

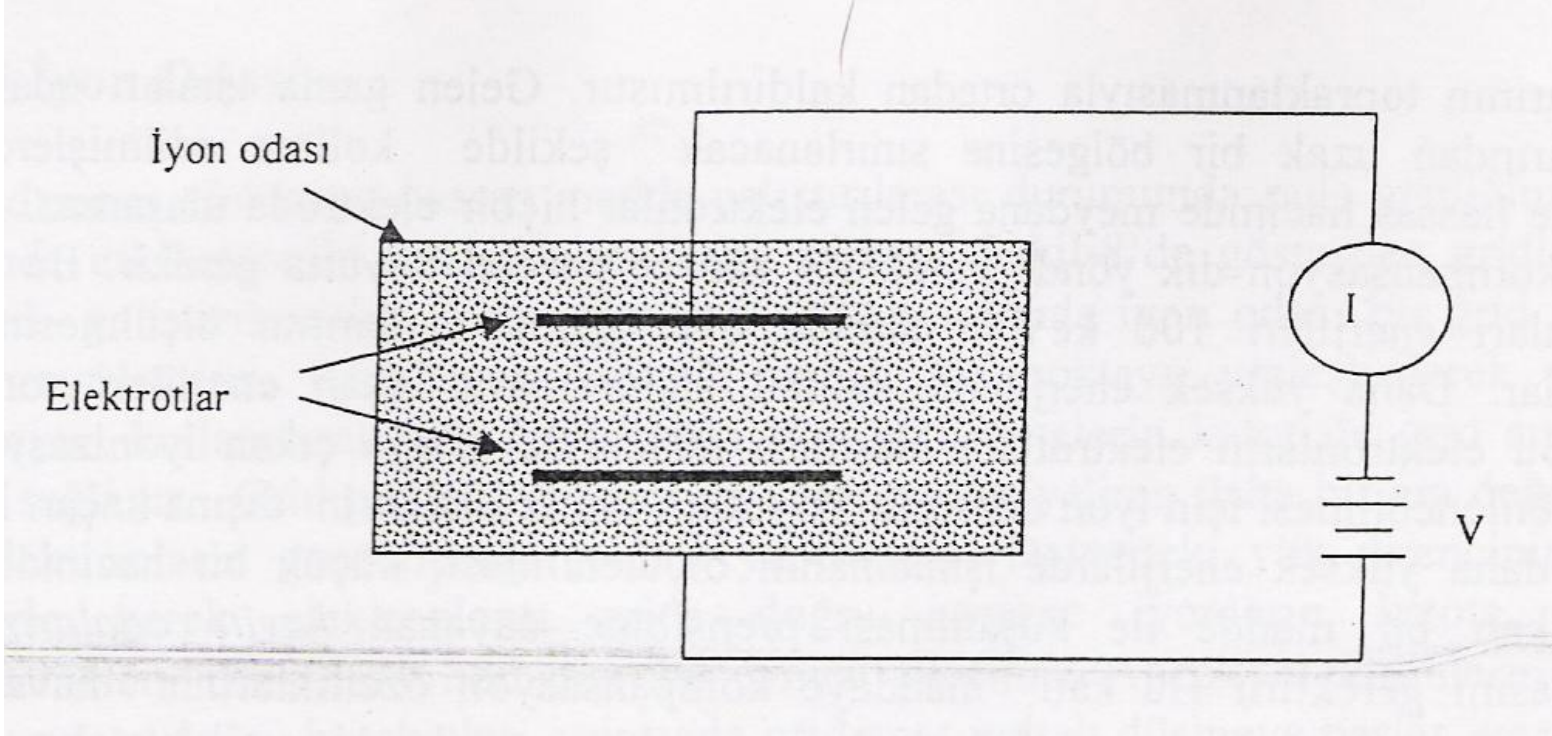
İYONİZASYON DEDEKTÖRLERİ

Mehmet YÜKSEL
ÇÜ FBE FİZİK ABD

İÇERİK

- 1) İYONİZASYON İŞLEMİ
- 2) YÜK HAREKETİ VE TOPLANMASI
- 3) İYON ODALARININ ÇALIŞMA MODLARI
- 4) İYON ODALARI İLE RADYASYON DOZ ÖLÇÜMLERİ

1) İYONİZASYON İŞLEMİ



İyon Odası

1) İYONİZASYON İŞLEMİ

- ⦿ Radyasyon-Gaz atomları etkileşimi meydana gelir.
- ⦿ Atomik uyarma ve iyonizasyon. (Enerji kaybı)
- ⦿ Serbest e'lar ve pozitif iyonlar, iyon akımı oluştururlar.
- ⦿ Birçok gazda iyonizasyon enerjisi 10-20 eV'tur.
- ⦿ Gaz içerisinde iyon çifti oluşumu için 30-35 eV.
- ⦿ 5 MeV (Alpha Parçacığı) havada 150 000 iyon çifti oluşturur. Havada iyon çifti için: 34 eV enerji gereklidir.

2) YÜK HAREKETİ VE TOPLANMASI

- İyonların gaz içerisindeki yayılım hızları;

$$V = \mu E / P$$

E: Elektrik Alan Şiddeti

P: Gaz Basıncı

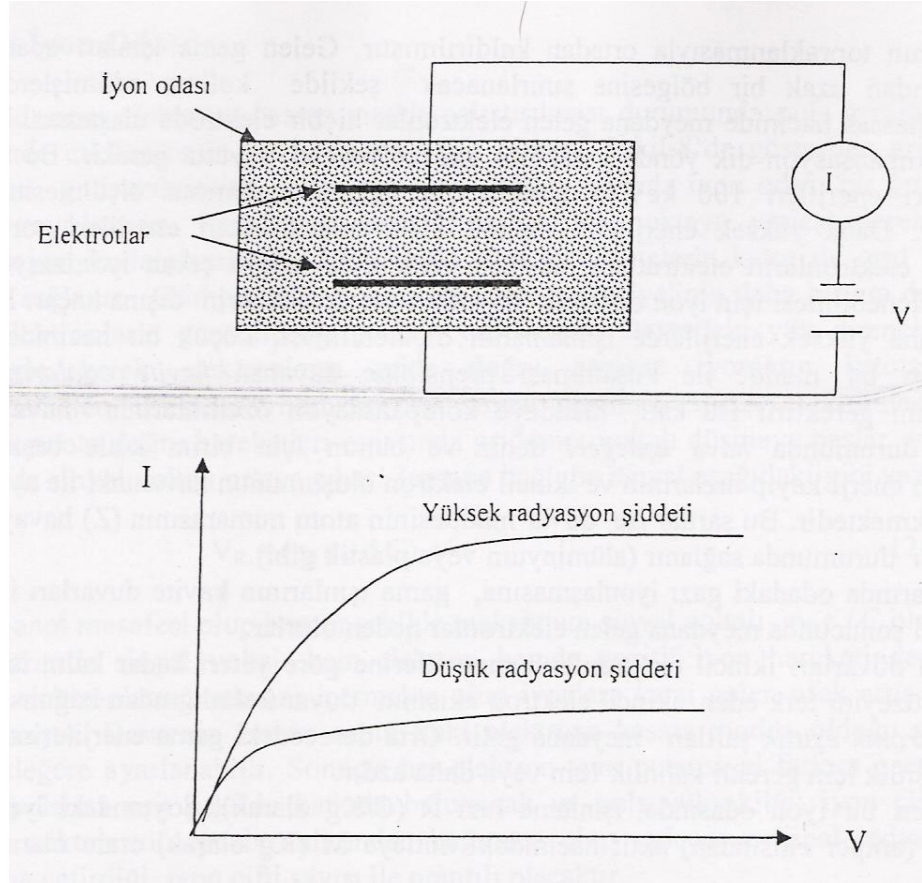
μ : Mobilite

- Mobilite E'nin geniş bir değer aralığı için sabittir ve genel olarak 1 atmosfer basınç ve 10 000 V/m elektrik alanı için 1 m/sn'dir.

2) YÜK HAREKETİ VE TOPLANMASI

- Serbest elektronlar iyonlara göre 1000 kat daha hızlı (μsn) olmalarına rağmen nükleer olayların sayımı için bu süre oldukça uzundur.
- 1 μCi aktivitedeki bir kaynak 30 μsn 'de bir azalım yapar.
- İyon odaları ayrı ayrı olayların sayımında kullanılmaz. (Orantılı Sayaçlar, Geiger Mueller Dedektörleri)

2) YÜK HAREKETİ VE TOPLANMASI



- İyon Odası İçin Akım-Voltaj Özelliği

2) YÜK HAREKETİ VE TOPLANMASI

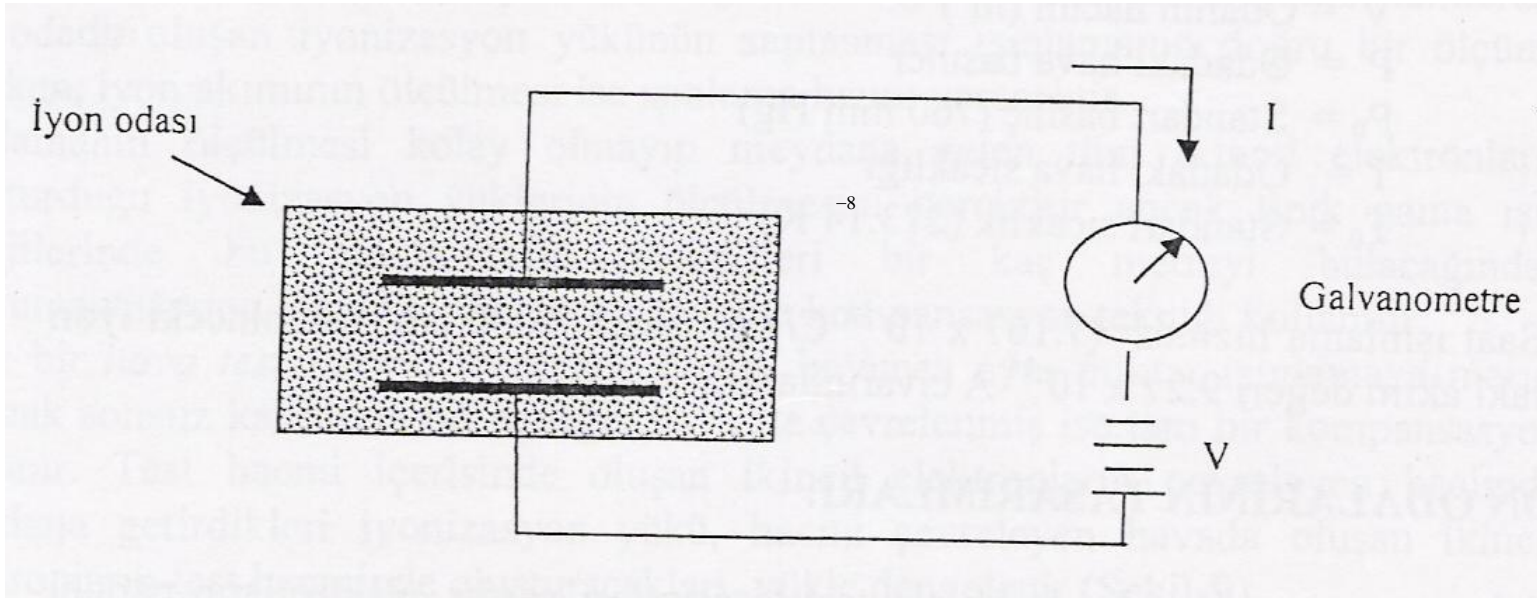
Örnek: 5 MeV enerjideki Alpha Parçacığı kapasitansı 50 pF olan iyon odasına gelsin ve yükler 1 μ sn'de toplansın;

$$V = i / C = \frac{1.5 \times 10^5 \times 1.6 \times 10^{-19} \text{ C/e}^-}{50 \times 10^{-12} \text{ F}} = 0.75 \text{ mV}$$
$$I = i / t = \frac{1.5 \times 10^5 \times 1.6 \times 10^{-19} \text{ C/e}^-}{10^{-6}} \text{ A} = 1.6 \times 10^{-8} \text{ A}$$

Doyma voltajı ve Doyma akımı

3) İYON ODALARININ ÇALIŞMA MODLARI

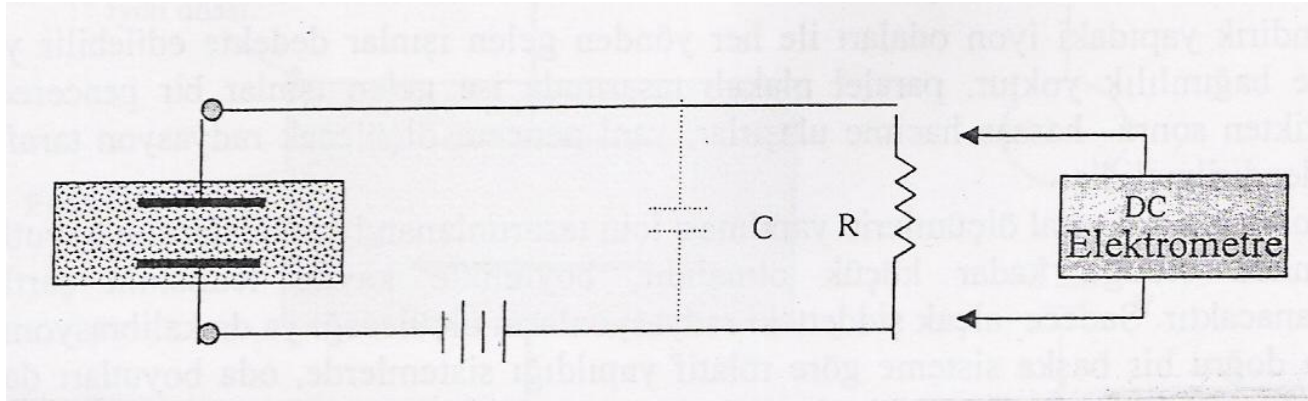
a) Akım Modunda Çalışan İyon Odaları



10^{-8} Amper'den Büyük Akımlar İçin

3) İYON ODALARININ ÇALIŞMA MODLARI

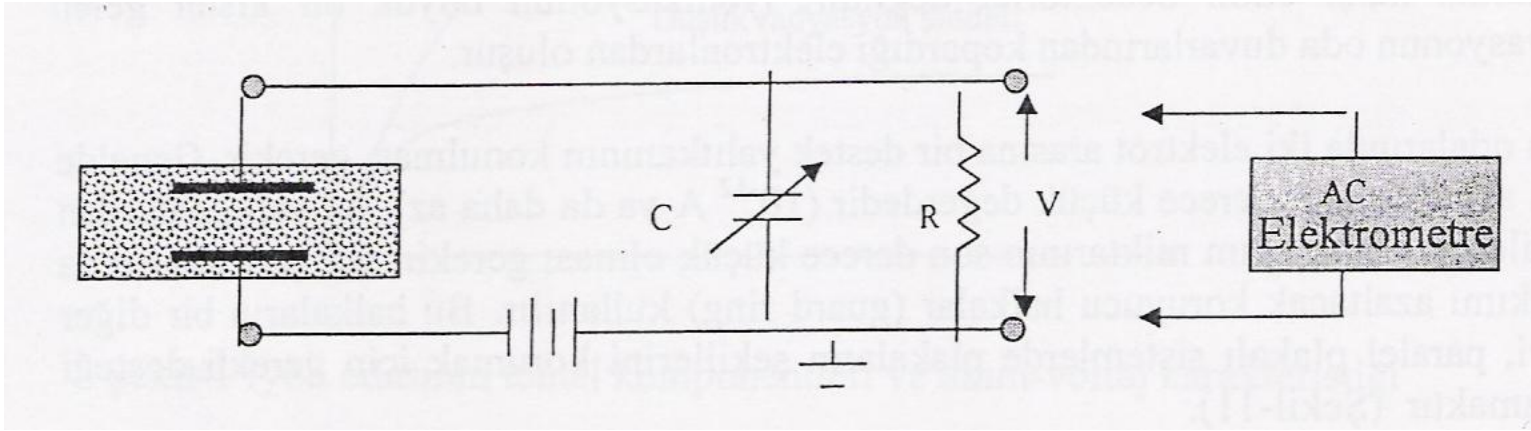
a) Akım Modunda Çalışan İyon Odaları



- 10^8 Amper'den küçük akımlar için, ölçüm devresine seri olarak bağlanmış dirençteki voltaj düşmesini algılayarak akımın endirekt olarak ölçülmesi sağlanır.

3) İYON ODALARININ ÇALIŞMA MODLARI

a) Akım Modunda Çalışan İyon Odaları



$$V = I R, \quad Q = C V$$

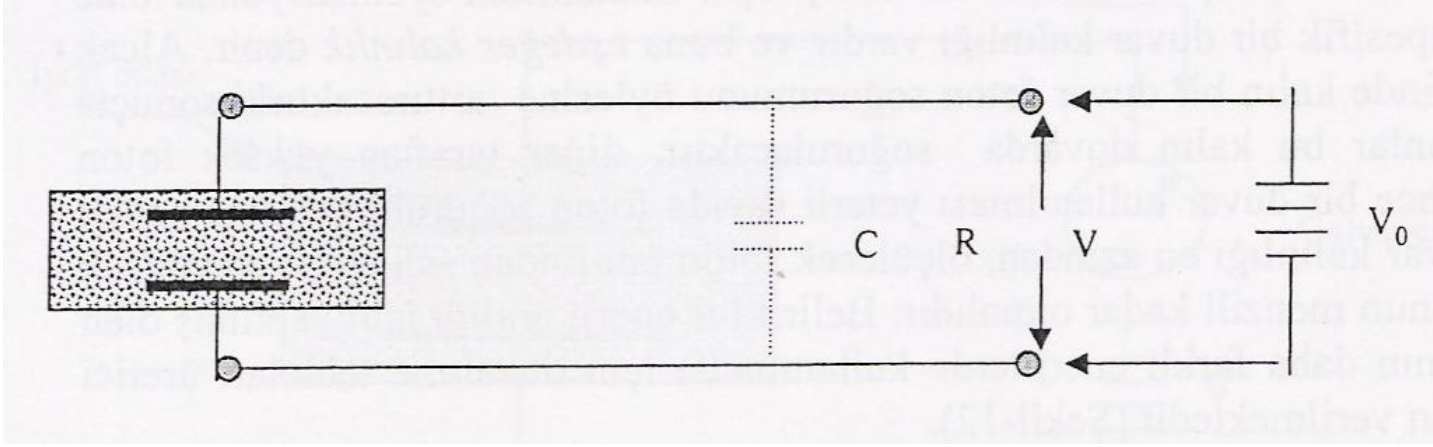
$$\Delta V = (Q / C^2) \Delta C$$

$$\Delta V = I (R / C) \Delta C$$

- AC Voltajın Genliği İyonizasyon akımı ile Orantılıdır.

3) İYON ODALARININ ÇALIŞMA MODLARI

a) Akım Modunda Çalışan İyon Odaları

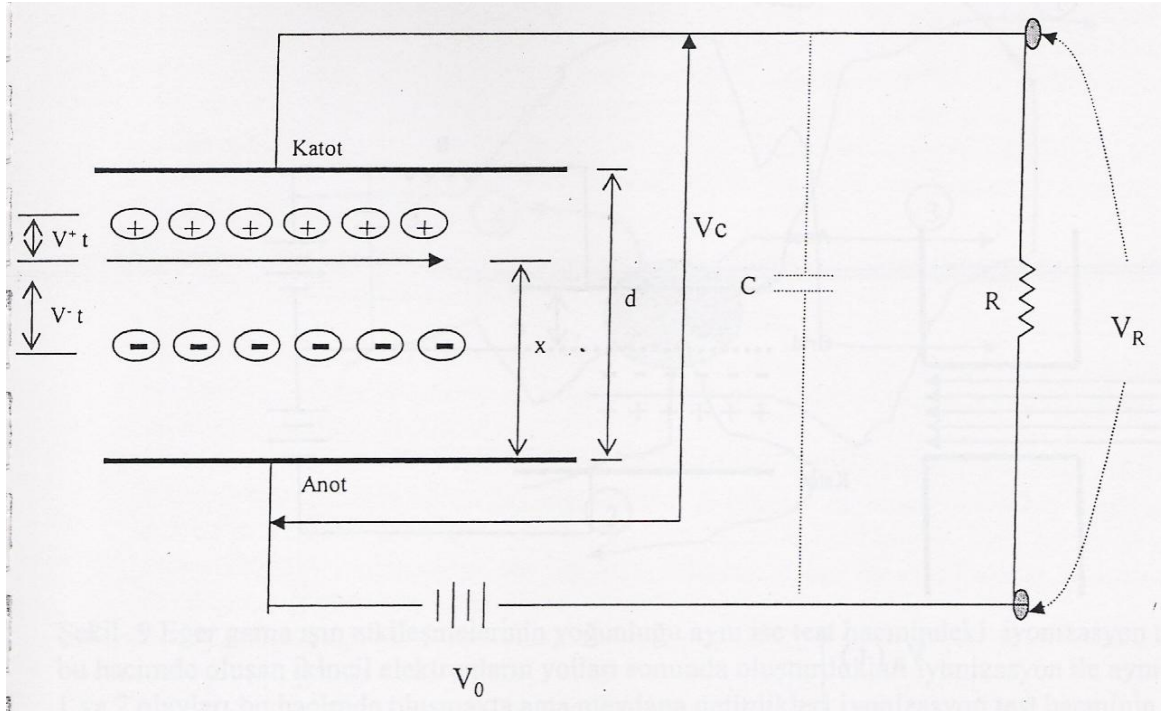


V_0 : İyon odasının başlangıç voltajı radyasyon olmadıkça aynı kalır. Radyasyon etkileşmesi sonucu kapasitans düşer kapasitörde ΔQ yükü birikir.

$$\Delta V = \Delta Q / C$$

3) İYON ODALARININ ÇALIŞMA MODLARI

b) Puls Modunda Çalışan İyon Odaları



Başlangıç Enerjisi = $\frac{1}{2} CV_0^2$

- Hareket eden yükler elektrotlarda yük biriktirirler ve V_0 değeri azalır.

3) İYON ODALARININ ÇALIŞMA MODLARI

b) Puls Modunda Çalışan İyon Odaları

- $E = \Delta\phi Q$ (Soğurulan Enerji), $Q = n_0 e$
- $\Delta\phi = E r$ (E: Elektrik alan)
- $U_0 = U_+ + U_e + U_c$ (Enerjinin Korunumu)
- $\frac{1}{2} C V_0^2 = n_0 e E v^+ t + n_0 e E v^- t + \frac{1}{2} C V_c^2$
- $\frac{1}{2} C (V_0 + V_c)(V_0 - V_c) = n_0 e (V_c / d)(v^+ + v^-) t$
 $V_0 + V_c \approx 2V_0$ ve $V_c / d \approx V_0 / d$

$$V_R = (n_0 e / d C)(v^+ + v^-) t *$$

3) İYON ODALARININ ÇALIŞMA MODLARI

b) Puls Modunda Çalışan İyon Odaları

- $t = x / v^-$ (e⁻ların anota ulaşma süresi), sürüklenmenin sinyal voltajına katkısı maksimum olur. Böylece;

$$V_R = (n_0 e / d C) (v^+ t + x) **$$

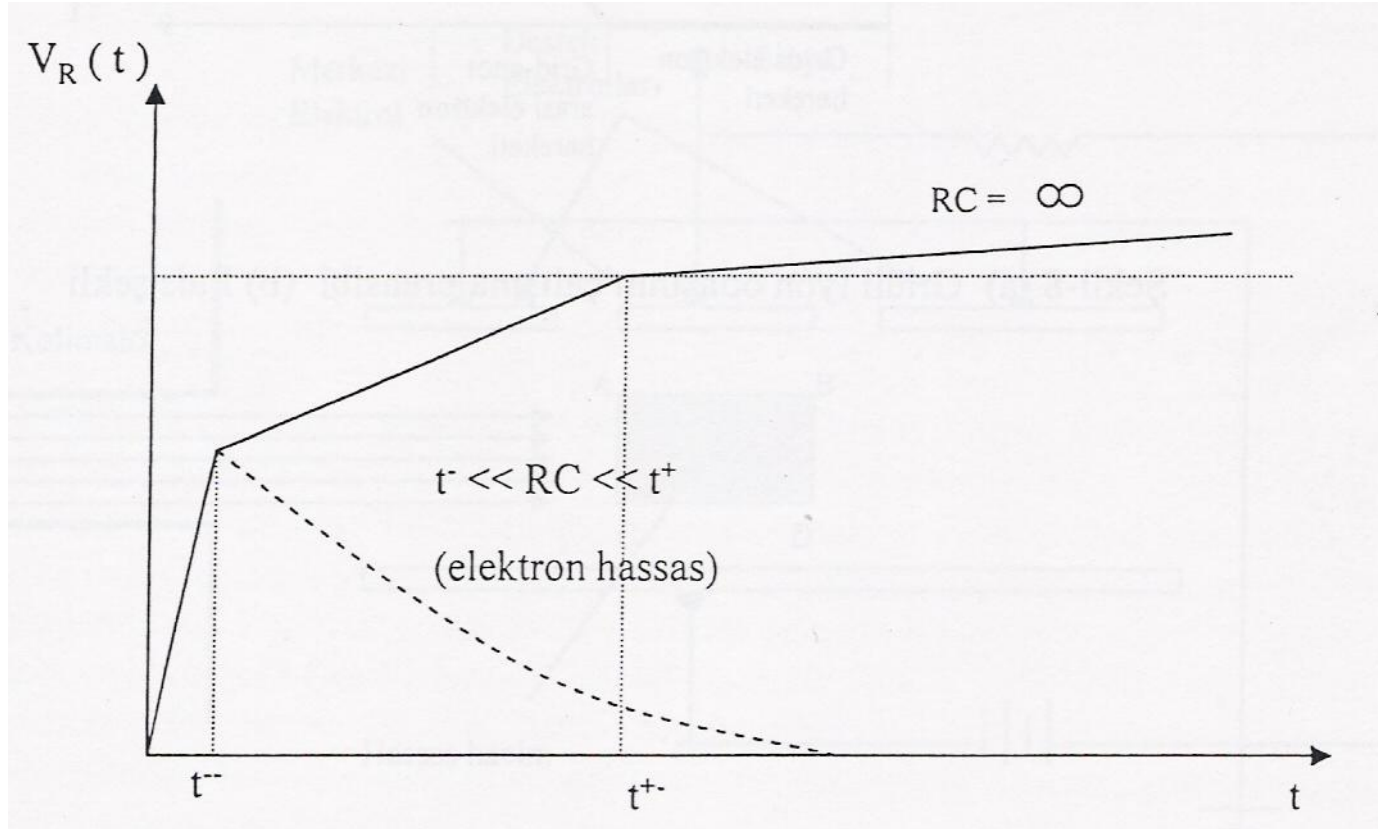
- $t = (d - x) / v^+$ (pozitif iyonların katoda ulaşma süresi), sinyal voltajı artış göstermez. Böylece;

$$V_R = (n_0 e / d C) [(d - x) + x]$$

$$V_R = (n_0 e / C) ***$$

3) İYON ODALARININ ÇALIŞMA MODLARI

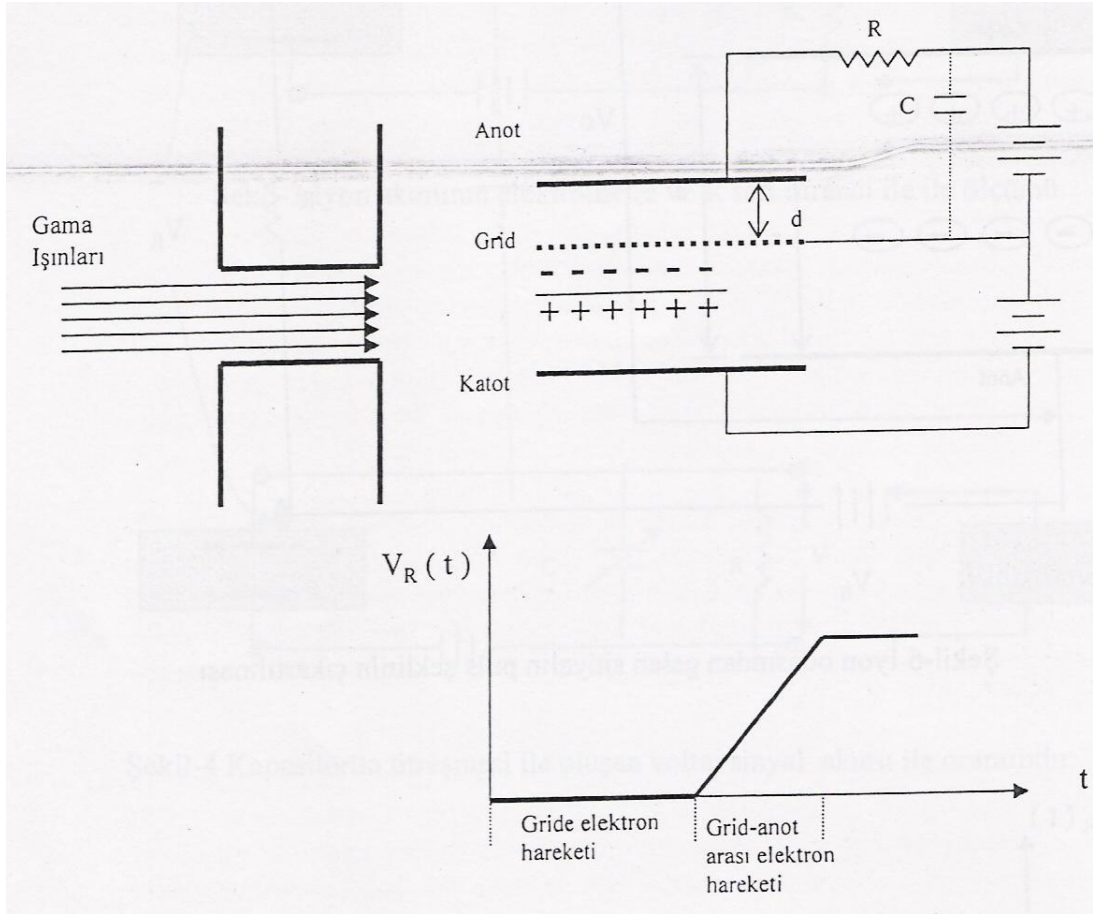
b) Puls Modunda Çalışan İyon Odaları



Çıkış Pulsunun Farklı zaman Sabitlerindeki Şekli

3) İYON ODALARININ ÇALIŞMA MODLARI

Gridli İyon Odası



Gridli İyon Odasının Çalışma Prensibi ve Puls Şekli

3) İYON ODALARININ ÇALIŞMA MODLARI

Gridli İyon Odası

- İyon odasının elektron'a hassas modda çalıştırılması durumunda puls genliği oda içerisindeki etkileşmenin pozisyonuna bağlıdır. Bu nedenle Gridli iyon odaları geliştirilmiştir.
- Bu tasarımda sinyal voltajı sadece elektronların katkısını içerir.
- Her elektronun sinyal pulsuna katkısı eşit olup, gözlenen sinyal pulsusu sadece orijinal radyasyonun meydana getirdiği iyon çifti sayısı ile orantılıdır.

4) İYON ODALARI İLE RADYASYON DOZ ÖLÇÜMLERİ

- İyon odalarının en önemli kullanım sahası: Gama ışınlamasının ölçülmesidir ve hava iyon odaları en uygun sistemlerdir.
- İyon akımının ölçülmesi ışınlama hızını belirlememizi sağlar.

...TEŐEKKÜRLER...