

資料紹介

Handbook on Nuclear Data for Borehole Logging and Mineral Analysis

Technical Reports Series No. 357, pp.231, IAEA, Vienna, 1993.

(株) データ工学

喜多尾 憲助

評価した核データをもっと利用してもらうため、たとえば核データの本とかハンドブックを作ろうという話をしばしば聞く。まことに結構なことであるが、いっこうにそれらしきものが出たということは聞かない。いざ作る段になると、いろいろ慾がでてまとめかねているのであろう。ここに紹介する IAEA の出版物は、一つのヒントになるのではないか。

さて本資料は、地中にあけた試すい孔 (borehole) を使って地層内の水分や密度を測定したり、石油や鉱物資源の探査に原子力科学を応用する (本資料でこのような分野を nuclear geophysics とよんでいる) ための核データブックである。地層や地盤の状況を調べることを検層 (logging) というが、これにはいくつかのアプローチがある。測定は採取サンプルを持ち帰って実験室で行うこともあるが、この場合はオンライン、孔へ線源 (中性子源あるいは γ 線源) と放射線検出器 (中性子、 γ 線あるいは X 線用) を入れる。測定するものは、中性子放射化により生成する短寿命核からの γ 線、捕獲 γ 線、非弾性散乱 γ 線、コンプトン散乱線、蛍光 X 線、散乱中性子のスペクトル、あるいは熱中性子やエピサーマル中性子の減衰時間である。各核種から放出される γ 線のデータはフロッピーディスクに収納、付録としてつけられている。イントロでは、対象にするのは周期表にでている元素全部だし、ジオメトリーときたら、整然とした原子炉などとは比べものにならない。核データへの精度要求も計算手法への依存度も原子炉設計の場合とは異なっている云々、と核データ屋の常識に釘をさしている。観測データの分析は、まず、モンテカルロ法 (これが使える唯一の計算方法であるという) によって地層内での中性子の空間分布、エネルギー分布の推定を行わなければならない。そういう訳で必要な核データは次のようなものである。

(a) Total cross section: $\sigma(E)$

(b) Cross-sections for elastic scattering:

(i) Total cross-sections: $\sigma_n(E)$

(ii) Angular distributions of elastically scattered neutrons: $\sigma_n(E, \theta)$

- (c) Cross-sections for inelastic scattering:
 - (i) Total cross-sections : $\sigma_{n'}(E)$
 - (ii) Energy distributions of the scattered neutrons: $\sigma_{n'}(E;E';\theta)$
- (d) Cross-sections for neutron multiplicative processes:
 - (i) Fission cross-section: $\sigma_f(E)$
 - (ii) Cross-sections for the reaction (n,2n): $\sigma_{2n}(E), \sigma_{2n}(E;E')$
- (e) Cross-sections for processes in which the neutron disappears:
 - (i) Radiative capture: σ_γ
 - (ii) Charged particle reactions, e.g. (n,p), (n,d), (n, α)

目次を眺めてみよう。

1. 序論
2. 核種表
3. 熱中性子捕獲即発 γ 線

元素別、エネルギー順の二つの表がある。2 % 以上の強度の γ 線のエネルギーが載っている。表はなく、すべてフロッピーディスクに入っている。

4. 5 % 以上の強度をもつ崩壊 γ 線

放射性核種からの、エネルギー 120 keV 以上、強度 5 % 以上の γ 線の表。すべてフロッピーディスクに入っている。

5. 線源の中性子スペクトル

(α, n)線源としての ^{241}Am -Be 線源と ^{239}Pu -Be 線源、 ^{252}Cf 自発核分裂線源、及び 14 MeV D-T 線源のスペクトル。D-T 線源は角分布の図も載っている。

6. 試すい孔検層・鉱物分析用中性子断面積

H、B、C、O、Na、Mg、Al、Si、S、Cl、K、Ca、Ti、V、Cr、Mn、Fe、Ni、Cu、W、Au の 21 元素について、同位体の低いエネルギー準位、主な非弾性散乱 γ 線の表。各断面積については ENDF/B-VI、JENDL-3、あるいは ADL-90 の評価値及び実験値をプロットした図と表が与えられている。たとえば ^{16}O では第 1、第 2、第 3 励起準位をそれぞれ励起する非弾性散乱断面積も載っている (Fig. 1 参照)。また、全断面積の内訳が、Fig. 2 に示すように円グラフで示されているのも、面白い。

7. 中性子線源平均断面積

11 元素及び 29 核種に対する ^{241}Am -Be、 ^{239}Pu -Be、 ^{252}Cf の各線源からの中性子についての、線源スペクトル平均断面積。

上記、5章と6章のデータは、International Nuclear Geophysics Database-90 (INGD-90)としてコンピュータ・ファイルに納められており、IAEA Nuclear Data Sectionに申し込むと、ドキュメント・レポート INDC(NDS)-127 と共に入手できる。

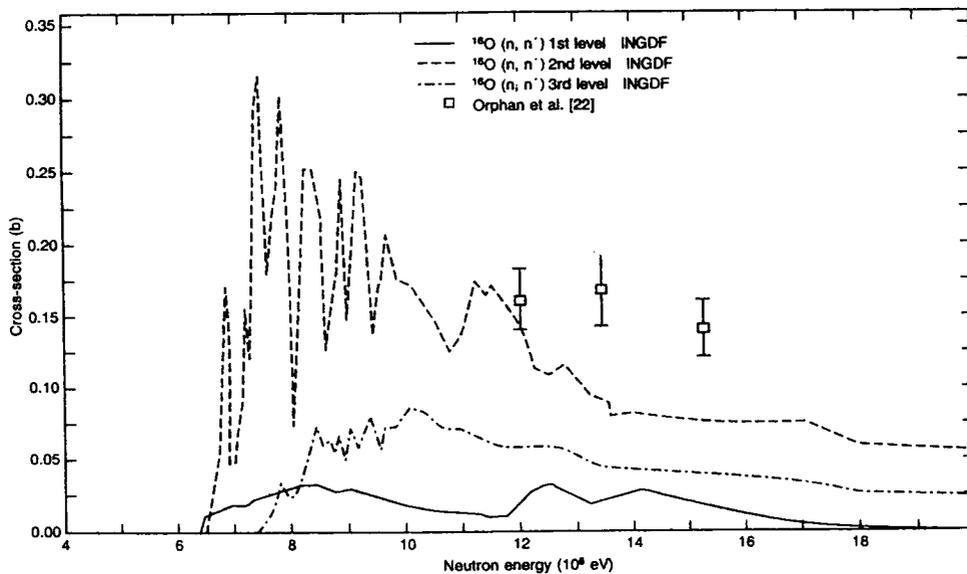


Fig. 1 Excitation functions for inelastic scattering of ^{16}O

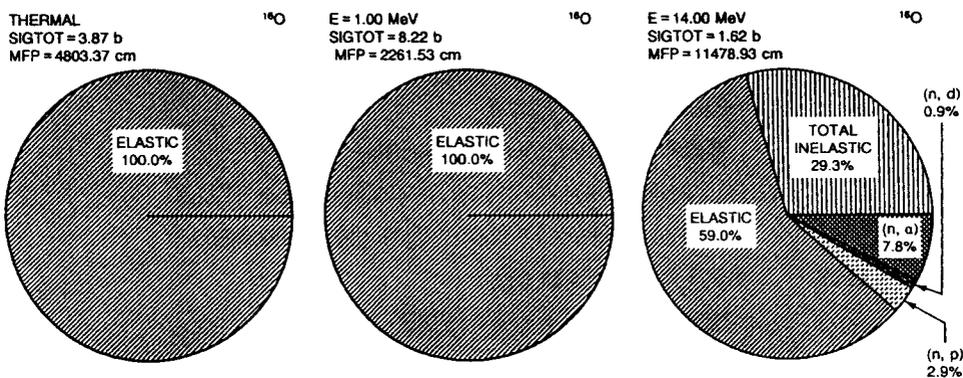


Fig. 2 Pie chart of the neutron induced reaction cross-sections for calcium