

Sintilatörler-Genel Özellikler

Özellikler :

Görünür ışığa dönüşür

Foto sensörlerle algılanırlar

[örneğin foto çoğaltıcı, göz vs ...]

Temel Özellikler :

Enerjiye duyarlılık

Hızlı tepki süresi

Darbe (Pulse) şekil ayırma(PSD)

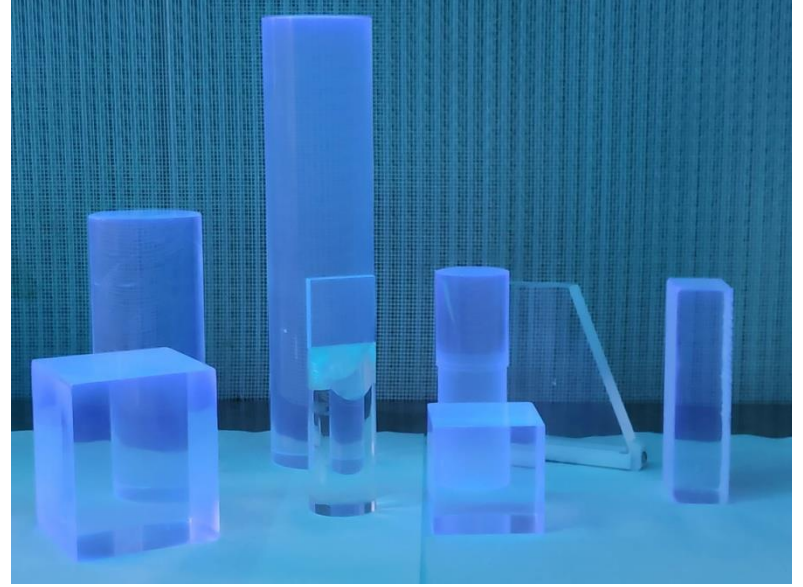
İstenen özellikler :

Yüksek verim uyarılma enerjisinden floresans radyasyona dönüşüm için

Şeffaflıyet ışık geçirebilmesine izin vermesi

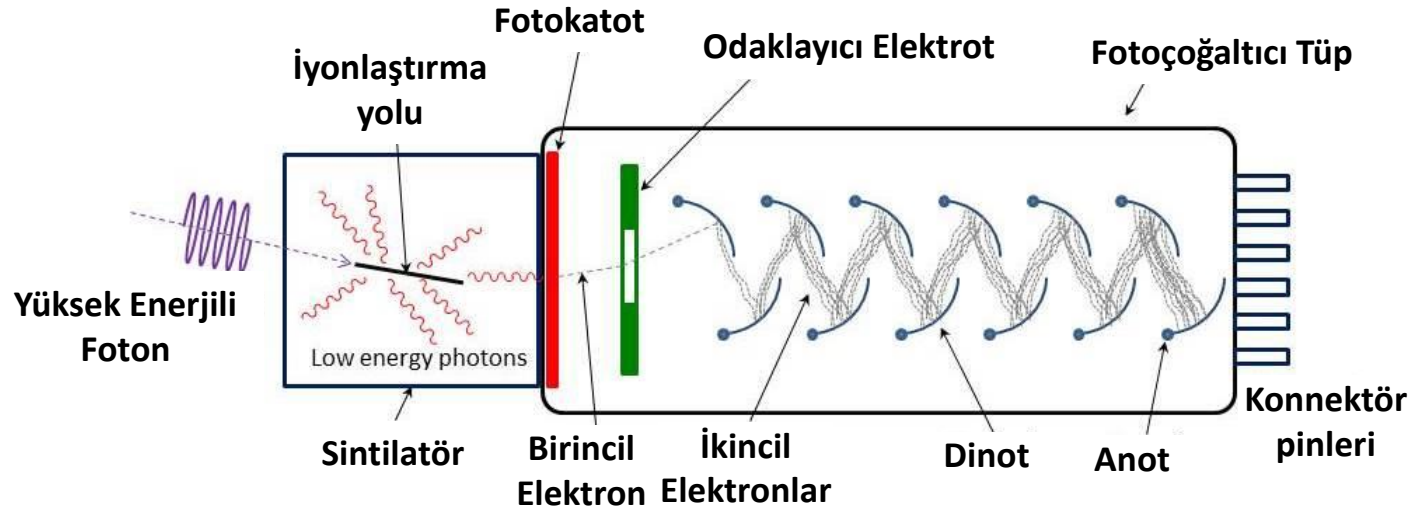
İşığın yayılması foto sensörlerle ışığın tespit edilebilebilir aralıkta olması

Kısa bozunma zamanı hızlı tepki vermesi için



Sintilatörler – temel sayım kurulumu

1. Gelen foton veya partikül ortamı iyonlaştırır.
2. İyonlaştırma sebebiyle uyarılan elektronlar yavaşlar.
3. Uyarılmış haldekiler hemen ışık yayarlar.
4. Yayılan fotonlar ışığa duyarlı yüzeye çarparlar.
5. Yüzeyden gelen elektronlar çoğalır.
6. Elektrik akım pulsları ölçülür.



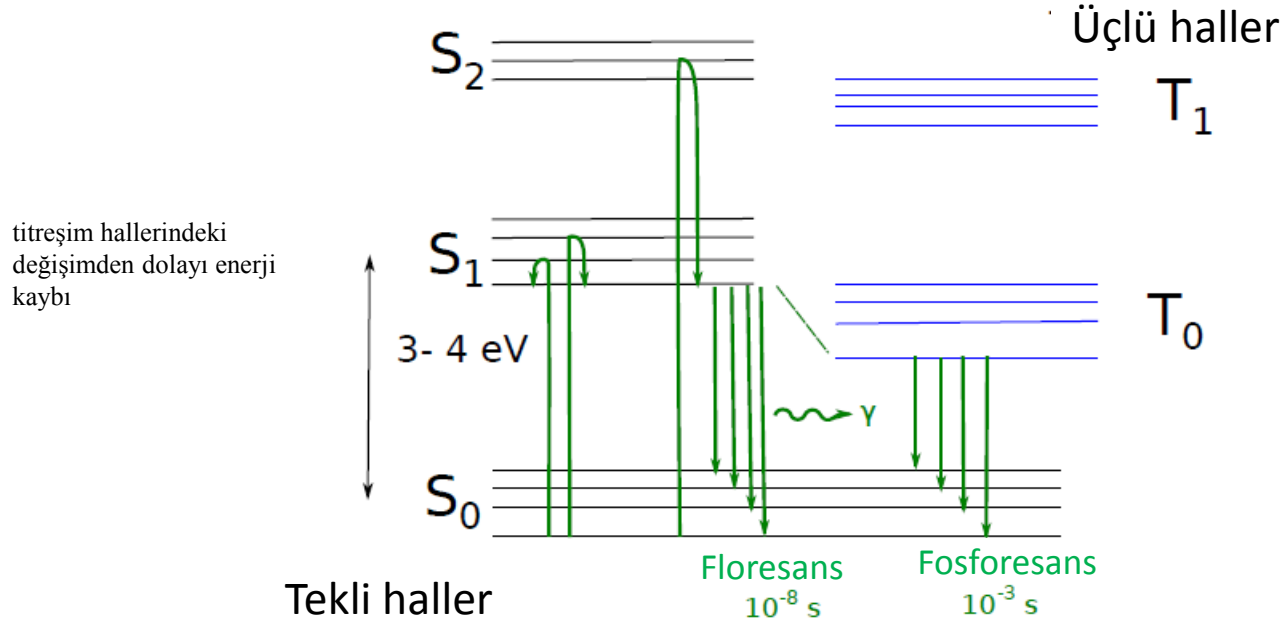
Sintilasyon malzemeler:

- İnorganik kristaller
- Organik sintilatörler
- Polimer (plastik sintilatörler)

Fotosensörler :

- Fotoçoğaltıcılar
- Mikro –Kanal- Plakalar
- Hibrit Foto Diyotlar
- Görünür Işık Foto Sayıcı
- Silikon Fotoçoğaltıcılar

Sintilasyon sayaçlar



- ❖ **Lüminasans** : Enerji absorpladıktan sonra foton (görünür ışık, UV, X-Işını) yayma.
- ❖ **Sintilasyon** : Radyasyonla atom ve moleküllerin uyarılması sonunda foton yaymaları.
- ❖ **Florasans** : Farklı dalga boyunda Işık veya başka bir elektromanyetik radyasyon absorplaması sonucunda Işık yayan malzeme. Çoğu zaman yayılan ışığın dalga boyu da büyüktür. Emisyon yaklaşık 10 ns den hemen sonra başlar.
- ❖ **Phosphorescence**: Floresansa benzer ancak yeniden yayınma hemen değildir. Enerji seviyeleri ve foton yayılımı arasındaki geçiş gecikmeli olarak meydana gelir (ms den saatlere kadar).

Inorganic crystals

❖ Malzemeler :

Sodyum iydür (NaI)
Sezyum iyodür(CsI)
Baryum florür(BaF₂)
La_{0.2}Y_{1.8}O₃

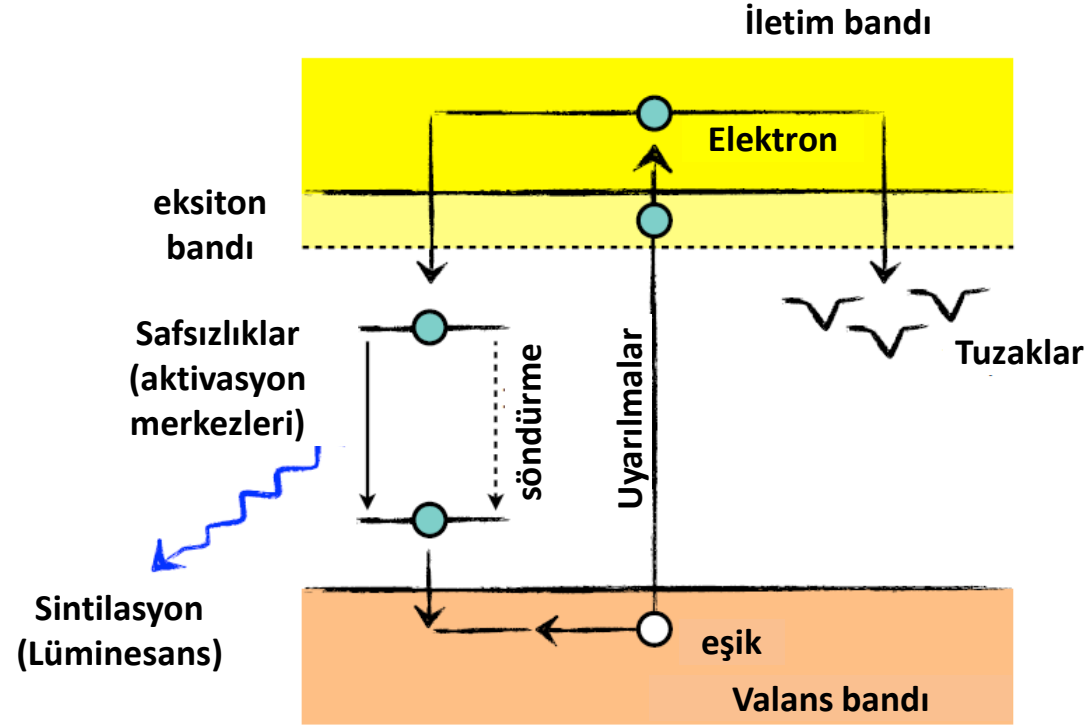
...

❖ Mekanizma:

İyonizasyonla enerji depolama.
Safsızlıklara enerji transferi.
Sintilasyon fotonlarından gelen radyasyon.

❖ Zaman sabitleri :

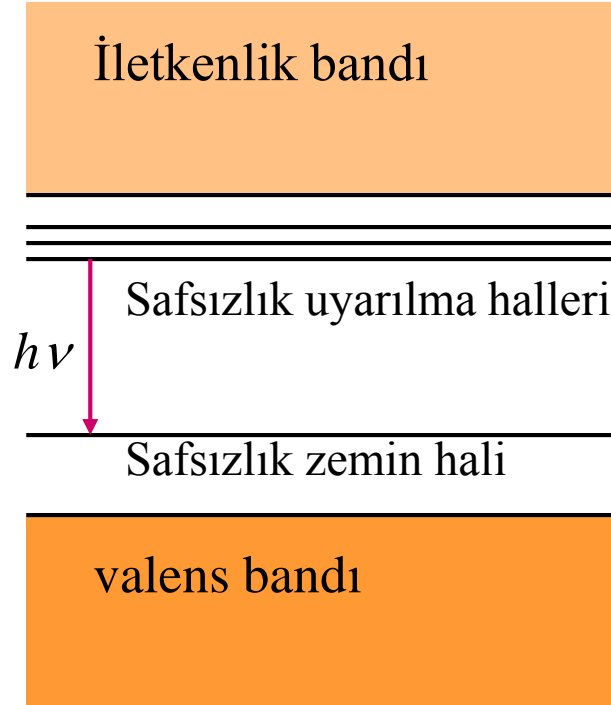
Hızlı: aktivasyon merkezlerinde yeniden birleşme [ns ... μs]
Yavaş : tuzaklamadan dolayı yeniden birleşme [ms ... s]



**Safsızlıkla aktiflenmiş
kristallerdeki enerji bandları**

Uyarılma, lüminesans, boşaltma
ve tuzaklama gösterimi

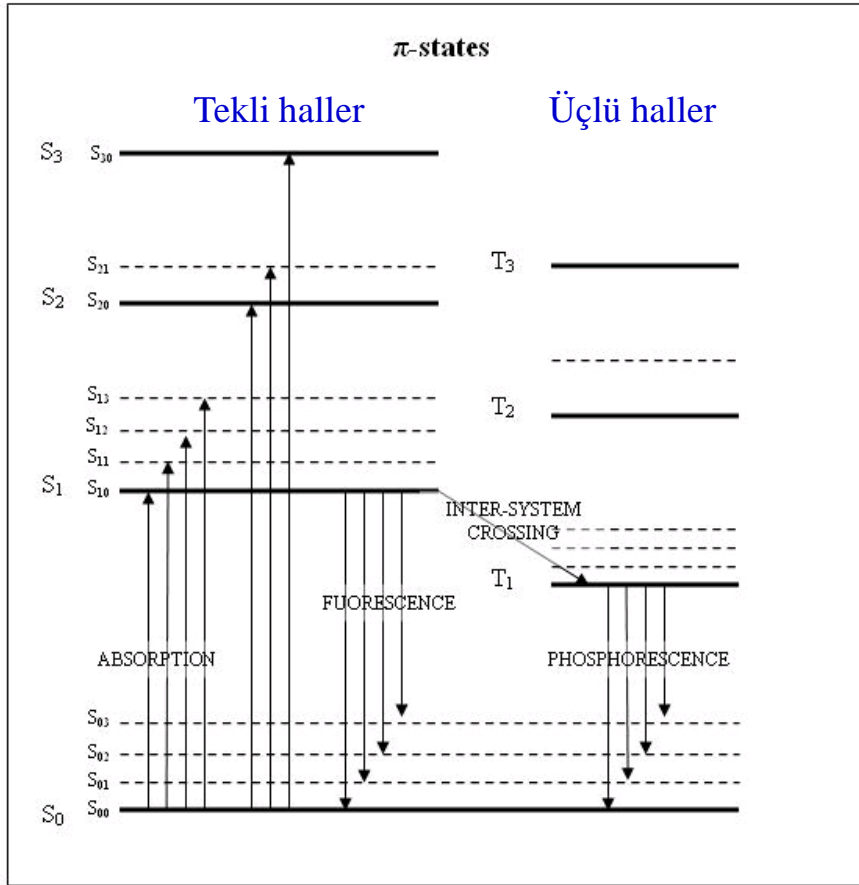
Band yapısı



- Kristaldeki safsızlıklar bandlardaki enerji seviyelerini oluşturur.
- Yüklü partiküller elektronları iletken bandının altındaki hallere uyarırlar.
- Uyarılmış halden kurtulma foton emisyonuna sebep olur.

Safsızlıklar görünür ışık emisyonunu artırır.

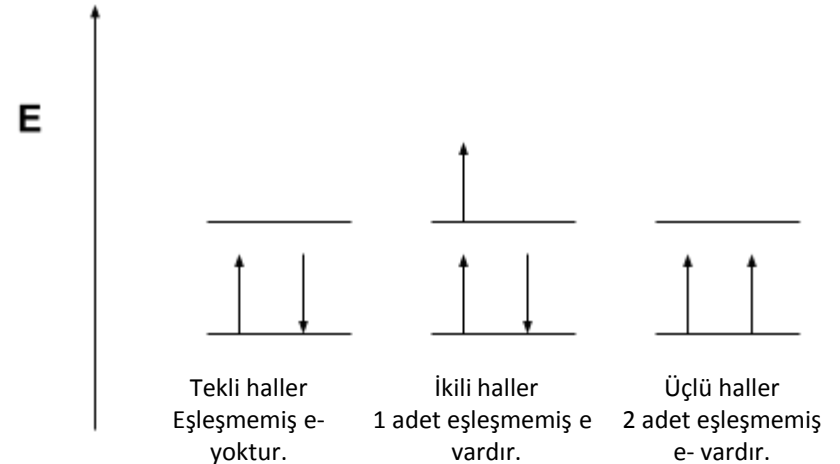
Organik sintilatörler – uyarılmış ringler



Organik molekülün π -elektronik enerji seviyeleri.

S_0 zemin hali. S_1, S_2, S_3 uyarılmış tekli haller. T_1, T_2, T_3 uyarılmış üçlü haller. $S_{00}, S_{01}, S_{10}, S_{11}$ vs. titreşim alt seviyeleri.

- π -bağları çoğunlukla aromatik karbon halkalarında bulunur.
- Uyarılmış haller görünür ve UV spektradaki fotonları yayarlar.
 - Floresans hızlı bileşenlerdir ($S_1 \rightarrow S_0 < 10^{-8}$ s)
 - Fosforesans yavaş bileşenlerdir ($T_0 \rightarrow S_0 > 10^{-4}$ s)

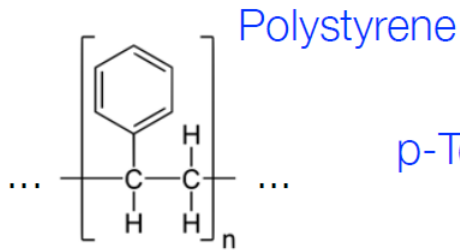


Plastik sintilatörler

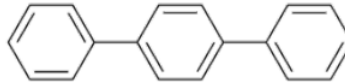
Organik sintilatörler rijit plastik oluşturmak için polistiren ile karıştırılırlar.

Yaygın olarak kullanılan çözücü ve katkı maddeleri (floresans ajanları)

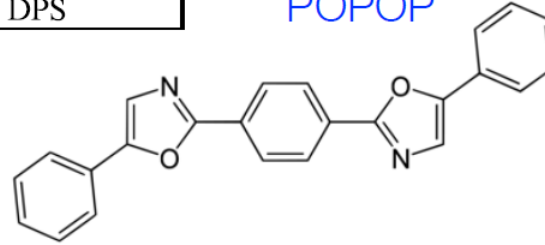
	Çözücü	Birincil Floresans Ajanları	İkincil Floresans Ajanları
Sıvı Sintilaörler	Benzene Toluene Xylene	p-terphenyl DPO PBD	POPOP BBO BPO
Plastik Sintilaörler	Polyvinylbenzene Polyvinyltoluene Polystyrene	p-terphenyl DPO PBD	POPOP TBP BBO DPS



p-Terphenyl



POPOP



Dalgaboyu kaydırıcı

Temel :

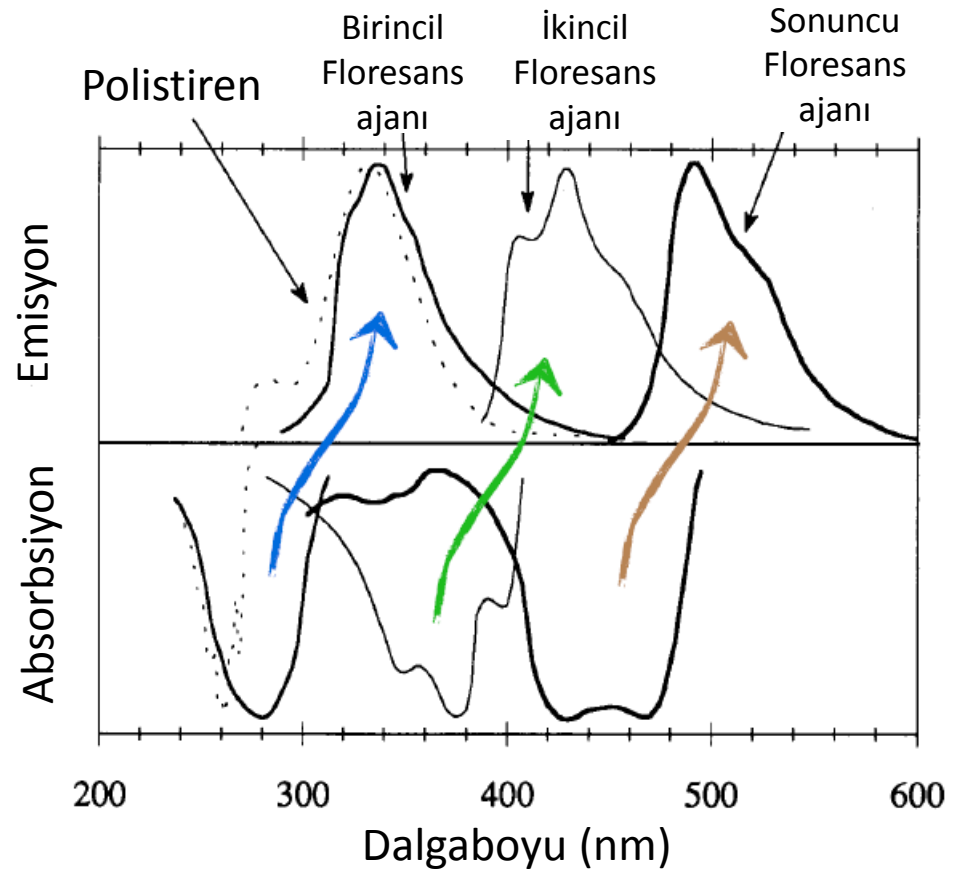
Birincil sintilasyon ışığın absorplanması
Daha büyük bir dalga boyunda yeniden
emisyonu

İşığı fotosensörün spektral hassasiyetine
uyarlar

Gerekenler :

Yayılan ışık için iyi bir şeffaflıyet

Dalgaboyu kaydırma prensibinin şeması



Sintilatörler - karşılaştırma

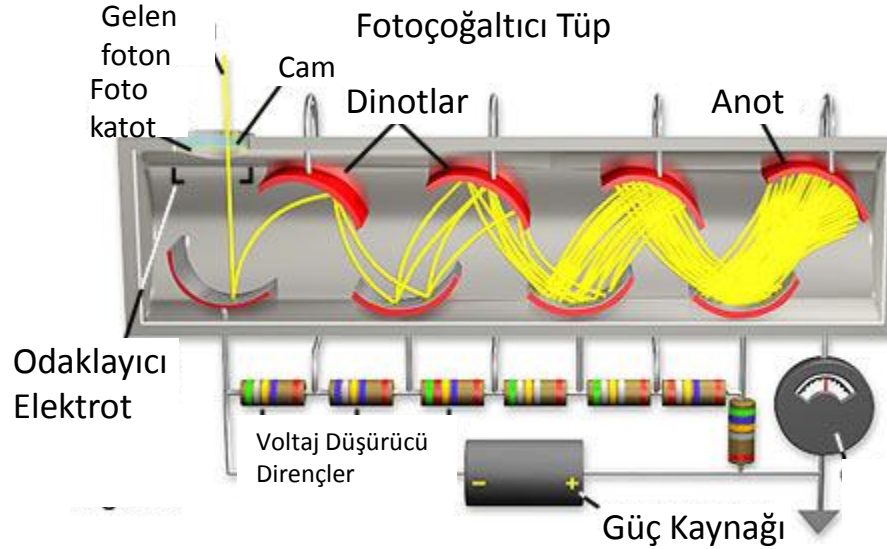
Inorganik Sintilatörler

Avantajları	yüksek ışık verimi yüksek yoğunluk [örneğin PbWO_4 : 8.3 g/cm ³] iyi bir enerji çözünürlüğü
Dezavantajları	karmaşık kristal büyütme büyük oranda sıcaklığa bağlılık

Organik Sintilatörler

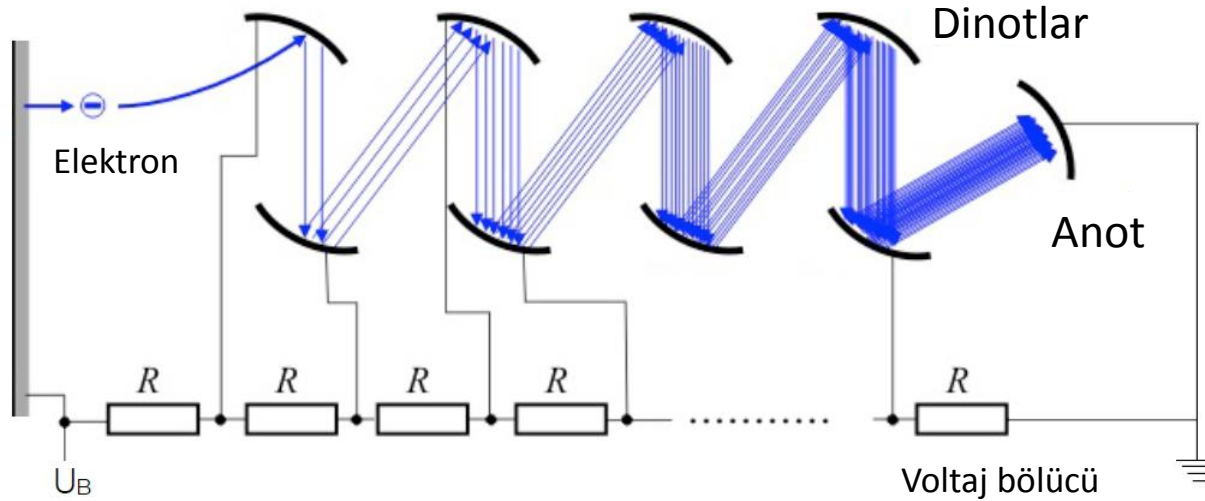
Avantajları	çok hızlı kolayca şekillendirme sıcaklığa bağlılığının düşük olması puls şekil ayırımının (PSD) mümkün olması
Dezavantajları	düşük ışık verimi radyasyonla zarar görmesi

Fotoçoğaltıcı tüb



- Fotoçoğaltıcı tüb (fototüb, PMT) bir katot ve bir seri dinottan meydana gelir.
Fotokatot : **UV algılama** (alkali bileşik, Cs-I, Cs-Te), **görünür ışık** (bialkali bileşik, Sb-Rb-Cs, Sb-K-Cs), **görünür ışıktan IR ye** (yarıiletkenler, GaAsP, InGaAs)
Dinot (Dynodes): Elektronlar yüzey ile etkileşerek çoğalabilirler (elektron yayıcı, emitter: BeO, GaP veya metal numune (substrate): Ni, Fe, Cu)
- Dinotlar arasında yüksek voltaj bölünür. Dinotlar 100 volt civarında çalıştırılırlar.
- Çıkış akımı anotda ölçülür.
 - Bazen en son dinotda ölçülür.

Fotoçoğaltıcı – Dinot (Dynode) Zinciri



Çoğaltma prosesi :

Elektronlar dinot boyunca hızlandırılır.

Sonraki üretilen elektronlar \rightarrow avalanche

İkincil emisyon katsayısı : $\delta = \#(\text{e- produced}) / \#(\text{e- incoming}) = 2 - 10$

#dynodes $n = 8 - 15$

Kazanç faktörü : $G = \delta^n = 10^6 - 10^8$

Tek kristallere alternatif :

La_{0.2}Y_{1.8}O₃ polikristal

Üretimi : kolay, karmaşık geometrilerde ve büyük boyutlarda mümkün.
kolay işlenebilir, düşük sıcaklıkta üretim yönteminden dolayı sıcaklık problemi yok ve radyasyona dayanıklı.

Maaliyet : tek kristale göre çok ucuz.

- ❖ Yanma yöntemi (combustion method)
- ❖ Birlikte çöktürme (co-precipitation)
- ❖ Pechini yöntemi (pechini method)
- ❖ Sol-jel yöntemi (sol-gel method)
- ❖ Bilyeli-değirmen yöntemi (ball mill method)

Bu çalışmada Pechini yöntemi kullanılmıştır.

La_{0.2}Y_{1.8}O₃ - sentez

- ❖ La_{0.2}Y_{1.8}O₃ nano toz sentez: :
- ❖ Pechini yöntemi kullanılmıştır.
- ❖ Y₂O₃ + HNO₃ çözeltisi
- ❖ La(NO₃)₃.6H₂O + H₂O çözeltisi
- ❖ Stokiyometrik olarak ayrı ayrı hazırlanır
- ❖ birbiri ile karıştırılır.
- ❖ Sitrik asit çözeltisi 0.5 M hazırlanır ve
- ❖ nitrat çözeltisine ilave edilir 30 dk karıştırılır.
Son olarak % 2(wt) PEG (dispersant) çözeltiye ilave edilir. 30 dk karıştırılır ve 90 oC da mor-kırmızı renge kadar kurutulur. Oluşan jel 500 oC da yakılır siyah beyaz toz oluşur. 800 oC da 2 saat ısıtılır ve 1150oC kalsinasyon yapılır. Elde edilen Nano toz öğütülür ve şişelenir. Tek eksenli presde peletlenir . 250 MPa CIP ve 1600 oC sinterlenir ,2000 barda Ar atmosferinde HIP uygulanır. Parlatılarak şeffaf seramik elde edilir.
- ❖ Ürettiğimiz şeffaf La_{0.2}Y_{1.8}O₃
- ❖ kullanılarak opto-elektronik bileşenleri kurulmuş ve
- ❖ gama doz ölçer cihazı prototip olarak hazırlanmıştır.



La_{0.2}Y_{1.8}O₃ üretim aşamaları

GAGG - GAGYG : Ce

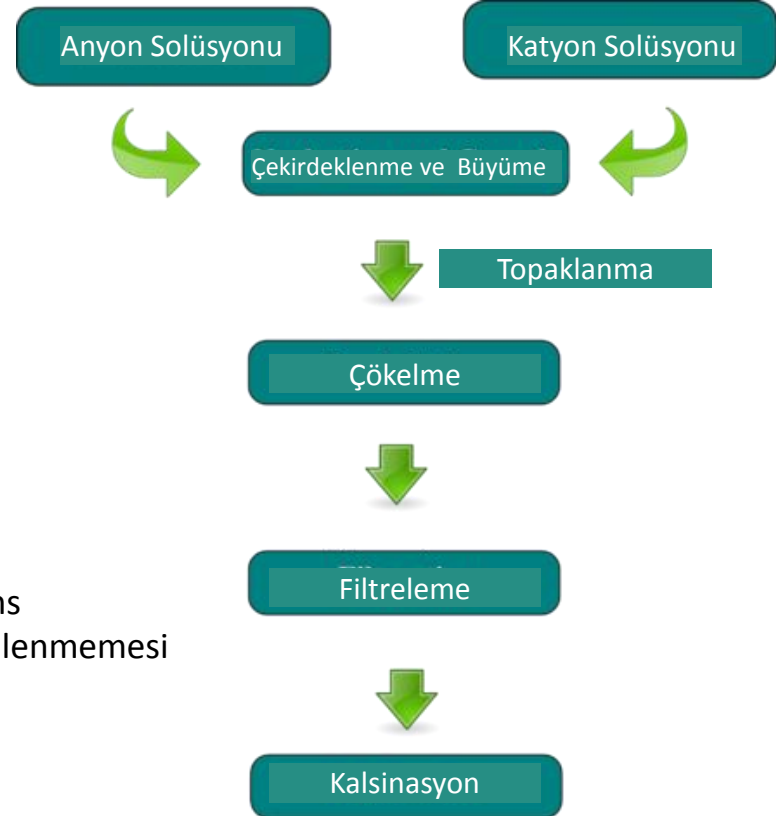
Gadodolinyum alüminyum (Yitriyum)
Galyum Garnet(Ce) son yıllarda geliştirilmiştir.
($Gd_3Al_2(Y)Ga_3O_{12} : Ce$) vs stokiyo metrilerde.

Birlikte-çöktürme, sol-jel, yanma, bilyeli değirmen,
Pechini gibi yöntemlerle sentezlenebilir.

Bu çalışmada **ultrasonik destekli birlikte çöktürme yöntemi** kullanılmaktadır.

Bu sintilatörler 58 000 ph/MeV ışık verimi ,kısa lüminasans
Bozunma verimi 100 ns < civarında olması, nemden etkilenmemesi
Yüksek enerji fiziği, tıbbi görüntüleme, gama, nötron
dedektörleri gibi pekçok alanda kullanılmaktadır.

Şeffaştırma çalışmalarıımız devam etmektedir.

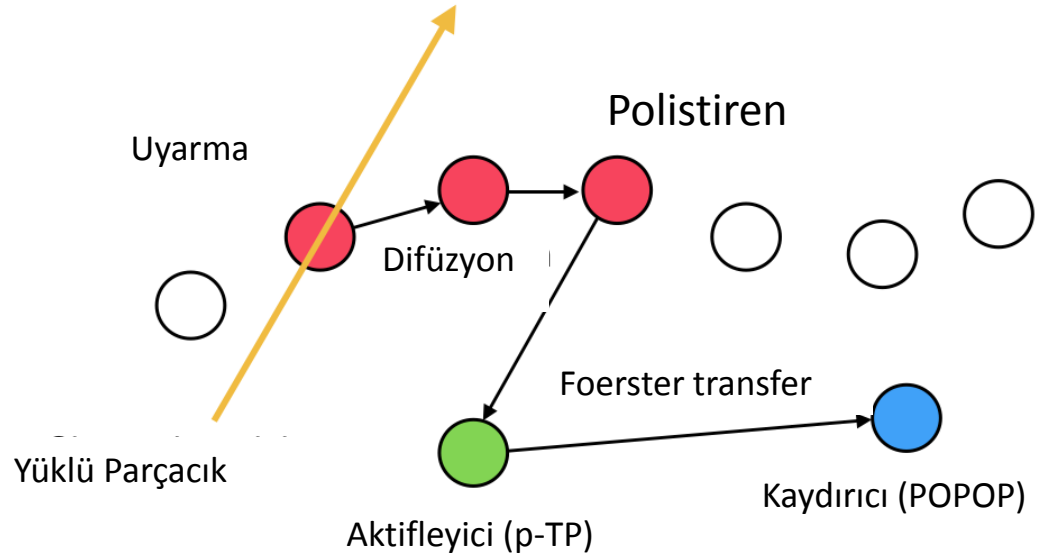


Şekil Birlikte çöktürme akış şeması

Plastik sintilatörler

Plastik sintilatör dedektörler :

Plastik sintilatörler polistiren (PS) veya polivinil toluenden (PVT) oluşur. Bunlara dopant olarak aktivatör p-TP (para-terphenyl) ve dalga boyu kaydırıcı olarak POPOP ilave edilir. Böylece maksimum şeffaflık elde edilir.



Şekil yüklü partikül ile etkileşim

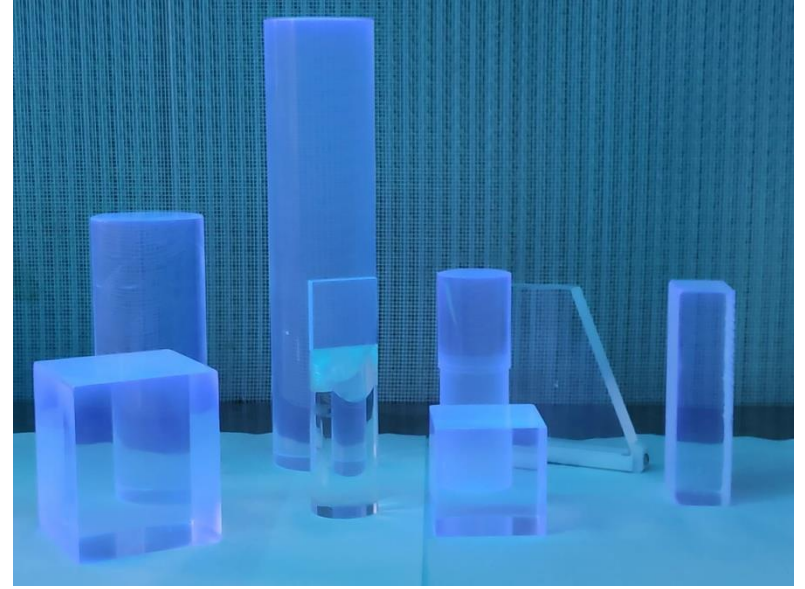
Yaygın olarak partikül fiziğinde, çok iyi partikül tanımlama ve izlemede, tıbbi görüntülemede ve radyasyon dedektörlerinde vs kullanılırlar.

Plastik sintilatörler

Plastik sintilatörler 1950 li yıllarda keşfedildiğinden beri radyasyon dedektörleri olarak çeşitli tasarımlarda üretilmiştir. Plastik sintilatörler genel olarak termal polimerizasyonla üretilirler.

Bu çalışmada stiren monomere aktivatör ve dalga boyu kaydırıcı katkılıktan sonra uygun sıcaklık-zaman profili uygulanarak termal polimerizasyonla çeşitli boyut ve geometrilere polistiren sintilatörler üretilmiştir.

Son zamanlarda PS veya PVT sintilatörler 3D-yazıcılarla daha karmaşık geometride ve çok kısa zamanlarda üretilmektedir.



Şekil ürettiğimiz PS sintilatörler