

## 符合测试:

符合测试通常指将来源于两个或多个不同探测器上的信号送入符合电路,只有当各个输入信号在设定的符合分辨时间内同时到达,电路才输出一个符合脉冲,如果信号到达时间差超出了分辨时间窗口,则不产生输出,用于判断两个或多个事件是否在时间上同时发生。

在广义上,“符合”的本质是多探测器之间的特定逻辑关系,并不局限于时间符合,它可以拓展到能量,空间,粒子种类等多个维度。例如,为了鉴别不同质量的粒子,通常使用  $\Delta E$ - $E$  望远镜法,通过粒子穿过一薄一厚两层阻止探测器,在第一个探测器损失部分能量,输出一个  $\Delta E$  信号,再在第二层探测器中沉积剩余能量,输出一个  $E$  信号,只有当在  $\Delta E$ - $E$  图像中,粒子落在特定的曲线上,才被判定为一个有效事件。

## 为什么要进行符合测试?

### 1. 甄别物理上真正相关的事件

例如:粒子  $\beta$  衰变后产生一个  $\beta$  粒子和一个  $\gamma$  光子,当探测器 A 探测到  $\beta$  粒子,同时探测器 A 探测到伴随的  $\gamma$  光子,就能确认它们来自同一个核衰变,而非两个互不相关的本底事件。

### 2. 抑制随机本底

单个探测器存在大量的噪声、宇宙射线等,随机符合的计数率为

$$N_{acc} = 2\tau \cdot N_1 \cdot N_2$$

其中  $N_1$  和  $N_2$  指两路各自的单道计数率,  $\tau$  指符合分辨时间。在  $\tau$  很小的条件下随机符合率远小于单路计数率,从而极大提高信噪比。

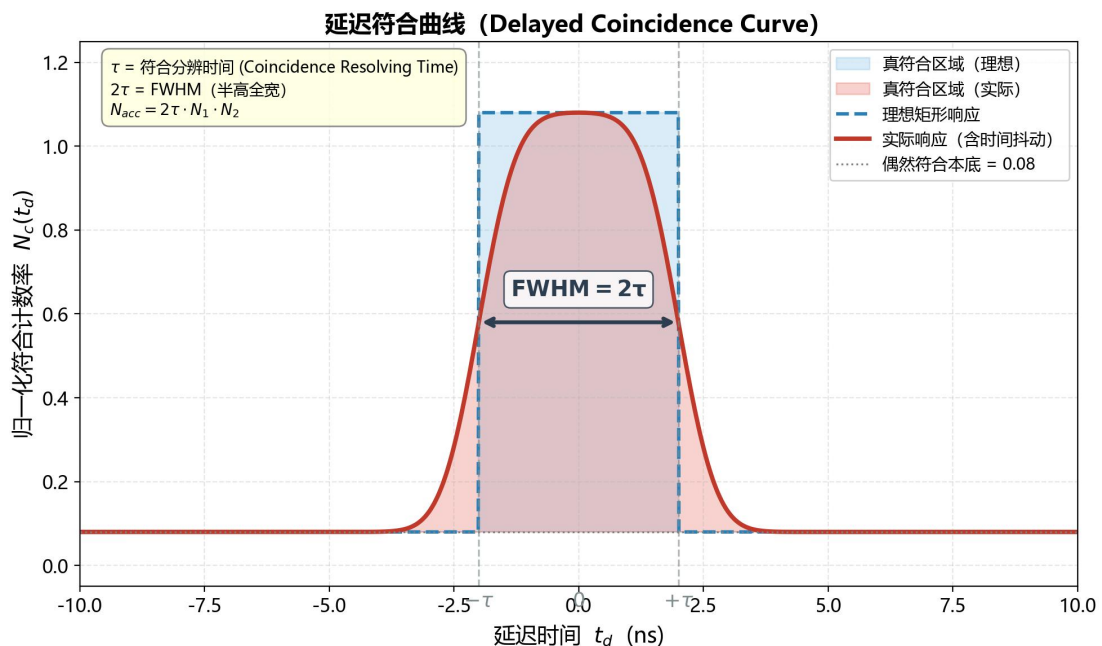
### 3. 实现逻辑判选

在物理实验中,符合和反符合用于构成触发逻辑,只记录你关心的物理事件,避免被海量数据淹没。

## 为什么时间分辨率的测量要用符合信号来测量?

符合分辨时间  $\tau$  本身就是时间分辨率的度量

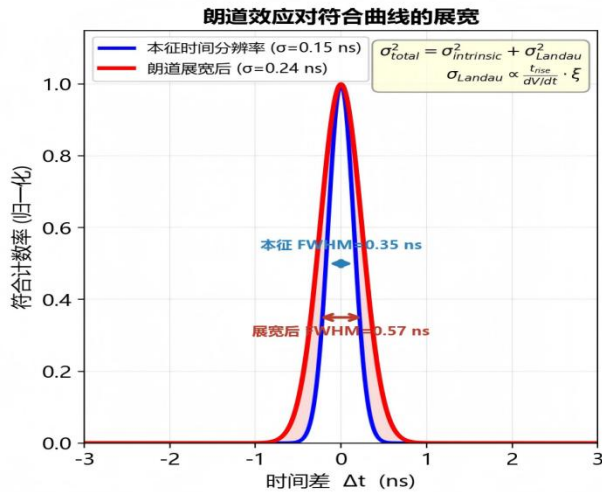
**符合曲线:** 在符合测试的两个探测器其中之一加入可变延迟线,逐步改变  $t_d$ , 记录符合计数率  $N_c$  随  $t_d$  变化的曲线。



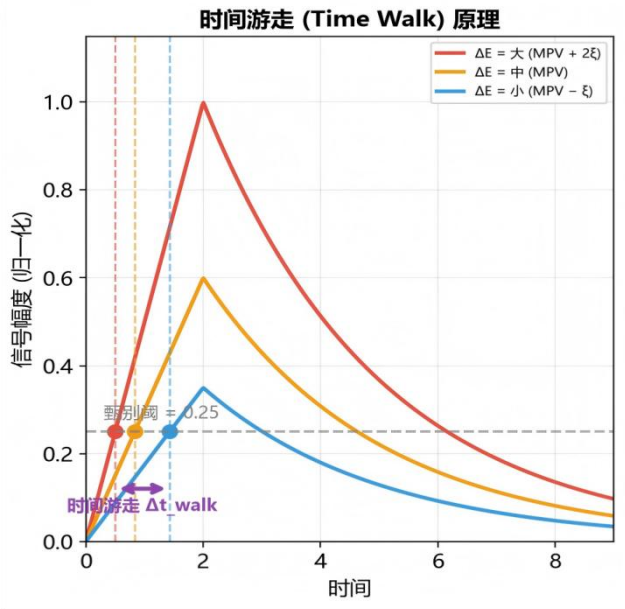
曲线的半高全宽(FWHM)等于  $2\tau$ ,  $\tau$ 即为系统能分辨“同时”的最小时间边界。FWHM 越小,时间分辨率越高。

## 什么是朗道效应?

朗道效应指高能带电粒子在通过薄探测器时,少数可能会与介质粒子发生大的能量转移,如产生 $\delta$ 电子,导致能量损失不再满足高斯分布,在 高能部分出现较长的拖尾,即朗道分布。朗道效应带来的对时间分辨率的影响可以体现在符合曲线上。



由于朗道效应,能量损失的分布变得不均匀,导致探测器采集到的信号幅度发生涨落,由于前沿定时甄别器是通过信号越过某一阈值进行判断的,信号幅度的涨落会导致信号的过阈时间发生晃动(时间游走效应)。最终在符合测试中,我们需要比较的两个探测器信号的到达时间差  $\Delta t$  就不再是一个固定值,而是在有一个范围内随机波动,那么符合曲线上的“峰”就会被展宽,劣化符合测量的时间变化率。



## 怎么消除信号幅度不一致带来的误差?

### 1. 使用恒比定时(CFD)

前沿定时的根本问题是按绝对阈值触发,收到信号幅度影响较大,恒比定时将甄别阈设定为峰值的固定比例,若峰值发生变化,则阈值也发生变化,可以减轻信号幅度变化带来的影响。

### 2. 使用 ToT (Time-over-Threshold, 脉宽校正)

在实验之前,对时间游走曲线进行标定,可以使用已知的放射源或脉冲发生器,测量不同信

号幅度下真实的到达时间与测量到的  $\Delta t$  之间的差值  $\Delta t_{walk}$ , 得到函数

$$\Delta t_{walk} = f(ToT)$$

ToT 即为  $\Delta t$ 。之后在每个时间到来时, 通过根据测到的 ToT 查找对应的  $\Delta t_{walk}$ , 再计算校正后的精确时间

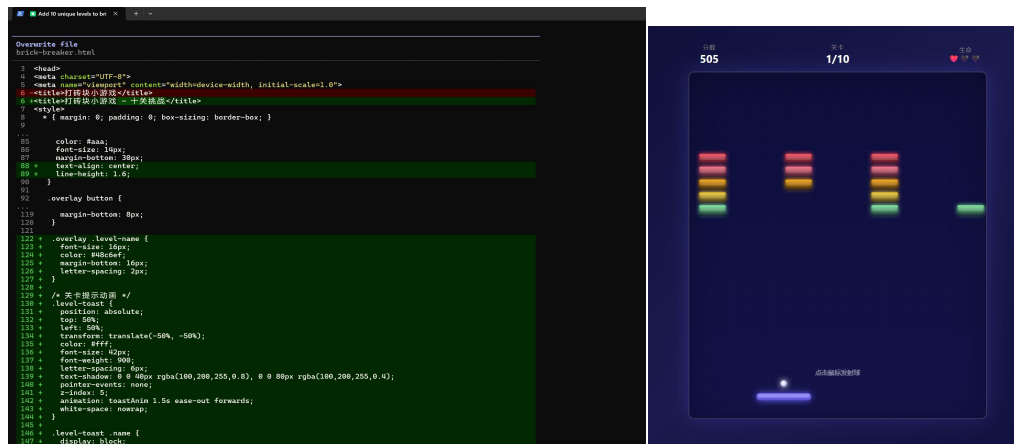
$$t_{corrected} = t_{trigger} - \Delta t_{walk}$$

### 3. 加厚探测器

薄探测器中粒子碰撞次数少, 能量损失的统计涨落较大。探测器较厚时, 碰撞次数增多, 由于中心极限定理, 能损分布趋近于高斯分布, 从物理层面减少了朗道效应的影响, 缺点是会牺牲位置分辨率, 且对部分探测器不适用。

## 安装 Claude Code, 使用 deepseek api 并写一个小游戏

做了一个打砖块小游戏, 并加入不同关卡



### 关于上次作业

我所设计的光刻板为正胶, 未被光刻板覆盖的区域将发生光分解。

Klayout 本身似乎并不能保存对图层的重命名, 如果保存为.oas 文件则无法正常显示中文图层名, 所以我将对图层的重命名保存为.lyp 文件, 与.gds 文件一起发送, 查看时加载.lyp 文件即可看到图层名。