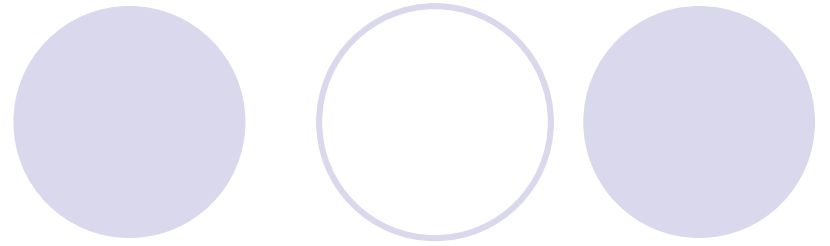
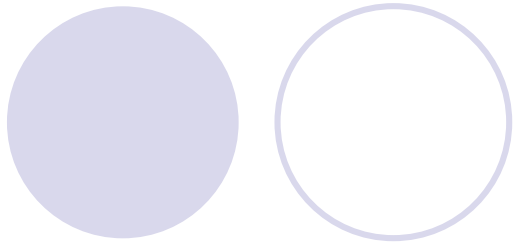


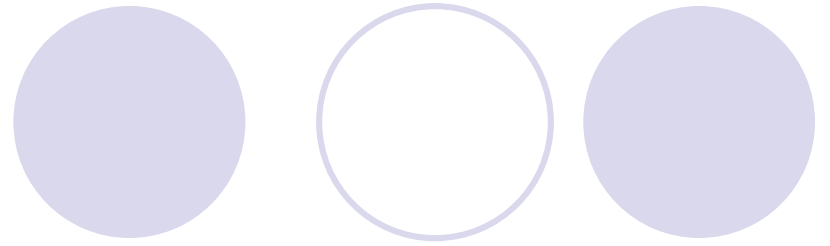
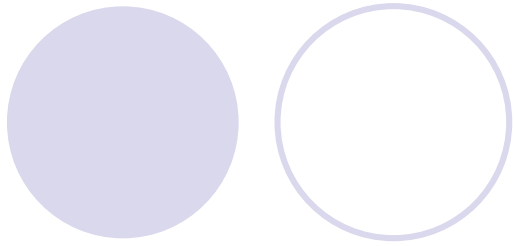
# 电子射线的磁聚焦和电子 荷质比的测定

空间科学与应用物理系



## [实验目的]

- 1.掌握电子射线**磁聚焦**的基本原理，加深对电子(及带电粒子)在磁场中运动规律的理解；
- 2.通过用零电场法测电子的荷质比，学习科学实验的分析方法和培养学生科学实验的探索精神。

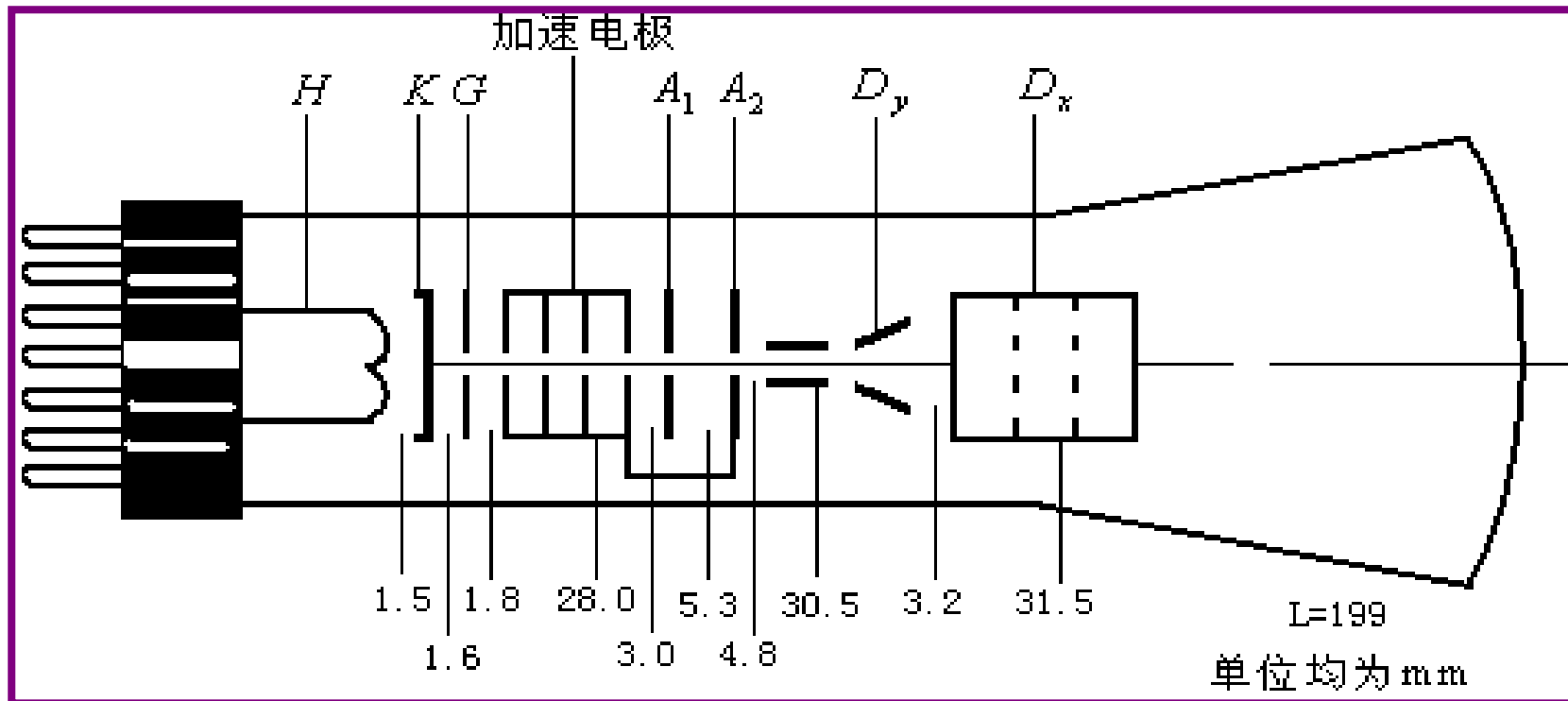


## [实验仪器]

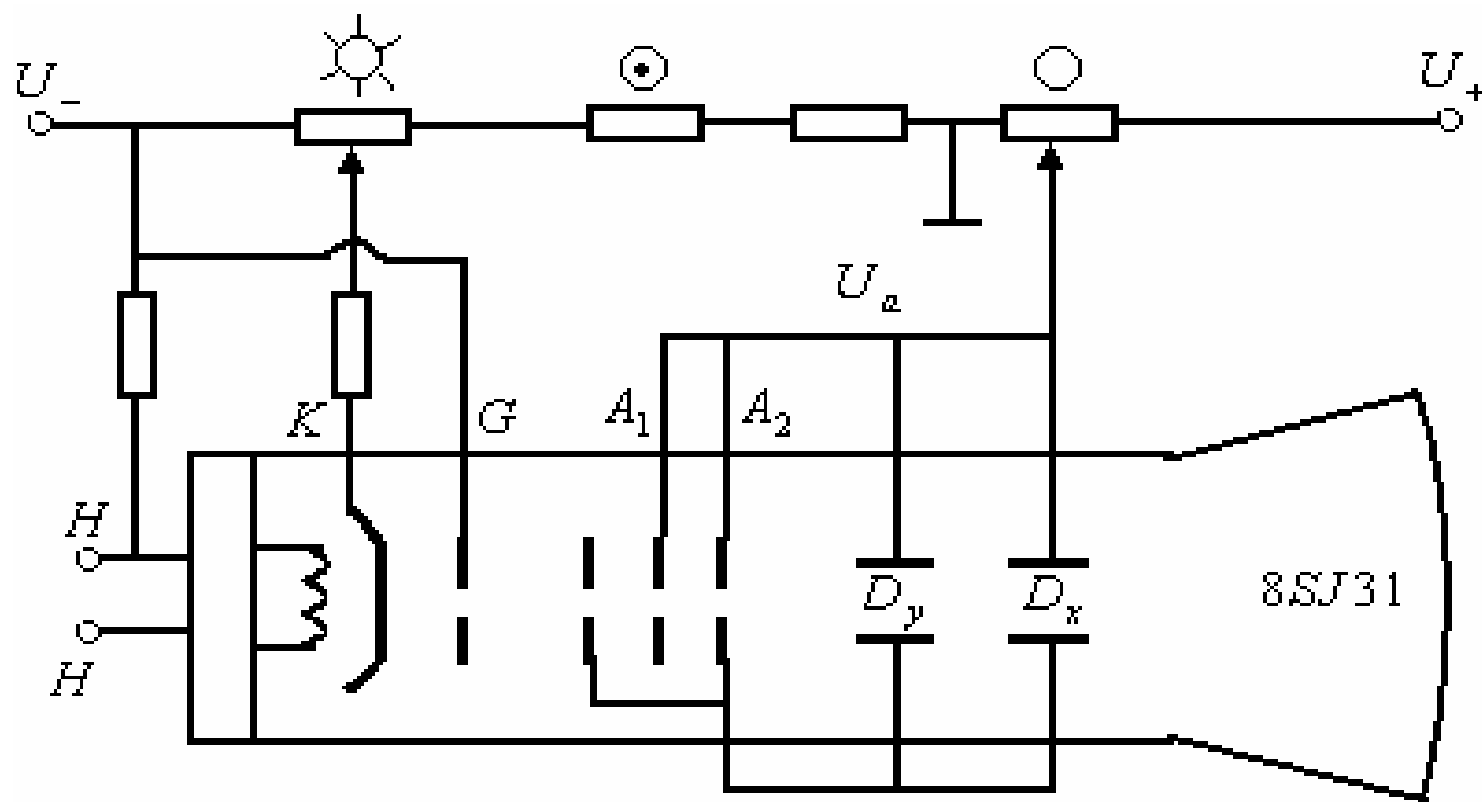
- **EMB-2型电子射线电子比荷测定仪、励磁电源、励磁螺线管、导线。**

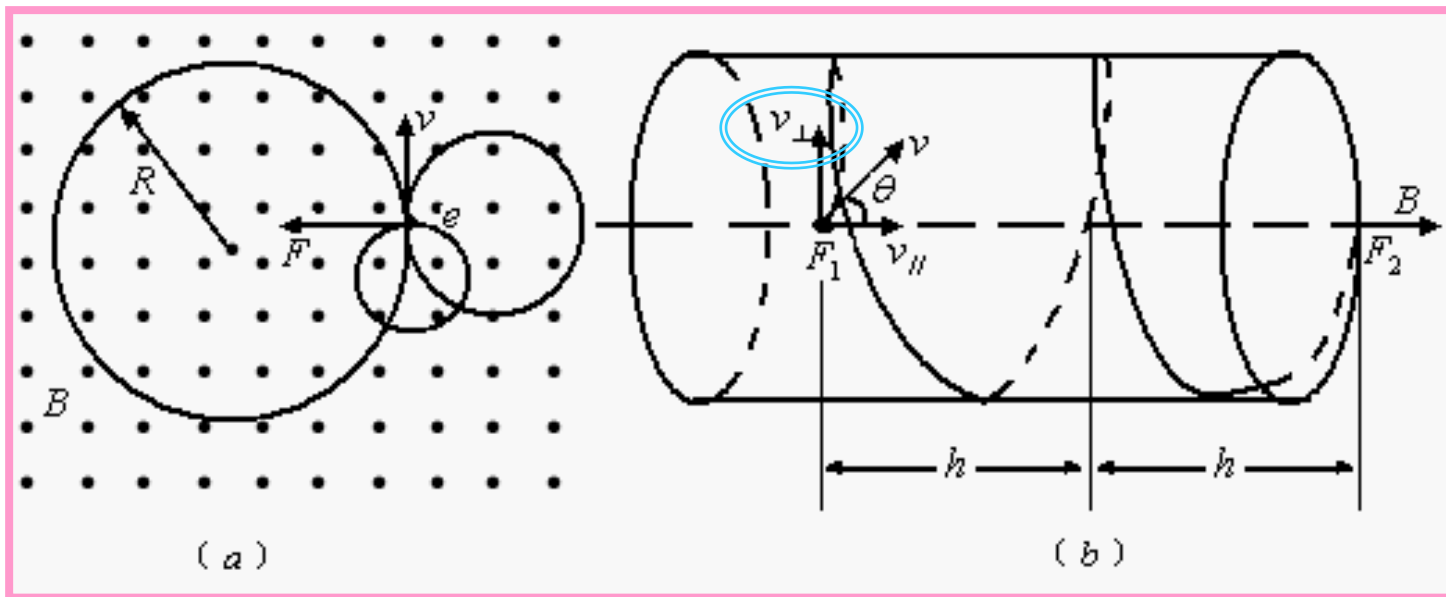
# [实验原理]

## 1. 示波管



## 二、电子射线的磁聚焦原理(电场为零)



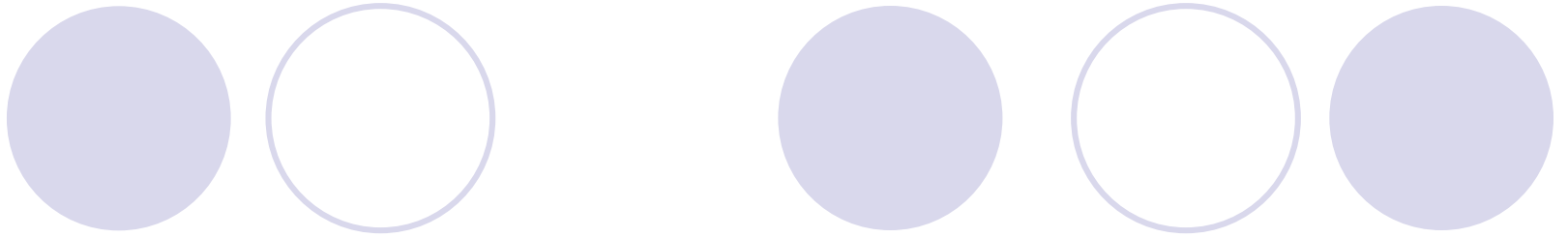


在均匀磁场  $B$  中以速度  $v$  运动的电子，受到洛伦兹力  $F$  的作用，当  $v$  和  $B$  垂直时，

$$F = evB = m \frac{v^2}{R}$$

电子运动轨道的半径为：
$$R = \frac{mv}{eB}$$

电子绕圆一周所需的时间(周期) $T$ 为：
$$T = \frac{2\pi R}{v} = \frac{2\pi m}{eB}$$



- 其螺距为:

$$h = v_{//} T = \frac{2\pi m}{eB} v_{//}$$

对于从**第一聚焦点 $F_1$** 出发的不同电子，虽然径向速度不同，所走的圆半径不同，但只要轴向速度相等，并选择合适的轴向速度和磁感应强度，使电子在经过的路程中恰好包含有**整数个螺距**，这时电子射线又将会聚于一点，这就是电子射线的磁聚焦原理。

### 三、零电场法测定电子荷质比

- 忽略电子离阴极时的速度（因为比较小），电子运动的速度就由加速电压决定： $\frac{1}{2}mv^2 = eU_a$  因 $\theta$ 角很小，近似

$$v_{//} \approx v = \sqrt{\frac{2eU_a}{m}}$$

可见电子在均匀磁场中运动时，具有相同的轴向速度。但因 $\theta$ 角不同，径向速度将不同。因此，它们将以不同的半径和相同的螺距作螺旋线运动。



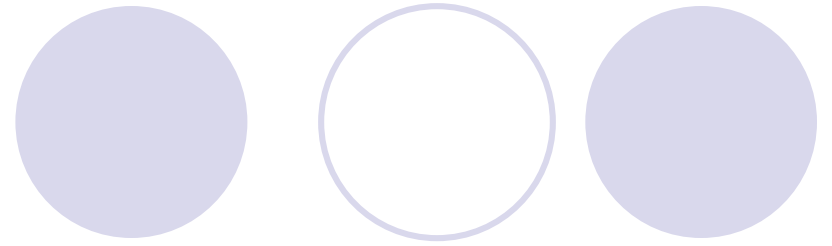
- 经过T时间后，所有的电子射线在  $h = \frac{2\pi m}{eB} v$  的地方聚焦。调节磁感应强度B的大小，使螺距h恰好等于电子射线第一聚焦点 $F_1$ 到荧光屏之间的距离l，这时在荧光屏上的光斑将聚焦成一个小亮点，于是

$$l = h = \frac{2\pi m}{eB} v = \frac{2\pi m}{eB} \sqrt{\frac{2eU_a}{m}}$$

故电子荷质比：
$$\frac{e}{m} = \frac{8\pi^2 U_a}{l^2 B^2}$$

为简便，磁感应强度B仍用薄螺线管公式计算。轴线中点的磁感应强度  $B = \mu_0 n I \cos \beta$ 。

# [实验内容和步骤]



1. 按电路图五连接电路。
2. 选择一定的加速电压，在该加速电压下，调节励磁电流的大小实现电子射线的二次磁聚焦。记录第一次，第二次，第三次聚焦时的励磁电流分别为 $I_1, I_2, I_3$  (为了减小偶然误差，各测四次，求平均值)，然后再把 $I_1, I_2, I_3$ 折算为第一次聚焦时的平均励磁电流，即加权平均值  $I = \frac{I_1 + I_2 + I_3}{1 + 2 + 3}$ ，根据原理，计算出电子荷质比。
3. 改变加速电压的大小重复步骤2。
4. 将螺线管磁场的方向反向，再做一次。
5. 按要求测定各项数据，计算出电子比荷的平均值并与

公认值  $\frac{e}{m} = 1.76 \times 10^{11} \text{ C} \cdot \text{kg}^{-1}$  相比较。

# [数据处理]

B的方向	加速电压 $U_a$ (V)	励磁电流(A)				平均值 $I$ (A)	加权平均值 $I$ (A)	B的大小	电子比荷 $e/m$ ( $\times 10^{11} \text{c} \cdot \text{kg}^{-1}$ )
		$I_1$							
正向	900	$I_1$							
		$I_2$							
	1000	$I_1$							
		$I_2$							
反向	900	$I_1$							
		$I_2$							
	1000	$I_1$							
		$I_2$							