

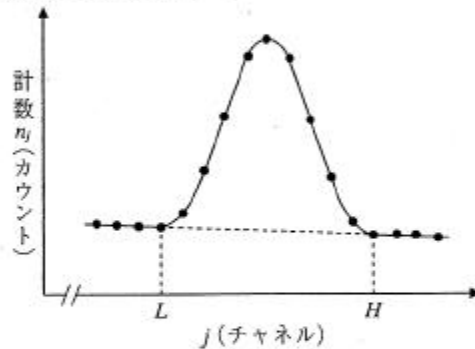
第 52 回 (2007 年)

問 2 次の I~II の文章の () の部分に入る最も適切な語句、記号、数値又は数式を、それぞれの解答群から 1 つだけ選べ。ただし、各選択肢は必要に応じて 2 回以上使ってもよい。

Ge 検出器を用いた γ 線スペクトロメータにより放射能を測定する手順を考えよう。

I 測定する線源と同じ核種、形状の放射能標準線源があれば、次の手順により比較的簡単に被測定線源の放射能を決定することができる。

まず、標準線源を Ge 検出器の入射窓前方一定位置におき、その出力パルスの波高分布スペクトルをマルチチャンネルアナライザで記録する。得られたスペクトルの全吸収ピークに着目し、このピークが存在するチャンネル領域の計数の総和 N_m を



求める。この N_m からピークの下側に横たわる連続部分を直線分布で近似して差し引き、ピーク計数 N_m を求める。 j チャンネルの計数を n_j と記述し、ピーク下限チャンネルを L 、上限チャンネルを H とすれば、ピーク計数 N_m は次式で計算できる。

$$N_m = \left(10 - \frac{8}{2} \right) (n_L + n_H)$$

連続部分の計数誤差を小さくするため、例えば両側の 3 点の平均をそれぞれとり、次式で計算することもある。

$$N_m = \left(10 - \frac{8}{6} \right) \left(\sum_{j=L-2}^L n_j + \sum_{j=H}^{H+2} n_j \right)$$

この N_m を測定時間 T で割ればピーク計数率 $m_s = N_m/T$ が得られる。この場合マルチチャンネルアナライザの時間設定を (A3) モードにしておけば、(B2) を除外した時間がタイマーに記録されるため、(C2) に起因した (D6) の補正を行う必要がない。

次に、被測定線源を同一位置に置き、同様の測定を行い、そのピーク計数率 $m_s = N_m/T$ を求める。被測定線源の放射能 A_s (Bq) は

$$A_s = \frac{13}{14} A_s$$

として決定する。ここに A_s は (E7) の放射能 (Bq) である。

<I の A~E の解答群>

- 1 リアルタイム 2 デッドタイム 3 ライブタイム 4 サム効果
- 5 バイルアップ 6 数え落とし 7 標準線源 8 被測定線源
- 9 バックグラウンド

<I のイ~チの解答群>

- 1 1 2 2 3 3 4 4 5 5 6 6 7 $H-L+6$ 8 $H-L+1$
- 9 $H-L$ 10 $\sum_{j=L}^H n_j$ 11 $\sum_{j=L+1}^{H-1} n_j$ 12 $\sum_{j=L-1}^{H+2} n_j$ 13 m_s 14 m_s

II 被測定線源と異なる核種の標準線源を用いる場合には、通常、次のような方式により被測定線源の放射能を決定する。

まず、ピーク計数効率 ϵ を γ 線エネルギーの関数として決定する。ここでいうピーク計数効率とは、標準線源のピーク計数率 m_s を (A7) で除したものである。この場合の標準線源として、 ^{22}Na 、 ^{54}Mn 、 ^{57}Co 、 ^{60}Co 、 ^{88}Y 、 ^{137}Cs のように、半減期が長く、かつ γ 線放出割合がよくわかった核種が選ばれる。ここで、 γ 線放出割合とは着目する γ 線放出率と壊変率 (放射能) との比である。標準線源の放射能は別の方法により正確に決定されているものとする。

これらの標準線源のスペクトルをそれぞれ記録し、前述の I で示した手順によりピーク計数率 n_s をそれぞれ求める。1つの核種がエネルギーの異なる複数本の γ 線を放出する場合にはそれぞれのピークについて同様の計算を行う。それぞれのピーク計数効率 ϵ は

$$\epsilon = \frac{m_s}{(A7)} = \frac{m_s}{(B8) \times (C6)}$$

となる。(B8)の単位は Bq である。このようにして求めたいいくつかのピーク計数効率を γ 線エネルギーの関数としてグラフ用紙にプロットし、各プロットを滑らかな曲線で結ぶ。これをピーク計数効率校正曲線と呼ぶ。この場合、(D11) グラフ用紙を用いると、150 keV 以上のエネルギー領域でおおよそ直線となるので便利である。なお、これらの測定は個別の標準線源によって行ってもよいが、混合核種標準線源により一度に行うことも可能である。

次に、被測定線源について同様の測定、計算を行い、ピーク計数率 m_x を求める。当該ピークの γ 線エネルギーにおけるピーク計数効率 ϵ_x はピーク計数効率校正曲線から読みとる。そうすると、被測定線源の放射能 A_x は

$$A_x = \frac{m_x}{\epsilon_x \times (E6)}$$

として決定できる。

なお、これらの測定において、線源の設定位置は Ge 検出器から離し、(F4) γ 線による (G1) が無視できるようにするのがぞましい。線源・検出器間距離が短い場合は、(G1) の影響が無視できなくなる場合があるが、その影響の補正は簡単ではない。

これら一連の操作は最初に手間がかかるが、一度ピーク計数効率校正曲線を作成しておけば、線源・検出器間距離や線源の形状を変えない限り、この校正曲線は以後も活用可能であり、日常的には特定の核種、例えば ^{137}Cs 標準線源でその一定性を確認するだけでよい。

<II の A~G の解答群>

- | | | | | |
|------------------|-----------------|-------------|---------|--------|
| 1 サム効果 | 2 コンプトン効果 | 3 光電効果 | 4 カスケード | 5 競合 |
| 6 γ 線放出割合 | 7 γ 線放出率 | 8 放射能 | 9 正方眼 | 10 片対数 |
| 11 両対数 | 12 数え落とし | 13 バックグラウンド | | |