

# 管理測定技術

## 第58回(2013年)

問1  $\gamma$ 線スペクトロメトリに関する次のI, IIの文章の□に入る最も適切な語句, 記号又は数式を, それぞれの解答群から1つだけ選べ。

I  $\gamma$ 線スペクトロメトリにおいては, スペクトロメータの $\gamma$ 線検出部の物質と $\gamma$ 線がどのような相互作用をするかによって, いろいろなパルス波高スペクトルが得られる。 $\gamma$ 線が検出部に入射すると, 電子, 陽電子, コンプトン散乱 $\gamma$ 線, あるいは□A14に伴う光子などが放出される。 $\gamma$ 線の全エネルギーが検出部に付与されると, パルス波高スペクトル上に□B2ピークとして計数される。生成された高エネルギーの荷電粒子や, その□C5で生じた光子が検出部外に逃れた場合には, コンプトン効果の場合に限らず, □Bピークから低いエネルギー側にずれて計数されることがある。

光電効果起きると原子の□D1に空席が生じるが, この空席が電子で埋められる際に□E8又は□F7が放出される。これらのうち, 前者は直接電離により検出部にエネルギーを付与する。一方, 後者は前者に比べて検出部の外に逃れやすいため, スペクトル上に□G4ピークが生じる場合がある。この現象は, 検出部の物質の□H9が高く, 検出部の厚みが薄い場合に生じやすい。

コンプトン効果では, パルス波高スペクトルは連続分布となる。しかし, □I6が検出部内で再度□J3を起こした後, □K2により検出部にエネルギーを与えると□L1ピークが形成される。

電子対生成では, この相互作用が起きるために必要なしきいエネルギーを差し引いた残りのエネルギーを電子と陽電子が分け合う。この際, □Aが要因となり放出される光子の検出過程により, 2つの□M5ピークが生じる。

以上の要因の他, 核種の壊変において複数の $\gamma$ 線が短時間に引き続いて放出される場合には, それら $\gamma$ 線の相互の組合せに対応した□N8ピークが形成されることがある。

<A~Hの解答群>

- 1 電子軌道    2 全吸収    3 サム    4 エスケープ    5 制動放射
- 6 内部転換電子    7 特性X線    8 オージェ電子    9 原子番号    10 密度
- 11 コンプトン端    12 コンプトン散乱 $\gamma$ 線    13 励起レベル    14 陽電子消滅

<I~Nの解答群>

- 1 全吸収    2 光電効果    3 コンプトン効果    4 電子対生成    5 エスケープ
- 6 コンプトン散乱 $\gamma$ 線    7 コンプトン端    8 サム    9 コンプトン電子
- 10 吸収端    11 カスケード

II 放射性核種  $^{46}\text{Sc}$  の点線源 (壊変率:  $n_0$ ) を Ge 検出器の近傍に置き,  $\gamma$  線のパルス波高スペクトルを測定した。この  $^{46}\text{Sc}$  は下図に示すように壊変する。0.889 MeV のエネルギー準位の半減期は 4 ps であり十分に短く, 放出される 2 つの  $\gamma$  線 ( $\gamma_1$  線と  $\gamma_2$  線) の放出は O 6 事象とみなすことができる。

このため,  $\gamma_1$  線と  $\gamma_2$  線について,

$\gamma_1$  線のピーク効率を  $\varepsilon_1$ ,

$\gamma_2$  線のピーク効率を  $\varepsilon_2$ ,

$\gamma_1$  線の全計数効率を  $\varepsilon_{T1}$ ,

$\gamma_2$  線の全計数効率を  $\varepsilon_{T2}$ ,

また,  $\gamma_1$  線の正味のピーク計数率を  $n_1$ ,

$\gamma_2$  線の正味のピーク計数率を  $n_2$ ,

サムピークの正味の計数率を  $n_{12}$

で表すと, 次の (1) から (3) の 3 つの関係式が得られる。

$$n_1 = n_0 (\text{ア } 12) \varepsilon_1 \quad (1)$$

$$n_2 = n_0 (\text{イ } 11) \varepsilon_2 \quad (2)$$

$$n_{12} = n_0 \varepsilon_1 \varepsilon_2 \quad (3)$$

さらに,  $\gamma_1$  線と  $\gamma_2$  線を合わせた全スペクトルの正味の計数率 ( $n_T$ ) は,  $n_T = n_0(\varepsilon_{T1} + \varepsilon_{T2} - \text{ウ } 3)$  で与えられるので, この線源の壊変率 ( $n_0$ ) は,  $n_0 = n_T + \text{エ } 5$  で求めることができる。この方法は,  $\gamma$  線のパルス波高スペクトルに着目した比較的簡便な放射能測定法であり, P 4 法と呼ばれる。

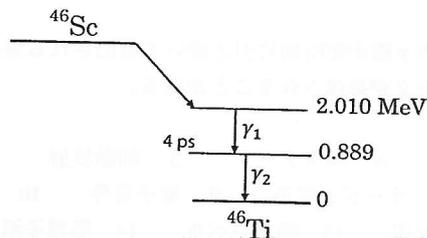


図  $^{46}\text{Sc}$  の壊変図式

<O, P の解答群>

- 1 ピーク弁別    2 スペクトル分析    3 全吸収ピーク    4 サムピーク  
5 定立体角    6 同時    7 競合    8 背反

<ア~エの解答群>

- 1  $\varepsilon_1$     2  $\varepsilon_2$     3  $\varepsilon_{T1}\varepsilon_{T2}$     4  $\varepsilon_1\varepsilon_2$     5  $\frac{n_1n_2}{n_{12}}$     6  $\frac{n_1n_2}{n_T}$     7  $\frac{n_Tn_2}{n_1}$   
8  $\frac{n_Tn_1}{n_2}$     9  $1-\varepsilon_1$     10  $1-\varepsilon_2$     11  $1-\varepsilon_{T1}$     12  $1-\varepsilon_{T2}$