

Nükleer Enerji ile Elektrik Üretimi

Hafta 9 – Parçacık Hızlandırıcıları

İçerik

- Elektrik ve manyetik kuvvetler
- Yüksek voltajlı makineler
- Cockroft-Walton devresi ve Van de Graaff hızlandırıcısı
- Doğrusal hızlandırıcı
- Basit doğrusal hızlandırıcı
- Özet

Elektrik ve manyetik kuvvetler

- Yüklü parçacıkların elektrik ve manyetik alanlardan nasıl etkilendiklerini hatırlamak gerekirse:
- Öncelikle basit bir kapasitör olarak d mesafesiyle ayrılmış bir çift paralel metal plakayı göz önüne almalıyız.
- Doğru akım besleme gerilimi bir batarya gibi düşük gaz basıncı bölgesinde bir V potansiyel farkı sağlamakta böylece paralel plakalar arasında $\epsilon=V/d$ elektrik akımını üretmektedir.
- Kütlesi m ve yükü $q=e$ olan elektron negatif plakadan yayınlanırsa $F= \epsilon e$ gibi bir kuvvet ile karşılaşacaktır.
- İvmesi de $a=F/m= \epsilon e/m$ olacaktır.

Elektrik ve manyetik kuvvetler

- Ardından elektron sürat kazanacaktır ve pozitif plakaya ulaştığında bir kinetik enerjiye sahip olacaktır.

$$\frac{1}{2}mv^2 = Ve$$

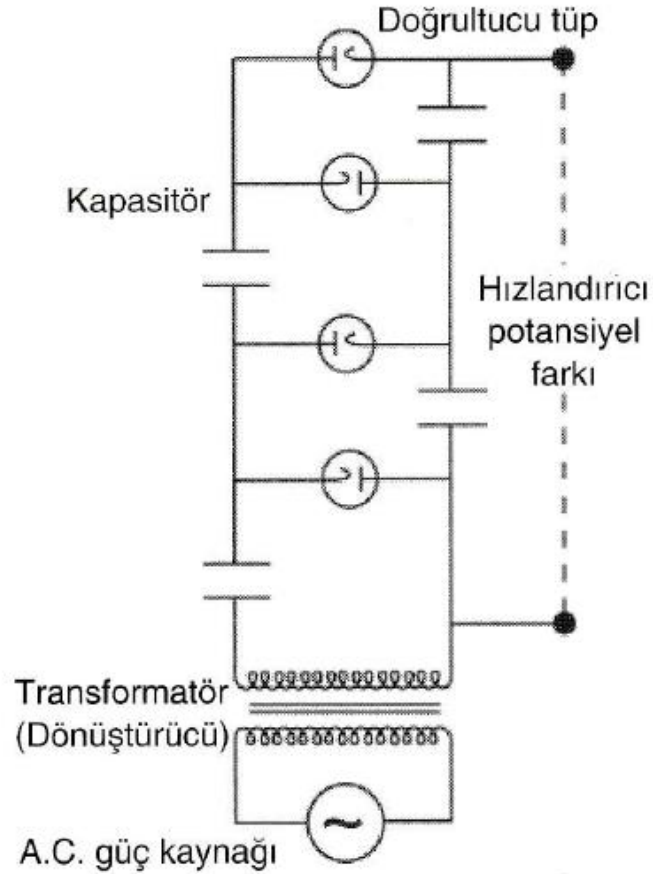
Böylece sürati de: $v = \sqrt{\frac{2Ve}{m}}$ olacaktır.

- Dönme yarıçapı olarak adlandırılan yarıçap $r = mv/eB$ dir.
- Güçlü manyetik alan ya da düşük süratte hareket için yarıçap küçük olacaktır. Açısal hız $w = v/r$ denklemi ile verilir.
- r ve w 'ye ait denklemler birleştirilirse; $w = v/r = eB/m$ denklemi elde edilir.

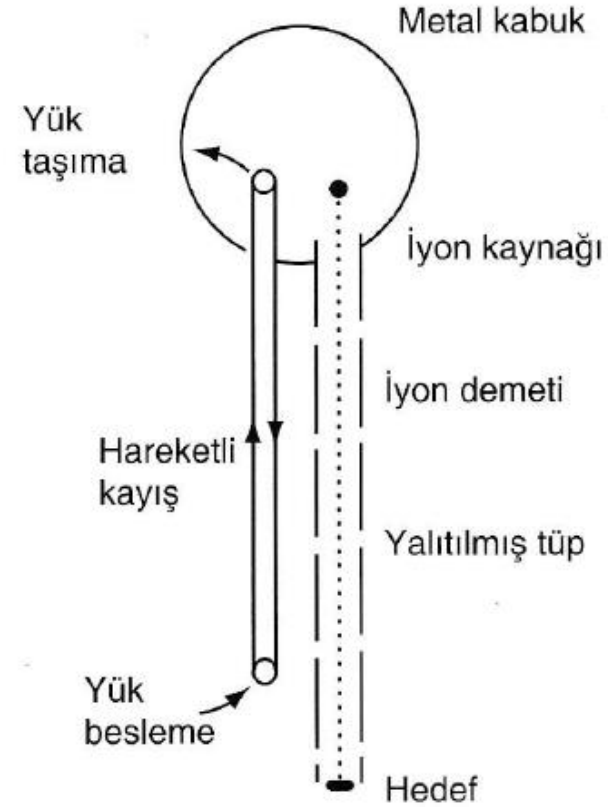
Yüksek voltajlı makineler

- İyonları yüksek süratlere çıkarmanın bir yolu yüklerin kaynağı ile hedef arasında büyük bir potansiyel fark sağlamaktır.
- Bulutlardan yeryüzüne yük boşalması olarak gerçekleşen yıldırım etkisi laboratuvarında üretilebilir.
- Bunun için yaygın olarak kullanılan iki cihaz bulunmaktadır.
- İlki paralel olarak kapasitörleri yükleyen seri olarak boşaltan bir devreye sahip gerilim yükselteci ya da Cockroft-Walton makinesidir.
- İkincisi elektrostatik üreteç veya diğer adıyla Van de Graaf hızlandırıcısıdır.

Cockroft-Walton Devresi ve Van de Graaff hızlandırıcısı



Cockroft-Walton devresi.

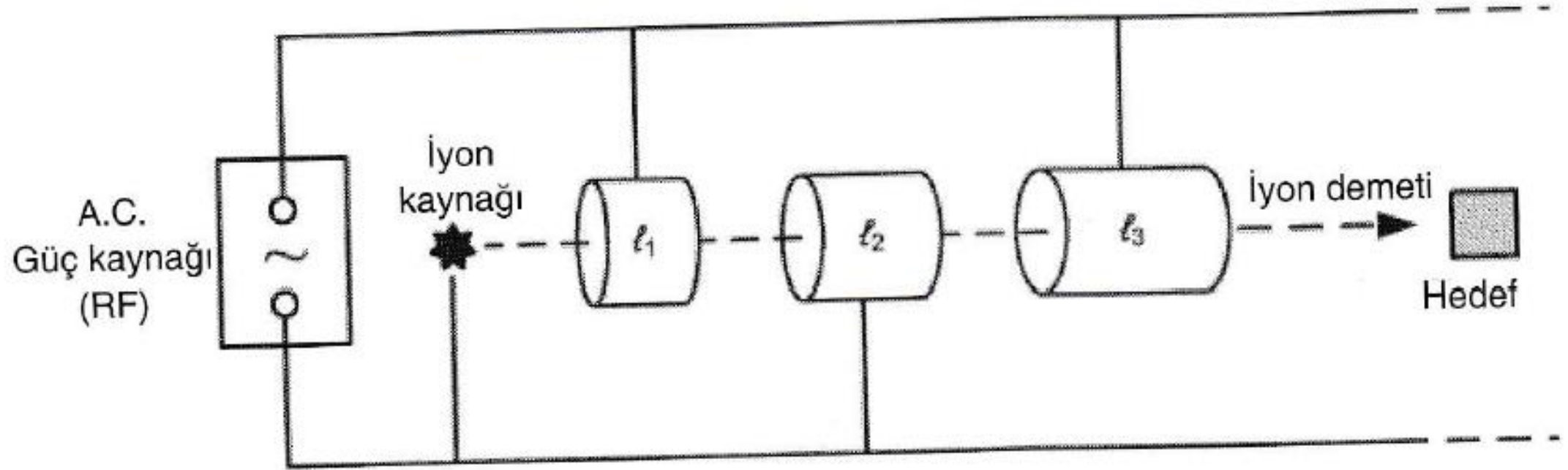


Van de Graaff hızlandırıcısı.

Doğrusal Hızlandırıcı

- Bir yüke yüksek voltaj altında büyük bir ivme kazandırmak yerine bu yükün bir doğrusal hızlandırıcıda küçük potansiyel farklarla ivmelendirilip yüksek hızlara ulaşması sağlanabilir.
- Bu cihaz alternatif elektrik potansiyellerinin uygulandığı tüp şeklindeki hızlandırıcı elektrotlar dizisi içermektedir.
- Elektron ya da iyon yükler arasındaki boşlukta enerji kazanmakta ve tüpün içerisinde iken enerji değişimi olmadan sürüklenmektedir ki burada alan neredeyse sıfırdır.
- Yük bir sonraki aralığa gelinceye kadar hızlanma için voltaj yine uygun hale gelir.

Basit doğrusal hızlandırıcı



Özet

- Elektron ve hafif elementlerin iyonları gibi yüklü parçacıklar yüksek hızlara ve enerjilere elektrik manyetik alanları değişik şekillerde kullanan parçacık hızlandırıcıları vasıtasıyla ulaştırırlar.
- Yüksek voltaj cihazlarında iyon demeti doğrudan özel bir voltaj katlayıcı veya yükün pozitif elektroda taşınmasıyla üretilen yüksek potansiyel farkları tarafından hızlandırılır.
- Doğrusal hızlandırıcılarda iyonlar bir yol boyunca dizilmiş tüpler arasında ardışık olarak hızlandırılırlar.

Kaynakça

NÜKLEER ENERJİ; Nükleer Süreçlerin Kavramları, Sistemleri ve Uygulamalarına Giriş;
Raymond L. MURAY ve Keith E. HOLBERT; 7. Basımdan Çeviri; Nobel.