

BÖLÜM 5

Reaktör Kinetiği

5.1. Giriş

Bu bölümde nötron zincir reaksiyonların zamana bağlı davranışları detaylı bir şekilde incelenecektir. Zaman değişkenini vurgulamak için nötronun enerjisini ve konumsal değişkenleri aynı anda hesaba katma ihtiyacını ortadan kaldıracak iki basitleştirme yapılacaktır. Birincisi, Bölüm 3 ve 4'ün tekniklerinin hem nötron dağılımının hem de dağılıma karşılık gelen tesir kesitinin enerji üzerinden ortalaması için uygulandığını kabul edeceğiz. İkinci olarak ise konumsal etkilerin açıkça ele alınmasını, sistemden nötron sızıntılarını ya ihmal edilecek kadar küçük ya da önceden tanımlanmış olan kaçmama olasılığı yaklaşıklığını varsayarak ileriki bölümlere kadar erteleyeceğiz.

Bir dizi nötron denge denklemleri ve onların zamana bağlı davranışlarını tanıtarak başlıyoruz. Öncelikle içinde hiç fisyon yapabilen materyal olmayan bir sistemi inceliyoruz. Böyle bir sistem çoğaltıcı olmayan olarak adlandırılır. Hemen akabinde fisyon yapan izotopları ekleyip meydana gelen çoğaltıcı sistemin davranışlarını inceleyeceğiz. Her iki durumda da sistemdeki nötron kaçağının ihmal edildiğini varsayacağız. Daha sonra sonlu büyüklükteki sistemlerin kritikliğini incelemek için nötron sızıntı etkisini hesaba katacağız.

Bu denklemlerdeki en kayda değer basitleştirme, tüm nötronların fisyon anında oluştuğunu varsaymaktır. Gerçekte fisyon nötronlarının küçük bir kısmı gecikir; çünkü bu nötronlar bazı fisyon ürünlerinin bozunması sonucu yayımlanır. Bu gecikmiş nötronlar zincir reaksiyonların davranışları üzerinde oldukça önemli etkilere sahiptir. Bu bölümün geri kalan kısmı hem anlık hem de gecikmiş fisyon nötronlarının birlikte etkisinden kaynaklanan reaktör kinetiği ile ilgilenir.

Kaynaklar

- Bell, George I., and Samuel Glasstone, Nuclear Reactor Theory, Van Nostrand Reinhold, NY, 1970.
- Duderstadt, James J., and Louis J. Hamilton, Nuclear Reactor Analysis, Wiley, NY, 1976.
- Henry, Allen F., Nuclear-Reactor Analysis, MIT Press, Cambridge, MA, 1975.
- Hetrick, David, Dynamics of Nuclear Systems, American Nuclear Society, 1993.
- Keepin, G. R., Physics of Nuclear Kinetics, Addison-Wesley, Reading, MA, 1965.
- Knief, Ronald A., Nuclear Energy Technology: Theory and Practice of *Commerical Nuclear Power*, McGraw-Hill, 1981.
- Lewis, E. E., Nuclear Power Reactor Safety, Wiley, NY, 1977.
- Ott, Karl O., and Robert J. Neuhold, Introductory Nuclear Reactor Dynamics, American Nuclear Society, 1985.
- Schultz, M. A., Control of Nuclear Reactors and Power Plants, McGraw-Hill, NY, 1961.
- Stacey, Weston M., Nuclear Reactor Physics, Wiley, NY, 2001.

Problemler

- 5.1 a. Grafitteki 0,0253 eV'luk nötronlar için l_{∞} nedir? ($\Sigma_a = 0,273 \cdot 10^{-3} \text{ cm}^{-1}$)
- b. Demirdeki 1 MeV'lik hızlı nötronlar için l_{∞} nedir? ($\Sigma_a = 0,738 \cdot 10^{-3} \text{ cm}^{-1}$) (0,0253 eV'luk nötronun hızının 2200 m/s olduğunu not ediniz.)
- 5.2 Bir güç reaktörü hafif zenginleştirilmiş uranyumu yakıt olarak kullanmaktadır. Reaktör kor ömrünün sonunda gücün %30'u üretilen plütonyum -239'dan gelir. Kor ömrünün başlangıcında ve sonunda β' 'nin etkin değerini hesaplayınız, yüzdelik artışı ve azalışı belirleyiniz.
- 5.3 $t = 0$ anında reaktörde hiç nötron yoktur. Bir nötron kaynağı $t = 0$ anında reaktöre yerleştiriliyor ancak 1 dakika sonra tekrar çıkarılıyor. $0 \leq t \leq 1$ dakika aralığında nötron popülasyonunu:
- a. Kritik altı bir reaktör için
- b. Kritik bir reaktör için hesaplayınız.
- 5.4 Tüm nötronların ani olarak üretildiği bir fisil madde keşfedildiğini varsayınız. Böylece nötron popülasyonu Eşitlik (5.22) tarafından kontrol edilir. Dahası ani nötron yaşam süresi 0,002 s olan bir reaktörün bu madde ile yüklendiğini varsayınız.
- a. Eğer reaktör başlangıçta kritik ve herhangi bir kaynak da yoksa bu reaktörün gücünü 10 saniye içinde üçe katlaması için hangi periyotta çalıştırılması gerekir?
- b. a şıkkı için gerekli olan reaktivite (ρ) nedir?