

CdZnTe Detektörü Deneyleri

ÖN BİLGİ

X-ışını ve γ -ışını dedeksiyonu için yüksek verimli ve yüksek ayırma güçlü sintilatörlere veya yarı iletken dedektörlere gereksinim duyulmaktadır. CdZnTe dedektörler, yüksek kararlılık, istenilen enerji aralığındaki fotonlara karşı düzgün bir tepki, yüksek hassasiyet, geniş bant aralığı ($E_g \approx 1.65\text{eV}$) gibi özellikleri ile oda sıcaklığında kullanılmaları nedeniyle giderek yaygınlaşmaktadır. CdZnTe dedektörler nükleer spektroskopide, tıpta görüntülemede, x ve gama ışını dedeksiyonunda, nükleer güvenlik/emniyette, aktivasyon/fisyon ürünleri ve sahada uranyum ölçümünde kullanılmaktadır. Bu deneyde, $10 \times 10 \times 10 \text{ mm}^3$ kristal hacimli bir eşdüzlemsel grid (coplanar grid) elektrot yapısına sahip $\text{Cd}_{0.9}\text{Zn}_{0.1}\text{Te}$ dedektör kullanılacaktır. Dedektör, alüminyum bir koruma kılıfı içinde düşük gürültü özelliğine sahip ve yüke duyarlı bir çift ön yükselteç ile birlikte konularak oluşturulmuştur. Sistem açılırken öncelikle güç kaynağı(HV) ve yükseltecin bulunduğu NIM kahasındaki anahtar, daha sonra güç kaynağı üzerindeki HV anahtarı açılmalıdır. Polaritenin (-) konumda olduğu kontrol edildikten sonra yüksek gerilim potansiyometresi kademe kademe (Örneğin, 100'er volt) arttırılır. Detektör çalışma gerilimi -1400 V'dur

UYARI: ÖNCELİKLE YÜKSEK GERİLİM GÜÇ KAYNAĞININ SIFIR DEĞERİNDE OLDUĞU KONTROL EDİLMELİDİR. YÜKSEK GERİLİM GÜÇ KAYNAĞININ POLARİTESİNİN KESİNLİKLE NEGATİF(-) OLMASI, UYGULANACAK GERİLİMİN ÇALIŞMA GERİLİMİ OLARAK ÖNERİLEN -1400 V'U GEÇMEMESİ VE KESİNLİKLE HIZLI ARTTIRILMAMASI GEREKİR.

Çalışma gerilimine ulaşıldıktan sonra bilgisayarda **Genie** yazılımı çalıştırılır. Programın açılan pencerede **File** menüsünden **Open Datasource** alt menüsü seçilir. Açılan pencerede **Detector** kutusu işaretlenir ve **DET01** detektörü seçildikten sonra **Ok** tuşuna basılır. Böylelikle detektör ile ilgili önceden tanımlanmış bilgiler Genie gama yazılımına yüklenmiş olur. Yazılımda önceden kalmış olan bilgiler nedeniyle bir spektrum gözlenecektir. Ekranın sol tarafındaki **Clear** tuşuna basılarak bu bilgiler silinir. Sayım süresi önceden belirlenebilir veya sayım başlatıldıktan sonra herhangi bir anda durdurulabilir. Bu noktadan sonra bu gama sayım sistemi ile sayım toplamaya hazır hale gelmiştir.

Sistemin kapatılması için yazılımdan çıkılır ve ardından yüksek gerilim potansiyometresi yavaş yavaş azaltılır. Yüksek gerilim sıfırlandıktan sonra sırasıyla önce güç kaynağı üzerindeki HV anahtarı daha sonra da NIM kasanın anahtarı kapatılır.

DENEY 1

Enerji Kalibrasyonu

ÖN BİLGİ

Çok kanallı analizöre gelen her puls yüksekliklerine göre ADC tarafından sıralanarak çok kanallı analizörün(MCA) seçilen hafızasında bir kanalda sayım olarak sayılırlar. Her kanal bir ölçülen gama ışını enerji değerine karşı gelmektedir. Ancak puls yükseklikleri yüksek gerilim ve yükseltecin kazancı ile bir miktar değişir. Bu değişim, bir kanala karşı gelen enerji değerini değiştirmektedir. Bu nedenle gama sayımı sabit bir çalışma geriliminde iken bir enerji kalibrasyonu yapılması anlamlıdır. Enerji kalibrasyonu, bilinen gama ışını enerjilerinden spektrumda bilinmeyen başka gama fotopiklerinin tanımlanabilmesi için de bir zorunluluktur.

Enerji kalibrasyonu için, enerjisi bilinen Am-241(59,6 keV), Co-57(122,1 keV), Cd-109(88 keV) gibi standart kaynaklar yaygın olarak kullanılır. Kalibrasyon iki şekilde yapılabilir. Birinci yöntemde bir kanalın bir(veya birkaç) keV'lik enerjiye karşı geldiği kabul edilir. Enerjisi bilinen bir kaynak detektör karşısına yerleştirilir ve sayım toplanmaya başlanır. Spektrum elde edilirken yükseltecin kazancının değiştirilmesi suretiyle fotopikin merkezi istenilen kanal numarasına getirilir ve böylece kalibrasyon gerçekleştirilmiş olunur.

İkinci yöntemde yükseltecin kazancı herhangi bir değere ayarlanır. (Çalışma gerilimi belirli olduğu için bu değer değiştirilmez.) Daha sonra standart kaynaklar detektör karşısına belirli bir uzaklıkta yerleştirilir ve bir süre sayım toplanır. Elde edilen spektrumda fotopiklerin sayımın en yüksek değerde olduğu tepe noktalarına karşı geldiği kanal numaraları not edilir. Bu tespit edilen kanal numaralarına karşı gelen enerji değerleri bir grafik üzerinde çizilir.

Enerji kalibrasyonu için elde edilecek eğri genelde $y=mx+n$ şeklinde doğrusal bir davranış sergiler. Doğrusallıktan sapmaları da gözleyebilmek için ölçülen en az üç noktadan olmak üzere birinci derece bir polinoma fit edilmesi gerekir.

A) 1 Kanal = 1 keV Durumunda Enerji Kalibrasyonu (1. Yöntem):

1. Bilgisayarda **MCA** menüsünden **Acquire Setup** alt menüsüne geçerek burada **Input Size(MCA hafızası)** değerini 2048'e, **Live Time (sayım süresi)** değerini sürekli ölçüm modu olan 0 saniyeye getiriniz.

2.MCA menüsünden **Adjust** alt menüsüne geçerek burada;

- Conv. Gain (ADC dönüşüm kazancı): 2048
- LLD (alt seviye değeri) : %0,7
- ULD (üst seviye değeri) : %110

değerlerini ayarlayınız.

3. Yükseltecin şekillendirme zamanını(shaping time) 1µsn'ye ayarlayınız.

4. Detektöre yakın bir konuma Cd-109 kaynağını yerleştiriniz. Sayım toplamayı başlatınız.

5. Bu sırada konsoldaki **Coarse gain ve Fine gain** ayarlarını değiştirerek fotopiki 88. kanala getirmeye çalışınız. (Cd-109 izotopunun enerjisi 88 keV'dir).

B) Sabit Bir Kazanç Değerinde Enerji Kalibrasyonu (2. Yöntem):

- 1.Konsolda bulunan yükseltecin **Coarse gain** ayarını 20'ye, **Fine Gain** ayarını 1.5'e ayarlayınız. Sayım süresini 600 saniyeye getiriniz.
- 2.Detektöre yakın bir konuma Am-241 kaynağını yerleştiriniz.
- 3.Ekranın solunda bulunan **Start** tuşuna basarak sayım toplayınız.
- 4.Spektrumun üst tarafında bulunan kanal numarasını belirlemek için sayım bittikten sonra Cursor'ı fotopikin tepesine (sayımın en yüksek değerde olduğu kanal) getiriniz ve kanal numarasını not ediniz.
- 5.Cd-109, Co-57, Cs-137, Mn-54 ve Co-60 kalibrasyon kaynakları için 5-6 adımlarını tekrarlayınız.

DEĞERLENDİRME

1. Enerji(keV)- kanal no grafiğini çiziniz.
2. Değerleri Excel veya benzeri bir yazılımla birinci derece polinoma fit ediniz.
3. **Calibrate** menüsünden **Energy Only Calibration** alt menüsüne geçiniz. Burada enerji değerlerine karşılık kanal numaralarını giriniz. Her defasında **Accept** tuşuna basınız. Girilen değerler sol tarafta görünecektir. Tüm değerler girildikten sonra **Show** tuşuna basınız. Açılan pencerede enerji kalibrasyonunu yapınız. Elde ettiğiniz polinomu 2. adımdakiyle karşılaştırınız.
4. Yukarıda iki farklı şekilde enerji kalibrasyonu yapılmıştır. Yapılan işlemler göz önünde bulundurularak A şıkında yapılan kalibrasyonun B şıkındakine göre avantajları ve dezavantajları nelerdir? Açıklayınız.