

Beta Işıması

Enes Yıldırım

May 19, 2024

İçindekiler

Giriş

Beta Işımasının Türleri

Beta Eksi Işıması (β^-)

Beta Artı Işıması (β^+)

Enerji Spektrumu

Beta Bozunma Oranı

Fermi Fonksiyonu

Nötrino Hipotezi

Beta Işıması ve Parite

Beta Spektrumu ve Şekil Faktörü

Beta Işımasının Tarihçesi

Beta Işımasının Uygulamaları

Sonuç

Giriş

- ▶ Beta ışıması, radyoaktif bozunma türlerinden biridir.
- ▶ Beta parçacıkları, elektronlar (β^-) veya pozitronlar (β^+) olabilir.
- ▶ Bu sunumda, beta ışımasının temel özellikleri ve formülleri ele alınacaktır.

Beta Işımasının Türleri

- ▶ Beta eksi ışıması (β^-): Bir nötron, bir proton, bir elektron ve bir antineutrino'ya dönüşür.
- ▶ Beta artı ışıması (β^+): Bir proton, bir nötron, bir pozitron ve bir neutrino'ya dönüşür.

Beta Eksi Işıması (β^-)

- Genel denklem:

$$n \rightarrow p + e^- + \bar{\nu}_e \quad (1)$$

- Kütle ve enerji korunumu:

$$m_n = m_p + m_e + E_k + E_{\bar{\nu}_e} \quad (2)$$

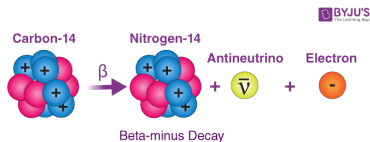


Figure: Beta eksi ışımalarının şematik gösterimi.

Beta Artı Işıması (β^+)

- Genel denklem:

$$p \rightarrow n + e^+ + \nu_e \quad (3)$$

- Kütle ve enerji korunumu:

$$m_p = m_n + m_{e^+} + E_k + E_{\nu_e} \quad (4)$$

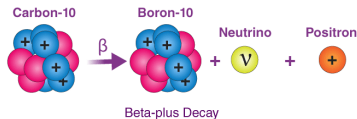


Figure: Beta artı ışımalarının şematik gösterimi.

Enerji Spektrumu

- ▶ Beta parçacıklarının enerji spektrumu sürekli bir dağılım gösterir.
- ▶ Maksimum enerji, Q değeri olarak adlandırılır.
- ▶ Enerji spektrumu:

$$N(E) \propto E(Q - E)^2 \quad (5)$$

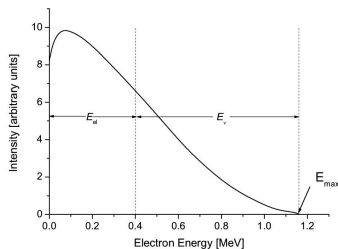


Figure: Beta parçacıklarının enerji spektrumu.

Beta Bozunma Oranı

- ▶ Beta bozunma oranı:

$$\lambda = \frac{\ln 2}{T_{1/2}} \quad (6)$$

- ▶ $T_{1/2}$, yarı ömürdür.
- ▶ Bozunma sabiti λ , belirli bir zamanda birim kütlede bozunan çekirdeklerin oranını ifade eder.

Fermi Fonksiyonu

- ▶ Fermi fonksiyonu, beta bozunmalarında nükleer etkileri içerir.
- ▶ Tanımı:

$$F(Z, E) = \frac{2\pi\eta}{1 - e^{-2\pi\eta}} \quad (7)$$

- ▶ $\eta = \frac{Ze^2}{\hbar v}$

Nötrino Hipotezi

- ▶ Wolfgang Pauli, enerji ve momentumun korunumu için nötrino varlığını önerdi.
- ▶ Nötrino, çok küçük kütleli ve zayıf etkileşimli bir parçacıktır.
- ▶ Bu hipotez, Fermi tarafından geliştirilmiş ve beta bozunma teorisinin temelini oluşturmuştur.

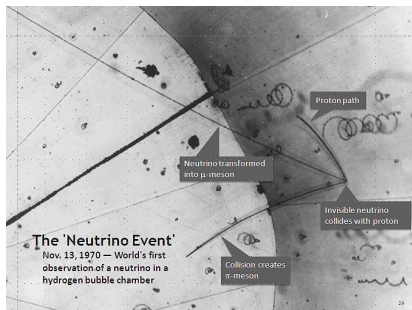


Figure: Nötrinoları tespit etmek için hidrojen kabarcık odasının ilk kullanımı 13 Kasım 1970'te gerçekleşti.

Beta Işınması ve Parite

- ▶ Beta ışıması, paritenin korunumu ihlal edebilir.
- ▶ Lee ve Yang, paritenin zayıf etkileşimlerde korunmadığını gösterdi.
- ▶ Bu keşif, Chien-Shiung Wu'nun deneysel çalışmaları ile doğrulandı.

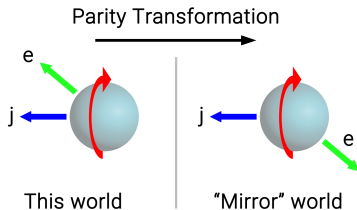


Figure: Paritenin zayıf etkileşimlerde korunmaması.

Beta Spektrumu ve Şekil Faktörü

- ▶ Beta spektrumunu daha iyi tanımlamak için şekil faktörü kullanılır.
- ▶ Genel formül:

$$N(E) = F(Z, E)pE(Q - E)^2C(E) \quad (8)$$

- ▶ $C(E)$, şekil faktörüdür.

Calculation of beta spectral shapes

X. Mougeot*, M.-M. Bé and C. Bisch

CEA, LIST, Laboratoire National Henri Becquerel, 91191 Gif-sur-Yvette, France.

Received 28 March 2014 – Accepted 12 June 2014

Abstract – Classical beta spectra calculations are briefly described, highlighting the usual assumptions and limitations. To go beyond these usual assumptions, the numerical resolution of the Dirac equation for the atomic and beta electrons is necessary. This allowed us to determine the parameters λ_i involved in the theoretical shape factors exactly. A systematic comparison between theoretical and experimental shape factors led us to disqualify the usual $\lambda_i = 1$ assumption for all forbidden transitions. The usual ξ -approximation was proved to be incorrect for numerous first forbidden non-unique transitions, and for all higherorder non-unique transitions. A more accurate screening correction was defined and the atomic exchange effect was taken into account, an effect which is always neglected in usual calculations. The beta spectra of ^{63}Ni and ^{241}Pu , recently measured down to very low energies, are well reproduced in our calculations. The exchange effect was demonstrated to have a great influence on the spectral shape within this energy range.

Keywords: radiation, beta / beta particle(s) / ^{129}I / ^{58}Co / ^{99}Tc

Figure: Beta spektrumu ve şekil faktörü.

Beta Işımasının Tarihçesi

- ▶ 1896: Henri Becquerel, radyoaktiviteyi keşfetti.
- ▶ 1900'ler: Ernest Rutherford, beta parçacıklarının elektron olduğunu belirledi.
- ▶ 1930'lar: Wolfgang Pauli, nötrino hipotezini öne sürdü.
- ▶ 1934: Enrico Fermi, beta bozunma teorisini geliştirdi.

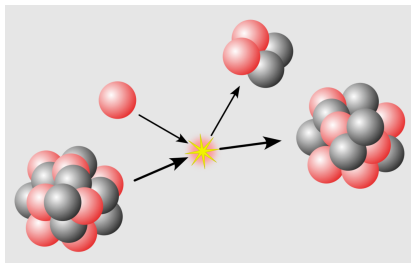


Figure: Beta ışımasının tarihçesi.

Beta Işımasının Uygulamaları

- ▶ Tıbbi görüntüleme (PET taramaları):
 - ▶ Pozitron emisyon tomografisi (PET), beta artı ışımasını kullanır.
- ▶ Malzeme bilimi ve kalınlık ölçümleri:
 - ▶ Beta ışınları, ince tabaka kalınlıklarının ölçülmesinde kullanılır.
- ▶ Nükleer reaktörlerde yakıt izleme:
 - ▶ Radyoaktif izotopların beta ışıması, reaktör yakıtlarının izlenmesinde kullanılır.

Sonuç

- ▶ Beta ışıması, radyoaktif bozunmanın önemli bir türüdür.
- ▶ Enerji spektrumu, bozunma oranı ve nötrino hipotezi gibi konular, beta ışımasını anlamak için kritiktir.
- ▶ Uygulama alanları, beta ışımasının önemini göstermektedir.