管理測定技術

第 57 回 (2012 年)

問 1　β^- 壊変核種の放射能測定に関する次のⅠ，Ⅱの文章の［　　］に入る最も適当な語句又は数式を，それぞれの解答群から 1 つだけ選べ。

Ⅰ　放射能は単位時間当たりの［A］9 の数として与えられ，100% β^- 壊変する核種では単位時間当たりに放出される β^- 線を測定し，その全数を求めることにより決定できる。この放射能の測定において，［B］4 を用いることなく直接測定する方法は［C］12 測定法と呼ばれ，これに属する方法には，幾何学的効率を一定にして測定する［D］1 法，連続してほぼ同時に放出される複数の放射線に着目して測定する同時計数法などの方法がある。

一方，測定する試料と性状の等しい［B］からの β^- 線を測定してその計数効率を求め，間接的に放射能を測定する方法は［E］11 測定法と呼ばれる。β^- 壊変に続いて γ 線の放出を伴う核種に適用できる Ge 検出器を用いた γ 線スペクトロメトリに基づく放射能測定もこの一つであり，着目する γ 線の［F］13 の計数率と放射能の関係をあらかじめ［B］を用いて求めておき放射能を決定する。

＜A～F の解答群＞

1　定立体角　　2　機器効率　　3　カロリーメータ　　4　標準線源
5　チェッキング線源　　6　基準電流源　　7　パルス発信器　　8　放射線　　9　壊変
10　励起　　11　相対　　12　絶対　　13　全吸収ピーク　　14　サムピーク

Ⅱ　端窓型 GM 計数管を用いた［G］7 法では，線源から計数管へ入射する β^- 線の割合を絞りにより一定に保ち，放射能 A を求める。このとき，測定で得られる β^- 線の計数率 n と点状線源の放射能 A との関係は，以下の式で与えられる。

$$n=A\varepsilon_1(1+\varepsilon_2)(1-\varepsilon_3)(1-\varepsilon_4)$$

ここで，ε_1 は幾何学的効率であり，絞りの半径を R，絞りと線源との距離を d とすると，$\varepsilon_1=$［ア］2 となる。ε_2 は線源支持板の［H］1 の割合，ε_3 は線源−検出器間の空気層や検出器窓による吸収損失の割合，ε_4 は線源の［I］2 による損失の割合を表す。

また，この測定法を拡張し，幾何学的効率が 0.5 で，さらに線源と検出領域との間の β^- 線の吸収損失をなくした測定器が［J］3 である。

β-γ 同時計数法では，β 線検出器と γ 線検出器を対向させ，その間に点状線源を置いて測定する。β^- 線とこれに連続して放出される γ 線について，バックグラウンドを補正したそれぞれの計数率を n_β，n_γ，また，それらの同時計数の計数率を n_c で表すと，β 線検出器及び γ 線検出器の計数効率 ε_β，ε_γ は，$\varepsilon_\beta=$［イ］4，$\varepsilon_\gamma=$［ウ］5 となる。このとき，放射能 A は $A=$［エ］6 で与えられる。この測定法において計数率が高い場合は，β^- 線と同時事象の関係にない γ 線による［K］8 計数率の影響を補正することが必要となり，この補正量は，同時計数回路の信号パルスの分解時間を τ とすると，［オ］13 で与えられる。また，β 線検出器として［L］4 を用いれば，β 線の計数への γ 線の影響や角相関などの影響がほとんどなく，種々の補正が軽減される。

＜G～L の解答群＞

1　後方散乱　　2　自己吸収　　3　$2\pi\beta$ 計数管　　4　$4\pi\beta$ 計数管
5　井戸型 NaI(Tl) 検出器　　6　グリッド付電離箱　　7　定立体角　　8　偶発同時
9　逆同時　　10　減衰時間　　11　エネルギー吸収　　12　放出率　　13　数え落とし
14　強度差

＜アの解答群＞

1　$\frac{1}{2}\left(1-\frac{d^2}{R^2}\right)$　　2　$\frac{1}{2}\left(1-\frac{d}{\sqrt{d^2+R^2}}\right)$　　3　$\frac{1}{2}\left(1+\frac{R}{\sqrt{d^2+R^2}}\right)$　　4　$\frac{1}{2}\left(1-\frac{R}{\sqrt{d^2+R^2}}\right)$

5　$\frac{1}{2}\left(1-\frac{\sqrt{d^2+R^2}}{d}\right)$

＜イ～オの解答群＞

1　$\frac{n_\beta}{n_c}$　　2　$\frac{n_\beta}{n_\gamma}$　　3　$\frac{n_\gamma}{n_c}$　　4　$\frac{n_c}{n_\gamma}$　　5　$\frac{n_c}{n_\beta}$　　6　$\frac{n_\beta \cdot n_\gamma}{n_c}$　　7　$\frac{n_\beta \cdot n_c}{n_\gamma}$　　8　$\frac{n_\beta}{n_\gamma \cdot n_c}$

9　$\frac{n_\gamma \cdot n_c}{n_\beta}$　　10　$\frac{n_\gamma}{n_\beta \cdot n_c}$　　11　$\frac{2\tau \cdot n_\beta}{n_\gamma}$　　12　$\tau \cdot (n_\beta - n_\gamma)$　　13　$2\tau \cdot n_\beta \cdot n_\gamma$　　14　$\tau \cdot (n_\beta + n_\gamma)$