

VI. [The High Resolution Study of Gamma Rays from keV Neutron Capture] by B.J. Allen (AAEC/TM462)

河原崎雄紀(日本原子力研究所)

つい最近までは, keV region での neutron capture γ -ray の測定は, もっぱら

NaI(Tl) detector に限られていて, capture γ -ray spectrum の gross feature が得られるだけであったが, Ge(Li) detector の開発によって,もしGe(Li)が NaI(Tl)に取って代え得るならば, 個々の γ -ray が分離して, エネルギー, 強度ともに測定され, partial radiative width の averaged properties に関する information が得られるものと期待される。しかしながら, 現在の段階では, 明るさ - detection efficiency - において, NaI(Tl) に比べて数等劣る Ge(Li) を利用するには, yield rate などの問題が生じ, 測定可能な nuclide も限られてしまう。こゝでは, keV region の capture experiment の design に当つての, それに含まれる main factors について, detail にわたつて検討論議している。

keV の neutron energy region での capture cross-section は, thermal のそれより, one order 小さい, したがつて, thermal neutron capture γ -ray による background から, なんらかの方法で, isolate しなければならない。すなわち, この種の experiment では, Time-of-flight method の利用が必然的になってくる。いま, neutron generator として, 3 MeV Van de Graff (これは, Standard HVEC terminal nanosecond pulsing 付の spec と合致するものである)を取り上げ, Li(p,n) reaction で keV region の neutron を発生させる。Capture γ -ray は, well shielded Ge(Li) で detect されて, on-line に用いられている computer, PDP-7, と interface している 2 つの pulse height converters (γ -ray energy 用 1024 channel, T-O-F 用 256 channel の converters) に signal in coincidence の形で受け入れられる experimental set-up を想定して話を進めている。

まず yield についてあるが, count rate と time resolution とは, 本来相反する性質のもので, T-O-F を用いる限り, この条件をさけることは出来ない。いま, R を flight path length, W を beam pulse width とすれば, time resolution は R/W に depend, yield は, この逆数に比例する。したがつて, target の種類 大きさなどによって, 両者が釣合う optimum を点を選ばなければならない。その目安となる実例が target として, Ni を cone geometry で, また Au を standard geometry で用いたときの数値が示されている。

Yield Comparison

Geometry	<u>Gold</u>	<u>Nickel</u>
	Standard	Cone
30keV cross-section(mb)	515	14
Mass (kg)	15	414
Yield per μC of beam	2.4	10.5
<u>Peak Yield</u> Back ground ratio	3.4	3.5

systemのoverallのtiming resolutionは、Fig.2に示されているtypicalなT-O-F spectrumにある(p, γ) peakの巾($\sim 50\text{ ns}$)で判るが、それには続く約 150 ns の巾をもつ広いpeakが(n, γ)によるものである。一方、observeされるprimary γ -rayのenergy spreadはcaptureされるneutron energy rangeに対応しているが、digital time windowによって、このspreadを小さくすることが出来る。このwindow巾は、systemの timing resolutionを考慮してneutron energyが高い方で 25 ns 、低い方で 50 ns を選んである。

Yieldを増す方法として、次の3つ、すなわち、1) repetition rateを増す、2) Pulse widthを拡げること、3) Deflection chamber apertureを拡げることを試みたところ、1) 1MHzから2MHzにするのは、容易であるが、focussingが劣化して、 $50\sim60\%$ 増しにとどまった。2) currentは、増加するが timing resolutionが極めて悪くなる。3) beam qualityが悪くなつて、meritはなく、abandonしたと云う結論になっている。

Target-DetectorおよびShielding geometryについては、cone geometryとStandard geometryについて比較、検討し、その長所、短所を述べている。

Data TakingおよびAnalysisについては、digital window、Dead timeの問題、Gamma ray spectra energy calibration、analysis of spectraなどの小節に分けて述べている。

最後に、現状での限界を指摘し、今後に残された課題として、Ge(Li)のvolumeを増すこと、これは、1ヶのcrystalではなく、数ヶのGe(Li) detectorのassemblyとして用いた方がbetterであること、Van de Graaffのperformanceの改善、例えば、terminal bunching systemを設置して、neutron fluxを増加し、かつ、timing resolutionを良くすることで、flight pathも短縮が出来、測定可能なtarget nuclideの数も増し、running timeも短縮出来ると結んでいる。

Appendix 1	Neutron time-of-flight table
Table 1	Pulsed beam performance
" 2	Time-of-flight resolution
" 3	Target yield
Fig. 1	Dual parameter system for the study of radiative keV neutron capture
Fig. 2	Time-of-flight spectrum-keV neutron capture in copper
Fig. 3	Beam pulse timing resolution of (p,γ) events for different deflection plate voltage
Fig. 4	Pickoff pulse timing
Fig. 5	(Phot) cone geometry of keV neutron capture experiment
Fig. 6	(Phot) standard geometry " "
Fig. 7	Variation of the time of spectrum with proton energy
Fig. 8	High vacuum target with cone geometry
Fig. 9	Thermal and averaged keV capture gamma-ray spectra in gold
Fig. 10	Accuracy of averaged gamma-ray intensity