

III. Helium Production Cross Section Measurements [Proc.
of 2nd Wash. Conf. (3, 1968)]
by J. Weitman and N. D. Åverhög

神田 幸則(九大)

原子炉を長時間運転した際、炉の構造材として用いられる stainless steel のような物質の中に、 (n, α) 反応によって He が形成され、それらが micro bubble となって分布するようになり、構造材の物性的性質を変化させる。He の量を計算するためには、 (n, α) 反応の断面積が必要であるが、十分なデータがないので、このような目的に合うデータを mass spectrometer を使って He-gas を測定して求めている。もっとも、最終的値は fission neutron spectra についての平均断面積と出しているので、必ずしもこの目的のためだけではない。

現在, mass spectrometerで検出可能な最少限度は 10^{12} He atoms/sample である。この報告では, 2.5 g の Ni を 10 日間, neutron flux 10^{14} n/cm²·sec の炉内で照射して, 約 10^{16} He atoms を得ている。反応は主として $^{58}\text{Ni}(n, \alpha)^{55}\text{Fe}$ である。実験の手続についての割に詳しい記述がある。照射後の sample は真空中で融点以上に急激に熱されて, He gass が追い出され, 一旦貯蔵された後, needle valve を使って一定流量で流して, mass spectrometer で絶対量を測定する。この際, 必要な検討についても述べられている。最終的には, Cramberg によって求められた ^{235}U の fission neutron spectra に対する平均断面積を求めている。そのために, $^{58}\text{Ni}(n, p)$, $^{46}\text{Ti}(n, p)$ および $^{63}\text{Cu}(n, \alpha)$ を monitor として用いて, それらの activity から neutron flux を求め, また, 上の fission neutron spectra からのずれの補正を行なっている。もちろん, flux の形と各 monitor の平均断面積は別に知られていなければならない。これら 3 つの monitor 各々によって求められた値は 4.19, 4.23 および 4.21 mb で非常によい一致である。しかし, 今迄に求められた $^{58}\text{Ni}(n, \alpha)^{55}\text{Fe}$ の値は, 半経験的に求めた 3.4 mb, 統計理論から求めた 7.0 mb, そして唯一の実験値は 0.17 mb である。この実験値は ^{55}Fe を radiochemical separation した後, activity を測って求めたが, ^{55}Fe は electron capture のみで, 半減期は 2.6 年と長いので測定しにくい核種である。このような activation 法に比べて, He gass を定量的に測定するこの方法は平均断面積の測定法として次のような多くの利点がある。残留核が安定な場合, 残留核の半減期が短くて直ぐ飽和してしまう場合, 半減期が長くて計数が少ない場合, および activity を測定しにくい崩壊をする場合等には無関係に利用出来る。原理的にはどの核種にも可能な方法である。欠点は, 残留核の核種は確認出来ない, および $(n, n\alpha)$ との区別は出来ない。しかし, 報告者の目的である He gass を出す断面積を求めることおよびそれが構造物などの物質として問題とすることに対しては, 上に述べた欠点は問題としなくて良いことだろうと思われる。