

8. Enerji Çözünürlüğü

Amaç

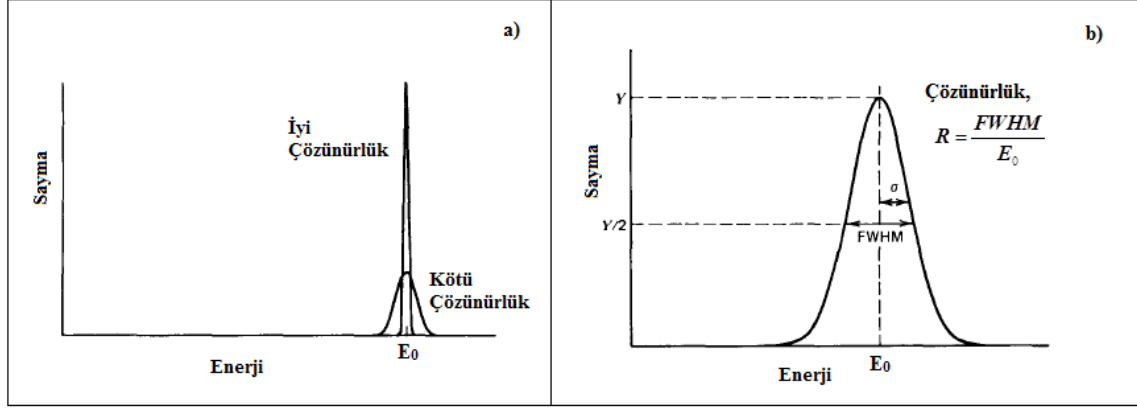
Bu deneyde ^{137}Cs , ^{60}Co ve ^{152}Eu kaynakları kullanılarak her bir izotopun enerjisi için NaI(Tl) detektörünün enerji çözünürlüğü bulunmaya çalışılacaktır.

Deney Malzemeleri

- Ortec 296 model ScintiPack fotoçoğaltıcı tüp
- Yüksek gerilim (HV) güç kaynağı
- Sintilasyon detektörü için kullanılan ön yükselteç
- 4002D NIM Bin
- Ortec 572A model yükselteç
- Çok kanallı analizör (Ortec Maestro yazılım paketi)
- Aktivitesi $1\ \mu\text{Ci}$ olan ^{137}Cs standart gama kaynağı
- Aktivitesi $1\ \mu\text{Ci}$ olan ^{60}Co standart gama kaynağı
- Aktivitesi $37\ \text{kBq}$ olan ^{152}Eu radyoaktif kaynağı

Deneye Hazırlık Bilgileri

Radyasyon detektörleriyle yapılan ölçümlerin genelinde gelen radyasyonun enerji dağılımıyla ilgilenilir. Ölçülen bu enerji dağılımına radyasyon spektroskopisi adı verilir. Radyasyon spektroskopisinde bir detektörün önemli özelliğinden birisi tek enerjili (monoenerjik) kaynağın radyasyonuna olan tepkisidir. Buna detektör tepkisi denilmektedir. Şekil 8.a'da detektör tarafından oluşturulan enerji dağılımını göstermektedir ve bu dağılım enerji için detektörün tepkisi olarak adlandırılır. Dağılımdaki pulsların genişliğine göre dağılımlar iyi veya kötü çözünürlük olarak etiketlenirler. Her iki durumda da aynı sayıda puls kaydedilir ve her bir pikin altındaki alan aynıdır. Her ne kadar dağılımların merkezi ortalama bir E_0 enerjisinde olsa da kötü çözünürlük için dağılımın genişliği daha büyüktür. Bu genişlik, her bir olay için detektörde aynı enerji depolanmasına rağmen, pulsdan pulsa kayıt edilen dalgalanmaların büyük bir çoğunluğunu yansıtmaktadır. Eğer, bu dalgalanmalar düşürülebilirse, ilgilenilen dağılımın genişliği de düşürülebilir. Böylece pik, matematiksel bir ifadeyle bir delta fonksiyonuna yaklaşır. Ancak oluşan uyarılma ve iyonizasyon sayısındaki dalgalanmalar sebebiyle dağılımdaki pikler Gaussyen şekilde olacaktır.



Şekil 8. a) İyi ve kötü çözünürlüğe sahip detektörler için detektör tepkisi, **b)** enerji çözünürlüğünün tanımlanması [1]

Şekil 8.b’de detektörün enerji çözünürlüğünün tanımlanması resmedilmiştir. Şekilde yarı yükseklikteki tam genişliğin, FWHM (full width at half maximum), nasıl bulunduğu gösterilmiştir ve maksimum pik yüksekliğinin yarıya düştüğü genişliktir. Enerji çözünürlüğü FWHM kullanılarak hesaplanır. Enerji çözünürlüğü, detektörün birbirine çok yakın iki enerji pikini ayırabilme yeteneğinin bir ölçüsüdür. Genellikle çözünürlük tek enerjili kaynak kullanılarak elde edilecek spektrumun incelenmesiyle hesaplanır. Enerji çözünürlüğü aşağıdaki şekilde tanımlanır [1]:

$$R = \frac{FWHM}{E_0} \quad (8.1)$$

Burada R, enerji çözünürlüğünü, FWHM yarı yükseklikteki tam genişliği ve E_0 spektrumda gözlenen fotopikin tepe noktasının enerjisini göstermektedir. Genellikle enerji çözünürlüğü yüzde cinsinden verilir [2]. Bu sebeple Denklem 8.1’de verilen çözünürlük 100 ile çarpılır ve %R hesaplanır. 1 MeV gama ışınları için NaI detektörü yaklaşık %8-%9 enerji çözünürlüğüne sahiptir. Buna karşılık germanyum detektörleri 1 MeV enerjili gama ışınları için %0.1 enerji çözünürlüğüne sahiptir. Yüzde olarak elde edilen bu enerji çözünürlükleri ne kadar düşük olursa o kadar iyi çözünürlük vardır ve spektrumdaki pikler daha iyi ayırabilir.

Deneyin Yapılışı

1. Deney 7’de verilen devreyi kurunuz ve ilk 10 adımı gerçekleştiriniz. Burada sayım süresini 180 saniye alınız.
2. Sayım bittikten sonra bilgisayarın faresi ya da klavyede bulunan “← , →” tuşlar yardımıyla Cursor’ı fotopike getiriniz. Bilgisayarın faresini tıkladığınızda ekranda çıkacak olan pencereden FWHM değerini Tablo 8.1’e kaydediniz.

3. ^{137}Cs kaynağı için yaptığımız adımları ^{60}Co ve ^{152}Eu radyoaktif kaynakları için tekrarlayınız.
4. Çözünürlük-Enerji (keV) grafiğini çiziniz. Grafiği yorumlayarak enerjinin artmasıyla çözünürlüğün azalmasının ne anlama geldiğini anlamaya çalışınız. Örneğin, yüksek enerjide çözünürlük iyileşiyor mu yoksa kötüleşiyor mu?
5. $\log R$ - $\log E_0$ grafiğini çizerek grafiğin eğimini bulunuz ve bu eğimi yorumlayınız.

Tablo 8.1. ^{137}Cs , ^{60}Co ve ^{152}Eu radyoaktif kaynakları kullanılarak elde edilen enerji ve FWHM değerleri

İzotop	E_0 (keV)	FWHM (keV)	R	$\log E_0$	$\log R$
^{137}Cs					
^{60}Co					
^{152}Eu					

Kaynaklar

- [1] Knoll, Glenn F., Radiation Detection and Measurement, 2000, John Wiley & Sons.
 [2] ORTEC deney kataloğu,
<http://www.ortec-online.com/service-and-support/library/educational-experiments>.