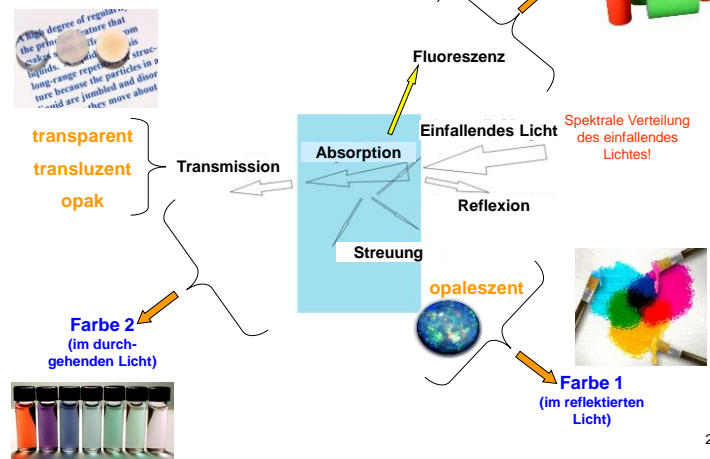


Physikalische Grundlagen der zahnärztlichen Materialkunde

11. Optische Eigenschaften. Zusammenfassung

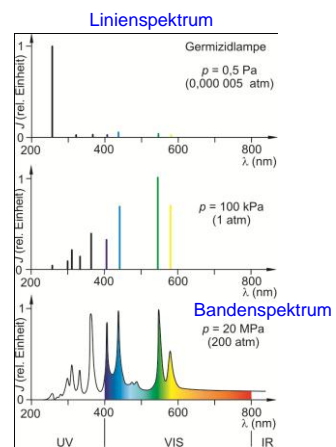
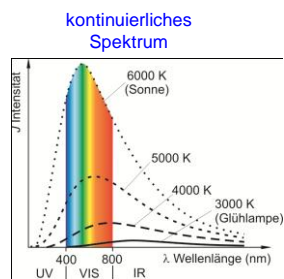
1

Optische Eigenschaften (Durchsichtigkeit, Farbe)



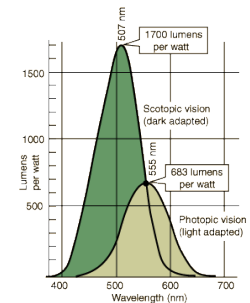
2

Emissionsspektren



3

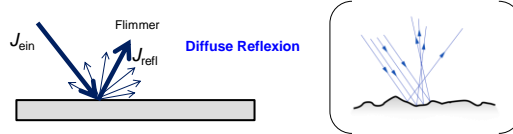
Empfindlichkeitskurve des Auges — Absorptionsspektrum



4

Wechselwirkungen mit der Materie

1. Reflexion:

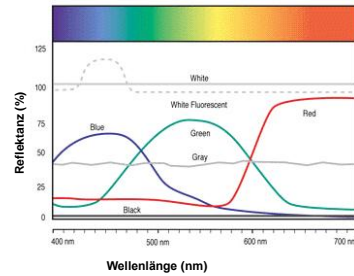


Spektraler Reflexionskoeffizient (Reflektanz, Reflexionsgrad) $\rho(\lambda)$:

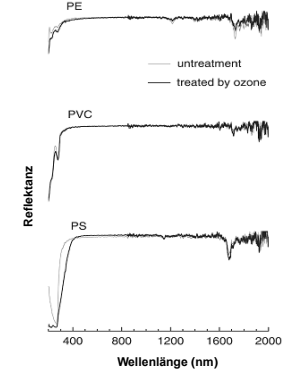
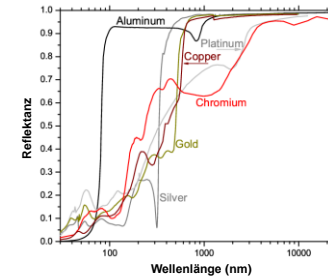
$$\rho(\lambda) = \frac{J_{\text{refl}}}{J_{\text{ein}}}$$

$$\rho = \left(\frac{n_1 - n_2}{n_1 + n_2} \right)^2$$

Reflexionsspektrum:



5



6

2. Streuung:

Spektraler Streukoeffizient $\sigma(\lambda)$:

$$\sigma(\lambda) = \frac{J_{\text{gestreut}}}{J_{\text{ein}}}$$



Inhomogenitäten!

- elastische Streuung (λ, f, ϵ unverändert)

Rayleigh-Streuung
Größe der Streuteilchen $d \ll \lambda$

$$\sigma \propto \frac{d^6}{\lambda^4}$$



Opaleszenz

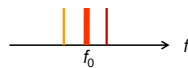
Mie-Streuung
Größe der Streuteilchen $d \approx \lambda$

σ ist unabhängig von λ



- unelastische Streuung (λ, f, ϵ ändern sich)

Raman-Streuung



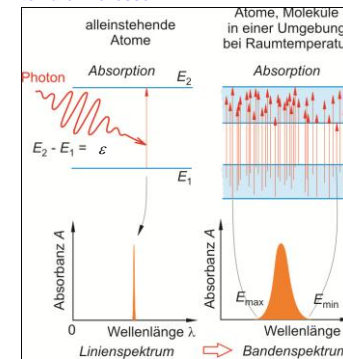
7

3. Absorption:

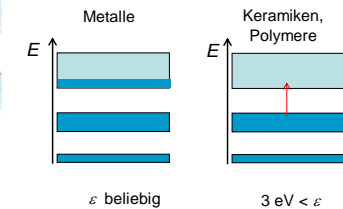
Spektraler Absorptionskoeffizient $\alpha(\lambda)$:

$$\alpha(\lambda) = \frac{J_{\text{abs}}}{J_{\text{ein}}}$$

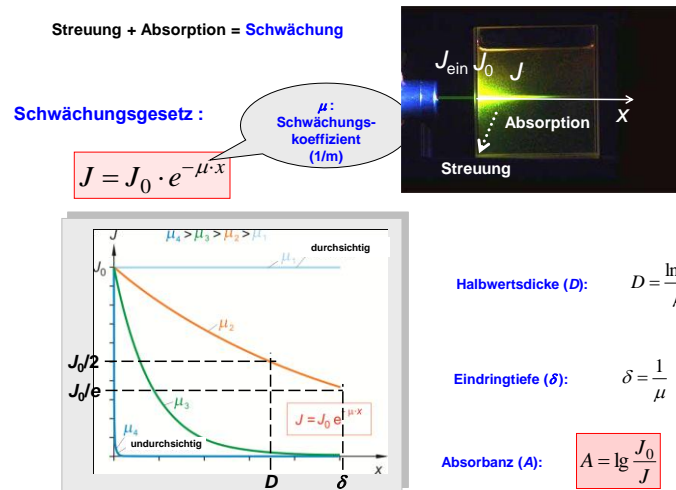
Atomare Prozesse:



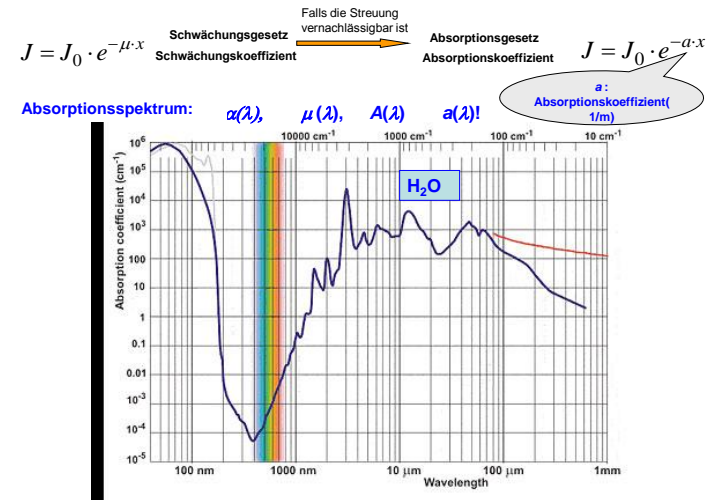
Festkörper



8

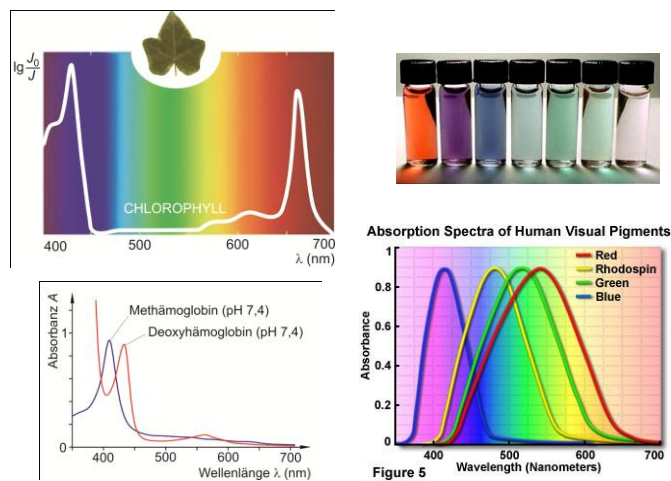


9



10

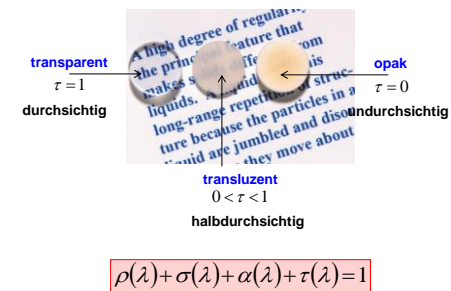
Absorptionsspektrum: $A(\lambda)$, oder $\mu(\lambda)$, oder $a(\lambda)$ oder $\alpha(\lambda)$!



11

3. Transmission:

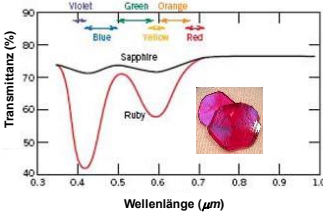
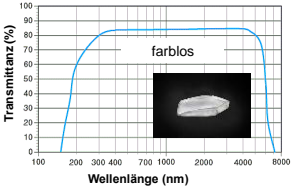
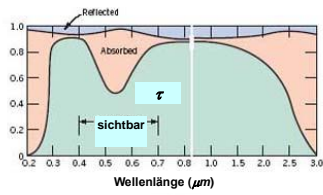
Spektraler Transmissionskoeffizient, Transmittanz $\tau(\lambda)$ (auch T): $\tau(\lambda) = \frac{J}{J_{\text{ein}}}$



12

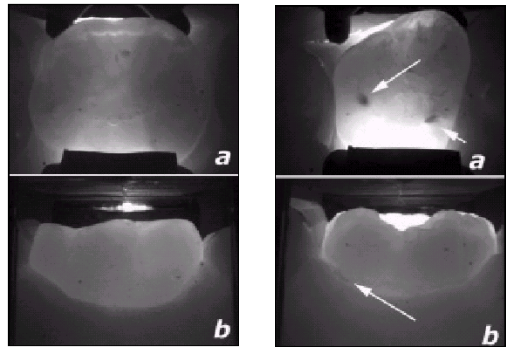
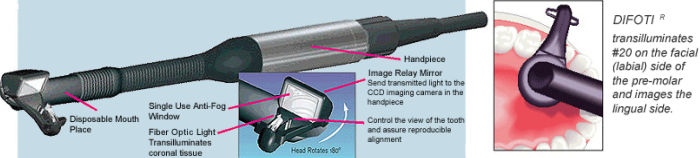
Transmissionsspektrum:

Z.B.: grünes Glas



13

DIFOTI® (Digital Imaging Fiber-Optic Trans-Illumination)

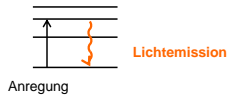


14

Lumineszenz (Fluoreszenz)

„Über die Temperaturstrahlung hinausgehend auftretende Überschuss-Strahlung.“ oder „Lichtemission aufgrund Elektronenanregung.“

Z.B. bei Atomen

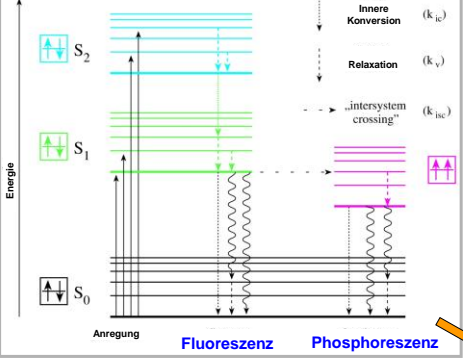


Anregungsart	Name -Lumineszenz	Beispiel
Licht	Photo-Fluoreszenz	Chinin-Sulphat, Phosphor, ...
Röntgenstrahlung	Röntgeno-	Nal(Tl)
radioaktive Strahlung	Radio-	Nal(Tl)
elektrisches Feld	Elektro-	Hg-Lampen
mechanische Wirkung	Tribo-	Würfelzucker
chemische Reaktion	Chemi- (Bio-)	Glühwürmchen
Wärme	Thermo-	CaSO ₄ (Dy)

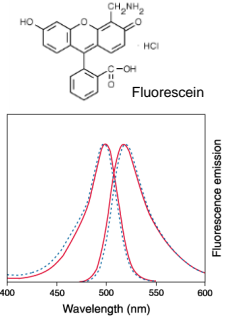


15

Jablonski-Diagramm:



Emissionsspektrum: J(λ)



Lebensdauer (τ):

$$J = J_0 \cdot e^{-\frac{t}{\tau}}$$

Quantenausbeute (Q): $Q = \frac{\text{Zahl der emittierten Photonen}}{\text{Zahl der absorbierten Photonen}}$

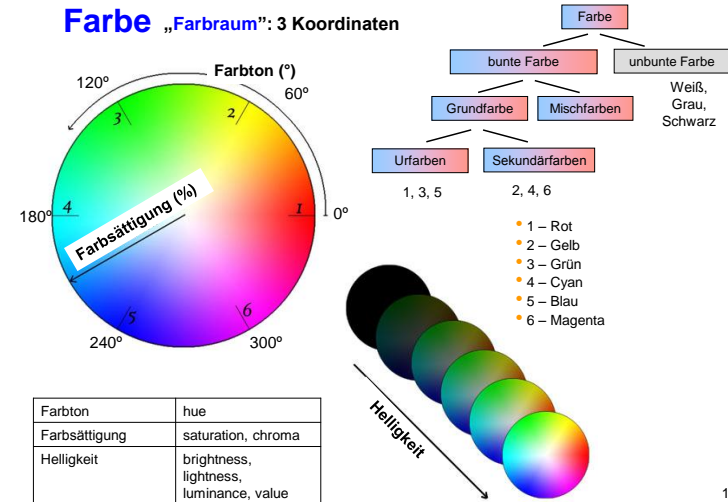
Anwendungen der Lumineszenz



+ Stoffanalyse, Strukturuntersuchung von biol. Makromolekülen, Fluoreszenzmikroskop, Sensoren, Monitoren, Strahlungsdetektoren, ...

17

Farbe „Farbraum“: 3 Koordinaten



18

Hausaufgaben

- Eine lichtpolimerisierte Füllung wird 1,5 Minute lang mit einer Lampe der Intensität von $4 \cdot 10^3 \text{ W/m}^2$ beleuchtet. Die beleuchtete Fläche beträgt 3 mm^2 . Wie viel Energie fällt auf die beleuchtete Fläche? (1,08 J)
- Der Schwächungskoeffizient der gesunden Zahnschmelz bei der Wellenlänge 1310 nm in dem Infrarotbereich beträgt $3,1 \text{ cm}^{-1}$. Licht dieser Wellenlänge und der Intensität 300 W/m^2 fällt auf eine 2 mm dicke Zahnschmelz. Berechnen Sie die
 - durchtretende Intensität (161 W/m^2)
 - Transmittanz (53,7%)
 - Absorbanz (0,27)
 - Halbwertsdicke (2,24 mm)
 - Eindringtiefe. (3,23 mm)
- Wie könnten Sie die folgenden Farben bei einer großen Helligkeit beschreiben? (Benutzen Sie den Farbkreis!)
 - Farbton: 0° , Farbsättigung: 0 % (Weiß)
 - Farbton: 120° , Farbsättigung: 0 % (Weiß)
 - Farbton: 120° , Farbsättigung: 35 % (Blassegrün)
 - Farbton: 0° , Farbsättigung: 100 % (Grellrot)
 - Farbton: 300° , Farbsättigung: 50 % (Blassmagenta)
 - Farbton: 60° , Farbsättigung: 90 % (Grellgelb)
- Der kubische Zirkonkristall (ZrO_2) absorbiert nur in dem fernen UV-Bereich unter etwa 191 nm. Wie breit ist die verbotene Zone in eV-Einheit? (6,51 eV)

19