

作业 3.1 HpGe探测器 γ -刻度

文件

- 实验数据文件 在jupyter 上 ROOT Tutorial/gamma.root, 文件中包含一维直方图TH1F* h0
- h0 中的能谱每个 bin 的宽度为 0.2。

1. 探测器能量刻度

1. 将 h0 谱与 ^{152}Eu 和 ^{133}Ba 的能谱进行对比, 找出 h0 中道值为: 102、136、239、266、288、323、332、688、762、843、969、1217的12个 γ -峰的位置。
- **Tips:** HPGe探测器能量(keV)与测量值(bin, 称为道值, ch)有较好的线性关系, 刻度公式 $E = a_0 + a_1 \cdot ch + a_2 \cdot ch^2$ 中 a_2 系数很小。
 1. 通过对比数据与放射源中能量-强度分布特征, 找到已知能量的两个峰, 得到它们的道值。
 2. 按线性关系对上述两点进行拟合, 然后用此系数对h0进行粗刻度, 从而找到其他 γ 射线的能量和道值。
1. 对上述峰分别进行高斯拟合(鼓励选取更多的峰拟合), 得到峰位和峰位误差。将每个峰的峰位(含峰位误差)与峰能量(keV)值填在 TGraphErrors 中。分别利用一次/二次多项式进行拟合, 得到拟合系数。
 - 具体做法参照ROOT Tutorial目录下TGraphErrors文档
2. 用拟合系数重新生成新的能谱 h1/h2 (一次/二次)。
 - 具体做法参照ROOT Tutorial目录下TH1文档
3. 利用残差图评估能量刻度效果。将刻度后获得峰位能量 E'_γ 与标准源给出的峰能量 E_γ 做差得到残差(Residual): $\Delta E_\gamma = E_\gamma - E'_\gamma$, 做出残差图 $\Delta E_{\text{gamma}} E_\gamma$ (横坐标为标准源能量, 纵坐标为残差)。比较一次/二次多项式的区别。残差在1keV内认为刻度效果比较好。
 - 阅读 [用残差图评估拟合结果 \(Residual_plot.html\)](#), 理解如何利用Residual plot评估拟合结果。

2. 探测器峰宽刻度

1. 在进行能量刻度时, 直接采用高斯拟合提取峰位是足够准确的。但计算峰位面积、提取半宽时, 需要考虑本底的因素。因此需要调整峰位拟合函数, (为了简化难度) 这里考虑本底为线性本底, 将拟合函数更改为: 高斯+一次多项式。
2. 每个峰位的半宽与峰位能量是有一定的依赖关系的。应用上面拟合的每个峰的 σ , 计算出每个峰位的半宽。
3. 画出半宽-能量的二维散点图(TGraph)。选择二次函数对数据点进行拟合。
4. 评估刻度效果。

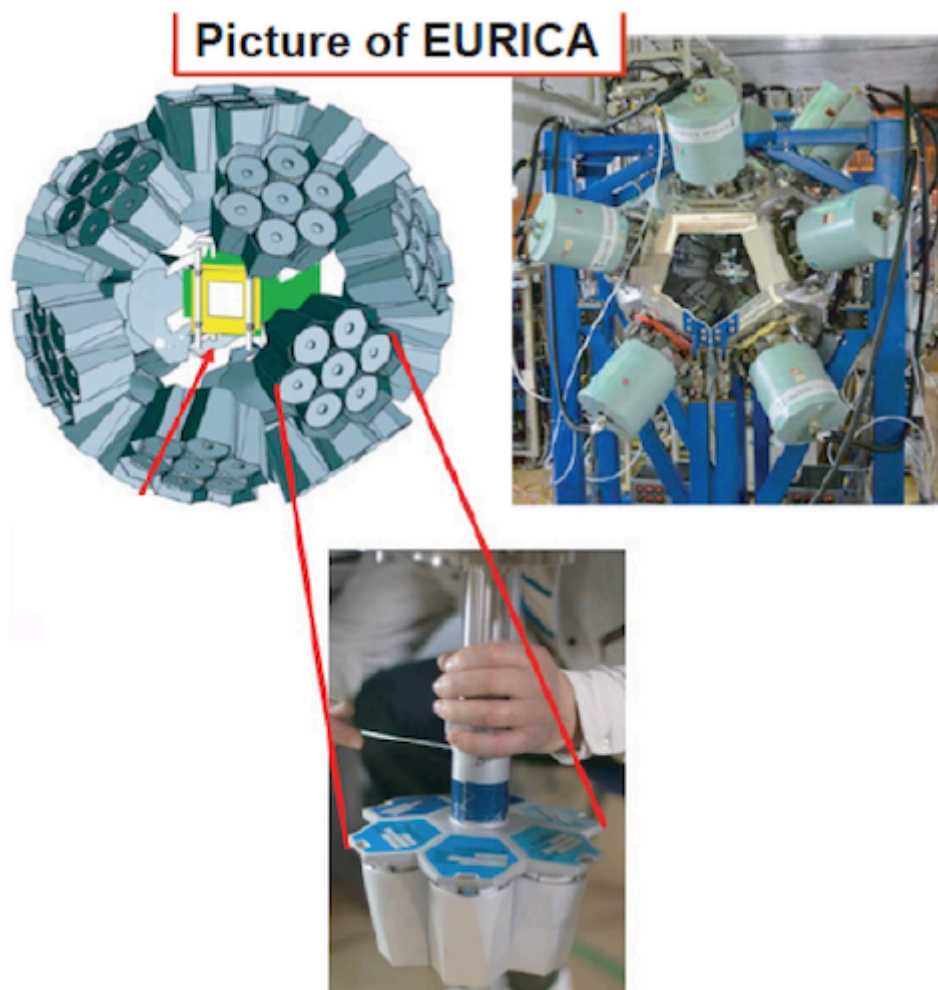
3. 探测器效率刻度 (选做)

- 建议辐射防护方向, 核物理实验方向同学选做。
1. 计算每个 γ 峰的峰计数, 并计算峰面积误差。
 2. 应用已知参数(源活度、测量时长、分支比等)和各个物理量的关系(探测效率的定义公式), 计算每个峰的探测效率。
 3. 参照 HPGe gamma 探测器刻度方法, 对探测效率曲线进行拟合。
 4. 评估刻度效果。

实验装置与相关数据

Eurica γ - 探测阵列

由12个Euroball Cluster探测器组成，每个 Cluster 由7个单元按照花瓣的方式排列。每个探测器距放射源相距 22 cm。



实验信息

数据为 2012 年在 RIKEN 的 BigRIPS 束流线上进行的 Eurica Campaign 实验的 $^{152}\text{Eu}+^{133}\text{Ba}$ 刻度数据，数据中先将每个探测器中 7 个单元的事件按照 add-back 模式相加，12 个探测器的事件再相加成单个 γ -能谱。探测阵列中各探测单元的性能非常接近，因此我们用相加的数据来考察探测阵列的整体性能。

探测器详情参见 [Installation and commissioning of EURICA – Euroball-RIKEN Cluster Array](https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0168583X13003182).
(<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0168583X13003182>).

刻度放射源信息

- 出厂时间：1998年1月1日
- 出厂活度： ^{152}Eu : 40.9 kBq, 5% 不确定度； ^{133}Ba : 42.2 kBq, 3% 不确定度
- 测量起始时间：2013年2月13日
- 测量时间间隔：7442 s
- 半衰期：请自行查阅相关资料。

按照放射源的信息，计算测量期间 ^{152}Eu 和 ^{133}Ba 放射源各自的衰变数目 N_0 .