

The Ratio of the ${}^6\text{Li}(n,\alpha)$ to ${}^{10}\text{B}(n,\alpha)$ Cross Section
from 10eV to 80keV and Recommended
Values of the ${}^{10}\text{B}(n,\alpha)$ Cross Section

M.G.Sowerby, B.H.Patrick, C.A.Uttley
and K.M.Diment

(AERE-R6316)

五十嵐 信一 (原研)

$\sigma_{n,\alpha}({}^6\text{Li})/\sigma_{n,\alpha}({}^{10}\text{B})$ を 10 eV ~ 80 keV にわたって出来るだけ正確に測定し、 $\sigma_{n,\alpha}({}^6\text{Li})$ を既知として $\sigma_{n,\alpha}({}^{10}\text{B})$ の値を求めるのがこの論文の骨子である。 $\sigma_{n,\alpha}({}^6\text{Li})$ も $\sigma_{n,\alpha}({}^{10}\text{B})$ も neutron flux の detector として良く知られているが、 ${}^{239}\text{Pu}$ の η, α, σ を測った Patrick et al. の実験の際に、この二つの detector で測った neutron flux の結果が high energy 側で喰違った。Patrick と Sowerby は当時の実験に参加していたので、この喰違いを検討しておく必要性を感じていたと思われる。

実験は 45MeV Harwell Linear Accelerator time-of-flight spectrometer を使つて行われた。測定は neutron energy を 10eV ~ 2keV (low energy experiment) と 50eV ~ 80keV (high energy experiment) の二領域に分けて行われ、それぞれの領域で Li glass scintillator - ${}^{10}\text{BF}_3$ counter, Li glass scintillator-Boron plug detector

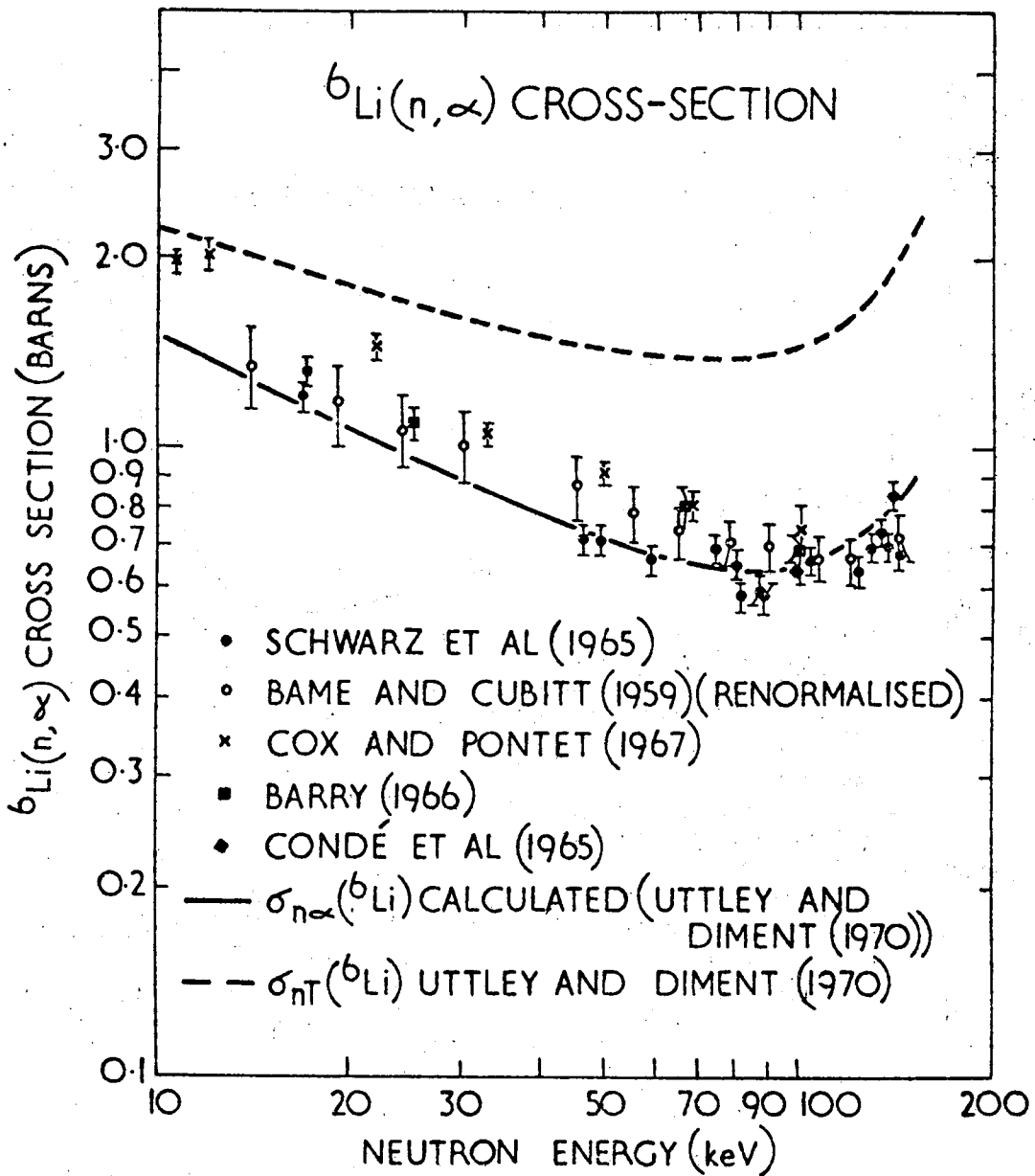
を使つて neutron spectrum を測つた。この測定で求めた $\sigma_{n,\alpha}({}^6\text{Li})/\sigma_{n,\alpha}({}^{10}\text{B})$ は 10 eV ~ 20 eV の領域で 0.245 に normalize された。この値は Diment 及び Diment & Uttley が ${}^6\text{Li}$ と ${}^{10}\text{B}$ の absorption cross section に与えた energy dependence から求めたものである。この absorption cross section は 2200 m/sec 値が Spaepen の review に出ている値と一致しているの信頼して良いものと考えられる。こうして決めた low energy experiment の結果に high energy experiment の結果を 1 keV 附近で normalize し、10 eV ~ 80 keV の領域にわたつて $\sigma_{n,\alpha}({}^6\text{Li})/\sigma_{n,\alpha}({}^{10}\text{B})$ の energy dependence を求めた。測定誤差は 1.5 ~ 3.5 % である。この結果を Bergman & Shapiro の測定結果 (8 eV ~ 25 keV) と比べると 3 keV 以下で良く合っている。

こうして求めた cross section の比から cross section を求めるにはどちらかの cross section を primary standard にする必要がある。こゝでは $\sigma_{n,\alpha}({}^6\text{Li})$ を primary standard に取つた。その理由は (n, α) と競争するのは (n, γ) だけであつて、 ${}^{10}\text{B}$ の場合の (n, p), (n, γ), (n, t) と比べて簡単である。又、resonance の数が neutron binding energy 附近に少く、傾向がおだやかである。しかし現状では $\sigma_{n,\alpha}({}^{10}\text{B})$ の方が $\sigma_{n,\alpha}({}^6\text{Li})$ よりも測定値間の合い方は良い。この点については若干議論があるのではなからうかと思うが、この論文では primary standard として傾向がおだやかで、精度を期待出来る ${}^6\text{Li}$ の方を取つた。 $\sigma_{n,\alpha}({}^6\text{Li})$ は Uttley & Diment の $\sigma_{\text{tot}}({}^6\text{Li})$ の測定値から $\sigma_{\text{sc}}({}^6\text{Li})$ の計算値を引いたもので、これと $\sigma_{n,\alpha}({}^6\text{Li})$ の他の測定値とを比較してみると最も良い結果になつている。しかも Uttley & Diment の結果は $1/\sqrt{E}$ region にうまくつながつているので、 σ_{tot} に合せるやり方には信頼出来るものがある。

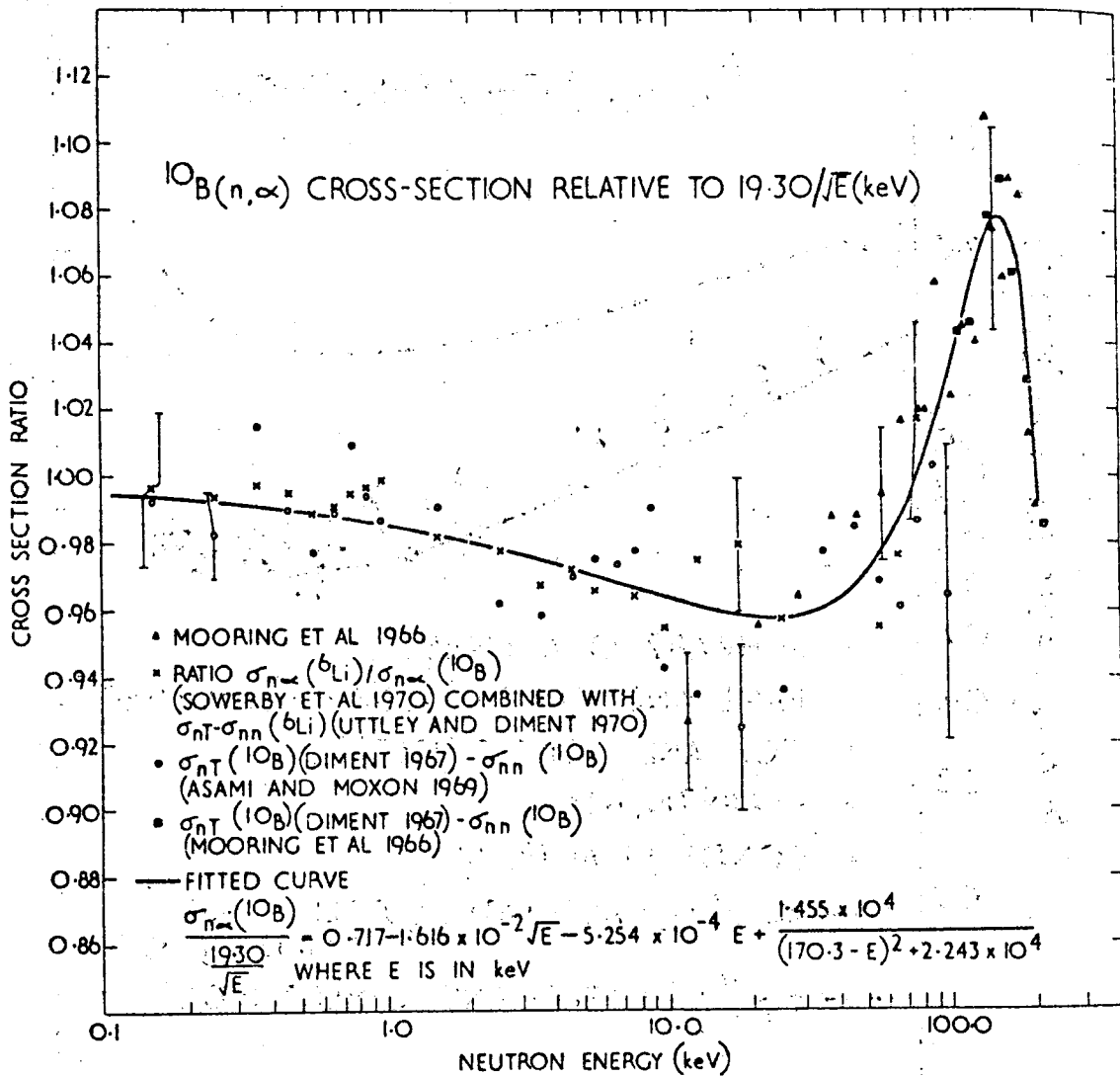
$\sigma_{n,\alpha}({}^{10}\text{B})$ を決めるには、測定値を適当な energy interval で平均をし、 $1/\sqrt{E}$ からのずれをみるために $19.30/\sqrt{E}$ で割つたものの傾向を調べた。Shapiro は thermal energy から 1st resonance の附近までの $\sigma_{n,\alpha}({}^6\text{Li})$ と $\sigma_{n,\alpha}({}^{10}\text{B})$ に

$$\sigma_{n,\alpha} = A/\sqrt{E} + \Delta\sigma + \beta\sqrt{E} + \gamma E^{3/2} + \dots$$

を与えたが、こゝでは更に 150 keV 附近の S-wave resonance の項を加えて parameter fitting を行つた。こゝで β の意味は、正ならば low energy cross section に影響を与える level が neutron binding energy より上にあり、負ならば下にあることになる。さて、求めた結果は



AERE - R 6316 Fig. 3
The ${}^6\text{Li}(n,\alpha)$ cross-section from 10 to 150 keV.



AERE - R 6316 Fig. 4
The $^{10}\text{B}(n,\alpha)$ cross-section relative to $19.30/\sqrt{E}(\text{keV})$ from 100 eV to 200 keV.

$$\sigma_{n, \alpha}({}^{10}\text{B}) = \frac{13.837}{\sqrt{E}} - 0.312 - 1.014 \times 10^{-2} \sqrt{E} + \frac{2.809 \times 10^5}{\sqrt{E} [(170.3 - E)^2 + 2.243 \times 10^4]}$$

(barns)

である。但し E は keV 単位で取っている。この結果は S-wave resonance として fitting を行つたが、p-wave とすれば別の結果となつて、しかも fitting は同じ程度のものが得られる。即ち、この式は unique solution ではないから parameter の解釈には十分注意する必要がある。しかし実用の面から見ると、この式は 1 keV までは 1%、10 keV で 2%、100 keV で 3%、200 keV で 5% の精度を持っている。