

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

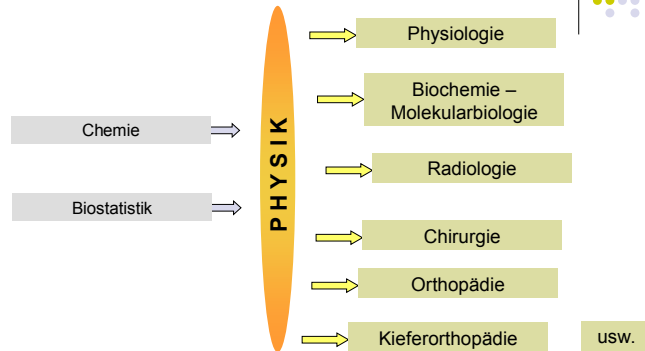
Röntgendiffraktion Optische Spektroskopie Mikroskopie Massenspektrometrie

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

6. Woche: 1. DEMO

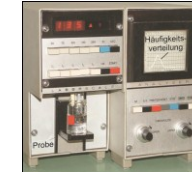
4

6	17.10.	Licht in der Medizin 2. 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. Absorptionsspektrometrie.	Tölgyesi Ferenc
10	14.11.	Laser	Tölgyesi Ferenc
11	21.11.	Nuklearmedizin Atomkern, Radioaktivität	Bérces Attila
12	28.11.	Wechselwirkungen der Kernstrahlungen mit der Materie. Detektoren	Bérces Attila
13	05.12.	Medizinische Signalverarbeitung Grundbegriffe der Elektrizitätslehre	Tölgyesi Ferenc
14	12.12.	Elektrische Eigenschaften der Körpergewebe. Signalverarbeitungssystem	Tölgyesi Ferenc

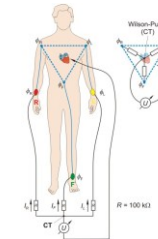
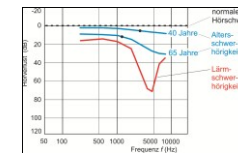
11. Woche: 2. DEMO

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

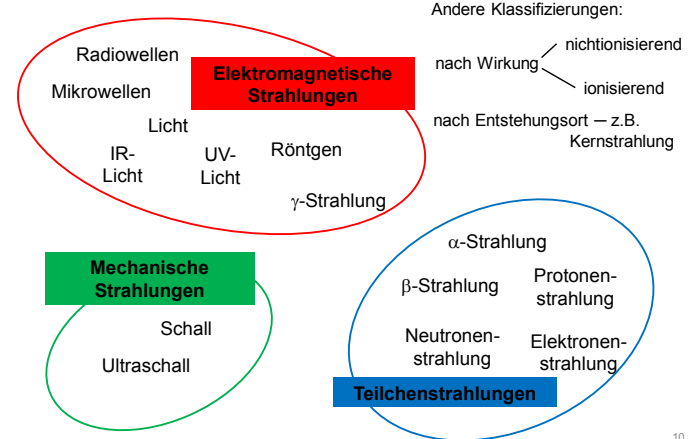
1

Licht in der Medizin



9

Strahlungen in der medizinischen Praxis



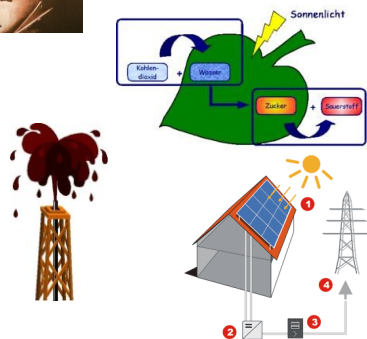
10



Bedeutung des Lichtes

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

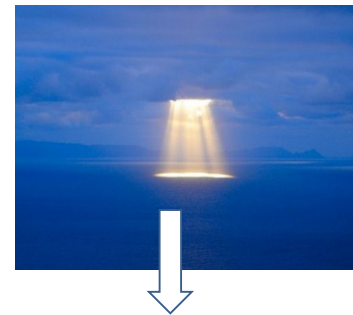
(Pharaoh Echnaton)



11

Eigenschaften des Lichtes

• Geradlinige Ausbreitung



Geometrische Optik

• Energietransport

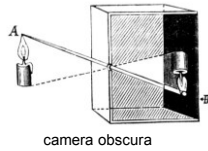


- Wellennatur
- Teilchennatur

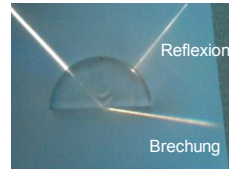
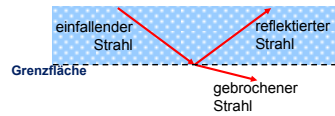
12

I. Geometrische Optik

Geradlinige Ausbreitung



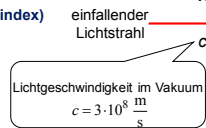
camera obscura



13

2. Brechung

a) Brechzahl (Brechungsindex)



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

z.B.

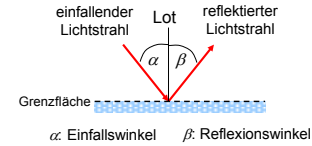
Material	n (20 °C und 589 nm)
Vakuum	1
Luft (1 atm)	1,00027
Wasser	1,333
Augenlinse	≈ 1,34
Ethylalkohol	1,361
Quarzglas	1,459
Flintglas	1,613
Diamant	2,417

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

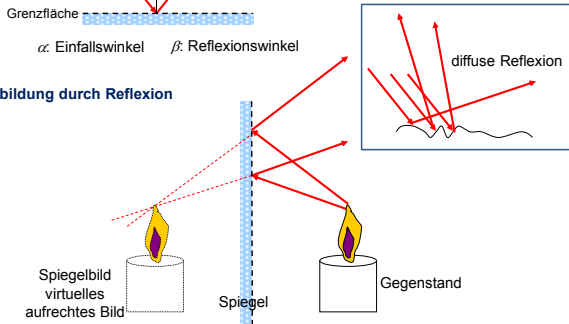
15

1. Reflexion

a) Reflexionsgesetz: $\alpha = \beta$

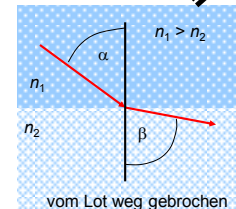
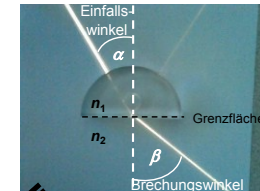
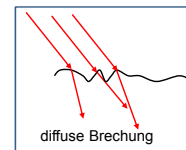


b) Abbildung durch Reflexion

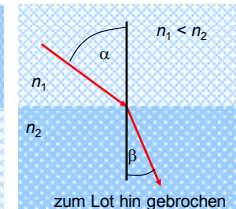


14

b) Brechung, Brechungsgesetz



vom Lot weg gebrochen



zum Lot hin gebrochen

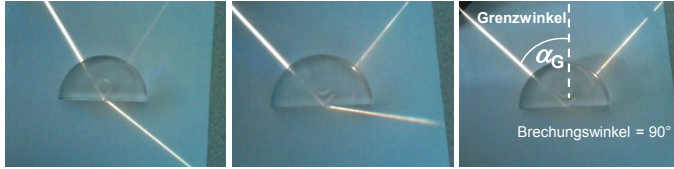
Brechungsgesetz (Snellius-Descartes-Gesetz):

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

relative Brechzahl

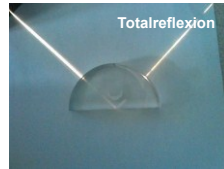
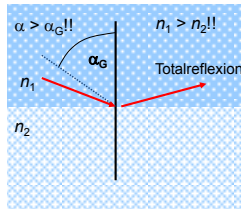
16

c) Grenzwinkel



→ siehe Refraktometer im Praktikum

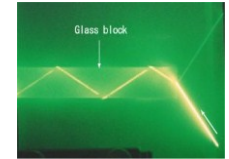
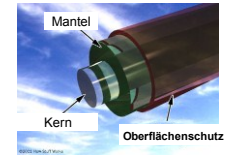
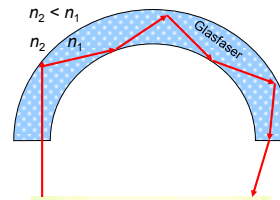
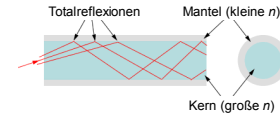
d) Totalreflexion



→ optisches Kabel, Endoskop

17

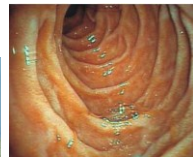
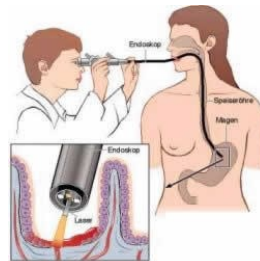
optisches Kabel, Endoskop



18

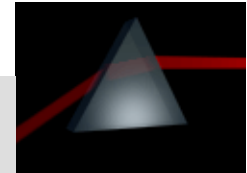
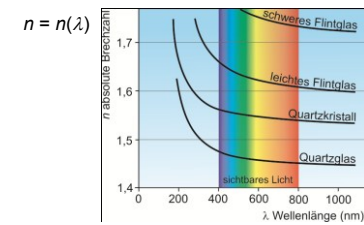
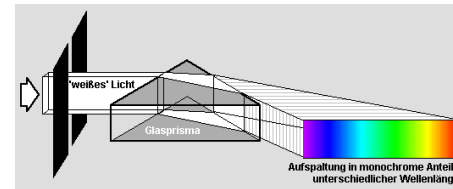


Endoskop,
Fata Morgana



19

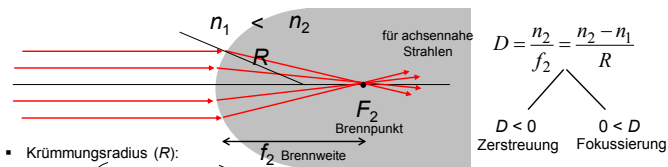
e) Dispersion



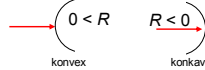
→ siehe später
Monochromator

20

3. Brechung an einer sphärischen Grenzfläche

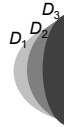


- Krümmungsradius (R):



Für naheliegende Grenzflächen gilt:

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



- Brechkraft (D):

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

$D < 0$ Zerstreuung $0 < D$ Fokussierung

$n_2 - n_1$	R	D
$0 <$	$0 <$	$0 <$ Fokussierung
< 0	$0 <$	< 0 Zerstreuung
$0 <$	< 0	< 0 Zerstreuung
< 0	< 0	$0 <$ Fokussierung

21

Rechenaufgaben:

- Praktikumsbuch 18.

1. Die Lichtgeschwindigkeit ist um 25% kleiner in einem Medium, als im Vakuum. Berechnen Sie die absolute Brechzahl des Mediums.
2. Ein Lichtstrahl fällt unter einem Einfallswinkel von 70° 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?
3. Lichtstrahl aus Luft fällt streifend (d.h. $\alpha = 90^\circ$) auf eine Wasseroberfläche. Berechnen Sie den Brechungswinkel!
4. 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