



物理学国家级实验教学示范中心

National Demonstration Center for Experimental Physics Education

堅守 · 奮斗

# 相对论效应实验

主讲：王振坤





# 主要内容

堅守 · 奮鬥

01 | 背景知识

02 | 实验目的

03 | 实验原理

04 | 实验仪器

05 | 实验内容

06 | 注意事项

07 | 实验问题



# 背景知识

堅守·奮鬥

01

所有物理定律在所有惯性参照系中均具有完全相同的形式——爱因斯坦对性原理

02

在所有惯性参照系中光在真空中的速度恒定为 $c$ ，与光源和参照系的运动无关——光速不变原理

## 狭义相对论



# 实验目的

堅守 · 奮斗



**学习狭义相对论的基本理论**



**掌握狭义相对论动能动量的测量方法**



**掌握验证实验的实验设计思路**



# 实验原理

堅守 · 奮斗

对静止质量为 $m_0$ ，速度为 $v$ 的物体，狭义相对论定义的动量 $P$ 为：

$$p = \frac{m_0 v}{\sqrt{1 - \left(\frac{v}{c}\right)^2}} = mv$$

运动物体的相对论总能量 $E$ 为

$$E = mc^2$$

这就是著名的质能关系。 $mc^2$ 是运动物体的总能量，当物体静止时 $v=0$ ，物体的能量为 $m_0c^2$ ，称为静止能量，两者之差就是物体的动能 $E_k$ ，即

$$E_k = mc^2 - m_0c^2$$



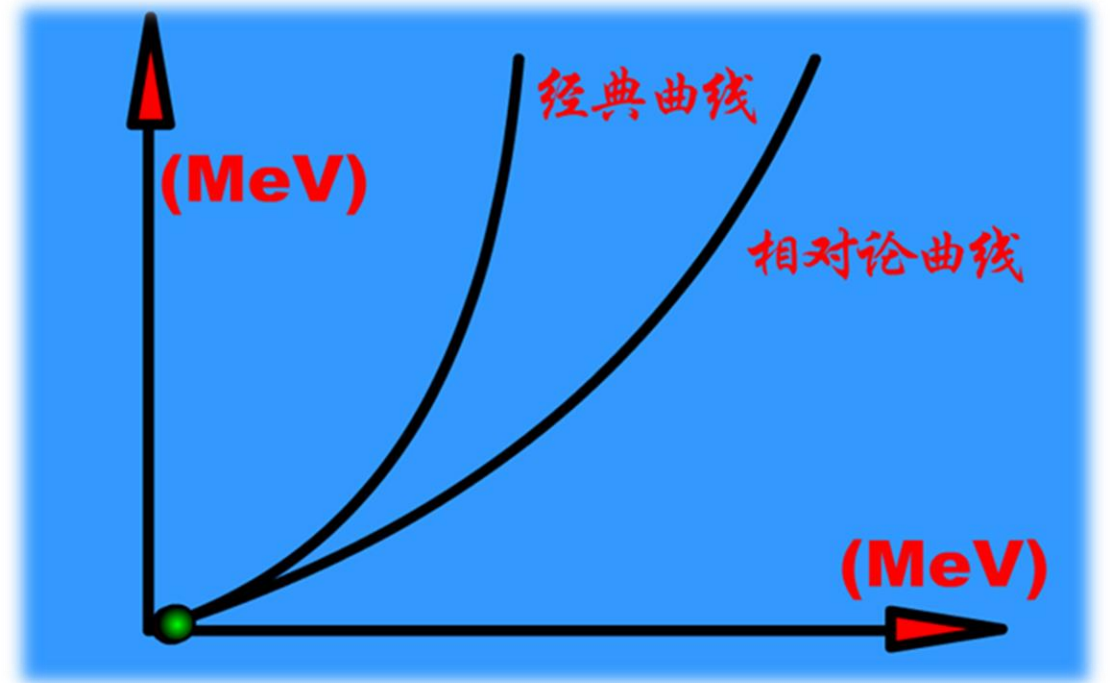
# 实验原理

堅守 · 奮斗

经典力学中的动能动量关系

$$E_K = \frac{p^2}{2m_0}$$

$$E_k = E - E_0 = \sqrt{(pc)^2 + (m_0c^2)^2} - m_0c^2$$

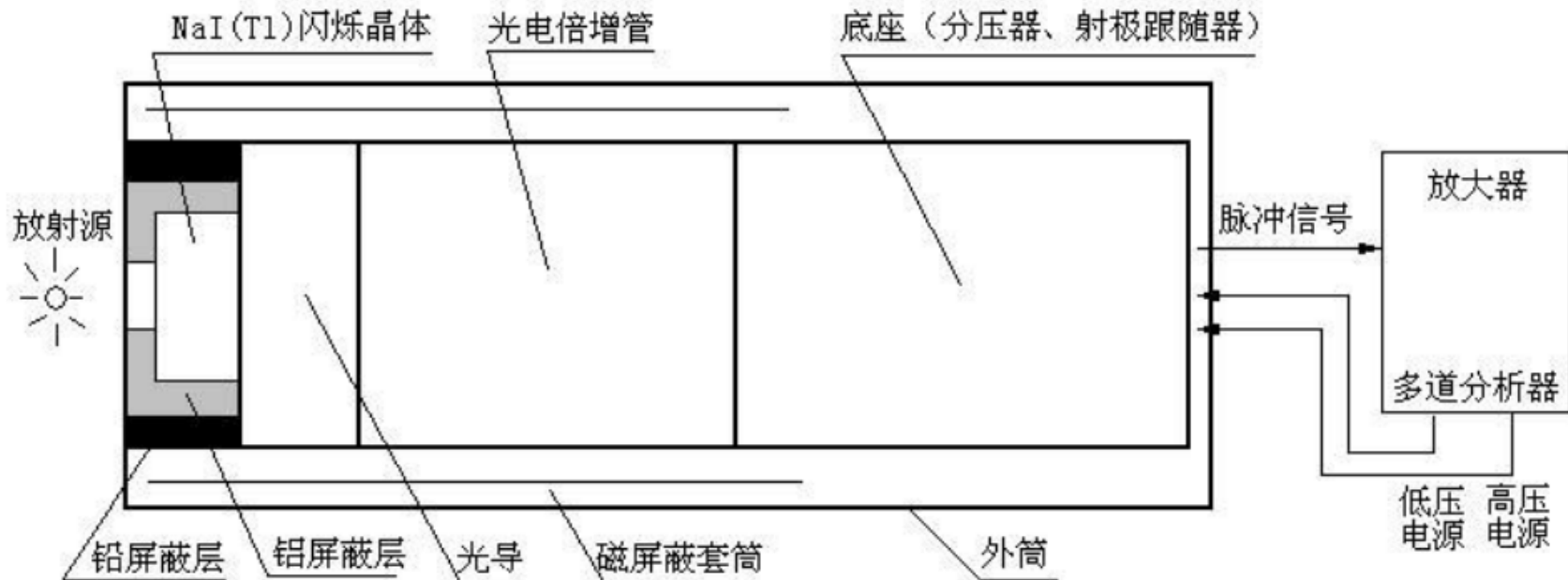
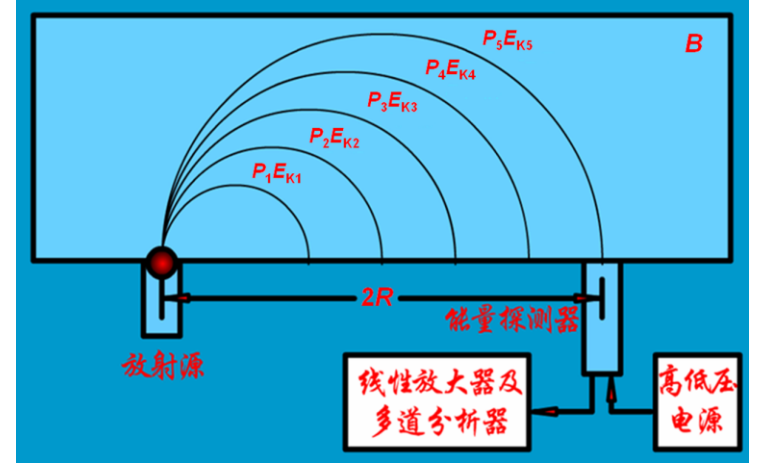
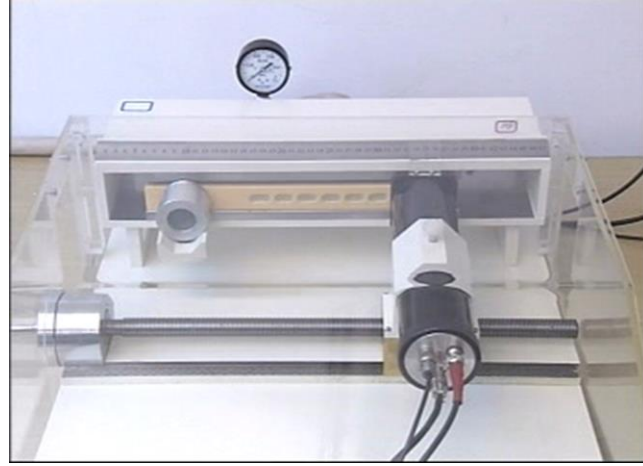




# 实验仪器

坚守·奋斗

## 结构示意图





# 实验内容

堅守 · 奮斗

在磁场外距**b**源  $\Delta x$ 处放置一个**b**能量探测器来接收从该处出射的**b** 粒子，则这些粒子的能量（即动能）可由探测器直接测出，而粒子的动量值即为：

$$P = eBR = eB\Delta x / 2$$

由于**b**源射出的 **b**粒子具有连续的能量分布，因此探测器在不同位置就可以测得一系列不同的能量与对应的动量值。这样就可以用实验方法确定测量范围内动能与动量的对应关系，进而验证相对论给出的这一关系的理论公式的正确性。





# 实验内容

堅守·奮斗

根据最小二乘原理用线性拟合的方法求动能 $E_K$ 和道数 $CH$ 之间的关系:

$$E_K = a + b \times CH$$

代入定标数据求出 $a$ 和 $b$ , 进而得到 $E_K$ 和 $CH$ 之间的关系表达式。



# 注意事项

堅守 · 奮斗

01

为保证使用安全，拿放射源要带手套

02

使用电脑软件的时候操作稍微慢一点

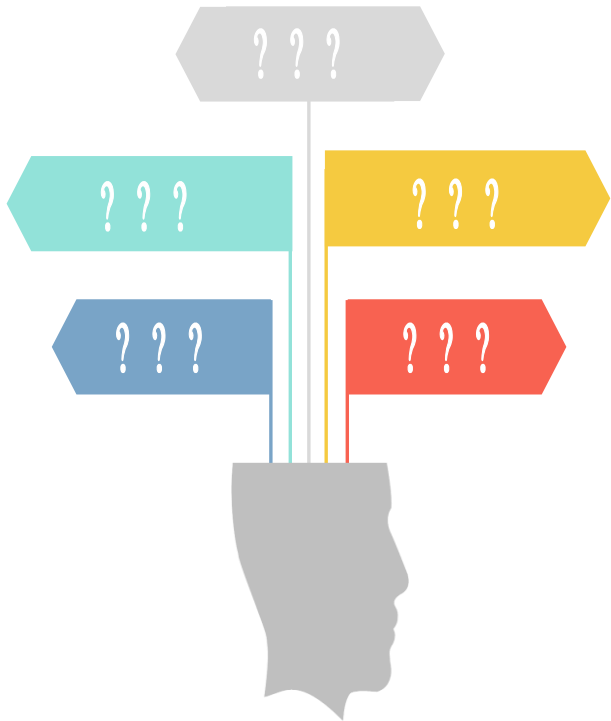
03

实验报告包括定标关系图和动能动量关系两张图。其中动能动量关系图包括经典下和相对论条件下的两个曲线



# 实验问题

堅守 · 奮斗



01

动能 $E_k$ 需要修正几次?

02

动量或者说磁场B需要修正吗?

03

什么叫做定标?



# 物理学国家级实验教学示范中心

National Demonstration Center for Experimental Physics Education

堅守 · 奮斗

## 本次课程结束， 祝同学们实验顺利！

