

BÖLÜM 2

Nötron Etkileşimleri

2.1. Giriş

Fisyon sonucu açığa çıkan nötronların madde ile etkileşirken gösterdikleri davranış, zincir nötron etkileşimlerinin doğasını belirler. Sürdürülebilir bir zincir reaksiyon oluşturmak amacıyla, her bir fisyon sonucu ortaya çıkan iki veya daha fazla nötron-dan ortalama bir tanesinin bir sonraki fisyonu gerçekleştirmesi için yaşaması gerekmektedir. Nötronların kinetik enerjileri, hareket doğrultuları ve çekirdeklerle etkilere girme biçimleri nükleer reaktörlerdeki davranışlarının temelini oluşturur. Nötron etkileşimlerinin merkezi, tesir kesiti (yani nötronun çekirdeğe yaklaşırken gördüğü çekirdek kesit alanı) kavramıdır. Nötronun kinetik enerjisine ve saçılma, yakalama veya fisyon ile sonuçlanacak çarpışmanın göreceli olasılıklarına bağımlı olan bu tesir kesitleri, zincir reaksiyonların özellikleri üzerine dayanan temel fiziksel veriyi oluşturur.

Bu bölümde ilk olarak nötronun uzaydaki hareketi anlatılmakta olup mikroskobik ve makroskobik tesir kesitleri tanımlanmaktadır. Daha sonra saçılma, soğurma ve diğer etkileşim tipleri için tesir kesitlerini sınıflandırmaktayız. Reaktör içerisinde bulunan nötronlar üzerinden kinetik enerji aralığını belirledikten sonra tesir kesitinin nötron enerjisine bağımlılığını tanımlayacağız ve devamında saçılan nötronların enerji dağılımlarını tanımlayarak bölümü sonuçlandıracağız.

2.2. Nötron Tesir Kesitleri

Nötronlar yüksüz parçacıklardır. Ne çekirdeği çevreleyen elektronlar ne de pozitif yüklü çekirdeğin oluşturduğu elektriksel alan nötronun uçuşunu etkiler. Bu sebeple, nötronlar doğrusal bir yol üzerinde hareket ederler ancak bir çekirdek ile yeni bir yöne saçılacak şekilde çarpıştığı veya soğurulduğu zaman yönlerinden saparlar. Dolayısıyla bir nötronun ömrü tipik olarak nötronun kaybolduğu soğurulma ve belirli

göre belirlenir. Örneğin, nötronun enerjisi (E) ilk üç enerji düzeyinden (E_1 , E_2 veya E_3) büyükse saçılmanın ardından nötronun enerjisi $E' + dE' - E_1$, $E - E_2$ veya $E - E_3$ olacaktır. Bu durum Şekil 2.11'de gösterilmektedir. Bununla birlikte pikler, enerji bazında hafifçe yayvanlaşır. Çünkü esnek saçılmada olduğu gibi momentum korunumu, daha büyük bir açı ile saptırılmış nötronun daha küçük bir açı ile saptırılana göre daha fazla enerji kaybetmesini zorunlu kılar. Gelen nötronun enerjisi arttıkça birçok enerji düzeyine uyarılabileceği için saçılan nötronların spektrumu oldukça karmaşık hâle gelebilir.

Kaynaklar

- Bell, George I., and Samuel Glasstone, Nuclear Reactor Theory, Van Nostrand Reinhold, NY, 1970.
- Cullen, D. E., "Nuclear Cross Section Preparation" CRC Handbook of Nuclear Reactor Calculations, I, Y. Ronen, ed., CRC Press, Boca Raton, FL, 1986.
- Duderstadt, James J., and Louis J. Hamilton, Nuclear Reactor Analysis, Wiley, NY, 1976.
- Jakeman, D., Physics of Nuclear Reactors, Elsevier, NY, 1966.
- Mughabghab, S. F., Atlas of Neutron Resonances, Elsevier, Amsterdam, 2006.
- Stacey, Weston M., Nuclear Reactor Physics, Wiley, NY, 2001.
- Templin, L. J. ed., Reactor Physics Constants, 2nd ed., ANL-5800, Argonne National Laboratory, Argonne, IL, 1963.
- Weinberg, A. M., and E. P. Wigner, The Physical Theory of Neutron Chain Reactors, University of Chicago Press, Chicago, 1958.

Problemler

- 2.1 Nötronlar, $\Sigma = 0,8 \text{ cm}^{-1}$ tesir kesitine sahip bir malzemeye çarpmaktadır. Nötronların % 5'inden daha azı hiçbir çarpışma yapmadan malzemenin içinden geçecekse malzemenin kalınlığı ne olmalıdır? Malzemenin ilk 2,0 cm'lik kısmında ilk çarpışmayı yapan nötronların oranı nedir?
- 2.2 Nötron yayan bir nokta kaynaktan r kadarlık uzaklıkta çarpışmamış akı Eşitlik (2.9)'da verilmektedir.
 - a. 1-Ci'lik bir nötron kaynağından 1 metre uzaktaysanız, havadaki saçılmayı ve soğurulmayı ihmal ederek nötronların akısını nötron/cm²/s biriminde bulunuz?
 - b. Kaynak ile aranızda bir zırlama malzemesi yerleştirilirse akıyı 10 kat düşürmek için gerekli olan soğurma tesir kesiti nedir?
 - c. Problemin b şikkında belirtilen zırhın 0,5 m kalınlığında olduğunu varsayalım. Akıyı b şikkındaki oranda azaltmak için kaynaktan ne kadar uzakta olmanız gerekir?