

管理測定技術

第55回(2010年)

問1 次の文章の□の部分に入る最も適切な語句、記号又は数値を、それぞれの解答群から1つだけ選べ。なお、解答群の選択肢は必要に応じて2回以上使ってもよい。

井戸型 NaI(Tl)シンチレーション検出器は、線源を井戸の中に入れると、線源が検出器に対して張る立体角を□A4に近い条件で測定することができるため、□B7がおおよそ1となり、 γ 線放出核種に対する検出感度が高く、放射能測定や放射線管理測定に有用である。しかしながら、1壊変当たり、幾つかの光子を同時に放出する核種の測定に際しては、□C12効果の影響が顕著となり、その出力パルスの□D15は複雑となることがあるので、得られたデータの解釈に留意が必要である。

その一例として、 ^{22}Na の測定の場合について見てみよう。 ^{22}Na は図1に示すように、90%の割合で、陽電子壊変をし、残りの10%は□E10壊変をするが、いずれの壊変をした場合も、1.27 MeVの γ 線を放出する。

この ^{22}Na を小型のプラスチック製の容器に密封した線源を、井戸型 NaI(Tl)検出器の井戸の中に入れて□Dを測定した結果の例を図2の曲線Iに示す。ここでは、5本のピークが明確に認められる。

ピーク①は ^{22}Na から放出された陽電子が消滅するとき放出されるエネルギー0.51 MeVの消滅放射線のうちの□F11がNaI(Tl)結晶中で、□G3効果により全吸収を起こした時に生成されるものである。ピーク②は消滅放射線の□H12がNaI(Tl)結晶中で全吸収を起こし、その□I6効果により生じたもので、そのチャンネル位置は1.02 MeVに相当する。ピーク③は1.27 MeV γ 線の全吸収ピークであり、この際、同時に放出される消滅放射線がNaI(Tl)結晶と□G効果や□J5効果などの相互作用を□K14必要がある。ピーク④は消滅放射線の□L11と、1.27 MeV γ 線とがNaI(Tl)結晶中で全吸収された結果生じたもので、チャンネル位置は1.78 MeVに相当する。また、強度はかなり低くなるが、2.29 MeVに相当するチャンネルにもピーク⑤が認められる。これは、消滅放射線の□M12と1.27 MeV γ 線のすべてがNaI(Tl)結晶中でそれぞれ全吸収を起こした場合に形成される□N10の□O6ピークである。

この ^{22}Na 線源を井戸の外に出して測定すると状況は一変し、□Dは、図2の曲線IIに示すようになり、ピーク②とピーク⑤は、ほとんど観測されない。これは、陽電子の□P2位置を起点にして、2個の消滅放射線が互いに正反対の方向に放出されるため、密封線源を井戸の外に出した場合に、2個の消滅放射線が同時にNaI(Tl)結晶に直接入射する可能性がほとんどなくなるからである。井戸型でない通常のNaI(Tl)検出器の使用に際しても、同じ理由により、ピーク②とピーク⑤は観測されない。

以上述べた5本のピークのほかに、チャンネル番号200付近に、なだらかなピーク状の分布が曲線Iにも曲線IIにも認められる。これは、光子の **Q8** によるものである。散乱角 180° の散乱光子のエネルギーは、0.51 MeV 消滅放射線に対して、 **R3** MeV であり、1.27 MeV γ 線に対して、 **S7** MeV である。さらに入射光子エネルギーが増加すると、この値は **T9** MeV に近づく。この様に、散乱角 180° の散乱光子のエネルギーは入射光子のエネルギーにそれほど依存しない。そのため、このようなピーク状のスペクトルが観測される。井戸型 NaI(Tl) 検出器の場合には、種々の散乱角の散乱光子も結晶中に入射するので、このようなピークはなだらかな分布となるのに対して、線源を井戸の外に出した場合には、検出器位置で散乱角が 180° の散乱線成分の割合が多くなるので、ピークの形がシャープになる。

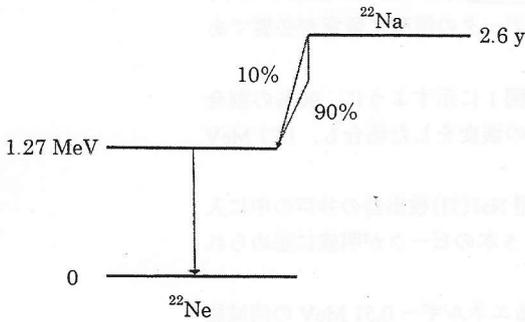


図1

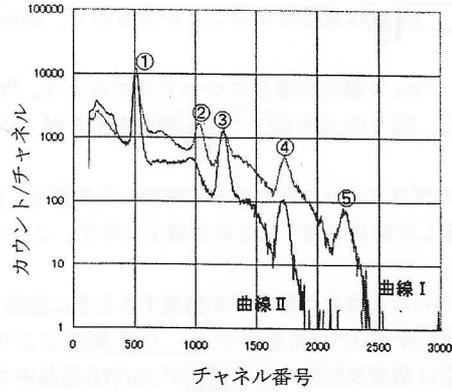


図2

<A~Eの解答群>

- 1 0.5 2 1 3 2π 4 4π 5 立体角 6 計数効率 7 幾何学的効率
 8 β 線 9 陽電子 10 電子捕獲 11 γ 線 12 サム 13 エスケープ
 14 エネルギー分布 15 波高分布

<F~Qの解答群>

- 1 生成 2 消滅 3 光電 4 電子対生成 5 コンプトン 6 サム
 7 エスケープ 8 後方散乱 9 コヒーレント散乱 10 3重 11 片方
 12 双方 13 起こす 14 起こさない 15 カスケード

<R~Tの解答群>

- 1 0.15 2 0.16 3 0.17 4 0.18 5 0.19 6 0.20 7 0.21 8 0.23
 9 0.25 10 0.30 11 0.51