

Medizinische Biophysik

Licht in der Medizin.

8. Vorlesung
2018. 10. 31.

VI. Wechselwirkungen des Lichts mit der Materie

3. Absorption

-
- e) Schwächungsgesetz
- f) Anwendungen (Absorptionsspektrometrie, Lambert-Beer-Gesetz)
- g) Aufbau eines Spektrophotometers

4. Transmission

- a) spektraler Transmissionskoeffizient (Transmittanz)
- b) Transmissionsspektrum:
- c) Eine zahnmedizinische Anwendung:

5. Wechselwirkungen bezüglich der Polarisation des Lichtes

- a) lineare Polarisation des Lichtes:
- b) optische Aktivität:
- c) Drehung der Polarisationssebene durch geordnete Strukturen

6. Biologische Wirkungen des Lichtes

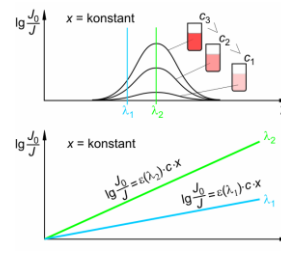
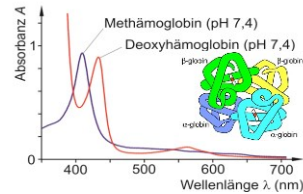
Beispiele, molekularer Mechanismus, bestimmende Faktoren, das Ozon-Problem

f) Anwendung: Absorptionsspektrometrie

- Untersuchung von biologischen Makromoleküle

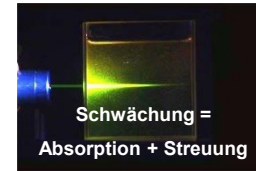
- Konzentrationsbestimmung

- Lambert-Beer-Gesetz (für dünne Lösungen)

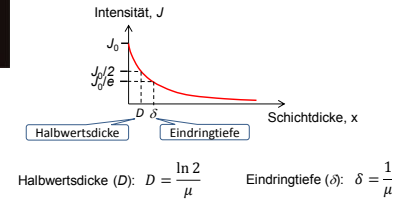


- molarer Extinktionskoeffizient (ϵ), Maßeinheit: $1/(\text{cm} \cdot \text{mol/l})$

e) Schwächungsgesetz: $J = J_0 \cdot e^{-\mu x}$



Linearer Schwächungskoeffizient (μ),
Maßeinheit: $1/\text{m}$
(enthält den linearen Absorptions- und
Streuungskoeffizienten)

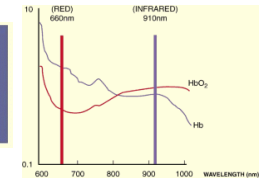
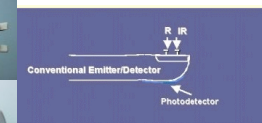


Gilt allgemein für elektromagnetische Str., β -Str., mechanische Str., siehe später!

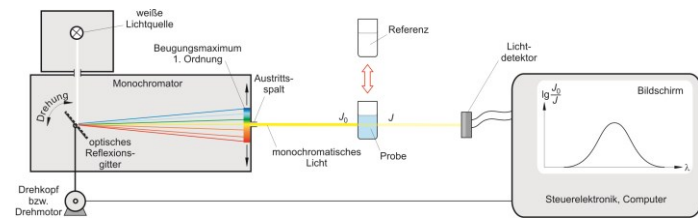
• (dekadische) Extinktion (E) = optische Dichte (OD): $E = \lg \frac{J_0}{J}$

Oft spricht man über Absorbanz auch dann, wenn die Streuung nicht vernachlässigbar ist,
wenn man also Extinktion sagen müsste:
Absorbanz = (dekadische) Extinktion (E) = optische Dichte (OD)

Pulsoxymetrie

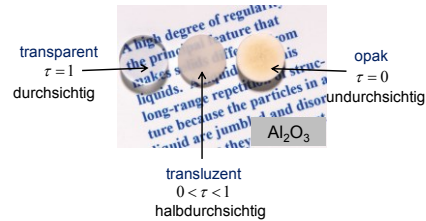


g) Aufbau eines Spektrophotometers:



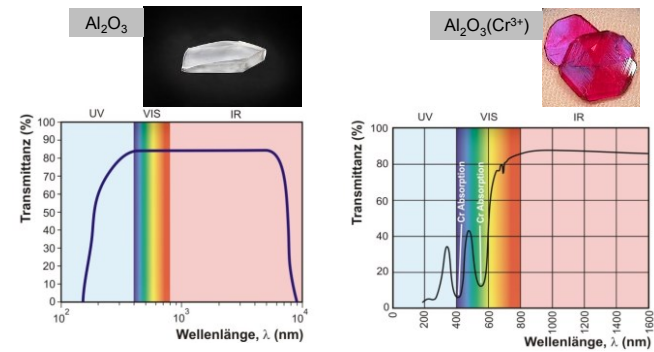
4. Transmission

a) spektraler Transmissionskoeffizient $\tau(\lambda)$:
(Transmittanz) $\tau(\lambda) = \frac{J_{\text{durchgelassen}}(\lambda)}{J_{\text{einfallend}}(\lambda)}$



$$\rho(\lambda) + \sigma(\lambda) + \alpha(\lambda) + \tau(\lambda) = 1$$

b) Transmissionsspektrum: τ vs. λ



Zusammenfassung der für die Charakterisierung der Wechselwirkungen eingeführten Größen

Erscheinungen: Reflexion, Streuung, Absorption, Schwächung (=Streuung+Absorption), Transmission

Intensitätswerte: $J_{\text{ein}}, J_{\text{reflektiert}}, J_0 (= J_{\text{ein}} - J_{\text{reflektiert}}), J_{\text{gestreut}}, J_{\text{absorbiert}}, J_{\text{durchgelassen}}$

(spektrale) Koeffizienten:

- (spektraler) Reflexionskoeffizient (Reflektanz, Reflexionsgrad) $\rho(\lambda)$
- (spektraler) Streukoeffizient $\sigma(\lambda)$
- (spektraler) Absorptionskoeffizient $\alpha(\lambda)$
- (spektraler) Transmissionskoeffizient (Transmittanz) $\tau(\lambda)$

$$\rho(\lambda) + \sigma(\lambda) + \alpha(\lambda) + \tau(\lambda) = 1$$

weitere Größen zur Absorption

- linearer Absorptionskoeffizient (a), Maßeinheit: 1/m
- Absorbanz (A), Maßeinheit: keine (dimensionslos)

weitere Größen zur Schwächung

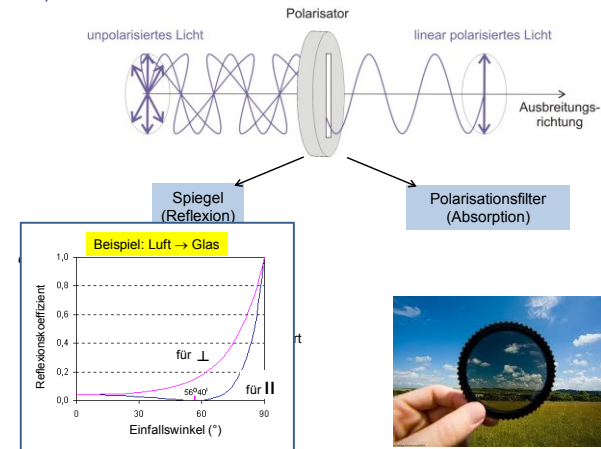
- linearer Schwächungskoeffizient (μ), Maßeinheit: 1/m
- (dekadische) Extinktion (E) = optische Dichte (OD), Maßeinheit: keine (dimensionslos)
- molarer Extinktionskoeffizient (ϵ), Maßeinheit: 1/(cm·mol/l)

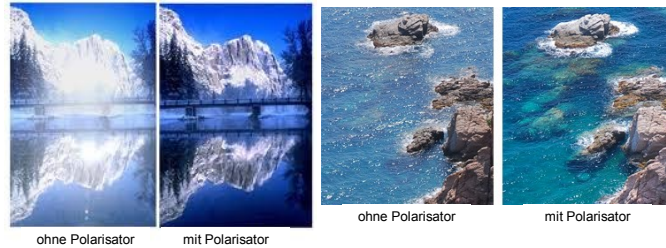
weitere Größen zur Absorption oder zur Schwächung

- Halbwertsdicke (D), Maßeinheit: m
- Eindringtiefe (δ), Maßeinheit: m

5. Wechselwirkungen bezüglich der Polarisation des Lichtes

a) lineare Polarisation des Lichtes:



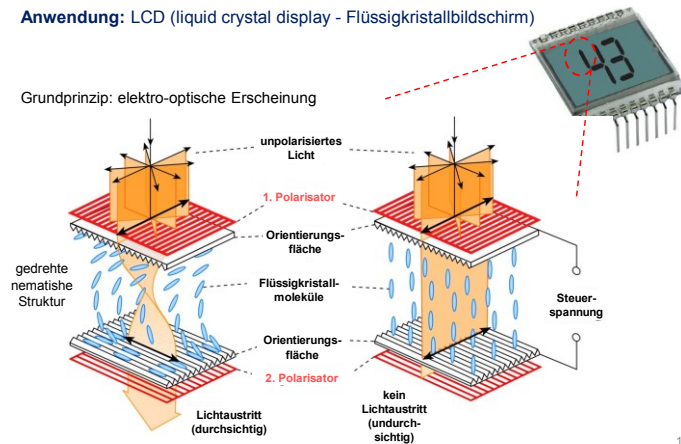


9

c) Drehung der Polarisationssebene durch geordnete Strukturen

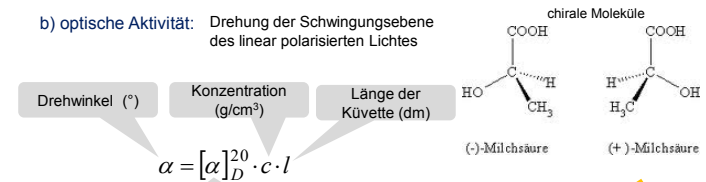
Anwendung: LCD (liquid crystal display - Flüssigkristallbildschirm)

Grundprinzip: elektro-optische Erscheinung



11

b) optische Aktivität: Drehung der Schwingungsebene des linear polarisierten Lichtes

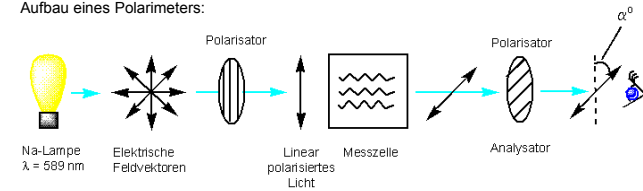


Drehwert, Drehvermögen (spez. Drehung)
 ($^{\circ} \cdot \text{cm}^3 / (\text{g} \cdot \text{dm})$) bezogen auf 20°C und auf die D-Linie (589 nm) von Na

Siehe Praktikum!

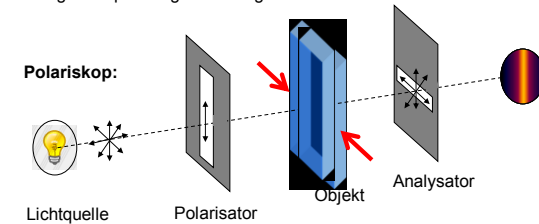
▪ Anwendung: Polarimetrie - Konzentrationsbestimmung

Aufbau eines Polarimeters:

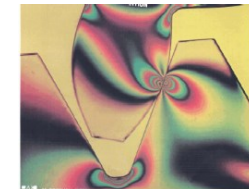


10

Untersuchung der Spannungsverteilung

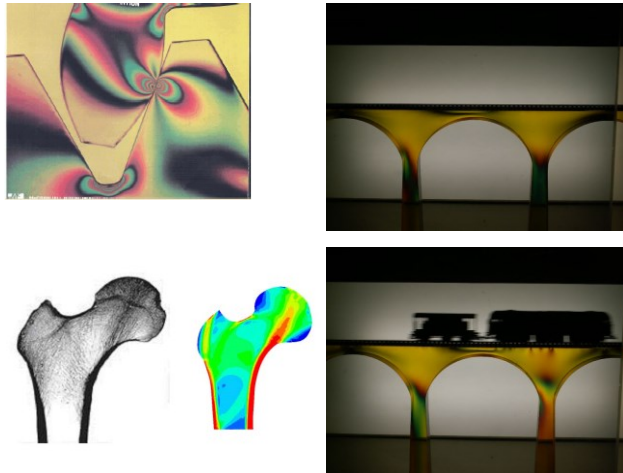


Spannungsoptik:



Spannungsverteilung

12



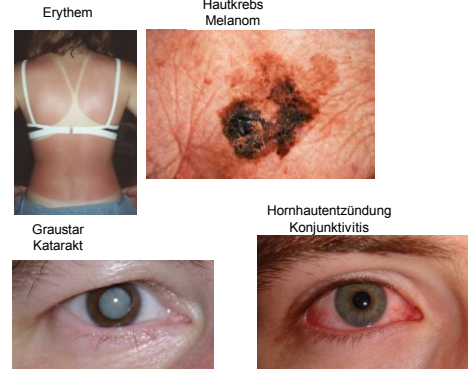
13

6. Biologische Wirkungen des Lichts

Zielorgane:

- Haut
- Auge

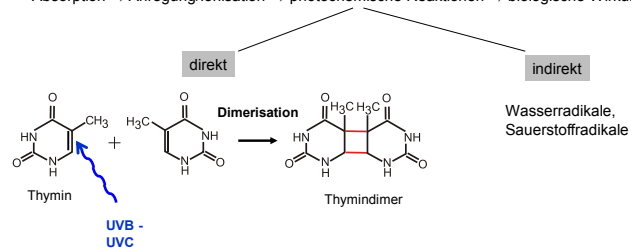
Einige Beispiele:



14

Molekularer Mechanismus:

Absorption \Rightarrow Anregung/Ionisation \Rightarrow photochemische Reaktionen \Rightarrow biologische Wirkung

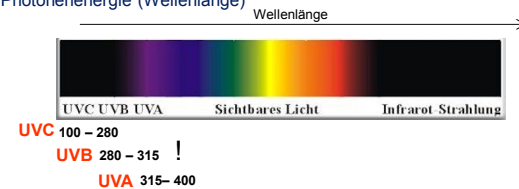


Zielmoleküle sind die Chromophormoleküle: DNA, Proteine, Melanin

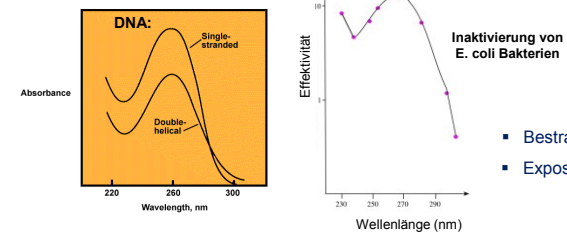
15

Bestimmende Faktoren:

▪ Photonenenergie (Wellenlänge)



▪ Absorptionsspektrum

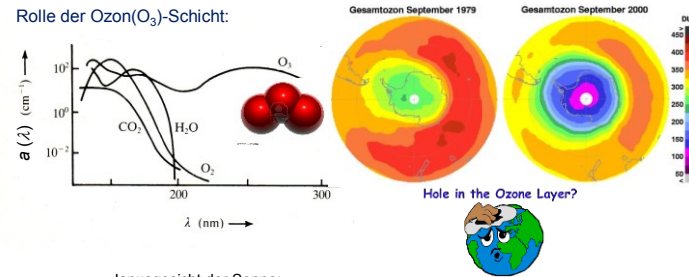


▪ Bestrahlungsstärke

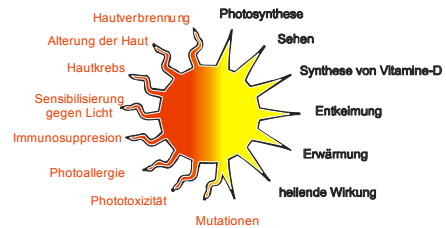
▪ Expositionszeit

16

Rolle der Ozon(O₃)-Schicht:



Janusgesicht der Sonne:



17

Hausaufgaben: Aufgabensammlung
2.73-76 und 81
9.1-2



18