

VI. Wechselwirkungen des Lichts mit der Materie

1. Reflexion

- Reflexionsgesetz:
- Reflexionskoeffizient (Reflektanz, Reflexionsgrad)
- Reflexionsspektrum:

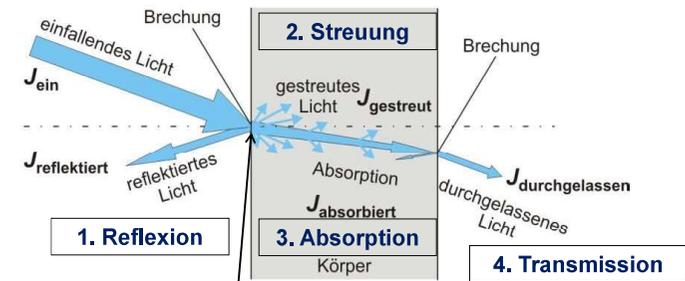
2. Streuung

- spektraler Streukoeffizient
- elastische Streuung (Rayleigh-Streuung, Mie-Streuung)
- dynamische Lichtstreuungsmessung:
- unelastische Streuung (Raman-Streuung)

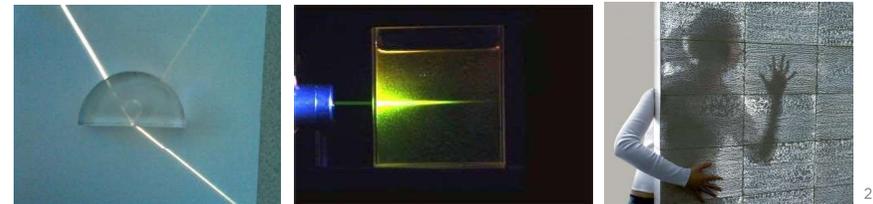
3. Absorption

- spektraler Absorptionskoeffizient
- Absorptionsspektrum
- Mechanismus:
- Absorptionsgesetz, Absorbanz

VI. Wechselwirkungen zwischen Licht und Materie

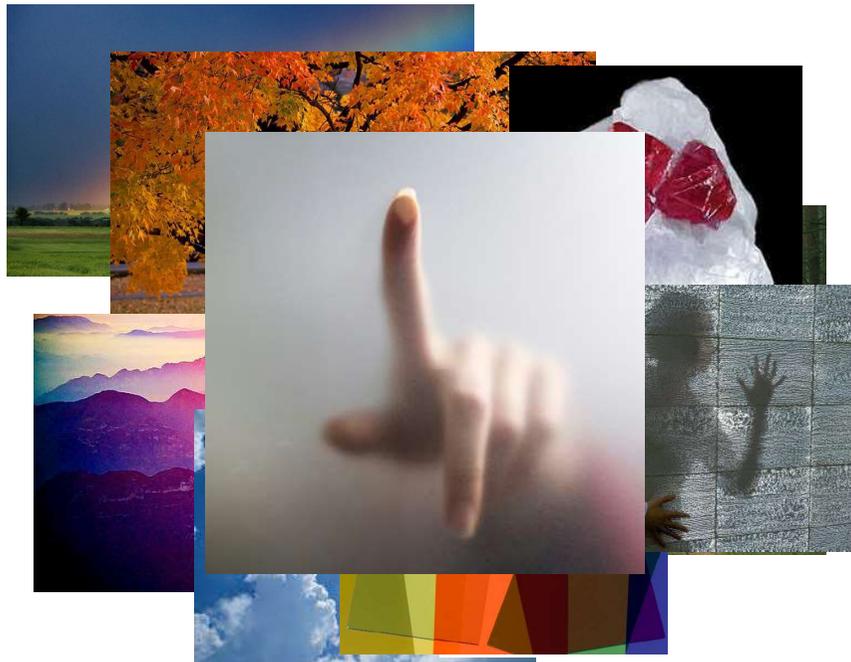


Die in den Körper eindringende Intensität ist $J_0: J_0 = J_{\text{ein}} - J_{\text{reflektiert}}$



1

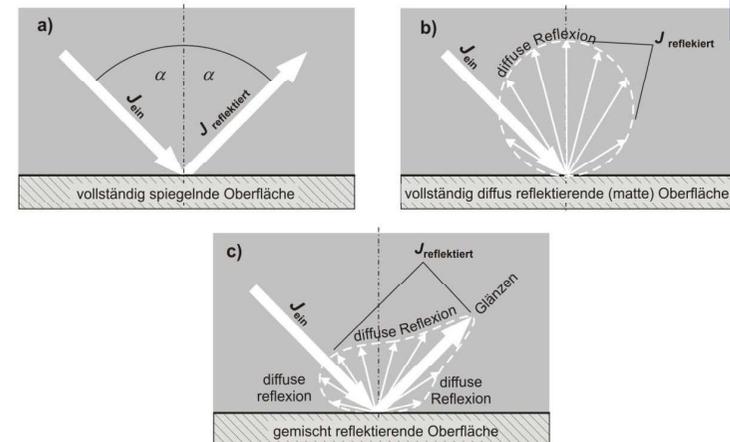
2



3

1. Reflexion

a) Reflexionsgesetz: $\alpha = \beta$



b) Reflexionskoeffizient (Reflektanz, Reflexionsgrad)

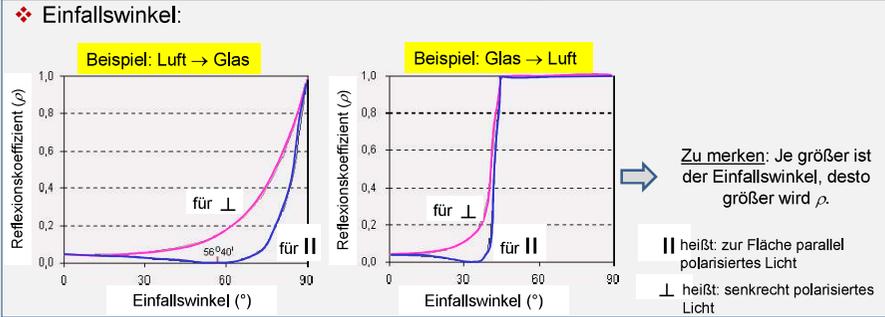
ρ (auch R):

$$\rho = \frac{J_{\text{reflektiert}}}{J_{\text{einfallend}}}$$

4

Der Reflexionskoeffizient ρ hängt von:

- dem Einfallswinkel
- dem Material
- der Wellenlänge ab.



❖ Material:

■ Beim senkrechten Einfall und für durchsichtige Stoffe:

$$\rho = \left(\frac{n_2 - n_1}{n_2 + n_1} \right)^2 \quad \left(= \left(\frac{c_1 - c_2}{c_1 + c_2} \right)^2 \right)$$

(s. später Ultraschallreflexion)

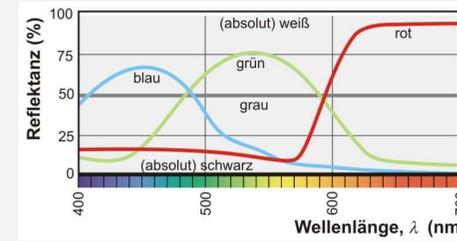


5

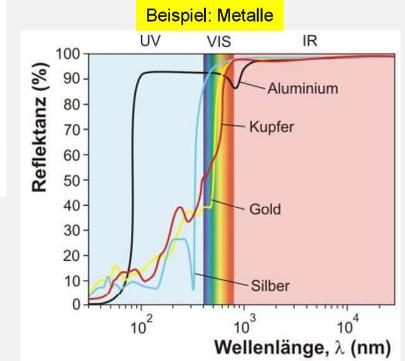
❖ Wellenlänge:

■ spektraler Reflexionskoeffizient $\rho(\lambda)$: $\rho(\lambda) = \frac{J_{\text{reflektiert}}(\lambda)}{J_{\text{einfallend}}(\lambda)}$

c) Reflexionsspektrum: ρ vs. λ



Farbe des Körpers im reflektierten Licht



6

2. Streuung

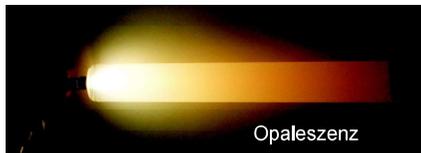
a) spektraler Streukoeffizient $\sigma(\lambda)$: $\sigma(\lambda) = \frac{J_{\text{gestreut}}(\lambda)}{J_{\text{einfallend}}(\lambda)}$



b) elastische Streuung: $\lambda_{\text{einfallend}} = \lambda_{\text{gestreut}}$

■ Rayleigh-Streuung

(Größe der Streuteilchen $d \ll \lambda$)



$$\sigma(\lambda) \sim \frac{d^6}{\lambda^4}$$

■ Mie-Streuung

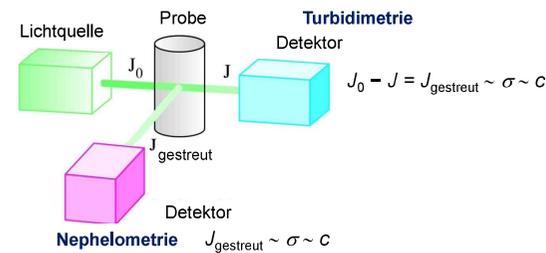
(Größe der Streuteilchen $d \approx \lambda$)



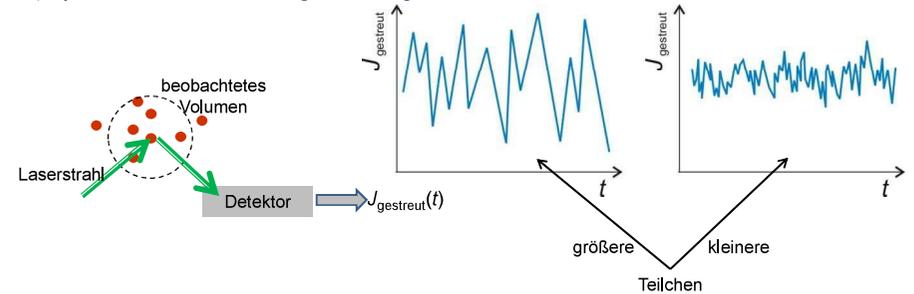
$\sigma(\lambda)$ ist unabhängig von λ !

7

Anwendung: Konzentrationsbestimmung



c) dynamische Lichtstreuungsmessung:



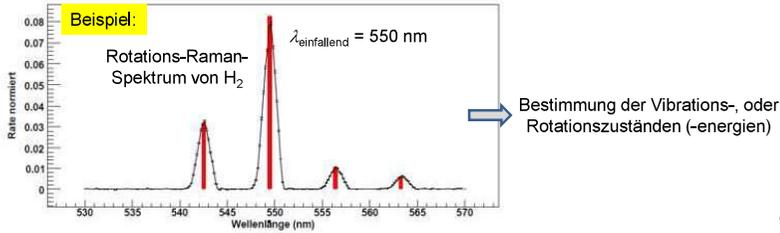
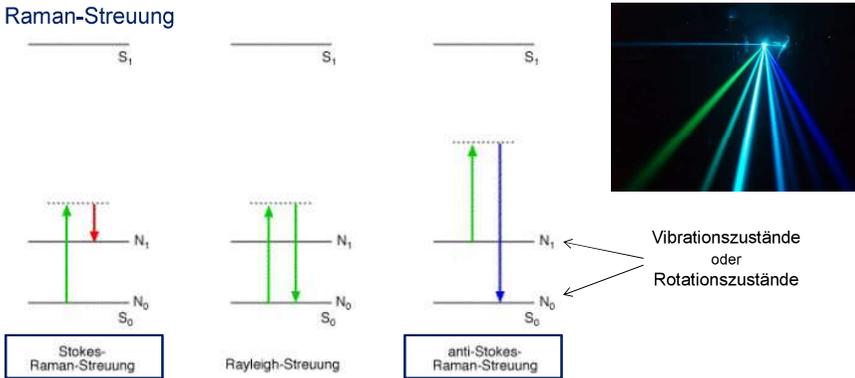
Anwendung: Bestimmung der Teilchengröße

8

d) unelastische Streuung: $\lambda_{\text{einfallend}} \neq \lambda_{\text{gestreut}}$

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

Raman-Streuung

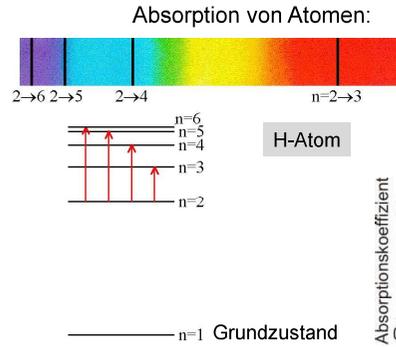


3. Absorption

a) spektraler Absorptionskoeffizient $\alpha(\lambda)$: $\alpha(\lambda) = \frac{J_{\text{absorbiert}}(\lambda)}{J_{\text{einfallend}}(\lambda)}$

b) Absorptionsspektrum: α vs. λ

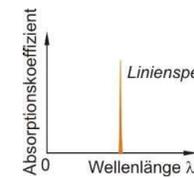
c) Mechanismus:



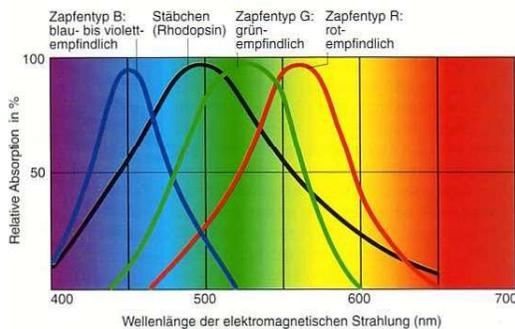
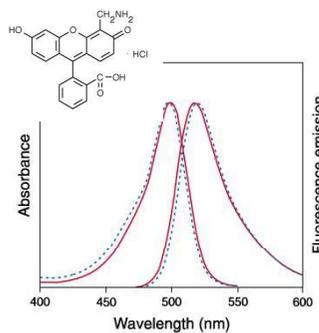
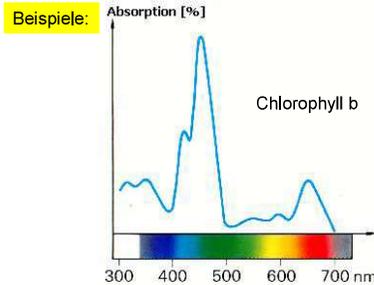
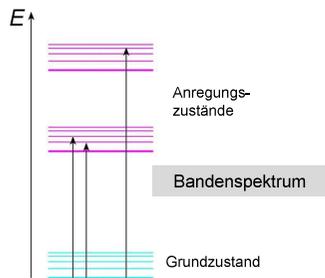
Anwendung: Atomabsorptionsspektrometrie

$$\alpha(\lambda) \sim c$$

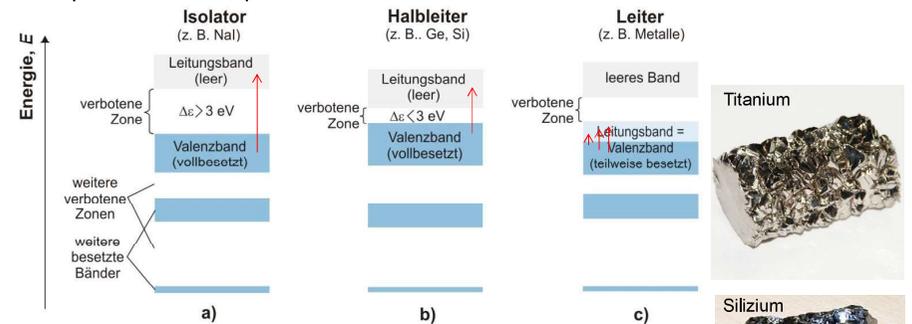
z.B. Blutanalyse



Absorption von Molekülen:



Absorption von Festkörpern:



Beispiel: VUV Transmission Spectra of NaF (Sample Thickness 5mm)

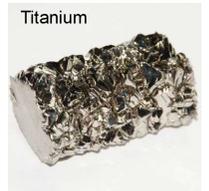
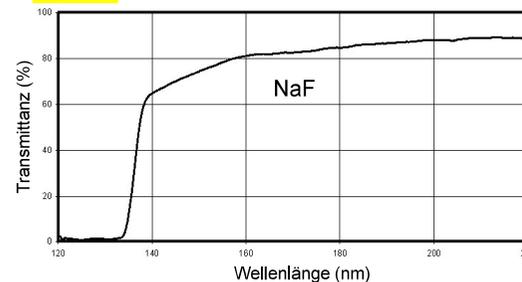
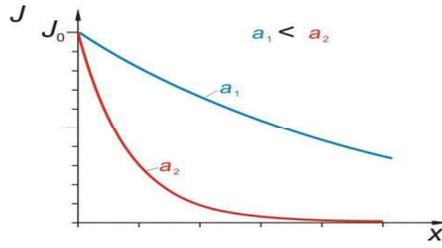


Diagramm:



■ Halbwertsdicke (D):

Eindringtiefe und Schichtdicke (x) sind nicht zu verwechseln!

■ Eindringtiefe (δ): $x = \delta$
 $J = \frac{J_0}{e}$

$$\frac{J_0}{e} = J_0 e^{-a \cdot \delta}$$

$$e = e^{+a \cdot \delta} \quad / \ln$$

$$1 = a \cdot \delta$$

$$\delta = \frac{1}{a}$$

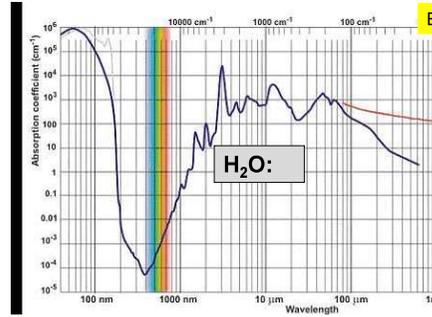
$$D = \ln 2 \cdot \delta$$

14

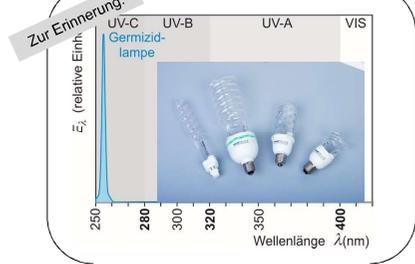
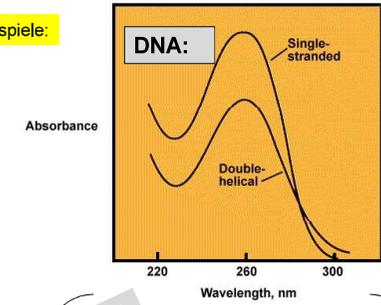
■ Absorbanz (A): $A = \lg \frac{J_0}{J}$ (dimensionslose Zahl)



■ Absorptionsspektrum: α oder a oder A vs. λ

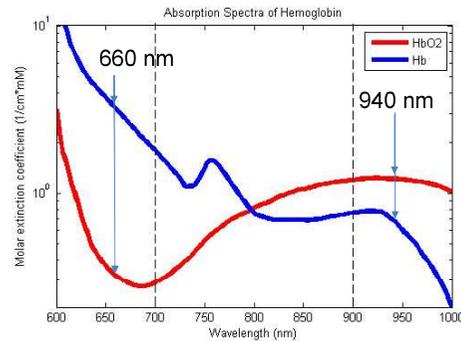
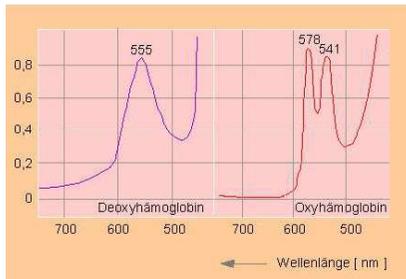


Beispiele:



15

Bestimmung des Sauerstoffgehaltes von Gewebe



Hausaufgaben: Aufgabensammlung 2.62-72



17