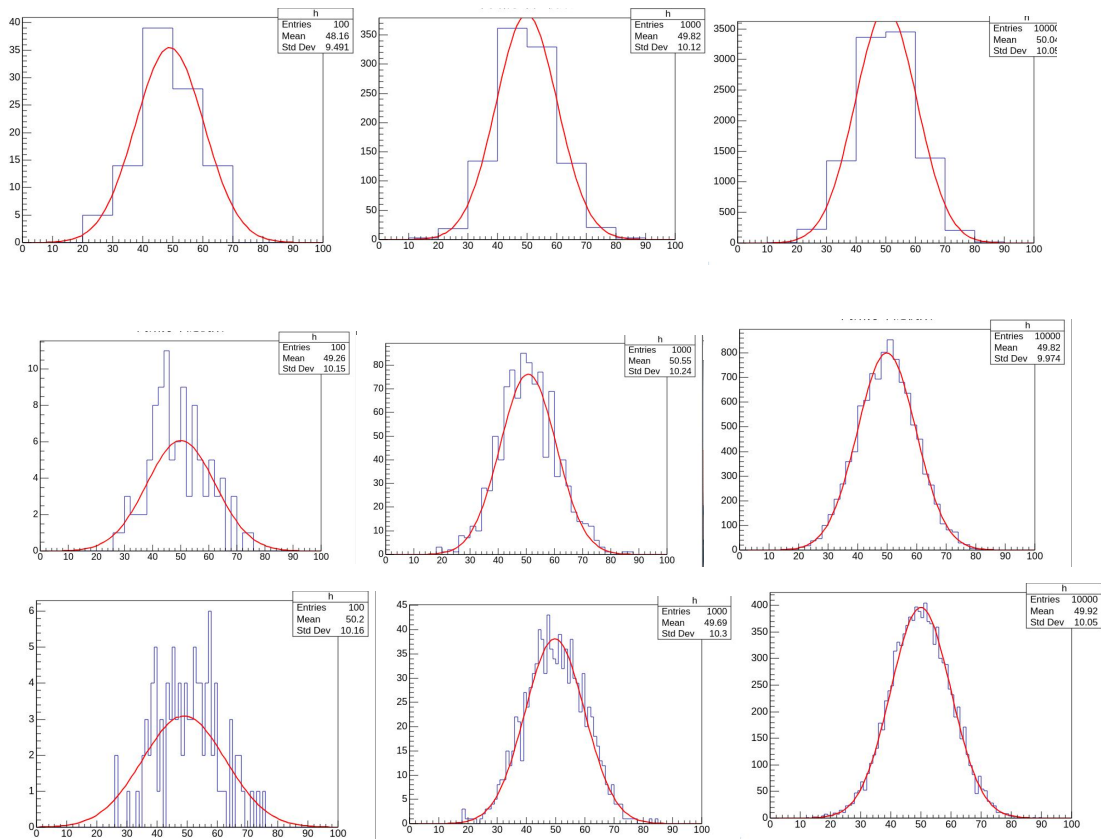


5.18 科创

1、利用 ROOT 生成数量为 N 的随机数，服从均值为 50，标准差为 10 的高斯分布，并拟合，比较不同 N 、不同 bin 大小对拟合结果的影响。



(从左到右 N 依次为 100, 1000, 10000; 从上到下 bin 依次为 10, 50, 100)

由图像可知 N 越大，数据越多，随机性造成的影响越小，生成的数据分布越接近高斯分布；bin 越大，对数据的分类越精细，越能体现数据的分布。

```

void gauss_fit(int N = 1000, int bins = 30) {
    // 1. 创建随机数生成器
    TRandom3 *r = new TRandom3(0); // 0 表示用时间做种子, 每次不同

    // 2. 创建一个直方图, 范围 0 到 100, 分成 bins 个格子
    TH1F *h = new TH1F("h", "高斯分布随机数", bins, 0, 100);

    // 3. 生成 N 个随机数, 均值 50, 标准差 10
    for (int i = 0; i < N; i++) {
        double x = r->Gaus(50, 10);
        h->Fill(x);
    }

    // 4. 画直方图
    h->Draw();

    // 5. 用高斯函数拟合
    TF1 *f = new TF1("f", "gaus", 0, 100);
    h->Fit(f, "R"); // "R" 表示只在直方图范围内拟合
}

```

附：

2、简述插值和拟合的区别，试各举一例应用以及常见的插值和拟合的原理，如何评估拟合质量的优劣？

特性	插值	拟合
是否经过已知点	必须 精确 经过所有数据点	不要求经过已知点，只要求整体趋势接近
适用场景	数据 非常精确 （如实验值无误、表格数据中间值估算）	数据 存在测量误差 ，需要提取规律或预测
函数形式	通常为分段低次多项式（样条、拉格朗日）或高次多项式	常用低次多项式、指数、高斯等简单形式
对噪声敏感度	敏感（会保留噪声）	不敏感（能平滑噪声）
主要目的	在已知点之间加密数据、恢复连续函数	揭示变量关系、外推预测、参数提取

一句话总结：插值是“通过每个已知点”，拟合是“接近这些点但不一定穿过”。

插值要求函数必须经过所有数据点；拟合只需函数整体趋势与数据分布接近

1. 常见插值方法原理

(1) 拉格朗日插值 (多项式插值)

- 原理: 对于 $n+1$ 个点 (x_i, y_i) , 构造一个次数 $\leq n$ 的多项式 $P(x)$, 使 $P(x_i) = y_i$ 。

$$P(x) = \sum_{i=0}^n y_i L_i(x), \quad L_i(x) = \prod_{j \neq i} \frac{x - x_j}{x_i - x_j}$$

- 缺点: 高次多项式在端点处容易剧烈振荡 (龙格现象)。

(2) 分段线性插值

- 相邻点用直线连接, 简单稳定, 但导数不连续。

(3) 三次样条插值

- 原理: 每段区间用三次多项式, 保证函数值、一阶导数、二阶导数在节点处连续 (自然边界条件)。

- 优点: 平滑、无龙格现象, 是最常用的插值方法之一。

2. 应用实例

图像缩放: 将一张 100×100 的图像放大到 200×200 , 需要计算新像素点的颜色值。
常用**双线性插值** (先在x方向线性插值, 再在y方向线性插值), 得到平滑连续的效果, 避免马赛克。

2. 应用实例

物理实验——放射性衰变: 测量不同时间的计数 $N(t)$, 已知理论为 $N(t) = N_0 e^{-t/\tau}$ 。
通过最小二乘法拟合指数曲线, 可提取**半衰期** $T_{1/2} = \tau \ln 2$ 。
拟合不要求每个点精确经过, 因为计数存在统计涨落。

1. 常见拟合方法原理: 最小二乘法

核心思想: 给定一组点 (x_i, y_i) , 选择函数形式 $y = f(x; \mathbf{a})$ (\mathbf{a} 为参数), 使得残差平方和最小:

$$S = \sum_{i=1}^n [y_i - f(x_i; \mathbf{a})]^2 \rightarrow \min$$

- 线性拟合:** $f(x) = a + bx$, 可直接通过求偏导得到解析解。

- 非线性拟合:** 如 $f(x) = Ae^{-x/\tau} + C$, 需迭代算法 (如高斯-牛顿法、Levenberg-Marquardt法)。

采用多种指标来评判拟合, 如: 决定系数 R^2 , 卡方检验, 残差等

3、简述目前已知的的基本粒子,简述粒子的分类,各类粒子的共同属性,并举出各类粒子中至少三种实例。

基本粒子:

上夸克, 粲夸克, 顶夸克, 下夸克, 奇异夸克, 底夸克, 电子中微子, 缪子中微子, 陶子中微子, 电子, 缪子, 陶子, 光子, 胶子, W/Z 中间玻色子

粒子分类:

强子 — 参与强相互作用的粒子, 中性或带电。又可分为重子和介子。

如: 质子、中子、各类超子等; π^+ 、K 等

(重子: 自旋为 $1/2$ 和半整数的强子, 由三个夸克组成, 是费米子, 服从费米-狄拉克统计规律; 介子: 自旋为整数的强子, 由夸克和反夸克组成, 是玻色子, 服从玻色-爱因斯坦统计规律。)

轻子 — 不参与强相互作用的粒子, 自旋为 $1/2$, 中性或带电。

如: 电子、 μ 子、 τ 子等

场粒子 — 自旋为 1, 传递相互作用的媒介子, 又称矢量规范玻色子。

如: 光子、胶子、W、Z 中间玻色子

4 为什么径迹探测器主要通过电磁相互作用力测量粒子信息?

带电粒子穿过介质时, 主要通过电磁相互作用与物质中的原子核和电子发生作用这些过程产生可探测的信号, 可从这些信号推测出粒子信息。

强相互作用作用程极短, 无法持续作用。

弱相互作用概率太小, 在探测器中几乎不作用, 无法用于径迹探测。

微观粒子的引力作用相较于其电磁相互作用十分微小可忽略。