

第三章 补充作业

习题 3.1. 假设二维随机变量 (r, θ) 表示二维平面上的某点的极坐标。写一段程序，产生 1000 对 (r, θ) ，使其代表的点在以圆点为圆心的单位圆内均匀分布。

习题 3.2. 写一段程序，用蒙特卡罗方法计算下面的定积分：

$$\int_0^1 \frac{e^{-x}}{\sqrt{x}} dx$$

习题 3.3. 假设利用加速器产生了从原点出发沿 z 轴正向运动的单能 K_s^0 粒子，能量 $E_K = \frac{M_K^2 c^2}{2m_\pi}$ 。 K_s^0 粒子平均寿命为 τ ，在实验室系飞行一段距离后衰变成 $\pi^+\pi^-$ 粒子对。在 K_s^0 质心系中， π^\pm 的角分布各向同性。粒子束流前放置了一个圆盘状的探测器以记录末态粒子 π^\pm ，圆盘半径 $R = 7\text{ cm}$ ，轴线与 z 轴重合，距离原点 $D = 14\text{ cm}$ 。见图 3.1。

末态粒子对 $\pi^+\pi^-$ 同时击中探测器则表明探测到了 K_s^0 粒子的衰变。求探测器的接受效率。（已知质量 $M_K = 0.498\text{ GeV}/c^2$ ， $m_\pi = 0.140\text{ GeV}/c^2$ ，寿命 $\tau = 8.954 \times 10^{-11}\text{ s}$ ，光速 $c = 3 \times 10^8\text{ m/s}$ 。）

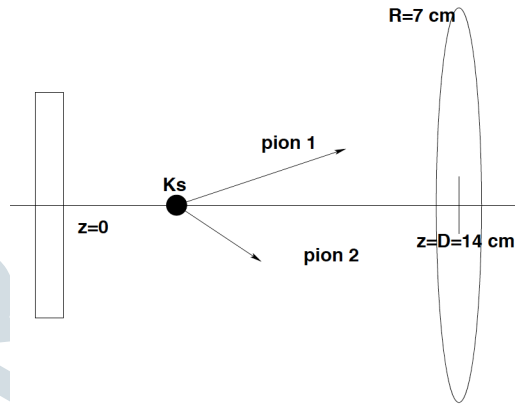


图 3.1: 关于探测效率的估计的示意图。

习题 3.4. 假设粒子在穿过气体时可以发生两种相互独立的过程 A 和 B 。如果仅存在 A 过程，其平均自由程为 L_A ，即粒子从发生上一次 A 过程到发生一下次 A 过程之间飞行的距离 $X \sim f_A(x) = \frac{1}{L_A} e^{-x/L_A}$ 。如果仅存在 B 过程，其平均自由程为 L_B ，即粒子从发生上一次 B 过程到发生一下次 B 过程之间飞行的距离 $X \sim f_B(x) = \frac{1}{L_B} e^{-x/L_B}$ 。请问：在 A 过程和 B 过程同时存在的情况下，粒子的平均自由程是多少？可解析计算，也可用蒙特卡罗方法计算（取 $L_A = 1\text{ cm}$ ， $L_B = 2\text{ cm}$ ）。