

KTÜ Fen Fakültesi Fizik Bölümü

Nükleer Fizik Laboratuvarı Deney Föyü

Hazırlayanlar

Prof. Dr. Tuncay BAYRAM, Arş. Gör. Alper KÖSEOĞLU, Arş. Gör. S. Berkay ŞARLI, Rahmah ELVIRA

Deney 9

Sistem Kalibrasyonu

AMAÇ

Birkaç radyoaktif kaynağın γ enerji spektrumunu analiz etmek, bu kaynakların gama piklerini kullanarak sistemin enerji çözünürlüğünü belirlemek.

FİZİK ANEKTODLARI

Gama (γ) Işını

Gama radyasyonu olarak da bilinen gama ışını, atom çekirdeğinin radyoaktif bozunmasından kaynaklanan bir elektromanyetik radyasyon şeklindedir.

Bu deneyde, gama ışını emisyonlarını tespit ederek bir çekirdeğin radyoaktif bozunmasını inceleyeceksiniz. Gama ışını algılama karmaşık, çok adımlı bir süreçtir. Gama ışını bir sintilatör kristaline girer ve burada hızla hareket eden bir serbest elektron üretir ve bu da kristalin içinden geçerken kristaldeki iyonların uyarılmasıyla enerjisini kaybeder. Böylece sintilatöre giren tek bir yüksek enerjili gama ışını düşük enerjili fotonların flaşını üretir. Bu fotonlar, fotoelektrik etki yoluyla elektronları çıkardıkları bir fotoçoğaltıcı tüpün ışığa duyarlı yüzeyine yönlendirilir. Elektronlar fotoçoğaltıcı tüpte toplanır ve yüksekliği fotoelektronların sayısı ile orantılı olan ve dolayısıyla tüpe ulaşan fotonların sayısı ile orantılı olan bir voltaj darbesine dönüştürülen bir akım darbesi (atma) verecek şekilde yükseltilir. Sonuç olarak, voltaj darbesi elektronun başlangıç enerjisiyle orantılıdır.

Enerji Spektrumu

Radyoaktif kaynaklar, kararlı duruma geçmek için geniş bir spektrumda enerji salan maddelerdir. Doğal kaynaklar, dış etki olmaksızın radyasyon yayarken, yapay kaynaklar bir takım işlemler neticesinde radyasyon yaymaya başlarlar. Doğadaki tüm radyoaktif maddeler kendi karakteristik enerji spektrumlarına sahiptir ve bu spektrum her radyoaktif madde için farklıdır. Bu nedenle, enerji spektrumu inceleneler

kaynağın cinsi tespit edilebilir veya enerji spektrumu bilinen bir madde enerjisi çeşitli deneylerde kullanılmak üzere kaynak olarak kullanılabilir.

Silikon Fotoçoğaltıcı (SIPM)

SIPM bir yarı iletken foton detektörüdür. Geiger-Müller rejiminde çalışan, ortak bir çıkışa paralel olarak bağlanmış yüksek yoğunluklu tek mikro hücrelerden (diyotlar) oluşur. SIPM bir analog foton detektörü olarak çalışır, hücrelerin "sayım yapması" ışık yoğunluğu hakkında bilgi sağlar. Bir ışık darbesine verilen tipik SIPM yanıtı, her biri çarpan fotonların sayısı ile orantılı olarak farklı sayıda ateşlenmiş hücreye karşılık gelen birden fazla iz ile karakterize edilir.

Sintilatör

Sintilasyon detektörlerinde, detektörün malzemesi, emilen fotonlar veya parçacıklar tarafından lüminesansa (görünür veya görünür ışık fotonlarının emisyonu) uyarılır. Organik, inorganik ve kristaller olarak üçe ayrılırlar. Organik sintilatörler en yaygın olanlarıdır. Optik fotonlar oluşturmak için yüklü parçacıkların ürettiği iyonizasyonu kullanan kristal, sıvı ve plastik olmak üzere genel olarak üç tipte sınıflandırılırlar.

KURAMSAL BİLGİ

Doğrusallık ve enerji çözünürlüğü, bir spektrometrik sistemin esas değerleridir. Silikon foto-çoğaltıcı ile birleştirilmiş bir kristale dayanan bu deneyde, doğrusallıktaki sapmaların sebebi sensörden veya analog elektroniklerin doygunluğundan kaynaklanabilir.

Aynı zamanda, sistemin enerji çözünürlüğü foto-peak'ler ve beklenen sonuçlarla sintilatör fotonlarının sayısı, sistem gürültüsü, sensör stokastik etkileri, scintillator'un içsel çözünürlüğü ile karşılaştırıldığında dalgalanmalar sonucu ölçülür.

Sistemin enerji çözünürlüğü, foto-peak konumunun ve tek bir izotopun çözünürlüğünün analizindeki sonuçları takip etmelidir.

DENEY EKİPMANLARI

- Güç kaynağı ve Yükseltici Ünite [SP5600]



- Sayısallaştırıcı (dijitizer) [DT5720A]



- SP5606 - Mini Spektrometre



- A315- Ayırıcı



- Çeşitli kablolar: LEMO-LEMO, MCX-MCX, 2 x USB
- Güç Kablosu Adaptörü (1 Giriş / 3 Çıkış)
- AC/DC Adatörü (+12 V Çıkış)

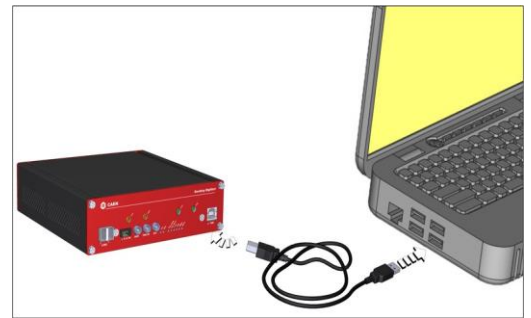
- ^{137}Cs radyoaktif kaynağı

DÜZENEGİN KURULMASI

- Kitin ana üniteleri gösterildiği gibi bağlanmalıdır.



- Aşağıdaki iki şekilde gösterildiği gibi SP5600 (PSAU) ve DT5720A (DGTZ) PC'ye USB kabloları ile bağlanmalıdır.



- Spektroskopi ölçümleri sırasında doygunluğu önlemek için spektrometrenin çıkış sinyali A315 ayırıcı kullanılarak bölünür.



- Spektrometrenin Güç Kablosu PSAU kanalına işaretçi solda kalacak şekilde bağlanmalıdır (örneğin kanal 0).



- Modül tarafından yükseltmek üzere PSAU kanal 0'a ayırıcının bir çıkışından bağlanmalıdır. Diğer ayırıcı çıkışı, sayısallaştırıcının ön panelinde kanal 0 girişine bağlanacak ve dijitalleştirilecektir.



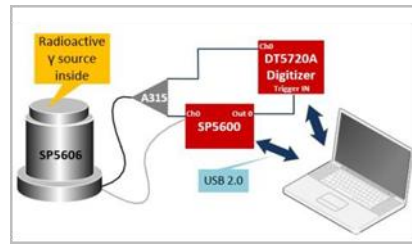
- SP5600 cihazının out0'dan çıkış alınarak, sayısallaştırıcının ön panelinde TRG IN'ye bağlanmalıdır.



- Kart güç kablosu SP5600 kanalına bağlamak için, işaretli kablo tarafını kanal etiketine denk gelecek şekilde takılmalıdır.



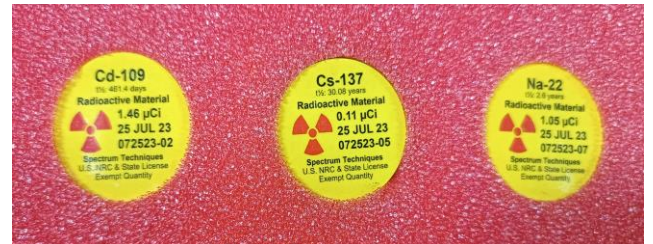
DENEY SİSTEMİNİN HAZIRLANMASI



Kit elemanlarına güç verin. HERA simgesini tıklayarak programı çalıştırın ve donanım bağlantısını bekleyin. Yazılım donanımı otomatik olarak tanır ve bağlantıyı başlatır. "Selection by Experiment" – Gamma Spectroscopy bölümüne girin ve sağ üst kısımdan "System Calibration" modunu seçin.

DENEYİN YAPILIŞI

Bu deneyde aşağıda verilen şekilde gösterilen Cd-109, Cs-137 ve Na-22 nokta gama kaynakları kullanılacaktır.



Bu nokta radyasyon kaynaklarının aktivite yarı-ömür, en yoğun gama enerji pik değerleri aşağıda verilen resimde gösterilmektedir. Bu radyasyon kaynaklarının güncel aktivite değerlerini belirlemek için kaynaklar üzerinde yazılan aktivite ve bu aktivite ile ilişkili tarih dikkate alınmalıdır.

RSS8UN 8 DISK SOURCE SET			
Isotope	Activity (μ ci)	Half-life	Gamma Peaks (keV)
Barium 133	1.0	10.51 years	81.0, 276.4, 302.9, 356.0, 383.9
Cadmium 109	1.0	461.9 days	88.0
Cesium 137	0.1	30.08 years	661.7
Cobalt 57	1.0	271.74 days	122.1, 136.5
Cobalt 60	1.0	5.27 years	1173.2, 1332.5
Europium 152	0.5	13.517 years	121.8, 964.1, 1408.0 (Most Abundant)
Sodium 22	1.0	2.601 years	1274.5
Zinc 65	1.0	243.93 days	1115.5

U.S. NRC and Agreement State License Exempt Quantities

Deney 500 saniyelik sayımlar ile yapılacaktır. Sayım için gerekli ayarı yapın. "Source Selection" bölümünden kullanacağınız kaynağı seçin. Kaynağı gama detektörünün üzerine yerleştirin ve histogram sekmesinden deneyi başlatın.

Tablodaki kaynaklar için ekranı kapatmadan ölçümleri alın. Analiz bölümüne girerek kaydınızı açın. Dataset Contents bölümünden grafiğe sağ tıklayarak excel verilerini elde edin.

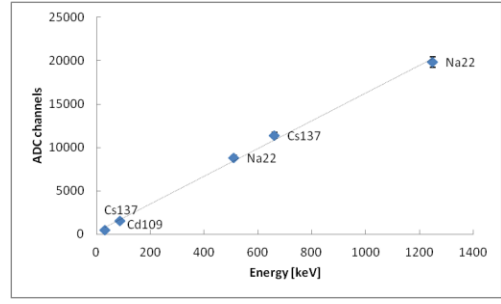
ANALİZ

1. Aşama

Her iki kaynağı kullanarak yaptığınız enerji spektrumlarının üst üste geldiği bir excel grafiği çizin. Her bir kaynak için bilinen enerji spektrumlarını araştırarak, kaynakların karakteristik piklerini belirleyip tabloya kaydediniz.

HERA yazılımdan elde ettiğiniz veriler üzerinde ADC Channels değerlerine karşılık gelen enerji değerlerini hesaplayınız ve kaynaklar için belirlediğiniz değerler ile birlikte tabloda bu değerleri gösteriniz.

Kaynak	Enerji	ADC Channel



Yukarıda bir örneği verilen ADC Channel – Enerji grafiğini milimetrik kağıda (veya excell programı kullanarak) çiziniz. Bu grafiğin eğimini bularak keV başına kaç kanal sayısı düştüğünü belirleyerek sistem kalibrasyon değerini elde edin..

2. Aşama

Kullandığınız kaynakların üzerindeki bilgileri not edip, kaynakların her biri için güncel aktivite değerini hesaplayınız.

Tartışma Soruları

1. Kullandığınız radyoaktif kaynakların aktivitelerinin önemi nedir?
2. Yarı ömür kavramını açıklayınız.
3. Bölgenizde bir noktadan radyasyon yayılımı tespit edildiğini varsayalım. Kullandığımız deney düzeneğini kullanarak bu noktadan alacağınız numune hakkında hangi bilgilere nasıl ulaşabilirsiniz?
4. Yaptığımız kalibrasyon işlemi temelde neden gereklidir?
5. Gama ışınlarının özelliklerini tanımlayınız ve kullandığımız detektörde gamaları nasıl tespit edebildiğinizi açıklayınız.
6. Deneyin 1. adımında belirlediğiniz keV başına kanal sayısının daha büyük mü yoksa küçük mü olmasını tercih edersiniz? Açıklayınız.