

# 目 次

## 10章 放射線スペクトル測定序論

10. 1 序 論 .....	361
10. 2 エネルギースペクトルの定義 .....	361
10. 3 シングルチャネル波高分析器(SCA)による積分スペクトルの測定...	364
10. 4 シングルチャネル波高分析器による微分スペクトルの測定 .....	365
10. 5 パルス波高分布とエネルギースペクトルの関係 .....	366
10. 6 エネルギー分解能 .....	367
10.6.1 統計変動の影響：ファノ因子 .....	368
10.6.2 エネルギー分解能に及ぼす電子回路雑音の影響 .....	369
10.6.3 電荷収集の不完全性の影響 .....	370
10.6.4 総合エネルギー分解能 .....	370
10. 7 応答関数(エネルギー分解能関数)の測定.....	371
10. 8 良いエネルギー分解能の重要性 .....	372
10. 9 マルチチャネルアナライザ(MCA)の概略.....	373
10.10 マルチチャネル波高分析器の校正方法 .....	377
演習問題 .....	380
参考文献 .....	382

## 11章 データ解析法

11. 1 序 論 .....	383
11. 2 曲線の当てはめ法 .....	383
11. 3 補 間 法 .....	385
11. 4 最小二乗法 .....	388
11.4.1 直線への最小二乗法による当てはめ .....	389
11.4.2 一般関数への最小二乗法による当てはめ .....	391
11. 5 フォールディングとアンフォールディング .....	393
11.5.1 フォールディングの諸例 .....	395
11.5.2 アンフォールディングの一般的な方法 .....	400
11.5.3 繰り返しアンフォールディング法 .....	402
11.5.4 最小二乗法アンフォールディング .....	403
11. 6 データの平滑化 .....	404

演習問題	407
参考書	409
参考文献	409

## 12章 ガンマ線・X線スペクトル測定

12. 1 序 論	410
12. 2 検出器中のエネルギー付与の諸モード	410
12.2.1 1.022MeV 未満のエネルギーを持つ光子によるエネルギー付与	410
12.2.2 1.022MeV 以上のエネルギーを持つ光子によるエネルギー付与	414
12. 3 X線・ガンマ線検出器の効率	417
12. 4 NaI(Tl)シンチレーション検出器による光子の検出	419
12.4.1 NaI(Tl)検出器の効率	420
12.4.2 シンチレーション検出器のエネルギースペクトルの解析	422
12. 5 NE213 有機シンチレータによるガンマ線の測定	424
12. 6 比例計数管によるX線の検出	426
12. 7 Ge(Li)検出器によるガンマ線の検出	426
12.7.1 Ge(Li)検出器の効率	429
12.7.2 Ge(Li)検出器のエネルギー分解能	432
12.7.3 Ge(Li)検出器のエネルギースペクトルの解析	434
12.7.4 パルスのタイミング特性	438
12. 8 ガンマ線スペクトル測定装置としての高純度ゲルマニウム (hpGe) 検出器	439
12. 9 ガンマ線スペクトル測定装置としての CdTe 検出器 および HgI <sub>2</sub> 検出器	440
12.10 Si(Li)検出器によるX線の検出	441
12.11 結晶分光器によるX線の検出	444
12.11.1 結晶分光器の種類	447
12.11.2 結晶分光器のエネルギー分解能	448
演習問題	450
参考書	451
参考文献	452

## 13章 荷電粒子スペクトル測定

13. 1 序 論	454
13. 2 エネルギーストラグリング	455
13. 3 電子のスペクトル測定	460

13.3.1 電子の後方散乱	460
13.3.2 電子検出器のエネルギー分解能と応答関数	463
13.3.3 電子スペクトル測定装置のエネルギー校正	464
13.3.4 線源の作成	465
13. 4 アルファ粒子, 陽子, 重陽子, 三重陽子のスペクトル測定	466
13.4.1 アルファ粒子検出器のエネルギー分解能と応答関数	467
13.4.2 エネルギーの校正	467
13.4.3 線源の作成	468
13. 5 重イオン ( $Z > 2$ ) のスペクトル測定	469
13.5.1 パルス波高欠損	469
13.5.2 エネルギーの校正: シュミットの方法	472
13.5.3 校正用線源	473
13.5.4 核分裂箔の作成	473
13. 6 飛行時間スペクトル測定装置	474
13. 7 検出器テレスコープ ( $E \cdot dE/dx$ 検出器)	476
演習問題	477
参考書	478
参考文献	478

## 14章 中性子の検出とスペクトル測定

14. 1 序 論	480
14. 2 ( $n$ , 荷電粒子) 反応による中性子の検出	481
14.2.1 BF <sub>3</sub> 計数管	482
14.2.2 ホウ素被覆計数管	486
14.2.3 <sup>6</sup> Li( $n, \alpha$ ) 反応を利用した中性子検出器	487
14.2.4 <sup>3</sup> He 計数管	488
14. 3 核分裂計数管	490
14. 4 箔放射化による中性子測定	492
14.4.1 箔の放射能を計数して中性子束を求める方法	495
14. 5 陽子反跳法による中性子エネルギースペクトルの測定	497
14.5.1 陽子反跳スペクトルの微分アンフォールディング法	500
14.5.2 FERDOR アンフォールディング法	502
14.5.3 高速中性子スペクトル測定装置としての比例計数管	503
14.5.4 高速中性子スペクトル測定装置としての有機シンチレータ	507
14. 6 しきい放射化反応による高速中性子の検出法	510
14.6.1 SAND-II コード	512
14.6.2 SPECTRA コード	513

14.6.3 相対偏差最小化法 (RDMM)	513
14.7 結晶分光器による中性子エネルギーの測定法	514
14.8 飛行時間法	517
14.8.1 中性子速度選択器 (中性子チョッパ)	519
14.8.2 パルスイオンビーム	520
14.9 むすび	521
演習問題	522
参考書	523
参考文献	524

## 15章 放射化分析

15.1 序 論	526
15.2 最適核反応の選択	527
15.3 照射用試料の作成	530
15.4 放射線線源	531
15.4.1 中性子源	531
15.4.2 荷電粒子源	532
15.4.3 光子源	532
15.5 試料の照射	533
15.6 照射済み試料の測定	534
15.7 測定結果の解析	535
15.8 放射化分析の感度	537
15.9 妨害核反応	539
15.10 放射化分析法の利点と欠点	540
演習問題	540
参考書	541
参考文献	541

## 16章 保健物理の基礎

16.1 序 論	543
16.2 放射線の単位	544
16.3 生物学的効果比と線量当量	546
16.4 線量測定	549
16.4.1 荷電粒子による線量	550
16.4.2 光子による線量	553
16.4.3 中性子による線量	556

16.5 内部被曝と外部被曝：生物学的半減期	557
16.6 放射線の生物学的影響	561
16.7 線量当量限度	565
16.8 放射線防護用測定器	567
16.9 放射性同位元素の適切な使用法	570
演習問題	573
参考書	575
参考文献	576

## 17章 特殊な検出器およびスペクトル測定装置

17.1 序 論	577
17.2 自己出力型検出器	577
17.2.1 遅延応答型自己出力中性子検出器 (SPND)	579
17.2.2 即時応答型自己出力中性子検出器	583
17.2.3 自己出力型ガンマ線検出器 (SPGD)	584
17.2.4 ガンマ線サーモメータ (GT)	586
17.3 補償型電離箱 (CIC)	589
17.4 固体飛跡検出器 (SSTR)	590
17.5 熱ルミネセンス線量計 (TLD)	594
17.6 写真乳剤と原子核乾板	597
17.7 磁気スペクトロメータ	600
17.8 静電スペクトロメータ	602
17.9 位置敏感型検出器 (PSD)	603
17.9.1 位置敏感型半導体検出器	603
17.9.2 マルチワイヤ比例計数箱 (MWPC)	605
演習問題	606
参考書	606
参考文献	607

## 付 録

付録A 国際単位系，基礎物理定数とよく使用する変換係数	609
付録B 同位元素の原子量と他の性質の表	612
付録C よく用いられるアルファ粒子，ベータ粒子，ガンマ線の線源の表	614
付録D 光子の減弱係数の表	618
付録E ビルドアップ係数の表	622

索引 ..... 623

演習問題解答 ..... 635