

演習 「原子核からの光～2つのガンマ線がつくる暗号を解く～」

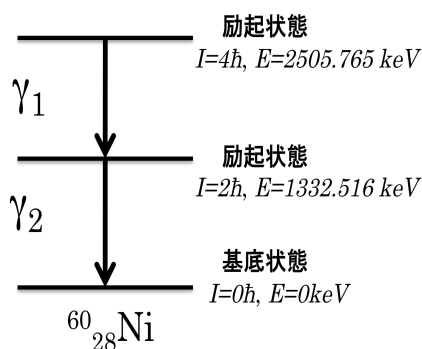
原子核は陽子と中性子からなる複合体で、我々を取り巻く物質世界を構成しています。複合体であるため内部構造を持っており、それを観測することで、陽子と中性子を結び付けている強い力についての情報を得たり、原子核の色々な性質について調べることが出来ます。ある原子核で一番エネルギーが低く最も安定な状態を基底状態と言い、それよりも高いエネルギーで不安定な状態を励起状態と呼んでいます。励起状態は基底状態に γ 線と呼ばれる電磁波を放出しながら崩壊します。ある励起状態から一挙に一つの γ 線を出して基底状態に崩壊することは稀で、より低い励起状態をいくつか経由して、その各々で γ 線を出しながら（ γ 遷移）、基底状態へと遷移します。この崩壊パターンは原子核毎に違って、内部構造を直接反映しています。 γ 線を測定し崩壊パターンを解読することで原子核の同定も可能となります。いわば、 γ 線は原子核の指紋のようなものです。

この演習ではいくつかの放射線源と呼ばれる人工的に作り出された原子核(^{60}Co , ^{22}Na , ^{106}Ru , ^{207}Bi)を使います。これらの原子核が崩壊する際に放出する γ 線のエネルギーと、崩壊した γ 線が持ち出す角運動量を、超高分解能を持ったゲルマニウム(Ge)半導体検出器を使い測定します。この持ち出される角運動量と γ 線がどの方向に出や

すいかには関係があり、これは量子力学の角運動量の合成を用いて計算できます。逆にこの γ 線の強度の角度分布を調べることで、持ち出される角運動量を実験的に決定することが可能となります。しかし、空間は等方的で特別な方向はありませんから、そもそも角度分布があるということはどういうことなのでしょう？今、ある任意の方向を基準軸として選択します。この軸に対して角度 θ のところにGe検出器をおいて、放射線源からの γ 線のある一定時間測定します。今度は線源から同じ距離でも違った角度で、同じ時間測定し、この過程を繰り返します。ある γ 線の強度と角度に相関は見えるでしょうか？

次に2つの γ 線を2台のGe検出器で同時に測定します。1台の検出器を固定し γ 線の一方(γ_1)をとらえます。この検出器の方向を今度は基準軸としてみます。あとは、1台の時と同じ過程で、もう1台の検出器の角度を変えながらもう一方の γ 線(γ_2)測定をします。 γ_2 の強度と角度に、果たして相関は有りや無しや？

本演習を通して、量子力学の角運動量の合成や γ 線の性質、及び、実験手法を学びます。本格的な物理実験ですので、短期間で習得しなければならないことが盛りだくさんですが、皆さんの創意と工夫、気力と体力で最後までやり通してもらえんことを期待しています。



E: 励起エネルギー
I: その状態が持つ角運動量

