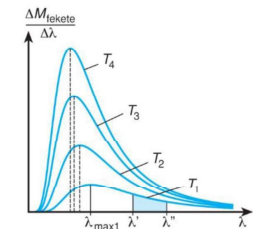
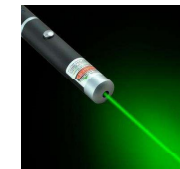


Sós Dóra: csőszemű
részlet

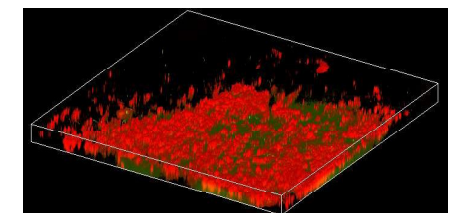
biomatéria ének
a sűket sötétben –
macropinna hólyagszeme a
mélybe tágul
édes **lumineszcencia**
a negatív test szoborillúziója –
a látható vázat fedő láthatatlan
palást

Fényemisszió formái

- Lumineszcencia
- Lézer
- Hőmérsékleti (feketetest) sugárzás



Lumineszcencia



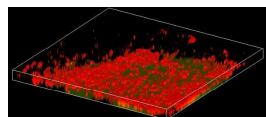
Ismétlés

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

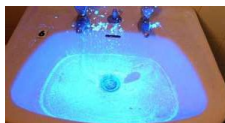
Egy atomon belül nem létezhet két olyan kötött elektron, amelynek mind a négy kvantumszáma megegyezik.

Gerjesztés sokféleképpen lehetséges

-(fény) foton elnyelése: **fotolumineszcencia**



-kémiai reakció energiája: **kemo/bio-lumineszcencia**



-ütközés elektromos térrel gyorsított töltésekkel: **elektrolumineszcencia**



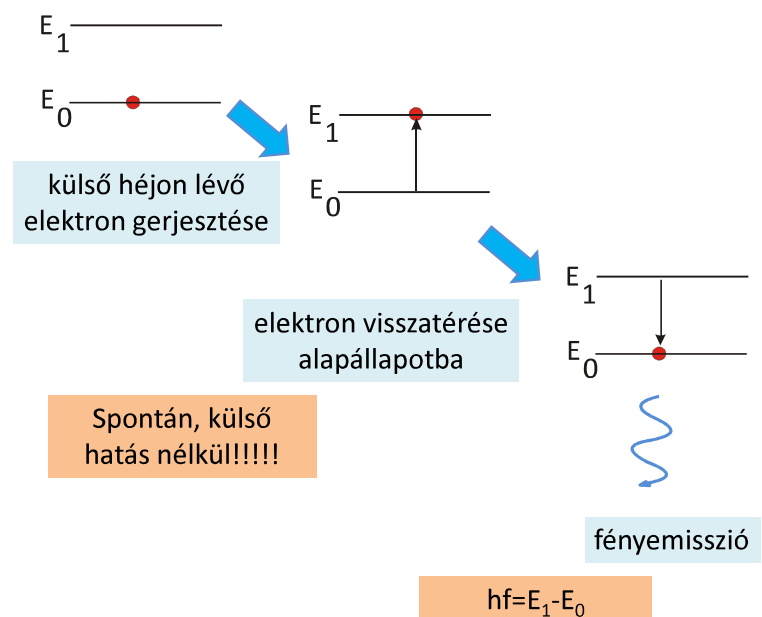
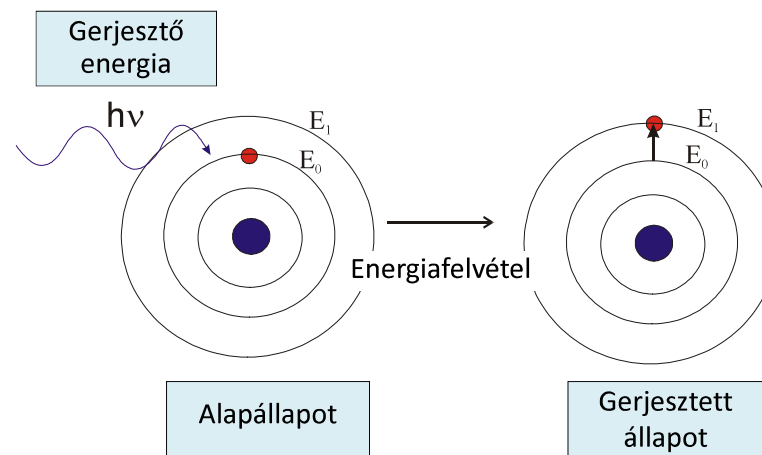
-mechanikai deformáció: **tribolumineszcencia**



-hőközlés: **termolumineszcencia**



Tekintsünk egy atomot

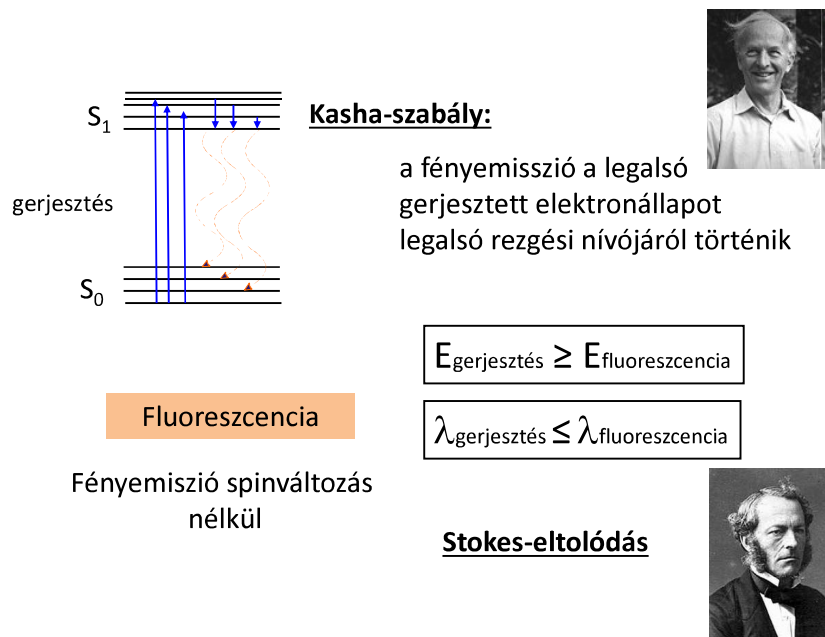


Lumineszcencia:

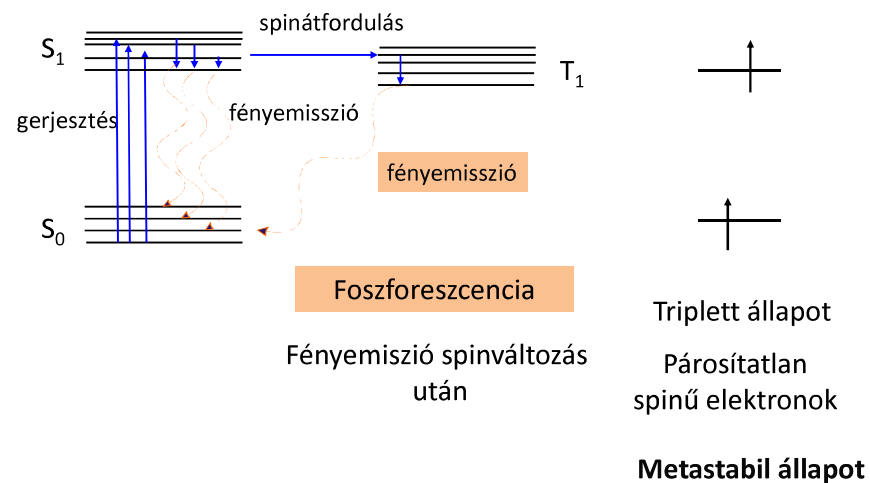
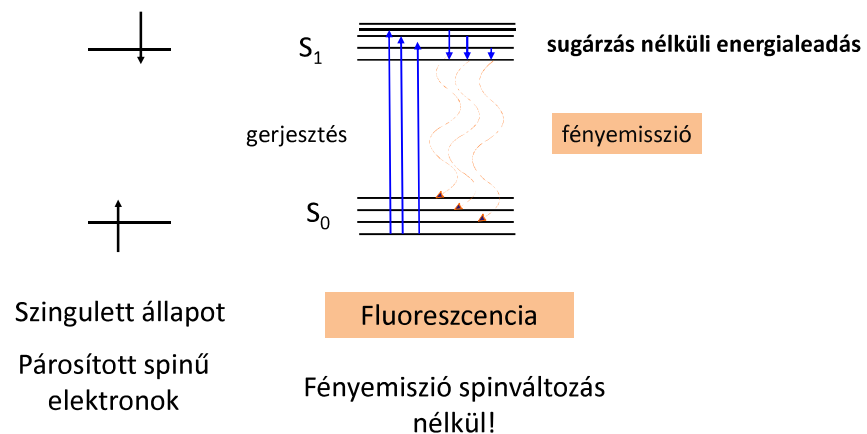
spontán fényemisszió gerjesztett elektron energiájának a rovasára

Lépései:

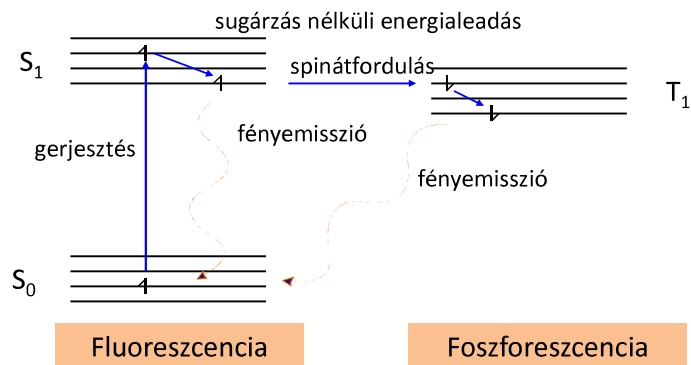
- külső héjon lévő elektron gerjesztése
- elektron spontán visszatérése alapállapotba



Tekintsük az atomok sokaságát kölcsönhatásban egymással és a környezetükkel



Emittált foton energiájának jellemzése



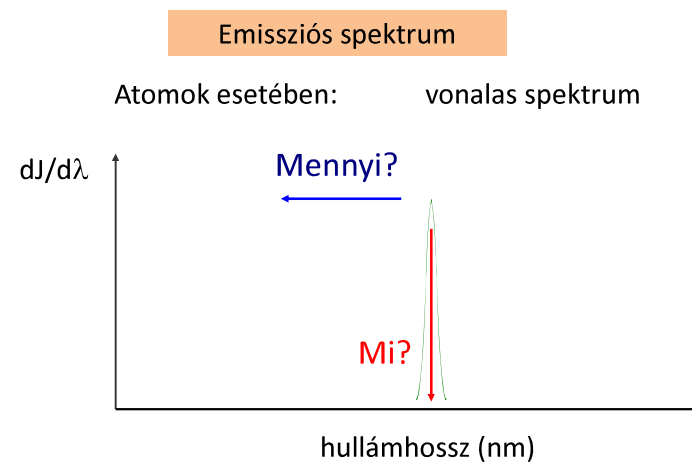
Stokes-eltolódás

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

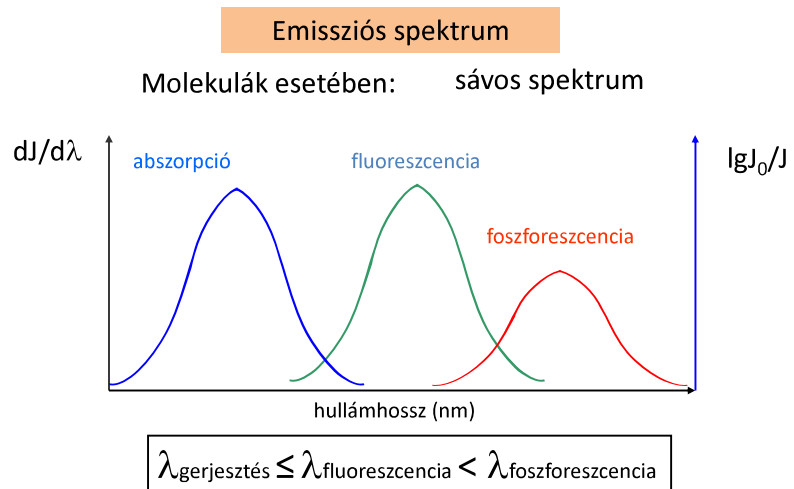
$$\lambda_{\text{gerjesztés}} \leq \lambda_{\text{fluoreszcencia}} < \lambda_{\text{foszforeszcencia}}$$

Emisszió jellemzése

Emittált intenzitás hullámhossz szerinti eloszlása

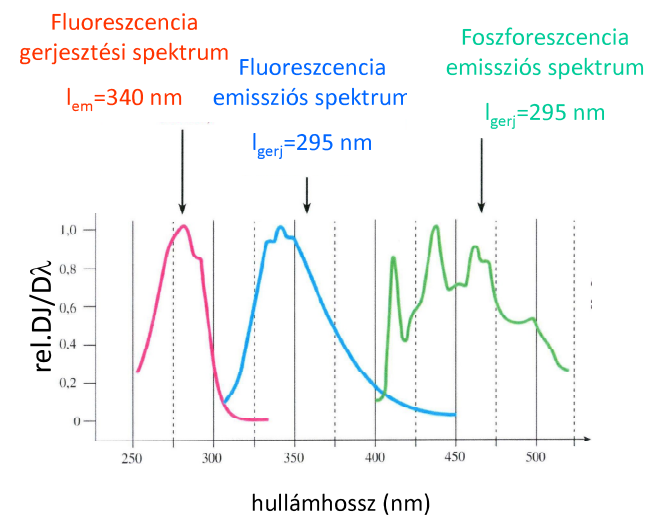


Emittált intenzitás hullámhossz szerinti eloszlása

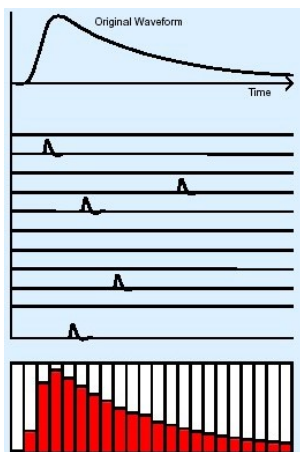


Stokes-eltolódás

Pl.: A triptofán megfelelő spektrumai



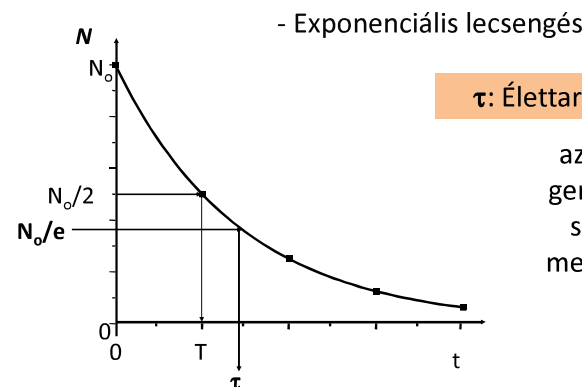
Gerjesztett állapot időtartamának jellemzése



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 elektronok száma $\longrightarrow N = N_0 e^{-\frac{t}{\tau}}$



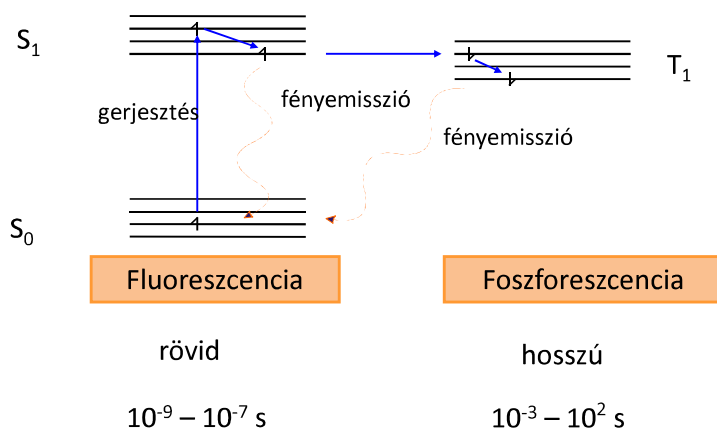
τ : Élettartam

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

Gerjesztett állapot időtartamának jellemzése

Élettartam

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

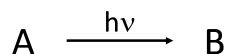


Minden gerjesztést fényemisszió követ?

- 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 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 ...

A lumineszcencia fajtái:

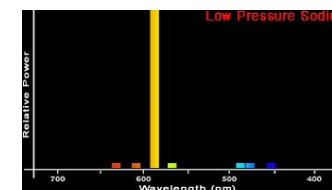
- fluoreszcencia
- foszforeszcencia

Jellemzésük:

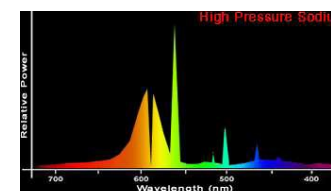
- emissziós spektrum:
 - típusa
 - maximumának helye
 - alakja
 - amplitúdója
- élettartam
- kvantumhatásfok

Fényforrások

Fémgőz lámpák

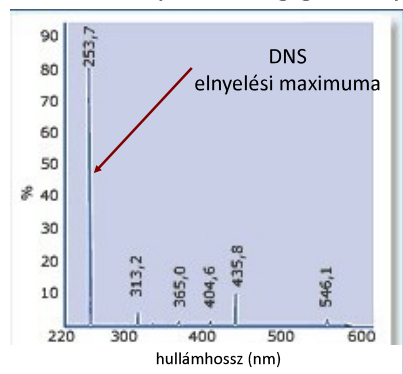


Kisnyomású Na-gőz lámpa emissziós spektruma



Nagynyomású Na-gőz lámpa emissziós spektruma

Kisnyomású Hg-gőz lámpa



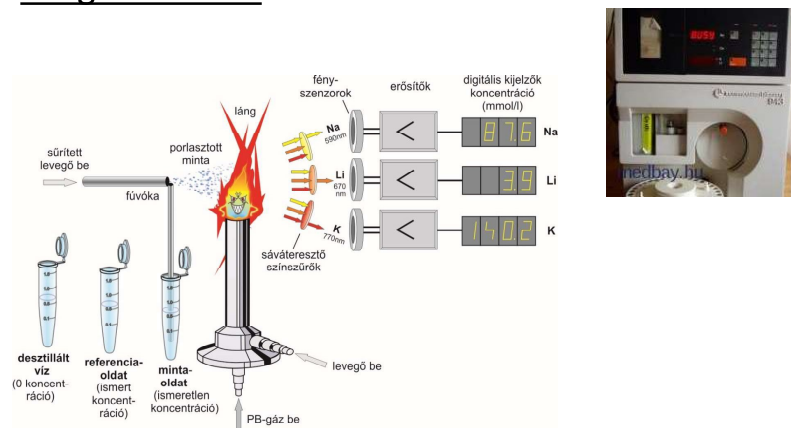
Sterilizálás
„germicid lámpa”



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

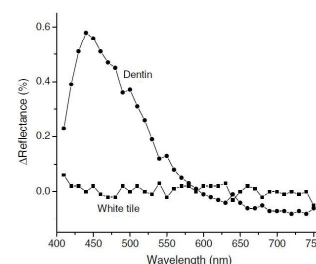
Intrinzik fluoreszcencia v. fluoreszcens jelzés

Lángfotométer

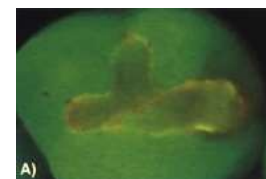


K⁺, Li⁺ és Na⁺ mennyiségi meghatározása

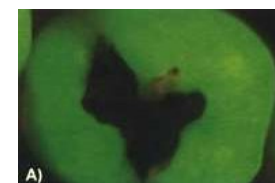
Példák a fogorvosi alkalmazásra



Lee, Journal of Biomedical Optics 20(4), 040901 (April 2015)



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



Amalgám tömés elégtelen
illeszkedése

0 – 14	No special measures.
15 – 20	Usual prophylactic measures.
21 – 30	More intensive prophylaxis or restoration, indication is dependent on: * Caries activity, * Caries risk, * Recall interval, etc.
from 30	Restoration and more intensive prophylaxis.

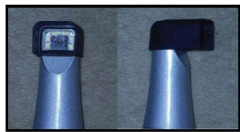
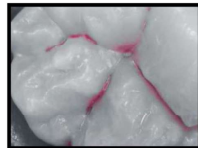
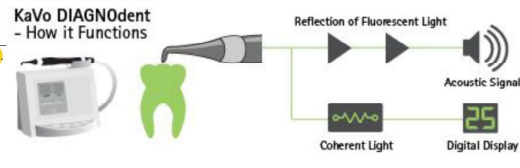


Figure (5) Spectra camera with spacer on (Kurtzman, 2010).

Table 2: Interpretation of Spectra data (Kurtzman, 2010).

Displayed Color	GREEN → BLUE → RED → ORANGE → YELLOW				
Displayed Number	1 ← → 5				
Depth of Involvement	Sound Enamel	Initial Enamel Caries	Deep Enamel Caries	Initial Dentin Caries	Deep Dentin Caries



SOPROcare. (A) Carious lesion invisible in DAYLIGHT mode. (B) Carious lesion visible in CARIO mode

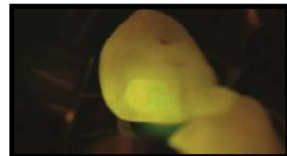
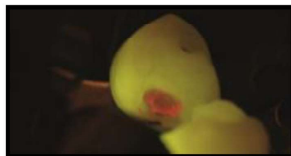
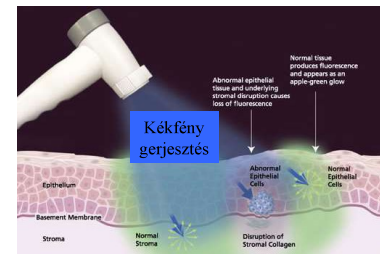


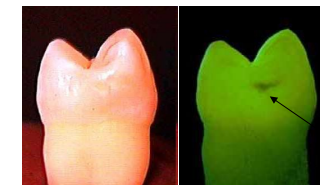
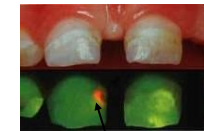
Figure (8) Photos showed cavity illumination with Facelight before and after caries excavation (21).

Mualla, Journal of Dental and Medical Sciences. 15:3, 2016, PP 65-75



Egészséges és malignus szövetek eltérő fluoreszcens tulajdonságai

Tejfogak felszíne
natív állapotban és fluoreszcens
festés után

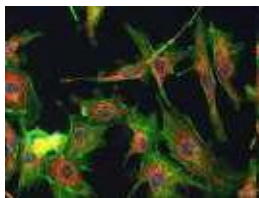


Fog felszíne
natív állapotban és fluoreszcens festés után

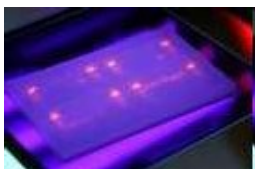
Aktív caries

Kezdődő
caries

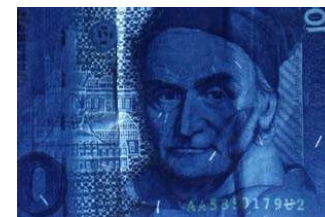
Lumineszcencia mikroszkópi



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