

---

# Farbstofflaser

LMU Seminar Laserphysik

27.05.2015

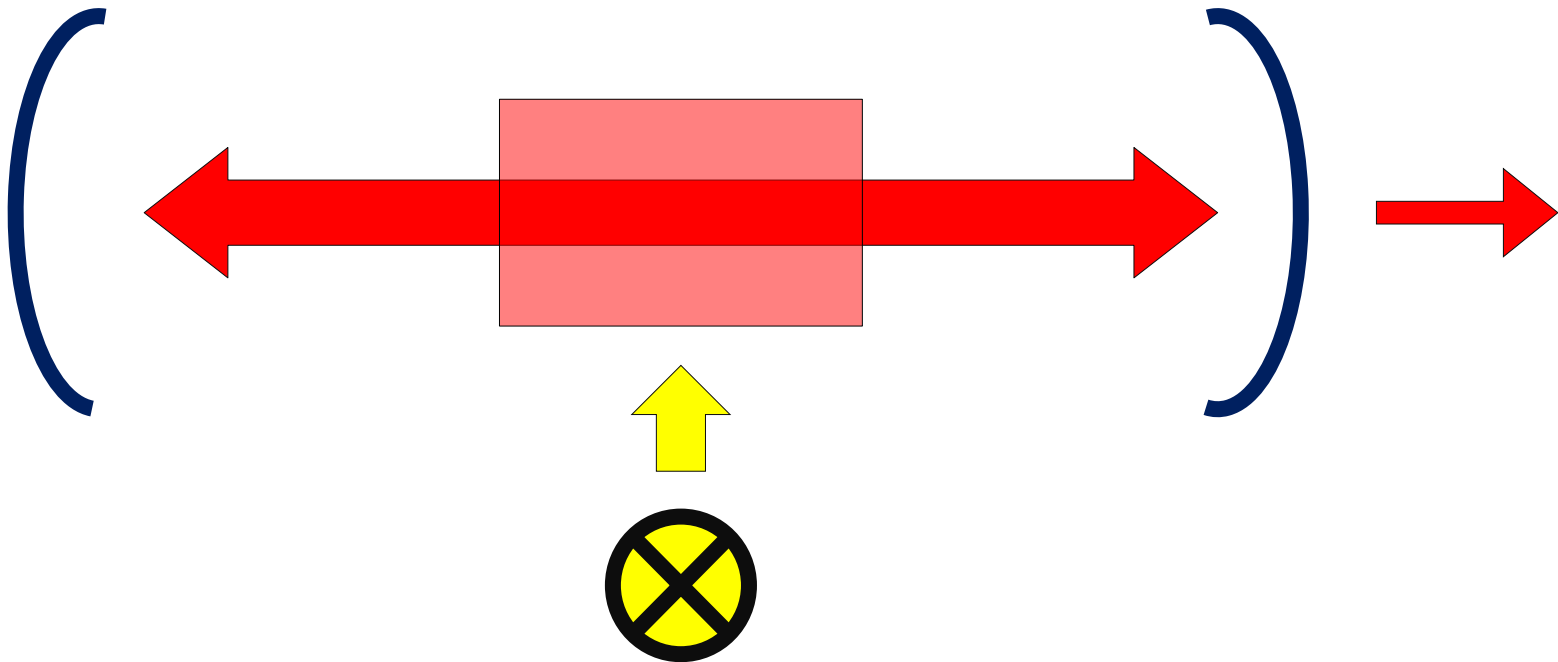
Moritz Berngruber

# Fluoreszenz

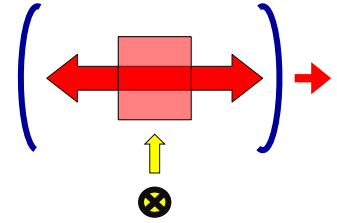


<http://www.parshwnath.com/images/products/fluorescent.jpg> 20.05.2015, 19:23

# Was brauche ich für meinen Laser?

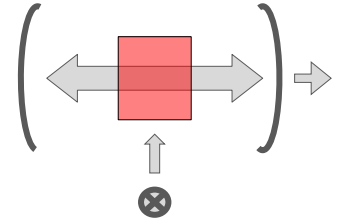


# Gliederung

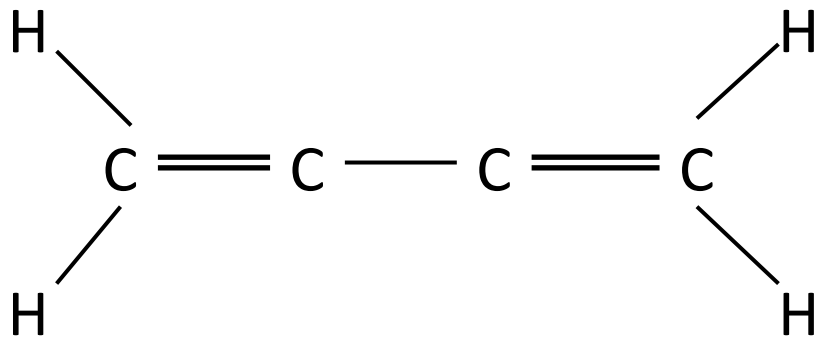
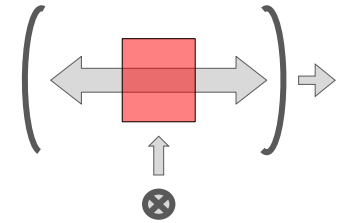


- Farbstoffe
- Bautypen
- Anwendungen

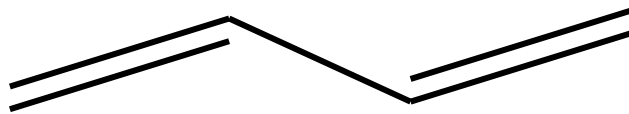
# Farbstoffe



# Konjugierte Doppelbindungen

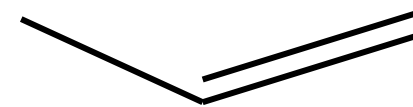


Grobe Faustregel:



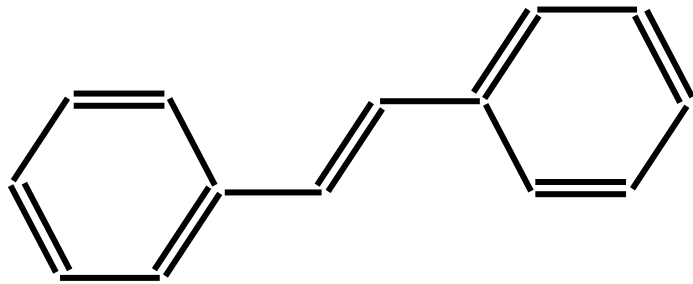
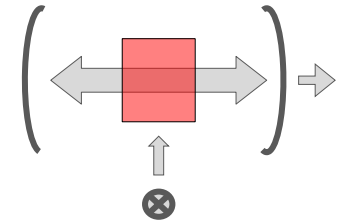
214 nm

+

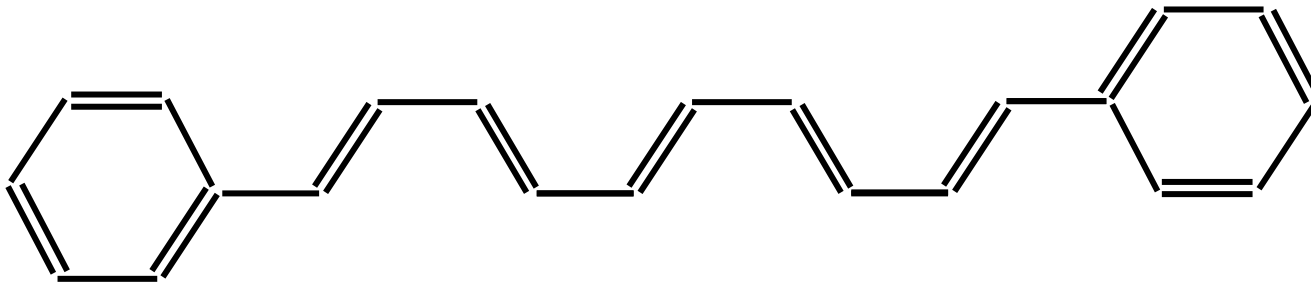


+ 30 nm

# Konjugierte Doppelbindungen

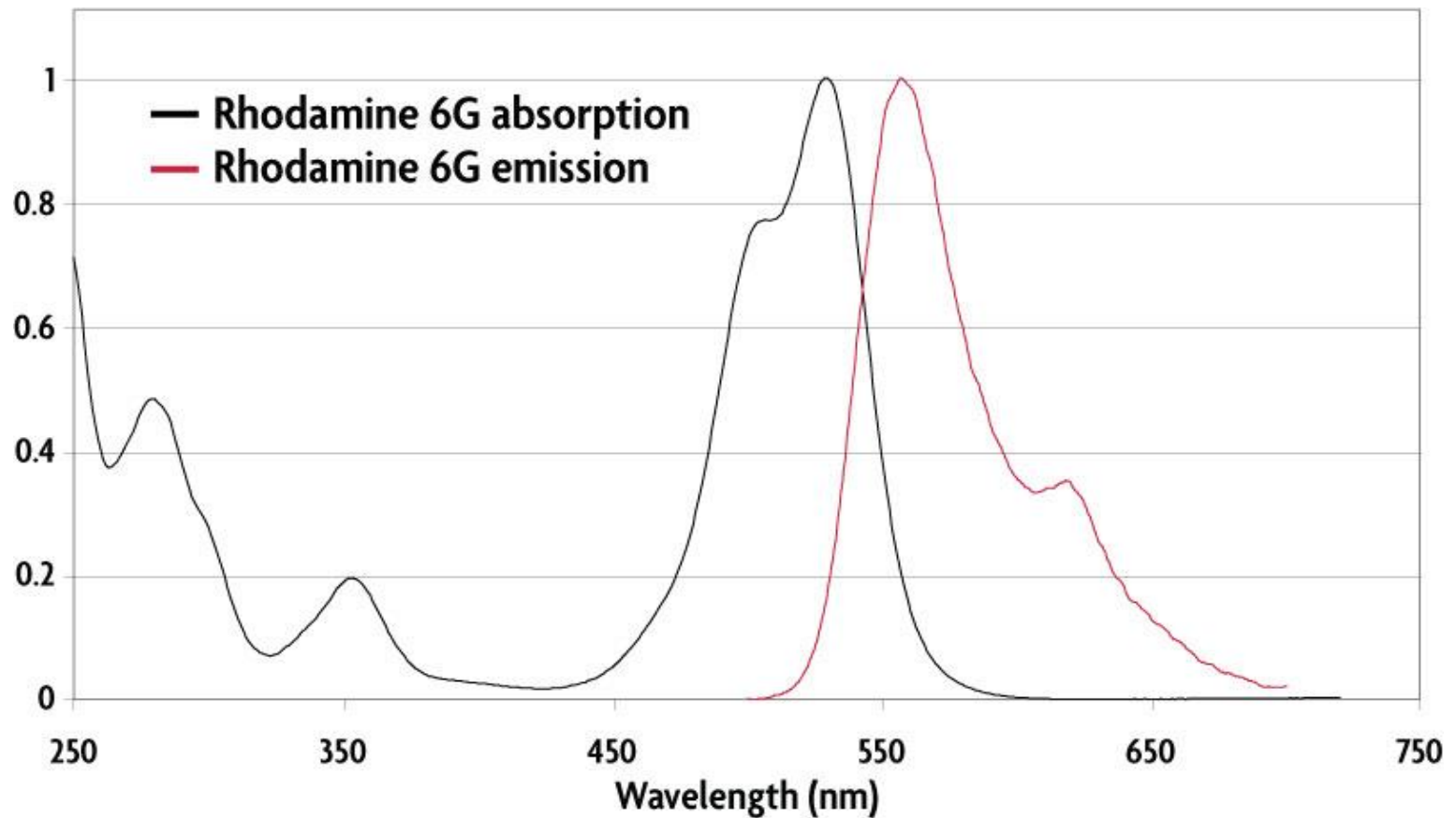


Absorption bei 319 nm  
→ Farblos



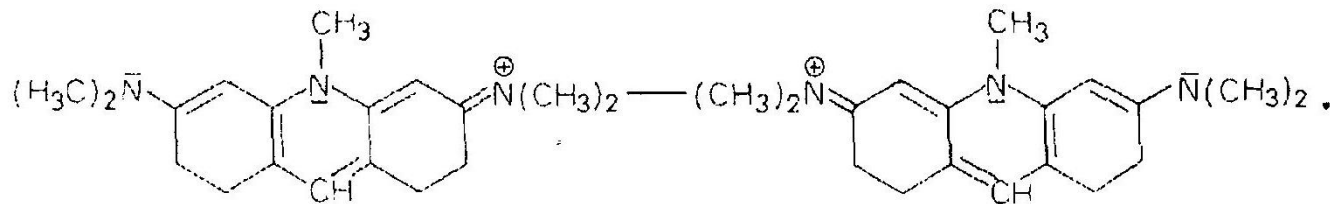
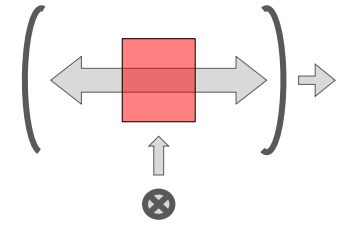
Absorption bei 424 nm  
→ orange

# Absorptions- & Emissionsspektrum

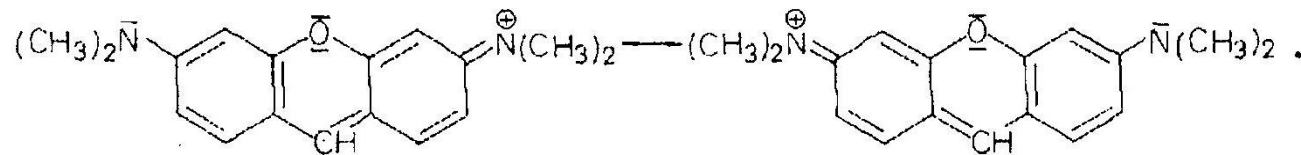




# Verzweigungen von konjugierten Doppelbindungen

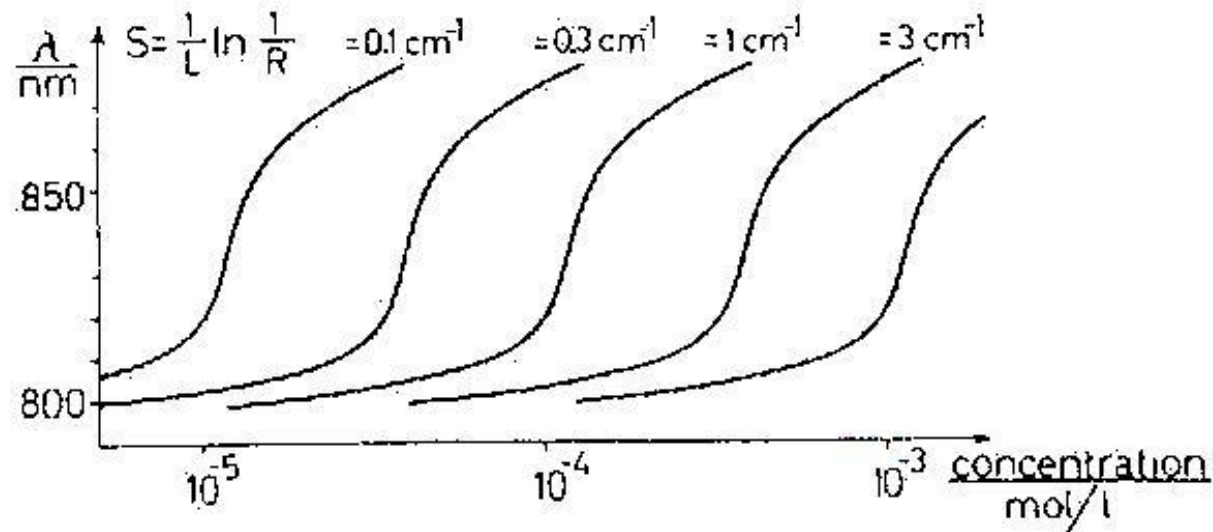
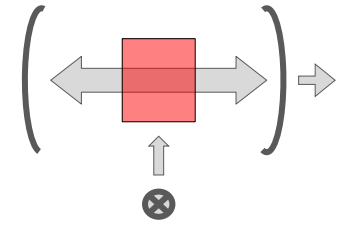


Absorption bei etwa 491 nm



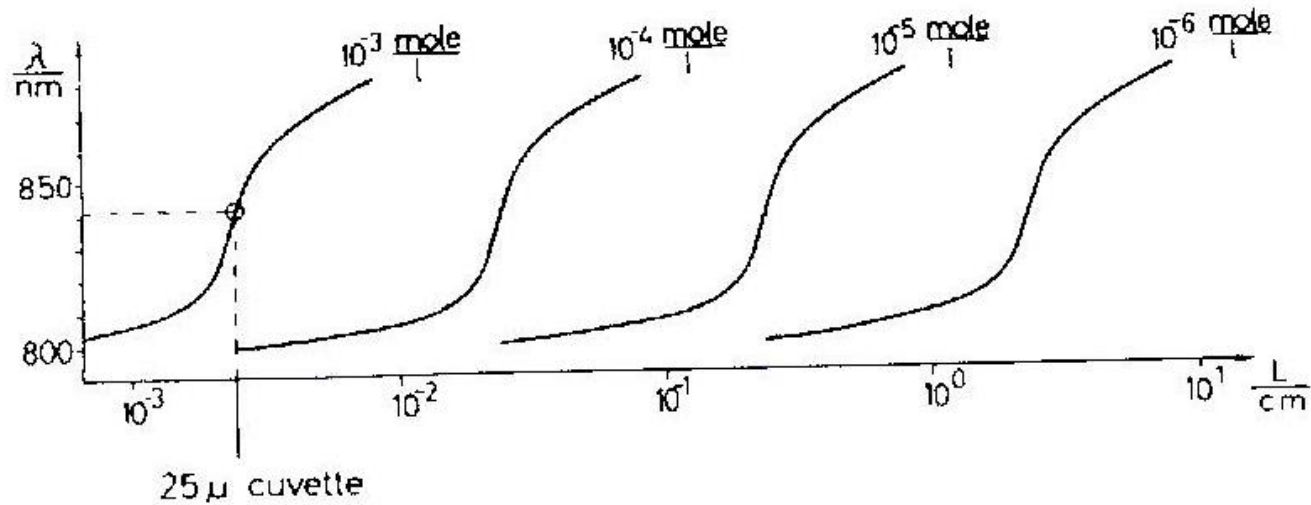
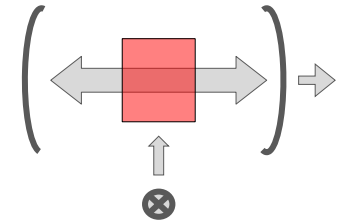
Absorption bei etwa 550 nm

# Konzentrationsabhängigkeit



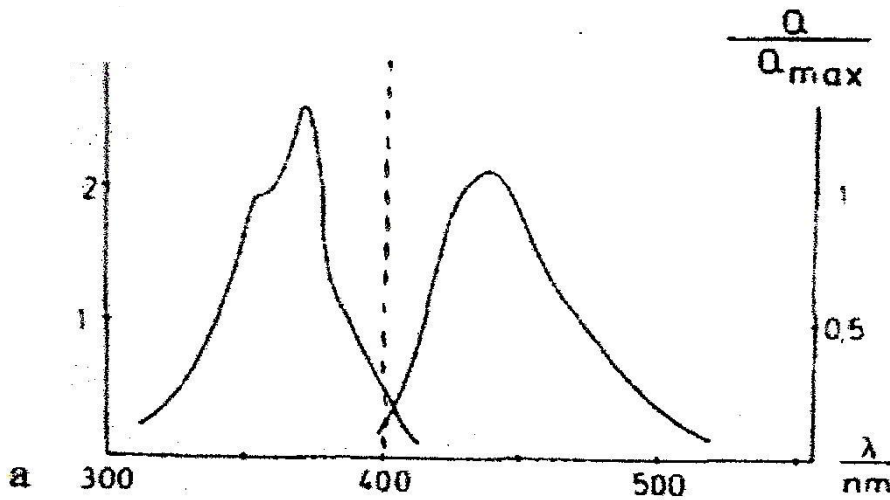
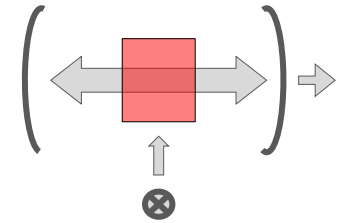
Plot of calculated laser wavelength vs concentration of the laser dye 3,3'-diethylthiatri-carbocyanine bromide, with  $S$  as parameter

# Abhängigkeit der Zellenlänge

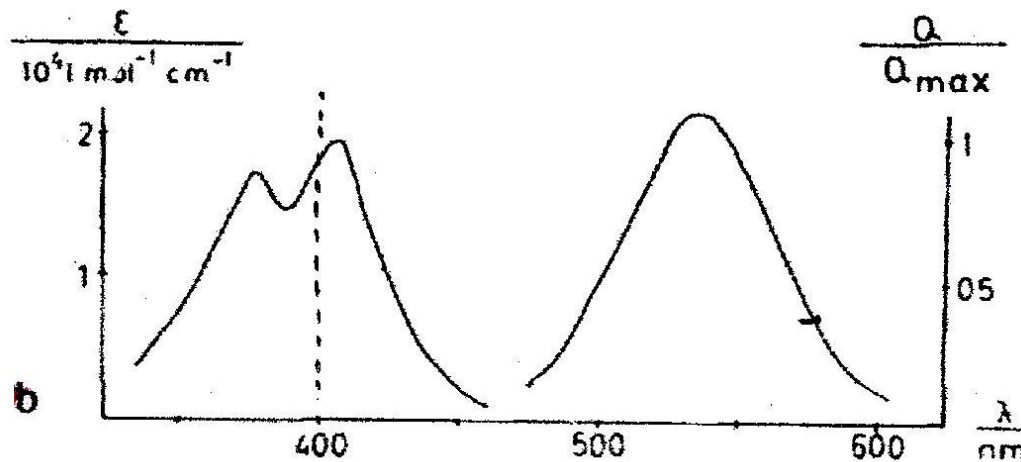


Plot of calculated laser wavelength vs active length of the laser cuvette, with the concentration of the solution of 3,3'-diethylthiarbocyanine bromide as a parameter

# Abhängigkeit vom pH-Wert

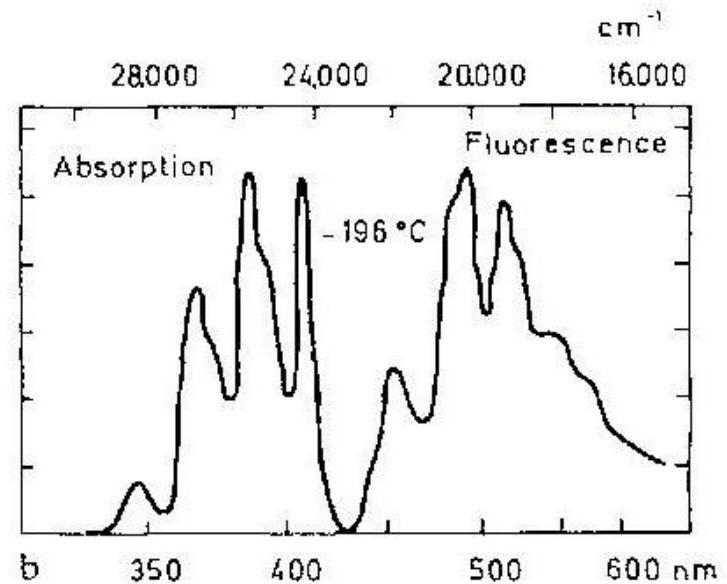
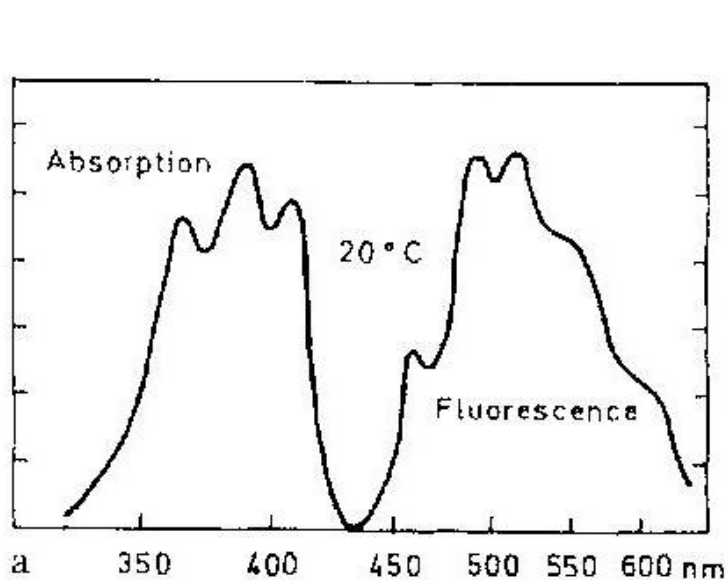
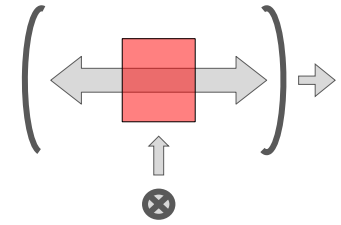


Neutrale Lösung



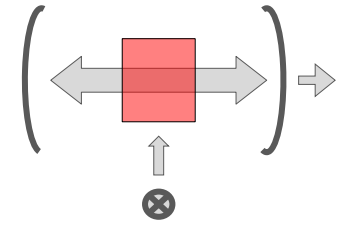
Alkalische Lösung

# Temperaturabhängigkeit

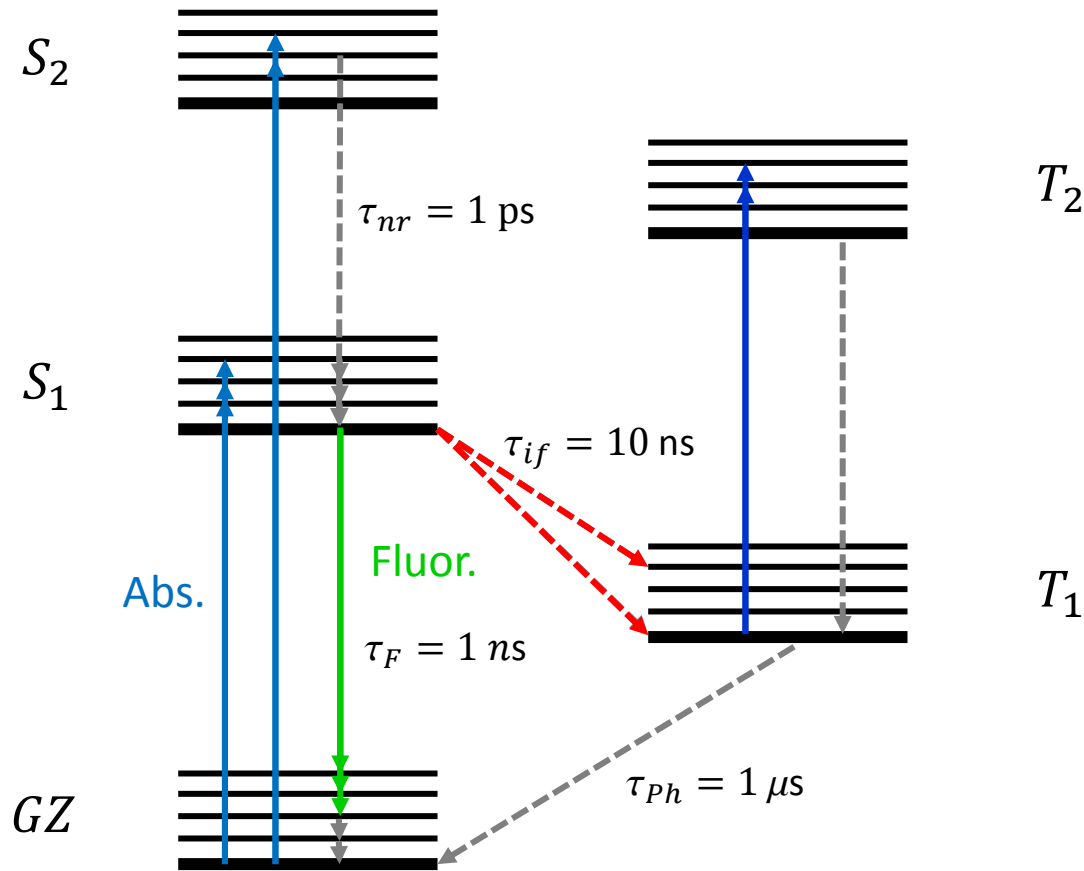


Absorption und Fluoreszenz bei verschiedenen Temperaturen

# Termschema von Farbstoffen

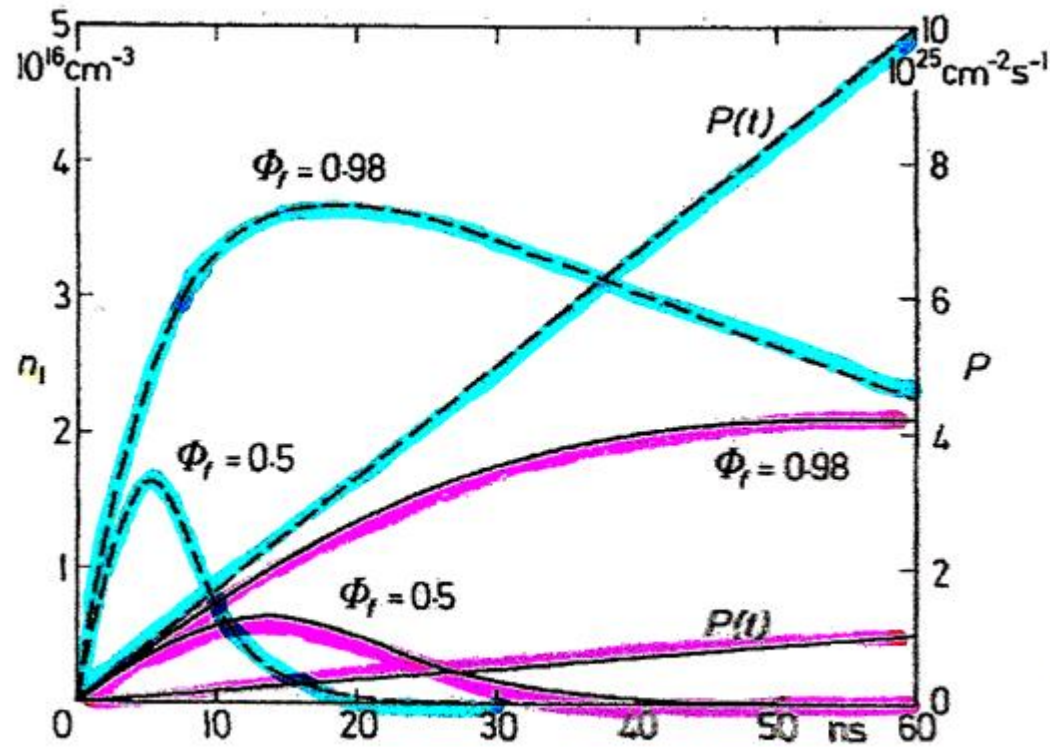
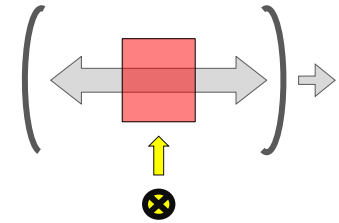


E  
↑



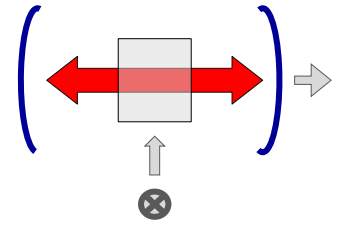
Eigenzustände eines  
typischen Farbstoff-  
moleküls

# Blitzlampen als Pumpquelle



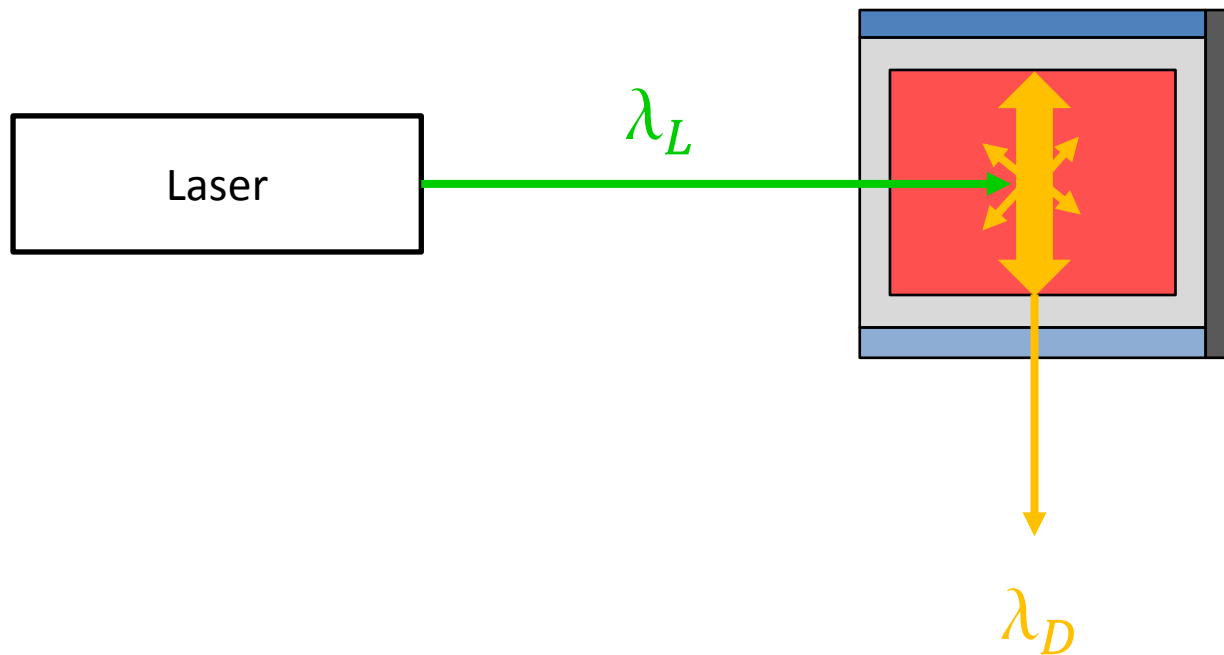
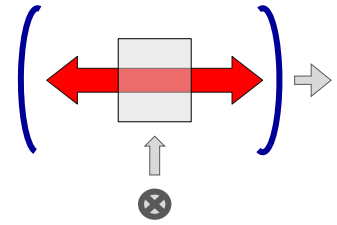
Population des 1. angeregten Singlet Zustands  $n_1$  für verschiedene Pumpleistungen  $P(t)$  und Quantenausbeuten  $\Phi_f$

# Bautypen

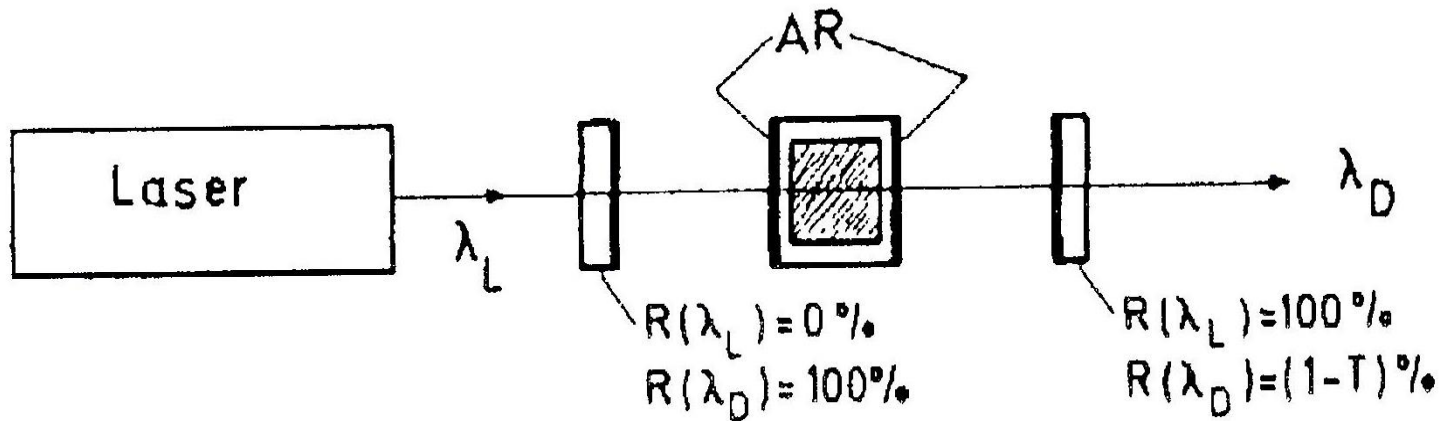
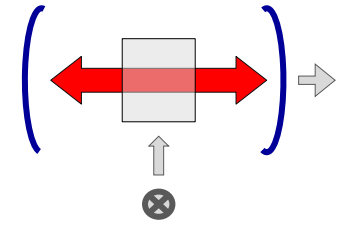




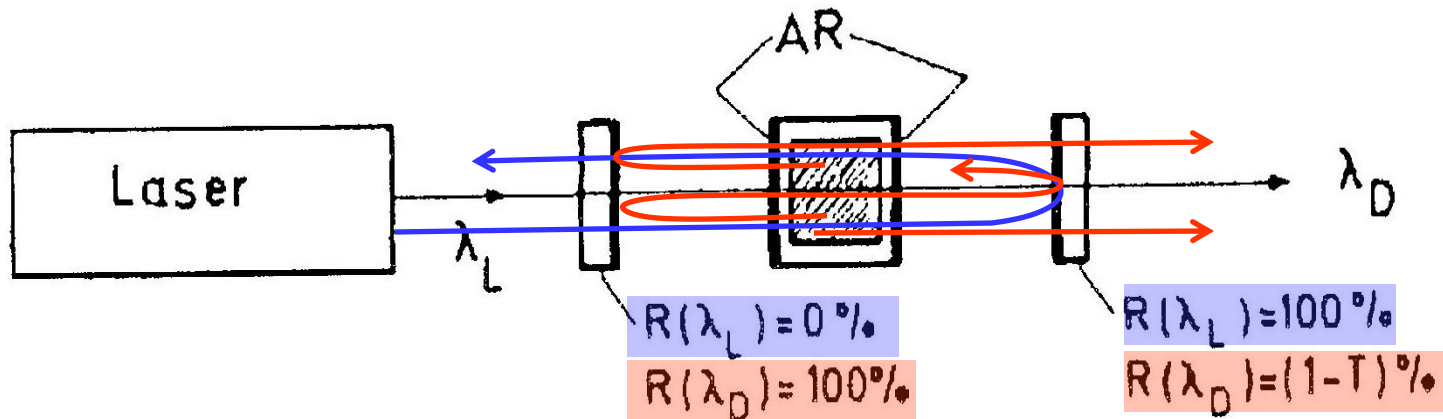
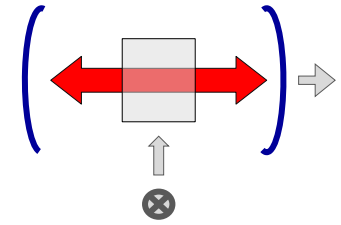
# Einfacher Farbstofflaser



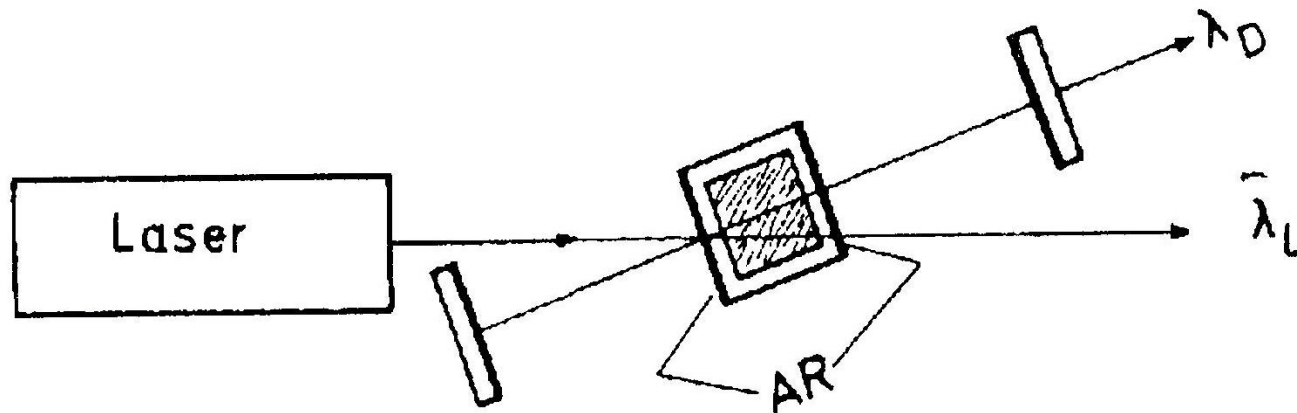
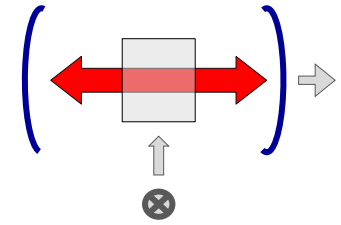
# Lineare Anordnung



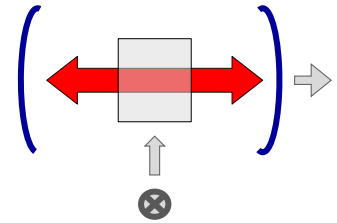
# Lineare Anordnung



# Verkippte Anordnung

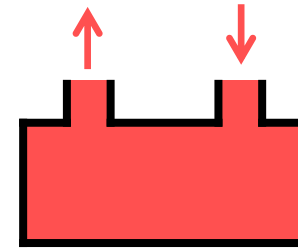
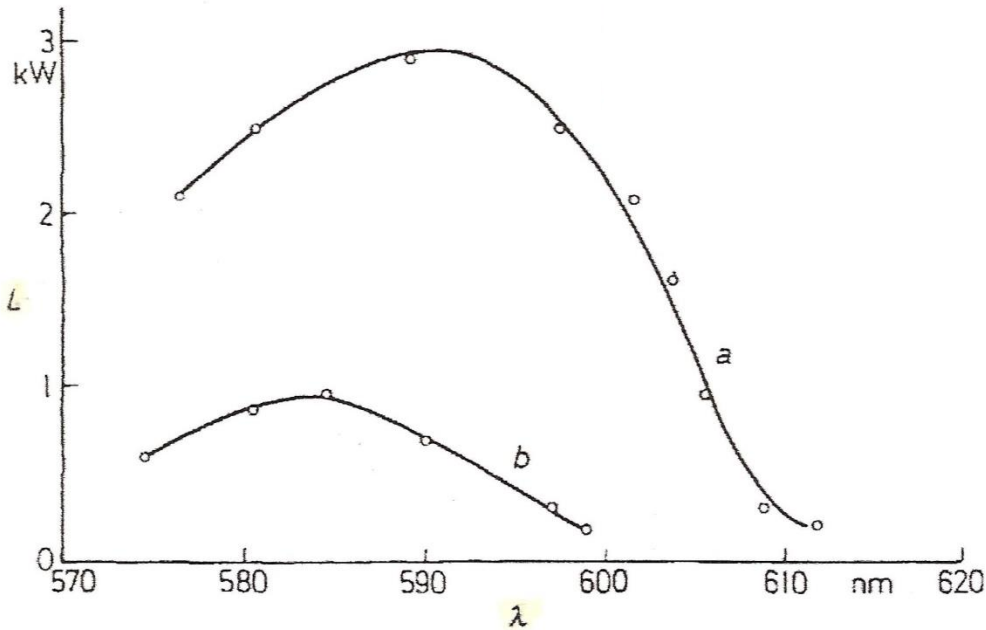
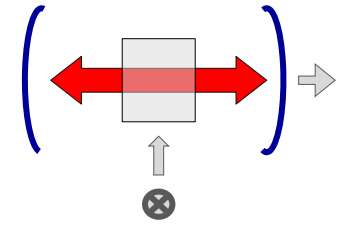


# Umpumpen des Farbstoffes



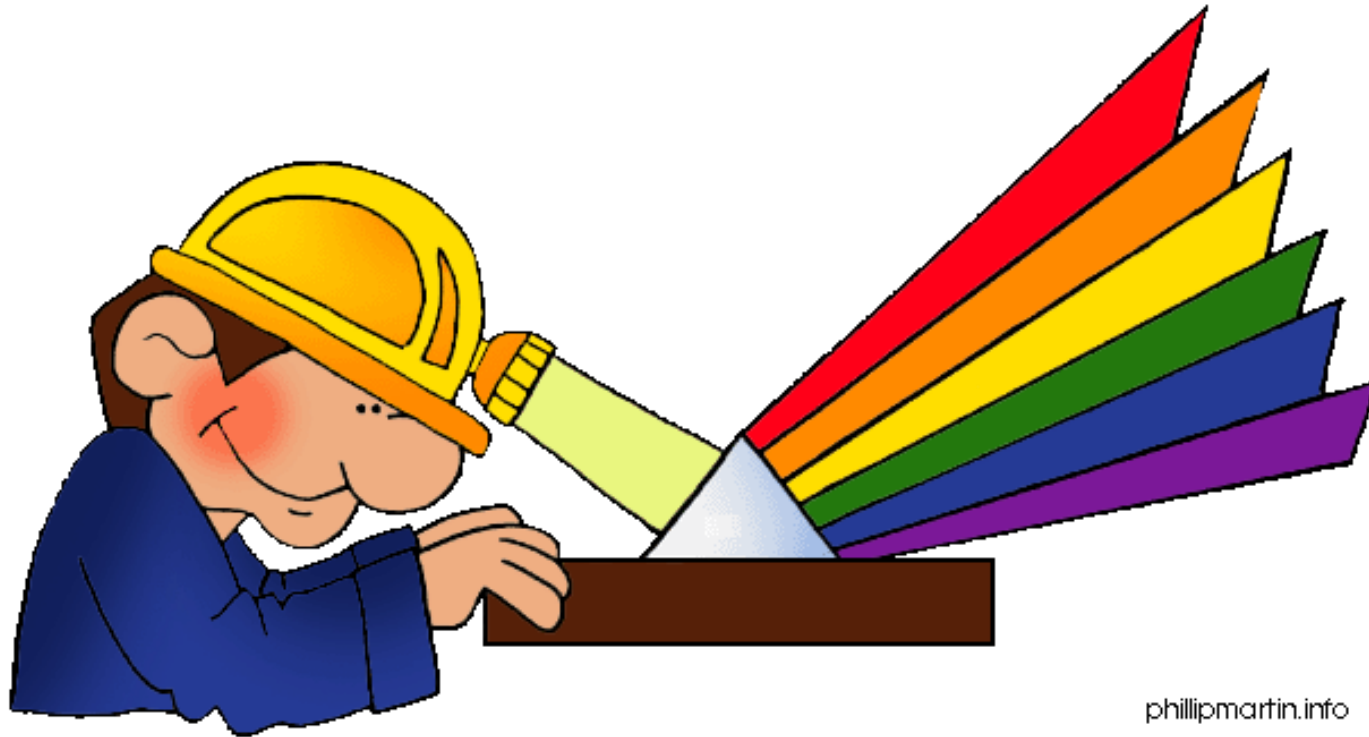
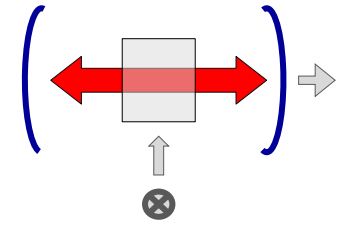
- Temperatur Gradienten
- Schlieren
- Verblassen des Farbstoffs

# Bestimmte Wellenlängen selektieren



Durchstimmen der Wellenlänge mit einem optischem Gitter: Output-Leistung gegen Wellenlänge für eine Rhodamine  $10^{-4}$  M Lösung in Methanol, Gitter: 610 Striche/mm

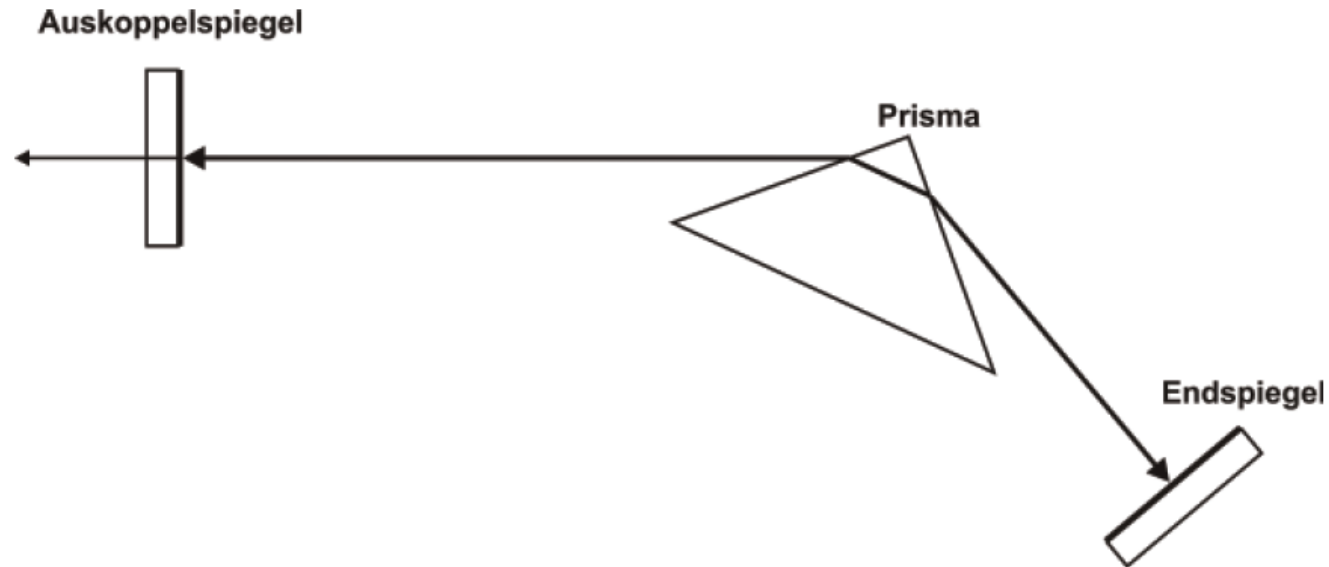
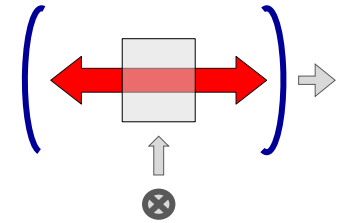
# Wellenlängenselektion mit Prisma



phillipmartin.info

Schematische Darstellung eines typischen Physikers beim Experiment

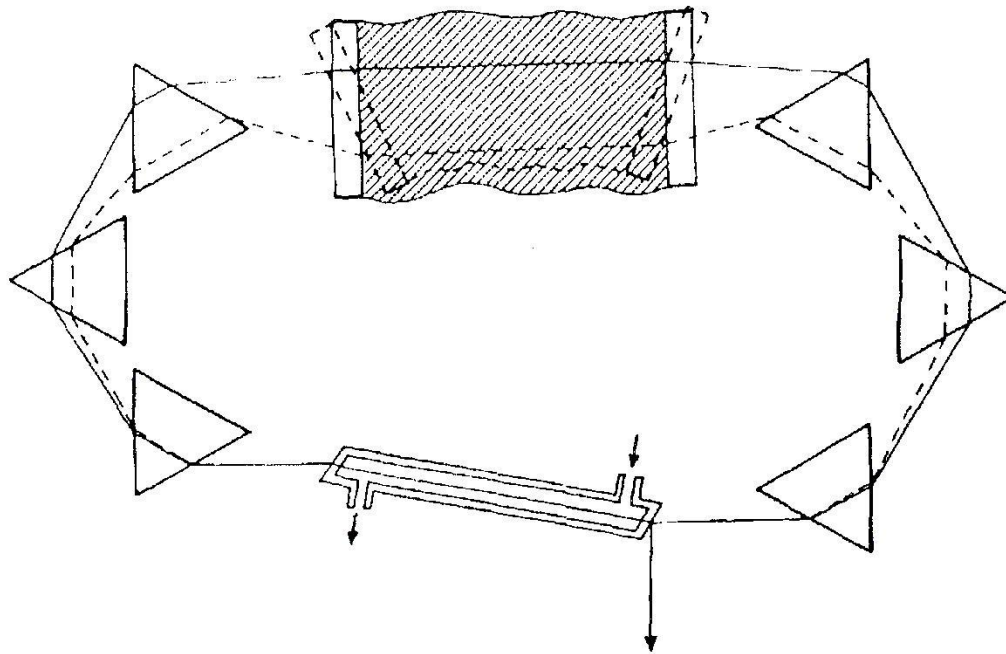
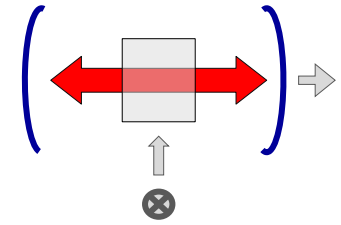
# Wellenlängenselektion mit Prisma



Aufbau zur Wellenlängenselektion mit einem Prisma

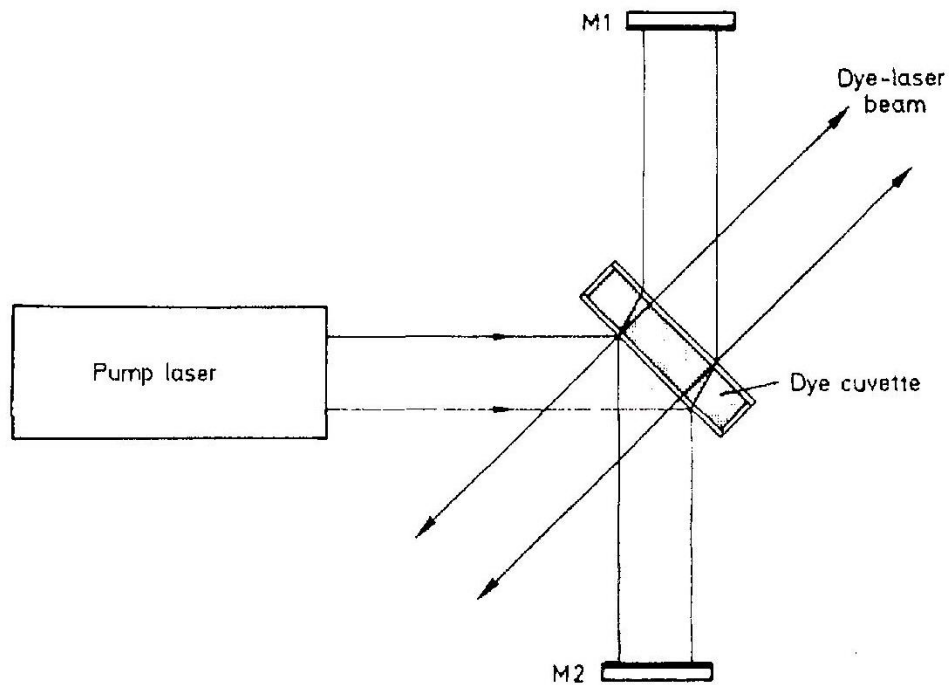
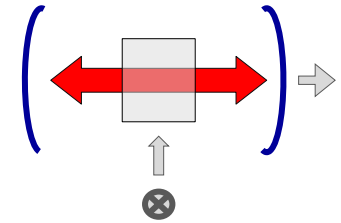


# Ringlaser



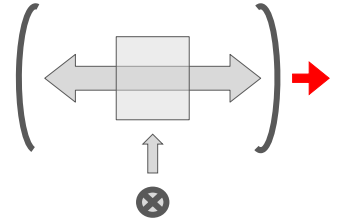
6-Prisma Ringlaser

# Kurze Pulse



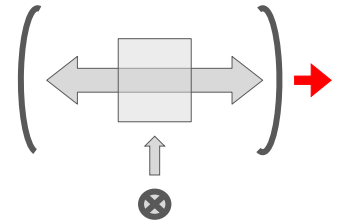
Anordnung um kurze Farbstofflaser-Pulse zu erzeugen

# Anwendungen



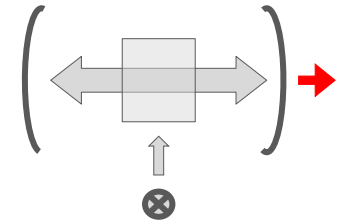
- Kurze Pulse
- Spektroskopie
- Medizin

# Resonanz Raman Spektroskopie



- Raman Effekt:
  - Inelastische Streuung von Licht an Atomen
  - Elektromag. Feld induziert schwingenden Dipol
  - Schwingung wird zusätzlich von Molekül beeinflusst
  - Es treten zusätzliche Wellenlängen auf
- Linearer Raman recht schwach
- Wellenlänge nahe eine elektronischen Übergangs  
→ Linienintensität kann um Faktor  $10^6$  erhöht werden
- Laser muss auf Anregungswellenlänge eingestellt werden

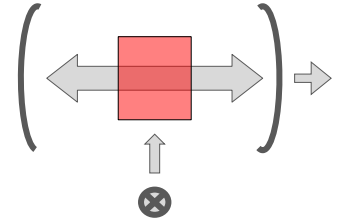
# Medizin



- Behandlung von
  - Feuermalen
  - Blutschwämmen
  - Gefäßerweiterungen
- $\lambda \approx 585\text{nm}$
- $\tau = 300 - 400 \mu\text{s}$
- $0,7 - 1,5 \text{ mm}$



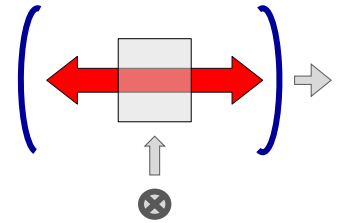
# Zusammenfassung



- **Farbstoffe**

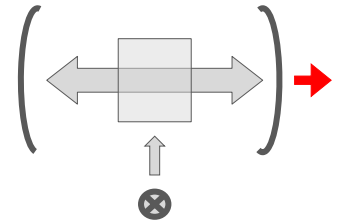
- Konjugierte Doppelbindungen für Eigenschaften entscheidend
- 4-Neveau System
- Abstimmbarkeit über  $\sim 30\text{-}40\text{nm}$
- Variation über Konzentration, Länge, Temperatur...

# Zusammenfassung



- **Bautypen**
  - Pumpsystem
  - Viele verschiedene
  - Je nach Anwendung

# Zusammenfassung



- **Anwendung**
  - Spektroskopie
  - Kurze Pulse
  - Medizin



# Quellen:

- Literatur:
  - Schäfer, Dye Lasers
- Internetquellen:
  - [http://www.buetzer.info/fileadmin/pb/TT-Dateien/Substanz\\_1/WebHelp/farbe.htm](http://www.buetzer.info/fileadmin/pb/TT-Dateien/Substanz_1/WebHelp/farbe.htm) (16.05.2015, 16:02)
  - [http://www.ep5.ruhr-uni-bochum.de/pdfs/abschlussarbeiten/bachelor\\_thesis\\_smeier.pdf](http://www.ep5.ruhr-uni-bochum.de/pdfs/abschlussarbeiten/bachelor_thesis_smeier.pdf) (21.05.2015, 21:00)
  - [http://www.chemgapedia.de/vsengine/vlu/vsc/de/ch/3/anc/ir\\_spek/spez\\_technik.vlu/Page/vsc/de/ch/3/anc/ir\\_spek/raman\\_spektroskopie/spezielle\\_techniken/ra\\_2\\_1/resonanzra\\_m29ht1100.vscml.html](http://www.chemgapedia.de/vsengine/vlu/vsc/de/ch/3/anc/ir_spek/spez_technik.vlu/Page/vsc/de/ch/3/anc/ir_spek/raman_spektroskopie/spezielle_techniken/ra_2_1/resonanzra_m29ht1100.vscml.html) (25.05.2015, 10:40)
  - <http://webdoc.sub.gwdg.de/ebook/diss/2003/fu-berlin/2002/299/kapitel3.pdf> (25.05.2015, 9:51)
  - [http://www.solute-elektronik.de/referenzen/referenzen\\_fineadjustment.php](http://www.solute-elektronik.de/referenzen/referenzen_fineadjustment.php) (20.05.2015, 16:42)

# Bildquellen

F. 2	<a href="http://www.parshwnath.com/images/products/fluorescent.jpg">http://www.parshwnath.com/images/products/fluorescent.jpg</a> 20.05.2015, 19:23	F.20	Schäfer, Dye Lasers
F.8	Schäfer, Dye Lasers	F.21	Schäfer, Dye Lasers
F.9	<a href="http://www.activemotif.com/images/products/Rhodamine_6G_spectra_big.jpg">http://www.activemotif.com/images/products/Rhodamine_6G_spectra_big.jpg</a> 20.05.2015, 20:30	F.22	Schäfer, Dye Lasers
F.10	Schäfer, Dye Lasers	F.24	Schäfer, Dye Lasers
F.11	Schäfer, Dye Lasers	F.25	<a href="http://sciencegames.4you4free.com/color_spectrum.gif">http://sciencegames.4you4free.com/color_spectrum.gif</a> (21.05.2015, 21:00)
F.12	Schäfer, Dye Lasers	F.26	<a href="http://www.ep5.ruhr-uni-bochum.de/pdfs/abschlussarbeiten/bachelor_thesis_smeier.pdf">http://www.ep5.ruhr-uni-bochum.de/pdfs/abschlussarbeiten/bachelor_thesis_smeier.pdf</a> (21.05.2015, 21:00)
F.13	Schäfer, Dye Lasers	F.27	Schäfer, Dye Lasers
F.14	Schäfer, Dye Lasers	F.28	Schäfer, Dye Lasers
F.16	Schäfer, Dye Lasers	F.30	<a href="http://www.laserklinik.de/fileadmin/user_upload/laserklinik/pub/DERM_Farbstofflaser07.pdf">http://www.laserklinik.de/fileadmin/user_upload/laserklinik/pub/DERM_Farbstofflaser07.pdf</a> (19.05.2015, 23:04)
F.17	Schäfer, Dye Lasers	F.31	