

Fényemisszió formái

- Hőmérsékleti (feketetest) sugárzás
- Lumineszcencia

Lézer

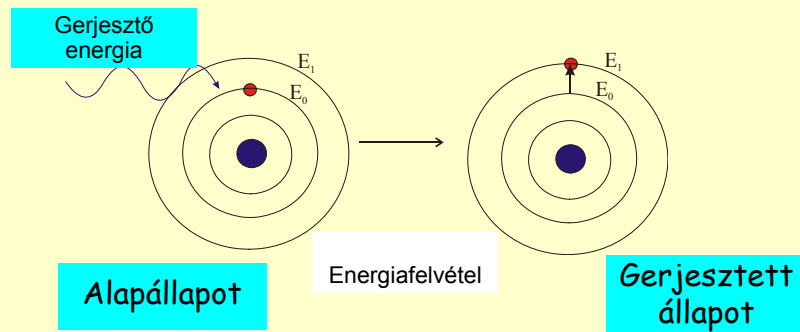
Lumineszcencia

Ismétlés

- Az atomban az elektronok energiaállapotai kvantáltak
- A lehetséges legalacsonyabb energiájú állapotot töltik be
- Pauli-féle tilalmi elv

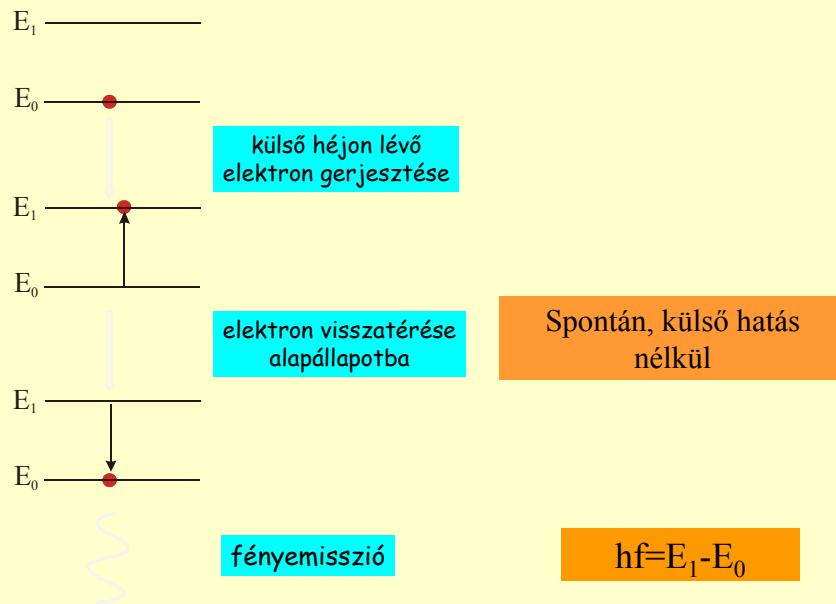


Tekintsünk egy atomot



Gerjesztés sokféleképpen lehetséges

- (fény) foton elnyelése: *fotolumineszcencia*
- kémiai reakció energiája: *kemo/bio-lumineszcencia*
- ütközés elektromos térrel gyorsított töltésekkel:
elektrolumineszcencia
- mechanikai deformáció: *tribolumineszcencia*
- hőközlés: *termolumineszcencia*

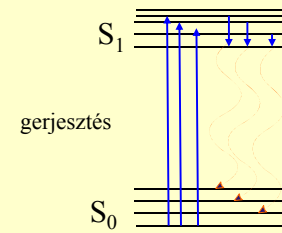
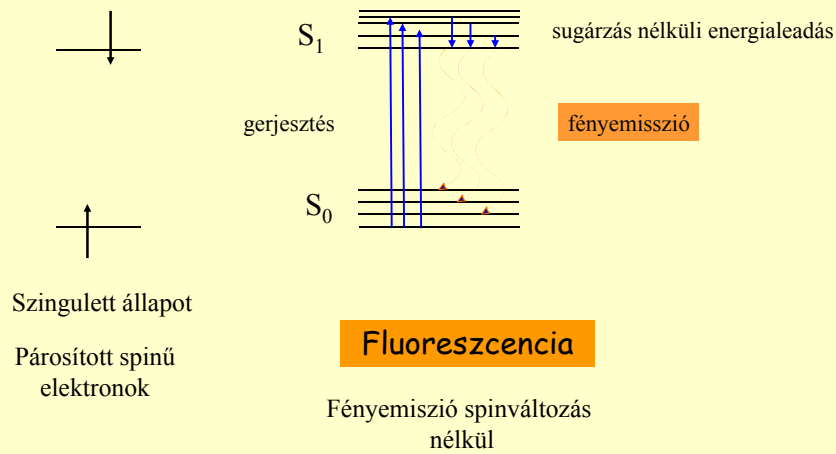


Lumineszcencia: spontán fényemisszió gerjesztett elektron energiájának a rovására

Lépései:

- külső héjon lévő elektron gerjesztése
- elektron spontán visszatérése alapállapotba

Tekintsük az atomok sokaságát kölcsönhatásban egymással és a környezetükkel



Kasha-szabály:

a fényemisszió a legalsó gerjesztett elektronállapot legalsó rezgési nívójáról történik

$$E_{\text{gerjesztés}} \geq E_{\text{fluoreszcencia}}$$

$$\lambda_{\text{gerjesztés}} \leq \lambda_{\text{fluoreszcencia}}$$

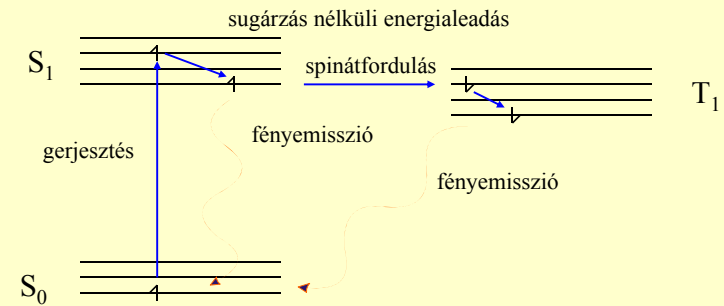
Fluoreszcencia

Fényemisszió spinváltozás nélkül

Stokes-eltolódás



Emittált foton energiájának jellemzése



Fluoreszcencia

Foszforeszcencia

Stokes-eltolódás

$$E_{\text{gerjesztés}} \geq E_{\text{fluoreszcencia}} > E_{\text{foszforeszcencia}}$$

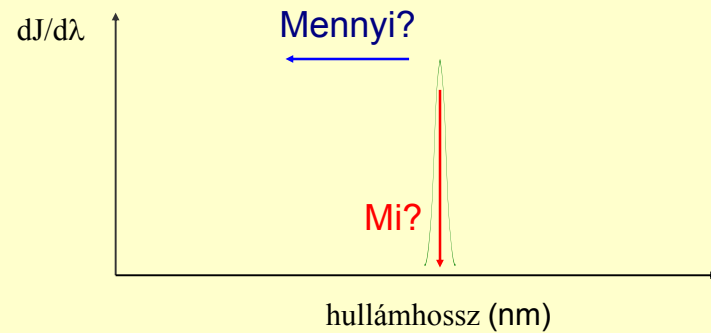
$$\lambda_{\text{gerjesztés}} \leq \lambda_{\text{fluoreszcencia}} < \lambda_{\text{foszforeszcencia}}$$

Emisszió jellemzése

Emittált intenzitás hullámhossz szerinti eloszlása

Emissziós spektrum

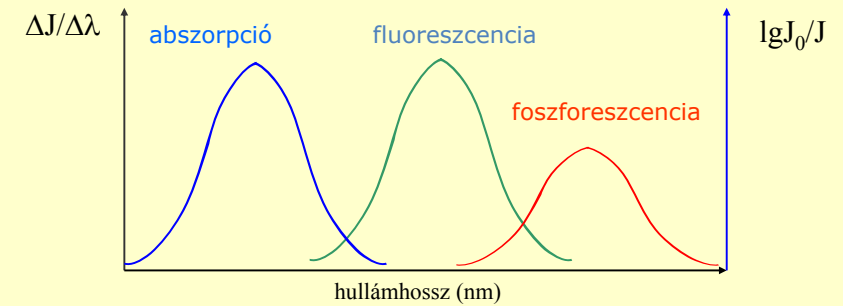
Atomok esetében: vonalas spektrum



Emittált intenzitás hullámhossz szerinti eloszlása

Emissziós spektrum

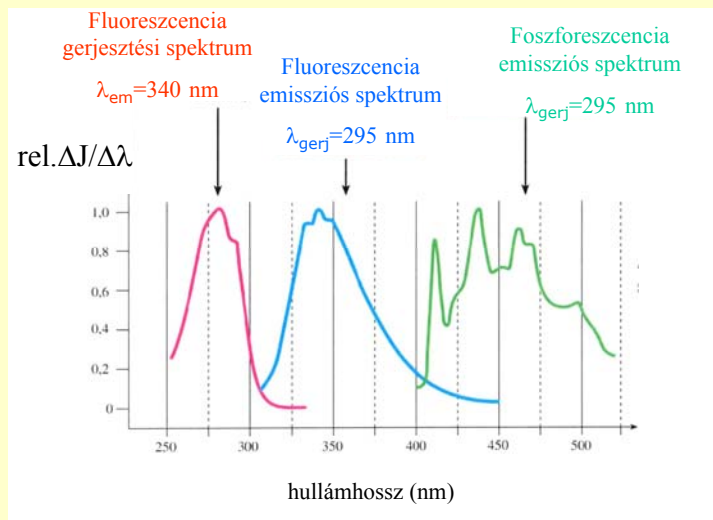
Molekulák esetében: sávos spektrum



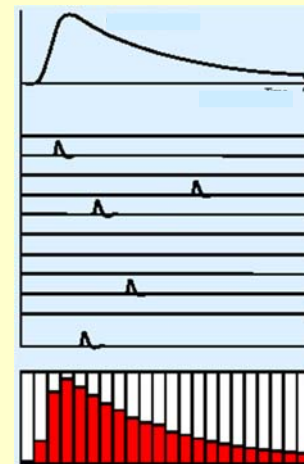
$$\lambda_{\text{gerjesztés}} \leq \lambda_{\text{fluoreszcencia}} < \lambda_{\text{foszforeszcencia}}$$

Stokes-eltolódás

Pl.: A triptofán megfelelő spektrumai



Gerjesztett állapot időtartamának jellemzése



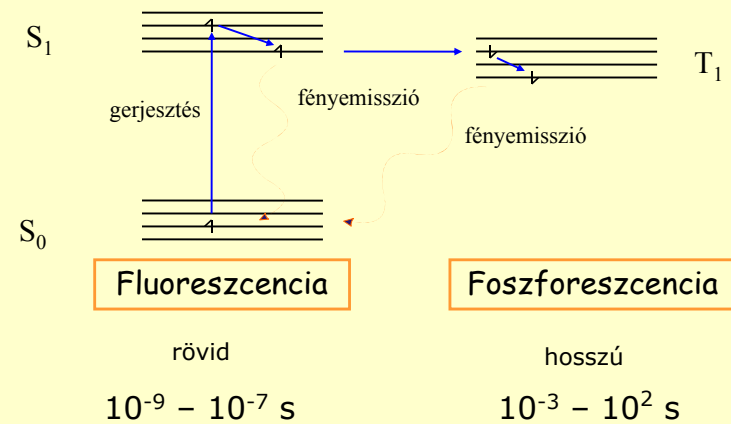
Időkorrelált egyfoton-számlálás

A fluoreszcencia intenzitásának folyamatos mérése helyett a gerjesztő és a detektált impulzus közötti időt mérjük, nagyon sok mérés statisztikája adja a fluoreszcencia lecsengési görbét.

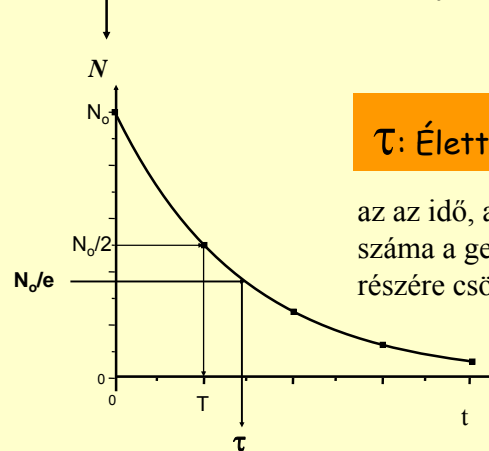
Gerjesztett állapot időtartamának jellemzése

Élettartam

az az idő, ami alatt a gerjesztett elektronok száma a gerjesztés megszűnése után e -ed részére csökken



Gerjesztett elektronok száma $\rightarrow N = N_0 e^{-\frac{t}{\tau}}$ - Exponenciális lecsengés



τ : Élettartam

az az idő, ami alatt a gerjesztett elektronok száma a gerjesztés megszűnése után e -ed részére csökken

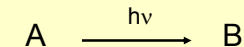
Minden gerjesztést fényemisszió követ?

Környezetükkel kölcsönhatásban levő molekulák (oldatban, sejtekben, szövetekben) elektronjai igen ritkán adják le *fotonemisszióval* a gerjesztéskor felvett energiájukat.

Sokkal valószínűbb, hogy az energialeadás sugárzás nélkül, vagyis hő keltésével vagy kémiai reakciók útján történik.

Minden gerjesztést fényemisszió követ?

Kvantumhatásfok



az egy "B" keletkezéséhez szükséges elnyelt fotonok számának a reciproka

Fluoreszcencia kvantumhatásfoka (Q_F)

A fluoreszcencia során emittált és elnyelt fotonok hányadosa.

$$Q_F \leq 1$$

A lumineszcencia fajtái

fluoreszcencia

foszforeszcencia

Jellemzésük

emissziós spektrum

típusa

maximumának helye

alakja

amplitúdója

élettartam

kvantumhatásfok

A lumineszcencia alkalmazási területei

fényforrások (világítás, sterilizálás, szolárium,
terápiás alkalmazások, stb.)

koncentráció meghatározása (pl. lángfotométer)

lumineszcencia spektroszkópia

lumineszcencia mikroszkópia

diagnosztika

dózismérés (lásd majd dozimetria)

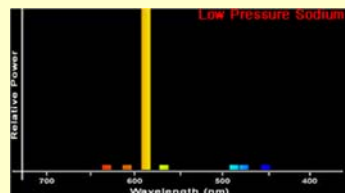
régészeti kormeghatározás

belső építészet

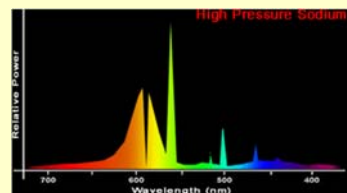
biztonságtechnika ...

Fényforrások

Fémgőz lámpák

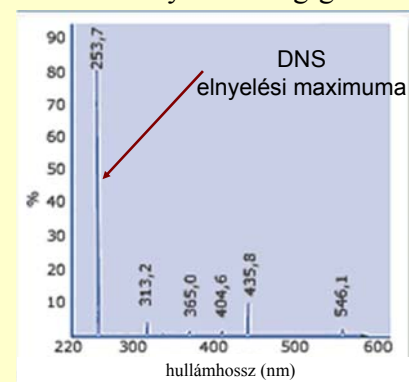


Kisnyomású Na-gőz lámpa
emissziós spektruma



Nagynyomású Na-gőz lámpa
emissziós spektruma

Kisnyomású Hg-gőz lámpa



emissziós
spektruma



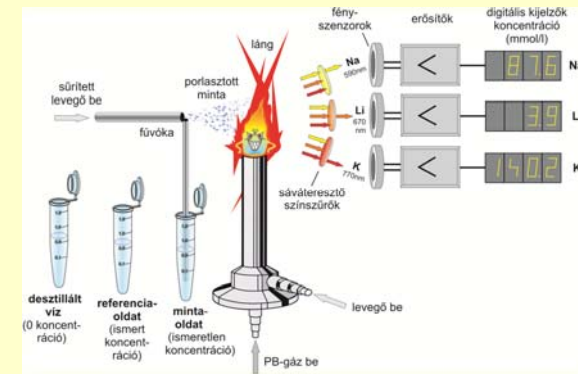
Sterilizálás
„germicid lámpa”



*Az orvosi diagnosztikában, és
kutatómunkában
elterjedten használnak
lumineszcencia módszereket*

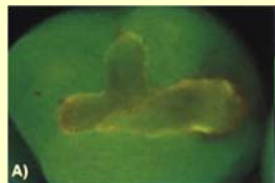
Intrinzik fluoreszcencia v. fluoreszcens jelzés

Lángfotométer



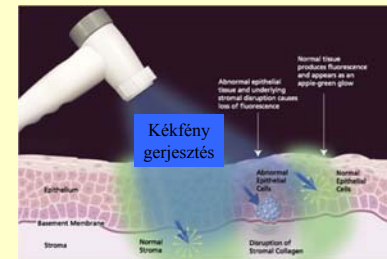
K^+ , Li^+ és Na^+ mennyiségi meghatározása

Példák a fogorvosi alkalmazásra



Amalgám tömés elégtelen
illeszkedése

Piros fluoreszcencia a tömés
peremén jelzi a tökéletlen
illeszkedést és a megtelepedő
baktériumokat

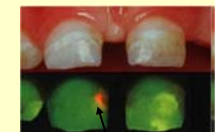


Egészséges és malignus
szövetek eltérő fluoreszcens
tulajdonságai



Fog felszíne
nativ állapotban és fluoroescens festés után

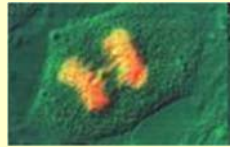
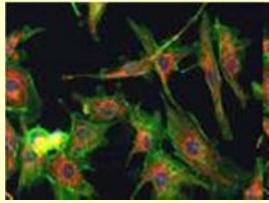
Tejfogak felszíne
nativ állapotban és fluoroescens
festés után



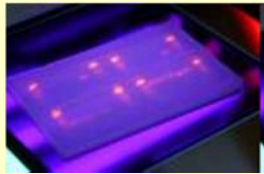
Aktív caries

Kezdődő
caries

Lumineszcencia mikroszkópi



Laboratóriumi alkalmazás számos területe



Sok egyéb...



A hét kérdése:

Mivel magyarázhatjuk, hogy a foszforeszcencia tipikus élettartama hosszabb, mint a fluoreszcenciáé?

Kapcsolódó fejezetek:

Damjanovich, Fidy, Szöllősi: Orvosi Biofizika

II. 2.2

2.2.4

2.2.6

VI.3.3

3.3.1

3.3.2 –ből 411-413 oldal

3.3.3