

計測に関する実験例

液体シンチレーションカウンタ (LSC) を用いた測定

計測に関する実験への導入

PPO (2,5-diphenyl oxazole) 等の蛍光体をトルエン、キシレン、ジイソプロピルナフタレン等の有機溶媒に溶解した液体シンチレータ (LS) は、アルファ線、ベータ線のエネルギーにより励起され蛍光を生じる。この蛍光を通常対向した 2 本の PMT(photomultiplier tube, 光電子増倍管) で検出する機器が液体シンチレーションスペクトロメータ (LSS) である。(液体シンチレーションカウンタ、LSC とも呼ばれる。)

放射性物質を検出体である LS に混和させているため、試料自体の自己吸収もなく 4π 計数が可能だが、クエンチング (消光) の補正が必要であること、また試料によっては化学ルミネッセンス (化学発光) *が発生することがある。

LSC におけるクエンチングと計数効率

[目的]

クエンチングの概念と外部標準法によるクエンチング補正法を修得する。

[原理]

LS 中で、ベータ線のエネルギーは、まず溶媒分子を励起し、最終的に溶質分子 (蛍光体) にエネルギーが移行して蛍光を生じる。LSS ではエネルギー対頻度の「ベータ線スペクトル」を測定し、その面積が計数値として出力される。クエンチング (Quenching) とは、このエネルギー移行が、混入物質によって妨害されてパルス波高が低下したため、ベータ線スペクトルが低波高側へ移行し、計数率の低下 (すなわち計数効率の低下) を引き起こす現象である。調製された試料では、クエンチングの程度が試料ごとに異なるので、個々に計数効率を求める必要がある。クエンチングの補正には、外部標準線源を用いる方法が一般的である。クエンチングの程度は、ガンマ線 (外部標準線源) を試料に照射して得たコンプトンスペクトルの移行の程度を数量化している (クエンチング指標値)。

クエンチングの程度 (指標値) から計数効率がわかれば補正ができるので、あらかじめ、その関係 (補正曲線) を作成するために、放射能 (dpm) 既知のクエンチング標準試料を測定して計数効率を求める。

[準備]

使用機器：液体シンチレーションカウンタ (LSC)

(実習用のプロトコールを使用、クエンチングの指標値と計数値 (cpm) のみ出力)

測定試料： ^3H 及び ^{14}C クエンチング標準試料 (各 10 本セット、dpm 既知の標準試料)

[操作]

- (1) ^3H 及び ^{14}C クエンチング標準試料をサンプルラックに配列する。
- (2) 実習用プロトコールで、外部標準法による測定を1分ずつ行う。測定中は、まずコンプトンスペクトルが、次にベータ線スペクトルが表示されるので、よく観察する。

[結果のまとめ]

- (1) 計数率 (cpm) とクエンチング標準試料の放射能 (dpm*) から各標準試料の計数効率 ($\epsilon\%$) を算出する。

$$\epsilon\% = (\text{cpm} / \text{dpm}) \times 100 = (\text{cps} / \text{Bq}) \times 100$$

- (2) 同時に示されるクエンチング指標値* (ESCR or tSIE 等) を横軸に、(1) で求めた各標準試料の計数効率 ($\epsilon\%$) を縦軸に、クエンチング補正曲線を描く。

[考察への手引き]

- (1) ^3H 及び ^{14}C のクエンチング補正曲線の違いを考察する。
- (2) 2種類のスペクトルのクエンチングによる変化について考察する。

*化学ルミネッセンスとは

化学エネルギーによってLSが励起され発光する現象。ケミルミの計数は、最初、非常に大きいのが、急激に低下するので、減衰を待って測定する

* ^3H の dpm の値について

表示されている値でなく、検定日から測定日までの ^3H (半減期 12.32 年) の壊変を補正した値を用いる。

*クエンチング指標値

LSCの製作会社によって異なる。

例) ・LSC6100, LSC7200 (日立アロカ) ---ESCR (External Std. Channel Ratio) 値

ESCR 値が小⇒クエンチング大 (その他の補正法: SCCR, ETM)

・TriCarb3170TR/SL (パーキンエルマ) ---tSIE (transformed Spectral Index External std.)値

tSIE 値が小⇒クエンチング大 (その他の補正法: SIS)