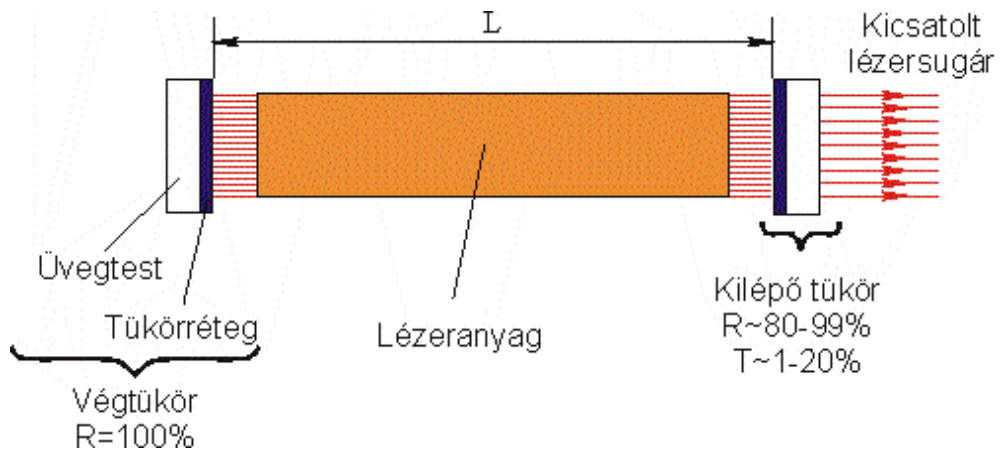


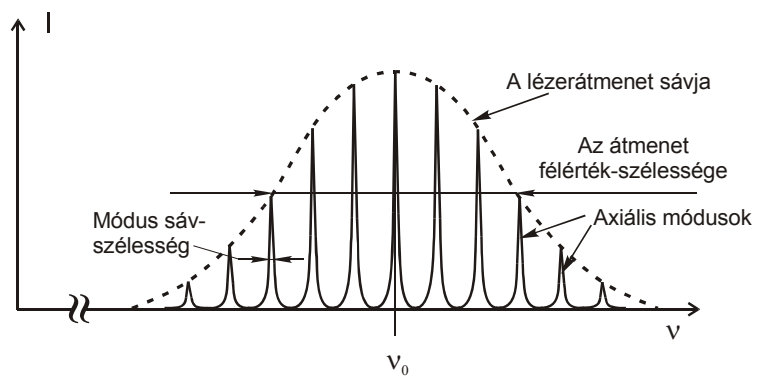
LÉZERSPEKTROSZKÓPIA

Ábragyűjtemény

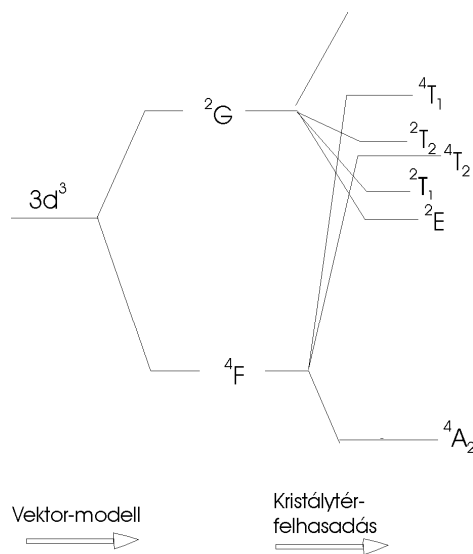
2007/2008 tanév



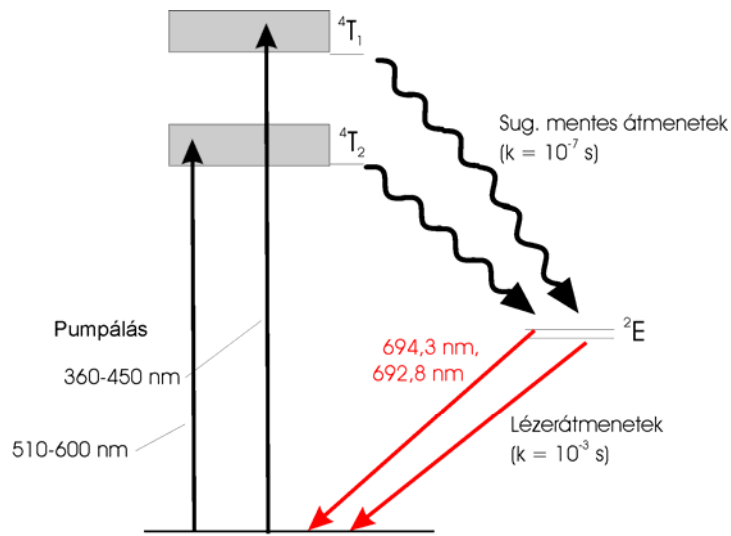
2.1. ábra. Optikai rezonátor



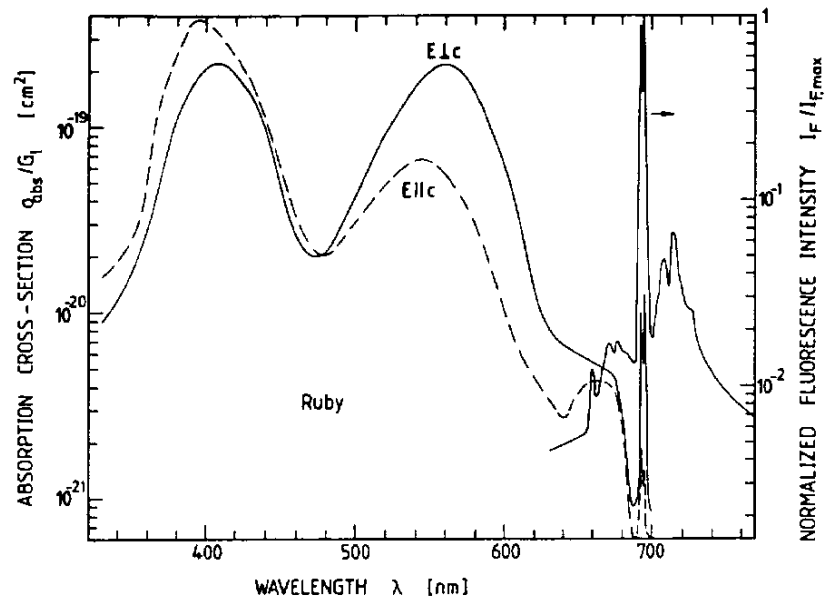
2.2. ábra. Axiális módusok



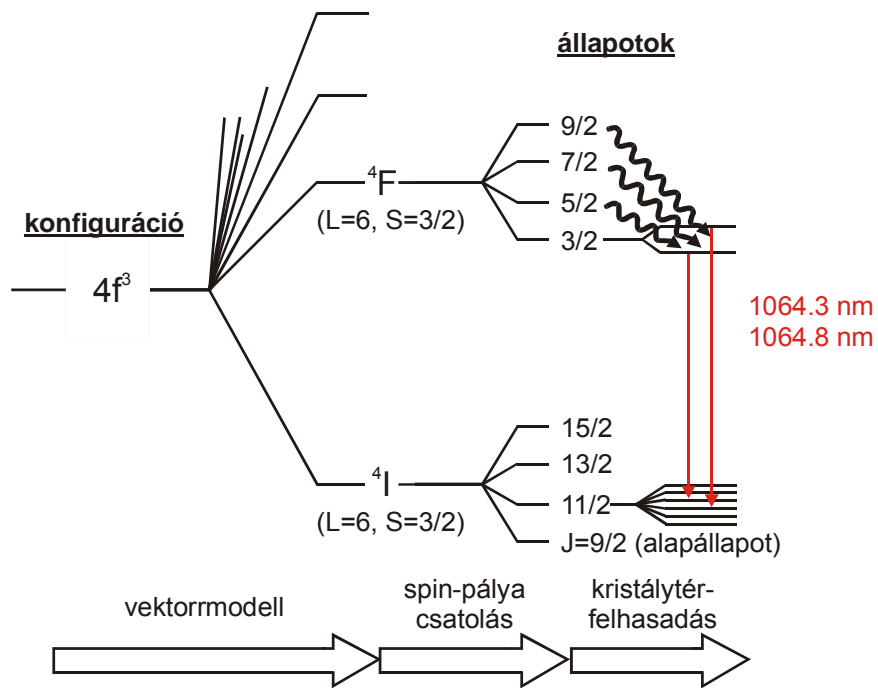
3.1. ábra. A Cr^{3+} ion energiaszint-diagramja rubinkristályban



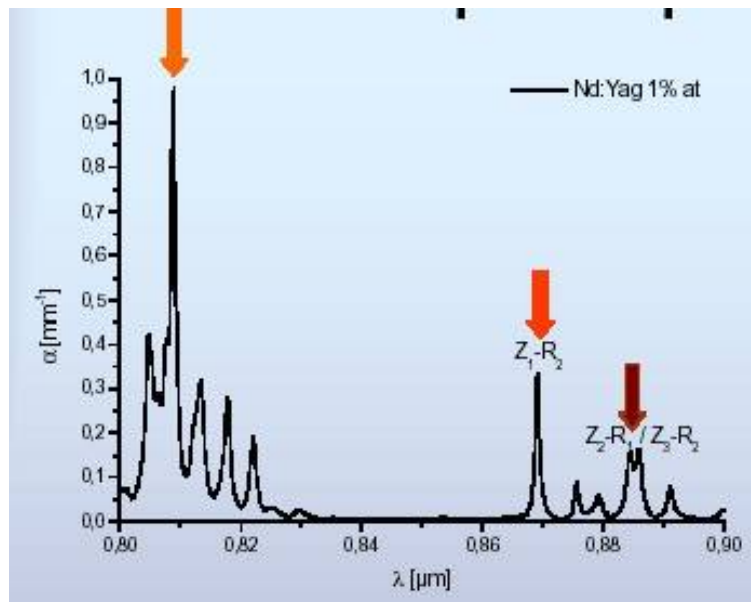
3.2. ábra. A rubinkristály lézerátmenetei



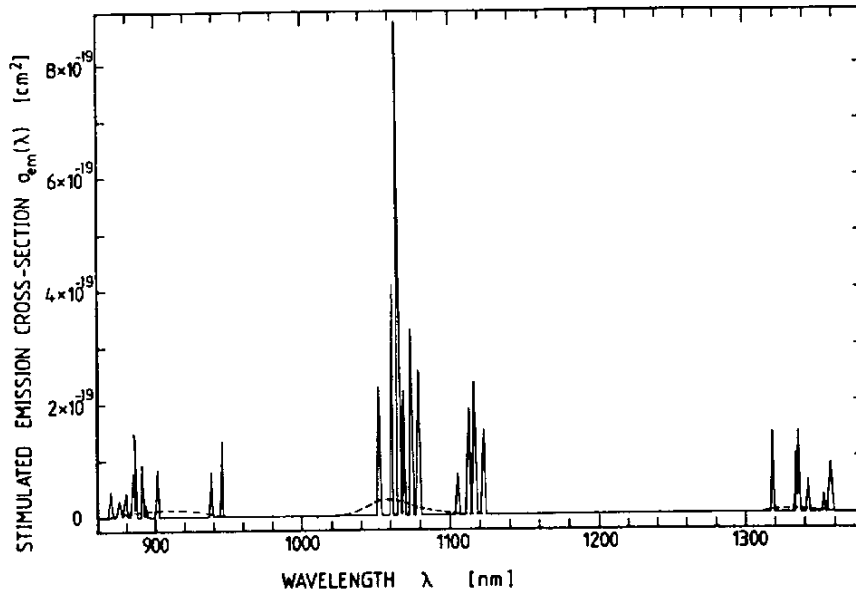
3.3. ábra. Rubinkristály abszorpciós és emissziós spektruma



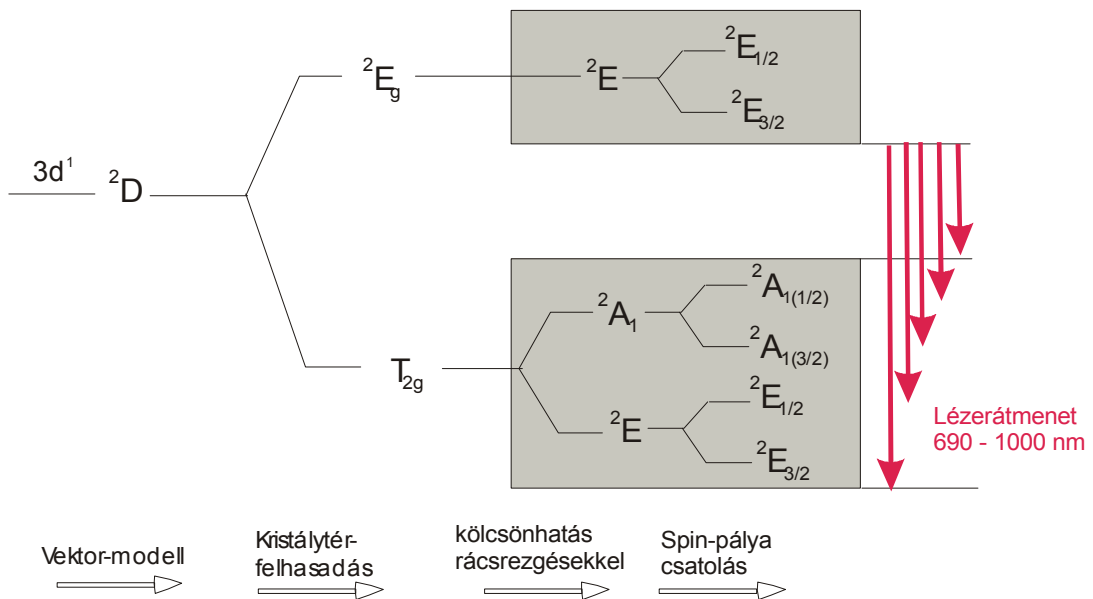
3.4. ábra. Nd-YAG kristály energiaszint diagramja



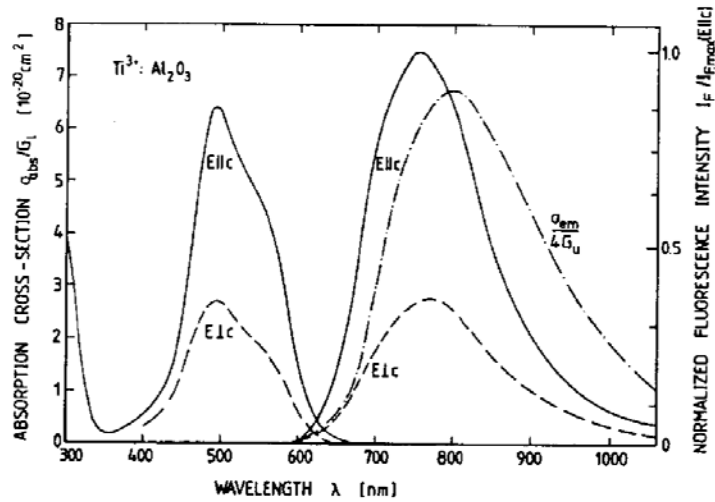
3.5. ábra. Nd-YAG kristály abszorpciós színeke



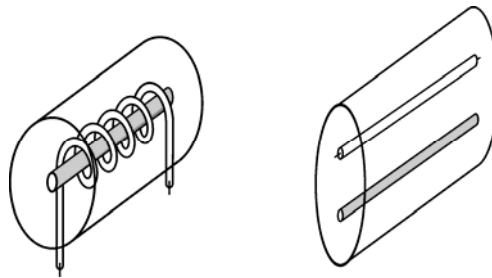
3.6. ábra. Nd-YAG-kristály és Nd-üveg emissziós színeke (folytonos ill. szaggatott vonal)



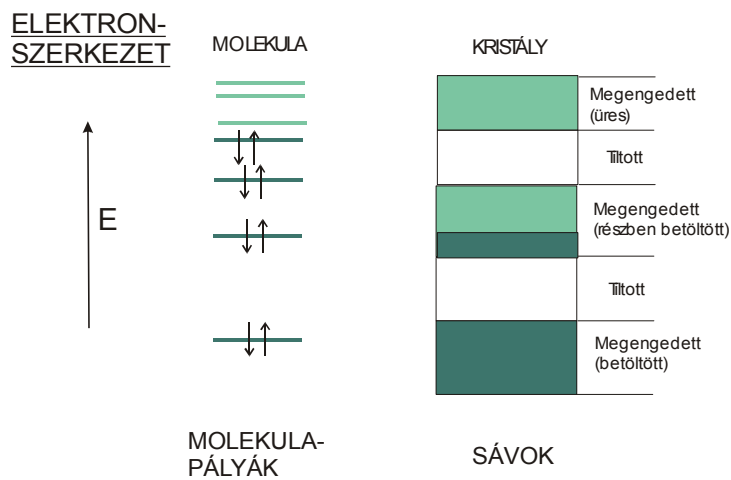
3.7. ábra. Ti^{3+} ion energiaszintjei zafirkristályban



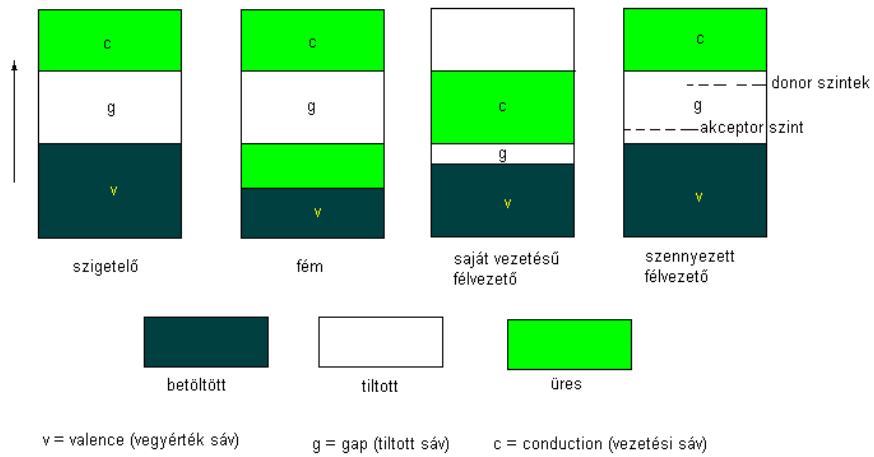
3.8. ábra. Ti^{3+} ionnal szennyezett Al_2O_3 abszorpciós, emissziós és lézerspektruma



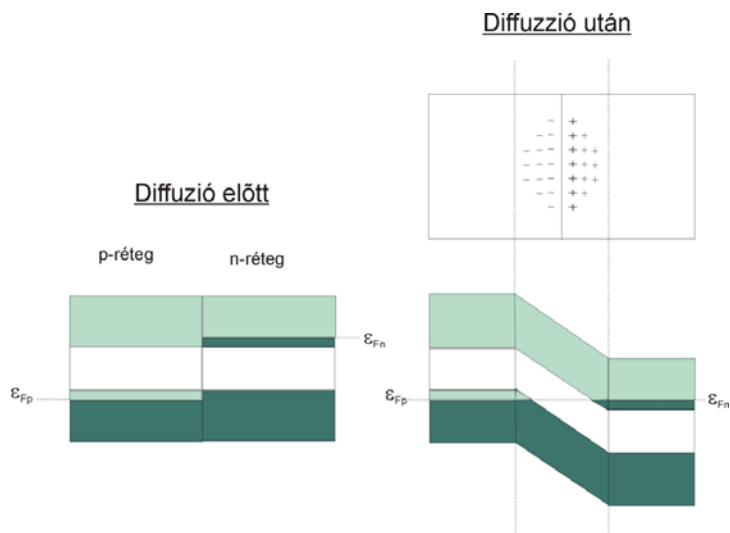
3.9. ábra. Ionkristály-lézerek felépítése



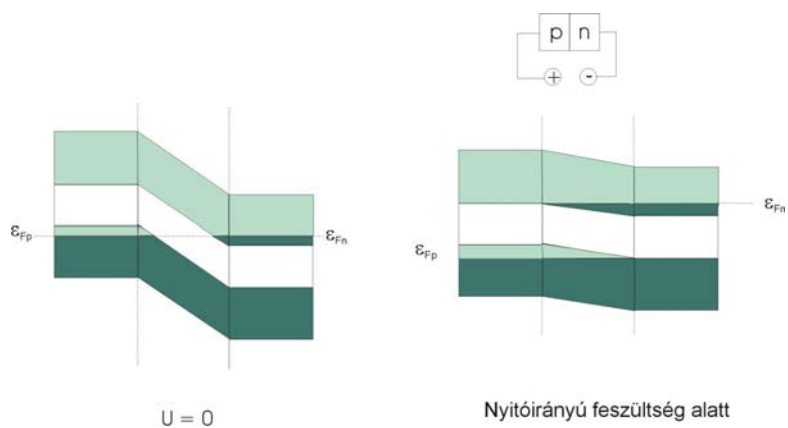
4.1. ábra. Molekula és kristály elektronszerkezete



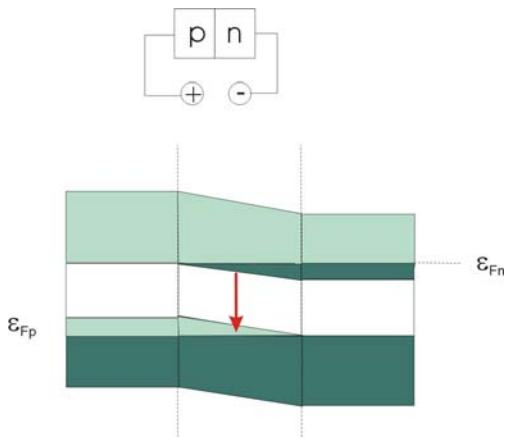
4.2. ábra. Kristályos szigetelők, vezetők és félvezetők elektronszerkezete



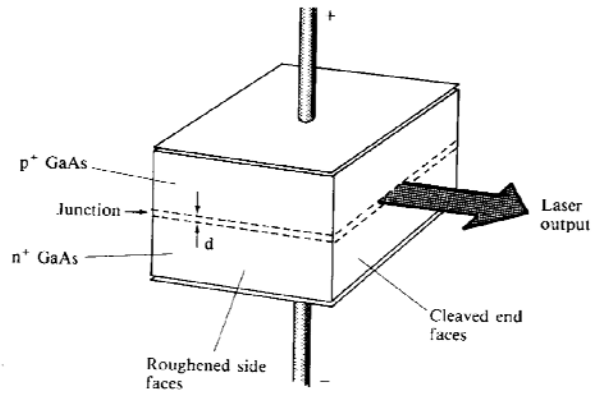
4.3. ábra. Elektrondiffúzió p-n határrétegben



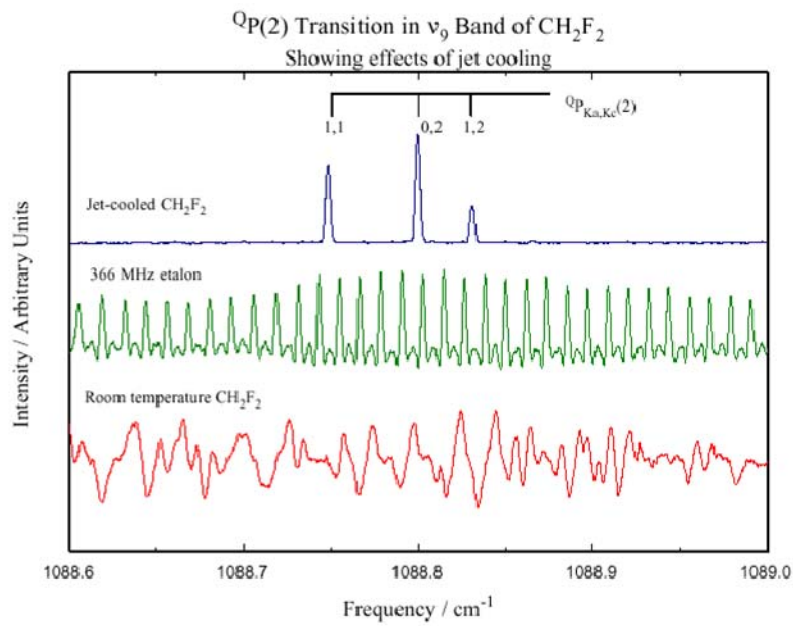
4.4. ábra. Nyitóirányú feszültség hatása p-n határrétegre



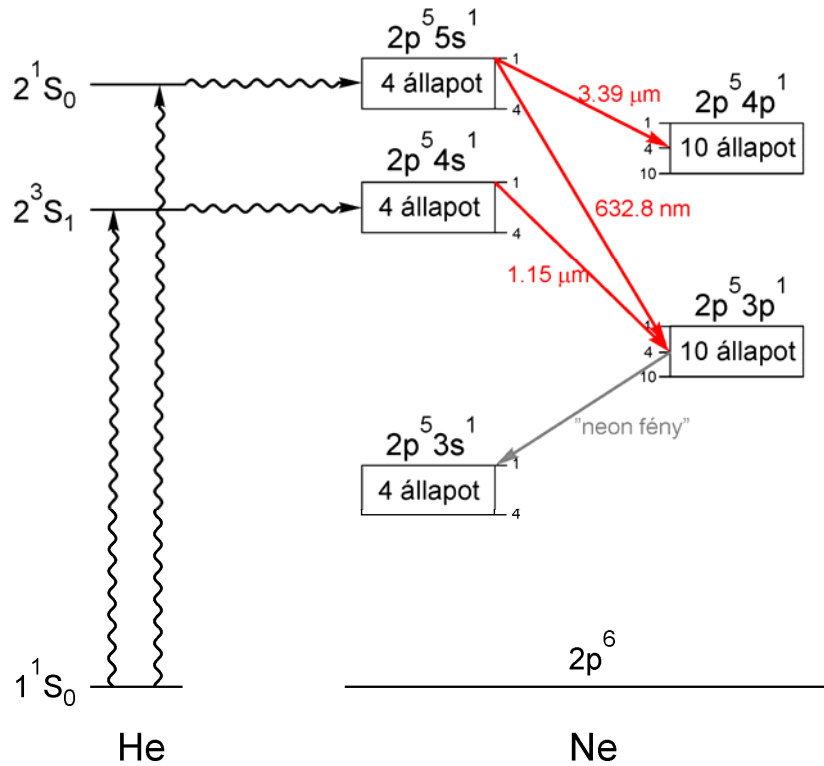
4.5. ábra. Lézerátmenet p-n határrétegben



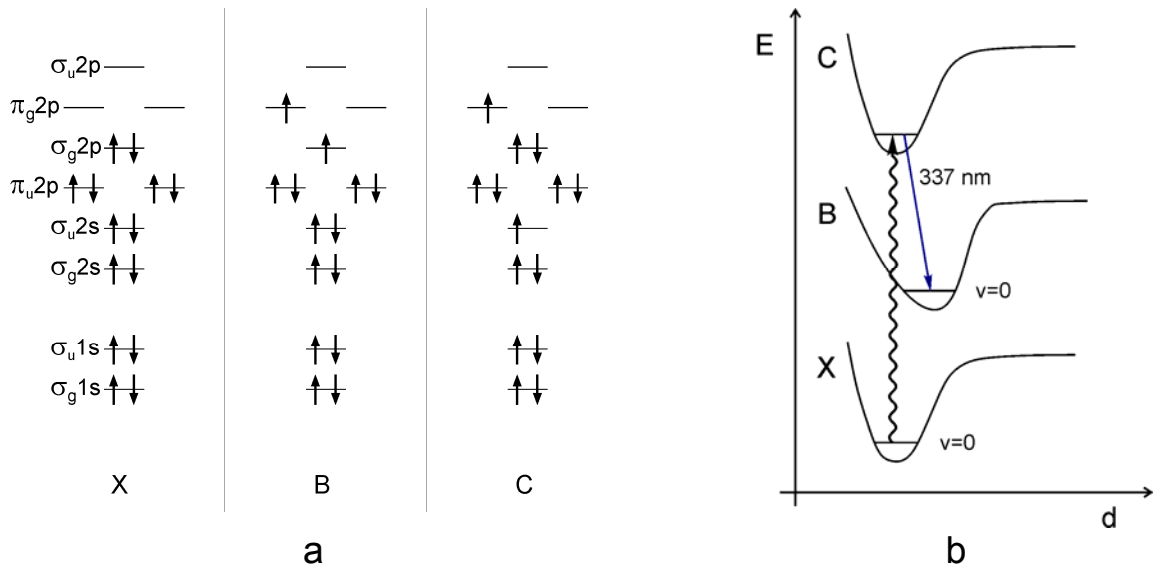
4.6. ábra. Diódlézer



4.7. ábra. A CH_2F_2 molekula nagyfelbontású infravörös szinképe diódlézerrel mérve

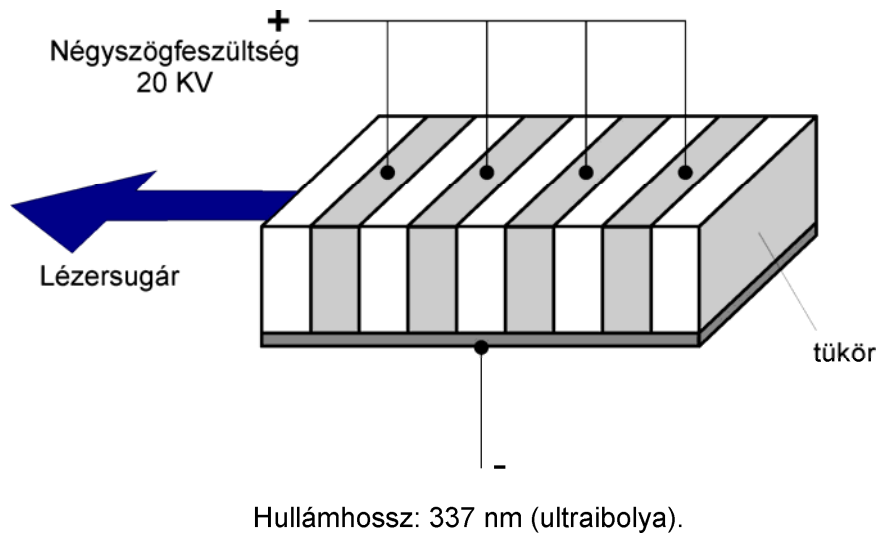


5.1. ábra. A hélium és a neon energiaszint diagramja

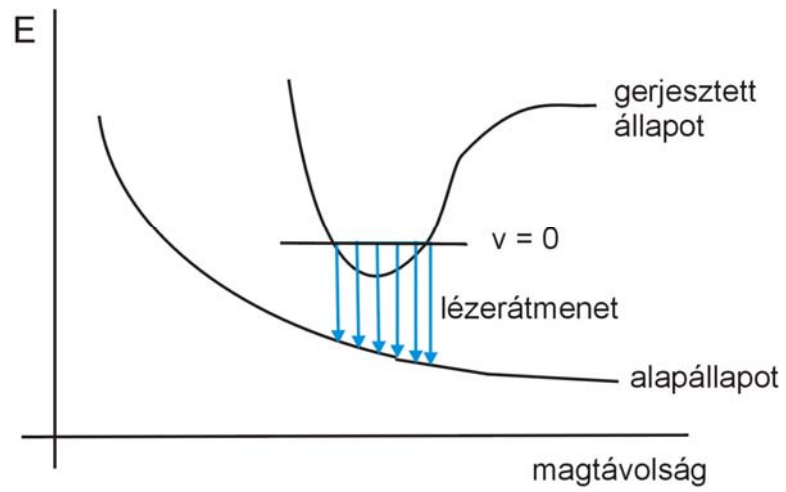


5.2. ábra.

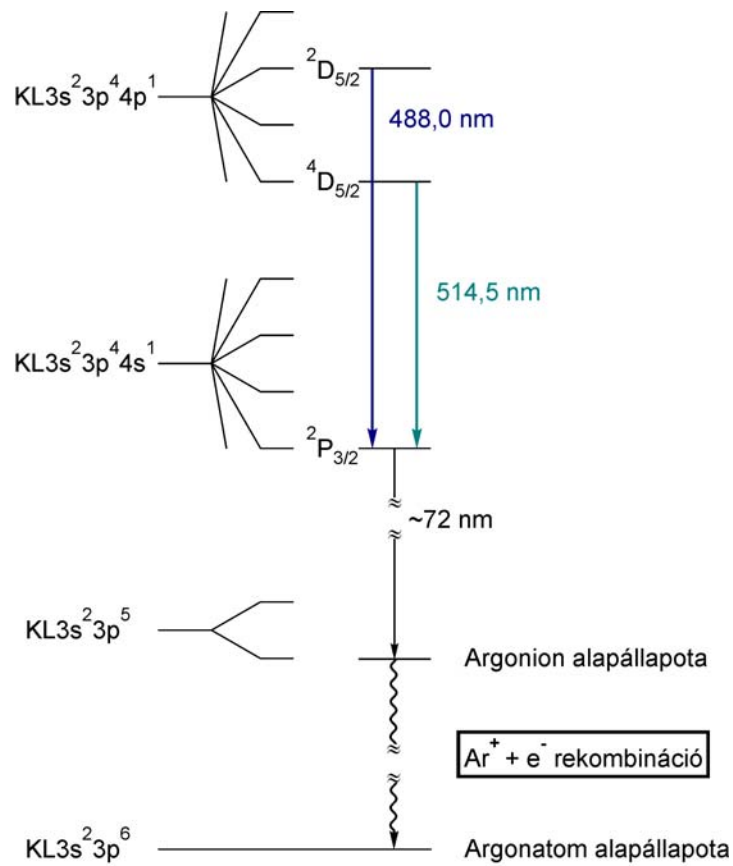
- (a) A molekulapályák betöltése az N_2 , alapállapotában (X) és két triplet gerjesztett állapotában (B,C)
- (b) Az N_2 molekula lézertmenete



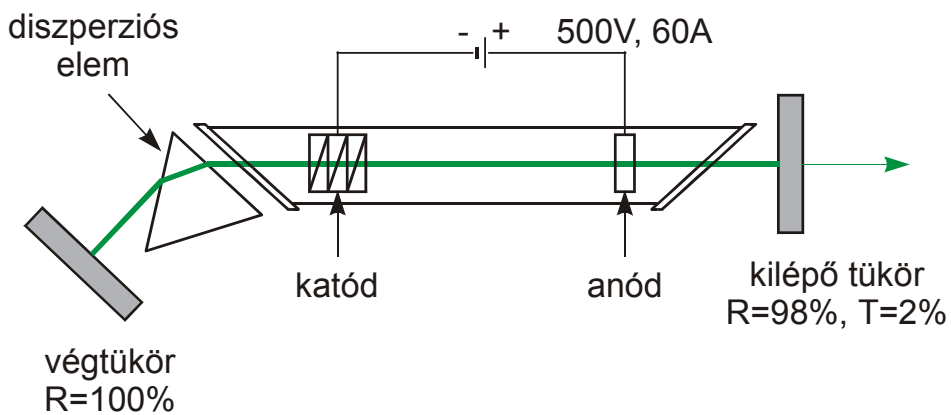
5.3. ábra. A nitrogénlézer felépítése



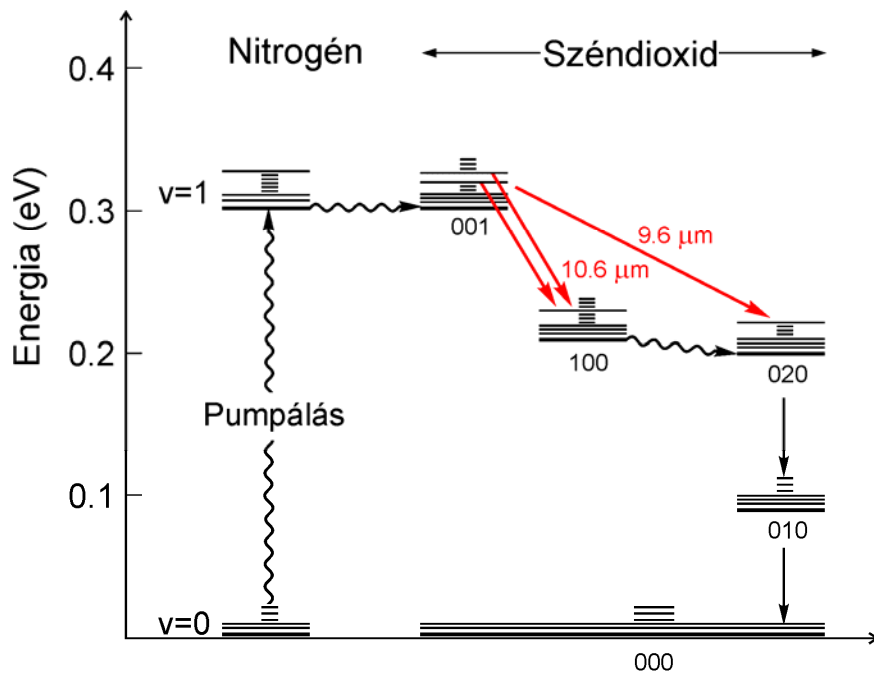
5.4. ábra. Excimermolekula energiaszint-diagramja



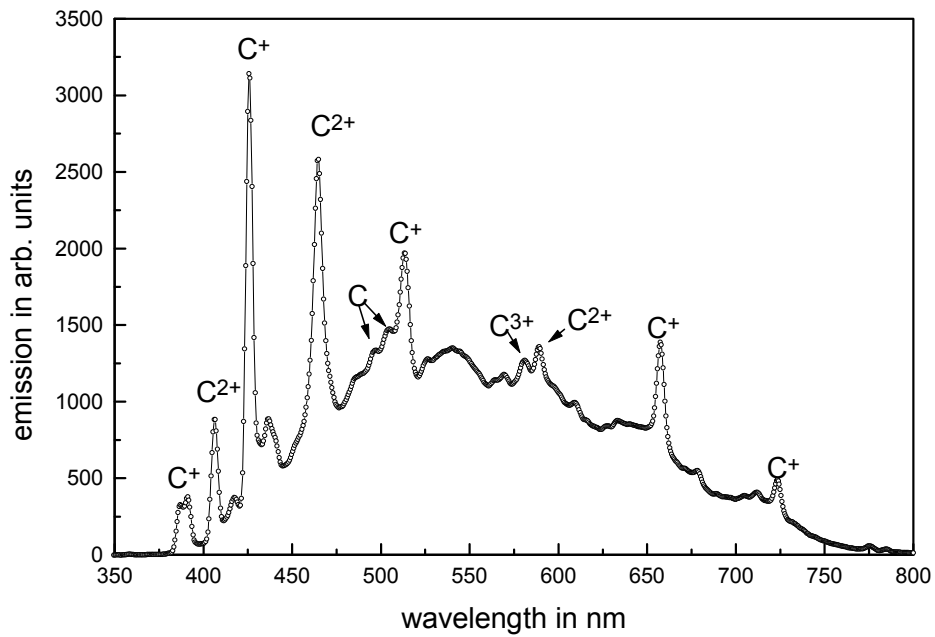
5.5. ábra. Az argonion energiaszint-diagramja



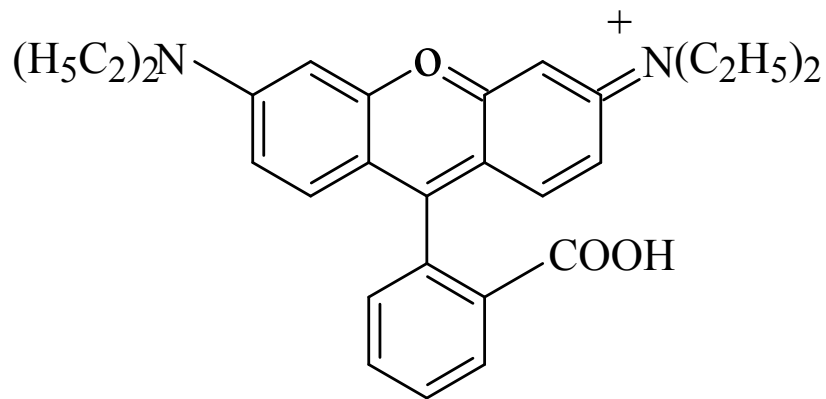
5.6. ábra. Argonlézer felépítése



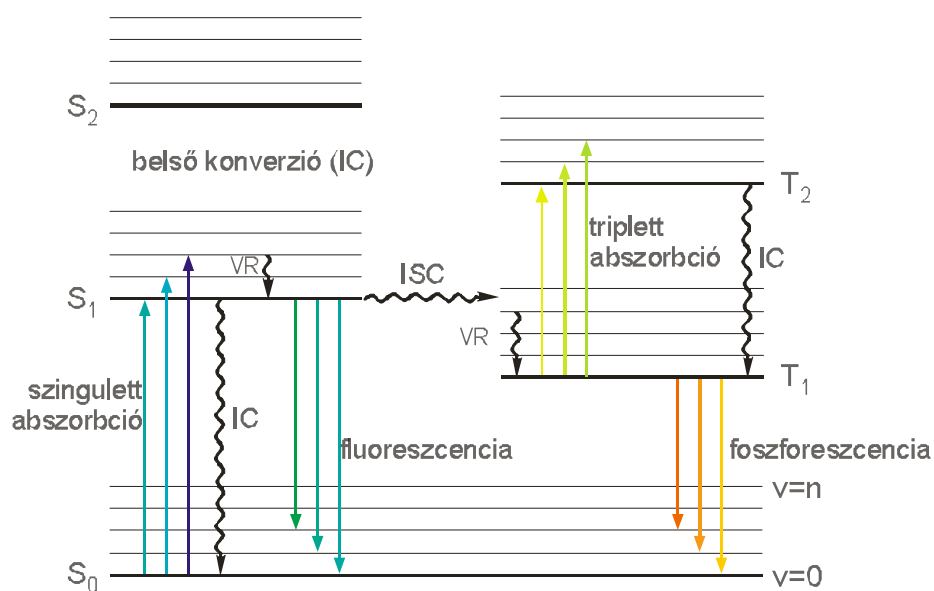
5.7. ábra. A CO₂ és a N₂ rezgési-forgási szintjei



5.8. ábra. Szénplazma emissziós spektruma



6.1. ábra. Rodamin B



VR: rezgési relaxáció

ISC: Spinváltó átmenet (Inter System Crossing)

IC: belső konverzió (Internal Conversion)

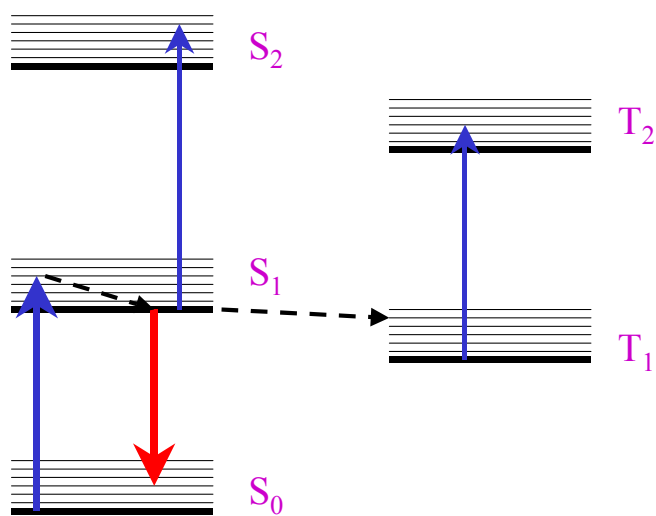
S: szingulett

T: triplett

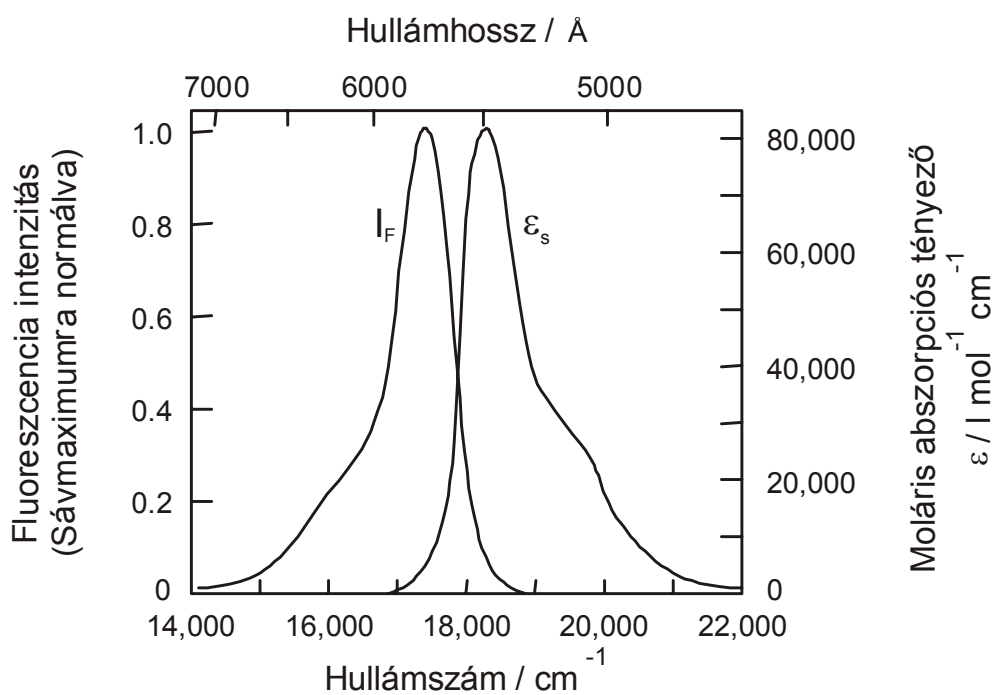
~~~~~> sugárzás nélküli átmenet

————> sugárzásos átmenet

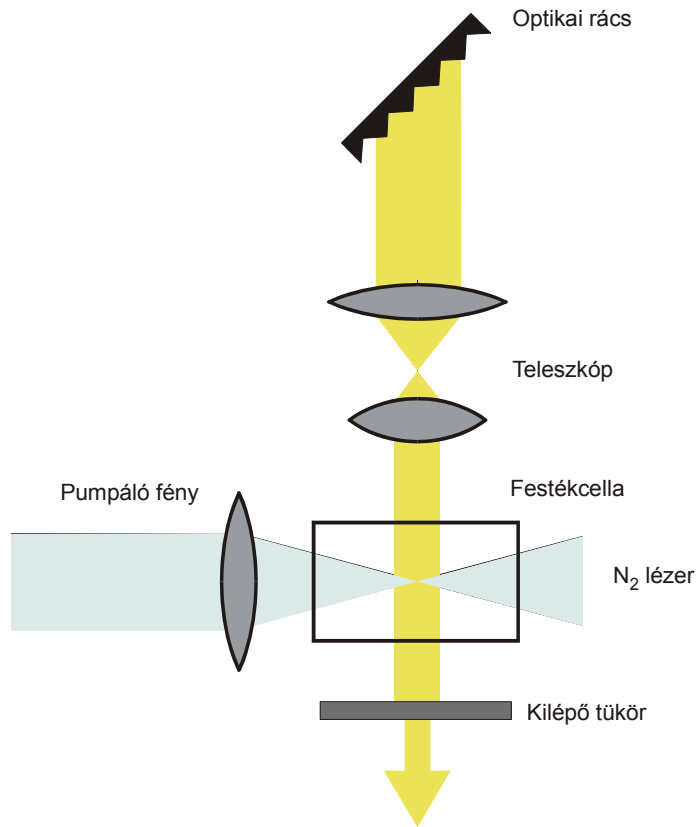
6.2. ábra. Jablonski diagram



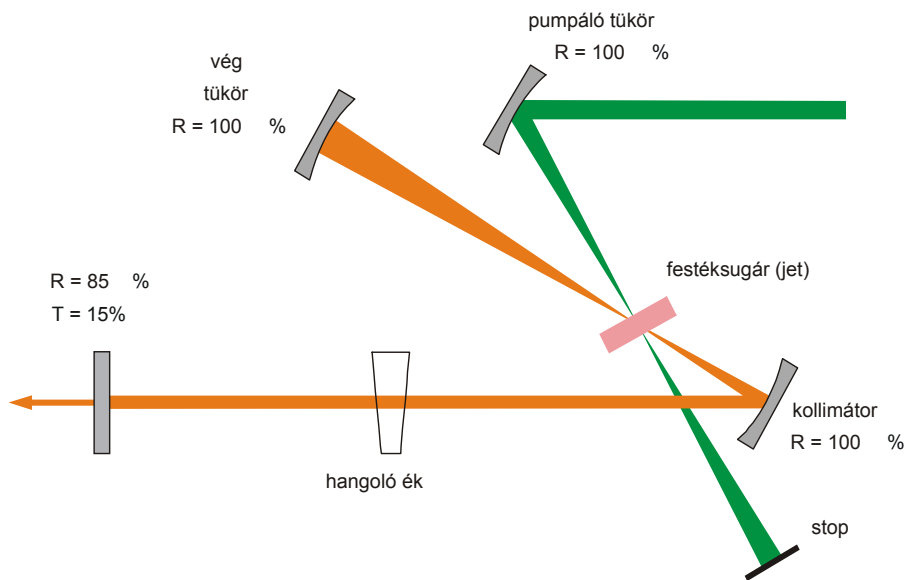
6.3. ábra. Egyszerűsített Jablonski diagram



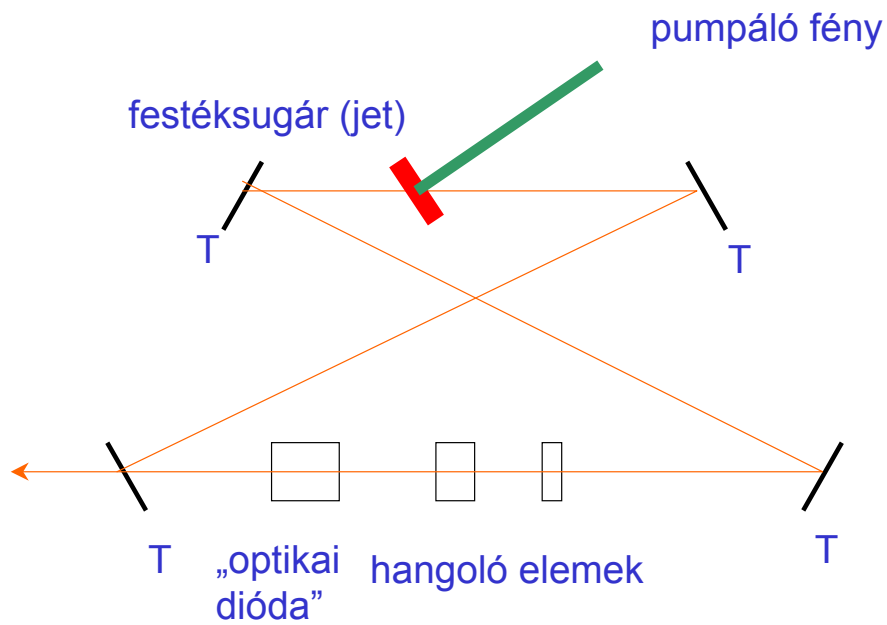
6.4. ábra. Rodamin-B abszorpció és emisszió színe metanolos oldatban



6.5. ábra. Átfolyó küvettás festéklézer

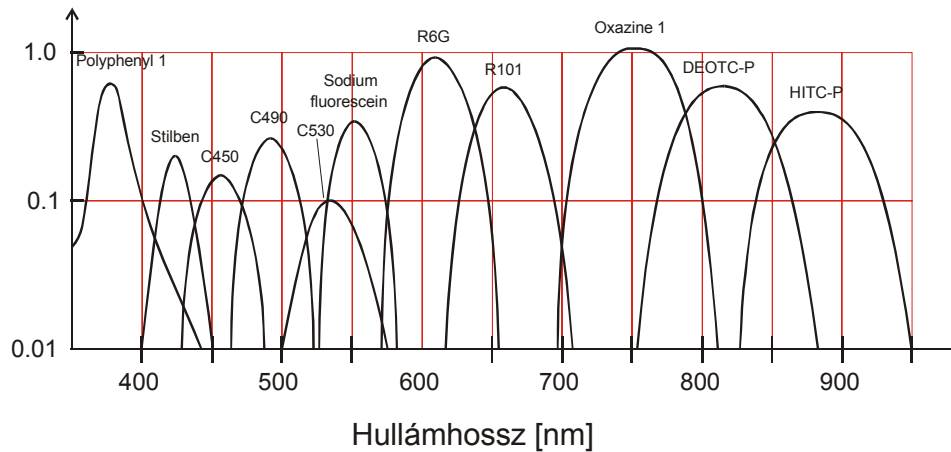


6.6. ábra. Folyadéksugaras festéklézer



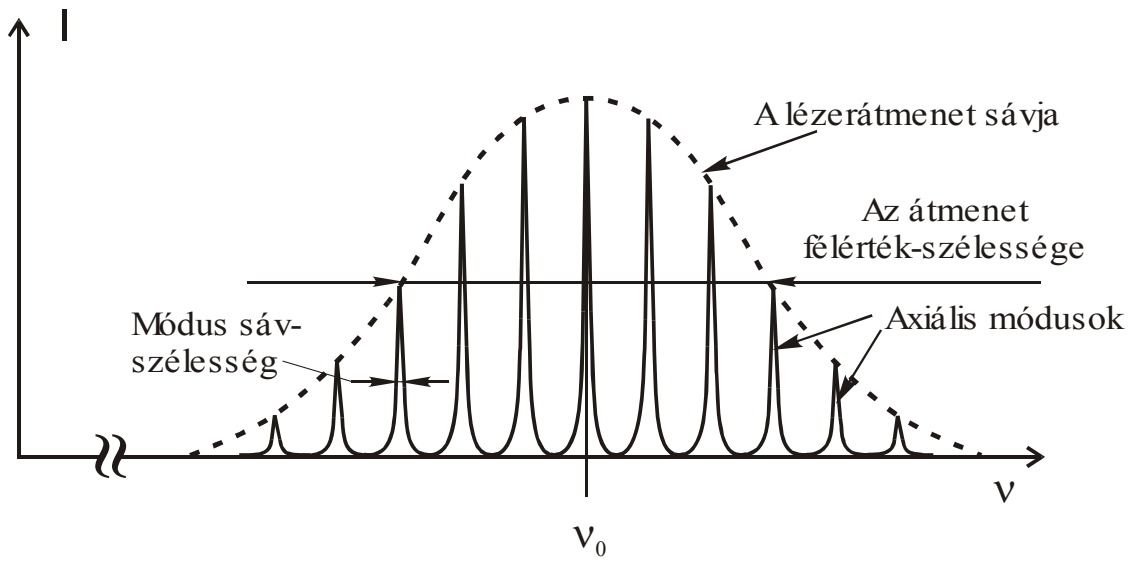
6.7. ábra. Gyűrű-festéklézer ("ring laser")

Tipikus  
lézersugár  
energia [W]

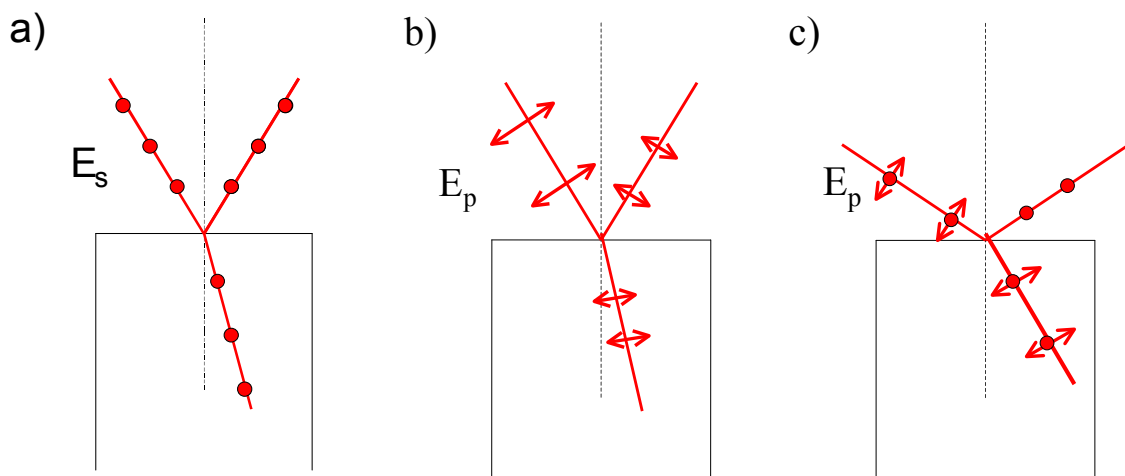


6.8. ábra. Festéklézer működési tartománya különböző festékekkel

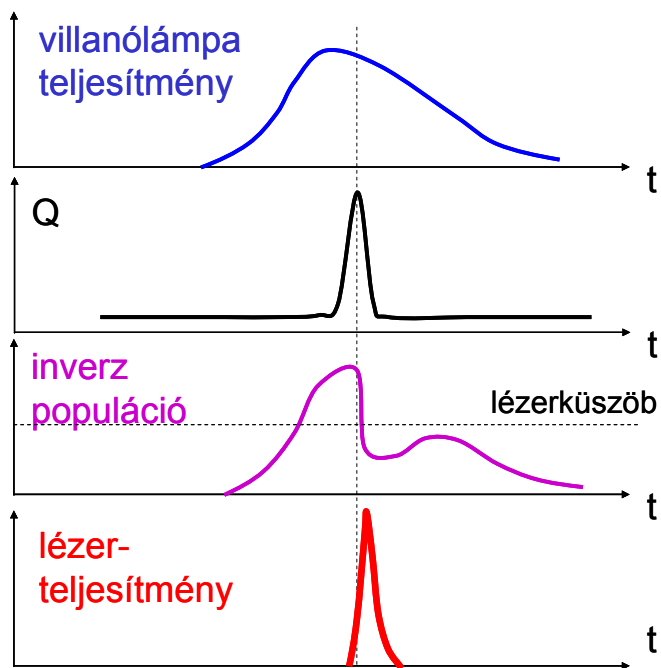




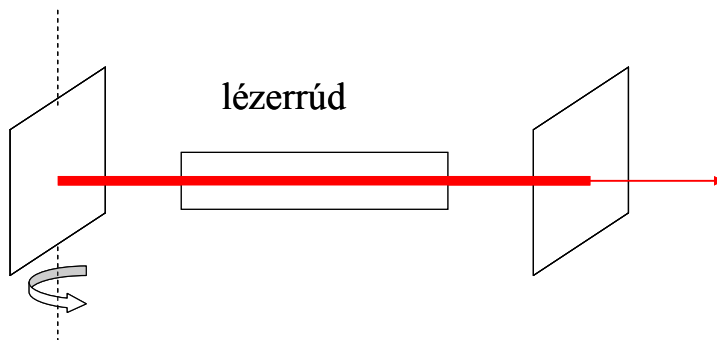
7.1. ábra. Axiális módusok



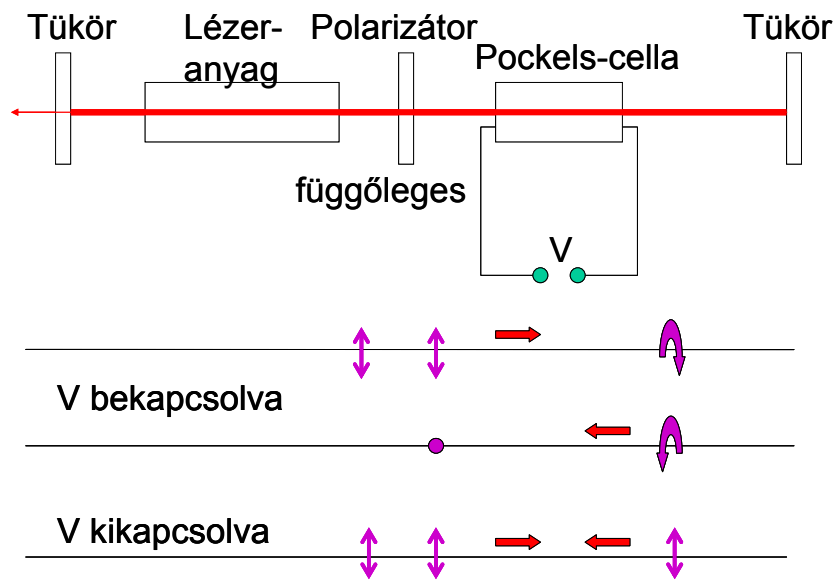
7.2. ábra. Polarizációs viszonyok megtört, ill. visszavert fénysugár esetén



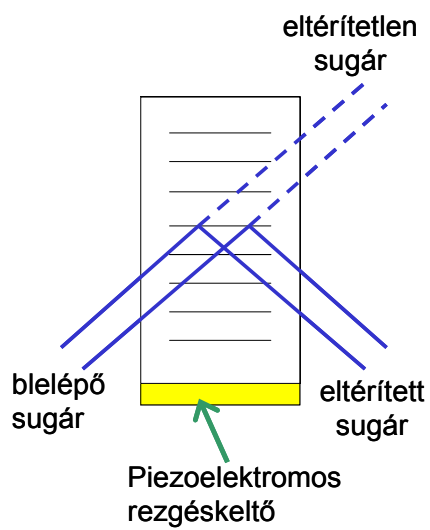
7.3. ábra Q-kapcsolás



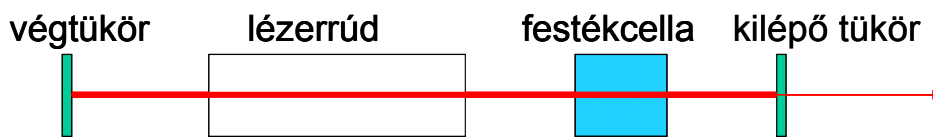
7.4. Q-kapcsolás forgó tükörrel



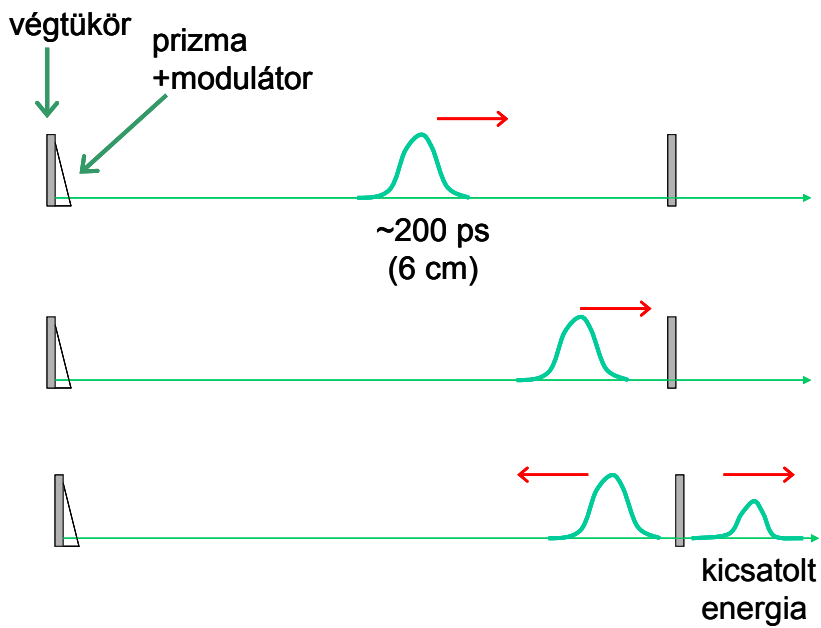
7.5. Elektrooptikai Q-kapcsolás



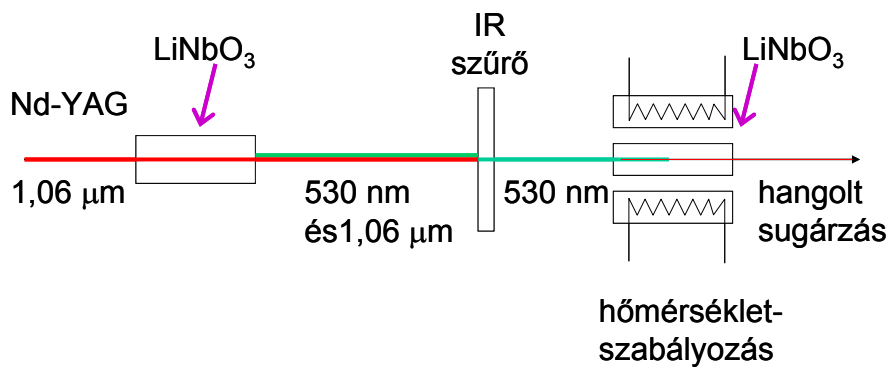
7.6. ábra. Elektroakusztikai Q-kapcsolás



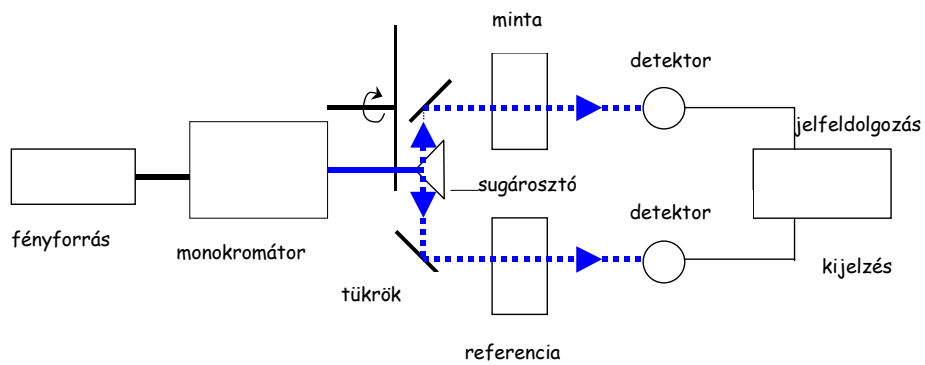
7.7. ábra Passzív Q-kapcsolás (móduscsatolás)



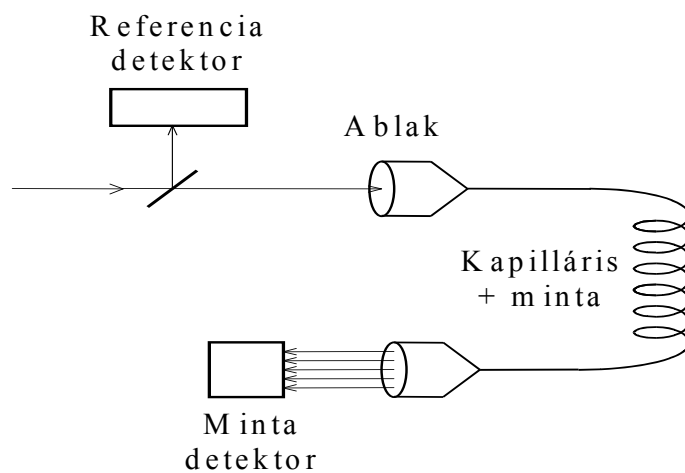
7.8. ábra. Móduscsatolás



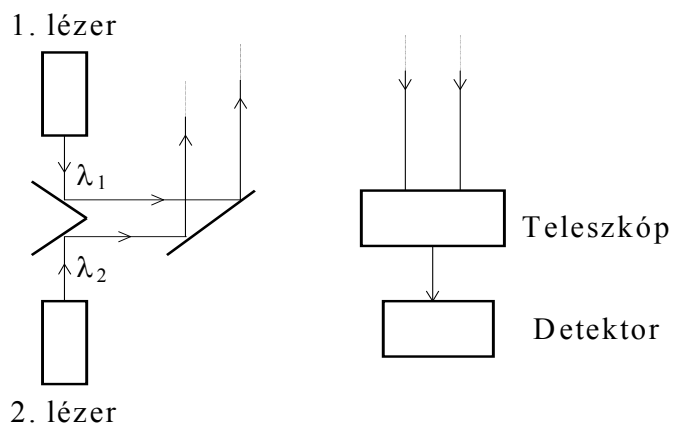
7.9. ábra. Optikai parametrikus oszcilláció



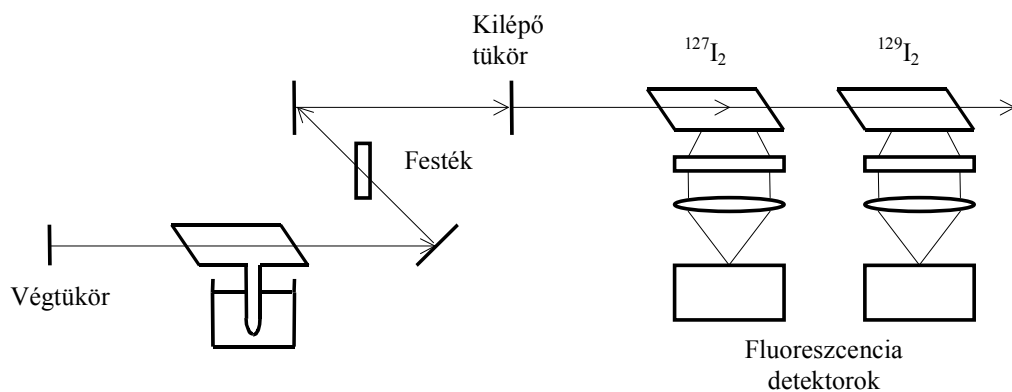
8.1. ábra. Kétsugaras UV/látható spektrométer



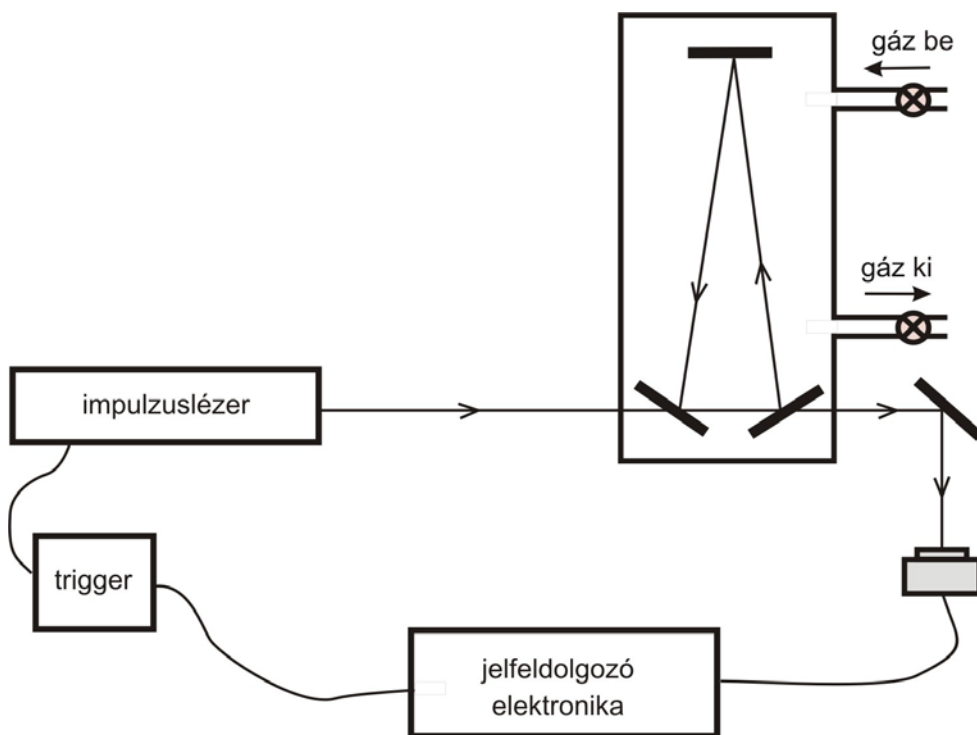
8.2. ábra. Fényabszorpció mérése kapillárisban



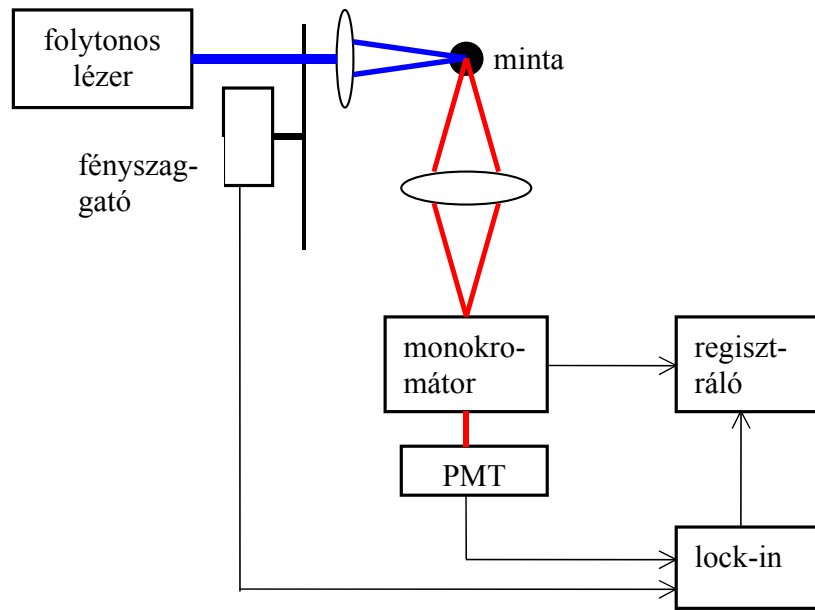
8.3. ábra. LIDAR



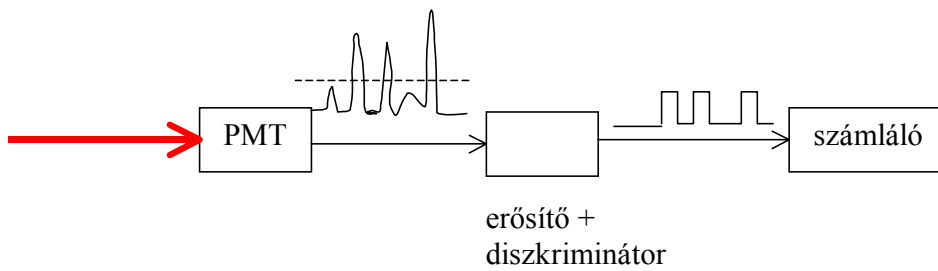
8.4. ábra. Rezonátoron belüli abszorpció mérése



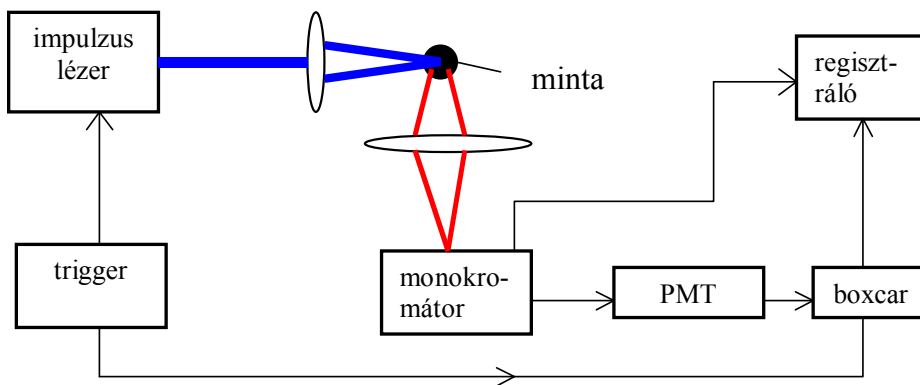
8.5. ábra. Üreglecsengési spektroszkópai mérőrendszer (Cavity ring-down spectroscopy)



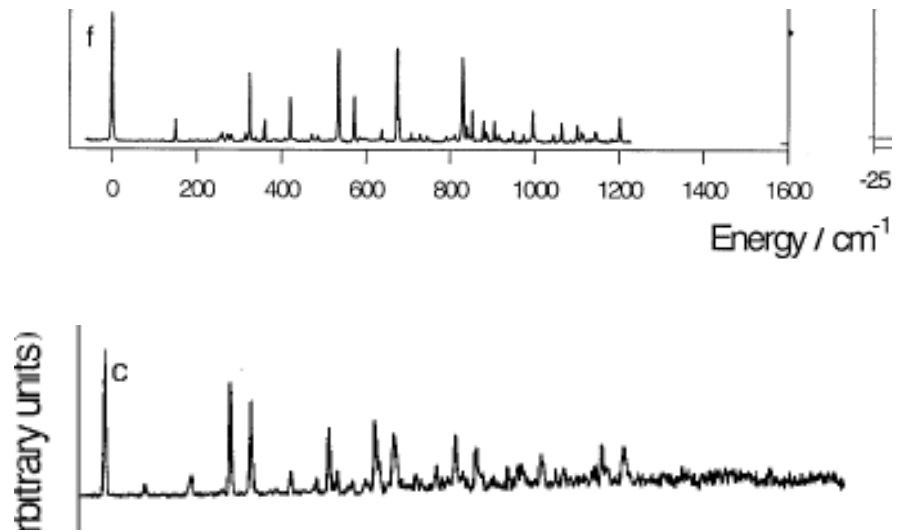
9.1. ábra. Fluoreszcencia-mérés folytonos lézerrel



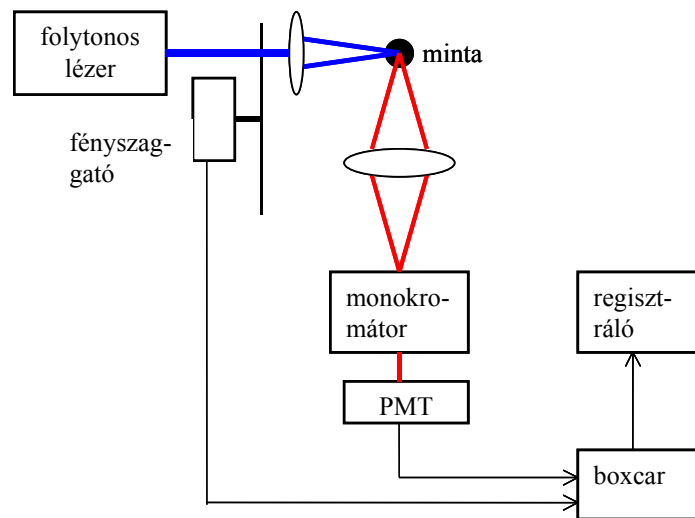
9.2. ábra. Foton számlálás



9.3. ábra. Fluoreszcencia-mérés impulzuslézerrel

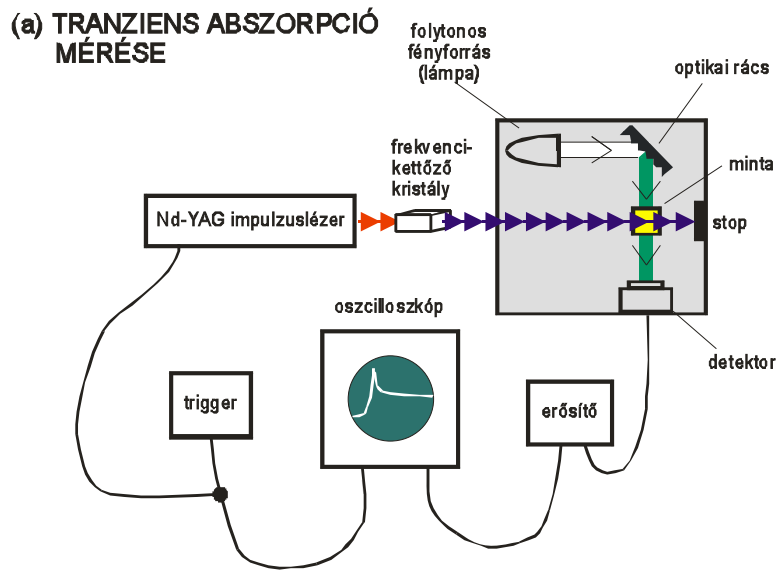


9.4. ábra. P- etoxi-anilin SVLFszínképe (felül gerjesztési, alul emissziós)  
PCCP 1, 2279 (1999)

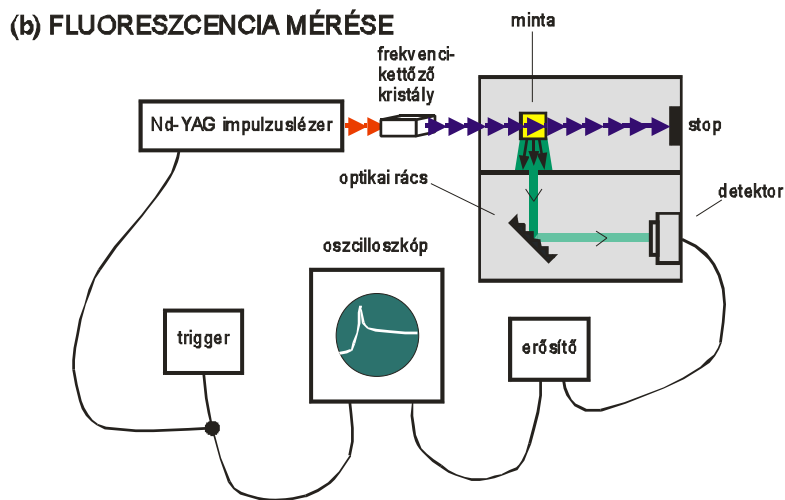


10.1. ábra. Időfelbontásos emisszió mérés boxcar-os rendszerrel.

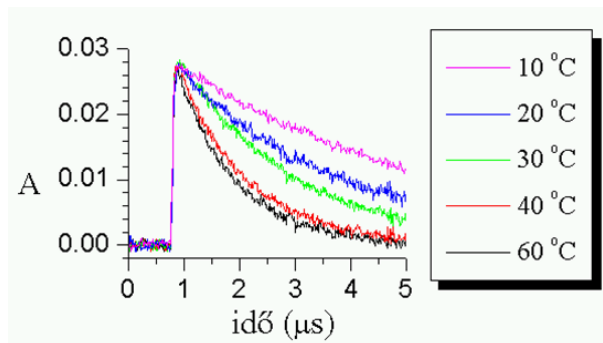




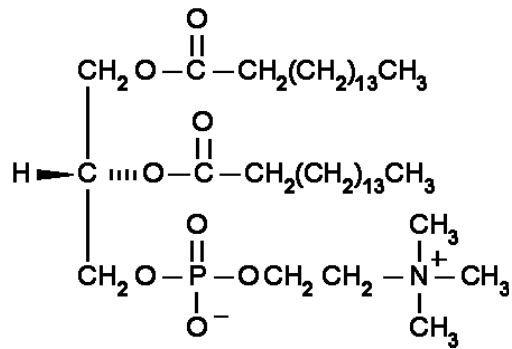
10.2. ábra. Villanófény fotolízis: tranziens abszorpció mérése



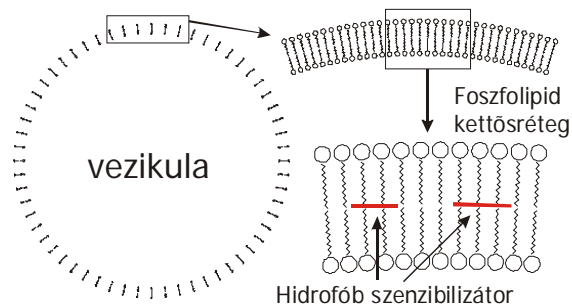
10.3. ábra. Villanófény fotolízis tranziens emisszió mérése



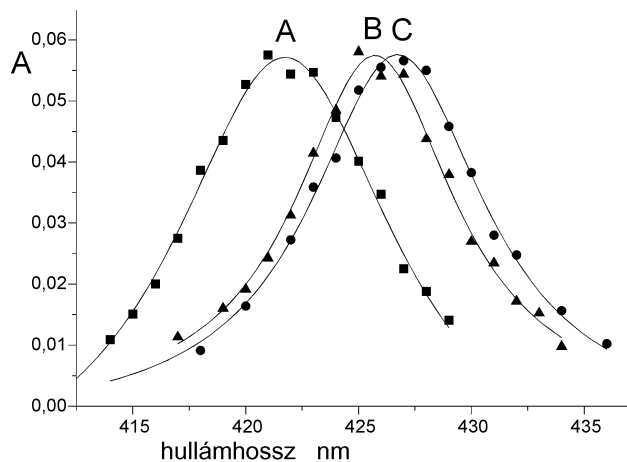
10.4. ábra. Foszfolipid vezikula kettősrétegében oldott porfirin triplett lecsengése oxigén jelenlétében



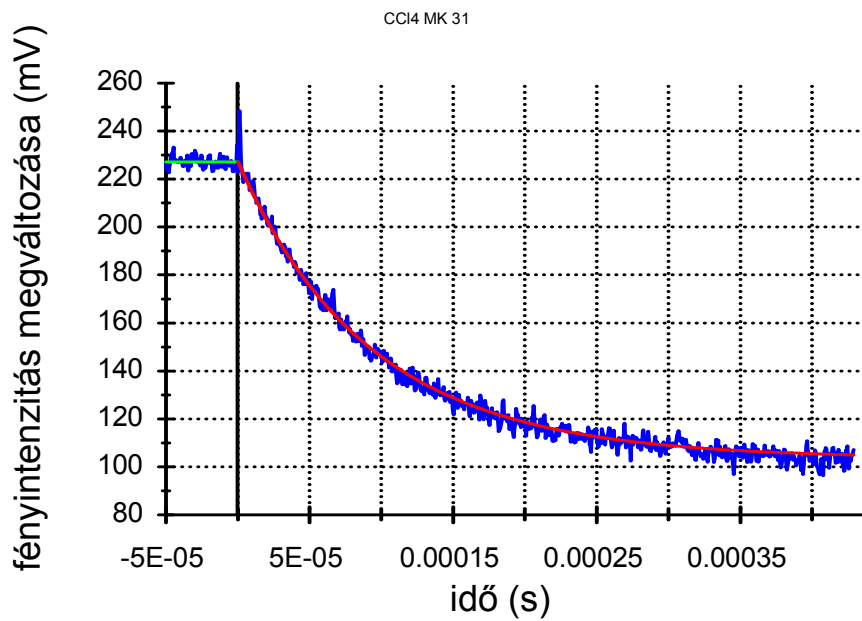
10.5. ábra. Foszfolipid: sejtmembránokban található anyagok, hidrofil „fej” és lipofil „farokkal”



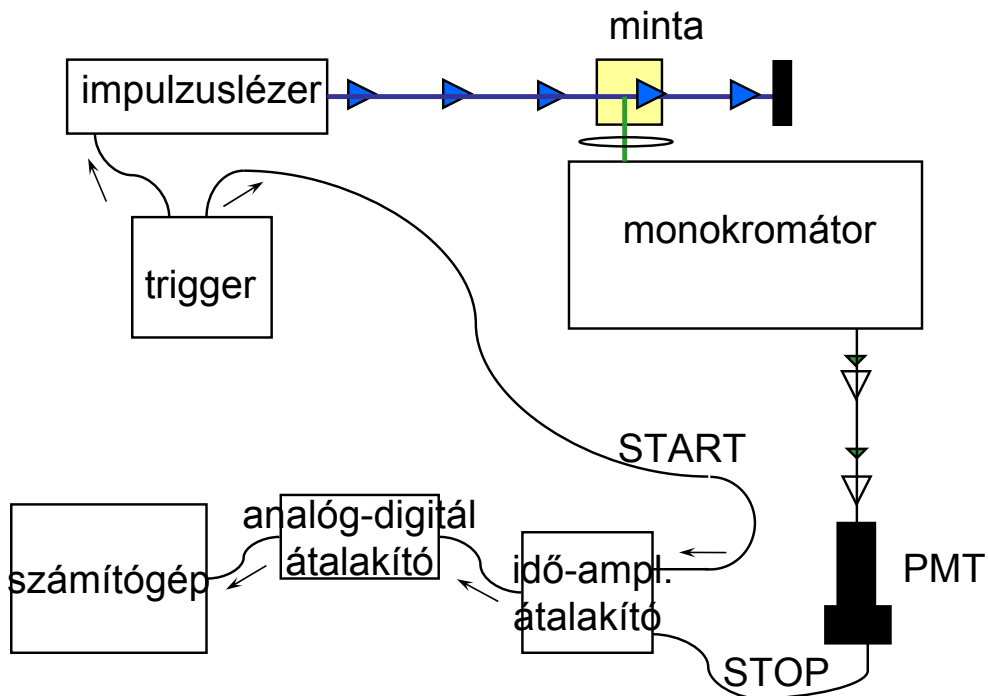
10.6. ábra. Egy foszfolipid vezikula (idealizált) szerkezete, feltüntetve az apoláros próbamolekula legvalószínűbb helyét.



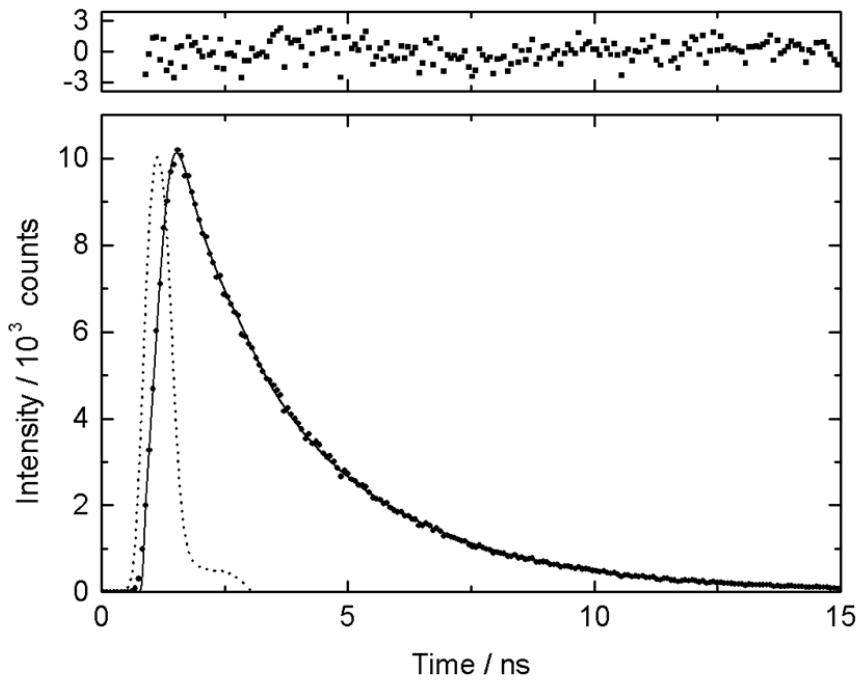
10.7. ábra. Triplet antracén abszorpciós spektruma  
 A: hexánban,  
 B: DMPC vezikulában 25°C-on,  
 C: DMPC vezikulában 18°C-on.



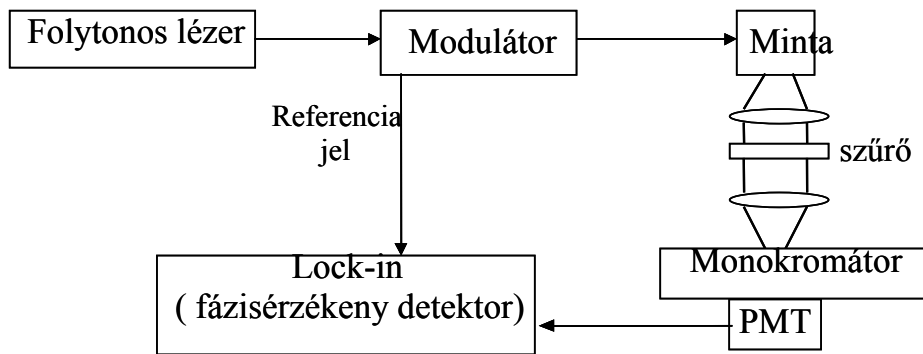
10.8. ábra. Szingulett oxigénnel reagáló akceptor fogyása az akceptor abszorbanáciájának mérésével.



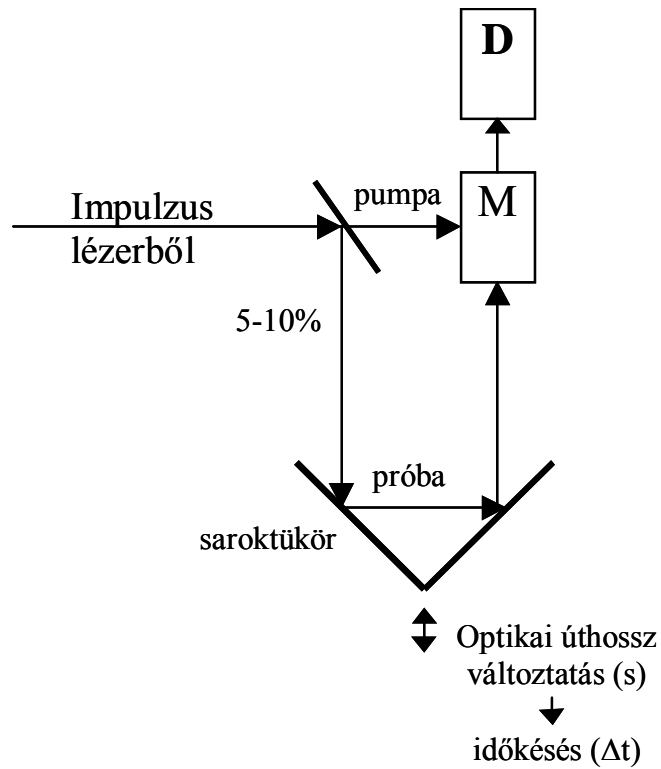
10.9. ábra. Időkorrelált egyfotonszámlálás mérőrendszer



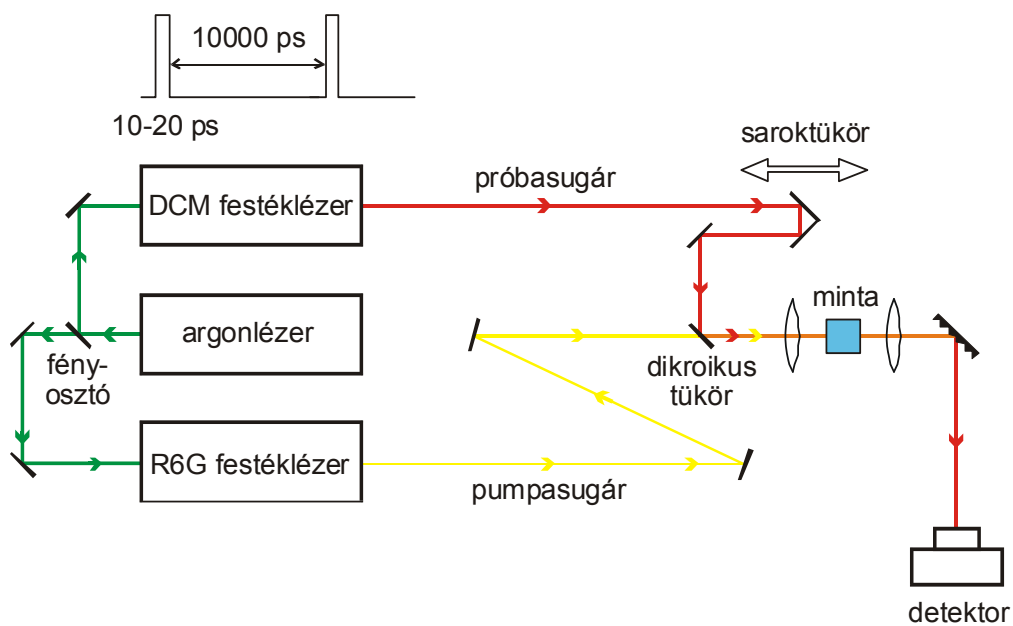
10.10. ábra. Níluskék festék fluoreszcencia-lecsengése toluolban



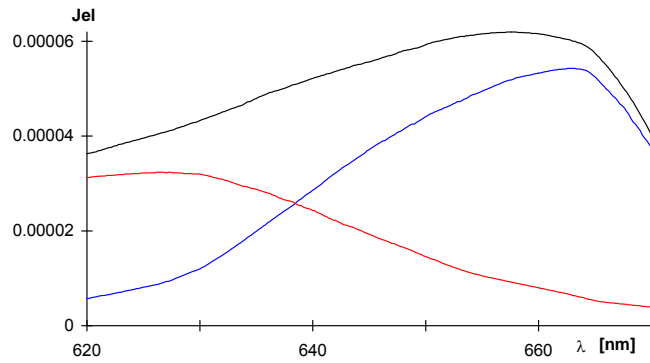
10.11. ábra. Fázismodulációs mérőrendszer



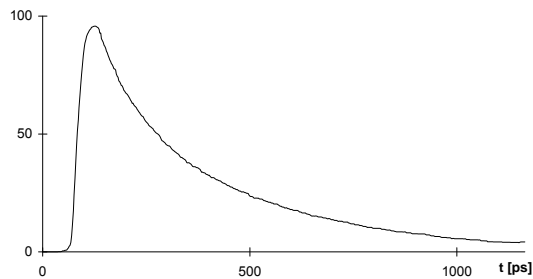
10.12. ábra. Pumpa-próba mérőrendszer I: tranziens abszorpció mérése egy lézerral



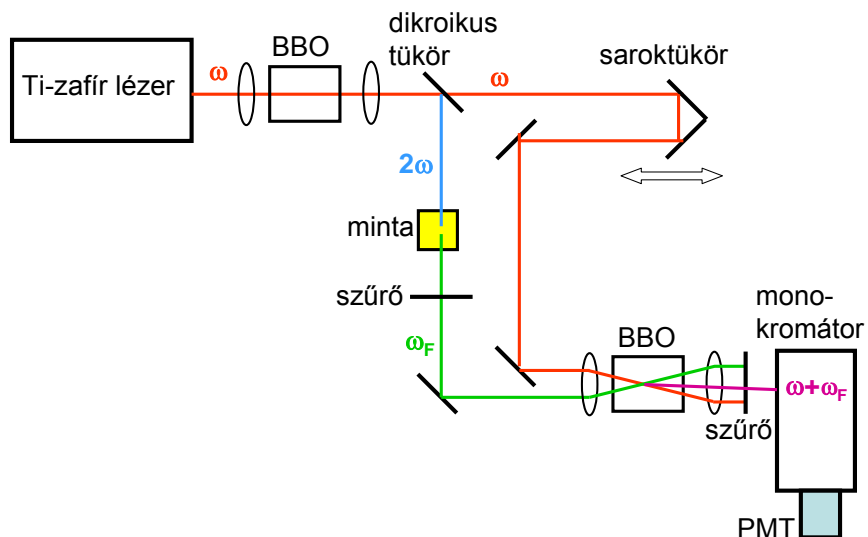
10.13. ábra. Pumpa-próba mérőrendszer II: tranziens abszorpció két lézerral



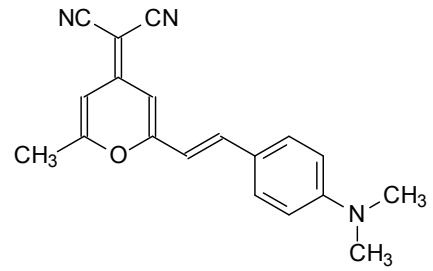
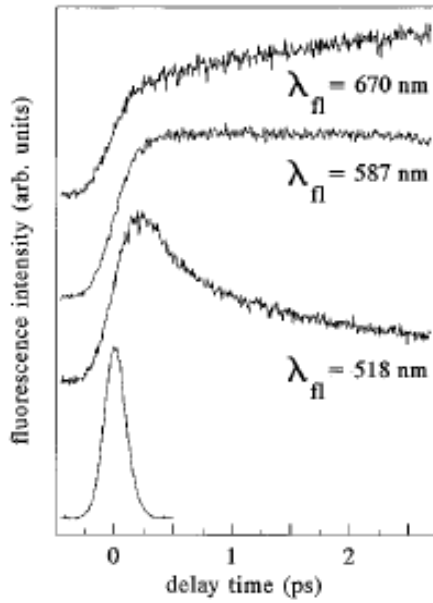
10.14. ábra. Níluskék metanosos oldatának tranziens abszorpciója pumpa-próba módszerrel mérve ( $\lambda_{\text{pumpa}} = 586 \text{ nm}$ )



10.15. ábra. Níluskék tranziens absz. lecsengése vizes oldatban pumpa-próba módszerrel mérve ( $\lambda_{\text{pumpa}} = 586 \text{ nm}$ ,  $\lambda_{\text{próba}} = 647 \text{ nm}$ )

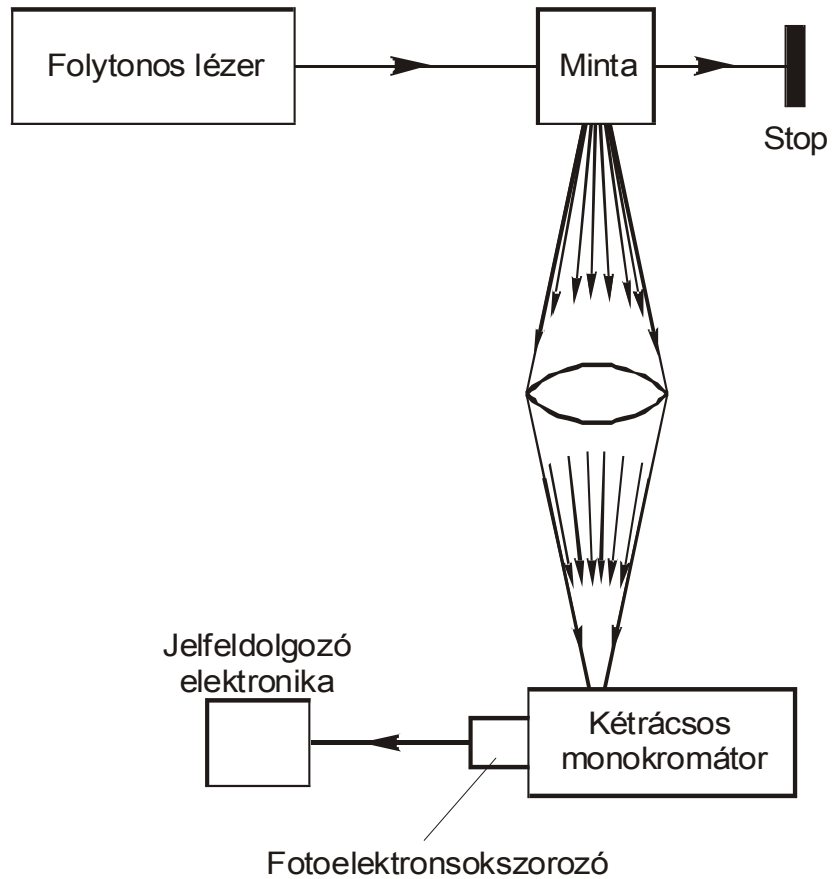


10.16. ábra. Pumpa-próba Módszer III: tranziens emisszió mérésére: „Fluorescence up-conversion” Femtoszekundumos folyamatok vizsgálatára használható

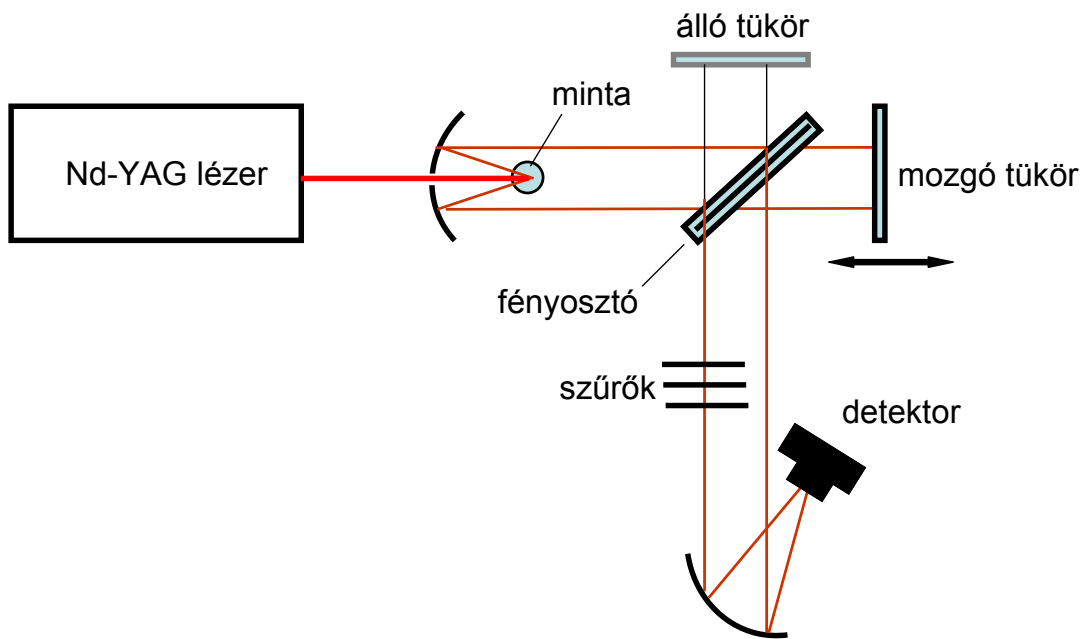


Magyarázat: a kisebb hullámhosszakon gerjeszthető S2, S3 állapotokból töltődik fel az S1  
 P. van der Meulen, J.Phys. Chem. 100, 5367 (1996)

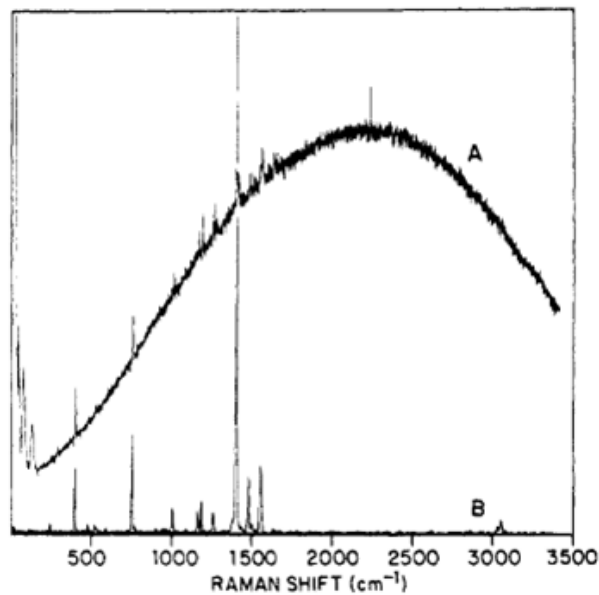
10.17. ábra. DCM lézerfesték fluoreszcencia-lecsengése etilén-glikolban



11.1. ábra. Diszperziós Raman-spektrométer



11.2. ábra. FT-Raman spektrométer

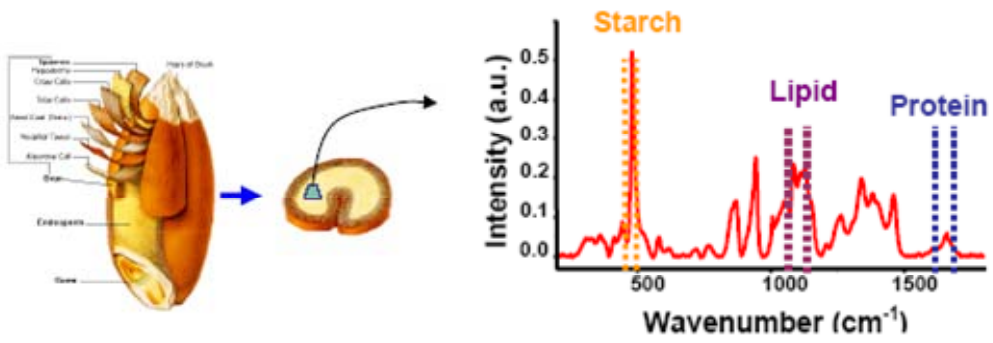


- (A) Diszperziós Raman-készülék,  $\lambda_{exc}=514,5$  nm  
 (B) FT-Raman készülék,  $\lambda_{exc}=1064$  nm

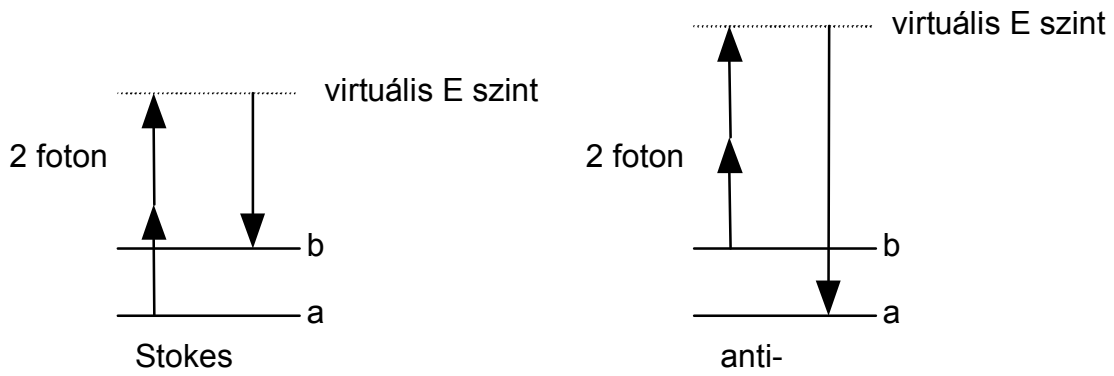
11.3. ábra. Antracén Raman-színképe



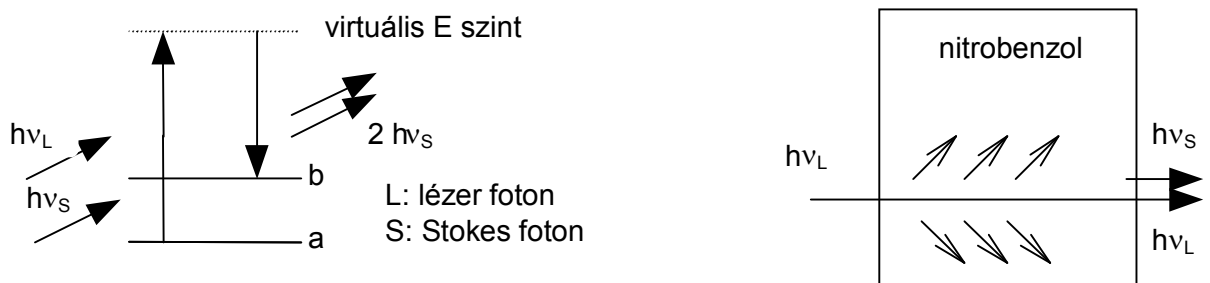
*Búzaszem*



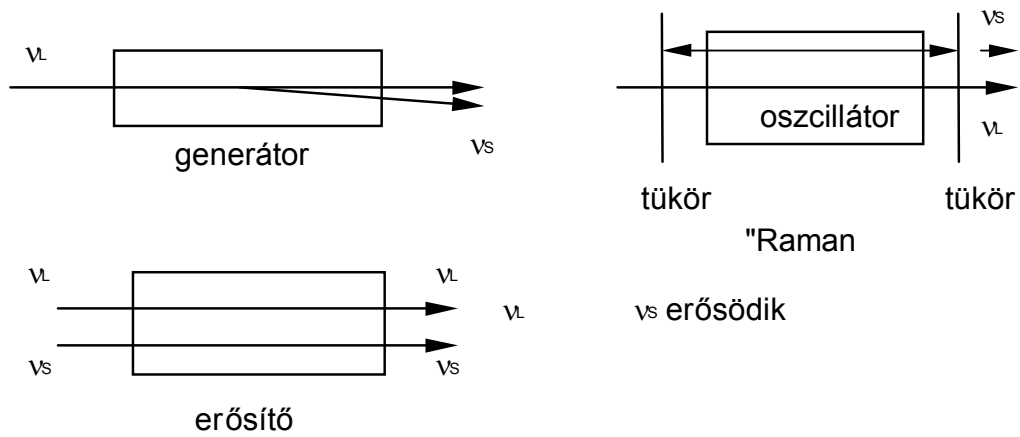
11.4. ábra. Raman mikroszkóp



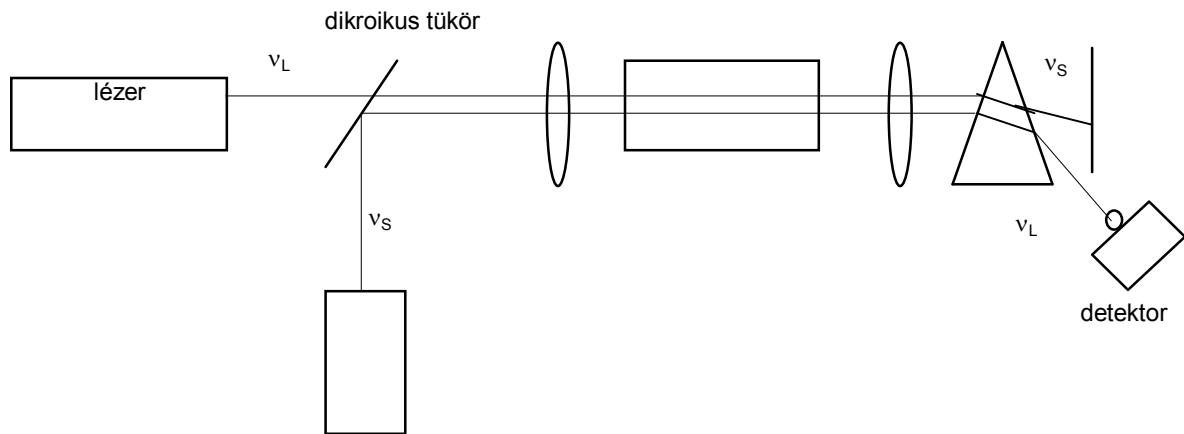
11.5. ábra. Hiper Raman effektus



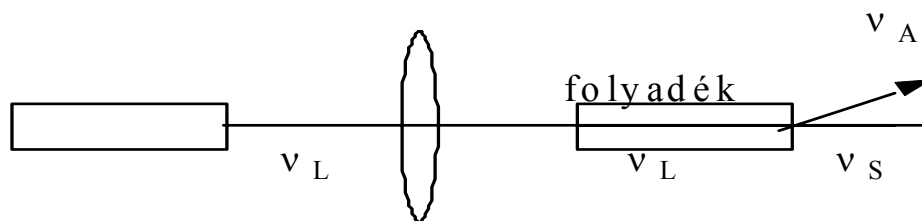
11.6. ábra. Stimulált (indukált) Raman effektus



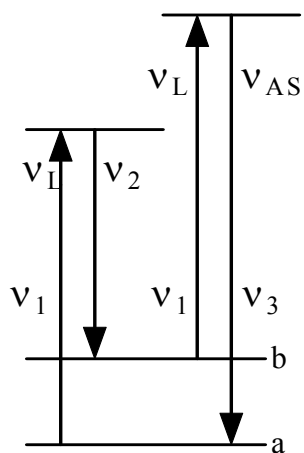
11.7. ábra. Kísérleti megvalósítások



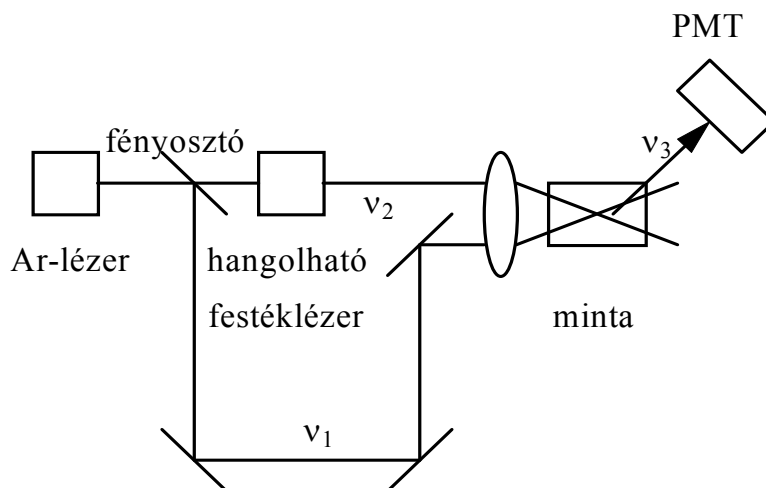
11.8. ábra. Inverz Raman spektrométer



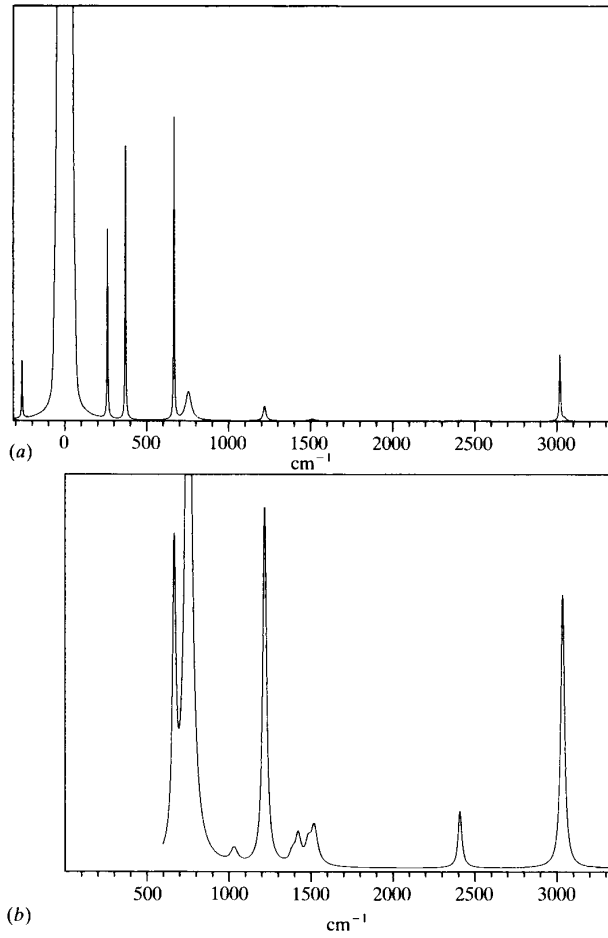
11.9. ábra. CARS alapkísérlet



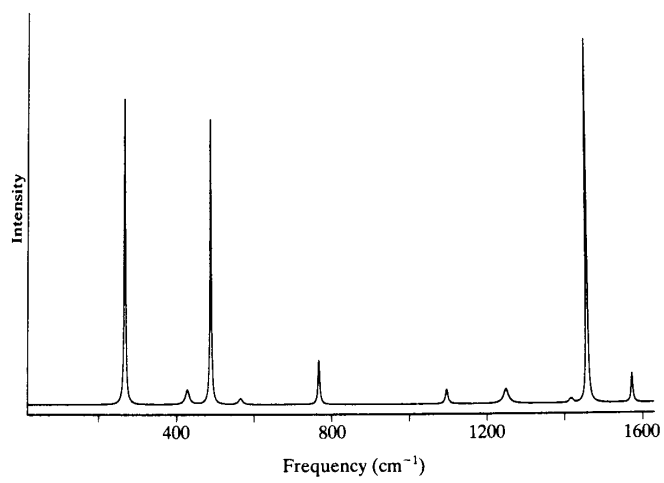
11.10. ábra. CARS termdiagramja



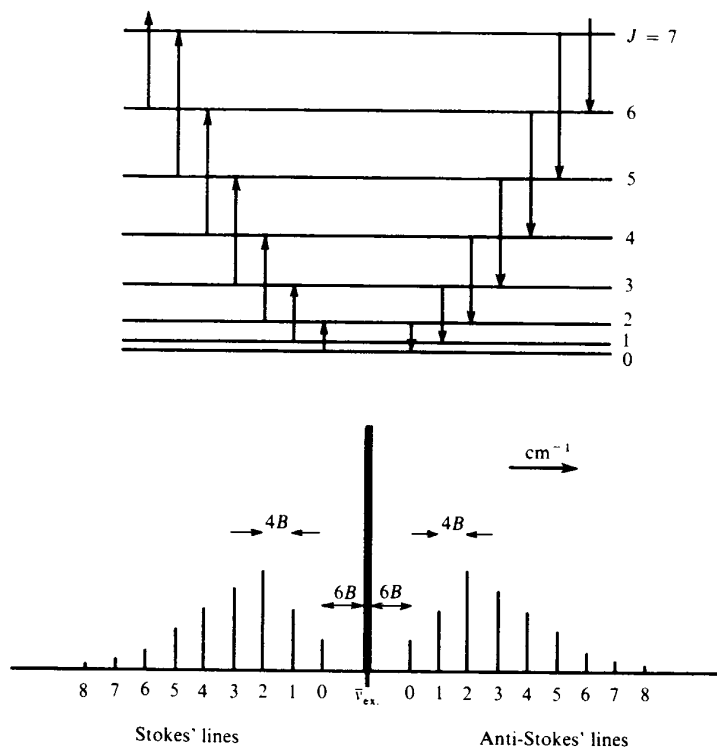
11.11. ábra. CARS készülék



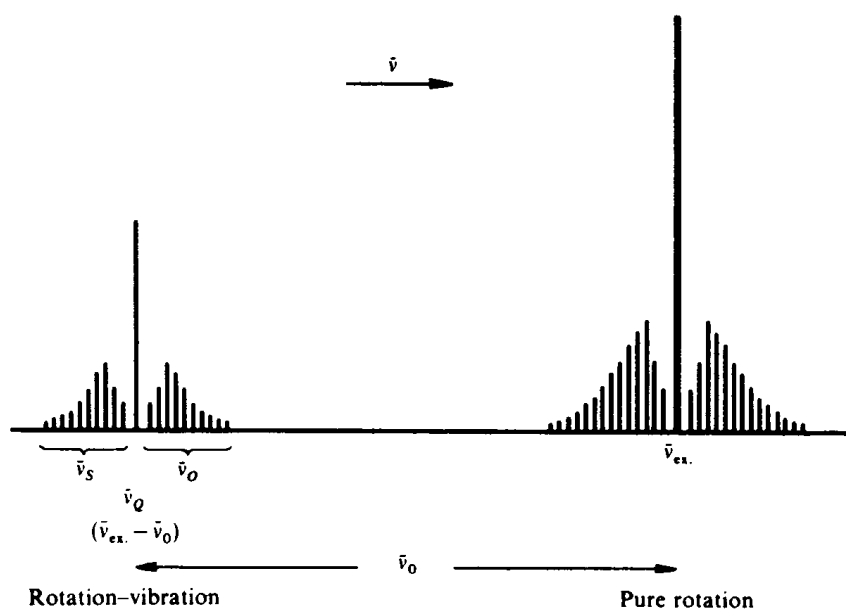
11.12. ábra. Kloroform Raman (a) és IR (b) spektruma



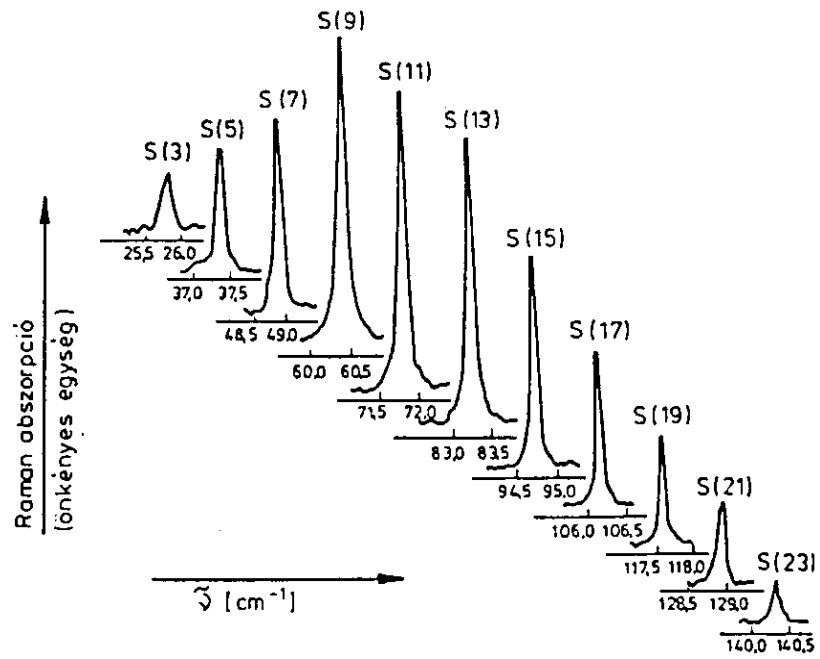
11.13. ábra. C<sub>60</sub> FT-Raman spektruma



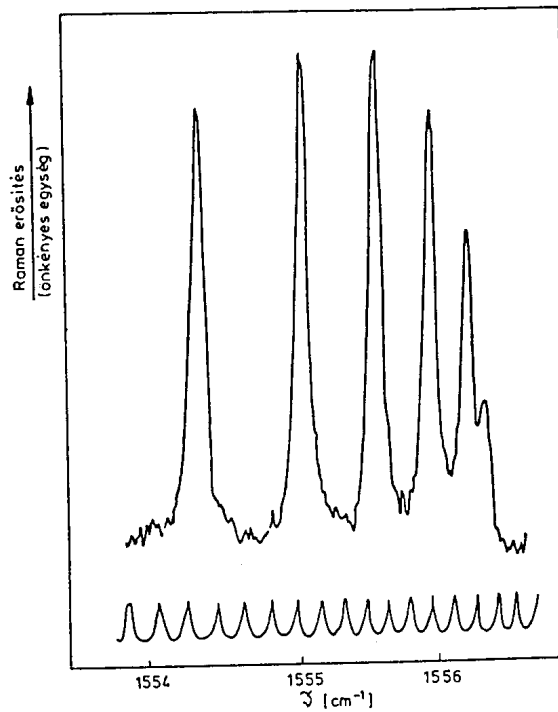
11.14. ábra. Kétatomos molekula forgási energiaszintjei és a Raman-átmenetek



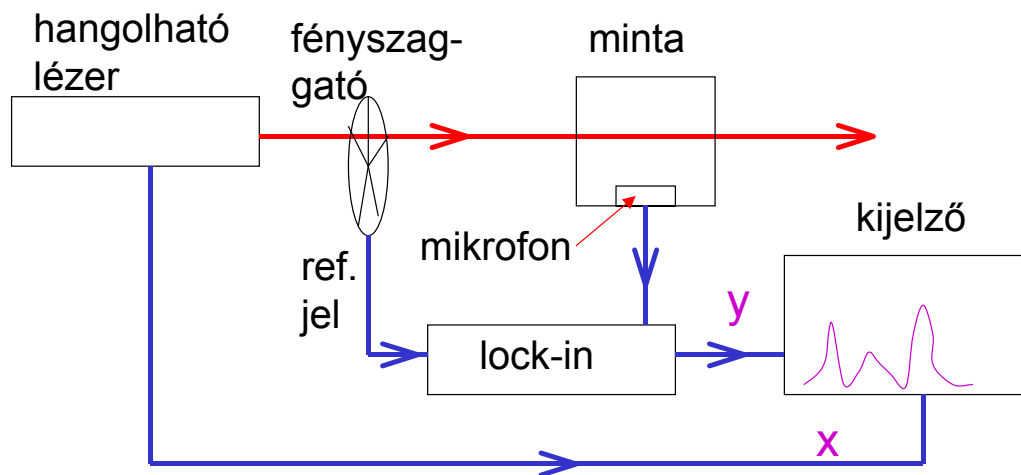
11.15. ábra. Kétatomos molekula Raman-spektruma



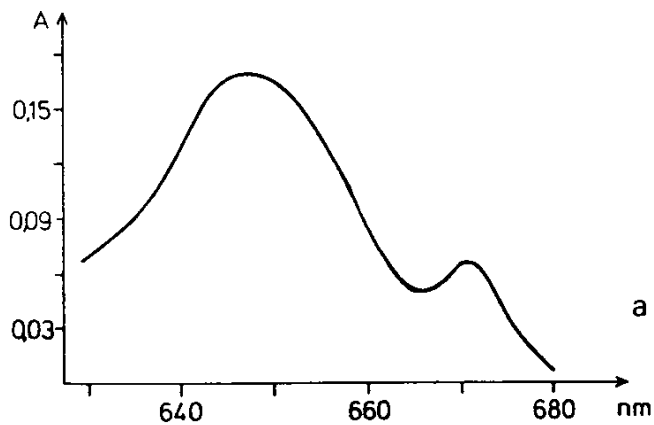
11.16.  $O_2$  tiszta rotációs inverz Raman-spektruma



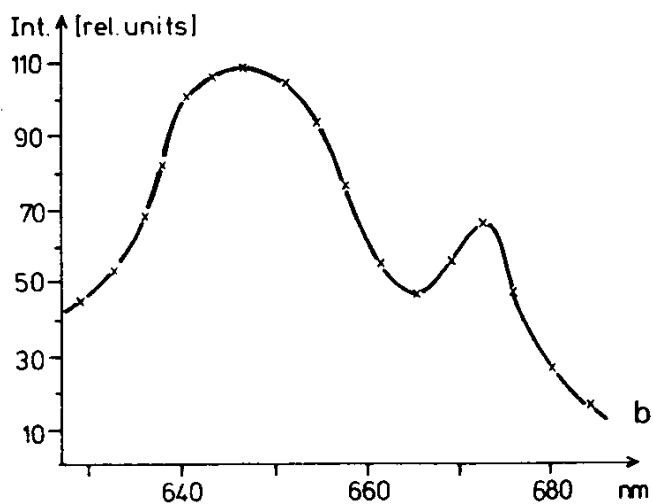
11.17. ábra.  $O_2$  Q-ágának Raman-erősítési spektruma



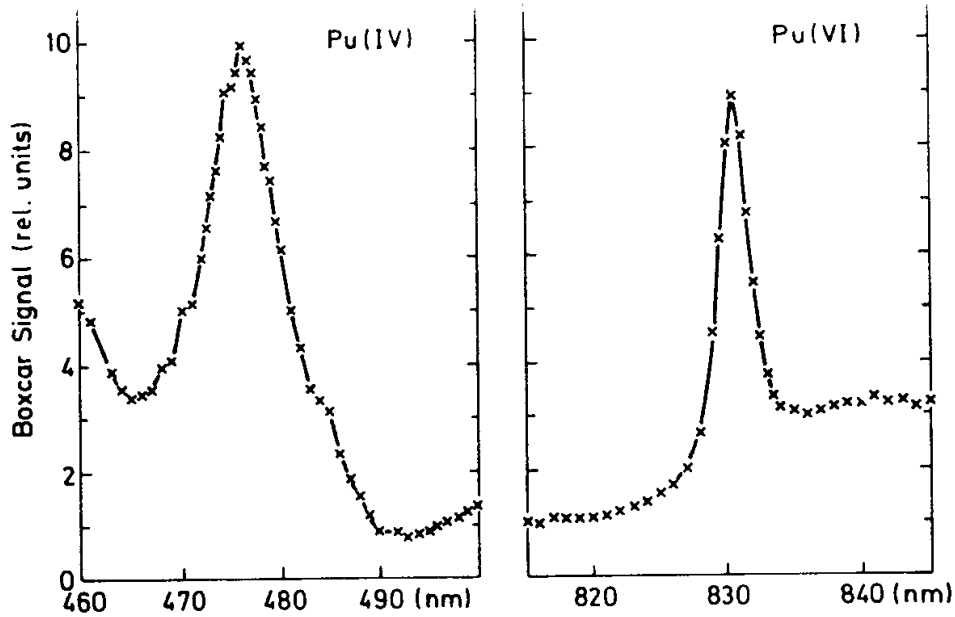
12.1. ábra. Fotoakusztikus spektrométer folytonos lézerrel



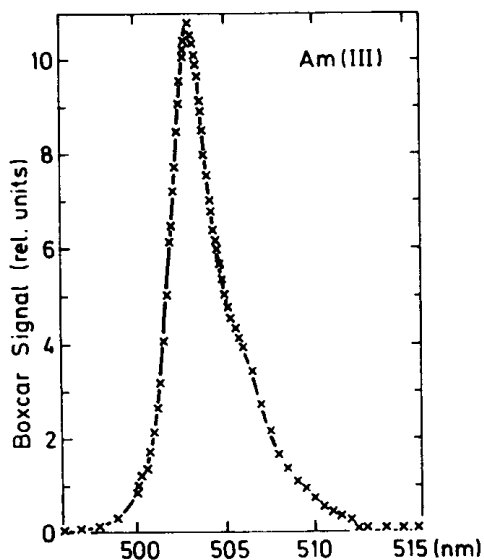
12.2. ábra. a) U(IV) vizes oldatának abszorpciós spektruma.  
Konc.:  $\sim 8 \cdot 10^{-3}$  mol/l



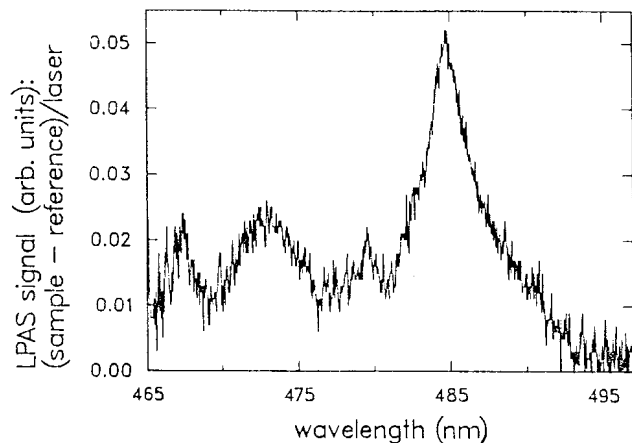
12.2. ábra. b) U(IV) vizes oldatának fotoakusztikus spektruma impulzus-festéklézerrel mérve.  
Konc.:  $\sim 8 \cdot 10^{-3}$  mol/l  
Kimutatási határ  $8 \cdot 10^{-7}$  mol/l



12.3. ábra. Pu(IV) Pu(VI) vizes oldatának fotoakusztikus spektruma impulzus-festéklézerrel mérve. Konc.:  $2 \cdot 10^{-5}$  mol/l. Kimutatási határ  $3 \cdot 10^{-8}$  mol/l, ill.  $7 \cdot 10^{-8}$  mol/l.

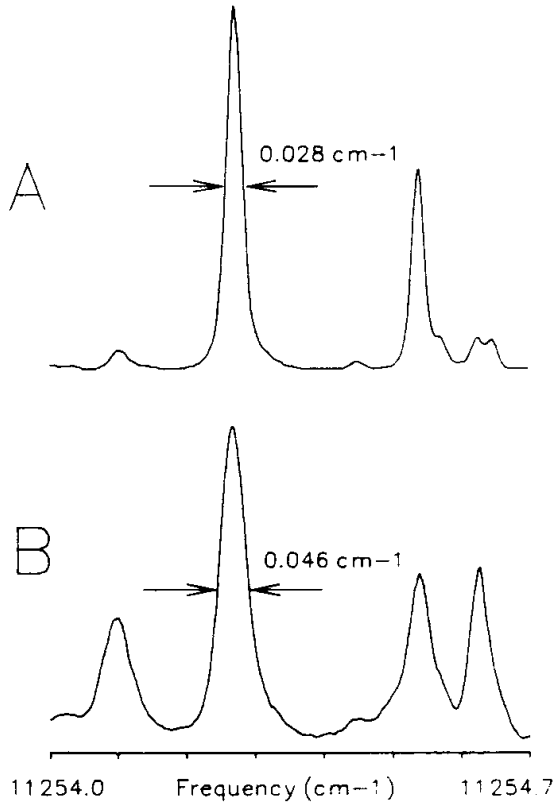


12.4. ábra. Am(III) vizes oldatának fotoakusztikus spektruma impulzus-festéklézerrel mérve. Konc.:  $1,6 \cdot 10^{-5}$  mol/l. Kimutatási határ  $2 \cdot 10^{-8}$  mol/l

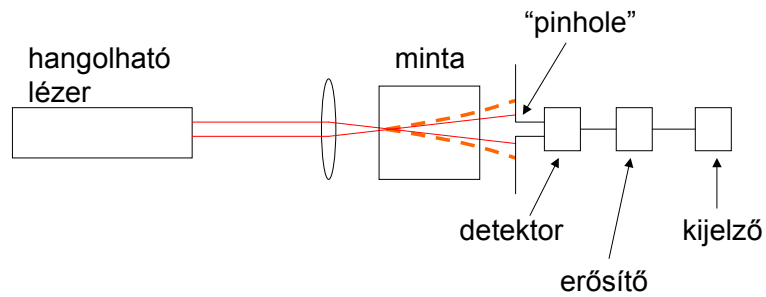


12.5. ábra. Am(III) vizes oldatának fotoakusztikus spektruma impulzus-festéklézerrel mérve. Konc.:  $1,6 \cdot 10^{-5}$  mol/l. Kimutatási határ  $2 \cdot 10^{-8}$  mol/l

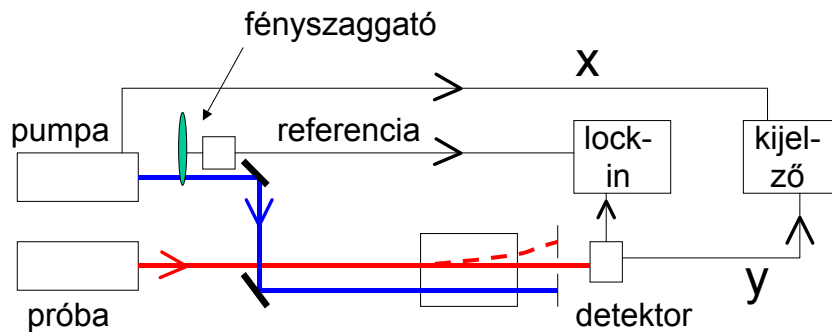




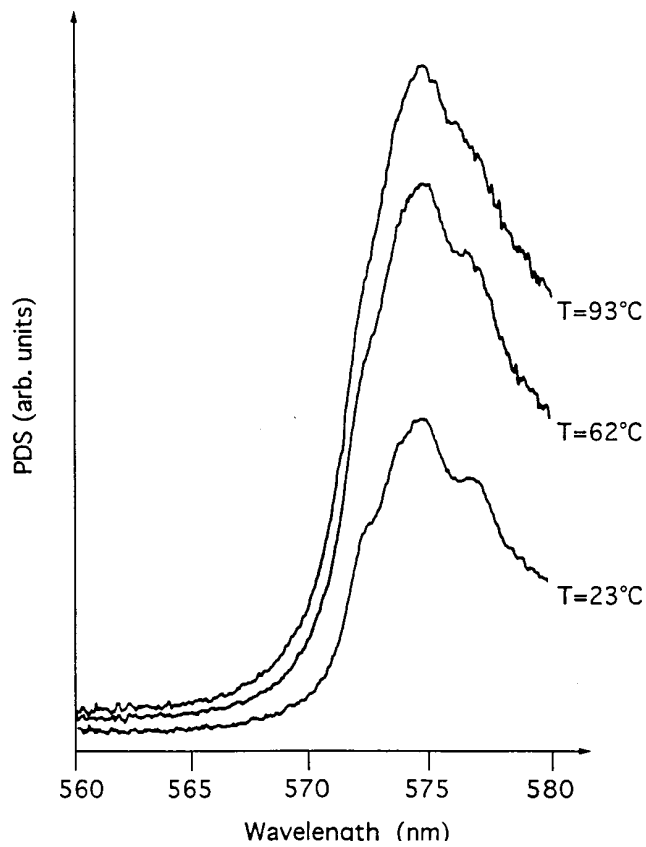
12.6. ábra. Metán nagyfelbontású fotoakusztikus spektrum-részlete  
 A) 100 K-en  
 B) 298 K-en



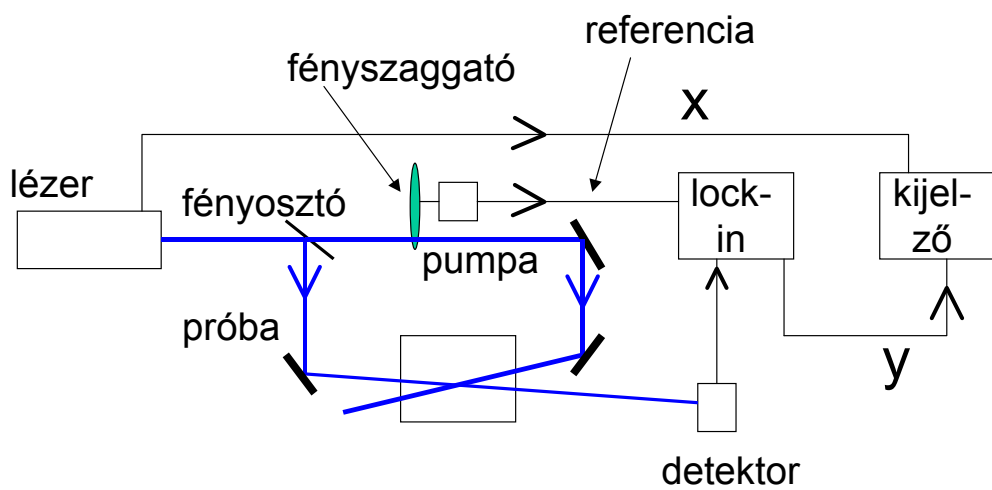
12.7. ábra. Termikus lencse spektrométer egy lézerrel



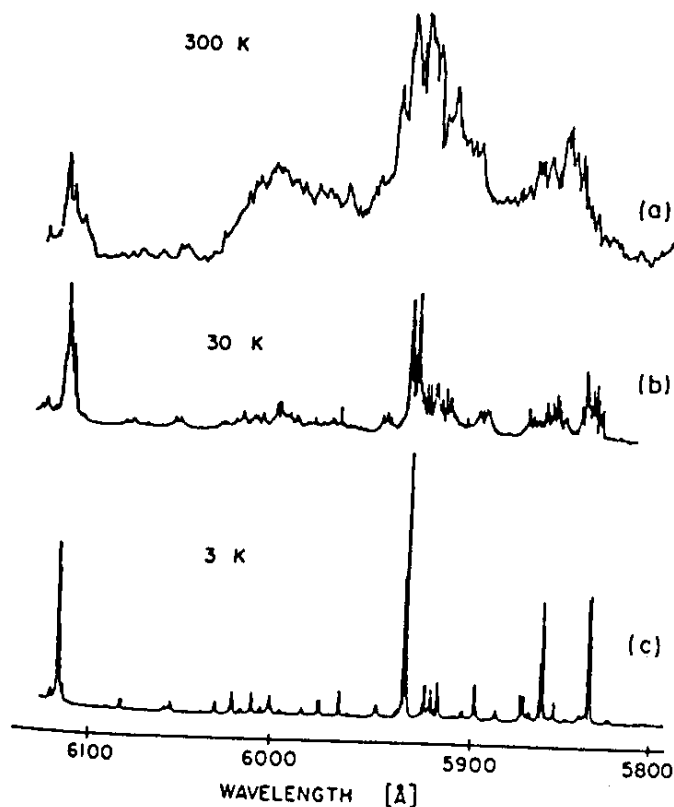
12.8. ábra. Termikus lencse spektrométer két lézerrel



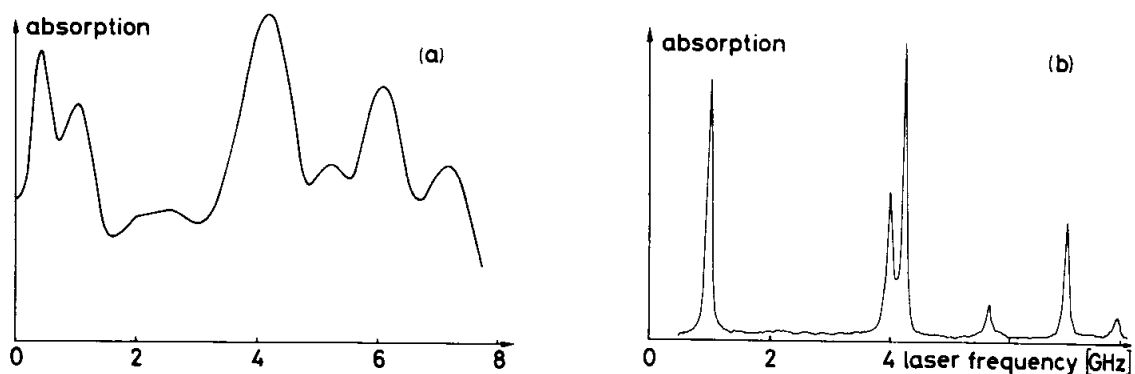
12.9. ábra. Nd(III) termikus lencse spektruma különböző hőmérsékleteken. Konc.:  $1 \cdot 10^{-3}$  mol/l.



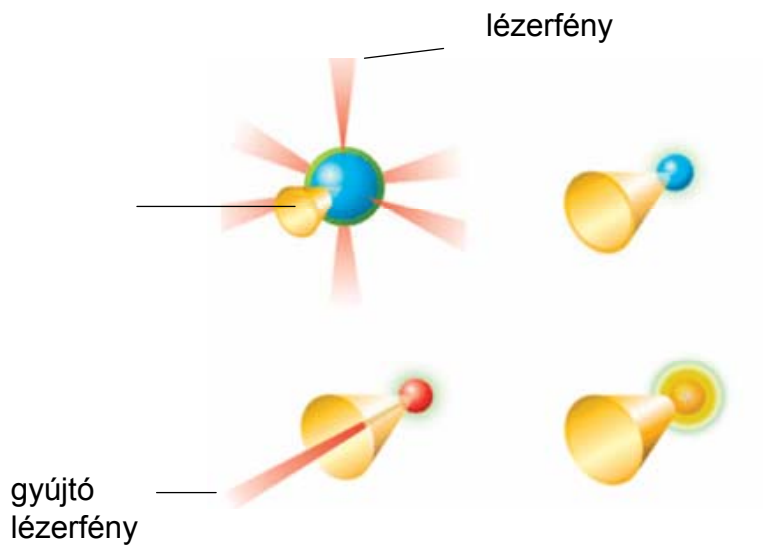
13.1. ábra. Telítési spektrométer



13.2. ábra. a)  $\text{NO}_2$  fluoreszcencia-gerjesztési spektruma 300 K-en. Nyomás 0,04 torr. b): Tiszta  $\text{NO}_2$  spektruma szuperszonikus molekulásugárban. c): Ugyanaz argon-vivőgázban ( $\text{NO}_2$  tartalom: 5%)

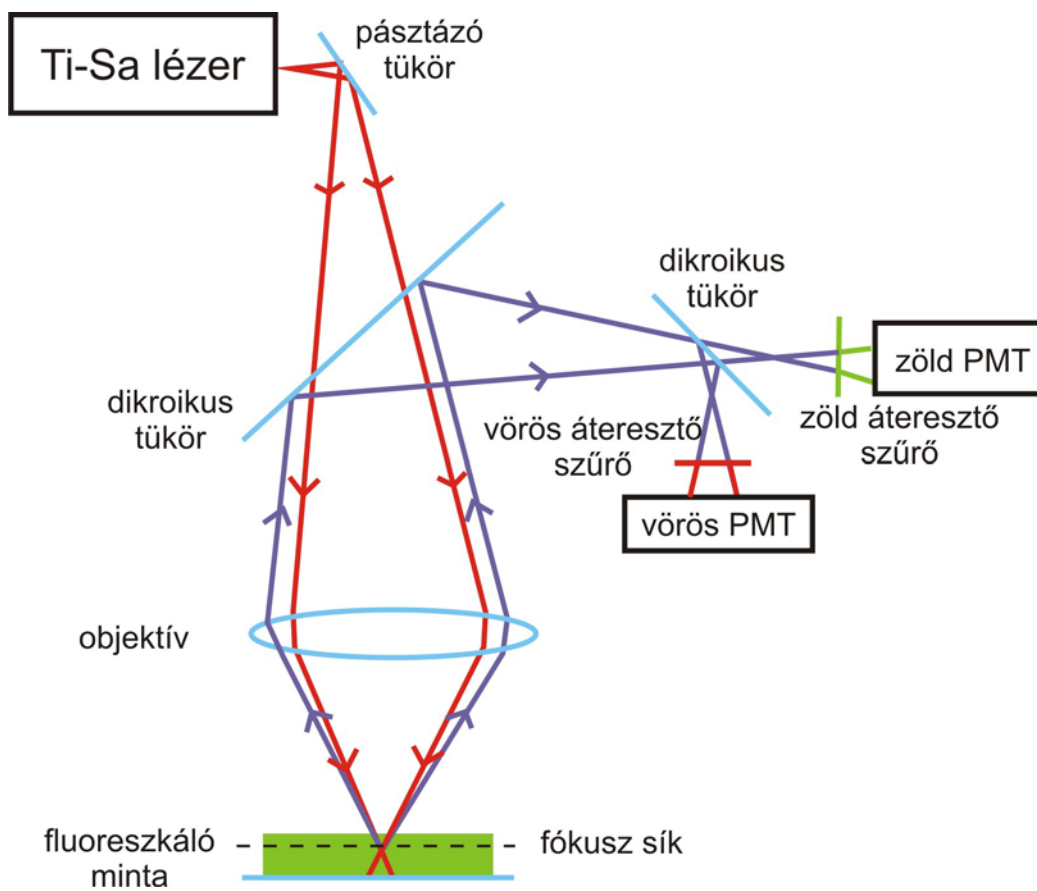


13.3. ábra. a)  $\text{Cs}_2$  fluoreszcencia-gerjesztési spektruma gázcellában mérve b)  $\text{Cs}_2$  fluoreszcencia-gerjesztési spektruma szuperszonikus molekulásugárban mérve

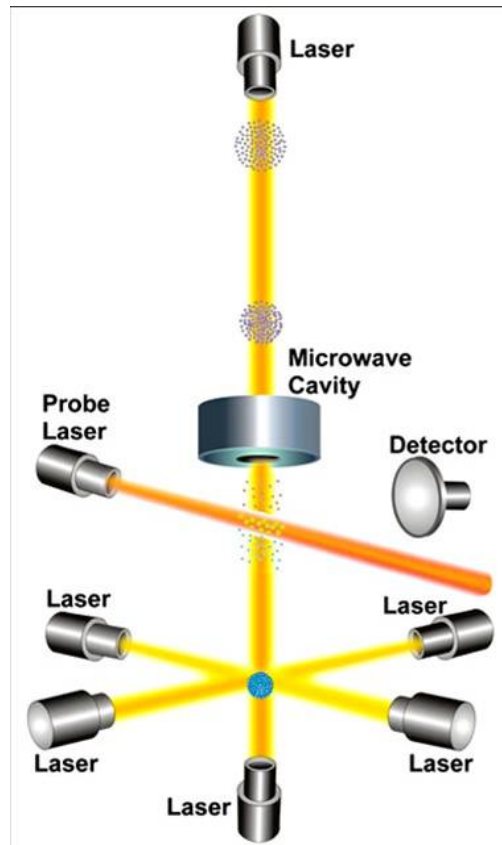


<http://news.bbc.co.uk/1/hi/sci/tech/6720449.stm>

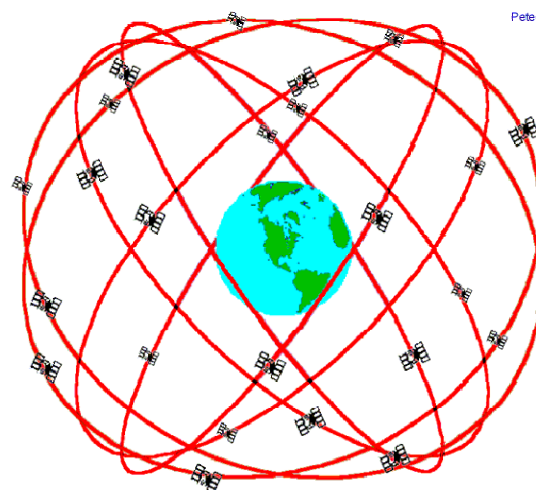
14.1. ábra. Lézeres magfúzió: deutérium-trícium kapszula robbanása



14.2. ábra. Két-foton mikroszkóp

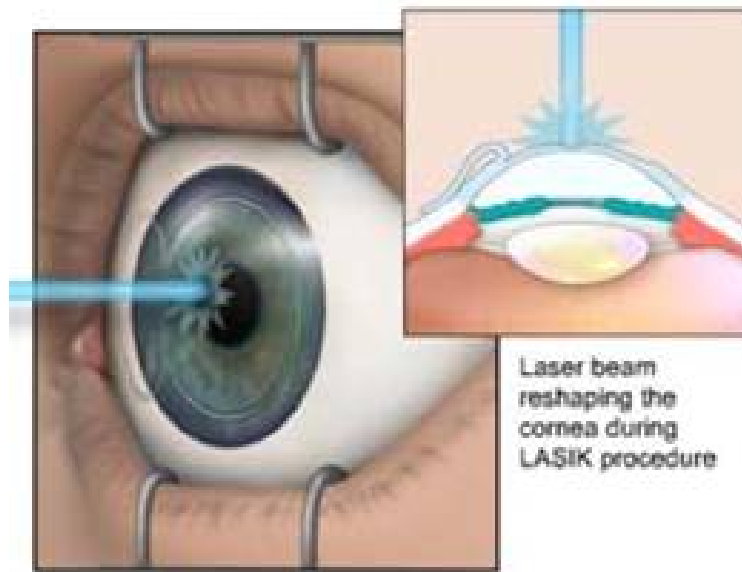


14.3. ábra. Lézeres hűtés. Minta: kisnyomású Cs-133-gőz

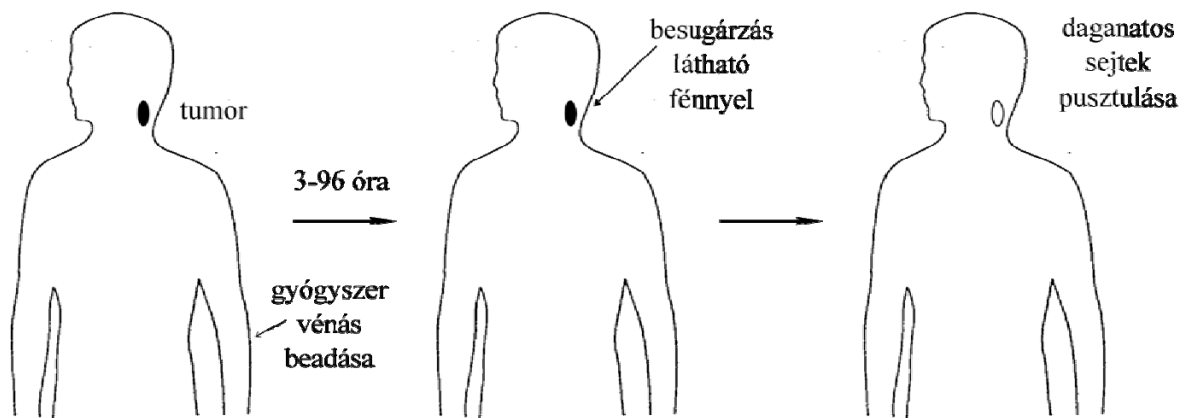


**GPS Nominal Constellation**  
**24 Satellites in 6 Orbital Planes**  
**4 Satellites in each Plane**  
**20,200 km Altitudes, 55 Degree Inclination**

14.4. ábra. Globális helymeghatározó rendszer (GPS)



14.5. Lézeres szaruhártya-műtét (LASIK)



14.6. A fotodinamikus terápia sémája