Hızlandırıcı Fiziğine Giriş

Doç.Dr. Bora KETENOĞLU

Ankara Üniversitesi Fizik Mühendisliği Bölümü
bketen@eng.ankara.edu.tr

İÇERİK

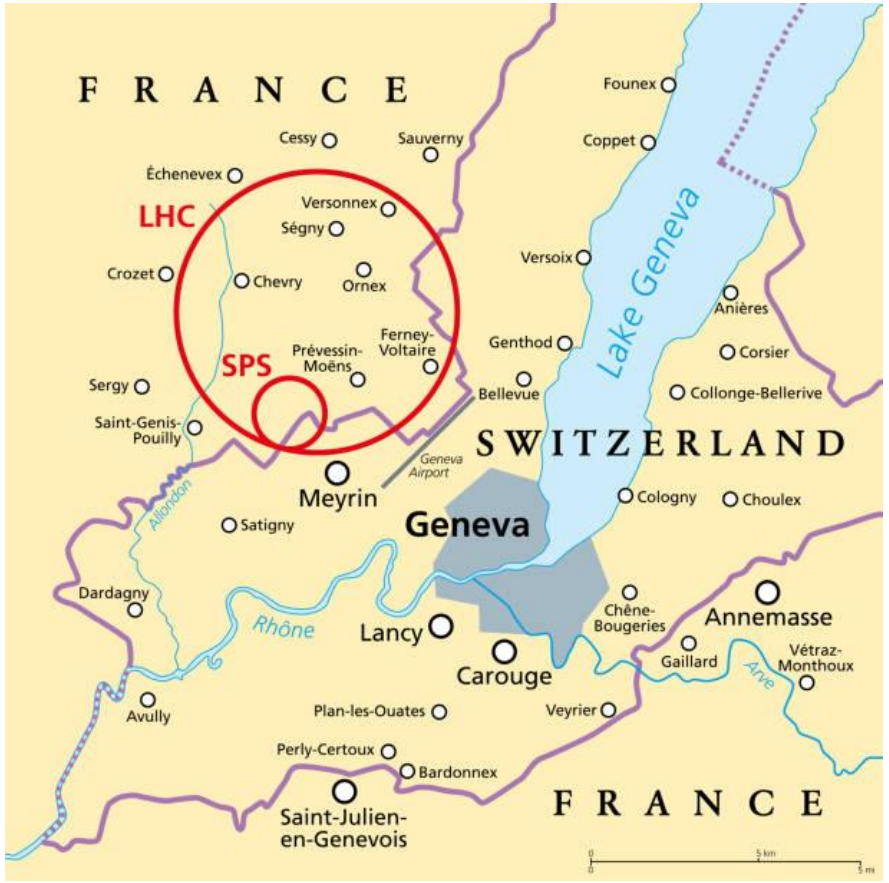
- Parçacık Hızlandırıcıları ve Kullanım Amaçları
- Doğrusal ve Dairesel Hızlandırıcılar
- TM_{010} Hızlandırma Modu
- Hızlandırıcı Frekanslar ve Bant Aralıkları
- Demet Zaman Yapıları
- Parçacık Demeti
- Çarpıştırıcı Tipleri
- Işınlık

Parçacık Hızlandırıcıları

- Parçacık hızlandırıcılarda, parçacıkları hızlandırmak için elektrik alan, yönlendirmek içinse manyetik alan kullanılır.
- Yaygın olarak kullanılan iki tip parçacık hızlandırıcı bulunmaktadır.
  - Doğrusal hızlandırıcılar (linac)
  - Halka tipi hızlandırıcılar (ring)
- Halka tipi hızlandırıcılarda parçacıklara halka etrafında dönmeleri için manyetik kuvvet uygulanır ve parçacıklar ivmelenir. Elektron, pozitron gibi hafif parçacıklar bu ivme etkisi ile ışınım yayar (Synchrotron Radiation) ve enerji kaybederler. Bu yüzden hafif parçacıklar için yüksek enerjilerde, doğrusal hızlandırıcılar tercih edilir.
- Halka tipi hızlandırıcılarda aynı parçacıklar çarpıştırma için birçok kez kullanılabilir.

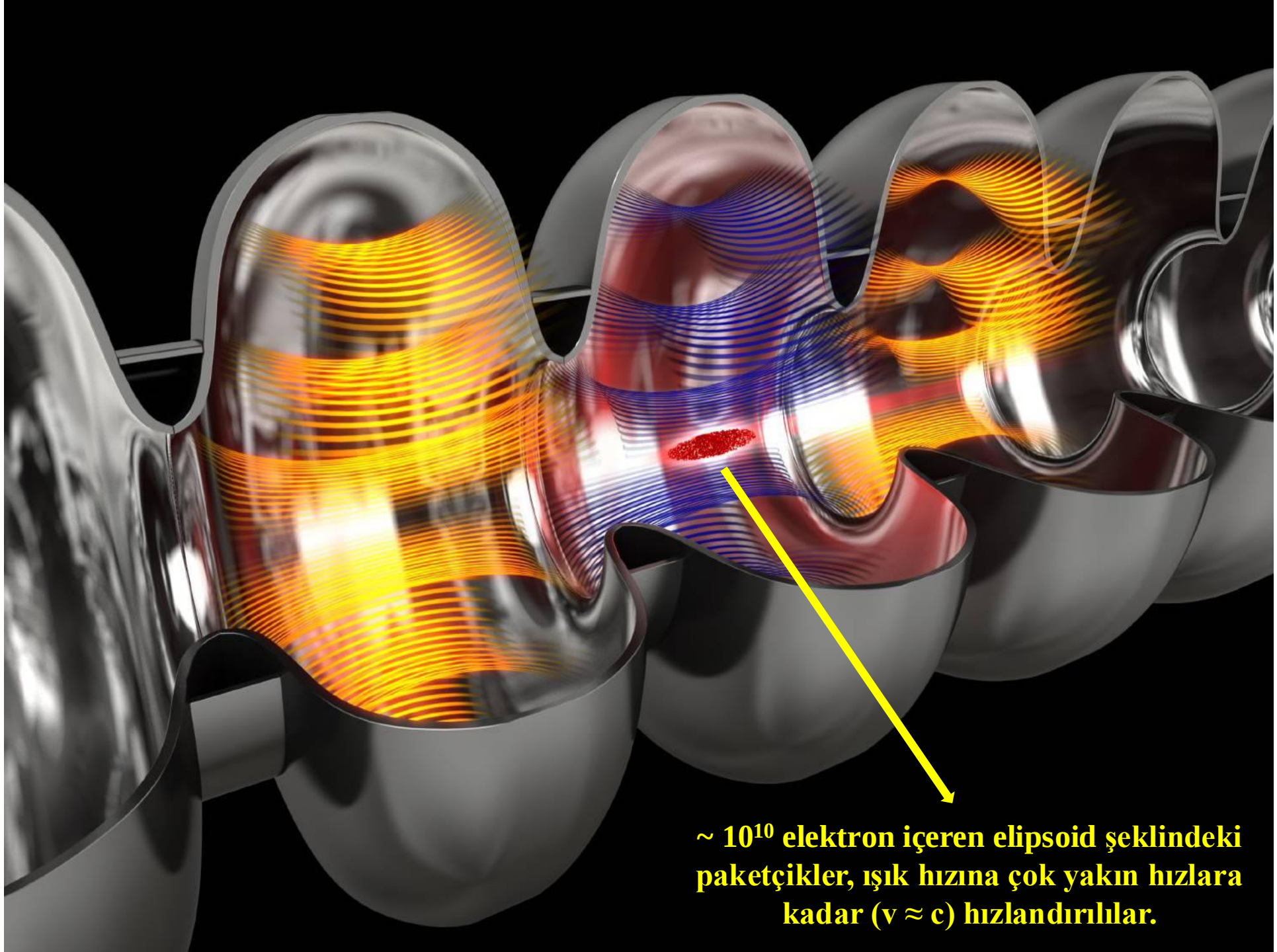
Hizlandiricilarin Kullanim Amaçlari

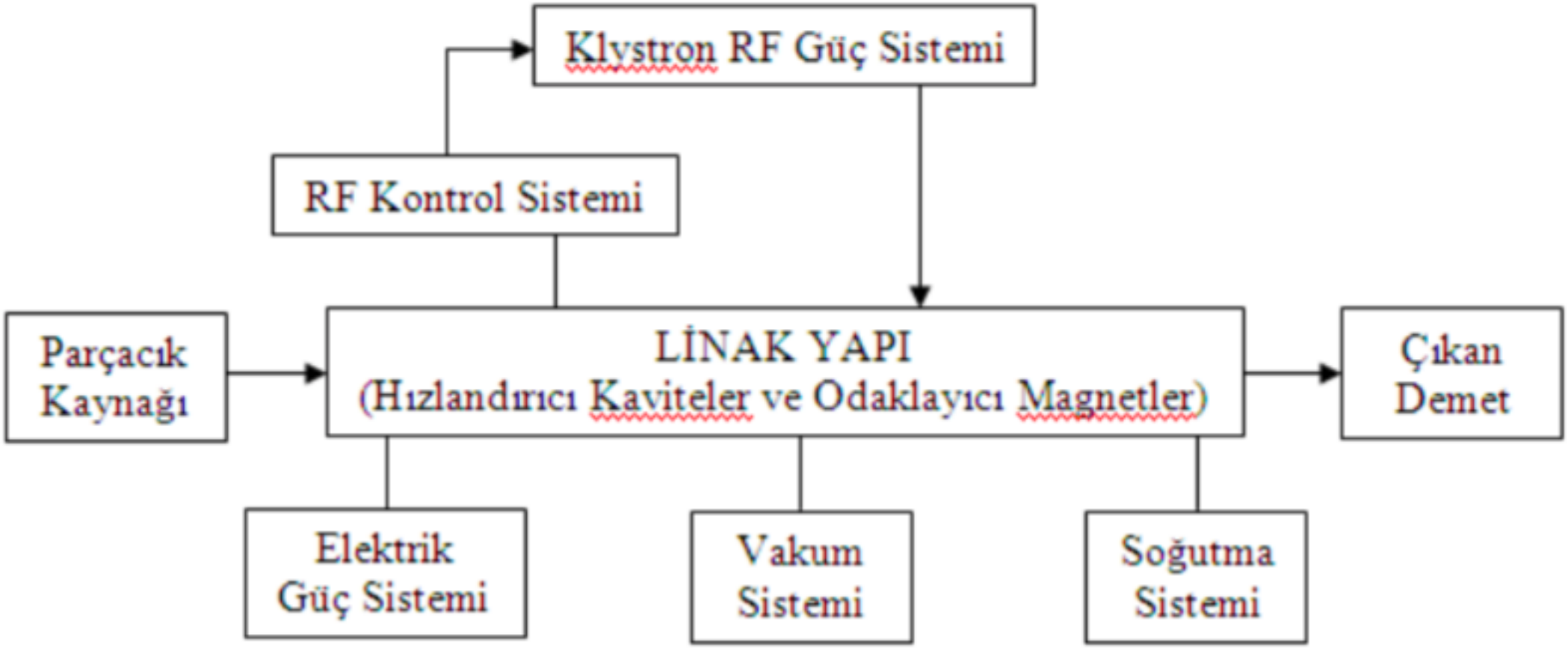
Çarpiştirici



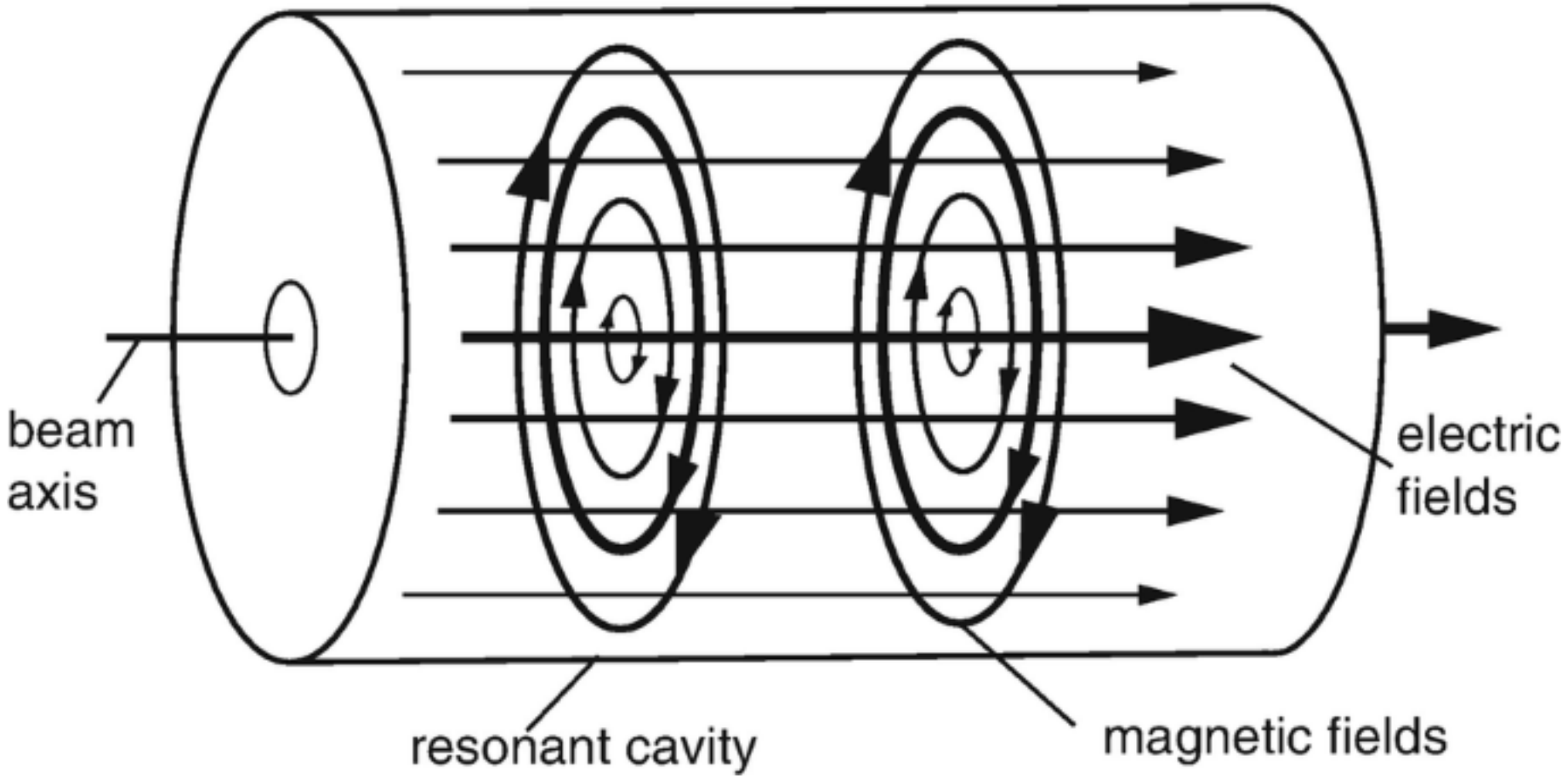
Işinim Kaynaği

Doğrusal Hızlandırıcı


~ 10^{10} elektron içeren elipsoid şeklindeki paketçikler, ışık hızına çok yakın hızlara kadar ($v \approx c$) hızlandırılılar.

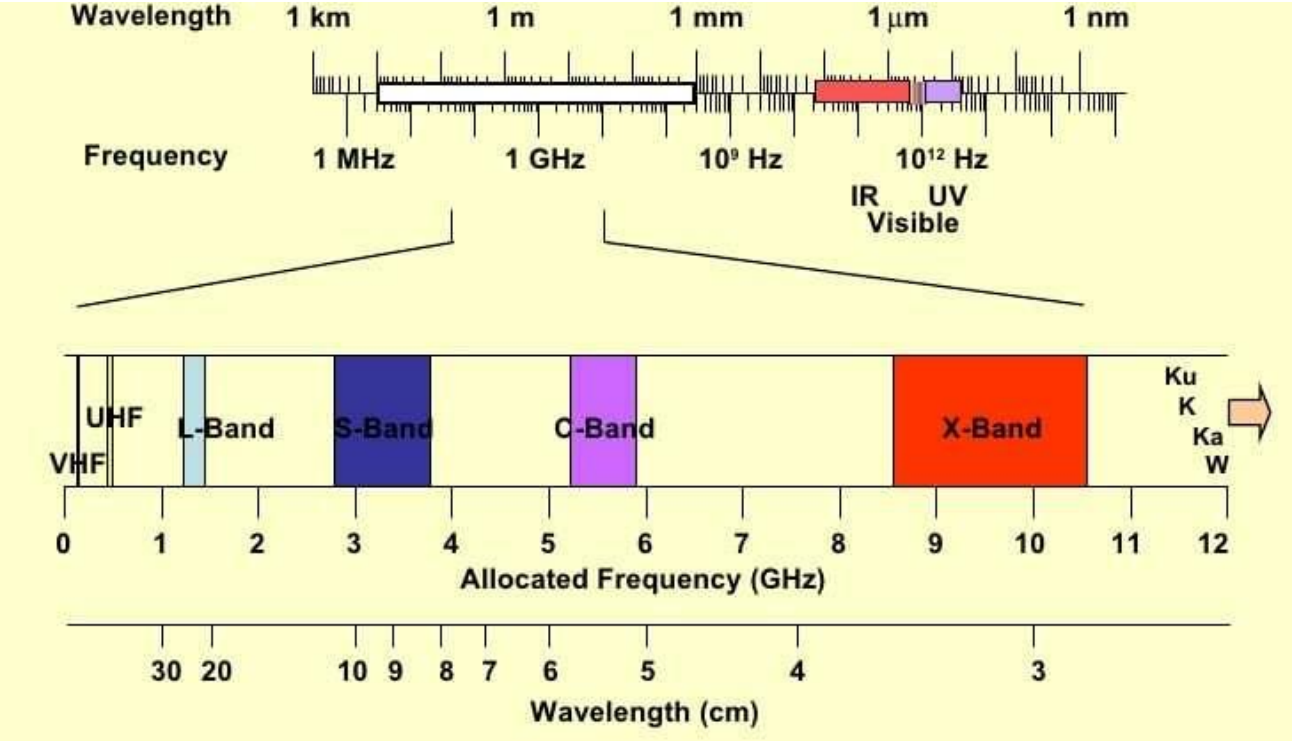

Klystron RF Güç Sistemi
RF Kontrol Sistemi
Parçacık Kaynağı
LİNAK YAPI
(Hızlandırıcı Kaviteler ve Odaklayıcı Magnetler)
Çıkan Demet
Elektrik Güç Sistemi
Vakum Sistemi
Soğutma Sistemi

TM_{010} Hizlandirma Modu



Hizlandirici frekanslar ve bant aralikLari

Band	Frequency (GHz)
L band	1–2
S band	2–4
C band	4–8
X band	8–12



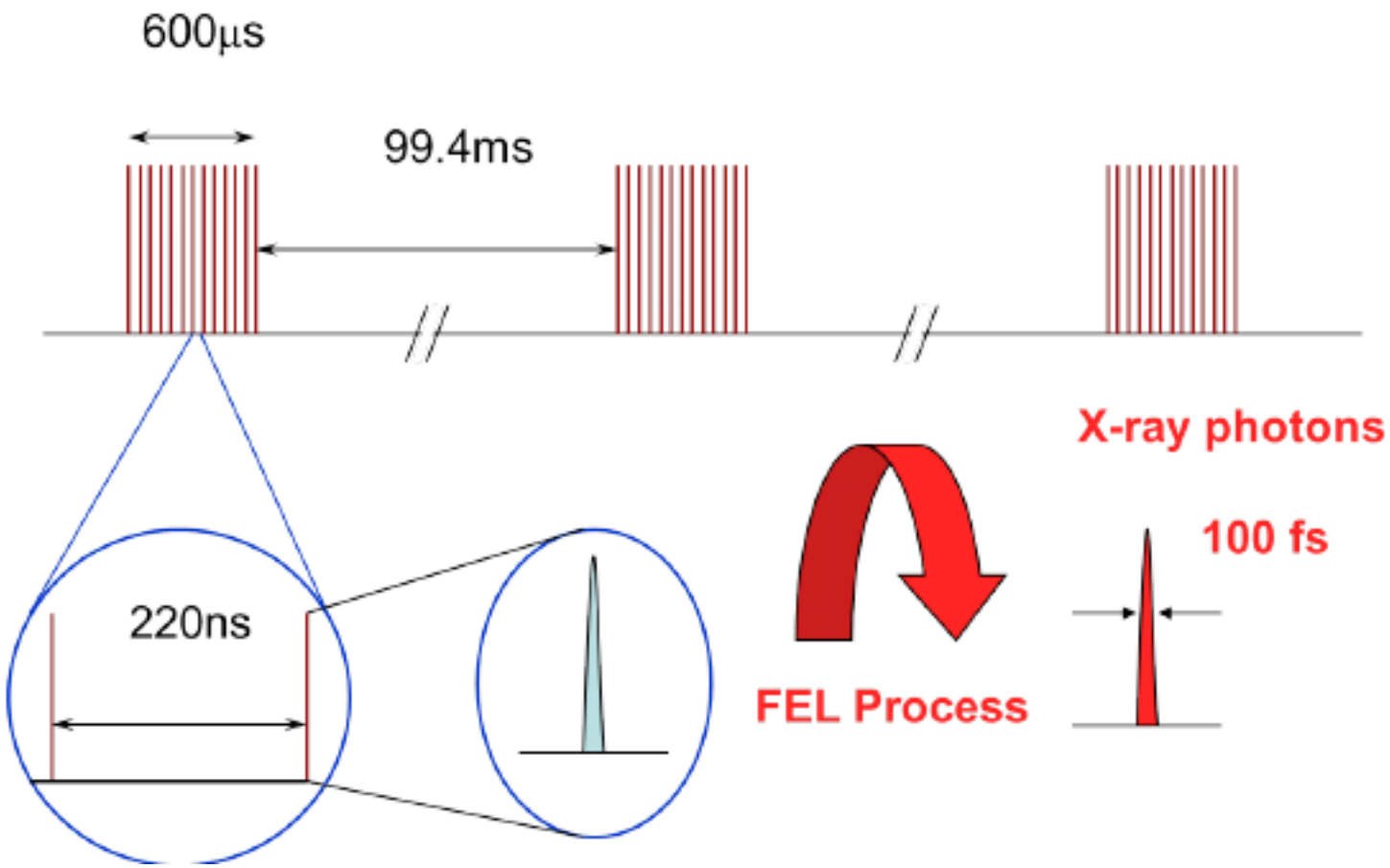
CW Zaman Yapisi

(Ortalama ve Pik Akim Kavramlari)

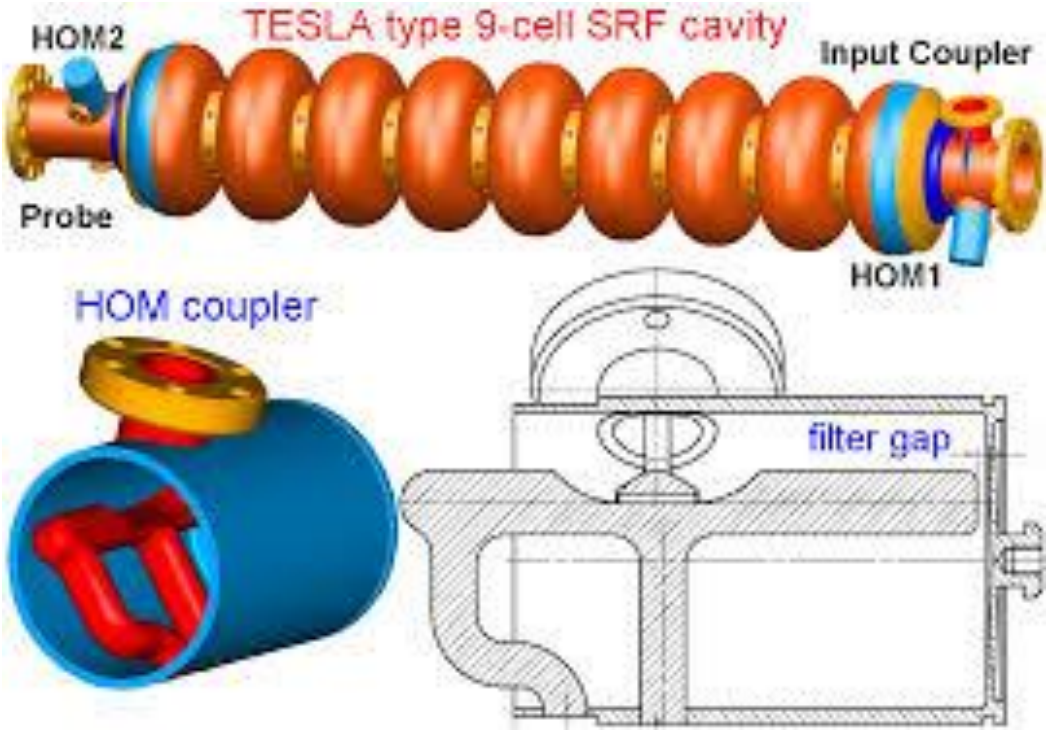
Paketçik yükü Q ise:

a) I_{pik}=?
b) $I_{ortalama}$=?

Atmali Zaman Yapisi



Süperiletken RF Kavite



Dairesel Hizlandiricilar

Sinkrotron

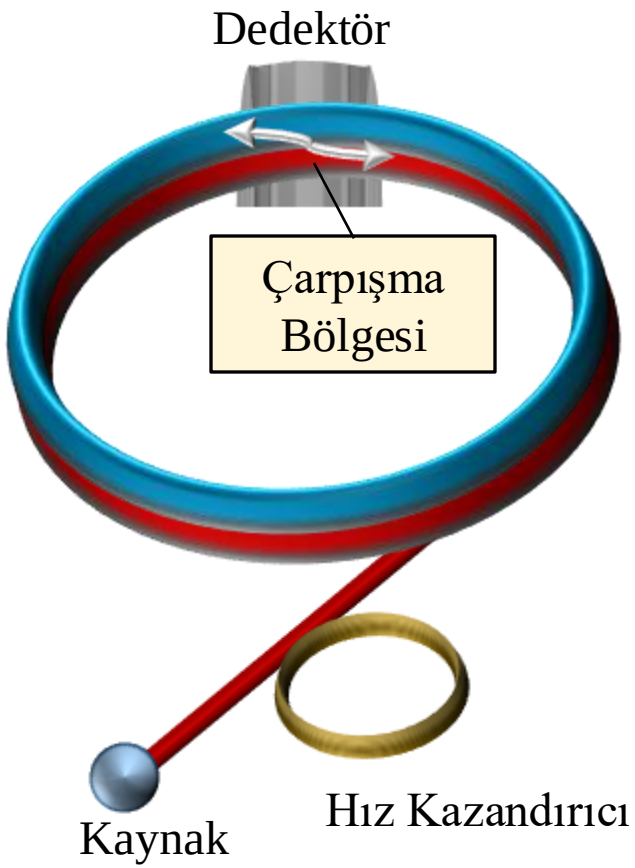
Parçacık Demeti (Beam) Nedir?

- Işık hızına yakın hızlarda (foton için ışık hızı) hareket eden yüklü yada yüksüz parçacık bulutlarına parçacık demeti (particle beam) adı verilir.
- Parçacık demetleri, belirli frekanslar ile atılan bir yada daha fazla paketçik (bunch) içerebilir.
- Örneğin LHC *pp* çarpıştırıcısında bir parçacık demeti 2808 adet paketçikten (bunch) oluşur.

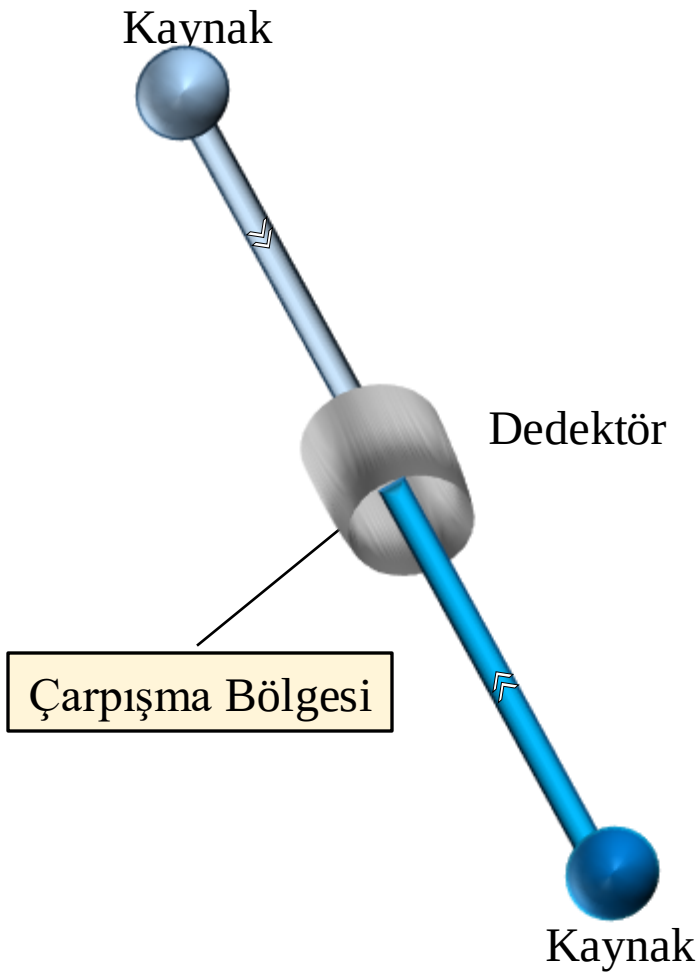
Türk Fizik Derneği
1950
Turkish Physical Society

Çarpıştırıcı Tipleri

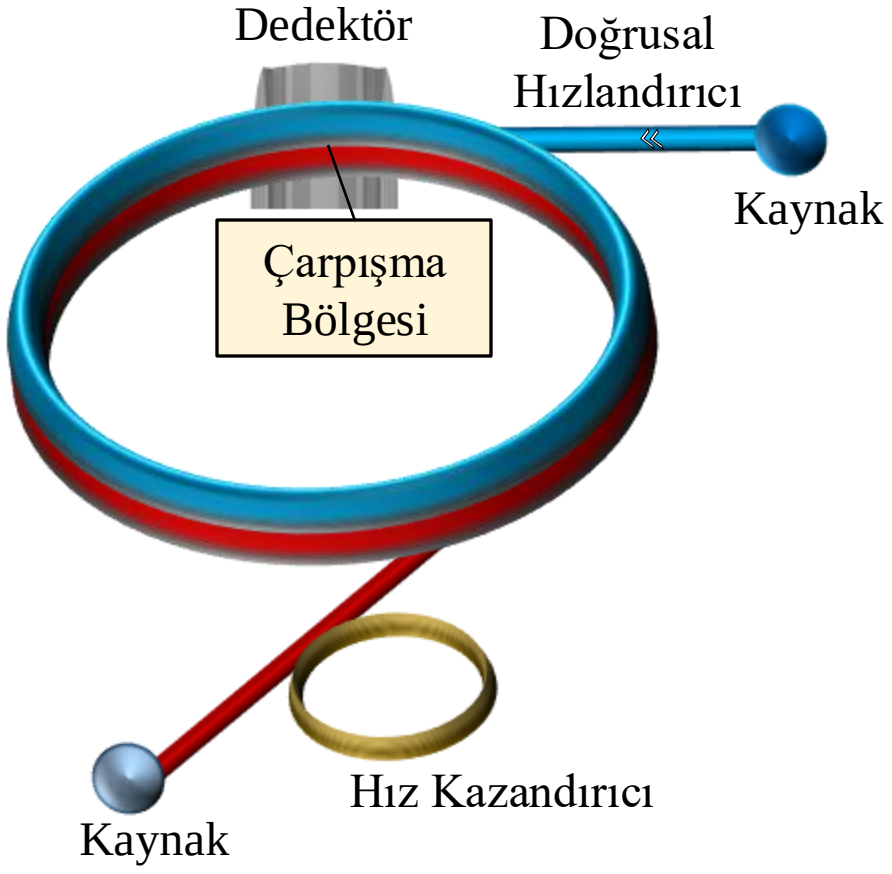
HALKA ÇARPIŞTIRICILAR



DOĞRUSAL ÇARPIŞTIRICILAR



LİNAK-HALKA TİPİ ÇARPIŞTIRICILAR



Çarpıştırıcılarda Işınlık (Luminosity)

- Parçacık hızlandırıcılarda karşılıklı gelen parçacık demetlerindeki olası parçacık çarpışmasının sayısına lüminosite (luminosity) adı verilir. L ile gösterilir ve birimi $cm^{-2}s^{-1}$şeklinde ifade edilir.
- Parçacık hızlandırıcılarda çarpışma sayısının çok olması istenir, böylece daha çok veri elde edilir ve nadir parçacıkların gözlemlenme ihtimali de artar.
- Çarpışma sayısı, parçacık demetlerinin yoğunlukları ile orantılı bir kavramdır. Dolayısı ile parçacık hızlandırıcıların çarpışma noktasının (Interaction Point, IP) tasarımı, lüminosite değerini arttırmak için büyük önem arz eder.
- Işınlık değerine örnek verecek olursak, LHC (Large Hadron Collider) proton-proton (*pp*) çarpışmalarında lüminosite değeri $10^{34}cm^{-2}s^{-1}$ mertebesindedir.

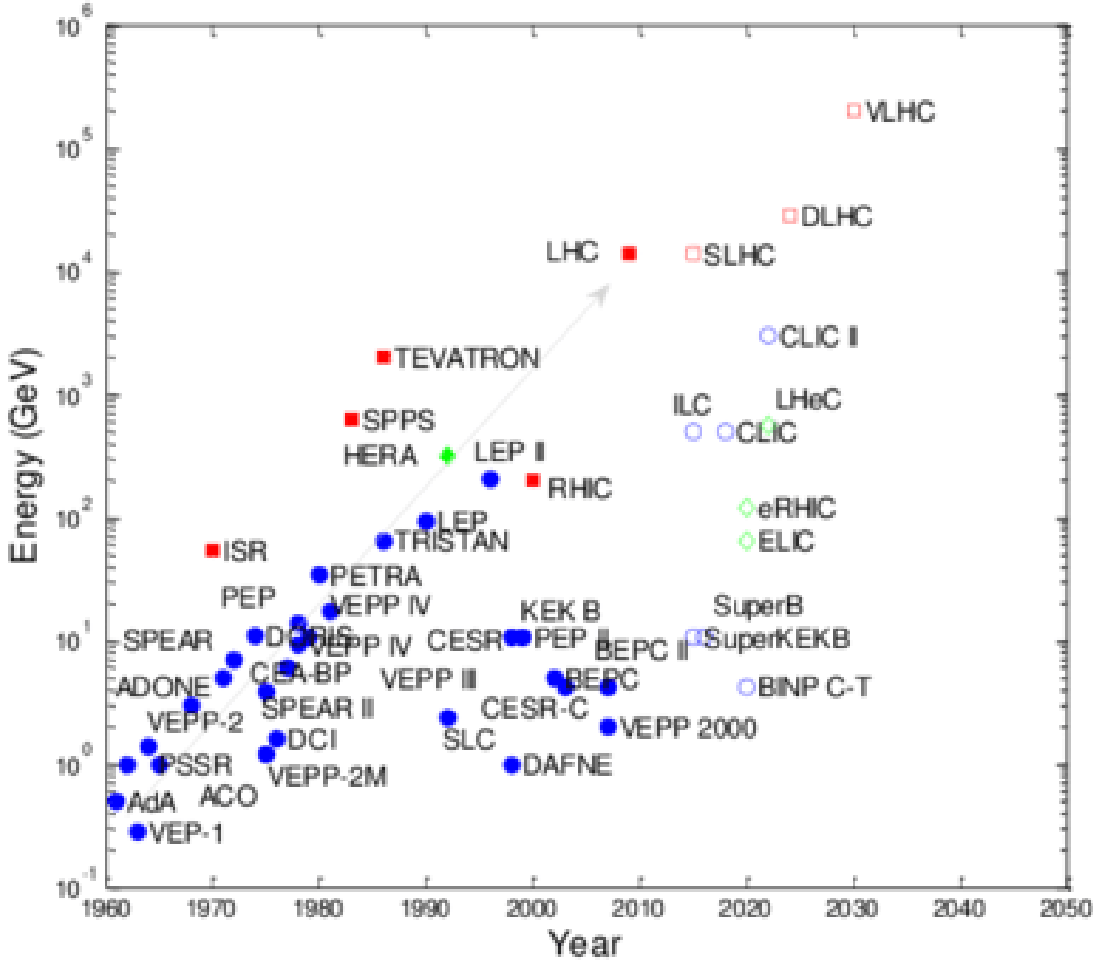
IŞINLIK

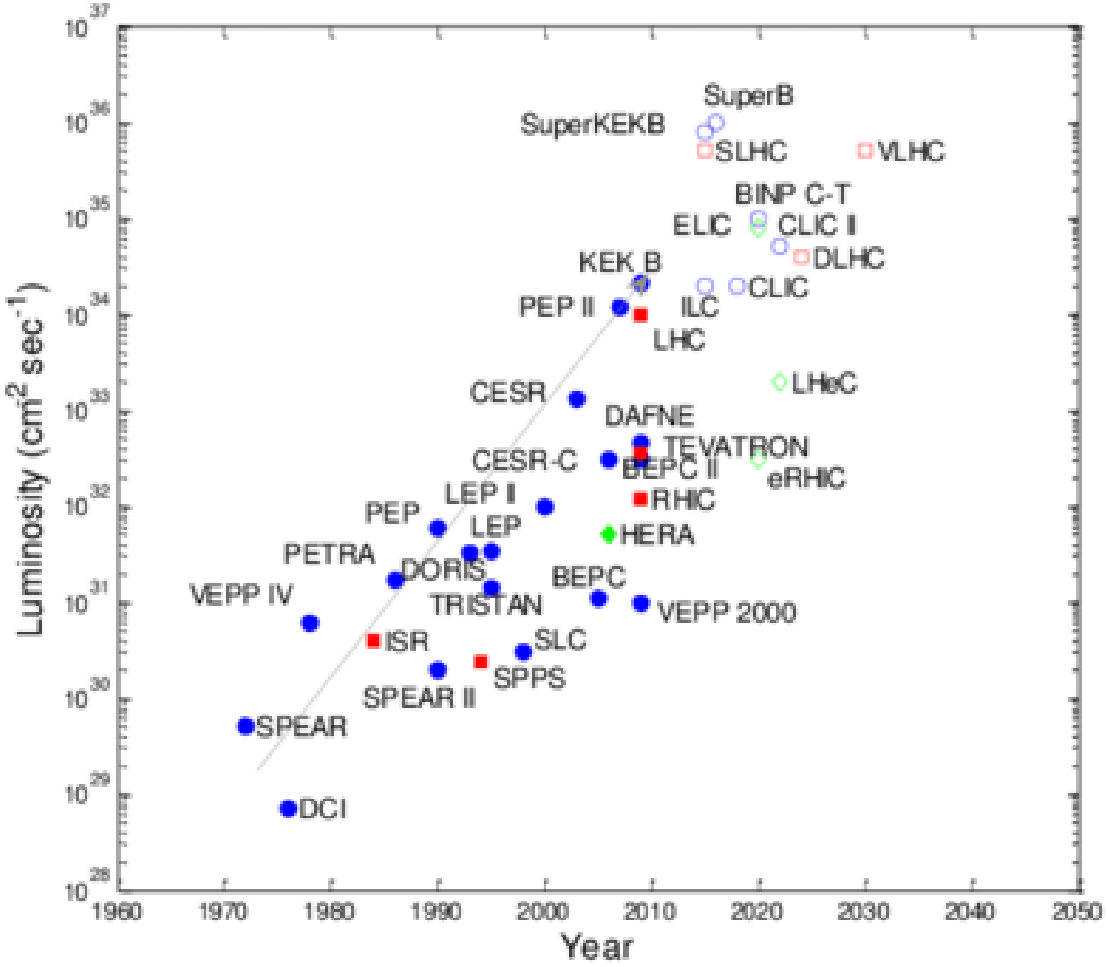
- $L = \frac{N_1 N_2}{4\pi \max[\sigma_{x_1}, \sigma_{x_2}] \max[\sigma_{y_1}, \sigma_{y_2}]} \min[f_1, f_2]$

- N, çarpışan demetlerin içerisinde parçacık sayılarına; σ, çarpışma anında demetlerin sahip olduğu enine boyutlarına; f saniyede gerçekleşen demet çarpışma sayısına karşılık gelmektedir.

- Işınlık, gözlenecek olay sayısını belirler. $\mathcal{N} = L \times \sigma$ (burada σ tesir kesitidir).

Çarpıştırıcıların Enerjilerine ve Işınlıklarına Göre Evrimi





“Hızlandırıcıya Dayalı Işınım Kaynakları-2 (Serbest Elektron Lazeri)”
Dersimizde Tekrar Görüşmek Üzere…