

# Medizinische Biophysik I.

0

Dr. Ferenc Tölgyesi [ferenc.tolgyesi@eok.sote.hu](mailto: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

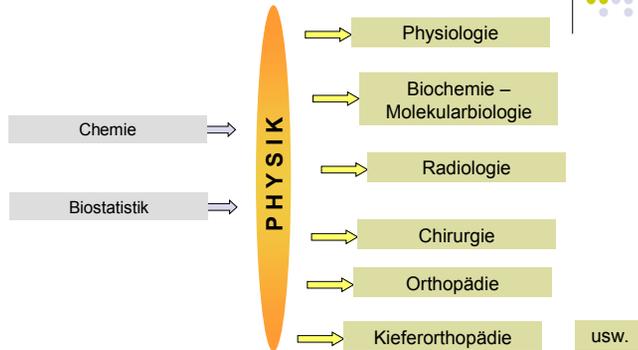
Röntgendiffraktion Optische Spektroskopie Mikroskopie Massenspektrometrie

### 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. | <b>Einführung. Licht in der Medizin 1.</b> Medizinische Optik   | Tölgyesi Ferenc |
| 2                 | 19.09. | Lichtmikroskop. Optik des Auges   | Tölgyesi Ferenc |
| 3                 | 26.09. | Wellenoptik   | Tölgyesi Ferenc |
| 4                 | 03.10. | <b>Struktur der Materie</b> Atomare, molekulare Wechselwirkungen. Aggregatzustände: Gase, Flüssigkeiten ( <i>Doppelstunde!!</i> ) | Tölgyesi Ferenc |
| 5                 | 10.10. | Aggregatzustände: Festkörper, Flüssigkristalle  | Tölgyesi Ferenc |

6. Woche: 1. DEMO

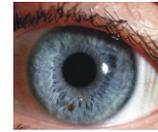
4

|    |        |  |                 |
|----|--------|--|-----------------|
| 6  | 17.10. | <b>Licht in der Medizin 2.</b><br>Lichtentstehung, Emissionsspektrometrie      | Tölgyesi Ferenc |
| 7  | 24.10. | Temperaturstrahlung, IR-Diagnostik   | Tölgyesi Ferenc |
| 8  | 31.10. | Lumineszenz und ihre Anwendungen   | Tölgyesi Ferenc |
| 9  | 07.11. | Wechselwirkungen zwischen Licht und Materie.<br>Absorptionsspektrometrie.      | Tölgyesi Ferenc |
| 10 | 14.11. | Lasere   | Tölgyesi Ferenc |
| 11 | 21.11. | <b>Nuklearmedizin</b><br>Atomkern, Radioaktivität                              | Bérces Attila   |
| 12 | 28.11. | Wechselwirkungen der Kernstrahlungen mit der Materie. Detektoren               | Bérces Attila   |
| 13 | 05.12. | <b>Medizinische Signalverarbeitung</b><br>Grundbegriffe der Elektrizitätslehre | Tölgyesi Ferenc |
| 14 | 12.12. | Elektrische Eigenschaften der Körpergewebe.<br>Signalverarbeitungssystem       | Tölgyesi Ferenc |

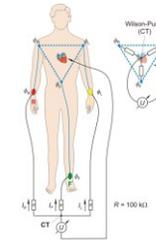
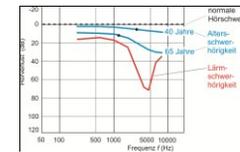
11. Woche: 2. DEMO

5

## Praktika



Protokolle!



6

## 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>

7

## Demos

### 1. Demo

- im Praktikum der 6. Unterrichtswoche
  1. Wiederholung 08. November 16:00-16:40 Hevesy Hörsaal
  2. Wiederholung 13. Dezember 16:00-16:40 Hevesy Hörsaal

### 2. Demo

- im Praktikum der 11. Unterrichtswoche
  1. Wiederholung 06. Dezember 16:00-16:40 Hevesy Hörsaal
  2. Wiederholung 13. Dezember 16:00-16:40 Hevesy Hörsaal

### Einheitliche Struktur:

- 10 Single-Choice-Testfragen (jeweils für 4 Punkte)
  - 2 Rechenaufgaben (jeweils für 20 Punkte)
  - 1 Abbildung (für 20 Punkte)
- s. Probedemo unter Dokumenten auf der Webseite

(bestanden: 50%)

8

# Medizinische Biophysik

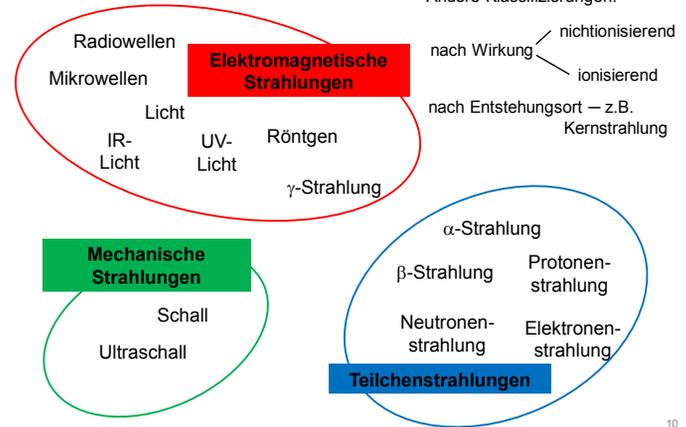
1

Licht in der Medizin



9

## Strahlungen in der medizinischen Praxis



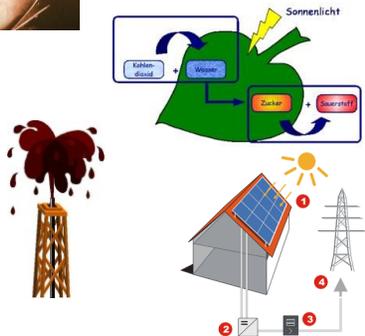
10



## Bedeutung des Lichtes

„Schön erscheinst du im Horizonte des Himmels, du lebendige Sonne, die das Leben bestimmt!“

(Pharaoh Echnaton)



11

## Eigenschaften des Lichtes

### Geradlinige Ausbreitung



Geometrische Optik

### Energietransport

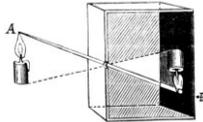


- Wellennatur
- Teilchennatur

12

# I. Geometrische Optik

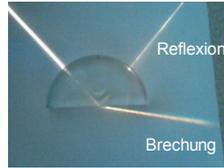
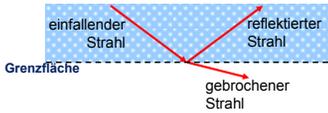
Geradlinige Ausbreitung



camera obscura



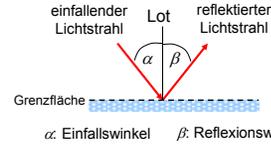
reelles umgekehrtes Bild



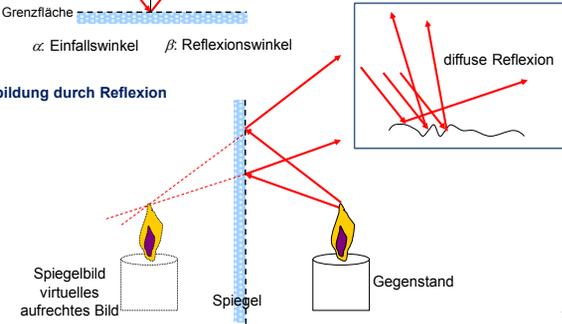
13

## 1. Reflexion

a) Reflexionsgesetz:  $\alpha = \beta$



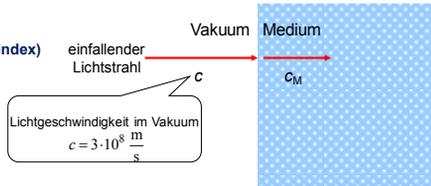
b) Abbildung durch Reflexion



14

## 2. Brechung

a) Brechzahl (Brechungsindex)



absolute Brechzahl ( $n$ ):  $n = \frac{c}{c_M} \geq 1$

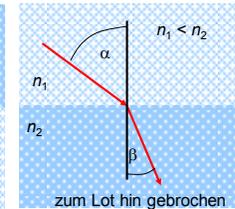
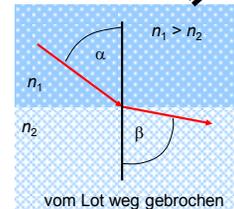
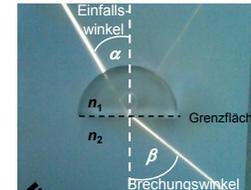
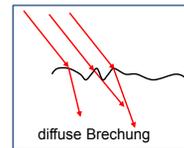
z.B.

| Material     | $n$<br>(20 °C und<br>589 nm) |
|--------------|------------------------------|
| Vakuum       | 1                            |
| Luft (1 atm) | 1,00027                      |
| Wasser       | 1,333                        |
| Augenlinse   | ≈1,34                        |
| Ethylalkohol | 1,361                        |
| Quarzglas    | 1,459                        |
| Flintglas    | 1,613                        |
| Diamant      | 2,417                        |

(Ist  $n_1 > n_2$ , so heißt Medium 1 optisch dichter, als Medium 2.)

15

b) Brechung, Brechungsgesetz



Brechungsgesetz (Snellius-Descartes-Gesetz):

$$\frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = \frac{n_2}{n_1} = n_{21} = \frac{c_1}{c_2}$$

relative Brechzahl

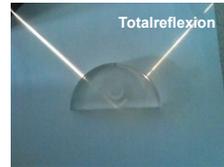
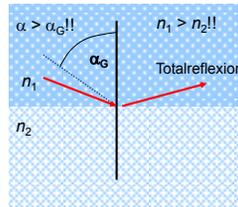
16

c) Grenzwinkel



→ siehe Refraktometer im Praktikum

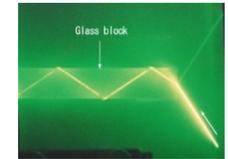
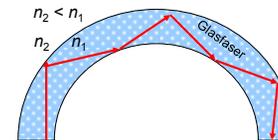
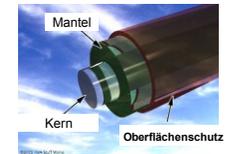
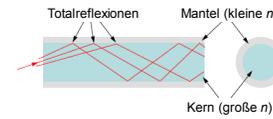
d) Totalreflexion



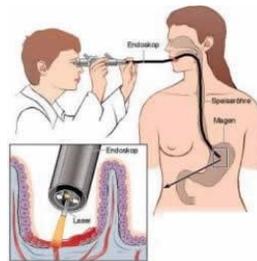
→ optisches Kabel, Endoskop

17

optisches Kabel, Endoskop



18

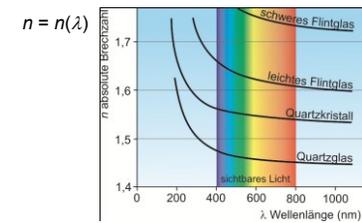
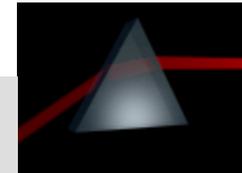
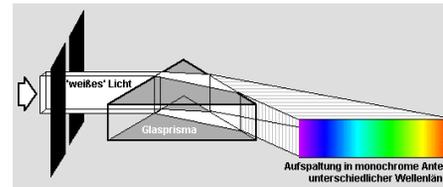


Endoskop, Fata Morgana



19

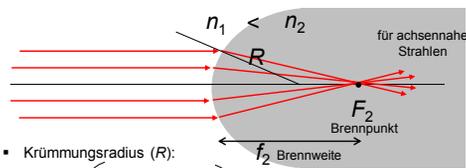
e) Dispersion



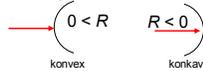
→ siehe später Monochromator

20

### 3. Brechung an einer sphärischen Grenzfläche

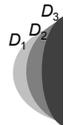


▪ Krümmungsradius ( $R$ ):



Für naheliegende Grenzflächen gilt:

$$D_{\text{gesamt}} = D_1 + D_2 + D_3 + \dots$$



▪ Brechkraft ( $D$ ):

$$D = \frac{n_2}{f_2} = \frac{n_2 - n_1}{R}$$

$D < 0$  Zerstreung       $0 < D$  Fokussierung

| $n_2 - n_1$ | $R$   | $D$                |
|-------------|-------|--------------------|
| $0 <$       | $0 <$ | $0 <$ Fokussierung |
| $< 0$       | $0 <$ | $< 0$ Zerstreung   |
| $0 <$       | $< 0$ | $< 0$ Zerstreung   |
| $< 0$       | $< 0$ | $0 <$ Fokussierung |

21

### Rechenaufgaben:

▪ Praktikumbuch 18.

- Die Lichtgeschwindigkeit ist um 25% kleiner in einem Medium, als im Vakuum. Berechnen Sie die absolute Brechzahl des Mediums.
- Ein Lichtstrahl fällt unter einem Einfallswinkel von  $70^\circ$  aus Luft auf eine Wasseroberfläche. Ein Teil des Strahls dringt ins Wasser ein. a) Berechnen Sie den Brechungswinkel dieses Strahls! b) Welchen Winkel bilden der gebrochene Strahl und der reflektierte Strahl?
- Lichtstrahl aus Luft fällt streifend (d.h.  $\alpha = 90^\circ$ ) auf eine Wasseroberfläche. Berechnen Sie den Brechungswinkel!
- Welches ist der Winkel der Totalreflexion, wenn Licht von Glas in Wasser übergeht? ( $n_{\text{Glas}} = 1,5$ )

Lösungen: 1. 1,333

2. a)  $44,8^\circ$ ; b)  $65,2^\circ$

3.  $48,6^\circ$

4.  $62,7^\circ$

22