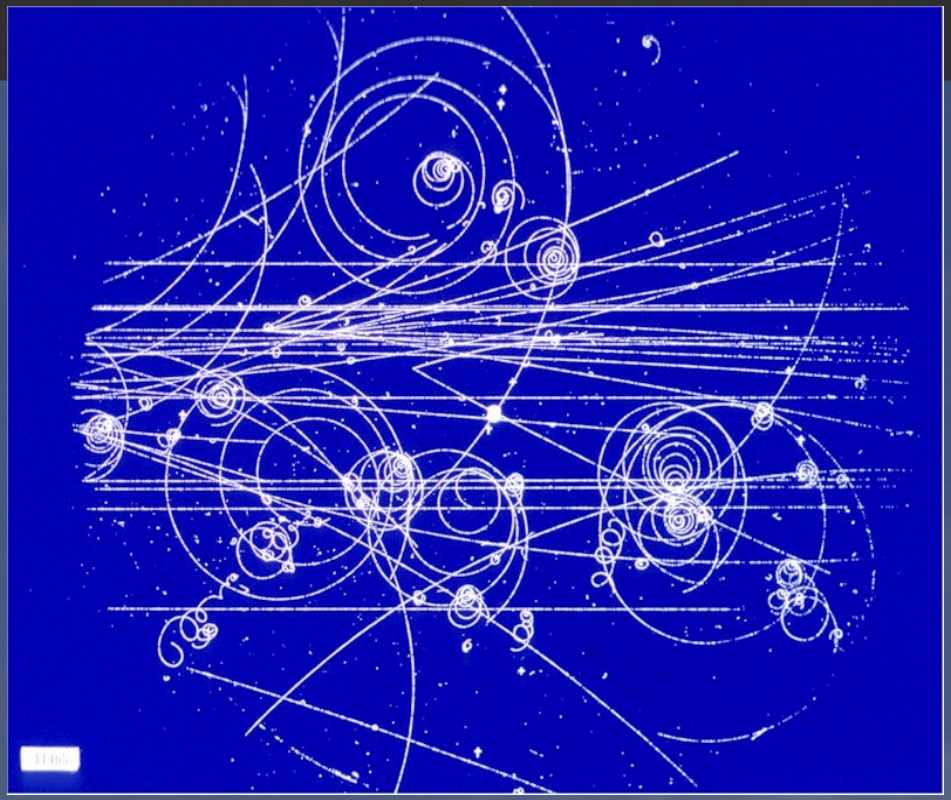
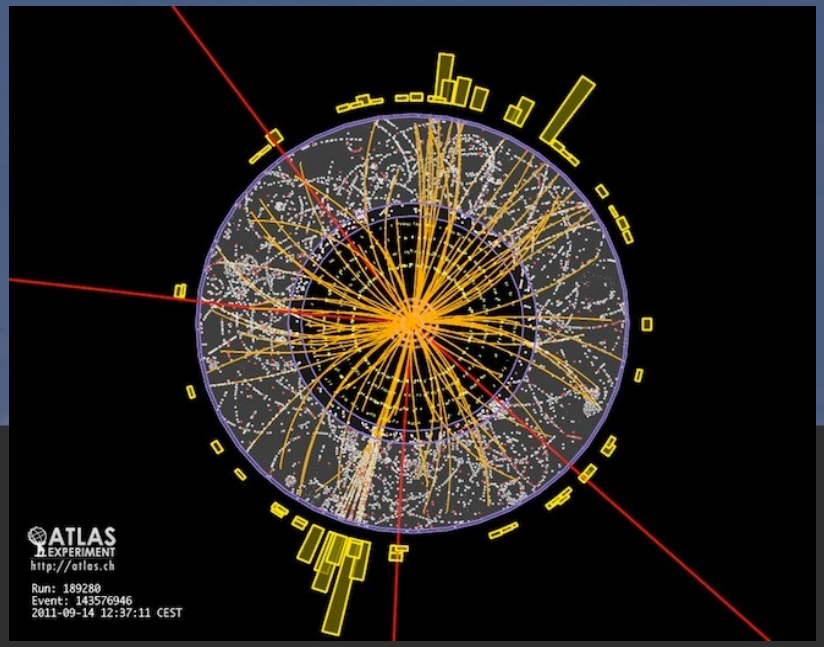
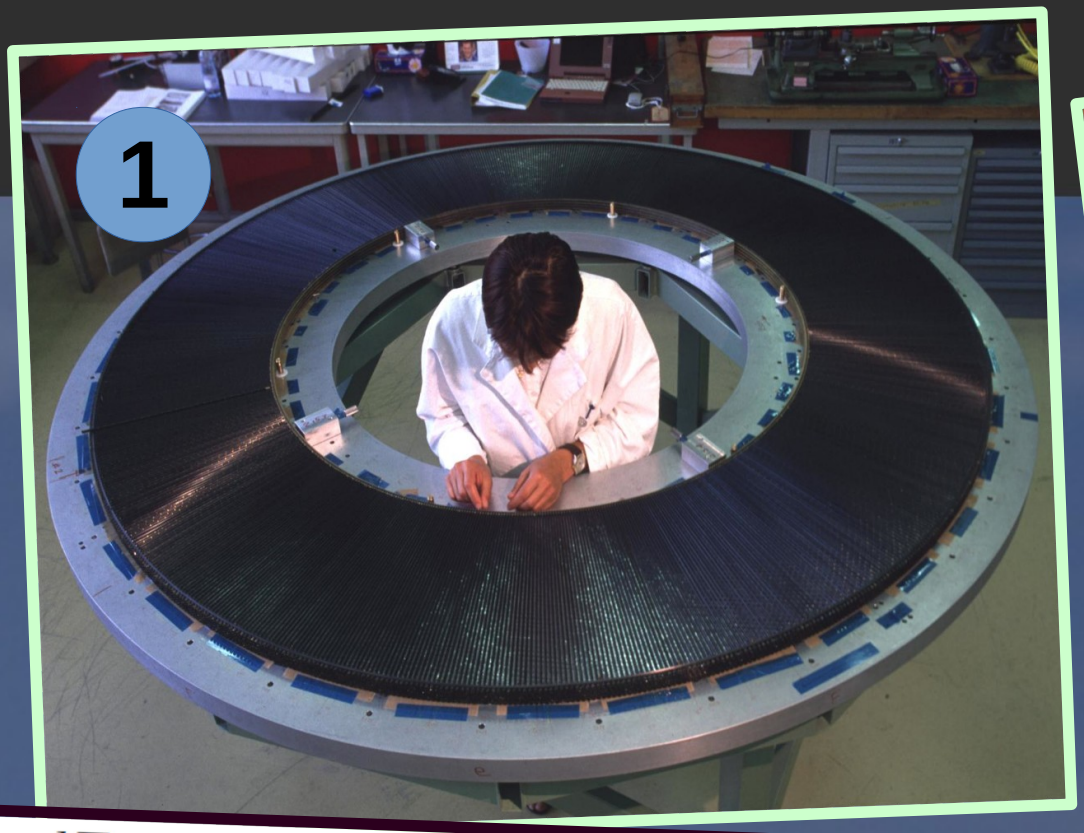
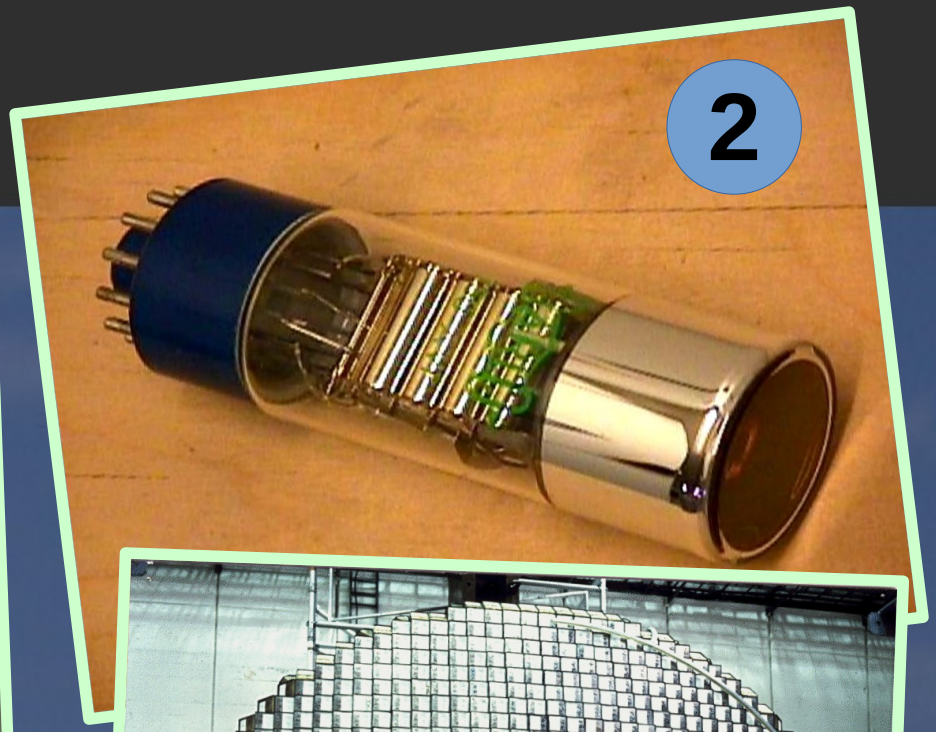
–- Algıç Fiziği 2 ---

Saime Gürbüz
Boğaziçi Üniversitesi



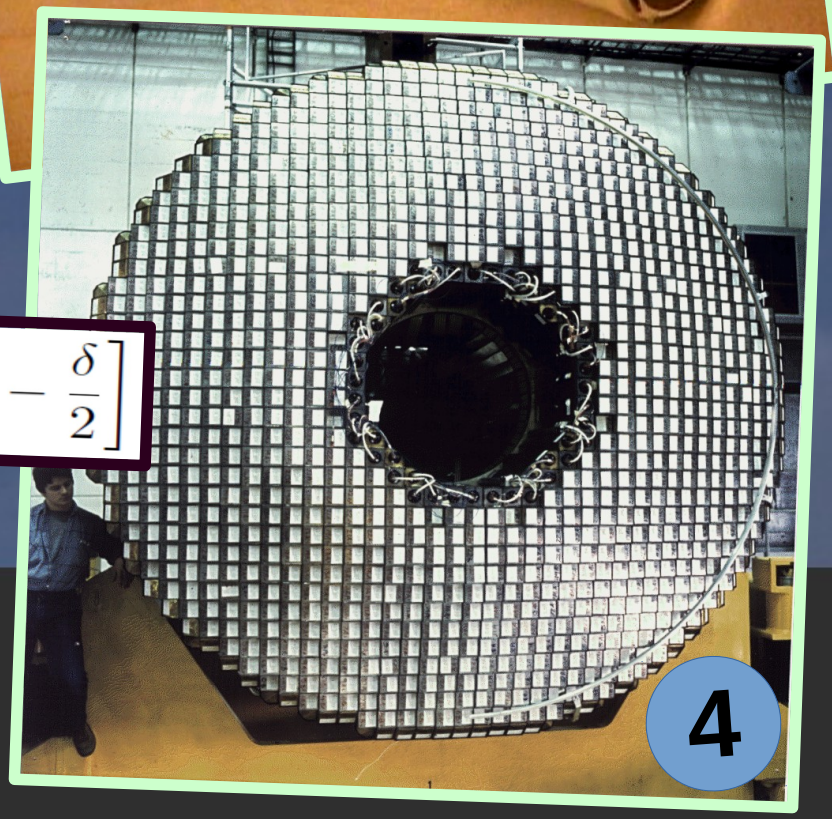

ATLAS
EXPERIMENT
http://atlas.ch
Run: 189280
Event: 143576946
2011-09-14 12:37:11 CEST



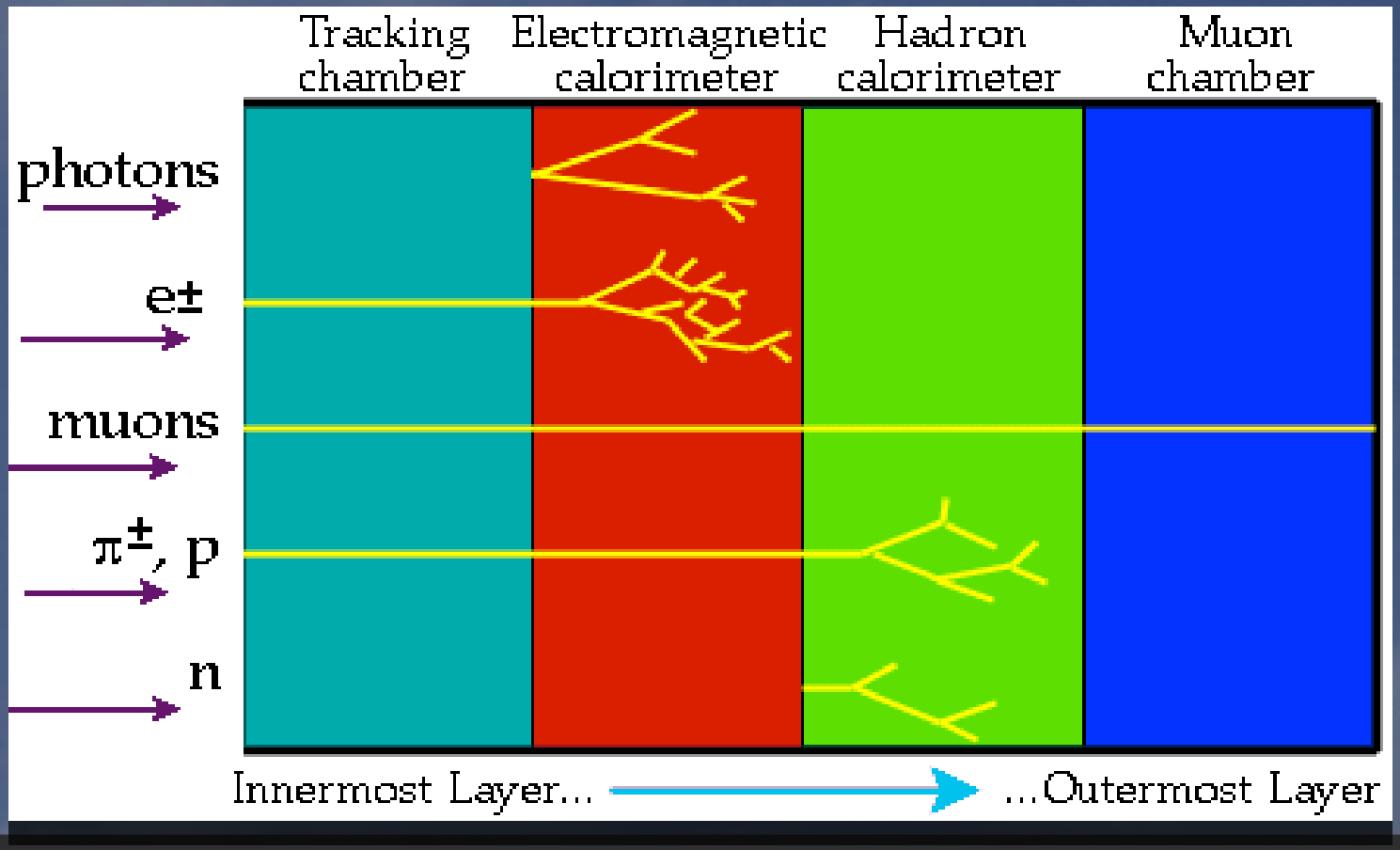


$$-\frac{dE}{dx} = K z^2 \frac{Z}{A} \frac{1}{\beta^2} \left[\frac{1}{2} \ln \frac{2 m_e c^2 \beta^2 \gamma^2 T_{\max}}{I^2} - \beta^2 - \frac{\delta}{2} \right]$$

3

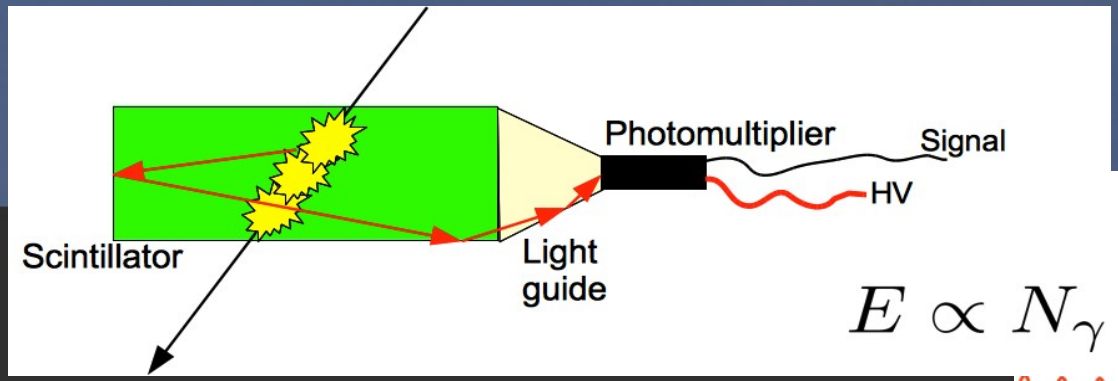


Cevaplar için tesekkürler Dalida!


Tracking chamber
Electromagnetic calorimeter
Hadron calorimeter
Muon chamber
photons
e±
muons
π±, p
n
Innermost Layer...
...Outermost Layer

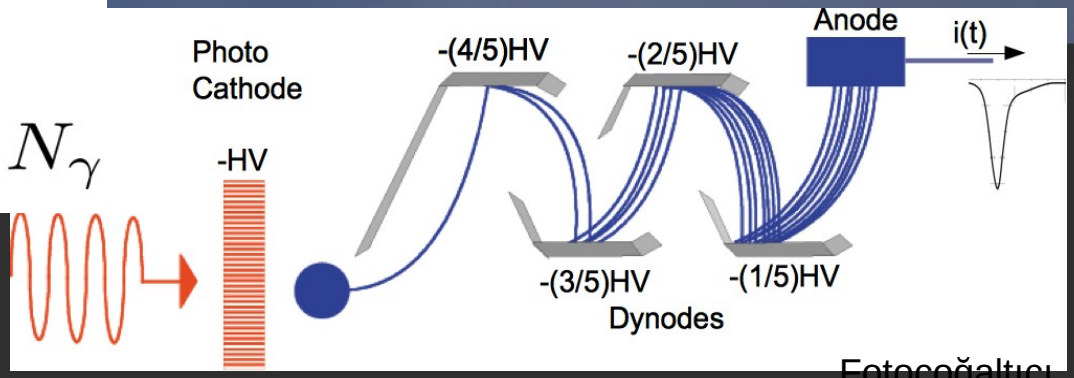
Parıldak Sayacı

- Plastik veya Kristal Parıldak - W. Crookes 1903, ZnS ekran
  - geçen parçacıkların bıraktığı enerjiyi ışığa çevir: parıltı
    - ≈40 foton/keV NaI(Tl), ~10 foton/keV plastik parıldak, ~4 foton/keV BGO
  - Kendi ürettiği ışık için saydamdır.
  - ışığın elektrik yüke döndürülmesi → fotoelektrik etki → fotoçoğaltıcı tüp.
  - Sonuçta okunması gereken elektrik sinyal
    - toplam yük: $Q = k\,E\,(+k'E^2)$



$$E \propto N_\gamma$$

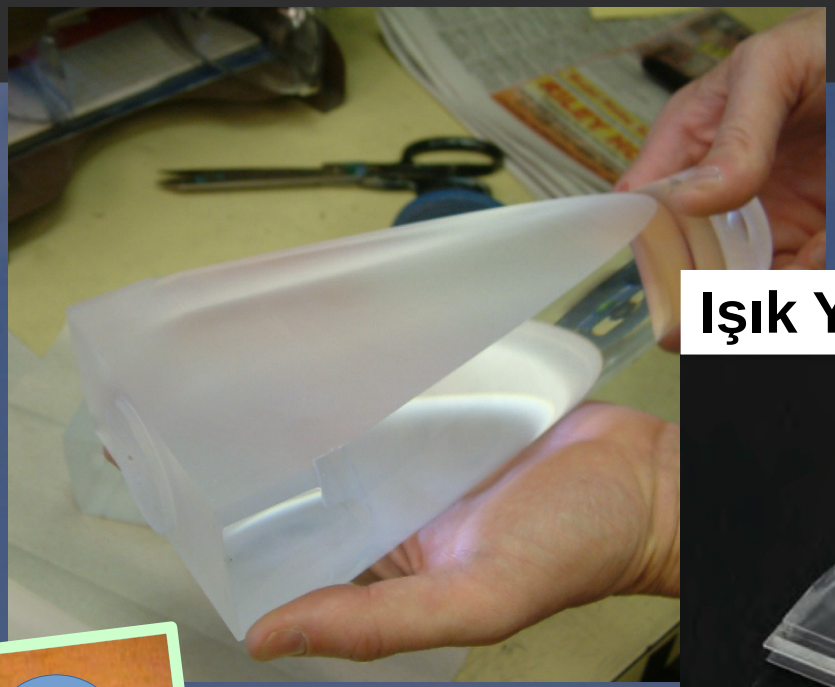
sinyal osiloskop ekranında görülebilir, ölçülebilir.



Fotoçoğaltıcı

Parıldak sayacı bileşenleri

Parıldak

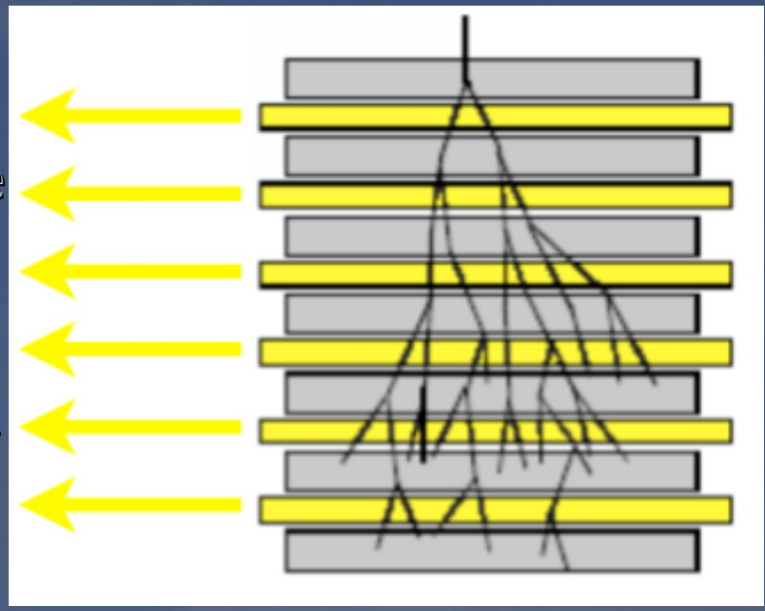


Işık Yönlendirici

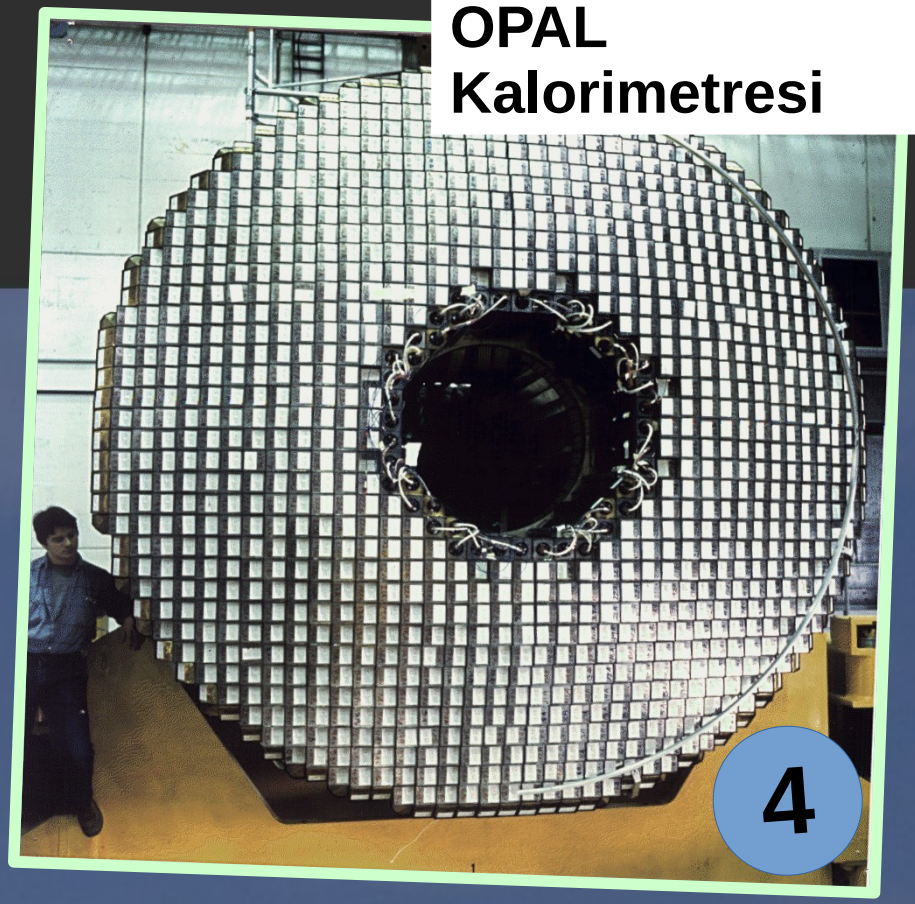
Foton Çoğaltıcı Tüp

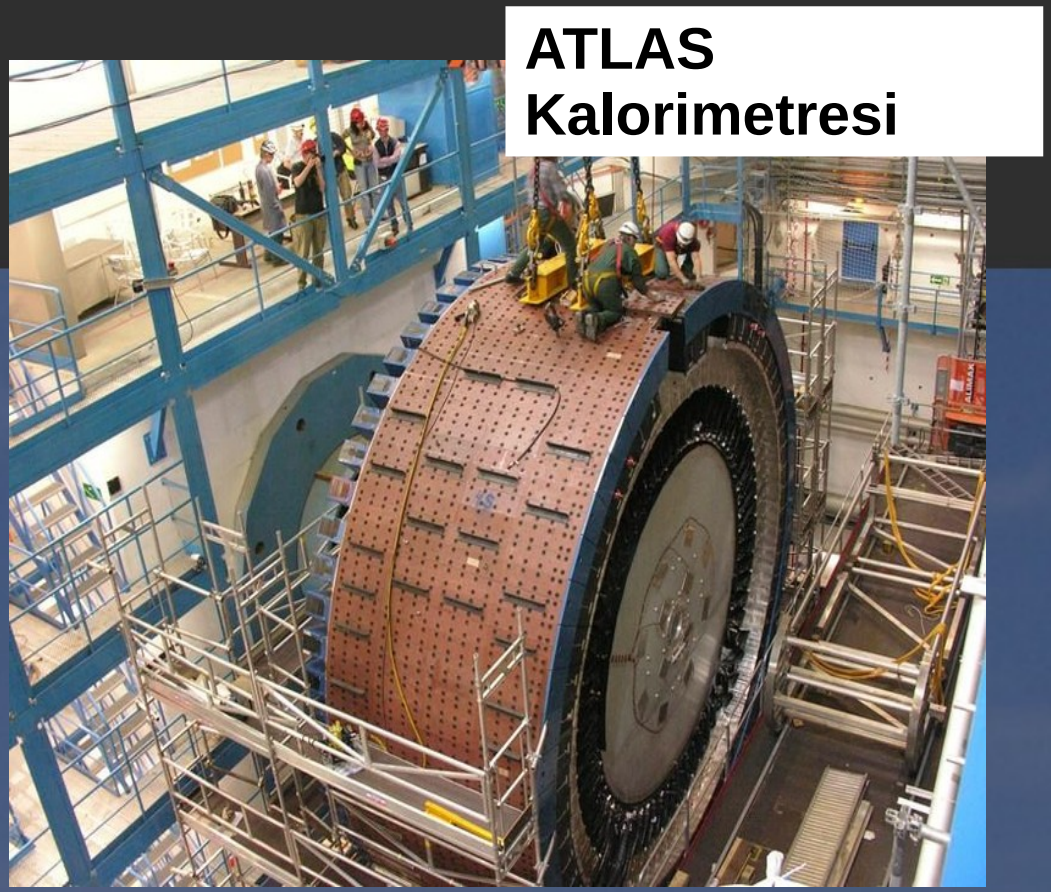
Parıldak kalorimetrenin temel taşıdır

- Enerji ölçümü: kalorimetre
  - Parıldak ile geçen yüklü parçacığın bıraktığı enerjiyi ölçebiliriz
  - Çelik, pirinç, kurşun, vb gibi ağır malzemeye çarptırılarak geçen birincil parçacığın daha düşük enerjili ikincil, üçüncül parçacıklara bölünmesi sağlanır. Buna sağanak denir.
  - Ağır malzeme arasına yerleştirilen pırıltıcılar ile sağanak enerjisi ölçülür.
  - Yeterince katman ile bütün enerji emilir ve ölçülür.



- Buna örnekleme kalorimetresi denir.


OPAL
Kalorimetresi
4

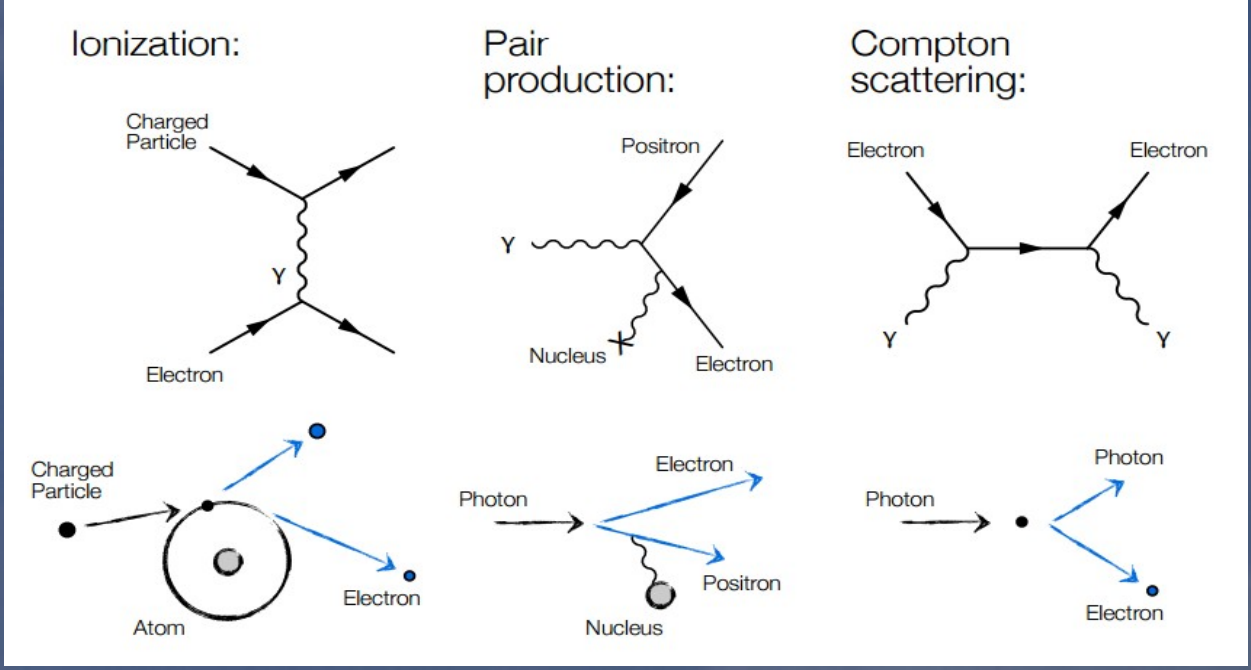

ATLAS
Kalorimetresi

BL4S
Kalorimetresi

Etkileşimleri Nasıl Anlarız?

- Parçacıkları gözlemlemek için malzemelerimiz ile etkileşmesi lazım.

- Bizim gözlemleyebeliceğimiz şekilde bu etkileşimden kaybedilen enerjiyi ölçmeliyiz.



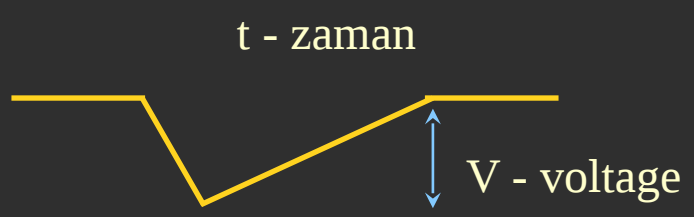
Bethe-Bloch Formülü

$$-\frac{dE}{dx} = K z^2 \frac{Z}{A} \frac{1}{\beta^2} \left[\frac{1}{2} \ln \frac{2 m_e c^2 \beta^2 \gamma^2 T_{\max}}{I^2} - \beta^2 - \frac{\delta}{2} \right]$$

3

ADC ile sinyali sayısallaştırmak

- sinyal bölgesinin alanı = toplam yük miktarı
  - oscilloscope ile bu alanı ölçüp, beklenen yükü tahmin ederim
  - genelde picocoulomb mertebesinde.
- ADC okuma sonucu = sonucu yansıtan sayı
  - ADC'nin özelliklerine bağlı: kaç bit, yani kaç birim ölçer?
    - Örnek 2 bit
    - 2bit = 256pc, daha cok yük (Q) verilirse, 3. bit overflow verir.
- Pedestal (altlık) sinyal olmasa da okunan ADC değerleridir.



$$V=IR \quad I=\Delta Q/\Delta t \quad \rightarrow \quad V\,\Delta t/\,R = \Delta Q$$

$$R_{nim} = 50\Omega$$

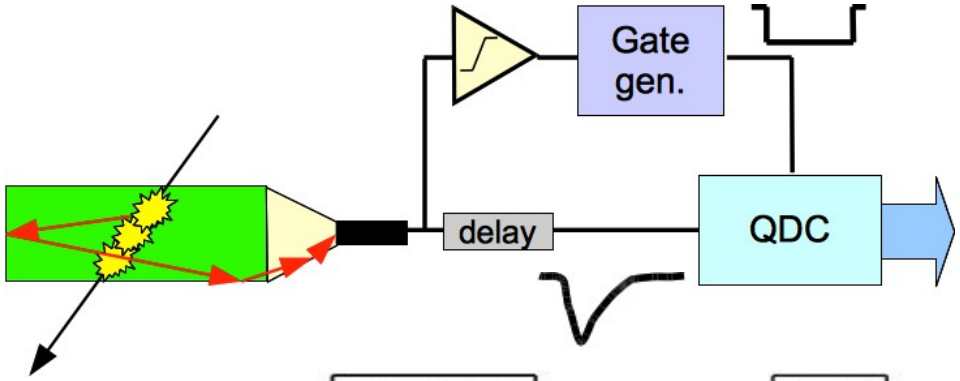
Tetikleme

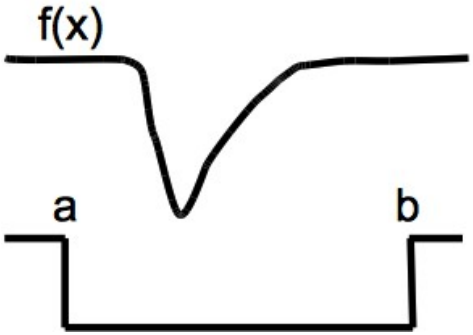
Photo: Capt Suresh Sharma

‘okuma aralığı’ kavramı

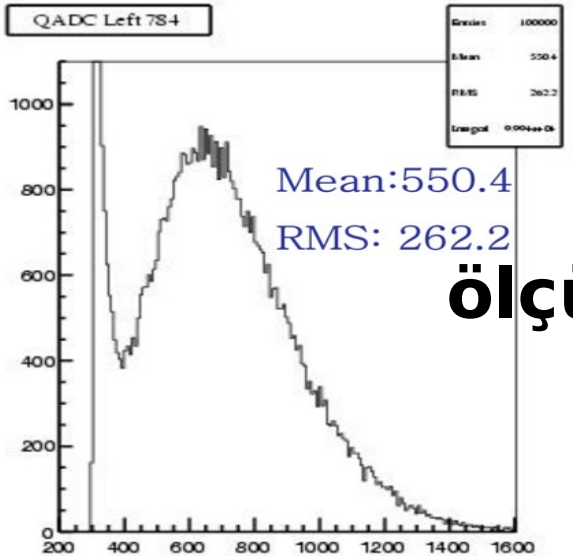
- Devamlı okuma yapamam
  - gürültü = altlık okurum,
  - ölü zamanım artar.
  - O zaman okuma yapacağım sınırları belirlemeliyim: a, b.

$$I = \int_a^b f(x)\,dx$$





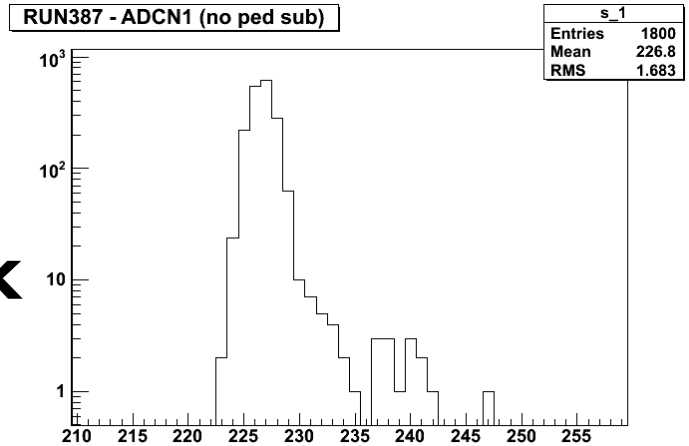
doğru sonuç =



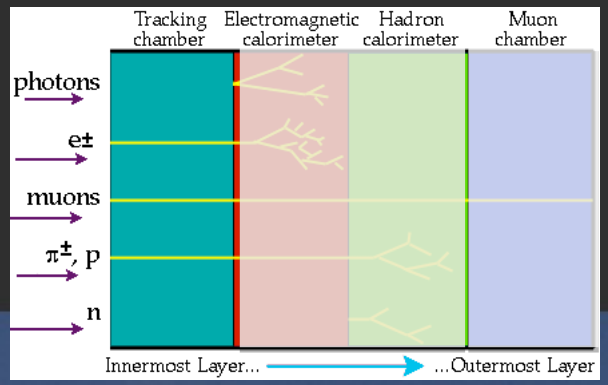
ölçüm - **altlık**

altlığı çıkartmak

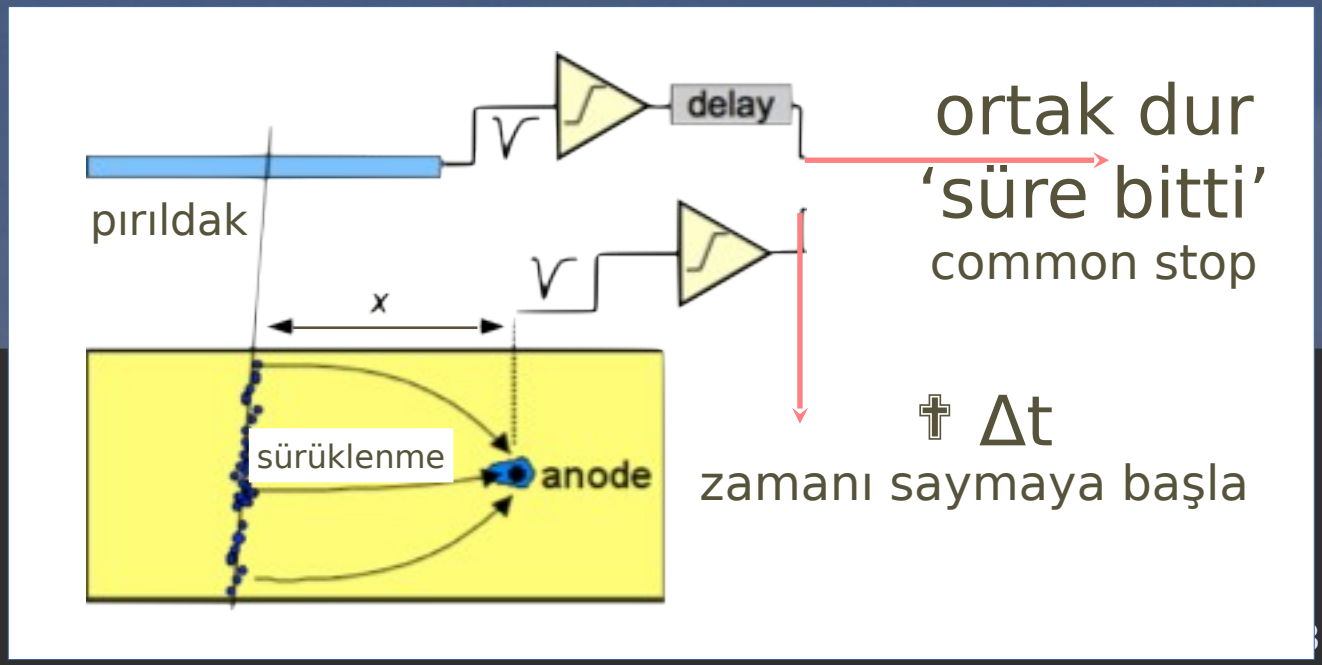
(pedestal subtraction)



İz sürme algıcı

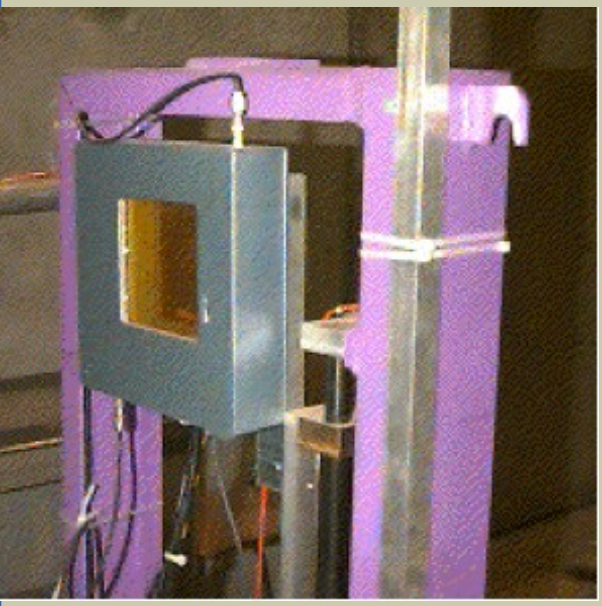


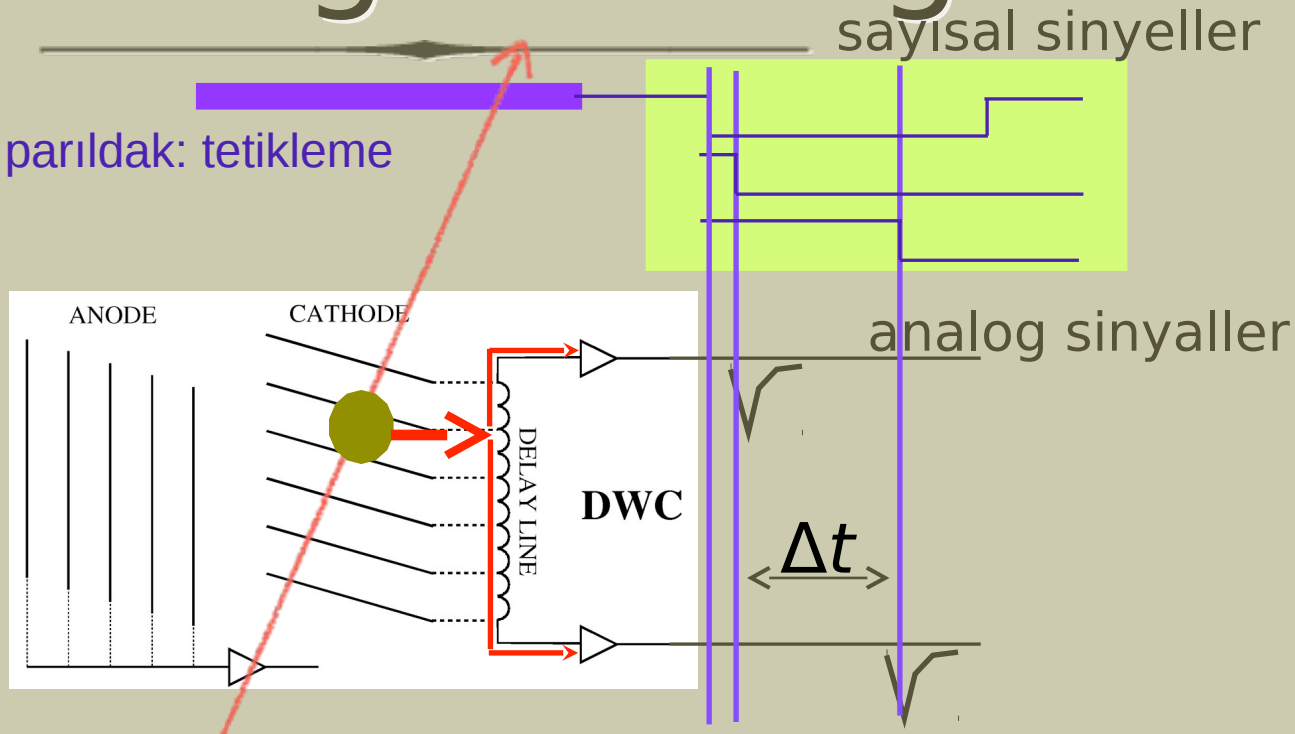
- İz → Momentum ölçümü : spektrometre
  - gelen parçacığın konumunu bul→ manyetik alan altında kıvrılmasından momentumunu ölç
  - konum: $x = c_0 + c_1\Delta t + c_2\Delta t^2 \ldots$
    - t: TRG'dan sinyale geçen süre
  - Zaman sayısallaştırıcı : TDC.



- Sayısal bilgi E / H
  - parçacık geçti mi?

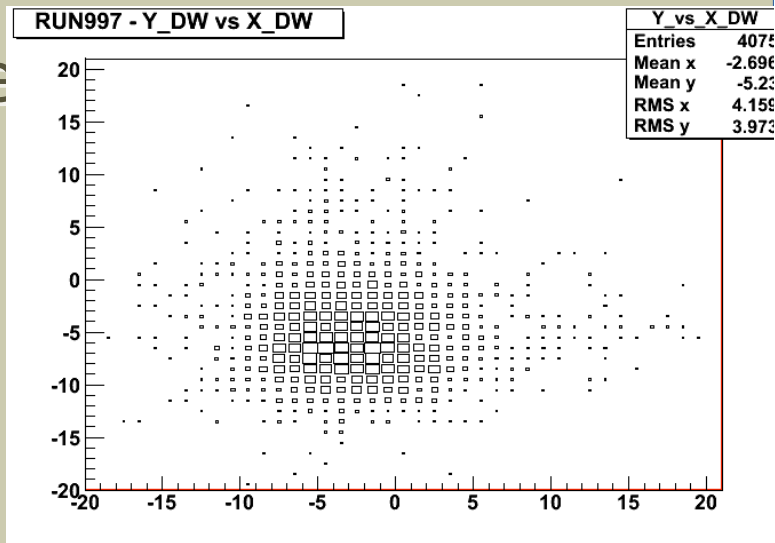
İz sürme algıcı örneği

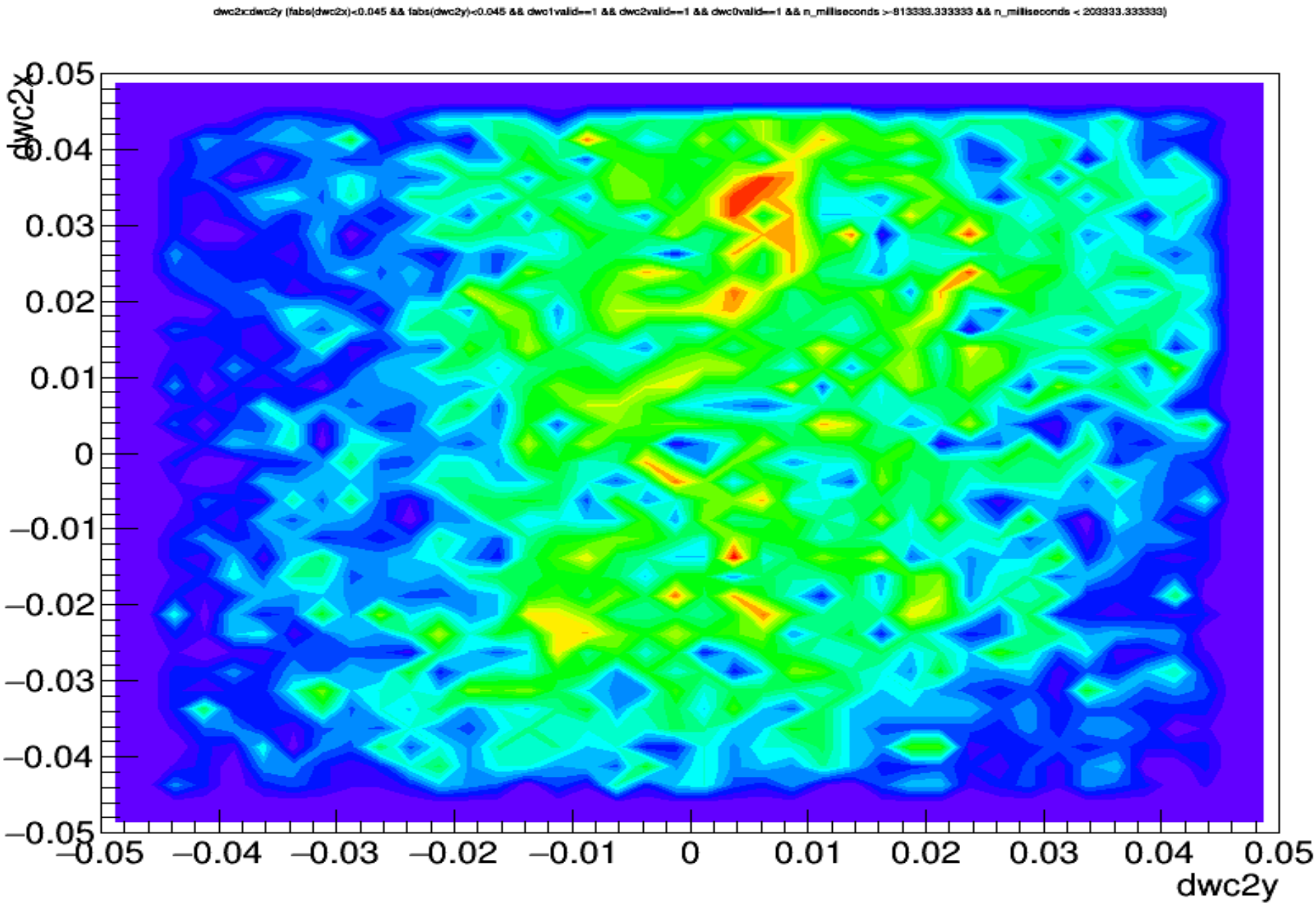




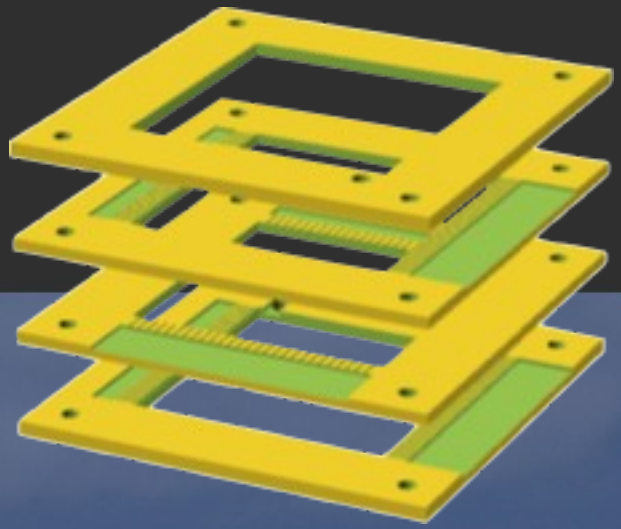
$$y = \alpha \cdot \Delta t + \beta = \alpha \cdot (t_{top} - t_{bottom}) + \beta$$

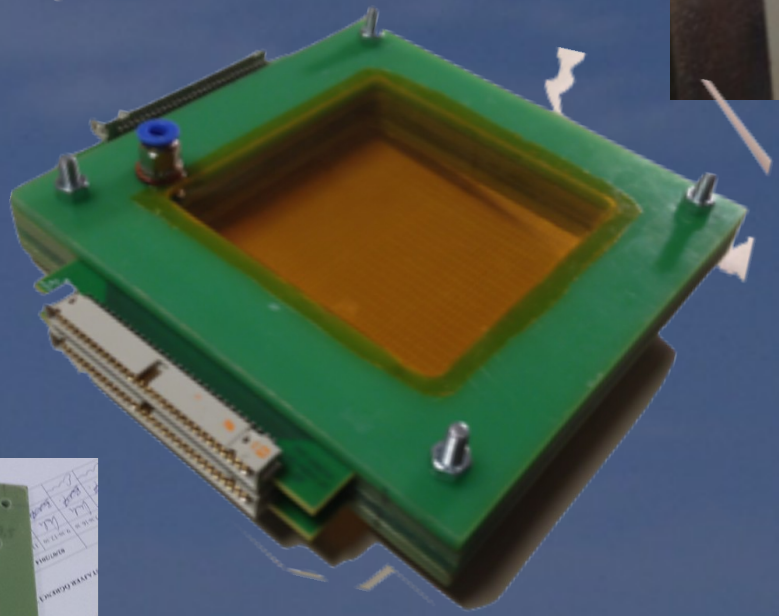
- GeTO: Gecikmeli Tel Odası
  - SPS'den alınan demetin sabit hede deneylerine verilmeden önce profilinin ölçülmesi için basit algıç.
  - gazlı ve çoktellidir
  - TDC ile okunur 2CH / düzlem.




dwc2x:dwc2y (fabs(dwc2x)<0.045 && fabs(dwc2y)<0.045 && dwc1valid==1 && dwc2valid==1 && dwc0valid==1 && n_milliseconds >=813333.333333 && n_milliseconds < 203333.333333)
dwc2x
0.05
0.04
0.03
0.02
0.01
0
−0.01
−0.02
−0.03
−0.04
−0.05
−0.05
−0.04
−0.03
−0.02
−0.01
0
0.01
0.02
0.03
0.04
0.05
dwc2y

GeTO

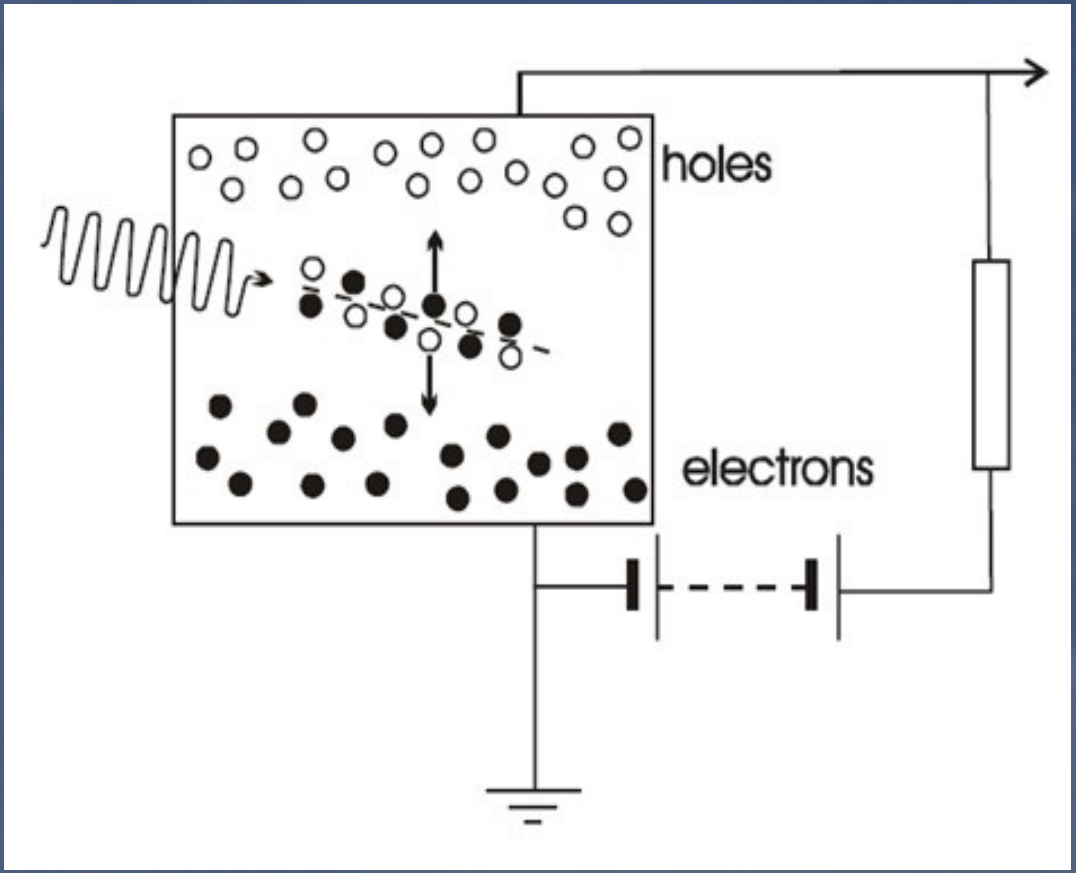




http://arxiv.org/abs/1409.0523

Silikon algıcı çalışma ilkesi

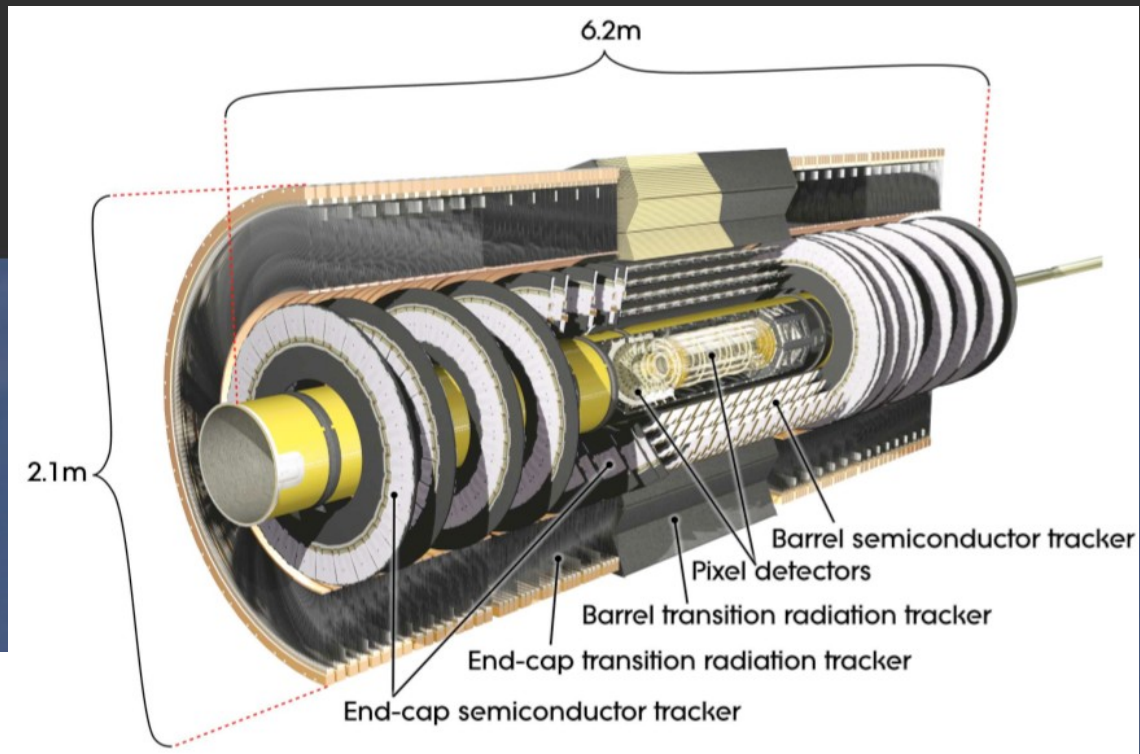
- Gazlı oda ile aynı ilke
- Artıları
  - daha küçük alanlar
  - daha az gerilim
  - yüksek hassaslık 10µm
- Eksileri
  - ısıl etkilerden sinyal
  - soğutma zorunluluğu
  - ekonomik değer
  - kanal sayısı çok
  -

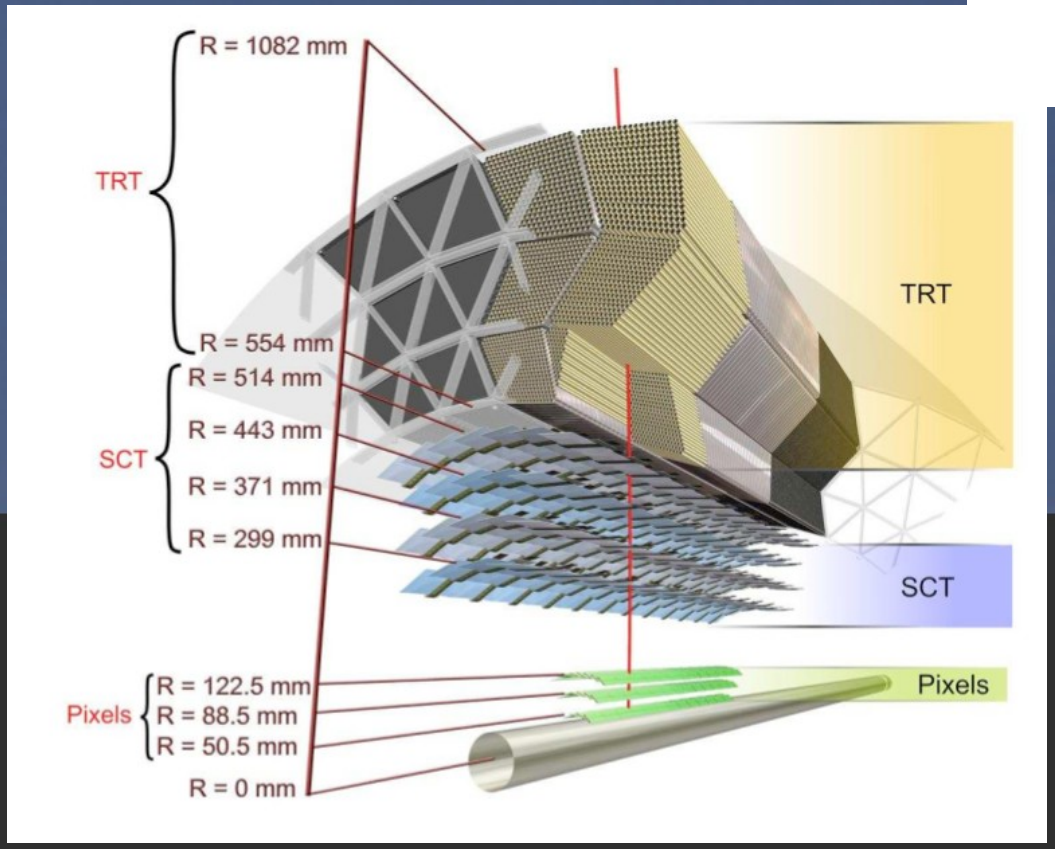


- Kullanım Tarzı
  - Nokta (pixel) x,y bilgisi
    - Çok kanal, pahalı
  - Şerit sadece x bilgisi
    - Ama birbiri ile açılı 2 şerit koyabilirim, y bilgisi de gelir.

ATLAS İz sürme

- Silikon algıcı
  - Pixel : R=12.3cm
    - ideal 16µm, kozmik 24µm hassaslık
  - SCT : R=51.4cm
    - ideal 24µm, kozmik 30µm hassaslık





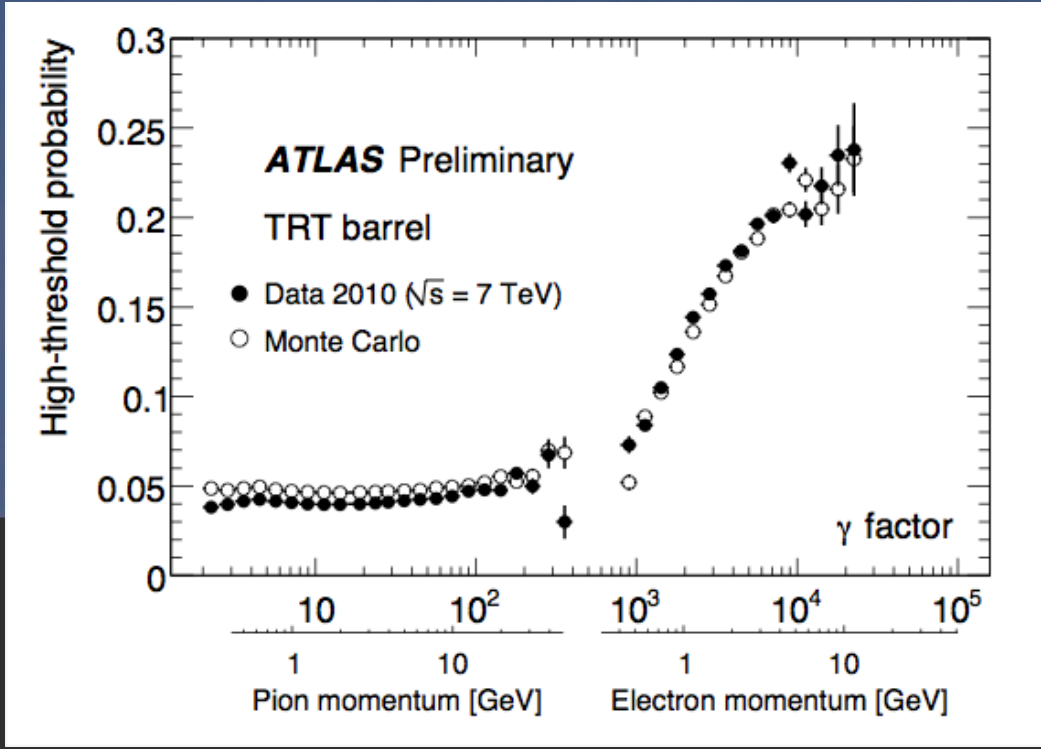
- TRT algıcı R=108.2cm
  - ideal 130µm, kozmik 187µm hassaslık

Parçacık Kimliği Belirlemek

Geçiş Işıması

- Çalışma ilkesi
  - Yüksek enerjili bir yüklü parçacık bir malzemeden dielektrik sabiti farklı başka bir malzemeye geçerken küçük bir ihtimalle ışıma yapar.
  - Bu ışıma ile salınan enerji parçacığın yükünün karesiyle ve parçacığın γ faktörüyle doğru orantılıdır.
    - γ=1000 seviyelerinde 2-40keV enerjili X-ışınları oluşur.

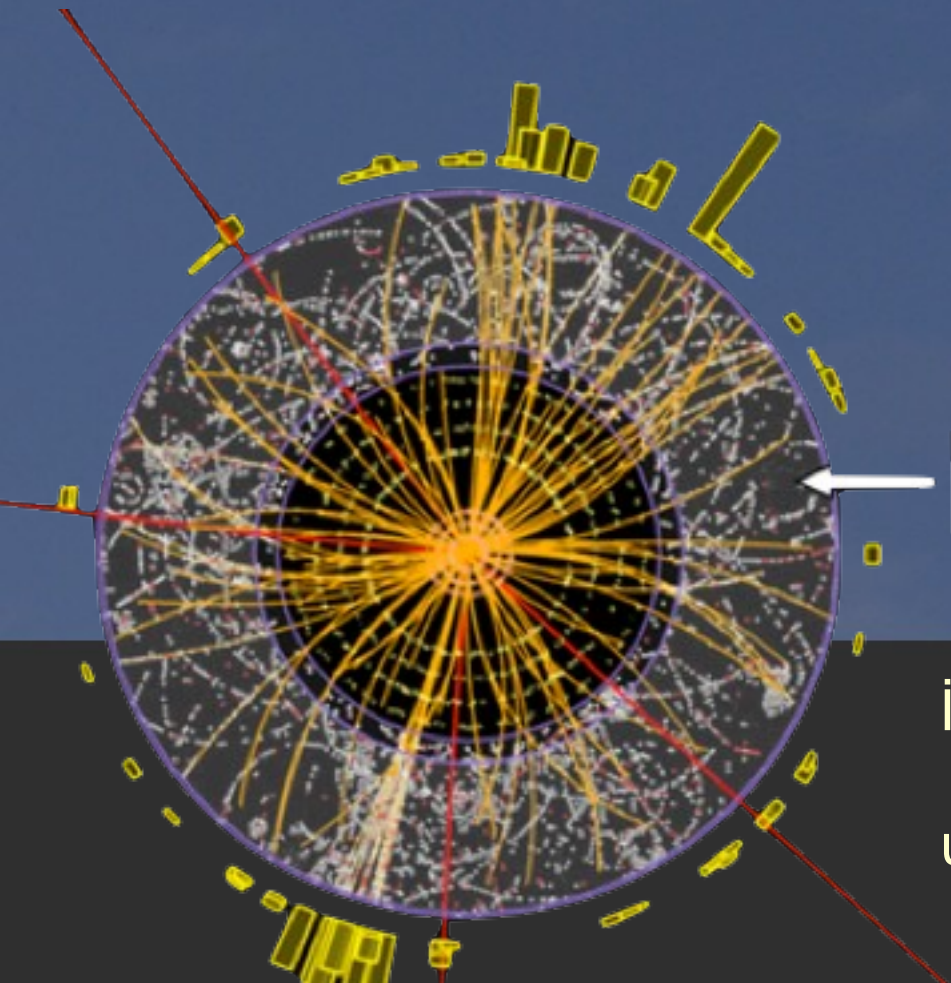
- Kullanımı
  - ortasından ince bir tel geçen kamışlar.
  - ATLAS TRT
  - 4mm kalınlıkta
  - içi gaz dolu: %70 Xe, %27CO_2 %3 O_2
  - Yaklaşık 350bin kanal.
  - 100μm duyarlılık

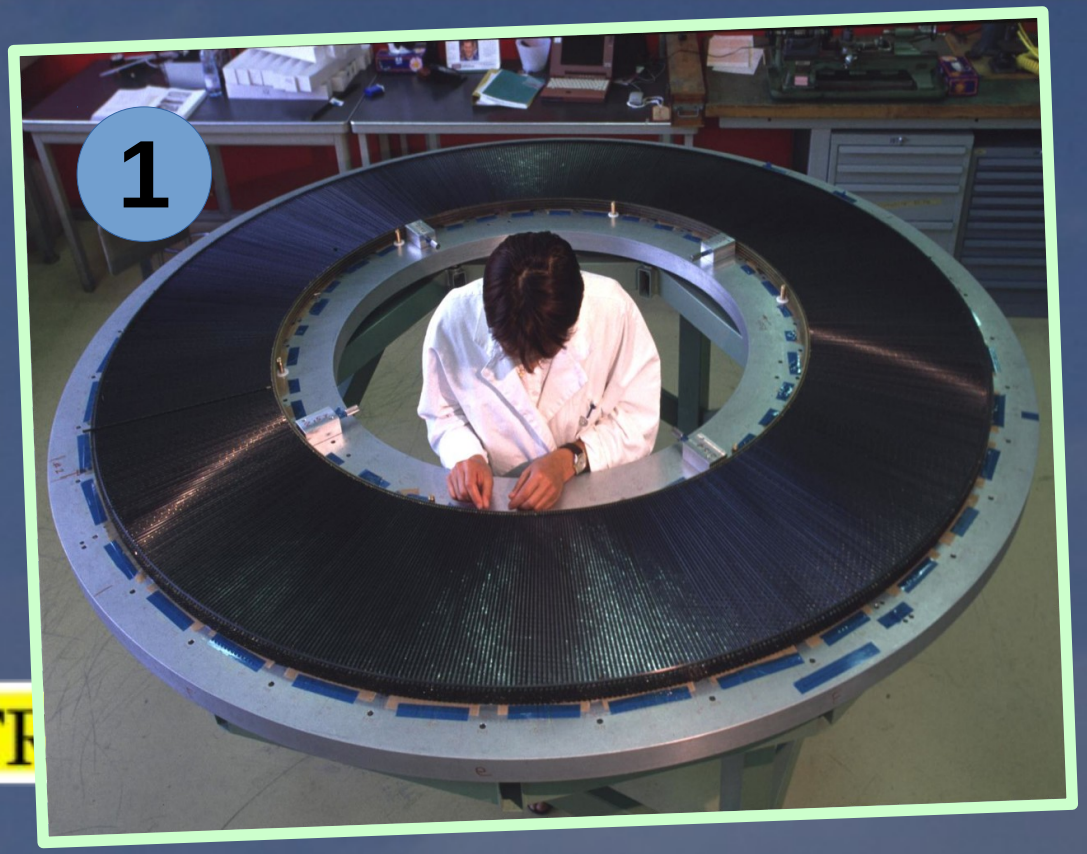


Elektronlar ağır parçacıklardan ayırt edilebiliyorlar.

Transition **G**eçiş
Radiation **I**şıması
Tracker **İ**z
Sürücüsü

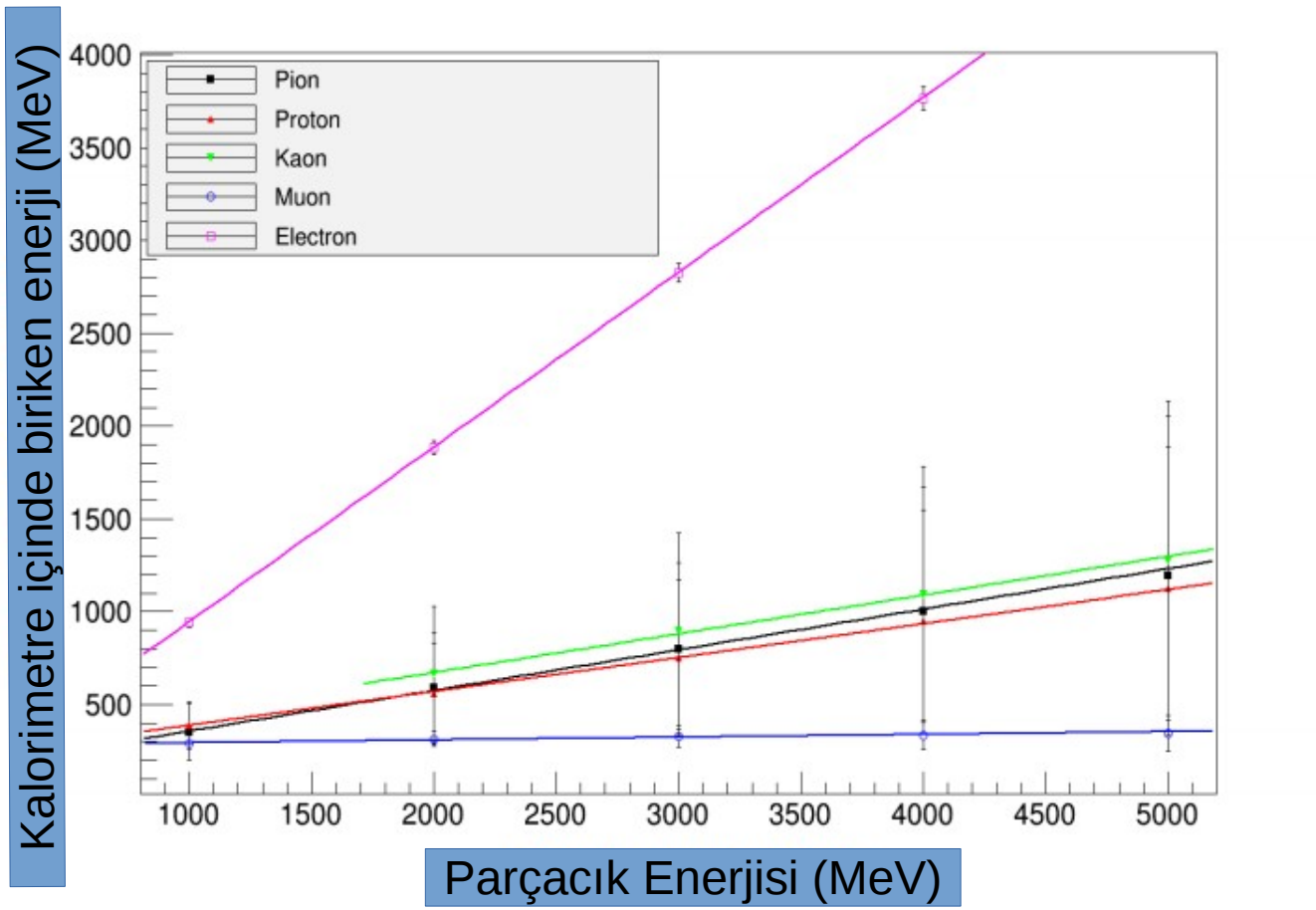
GİİS ön üretim sırasında





İzlerin oluşturulması
GİİS izlerinin içerdeki silikon algıcı ile uyumlu olduğuna dikkat !

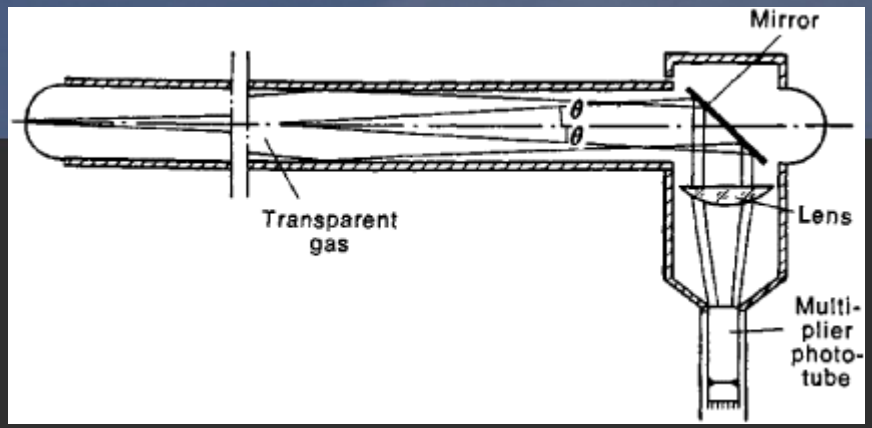
Kalorimetre ile parçacık kimlik belirleme



This graph shows the energy deposit in Lead Glass Calorimeter of 40cm x 40cm x 40cm for different particles.

Cherenkov Sayacı

- Cherenkov Işıması: Ortamın (vakum değil!) içinden geçen parçacık ortamdaki ışığın hızından fazla ise.
- Algıcın içinden geçen parçacıklar Cherenkov Işıması yapıyor.
- Atma sadece $v \geq c/n$ olan parçacıklarda gözlemleniyor.



Teşekkürler!

Sorular & Cevaplar & Yorumlar