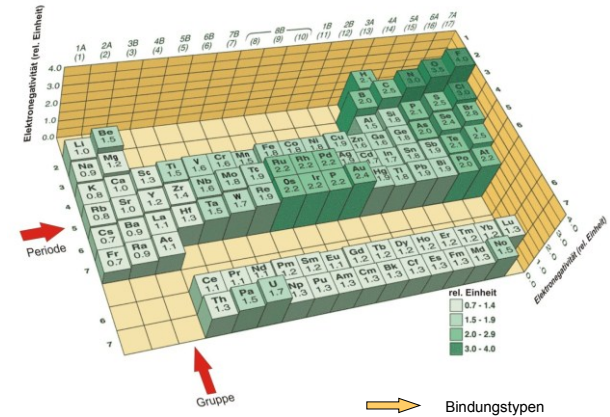
• **Ionisationsenergie (I):**
Zur Entfernung des äußersten Elektrons benötigte Energie (eV/Atom; kJ/mol)

• **Elektronaffinität (A):**
Bei der Aufnahme eines Elektrons freigesetzte Energie (eV/Atom; kJ/mol)

• **Elektronegativität** = $|I| + |A|$

21

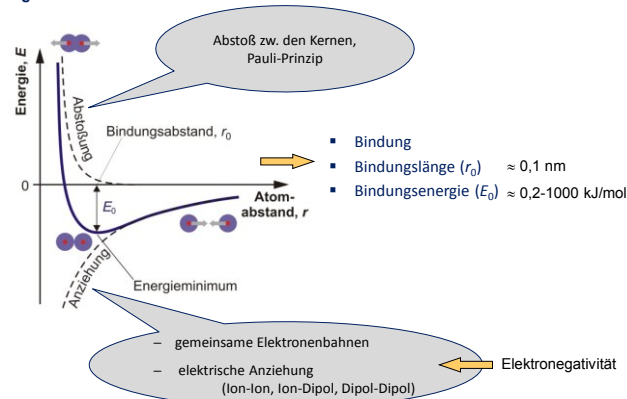
Elektronegativität - Pauling-Skala:



22

4. Atomare, molekulare Wechselwirkungen

a) Energiekurve

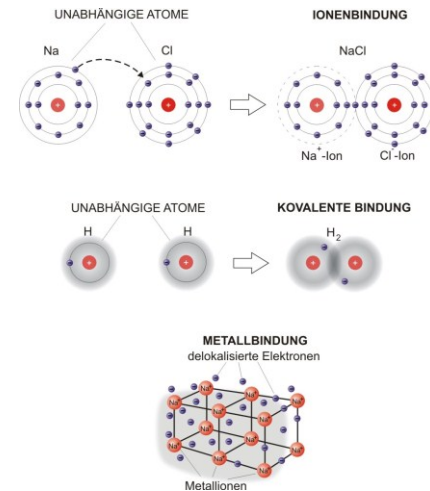


23

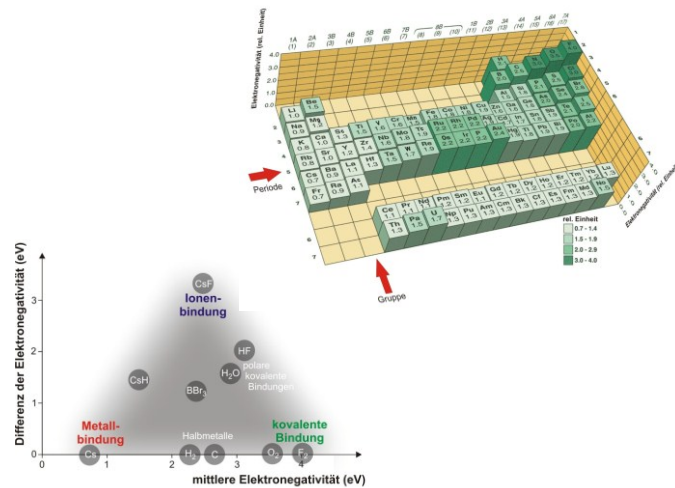
c) Primäre Bindungen

- Ionenbindung
- Kovalente Bindung
- Metallbindung

≈ 100-1000 kJ/mol



24

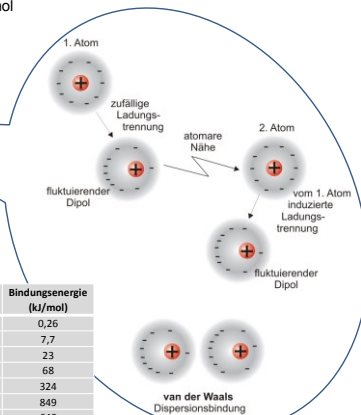


25

d) Sekundäre Bindungen

≈ 0,2-50 kJ/mol

- van der Waals (Dipol-Dipol)
 - Orientierung
 - Induktion
 - Dispersion
- H-Brückenbindung



Bindungsstärke	Bindungstyp	Material	Bindungsenergie (kJ/mol)
schwach (sekundär)	van der Waals	Neon (Ne)	0,26
	H-Bindung	Argon (Ar)	7,7
stark (primär)	Metallbindung	Wasser (H ₂ O)	23
		Quecksilber (Hg)	68
		Aluminium (Al)	324
	Ionenbindung	Wolfram (W)	849
		NaCl	640
		MgO	1000
	kovalente Bindung	Silizium (Si)	450
		Kohlenstoff (C, Diamant)	713

26

Primäre und sekundäre Bindungen



- Moleküle
- Aggregatzustände (flüssige und feste Körper)

e) Energiezustände in Molekülen

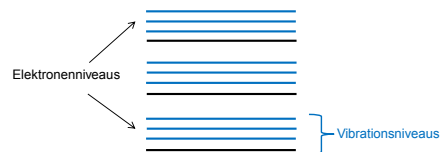
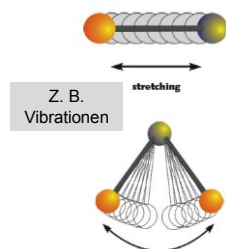
$$E_{\text{Molekül}} = E_{\text{Elektron}} + E_{\text{Vibration}} + E_{\text{Rotation}}$$

≈ 1 eV

≈ 0,1 eV

≈ 0,01 eV

- alle Energieformen sind quantisiert



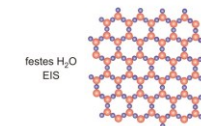
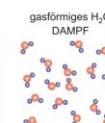
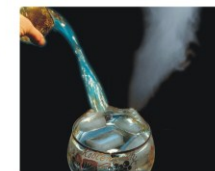
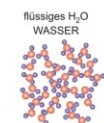
(Rotationsniveaus sind nicht gezeigt.)

27

II. Aggregatzustände

1. Allgemeine Beschreibung

	Fest	Flüssig	Gasförmig
Eigenvolumen	+	+	-
Eigenform	+	-	-



28

- **Zahl der Bauelemente (Atome oder Moleküle) im Körper (N)**

- **Stoffmenge (v) in Mol:** 1 mol enthält $6,03 \cdot 10^{23}$ Bauelemente

Avogadro-Konstante (N_A):
 $N_A = 6,03 \cdot 10^{23} \text{ 1/mol}$

$$v = \frac{N}{N_A}$$

- **Masse (m)**

- **Molare Masse (M):** die Masse von einem Mol

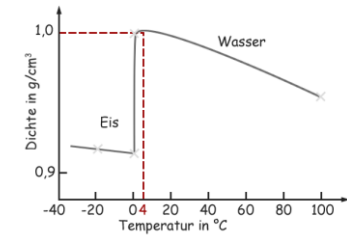
$$m = v \cdot M$$

- **Volumen (V)**

- **Dichte (ρ):** $\rho = \frac{m}{V} \left(\frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \right)$

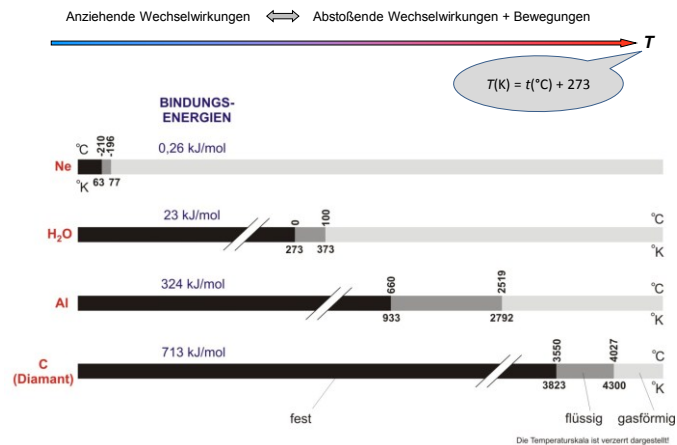
Stoff	$\rho \text{ (g/cm}^3\text{)}$
Wasser	1
Fettgewebe	$\approx 0,9$
Blut	$\approx 1,05$
Knochen	$\approx 1,8$
Körpergewebe (Mittelwert)	$\approx 1,04$

Temperaturabhängigkeit der Dichte - $\rho(T)$:



29

30



31

Hausaufgaben:

- Neue Aufgabensammlung von 1.1 bis 1.9
 von 1.16 bis 1.23
 von 1.26 bis 1.32

32