

A.E.K

ÇEKMECE NÜKLEER ARAŞTIRMA VE EĞİTİM MERKEZİ

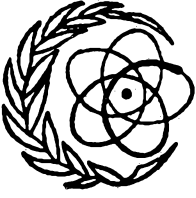
ÇNAEM-R-205

"ÇOK KALIN" BİR INDIUM'UN MONOKROMATİK
NÖTRONLARLA AKTİVASYONU İLE BETA SELF
ABSORPSİYON KATSAYISININ TAYİNİ

H. ATASOY, S. DÖKMEN, C. ÖZBAYLI, Ç. CANSOY

P. K. 1, Hava Alanı, İstanbul, Türkiye

1981



A.E.K

ÇEKMECE NÜKLEER ARAŞTIRMA VE EĞİTİM MERKEZİ

ÇNAEM - R - 205

"ÇOK KALIN" BİR INDIUM'UN MONOKROMATİK
NÖTRONLARLA AKTİVASYONU İLE BETA SELF
ABSORPSİYON KATSAYISININ TAYİNİ

H. ATASOY, S. DÖKMEN, C. ÖZBAYLI, Ç. CANSOY

P. K. 1, Hava Alanı, İstanbul, Türkiye

1981

Ö Z E T

"ÇOK KALIN" BİR İNDIUM'UN MONOKROMATİK NÖTRONLARLA AKTİVASYONU İLE BETA SELF-ABSORPSİYON KATSAYISININ TAYİNİ

"Çok kalın" (1.237 mm) bir indium numune ^{115}In 'in birinci nötron rezonansı bölgesindeki monokromatik nötronlarla aktive edilmiştir. Aktivitenin enerjiye göre değişim eğrisi çizilmiş ve yarı genişliği 0.2750 eV olarak bulunmuştur. Deney 1.2729 - 1.6170 eV enerji aralığında yapılmıştır.

"Çok kalın" numunenin beta ışınlarına karşı gösterdiği self-absorpsiyonun aktivasyon eğrisi üzerine yaptığı etki incelenmiş ve bu yolla beta self-absorpsiyon katsayısı $19.3 \pm 3.9 \text{ cm}^2/\text{gr}$ olarak bulunmuştur.

A B S T R A C T

A "very thick" (1.237 mm) indium foil has been activated by monochromatic neutrons in the energy range from 1.2729 - 1.6170 eV which corresponds to the first resonance of indium. Activation curve has been plotted as a function of neutron energy. The half width of activation curve has been found to be 0.2750 eV.

The influence of the self-absorption of beta rays on the activation curve has also been investigated. The beta self-absorption coefficient of indium has been determined to be $19.3 \pm 3.9 \text{ cm}^2/\text{gr}$.

İ Ç İ N D E K İ L E R

I. GİRİŞ	1
II. DENEYSEL AYRINTILAR	1
III. SONUÇLAR VE ANALİZ	2
IV. TARTIŞMA	5
REFERANSLAR	6

"ÇOK KALIN" BİR INDIUM'UN MONOKROMATİK NÖTRONLARLA AKTİVASYONU İLE BETA SELF ABSORPSİYON KATSAYISININ TAYİNİ

H.ATA SOY, S.DÖKMEN, C.ÖZBAYLI, Ç.CANSOY

I. GİRİŞ

Bu çalışmada bir indium numune monokromatik nötronlarla aktive edilmiş ve aktivitenin enerjiye göre değişim eğrisi çizilmiştir. Aktivasyonda kullanılan numunenin kalınlığı arttıkça kendisini daha fazla hissettiren self-absorpsiyondan dolayı aktivasyon eğrisinin basıklaşıp genişlediği ve self-absorpsiyonun numunenin kalınlığına hassasiyetle bağlı olduğu gösterilmiştir. Buna dayanarak "çok kalın" bir numunenin aktivasyonu ile beta self-absorpsiyon katsayısı tayin edilmiştir. Self-absorpsiyon katsayısı için bulunan değer, Gleason'un verdiği ampirik formülle M.A.Vigon'un hesapladığı ve tayin ettiği değerlere uyduğu gibi, hata sınırları içinde evvelce hesapladığımız ve Seren'in bulduğu değerlere uymaktadır.

II. DENEYSEL AYRINTILAR

Bu çalışmada "çok kalın" (1.237 mm) bir indium numune, ^{115}In 'in birinci nötron rezonansı bölgesindeki monokromatik nötronlarla aktive edilmiştir. Deneyde nötron kaynağı olarak TR-I reaktörü, monoenerjetik nötronlar için de kristalli nötron spektrometresi ⁽¹⁾ kullanılmıştır. Monoenerjetik nötronlar için spektrometrenin berilyum kristalinin $\text{Be}(12\bar{3}1)$ düzlemi kullanılmıştır. Spektrometrede monoenerjetik nötronların elde edilmesi Bragg kanununa dayanır. Nötronlara refakat eden De Broglie dalga boyu (enerjiye bağlı olarak)

$$\lambda = \frac{h}{p} = \frac{h}{\sqrt{2mE}} = \frac{0.286}{\sqrt{E}}$$

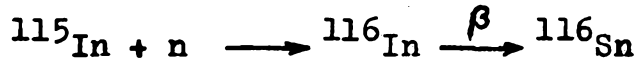
ile ifade edilir. Burada $E(\text{eV})$, λ dalga boyu, $\text{\AA}$ cinsinden

verilmiştir. Bir nötron demeti kristal üzerine düşecek olursa bunlardan Bragg şartını sağlayanların

$$n\lambda = 2d_{hkl} \sin \theta_{hkl}$$

denklemini gereğince koherent yansıma yapacakları bilinmektedir. Burada n yansıma mertebesi, d kristal düzlemleri arasındaki uzaklık, (hkl) kristalin yansıtıcı düzlemlerinin Miller indisleri ve θ da kristal düzlemi ile nötron demeti arasındaki açıdır (Bragg açısı). Burada görüldüğü gibi θ açısı değiştirilerek istenilen enerjide nötron elde etmek mümkündür.

Spektrometre ^{115}In 'in birinci nötron rezonansı bölgesindeki istenilen enerjilerden biri için ayarlanmış numune spektrometreye konarak 4 saat süre ile ışınlanmıştır. Burada



reaksiyonu meydana gelmektedir. Bu 4 saatlik sürede numune doyma aktivitesinin % 95,4'ünü kazanmaktadır. Numune ışınlanırken üzerine düşen nötronların toplam akısı BF_3 orantılı sayıcısı çalıştırılarak okunmuştur. Işınlama bittiği an, dikey başlangıcı olmak üzere 3 - 8, 9 - 19, 20 - 30, 31 - 41' inci dakikalar arasındaki beta sayımları bir G.M. tüpü ile alınmış ve doyma aktiviteleri hesaplanmıştır. Deney 1.2729 - 1.6354 eV arasındaki enerjiler için yapılmış ve her enerji noktası için 5'er defa tekrarlanmıştır.

III. SONUÇLAR VE ANALİZ

^{115}In monokromatik nötronlarla 4 saat ışılandıktan sonra meydana gelen aktivite⁽²⁾

$$A(E) = \frac{\epsilon_g}{\epsilon_b} \cdot S \Phi_0 \frac{0.96 \alpha_T(E)}{\alpha_T(E) + M} \left\{ 1 - \exp[-\alpha_T(E) + M] \right\} \quad (1)$$

şeklinde, formülde ϵ_g ile ϵ_b sırayla G.M. ve BF_3 sayıcılarının verimi, S indium numunenin yüzölçümü ve Φ_0 da numune üzerine dik olarak düşen nötron akısıdır. Burada $\alpha_T(E) = N \cdot \sigma_{AT}(E)$ şeklinde

boyutsuz bir büyüklük olarak tarif edilmiştir, ve $N \text{ cm}^2$ 'deki hedef çekirdek sayısını, $\sigma_{\Delta T}(E)$ E enerjisindeki Doppler genişlemiş (n, γ) reaksiyon tesir kesitini göstermektedir. M formüle $\mu \cdot L$ şeklinde girmiştir. L numunenin kalınlığı, μ de beta self-absorpsiyon katsayısıdır.

Sözü edilen "çok kalın" deyimi aktivite formülünde L'yi kapsayan üstel terim, l'in yanında ihmal edilebildiği zaman kullanılmaktadır ve bu kalınlıkta, numunenin üzerine düşen nötron akısı, background seviyesine düşmektedir. Evvelce yapılan çalışmalarla⁽²⁾ karşılaştırıldığında bu kalınlıktaki self-absorpsiyonun aktivite eğrisine yaptığı etkinin (eğrinin basıklaşıp genişlemesi) en fazla olması beklenir. Kalınlık bu anlamdaki bir fiziksel kalınlıktır. (1) numaralı formülde

$$f(E) = \frac{0.96 \alpha_T(E)}{\alpha_T(E) + M} \left\{ 1 - \exp[-\alpha_T(E) + M] \right\}, \quad \varphi = \frac{\epsilon_0}{\epsilon_B} S \Phi_0$$

yazılırsa, enerjiye bağlı olarak aktivite $A(E) = \varphi f(E)$ şekline gelir. "Çok kalın" bir numune için - ki bu kalınlık nötronlar için sonsuz kalınlık demektir -

$$f_{\infty}(E) = \frac{0.96 \Sigma_T(E)}{\Sigma_T(E) + \mu}$$

dir. $\Sigma_T(E)$ E enerjisindeki makroskopik toplam tesir kesitidir. Kalın numune yaklaşıklığı ile $f_{\infty}(E)$ 'nin kalınlıktan bağımsız olduğu görülmektedir. $\sigma_{\Delta T}(E)$ Doppler genişlemiş toplam tesir kesiti, $\Psi(x, t)$ Doppler entegrali olmak üzere $\sigma_{\Delta T}(E) = \sigma_0 \Psi(x, t)$ 'dir. Buna göre i'inci enerji için aktivite

$$A_i(E) = \frac{0.96 \Psi_i}{\Psi_i + b} \varphi \quad (2)$$

olarak bulunur. Formüldeki $b = \frac{\mu}{n \sigma_0}$ dir ve $n \text{ cm}^3$ 'deki

çekirdek sayısıdır. (2) numaralı denklemdeki b ve ϕ ifadeleri tayin edilmesi gereken iki parametredir.

Deneyssel aktiviteler yani $A_i(E)$ 'ler normalize edilmiştir. $A_N(E)$ normalize aktiviteler olmak üzere normalizasyon

$$A_N(E) = \frac{A_i(E)}{C_i(E) \sqrt{E}} \bar{C}_0 \sqrt{E_0}$$

şeklinde yapılmıştır. Burada $E_0 = 1.3570$ eV $\bar{C}_0 = 144425$ 240 dak. sayıdır. Formülde $A_i(E) / C_i(E)$ birim sayımlara tekabül eden aktivitelerdir. Aynı enerji noktası için istatistik farklılıklar dışında, aynı olmalıdır. Bu yüzden birbirlerine göre çok farklılıklar gösteren $A_i(E) / C_i(E)$ ler hesaplara konulmamıştır. Normalize edilen aktiviteler Ψ_i fonksiyonları ile birlikte (2) numaralı formülde yerine konarak b ve ϕ parametreleri en küçük kareler metoduna göre hesaplanmıştır. Bulunan b parametresinden de self-absorpsiyon katsayısı (hata hesabı ile birlikte)

$$\mu = 19.3 \pm 3.9 \text{ cm}^2/\text{gr.}$$

ϕ parametresi için de (hata hesabı ile birlikte)

$$\phi = 722.5 \pm 53.9 \text{ nöt/sec.}$$

elde edilmiştir. Bulunan bu parametreler kullanılarak teorik aktiviteler hesaplanmış (Tablo-1), $A = A(E)$ grafiği çizilmiş (Şekil-1) ve üzerinde deneyssel noktalar işaretlenmiştir. Buna göre $A = A(E)$ eğrisinin yarı genişliği 0.2750 eV olarak bulunmuştur.

TABLO - 1

<u>Nötron Enerjisi (eV)</u>	<u>Ortalama beta sayımları (cpm)</u>	<u>Hesaplanan beta sayımları (cpm)</u>
1.2729	211 $\pm$ 12	214
1.3162	281 $\pm$ 19	302
1.3570	393 $\pm$ 21	421
1.4145	605 $\pm$ 35	583
1.4549	621 $\pm$ 25	617
1.4971	554 $\pm$ 23	584
1.5525	487 $\pm$ 8	429
1.5755	331 $\pm$ 11	357
1.5931	303 $\pm$ 20	309
1.6170	220 $\pm$ 18	255

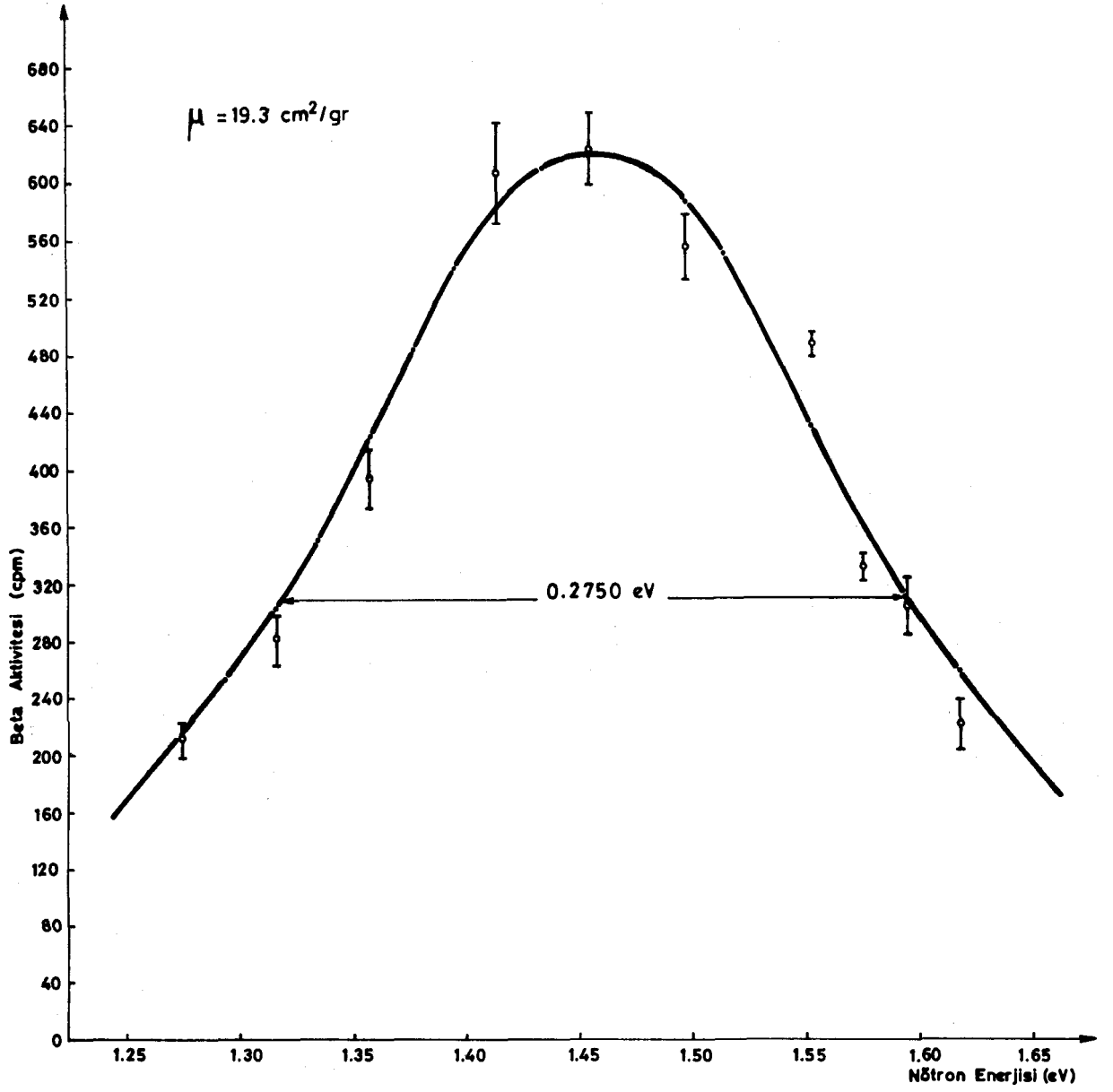
IV. TARTIŞMA

Evvelce yapılan çalışmalar⁽²⁾da gözönüne alındığında self-absorpsiyon arttıkça aktivite eğrisinin basıklaşıp genişlediği görülmektedir. 111 mikronluk kalınlıkla yapılan bu çalışmada yarı genişlik 0.2475 eV olarak bulunmuştur. Kalınlığın 111 mikrona göre 11 kat artması, aktivite eğrisinin yarı genişliğinde büyük bir farklılık meydana getirmediği ve self-absorpsiyonun aktivite eğrisine yapabileceği etkinin maksimumunu yaptığı görülmektedir.

Daha evvelce yapılan araştırmada μ self-absorpsiyon katsayısı $\mu = 24 \pm 4 \text{ cm}^2/\text{gr}$ olarak bulunmuştu⁽²⁾. Şimdi bulunan $\mu = 19.3 \pm 3.9 \text{ cm}^2/\text{gr}$ 'lık değer Vigon'un⁽³⁾, Gleason'un⁽⁴⁾ verdiği ampirik bağıntıyı kullanarak bulduğu $\mu = 22.3 \text{ cm}^2/\text{gr}$ 'lık değer ile yine Vigon'un tayin ettiği $\mu = 29.4 \pm 1.5 \text{ cm}^2/\text{gr}$ 'lık değer ve Seren'in⁽⁵⁾ $\mu = 17 \text{ cm}^2/\text{gr}$ lık değerleri arasında bulunmaktadır.

REFERANSLAR

1. R.Ö.Akyüz, Ç.Cansoy and F.Domaniç
ÇNAEM-R-33 (1965)
2. H.Atasoy
İstanbul Univ. Fen Fak.Mec. Seri C, 37-38 (1972-1973)
49-59
3. M.A.Vigon and E.Montero
Jen-13 Spain-Junta de Energia Nuclear, Madrid (1956) 4p
4. Gleason, G.I., J.D.Taylor, u.D.L.Tabern
Nucleonics 8 (N.5), 12 (1951)
5. Seren, R., H.N.Frieldlander u., S.H.Turker
Phys. Rev. 72, 888 (1947)



Şekil_1_ İndium'un birinci nötron rezonansı bölgesinde , beta aktivitesinin nötronun enerjisine bağlı olarak değişimi.