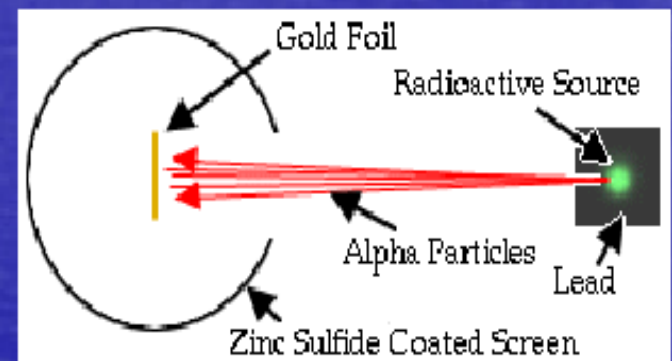
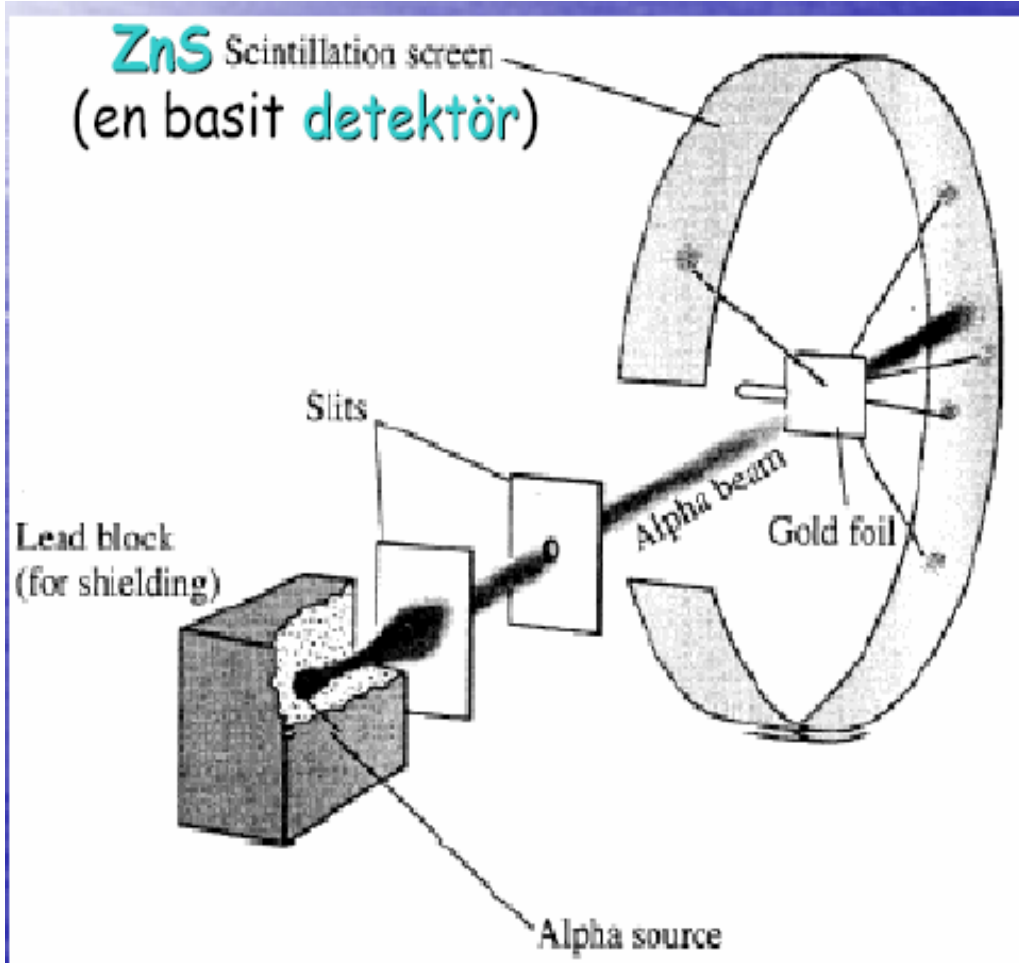


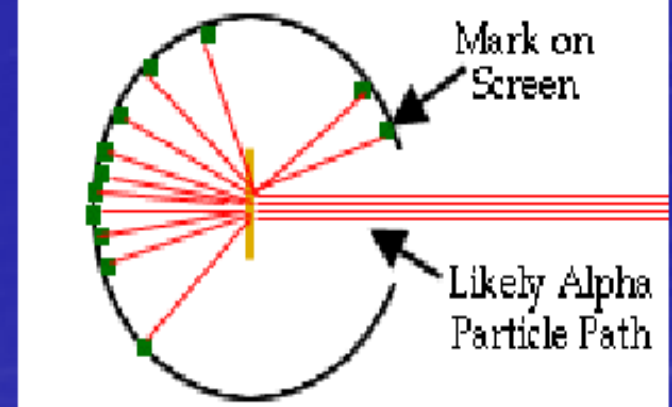
DEDEKTÖRLER

- Bir etkileşmeden çıkan parçacıkları algılamak için dedektörler kullanılır.
- Gözümüz en mükemmel dedektörlerden biridir.
- 10^{-4} m den büyük boyutları gözlerimizle inceleyebiliriz.
- 10^{-6} m'ye kadar olan boyutları optik mikroskoplarla inceleyebiliriz.
- 10^{-10} m'ya kadar olan boyutları elektron mikroskopuyla
- 10^{-10} m'den küçük boyutları ise ancak hızlandırıcılarla inceleyebiliriz.

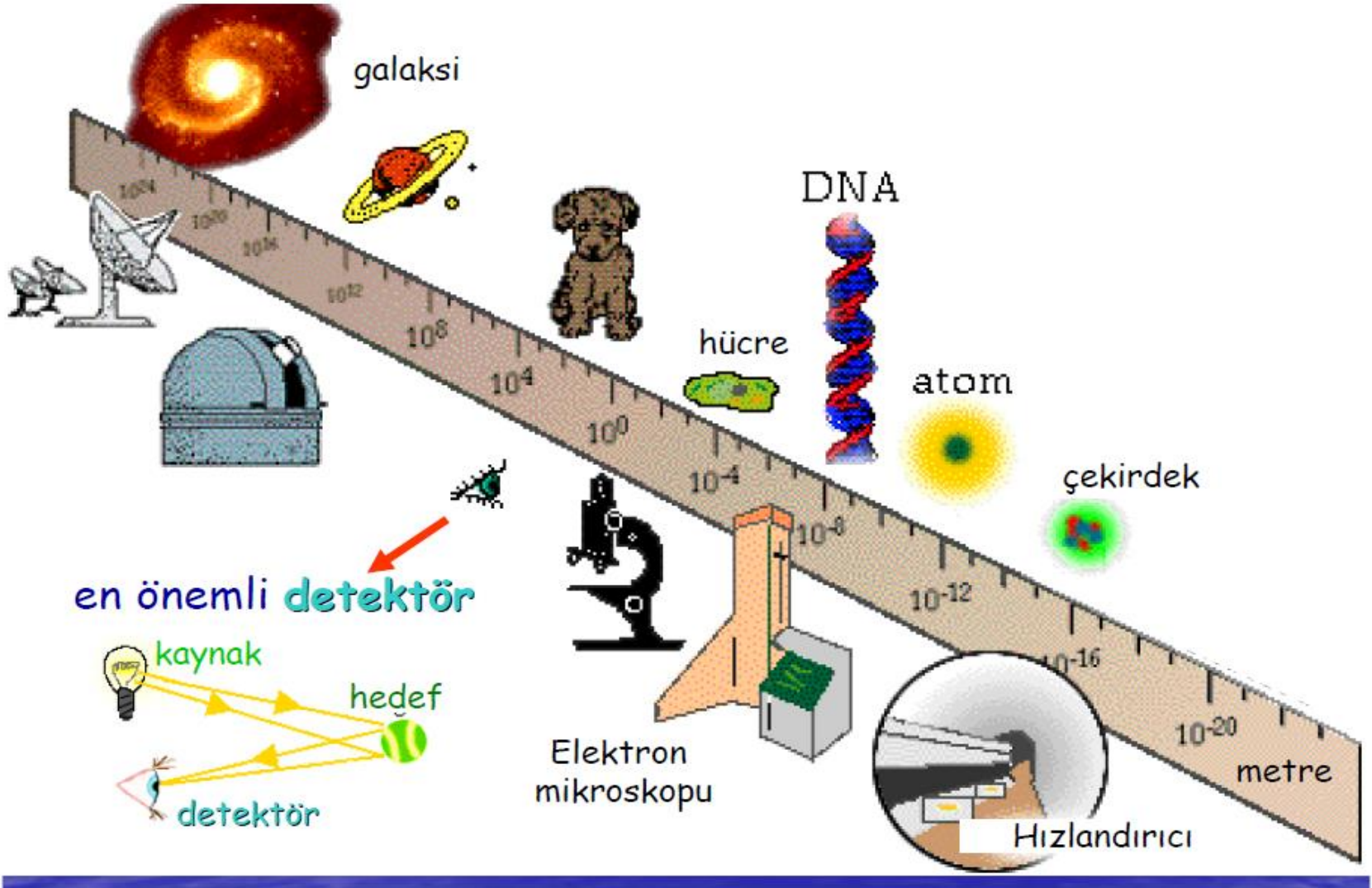
En Basit Dedektör



Extrapolation of Result:



Farklı büyüklükteki nesnelere gözlemek için değişik araçlar kullanırız.



- Günümüz dedektörlerinin çalışma prensibi elektromanyetik etkileşmeye dayanır.
- Dolayısıyla sadece elektrik yükü olan parçacıklar doğrudan gözlenebilirler.
- Yüksüz parçacıklar ancak bir etkileşme sonucu yüklü parçacıklar yaratırlarsa gözlenebilirler.
- Dedektörler ya kullandıkları aktif elamanlara göre (gaz dedektörleri, yarı iletken dedektörler) ya da işlevlerine(izleyici, kalorimetre, muon dedektörü gibi) göre sınıflandırılırlar.

Dedektör Çeşitleri

- Nükleer Emülsiyon
- Elektroskop
- Bulut Odası
- Sintilatörler
- Sis Odası
- Kabarcık Odası
- Foto Çoğaltıcı Tüpler
- Çok Telli Orantılı Odacıklar
- Sürüklenme Odacıkları
- Kalorimetreler
- Yarı İletken Dedektörler

NÜKLEER EMÜLSİYON

En eski dedektörlerden birisidir.

Eski fotoğraf filmlerinin daha kalın olarak kullanılmasıyla elde edilir.

Elektrik yüklü parçacık film içersinden geçtiğinde parçacığın izi kaydedilir.

Daha sonra filmin banyosu yapılarak parçacık izleri belirlenir.

Emülsiyonda zaman bilgisi yoktur. Yani hangi izin ne zaman oluştuğunu belirlemek mümkün değildir.

Korunum yasaları kullanılarak reaksiyon hakkında detaylı bilgiler elde edilebilir.

İlk defa kozmik ışınların araştırılmasında kullanılmıştır.

Emülsiyon kozmik ışınlara tutulur. Daha sonra filmlerin banyosu yapılarak mikroskopla incelenir.

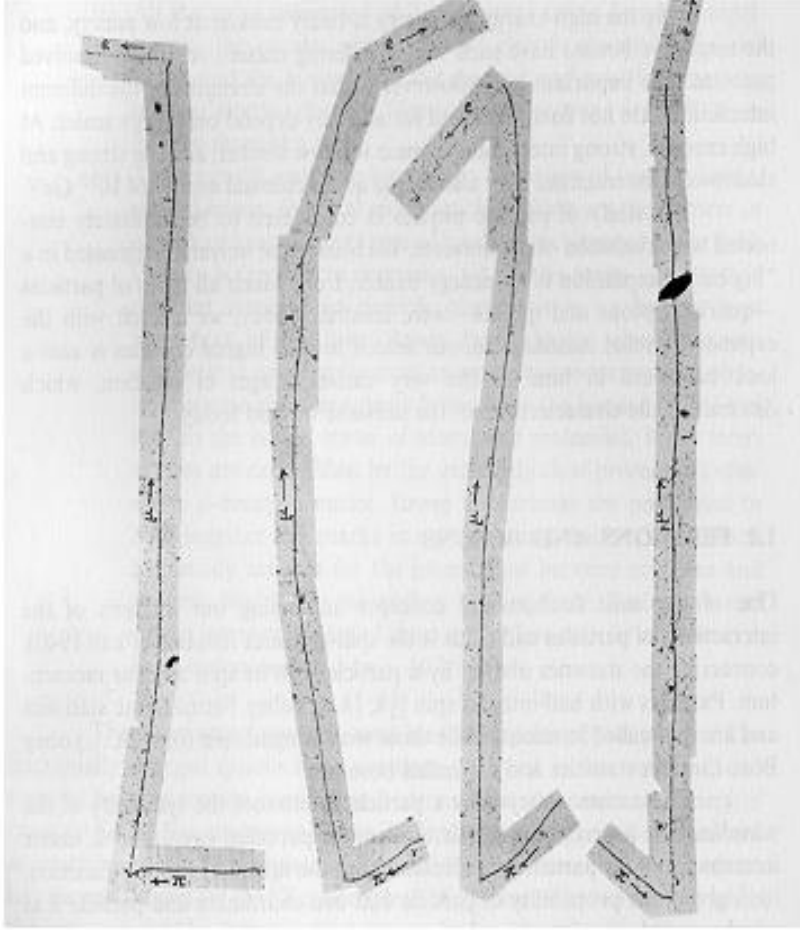
Radyasyonun keşfinde önemli rol oynamıştır.

Pionların keşfi emülsiyonlar kullanılarak yapılmıştır.

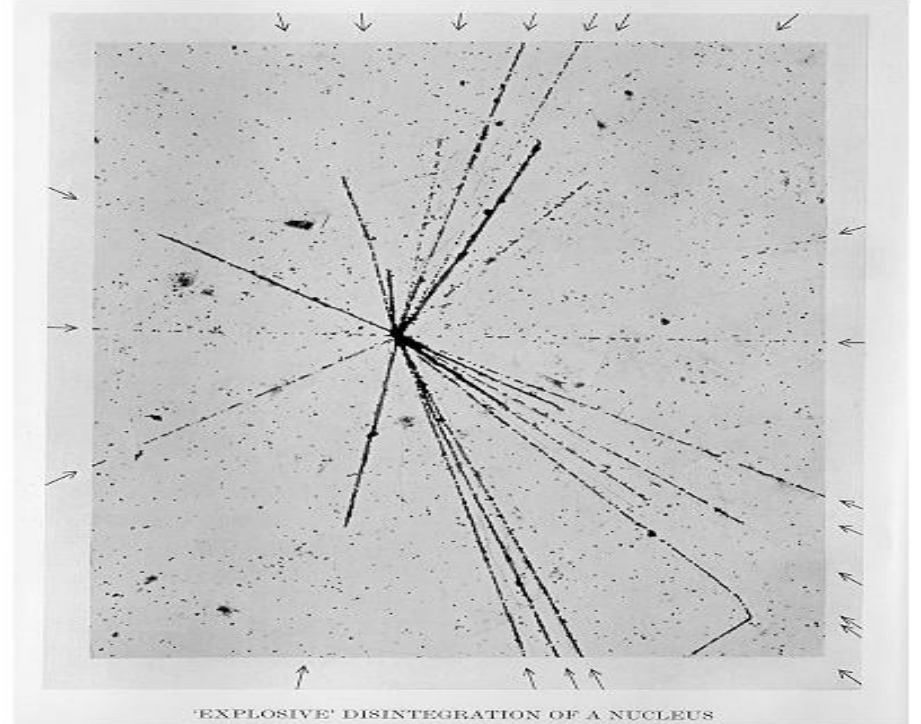
Nükleer Emülsiyon

Muon 1930 yılında keşfedilmiş ve kuvvetli etkileşmeyi taşıyan Yukawa mezonu sanılmış. Fakat uzun menzilli olması pionun beklenen özelliklerine aykırıdır.

1947'de Powell ve arkadaşları pionu nükleer emülsiyon içerisinde keşfettiler. Pionun bir muon ve gözlenemeyen bir parçacığa(nötrino) bozunduğunu gösterdiler.



Muon ve pionun keşfi



ELEKTROSKOP



Statik elektrikle yüklenince yapraklar açılır.

İçindeki havayı iyonize edecek bir etki olursa yapraklar kapanır.

Yaprakların kapanma hızı iyonizasyonun miktarı hakkında fikir verir.

Hess kozmik ışınları 1912'de bu yöntemle keşfetmiştir.

Balonla atmosferde yükseklerle çıkıldıkça elektroskopların yaprakları kozmik ışınların elektroskop içindeki havayı iyonize etmesinden dolayı kapanıyordu.

Gaz dedektörlerinin çalışma prensibi

Yüklü parçacıklar geçtikleri yol üzerindeki gaz atomlarını iyonize eder.

Pozitif iyonlar katoda negatif iyonlarsa anoda doğru hızlanarak hareket eder.

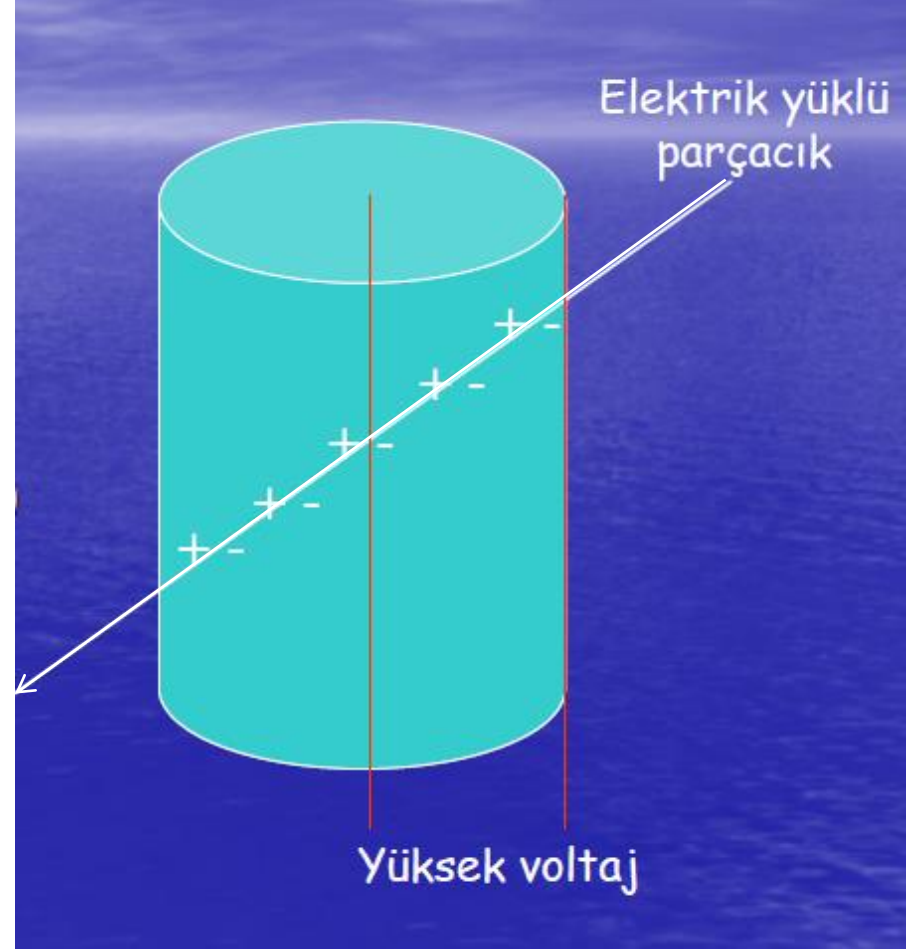
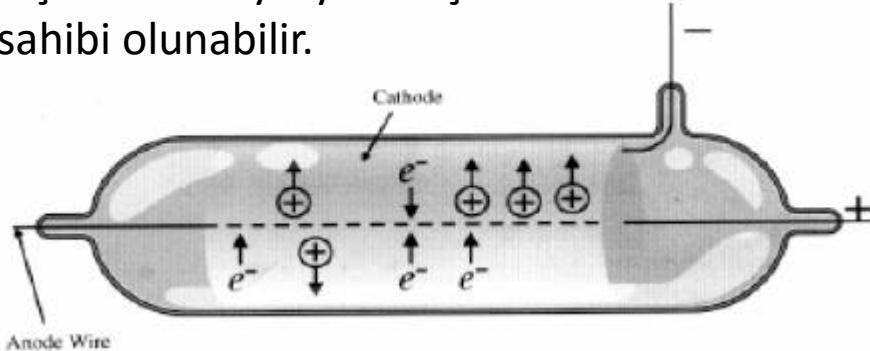
Anot ve katotta oluşan sinyal parçacıkların algılanmasını sağlar.

Gaz olarak genellikle yüksek kütleli soy gazlar (Ar gibi) kullanılır.

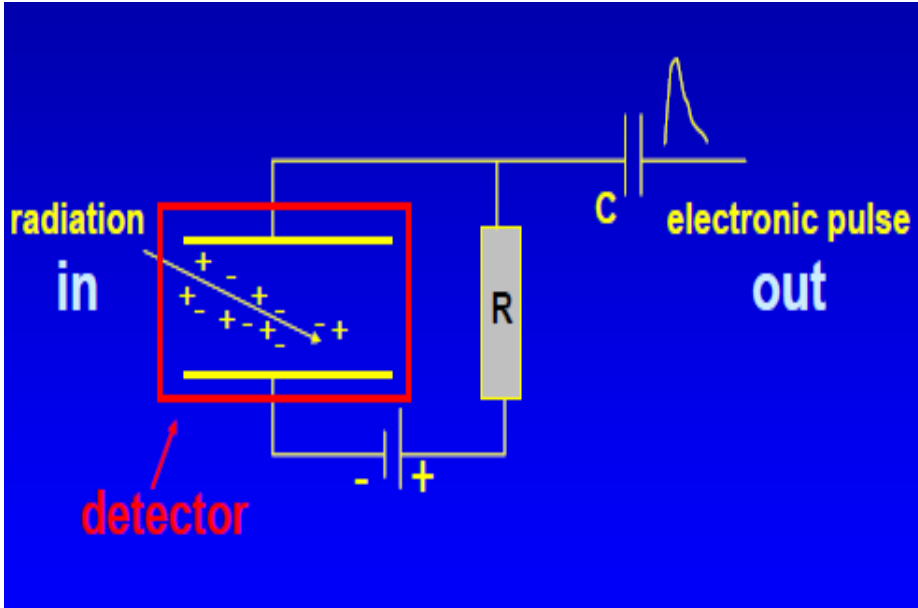
Geiger-Müller sayacı tipik bir gaz dedektörüdür.

Anotta oluşan sinyal sese çevrilir.

Parçacığın kimliği belirlenemez fakat aktivite ölçülerek radyasyonun şiddeti hakkında fikir sahibi olunabilir.

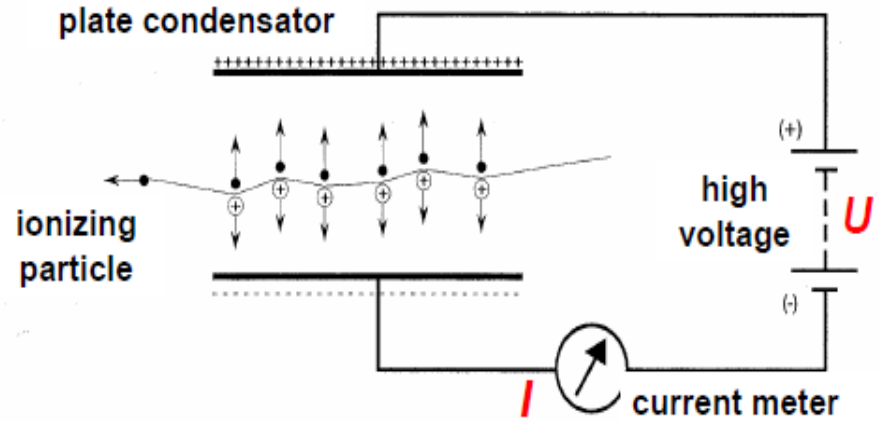


İçerisinde gaz dolu (Ar) metal bir silindir ve eksenini boyunca gerilmiş bir odacıktan oluşur. Ortadaki tel $\sim +2$ kV, metal kap ise topraklanmıştır.



İyonlaştırıcı Radyasyon Ölçüm

İyonlaşma Akiminin Ölçümü



SİS ODASI

Kapalı bir kap hava, su ya da alkol buharıyla doyurulur ve bir pistonla sıkıca kapatılır.

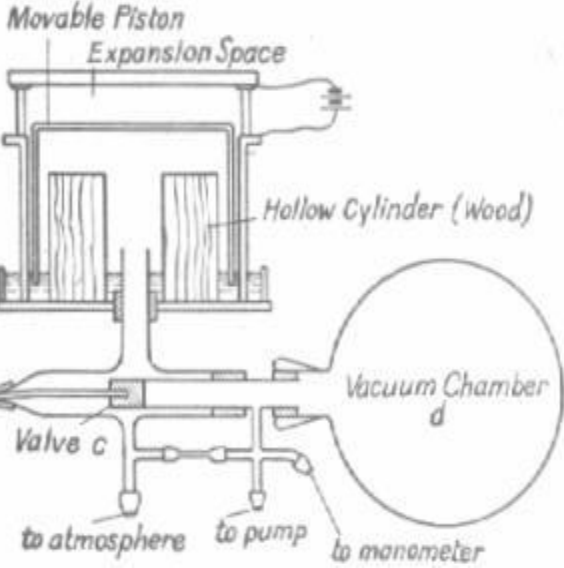
Piston hızla çekilerek ani bir genişleme olması sağlanarak havanın aşırı soğuyup doymuş buhar haline gelmesi sağlanır.

Yüklü tanecikler geçtiğinde yollarındaki molekülleri iyonize eder.

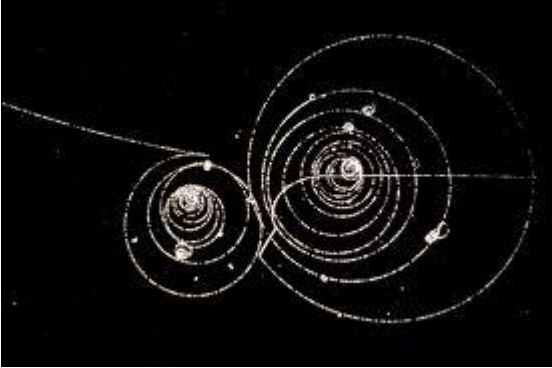
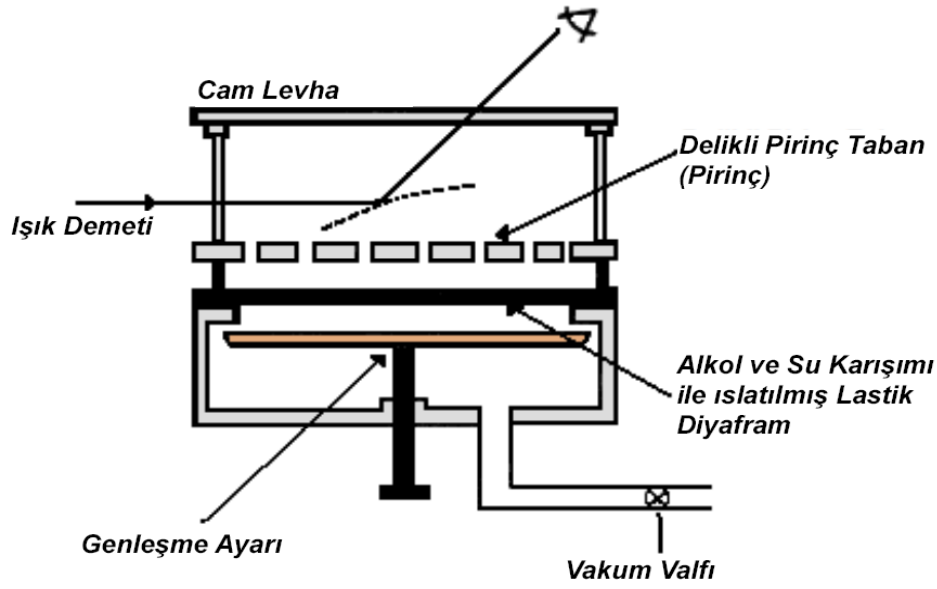
İyonize olan moleküllerin etrafında su damlacıkları oluşarak buradan geçen parçacıkların izlerinin görünmesi sağlarlar.

Bu izlerin fotoğrafları çekilir.

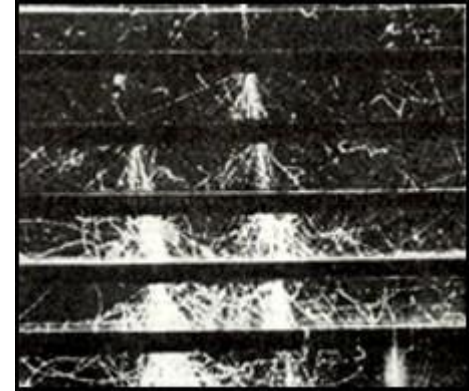
Oluşan iyonları çekmek için elektrotlara akım verilir ve oda yeniden kullanılmaya hazır duruma getirilir.



Wilson kendi icadının başında

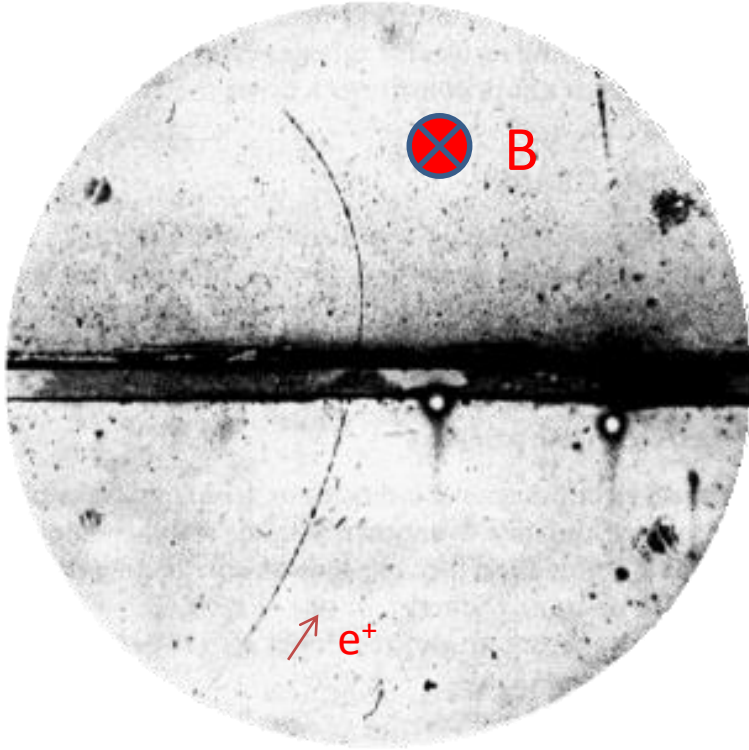


Bir manyetik alan uygulandığında yüklü parçacıkların yörüngeleri bükülür. Manyetik alanda hapsediklerinde helezonik yörüngeler izlerler.



Ardı ardına kurşun bloklar yerleştirilmiş sis odasında kozmik ışınların oluşturduğu çığ.

Kozmik Işınlarda pozitronun (anti-madde) keşfi



Positronun keşfi
Carl Andersen 1933

Manyetik alan 15000 Gauss,
Odacık çapı 15cm. 63 MeV'lik pozitron
6mm kalınlığında kurşundan geçerek
plakayı 23MeV'lik enerjiyle terk eder.

Parçacığın yarattığı iyonizasyon ve ve kurşun
plakayı geçerken ki davranışı elektron ile aynıdır.

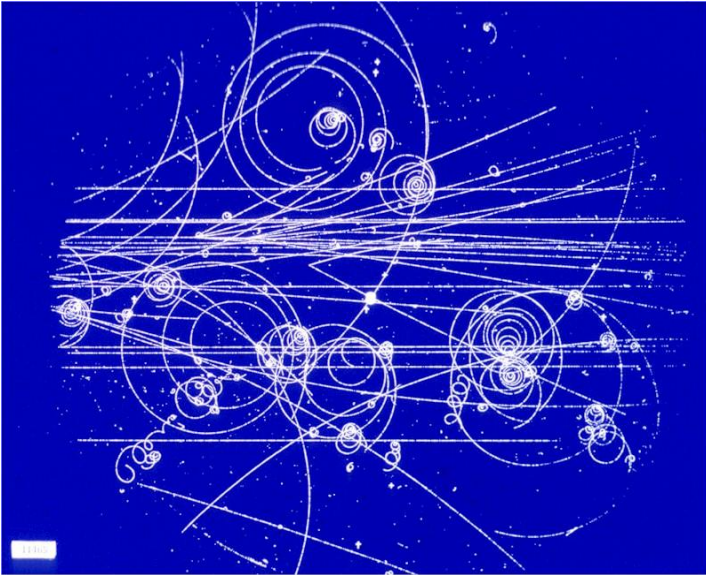
Enerjisi azaldığı için plakayı geçtikten sonraki
eğriliği artmış.

Manyetik alanda sola sapması pozitif yüklü
olduğunu gösterir.

Pozitron elektronun anti-parçacığıdır.

KABARCİK ODASI

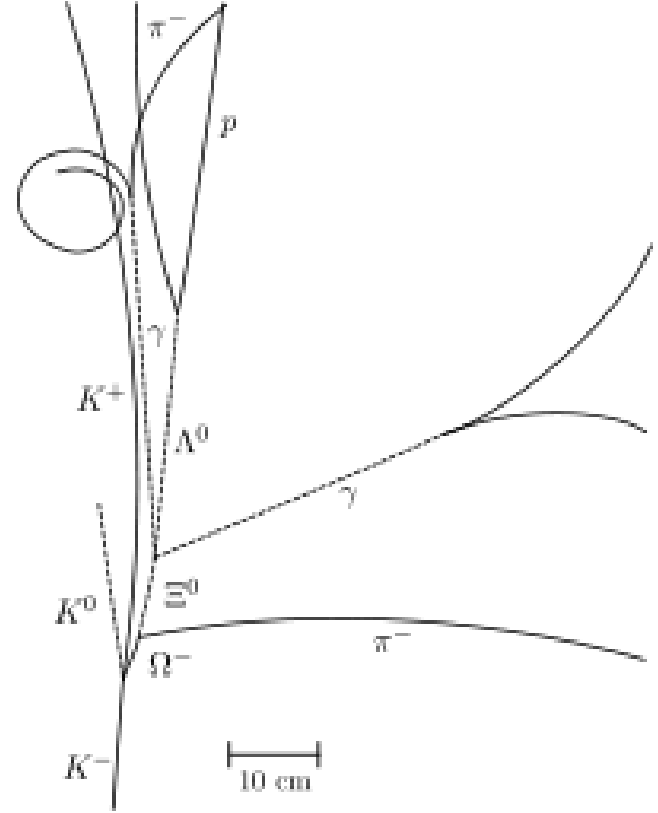
Süper doyurulmuş buhar yerine kabarcık odası süper ısıtılmış sıvı(Hidrojen gibi) kullanılır. Yüklü parçacık geçtiği yol üzerindeki molekülleri iyonlaştırır. Bu iyonlar etrafında oluşan kabarcıklar parçacık izlerinin görünmesini sağlarlar. Bu izlerin resmi çekilerek incelenir.



Donald Glasser icadının başında



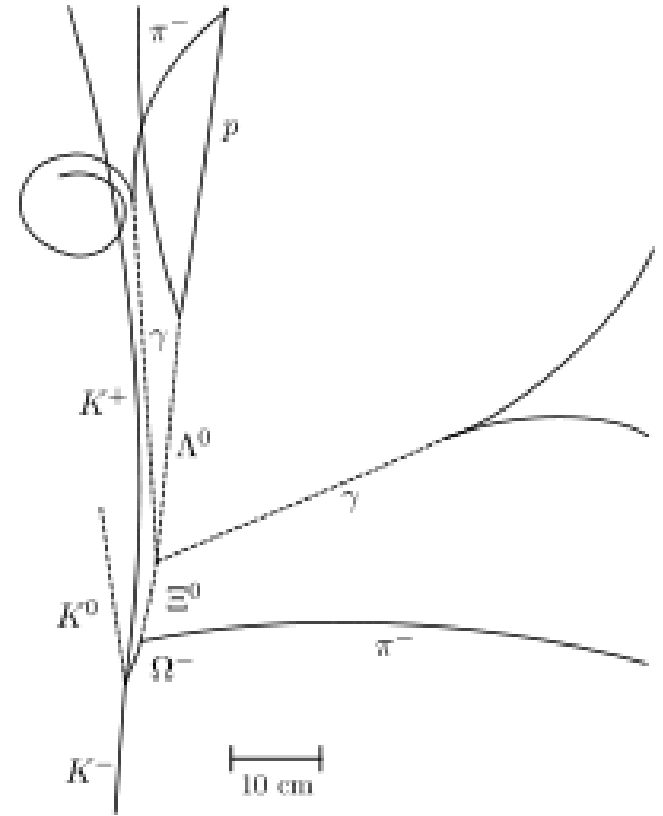
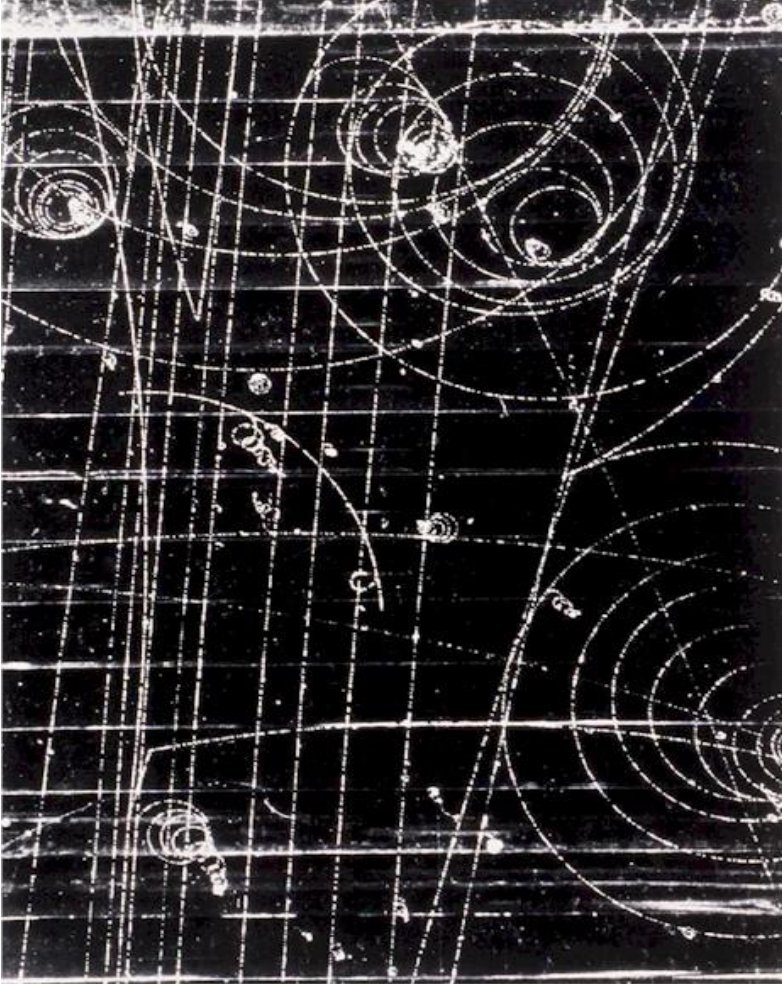
Big European Bubble Chamber (BEBC)
CERN'deki Büyük Avrupalı Kabarcık Odası.
1970'lerin başında CERN'de kurulmuştur.
35 m³ sıvı hidrojen kullanılıyordu.
Şimdi CERN Açık hava müzesinde sergileniyor.



Brookhaven'da Ω^- 'in keşfi

BULMACA

Sağda gösterilen olayları soldaki şekil üzerinde bulunuz.



FOTOÇOĞALTICI TÜPLER

Işığı elektrik sinyaline çevirirler.

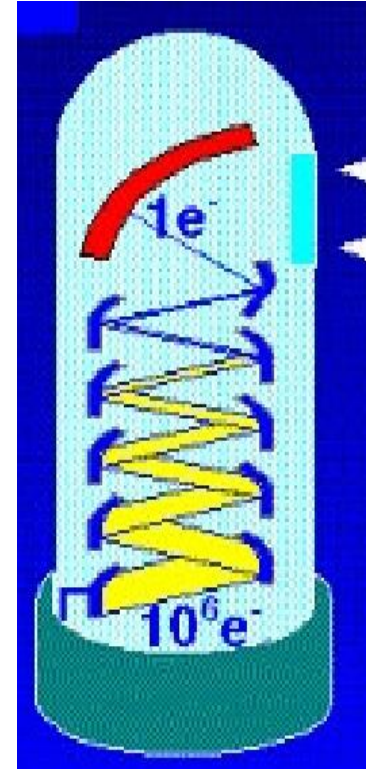
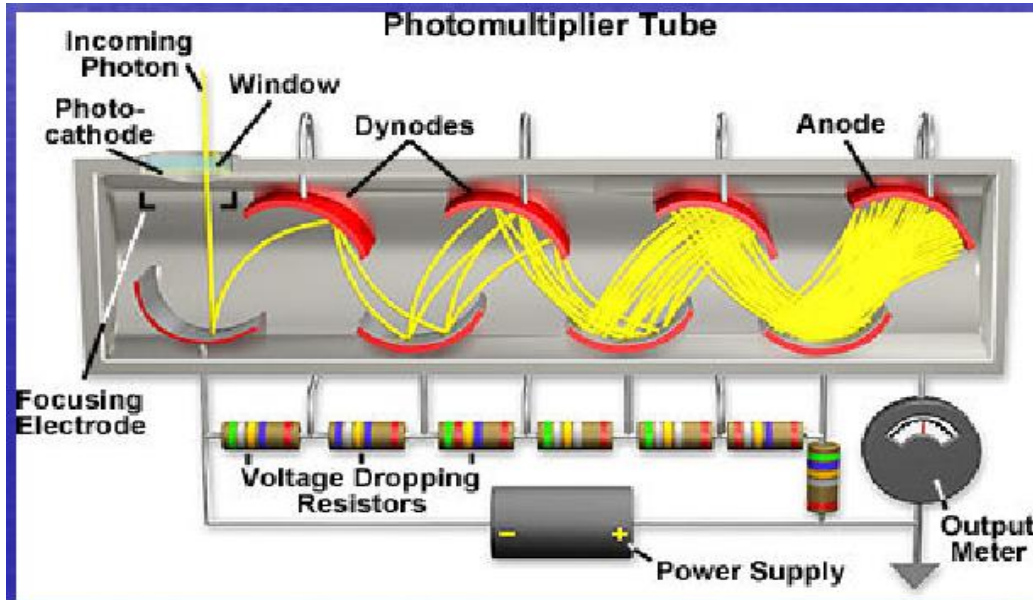
Foto-katot üzerine düşen ışık enerjisi yeterli ise buradan bir elektron kopartır.

Şekildeki gibi dinotlara artan bir elektrik potansiyel uygulanarak elektronlar hızlandırılır dinotlara çarptırılır.

Elektronlar anotta toplanarak sinyal elde edilir.

Amaca uygun olarak kullanılmak üzere çok değişik şekilde yapılırlar.

En çok sintilatörlerle birlikte kullanılırlar.

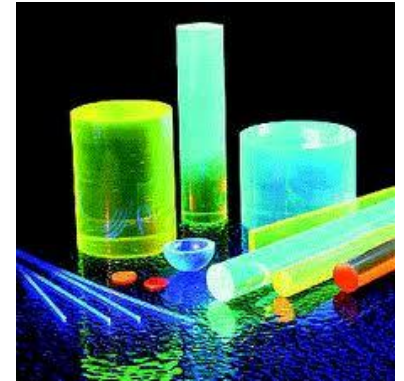


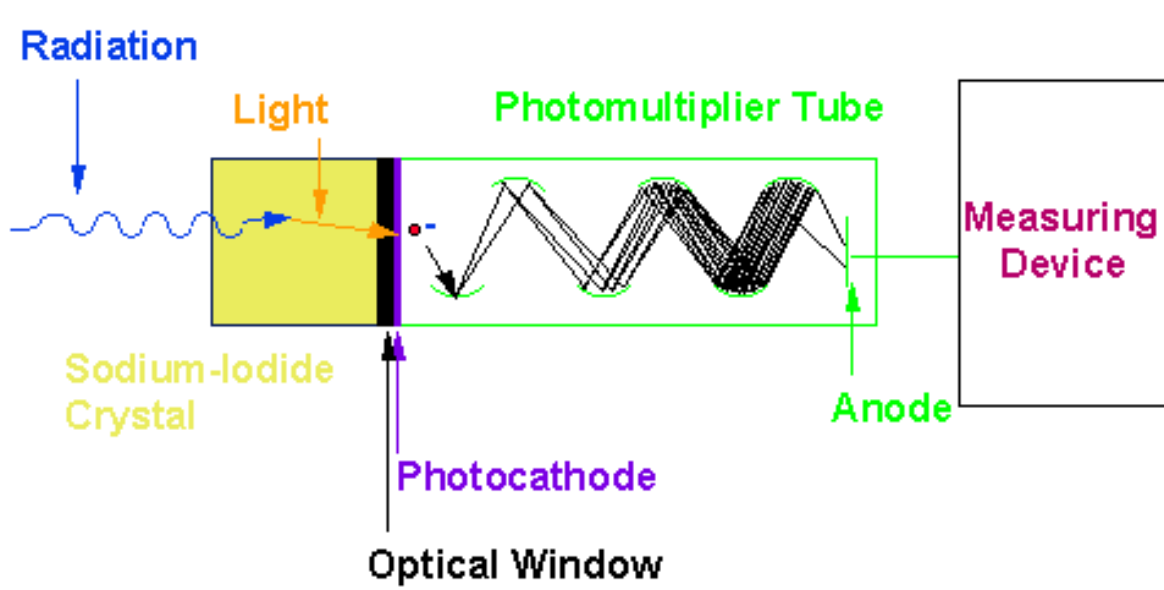
Çeşitli PMT'ler



SİNTİLATÖRLER

- İçerisinden yüklü parçacıklar geçtiğinde ışıma yapan malzemelerdir.
- Sintilatörden geçen yüklü parçacık sintilatör atom/moleküllerini uyarırlar. Elektronlar temel seviyeye dönerken ışık yayınlarlar.
- Sintilatörler genellikle sıvı veya plastik şeklindedir. Böylece istenilen şekle kolayca sokulabilirler.
- Çubuk, levha, silindir gibi değişik geometride yapılabilirler.
- Ürettikleri ışığa saydam olmalıdırlar.
- Genellikle foto-çoğaltıcı tüplerle birlikte kullanılırlar.





Sintilatörle etkileşen radyasyon sintilatörün ışık yayınlamasını sağlar.

Yayılan bu ışık fotoçoğaltıcının katoduna çarpar.

Buradan koparılan elektron çoğaltılarak anottan sinyal olarak alınır.

Bu sinyal elektronik olarak işlenerek gelen radyasyon hakkında bilgi edinilir.

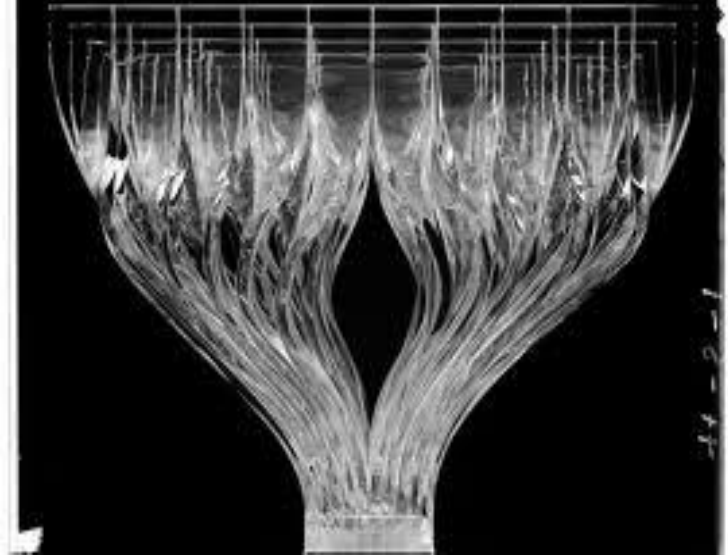
Sintilatörlerin bu şekilde kullanımları oldukça yaygındır.

Bu dedektörlerde foto çoğaltıcı tüpü ve kullanılan fosforu değiştirmek suretiyle değişik tipte radyasyonların dedeksiyonu mümkündür. Bunlar;

Alfa parçacıklarını ölçmek için gümüşle aktive edilmiş ZnS fosforu, Beta parçacıklarını ölçmek için naftalin ve stilben,

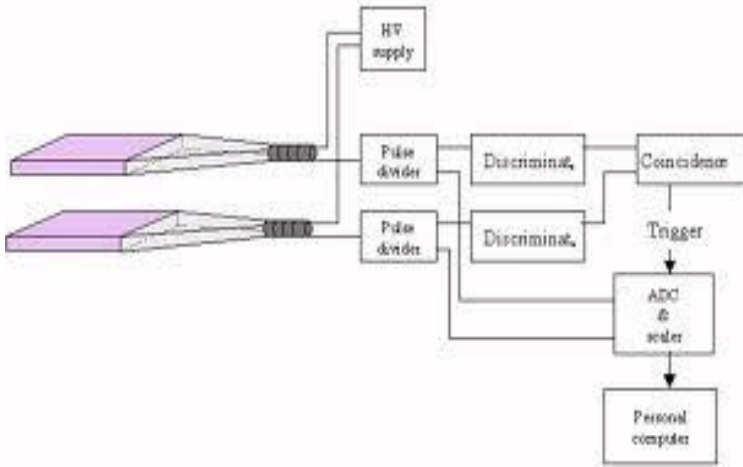
Düşük enerjili X ve gama ışınını ölçmek için talyumla aktive edilmiş NaI kristali kullanılır.

IŞIK KLAVUZU



Işık klavuzları ışığın yönlendirilerek bir yere toplanmasını sağlar.

Bu yer genellikle ışığın elektriğe çevrileceği foto-algılayıcıdır(foto-çoğaltıcı tüp gibi)



Sintilatörlerin deneysel bir uygulaması. İki sintilatörden aynı anda bir sinyal algılamak yüklü bir parçacığın geçişini gösterir.

KIVILCIM ODASI

İçerisinde gaz (He, Ne gibi) bulunan kapalı bir kap içerisinde yerleştirilmiş metal tabakalardan oluşur.

Kıvılcım odasının üzerine yerleştirilmiş sintilatörler parçacık geçişini haber verirler.

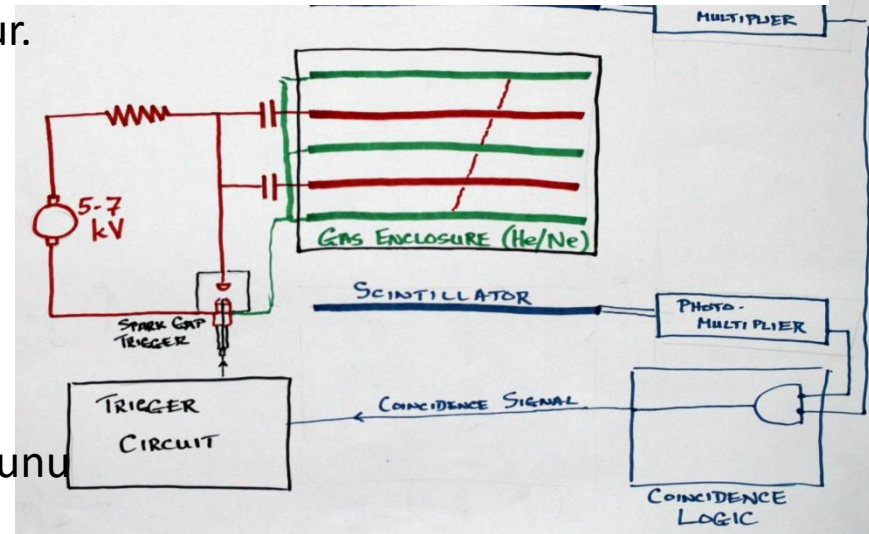
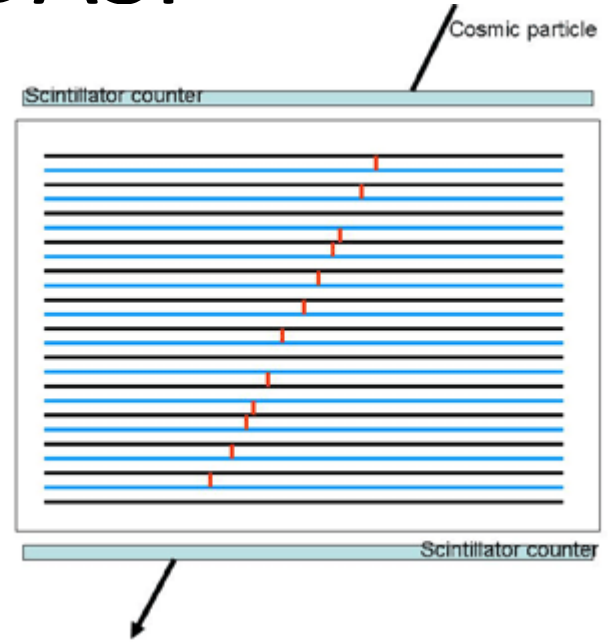
Parçacık geçişinden sonra metallere çok yüksek voltaj uygulanır.

Parçacığın geçişiyle iyonlaşan gazlar metal plakalara doğru hareket ederek kıvılcım oluşmasına neden olur.

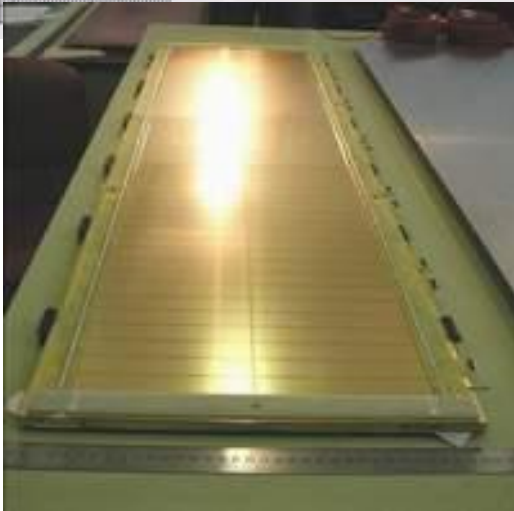
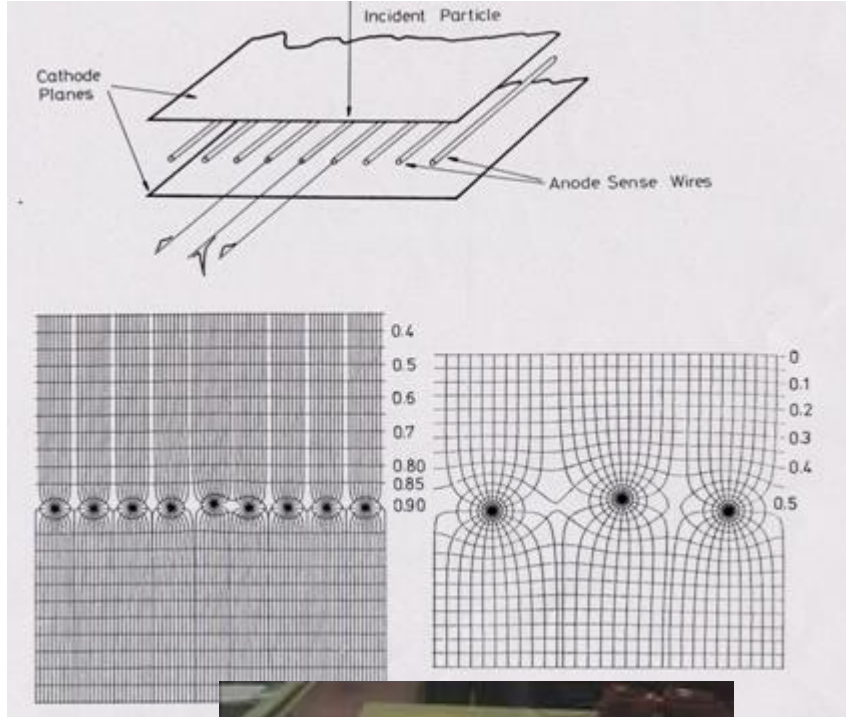
Böylece parçacığın nereden geçtiği belirlenebilir.

Çözünürlüklerinin kabarcık odalarından daha kötü olmasına rağmen başka dedektörlerin yardımıyla hassasiyetleri arttırılabilir.

Schwartz, Steinberger ve Lederman muon_nötrinosunu bu dedektörü kullanarak keşfettiler.



ÇOK TELLİ ORANTILI ODACIKLAR



Katot görevi yapan plakalar arasına anot tellerinin yerleştirilip içerisinde gaz ile doldurulmasıyla oluşur.

Yüklü bir parçacığın geçmesiyle oluşan iyonizasyon yükleri toplanarak bir sinyal elde edilir.

En büyük sinyalin hangi telden geldiği belirlenerek parçacığın geçtiği nokta belirler. Çok sayıda düzlem kullanılarak parçacığın yörüngesi bulunur.

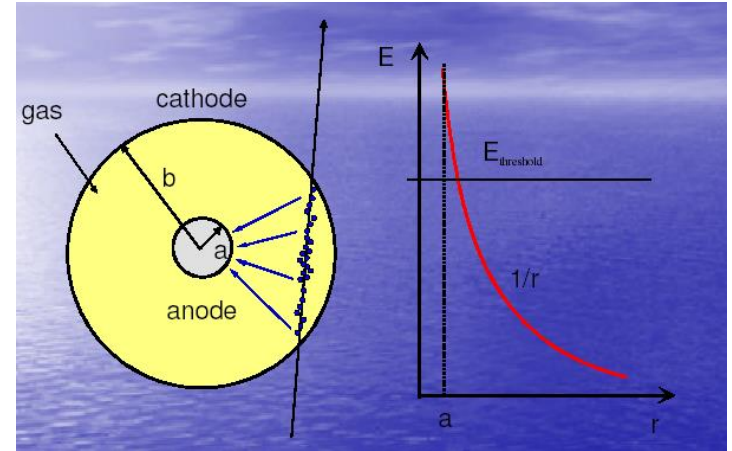
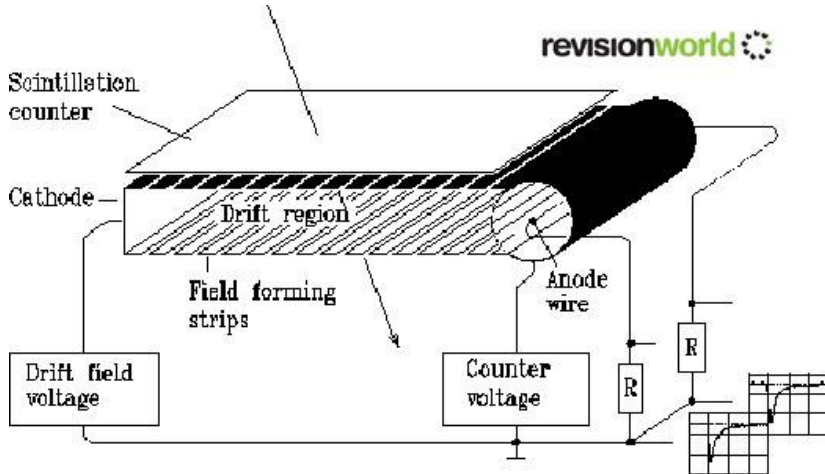
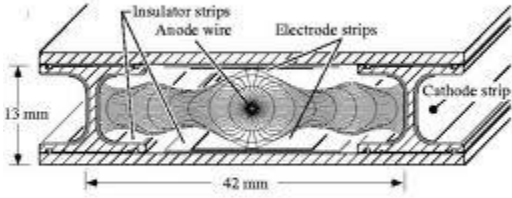
Ayrıca teller farklı düzlemlerde farklı yönlerde yerleştirilerek parçacığın geçtiği iki koordinat belirlenebilir.

SÜRÜKLENME ODACIĞI

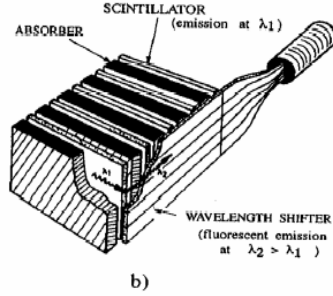
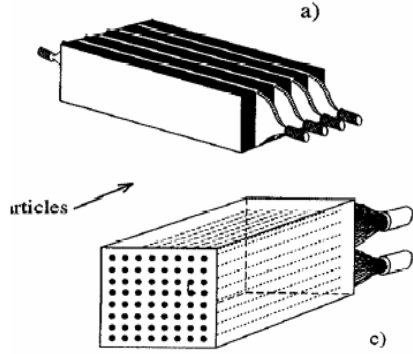
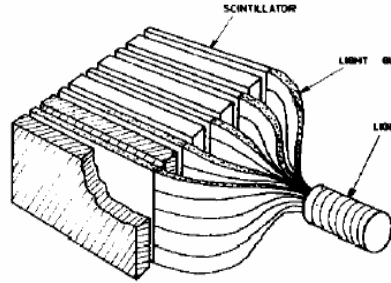
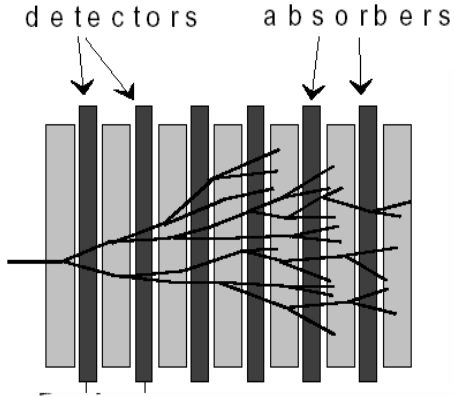
Yapısı diğer telli -gazlı dedektörlere çok benzer.

Çalışma prensibi parçacığın geçtiği zaman ile oluşan iyonların anoda gitmesi için geçen süreyi belirleyerek parçacıkların konumlarını ölçmeye dayanır.

Zamanı başlat komutu diğer bir dedektör (sintilatör gibi) tarafından sağlanır.



KALORİMETRELER



Gelen parçacık soğurularak (özellikle γ yaratacak şekilde) enerjisi ölçülebilir sinyale dönüştürülür.

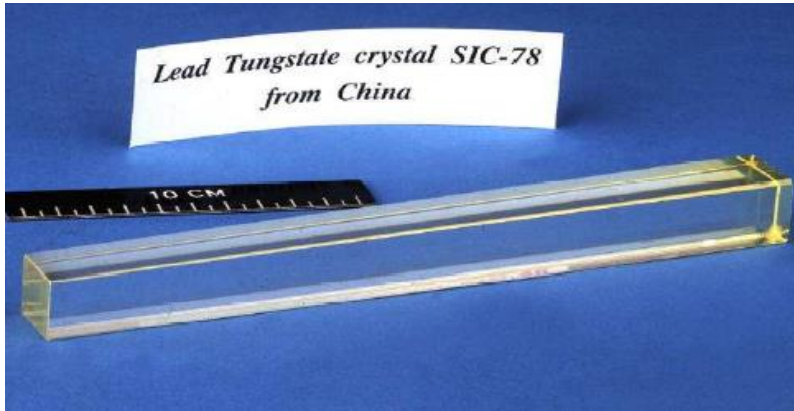
Genellikle homojen veya örnekleme kalorimetreleri şeklinde yapılır.

Homojen kalorimetreler genellikle sintilasyon özelliğine sahip saydam yoğunluğu yüksek bileşiklerden yapılır.

Örnekleme kalorimetreleri ise metal plakalar arasında aktif bir materyalin (sintilatör veya gaz gibi) sandviçlenmesi şeklinde yapılır.

Metal plaklar parçacıkların duş olarak durdurulmasını sağlar. Aktif materyal ise yüklü parçacıklar geçtiğinde ölçülebilir bir sinyalin oluşmasını sağlar.

Değişik aktif katmanlardan toplanan sinyal parçacığın enerjisi hakkında bilgi verir.



YARI İLETKEN DEDEKTÖRLER

Position-Sensitive Si Detectors

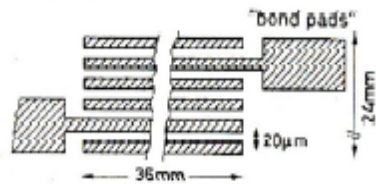
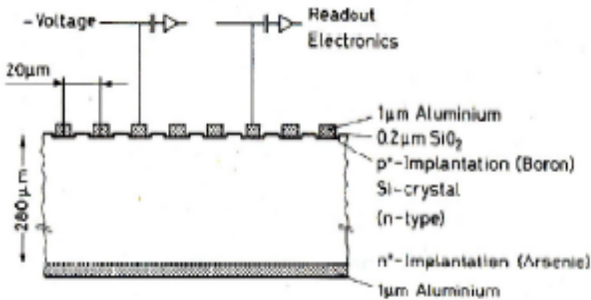
Yarı iletken malzemelerden yapılırlar.

N tipi bir gövde üzerini P+ tipi yarı iletkenin şerit veya piksel olarak biriktirilmesiyle oluşur.

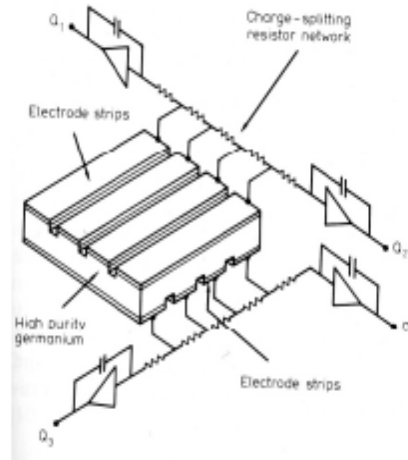
Gövdeden geçen radyasyon gövdede elektron ve deşik çiftlerinin oluşmasına neden olur.

Oluşan bu yükler bir potansiyel farkı uygulanarak toplanarak sinyal elde edilir.

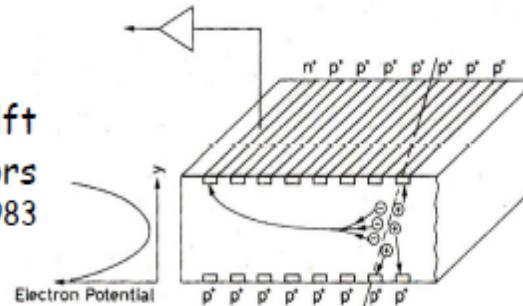
Micro-strip detectors
5 μ m-20 μ m strip dimensions



Strip Detectors
~300 μ m strip dimensions



Si-drift detectors
Gatti & Rehak 1983



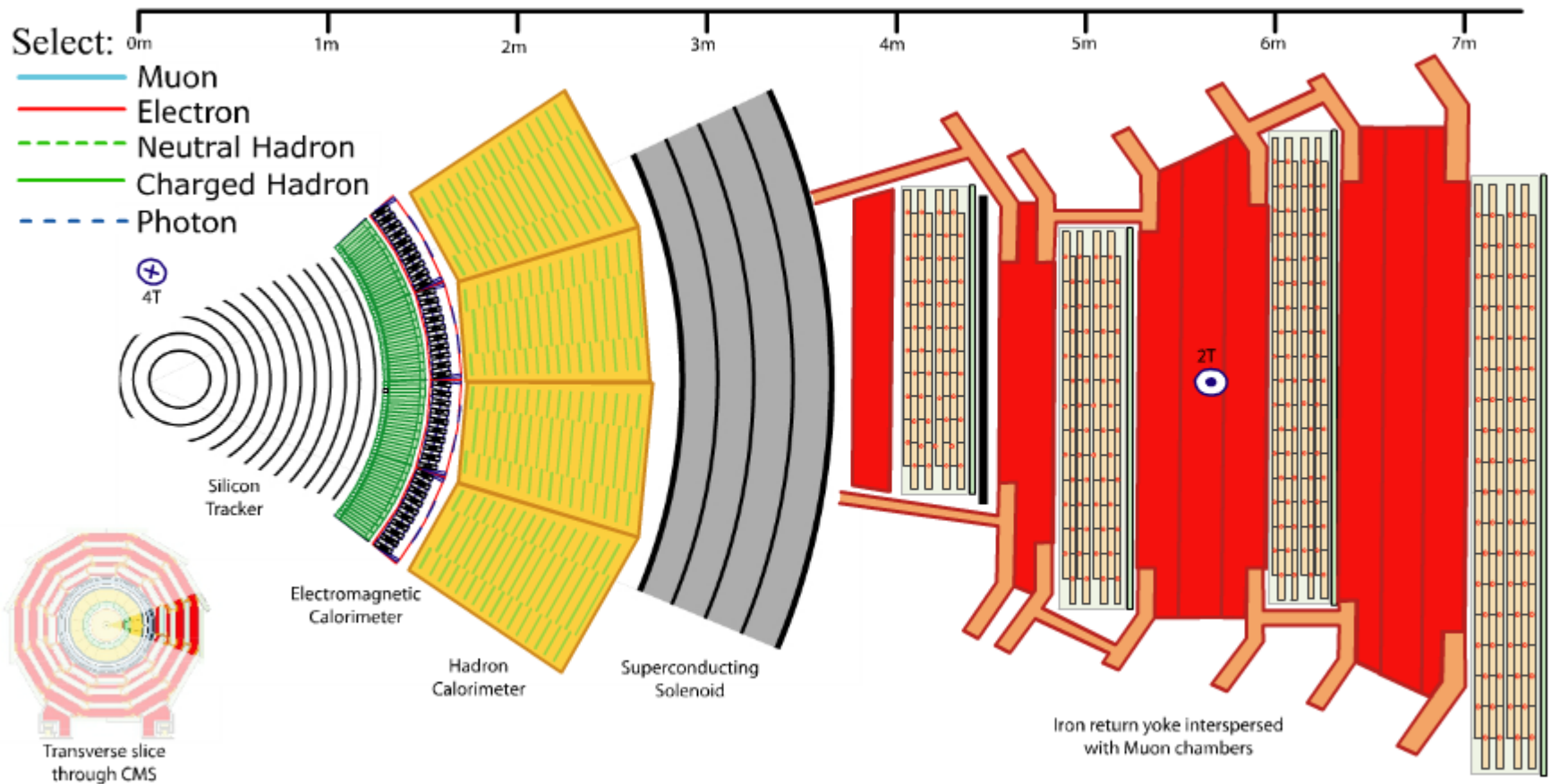
Drift time \propto position
Excellent energy resolution at room temperature



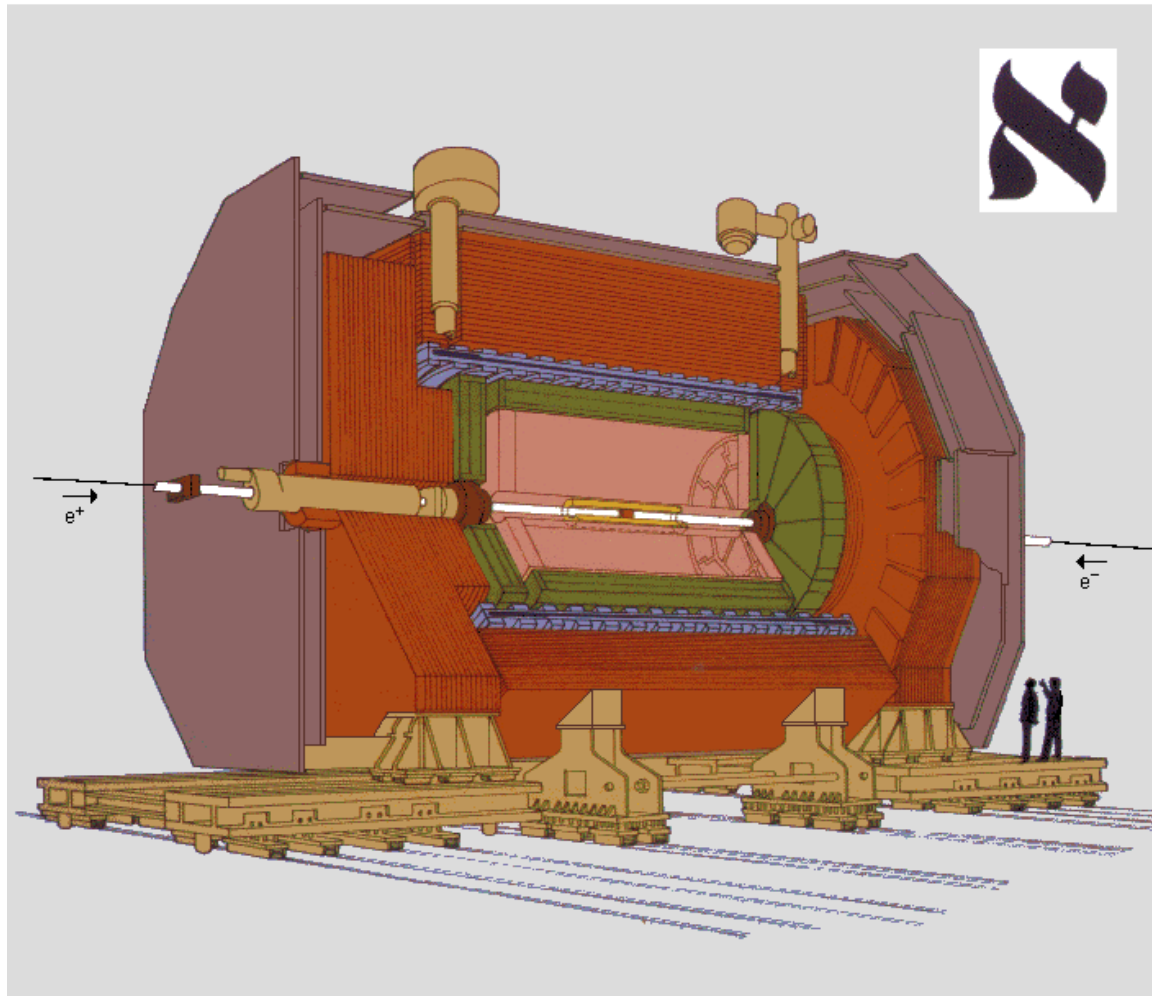
BÜYÜK DEDEKTÖR SİSTEMLERİ

- Büyük dedektör sistemleri daha önce bahsettiğimiz basit dedektörlerin amaca uygun şekilde birleştirilmiş halidir.
- Genellikle soğansı yapıda olup iç içe veya ardı ardına yerleştirilirler.
- En içte parçacıkların izlerini ölçmeye yarayan bir izleyici bulunur.
- Bunu çoğunlukla elektromanyetik etkileşen parçacıkların enerjisini ölçmek üzere dizayn edilmiş elektromanyetik kalorimetre izler.
- Ardından kuvvetli etkileşen parçacıkların enerjisini ölçmek üzere dizayn edilmiş hadronik kalorimetre bulunur.
- En dışa da bütün bu dedektörleri delip geçebilen muonları ölçmek için muon dedektörleri bulunur.
- Momentum ölçümü de yapılmak istenirse bir bu manyetik alan sağlayan bir mıknatıs kullanılır.

CMS DEDEKTÖRÜNÜN DİKİNE KESİTİNDEN BİR DİLİM



LEP 1988-2000

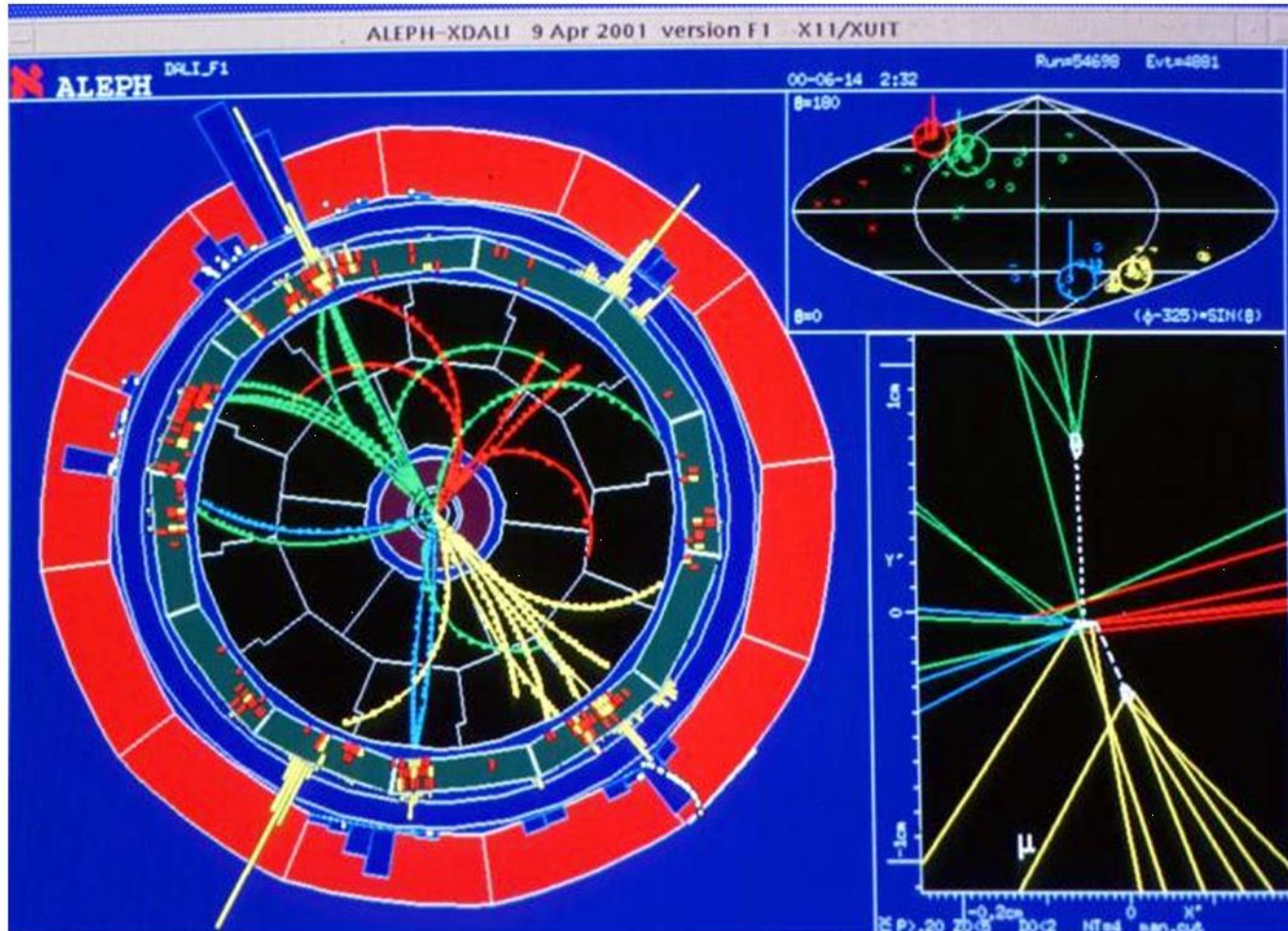


- Vertex Detector
- Inner Tracking Chamber
- Time Projection Chamber
- Electromagnetic Calorimeter
- Superconducting Magnet Coil
- Hadron Calorimeter
- Muon Chambers
- Luminosity Monitors

The ALEPH Detector
Hepsi gaz dedektörü

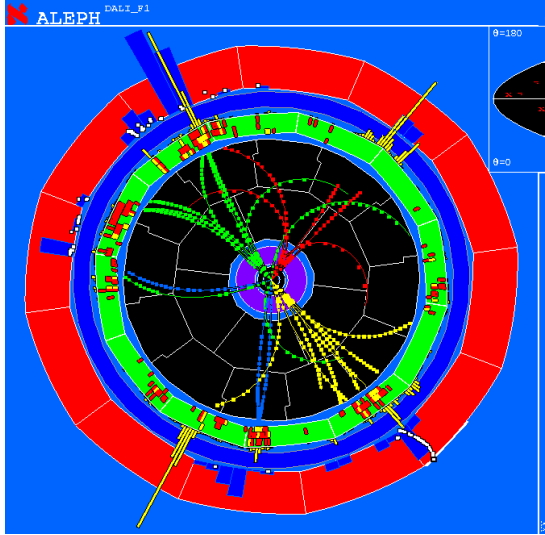
LEP 1988-2000

ALEPH Deneyinde bir Higgs Adayı olayı görülüyor: $e^+ e^- \rightarrow HZ \rightarrow bb + jj$

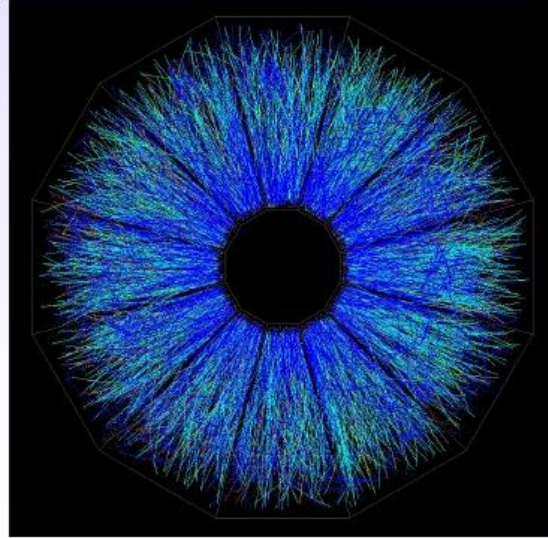


Ağrı İyon Deneyinde Paracık okluđunu Arttırmak

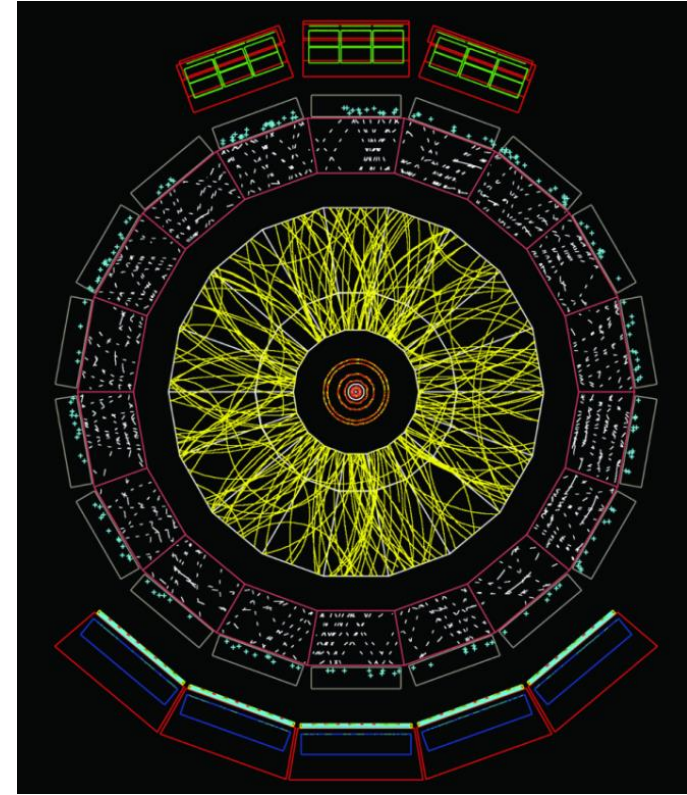
LEP'teki ALEPH deneyinde $e^+ e^-$ arpışması.



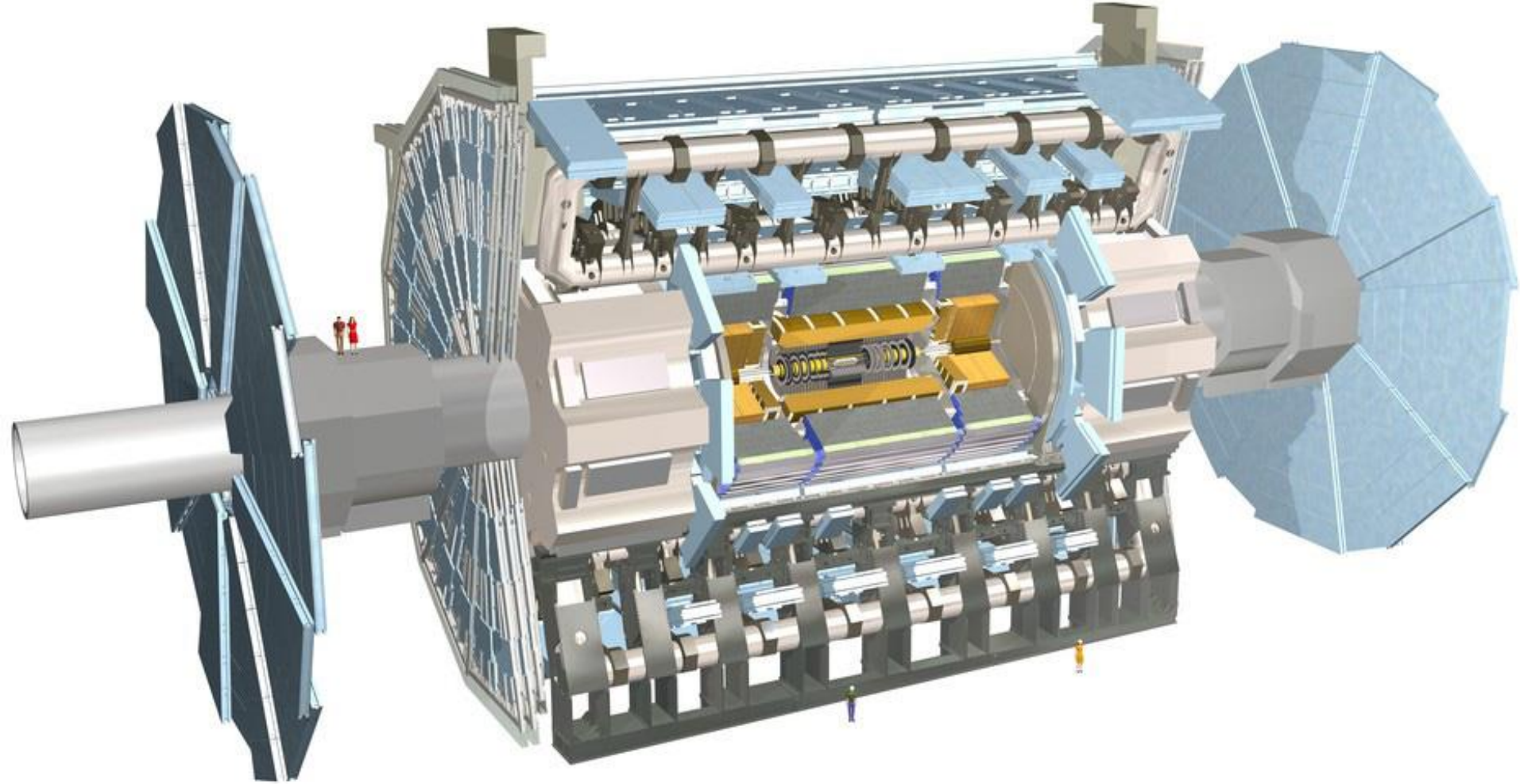
RHIC'teki STAR deneyinde bir $Au^+ Au^+$ arpışması.
2000'e yakın iz .



LHC'deki ALICE deneyinde bir $Pb^+ Pb^+$ çarpışmasını simülasyonu.
Çarpışma başına 40 000 iz.



LHC'DEKİ ATLAS DENEYİ



100 milyondan fazla dedektör kanalı kullanılacak.

LHC'deki CMS Deneyi

CMS A Compact Solenoidal Detector for LHC

