



ANKARA ÜNİVERSİTESİ NÜKLEER BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
101523-NÖTRON AKTİVASYON ANALİZİ VE ÖLÇÜMLERİ
LABORATUVARI

Prof. Dr. Haluk YÜCEL

YÜKSEK SICAKLIKTAKI AKI ÖLÇÜMLERİ VE ÖLÇÜM
BELİRSİZLİKLERİ

Yüksek Sıcaklıkta Akı Ölçümleri

Bu metodun kapsamında belirtildiği üzere, burada açıklanan metotların esas itibarıyla oda sıcaklığındaki ortamlarla sınırlandırılmıştır. Oda sıcaklığından daha yüksek sıcaklıklarda, iki temel sorun ortaya çıkmaktadır. Birincisi, nötronların moderatör malzemesiyle termal dengede olduğu Maxwell-Boltzman nötron dağılımının en muhtemel hızı olan 20 °C'deki 2200 m/s'lik değeri, sıcaklık arttığında yükselmektedir ve bu dağılım yüksek enerjiye kaymaktadır. Ölçülen akının yorumlanmasında, deneyci, tesir kesitlerinin doğru seçimini yapmalı, tesir kestinin 1/v davranışından ayrılmalarının farkına varmalı ve etkin kadmiyum kesme enerjisinin, belirli bir kadmiyum kalınlığında sıcaklığın bir fonksiyonu olduğunu hatırlamalıdır. İkincisi, saf kadmiyum olarak düşük erime noktasına (321°C) sahiptir ve 100°C'nin üstünde sıcaklıklarda önemli derecede sorun olmaktadır. Örneğin, 100°C'nin üstünde sıcaklıklarda kadmiyum metalinin temas halindeki metaller içerisine hızlı şekilde diffüzyon etme eğilimi olduğu gözlenmiştir. Bu nedenle, kadmiyum metali, yüksek sıcaklıklarda kadmiyumla kılıflanan altın veya indiyum standart foillerin yüzeyleri üzerine yayılıp bir kadmiyum tabakası oluşturur. Gözlenen bu tabaka kolayca alınarak, derhal imha edilir. Yüksek sıcaklıkta ışınlama deneyleri için kadmiyumun mümkün iki bileşiği; kadmiyum oksit ve kadmiyum silikat'dır. Bu bileşiklerin erime noktaları, 900°C'nin üstündedir. Bu bileşiklerin güvenilir şekilde kullanılmaları için önce, kadmiyum metaline eşdeğer kalınlığı, çok

Prof. Dr. Haluk YÜCEL, 101523 Nötron Ölçüm ve Aktivasyon Analizi Laboratuvarı (2020)

şiddetli gamma ve nötron bombardımanı altındaki kararlılığı ve imalat özellikleri belirlenmelidir. Kadmiyum'dan daha düşük değerlerde termal nötron kesme enerjisine sahip Gadolinyum (Gd) filtreler, başarıyla kullanılmıştır. Yüksek sıcaklıklarda, Kobalt-Nikel(Co-Ni) veya Kobalt-Vanadyum(Co-V) alaşımı dedektörler, yukarıda belirtilen Co-Al alaşımı dedektör yerine tercih edilmelidir.

Yüksek sıcaklıklarda, kadmiyum kullanılmasını elemine etmek için alternatif metot, yaklaşık 1/v- davranışlı soğurma tesir kesiti eğrisi olan bir monitör(Kobalt) ve rezonans integrali($I=747\pm 20$ barn) termal tesir kesitiyle($\sigma=63.6\pm 0.6$ barn) kıyaslandığında büyük rezonans piki olan ikinci bir monitör(Gümüş) kullanır. Bu metot, nötron spektrumunun epitermal kısmının 1/E dağılımını izlemesi varsayımına dayanır. Metotta, kobalt ve gümüş monitörlerin her ikisinin de mutlak aktiviteleri belirlenmektedir. Bu metodun avantajları; kadmiyum kullanımına eşlik eden üç tane zorluğu ortadan kaldırmasıdır:

- 1) Nötron alanının kadmiyum tarafından bozulması,
- 2) Tam kesin olmayan kadmiyum kesme enerjisi ve
- 3) Kadmiyum'un düşük erime sıcaklığıdır.

Araştırmalar, çift monitör metodunun(Co ve Ag) doğruluğunun, kadmiyum-oranı metoduyla kıyaslanabilir ölçüde doğru olduğunu göstermiştir. Co ve Ag monitörlerin uzun yarı-ömürleri olması, uzun dönemli akı izlenmesi durumunda, akının belirlenmesine imkan vermektedir.

Altın, İndiyum ve Diyzprozyum Foiller Yapılacak Ölçmelerin Belirsizliği

Standart Nötron Alanı

Standart bir nötron alanında kalibre edilen nötron akısındaki belirsizlik, kullanılan standart nötron alanına bağlı olarak değişmektedir. Genelde, bu belirsizlikler %5-10 aralığında yer alır.

Sayım Belirsizlikleri

Standart bir nötron deneme biriminde (pile) ışınlanmaya maruz bırakılan foillerden alınan sayım hızları, genellikle küçük olur. Bu yüzden, sayım istatistiği çok zayıftır. Bununla birlikte, altın foillerin ışınlanması durumunda, altın radyoizotopunun uzun

yarı-ömrü olması foilin uzun süreli sayılmasına imkân vermektedir. Dikkatli bir şekilde, sayım belirsizlikleri %2 veya daha alt düzeyde tutulabilir.

DeneySEL Belirsizlikler

Kalibrasyonu yapılmış foiller kullanarak bilinmeyen bir nötron akısı ölçülürken meydana gelecek deneySEL belirsizlikler, deneyin tekrarlanmasıyla kesinlik gözlenerek belirlenir. Standart sapma hesaplamasının normal istatistik metotları, bu belirsizliklerin en iyi tahminine imkân verir. Normal deney şartlarında, bu belirsizlikler, bir fikir vermesi bakımından genellikle %2 veya daha azdır.

Nötron Akısı Bozulma Belirsizlikleri

Nötron akısı ölçülürken, kullanılan foiller nedeniyle meydana gelen akı bozulmalarından ileri gelen belirsizlikler, genelde oldukça küçüktür. Gerçek akı bozulmaları büyük olsa bile, kullanılan foilin standart nötron alanının termal akı bileşeninde meydana getirdiği bozulmanın aynısını, bilinmeyen nötron alanında da neden olacağı varsayılır. Bu özellik, standart foil tekniğinin başka bir önemli avantajıdır. Bununla birlikte, moderatör malzemelerinin çok çok farklılaştığı yerlerdeki özel hallerde veya ölçülecek nötron spektrumlarının, standart pile spektrumundan büyük ölçüde farklı olması halinde, akı bozulmalarına ait düzeltmeler dikkatlice uygulanmazsa, belirsizlikler ortaya çıkabilir