

# Konsultation 1.

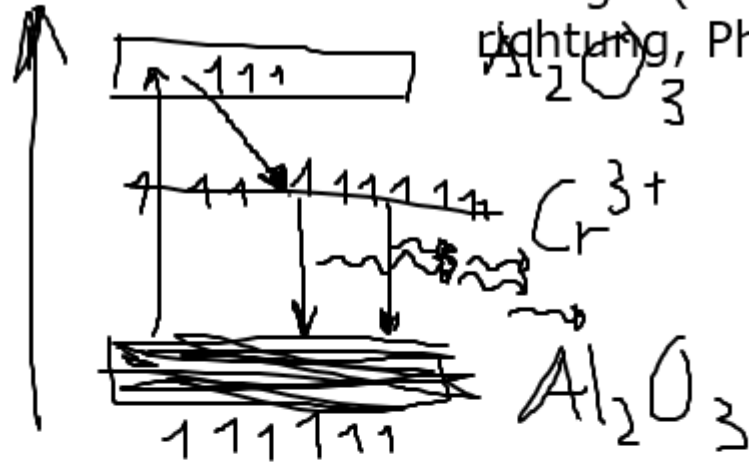
## zur Biophysik & Materialkunde

Gergely AGÓCS

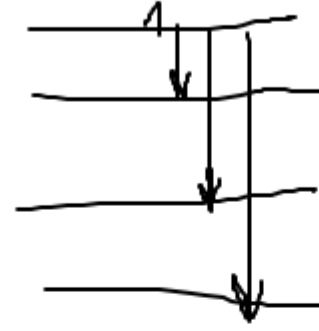
6. November 2020.

# Laser (1)

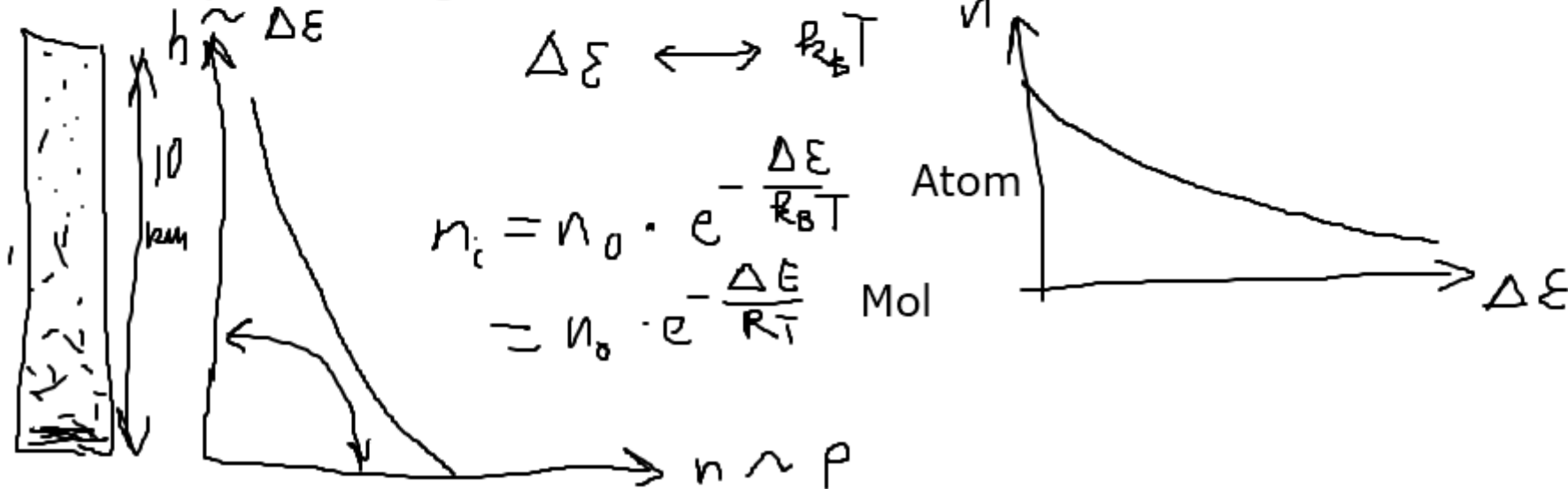
Laser



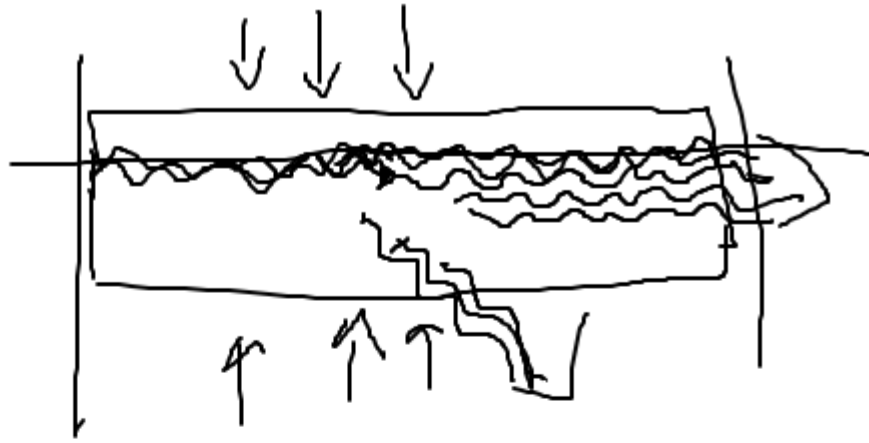
Bei induzierter/stimulierter Emission:  
Energie (damit auch  $f$  und Wellenlänge),  
Richtung, Phase, Polarisationsrichtung



Boltzmann-Verteilung: wie die Energie zwischen Teilchen  
eines Systems aufgeteilt wird



## Laser (2)



Eigenschaften:

1) Kohärenz!!!

- stimulierte/induzierte Emission

- Resonator

2) Linienspektrum =

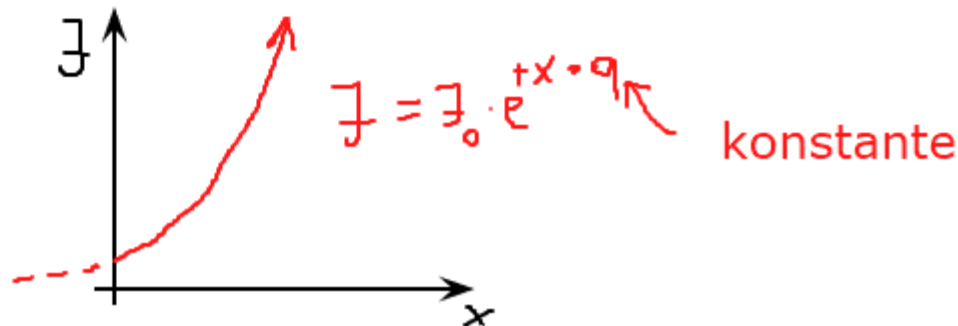
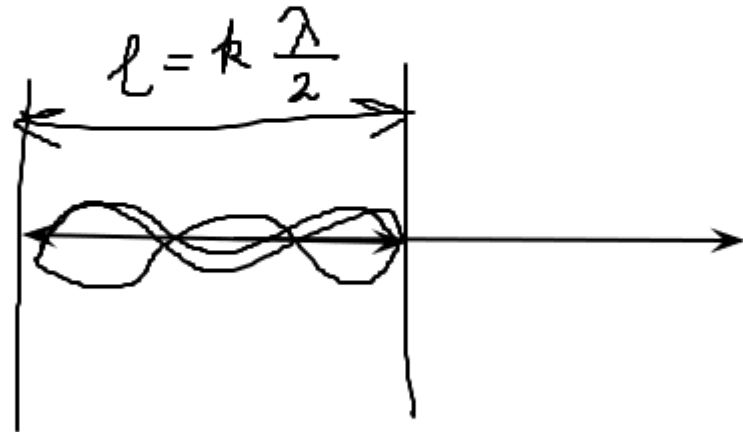
Lumineszenz + Resonator

sonderfall: Monochromatisch  
(eine Linie)

3) kleine Divergenz: stimulierte Emission + Resonator

4) hohe Intensität: Pumpen + kleine Divergenz

5) (polarisiert) nicht alle: - stimulierte/induzierte Emission + Resonator



# Boltzmann, Boltzmann und Boltzmann (1)

Boltzmann-Verteilung (s.o.)

Zahl vs. Pot. Energie

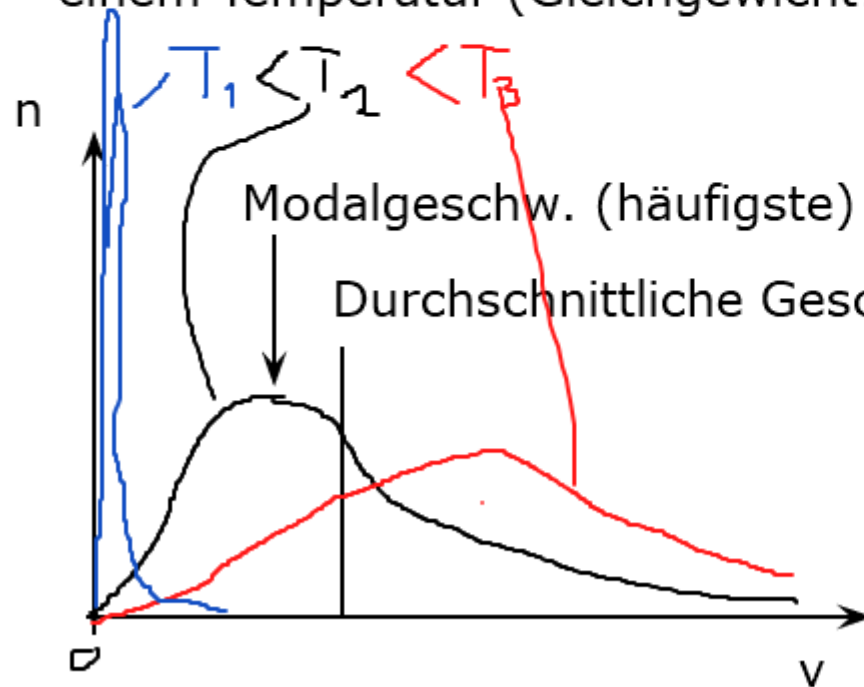
Maxwell-Boltzmann-Verteilung

Zahl vs. Geschwindigkeit

Stefan-Boltzmann-Verteilung

Zahl der Photonen vs.  
Wellenlänge oder Frequenz

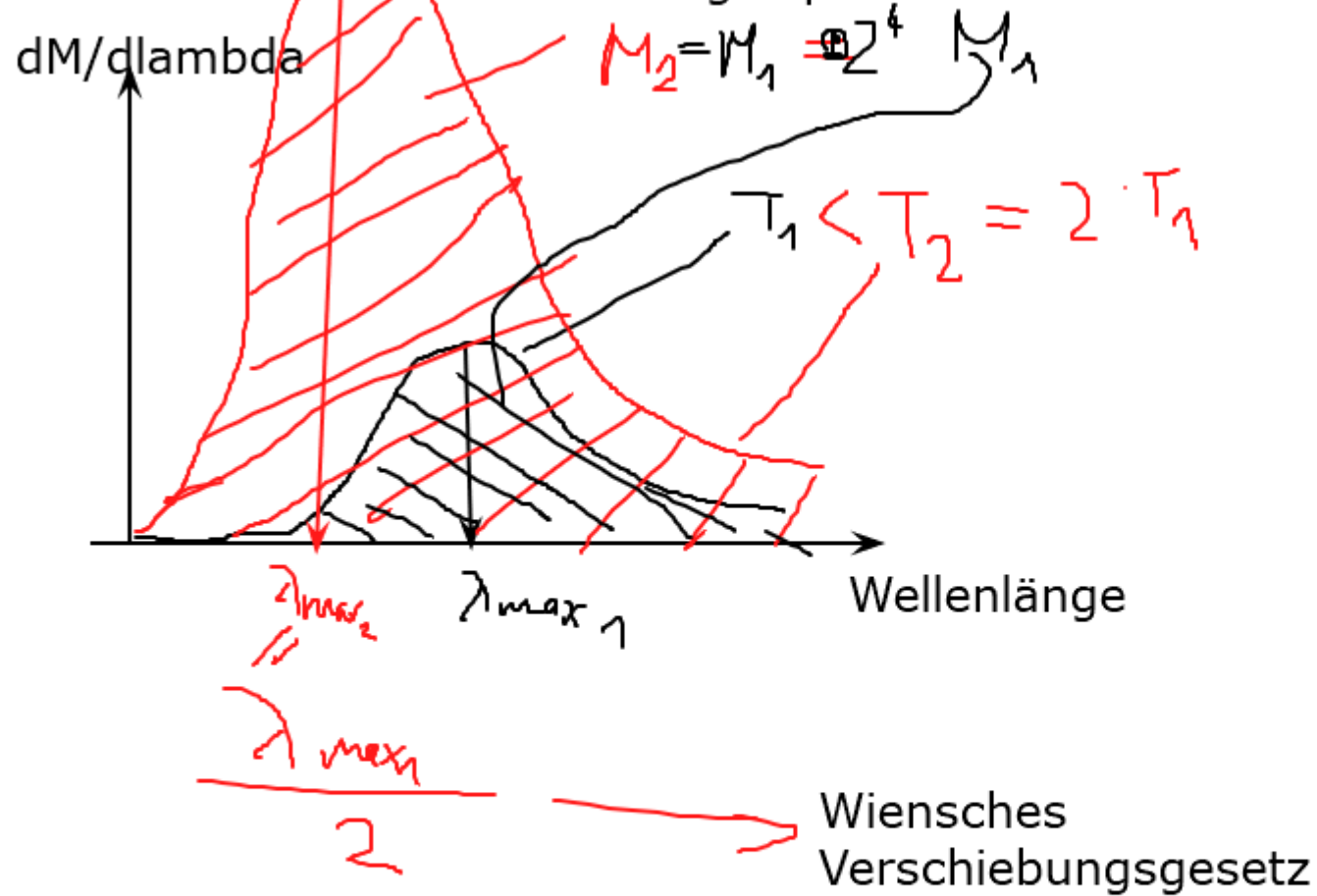
Maxwell-Boltzmann-Verteilung: die  
Zahl der idealen Gasteilchen mit  
bestimmten Geschwindigkeit bei  
einem Temperatur (Gleichgewicht!)



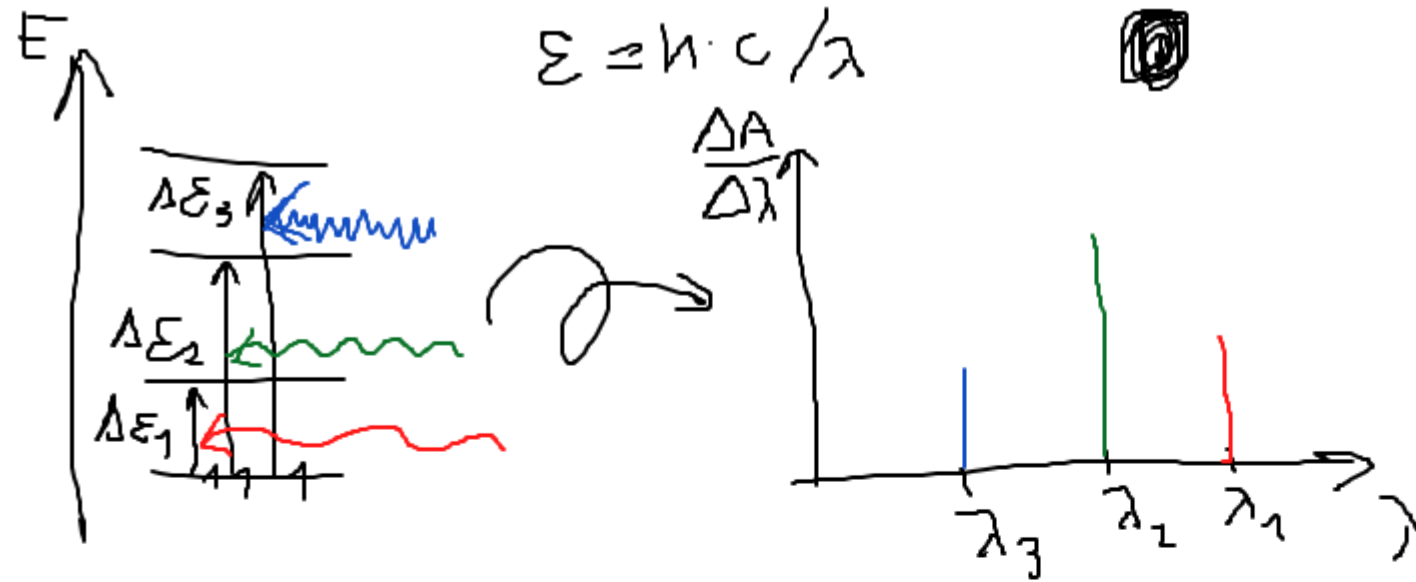
Fläche unter der Kurve ist  
prop mit der Gesamtanzahl  
der Teilchen

## Boltzmann, Boltzmann und Boltzmann (2)

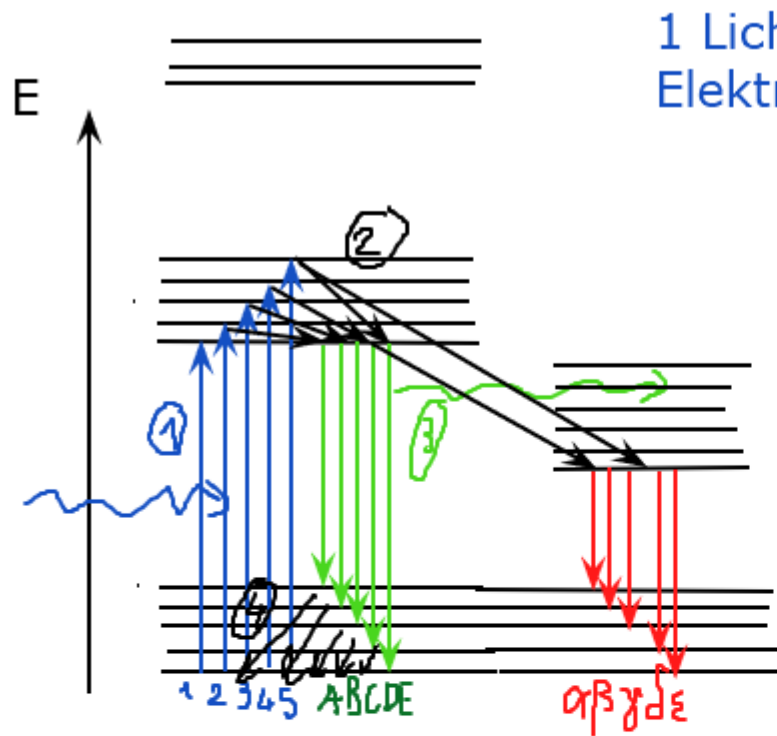
Stefan-Boltzmann-Verteilung: Spektrum eines Wärmestrahlers



# Absorptionsspektrum: Atomare Linienspektrum und Molekulare Bandspektrum



# Jablonski-Diagramm, Kasha-Regel und Stokes-Verschiebung



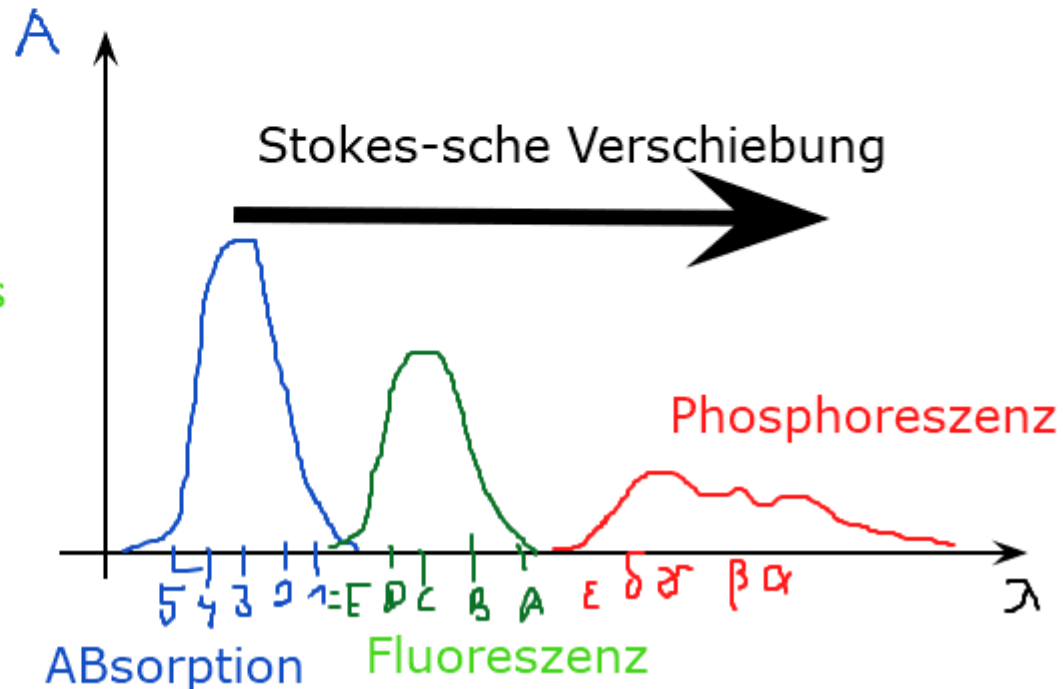
1 Lichtabsorption +  
Elektronenanregung

2. Strahlungslose Relaxation  
zum niedrigsten  
Vibrationsniveau des ersten  
Angeregten Zustandes  
(Übergangsenergie wird Wärme)

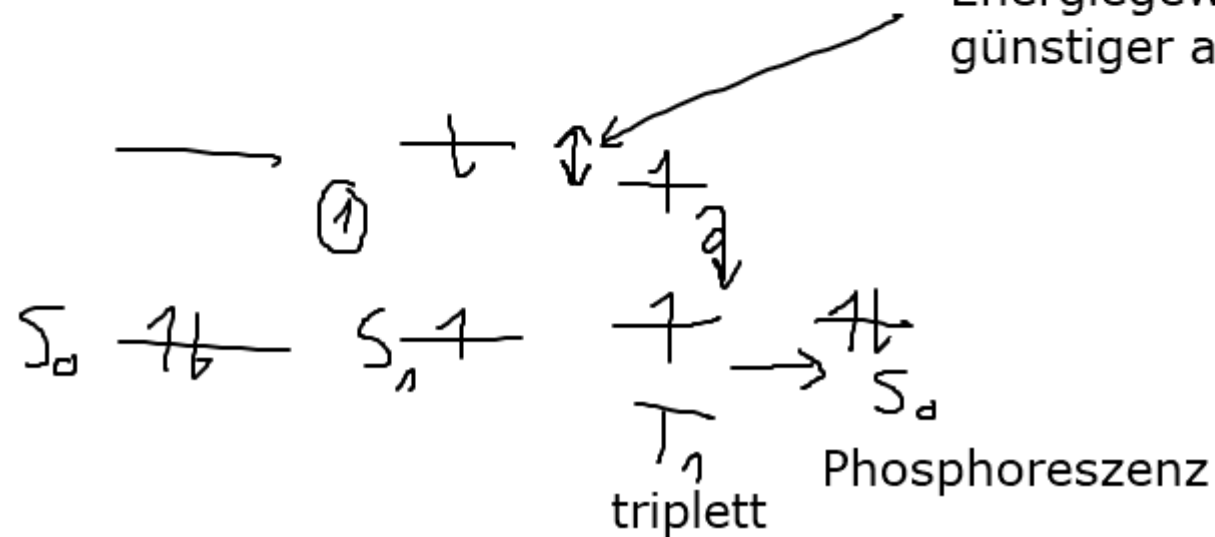
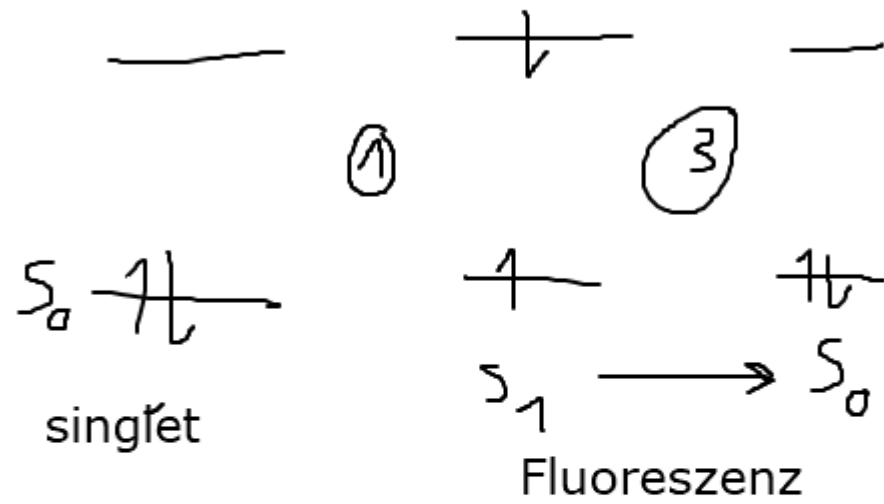
**Kasha-Regel**

3) Relaxation zu einem der  
Grundzustandvibrationsniveaus  
+ Lichtemission

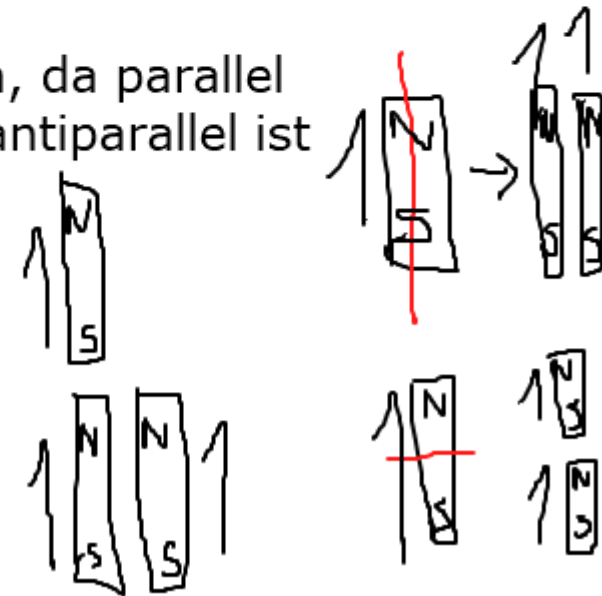
$$4 = 2$$



# Fluoreszenz und Phosphoreszenz

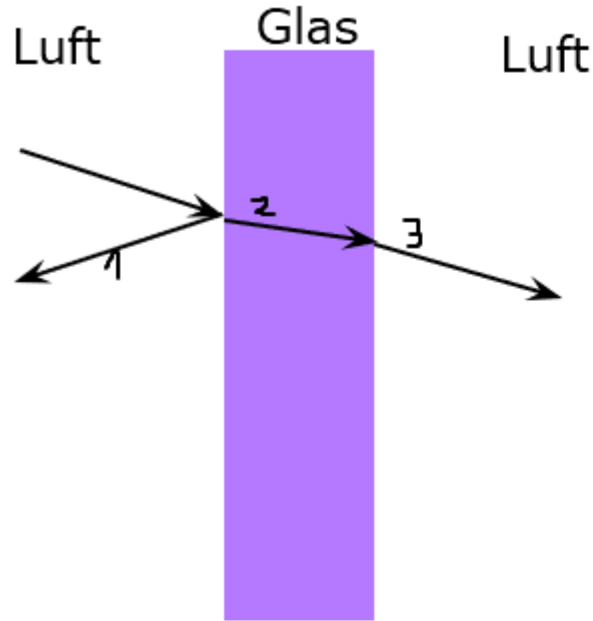


Energiegewinn, da parallel günstiger als antiparallel ist





# Wechselwirkung von Licht mit Medium



1 Reflexion

2 Schwächung: Die Intensität nimmt ab:

$$J = \frac{P}{A}$$

P kleiner - Absorption

A größer - Streuung

elastisch:  
richtung  
wird  
geändert

inelastisch:  
richtung und  
energie wird  
geändert

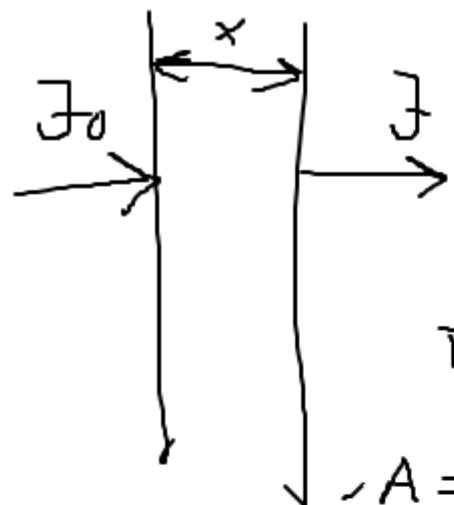
Rayleigh:  
 $\lambda > \text{Teilchen}$   
die Streuung ist Stark  
Wellenlängenabhängig  
himmel

Mie:  
 $\lambda = \text{Teilchen}$   
Alle Farben werden  
gleich effektiv  
gestreut

Stokes-Ra  
man  
Photonen-e  
nergie wird  
kleiner

anti-Stokes  
-Raman  
Photonen-e  
nergie wird  
größer

# Schwächungsgesetz (1)



$J = J_0 \cdot e^{-\mu x}$  (EM-Strahlungen und Schall)  
 $\rightarrow J = J_0 \cdot e^{-k \cdot c \cdot x}$

$T = \frac{J}{J_0} = e^{-\mu x}$

$T^{-1} = \frac{1}{T} = \frac{J_0}{J} = e^{\mu x} \quad \log$

$A = -\log(T) = \log\left(\frac{J_0}{J}\right) = \log(e^{\mu x})$

Sei die Streuung vernachlässigbar

$$A = \mu \cdot x \cdot \log(e)$$

$$A = k \cdot c \cdot x \cdot \log(e)$$

(k ist eine Konstante)

$$\log(e) = 0,4343...$$

$$A = \epsilon \cdot c_M \cdot x$$

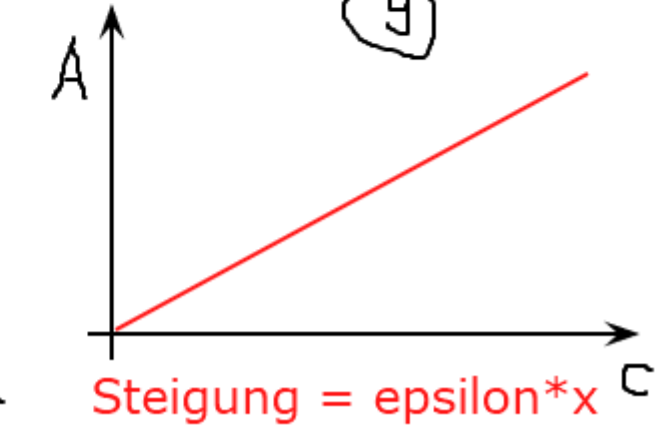
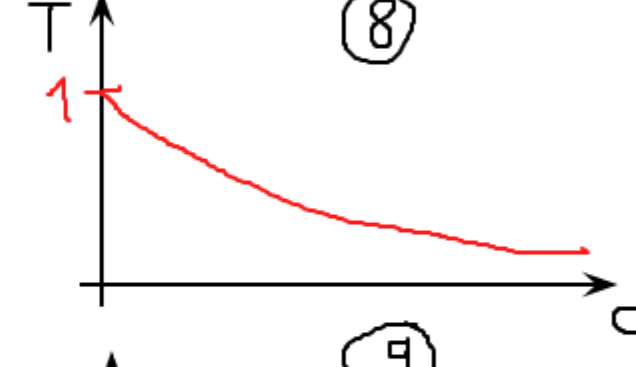
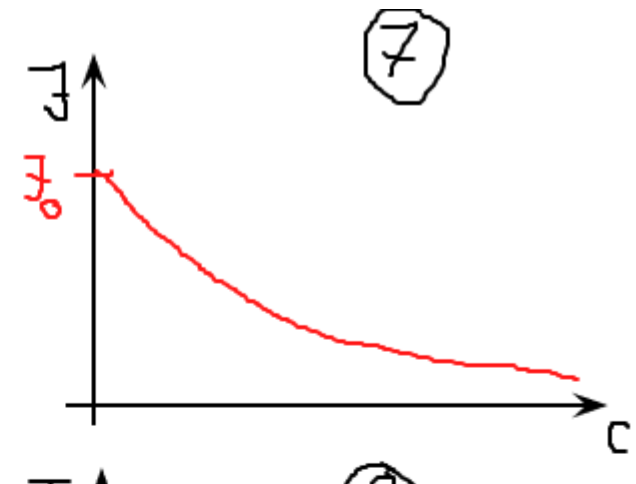
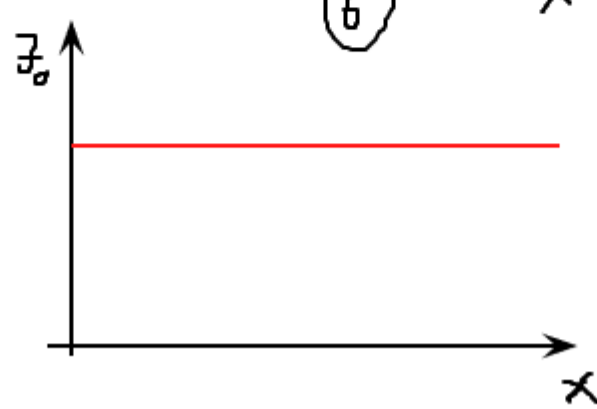
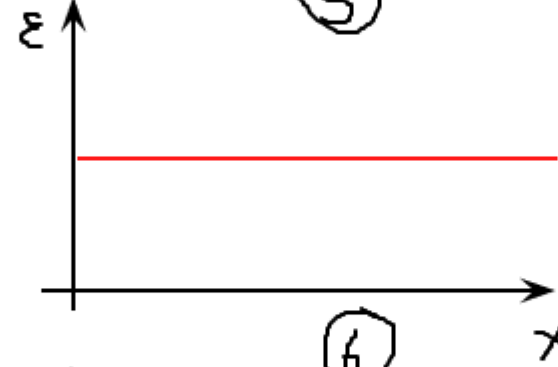
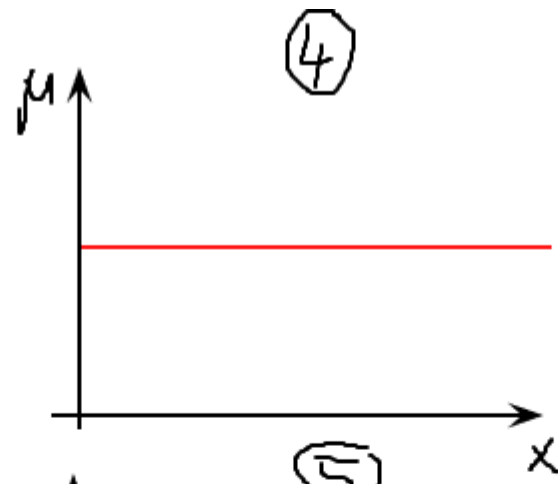
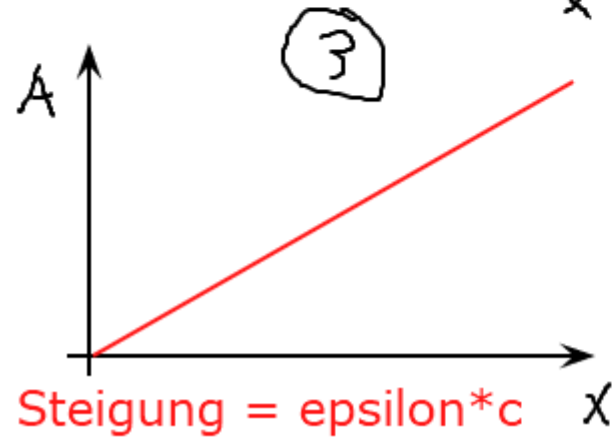
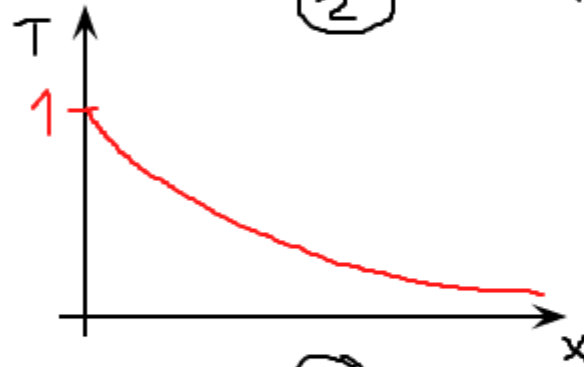
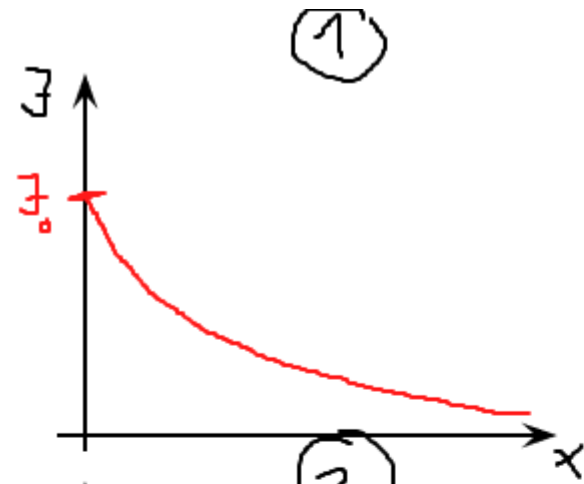
epsilon: molare Extinktions/Absorptionskoeffizient

L-B-Gesetz

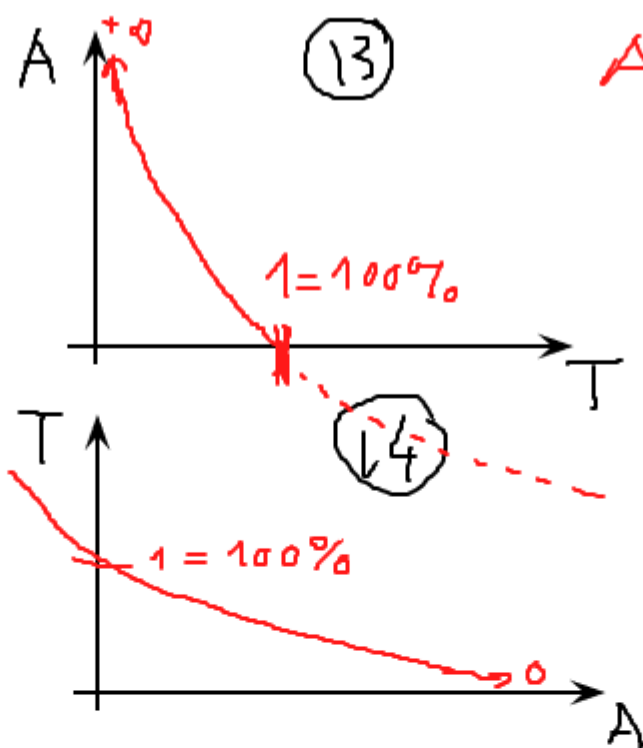
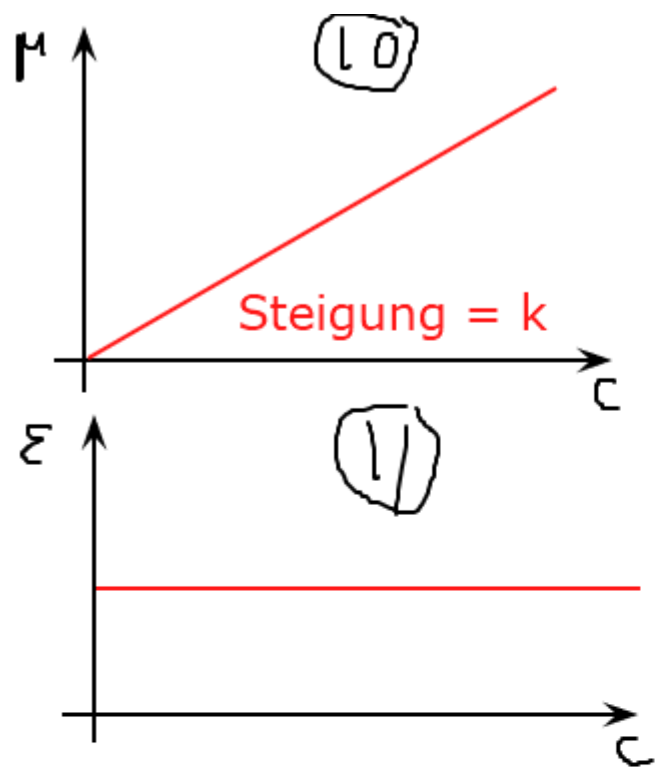
$$(A = A_{1\%1cm} \cdot c_{\%} \cdot x)$$

$A_{1\%1cm}$  = spezifische E/A-koeffizient

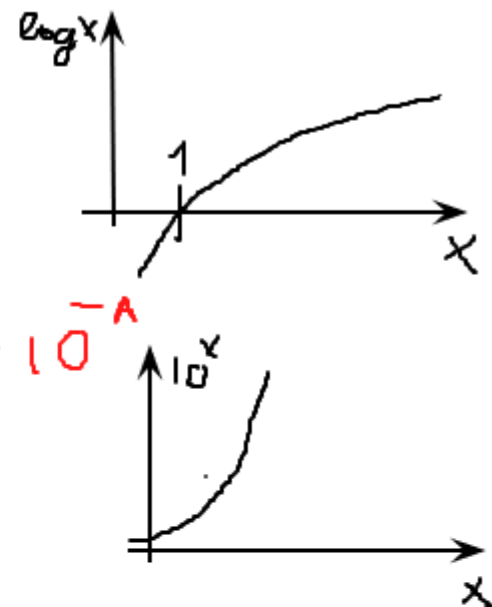
# Schwächungsgesetz (2)



# Schwächungsgesetz (3)



$$A = -\log(T)$$



$$T = 10^{-A}$$

