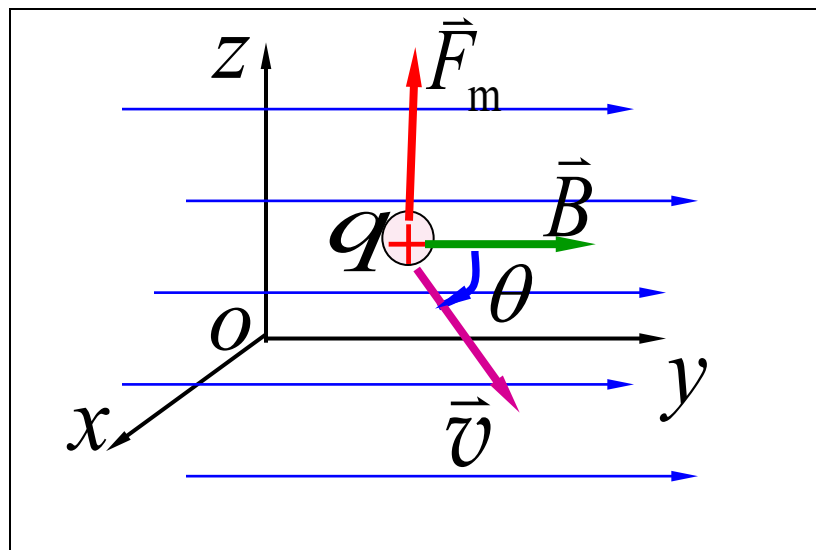


一 带电粒子在电场和磁场中所受的力

电场力 $\vec{F}_e = q\vec{E}$

磁场力（洛伦兹力）

$$\vec{F}_m = q\vec{v} \times \vec{B}$$

运动电荷在电场
和磁场中受的力

$$\vec{F} = q\vec{E} + q\vec{v} \times \vec{B}$$



二 带电粒子在磁场中运动举例

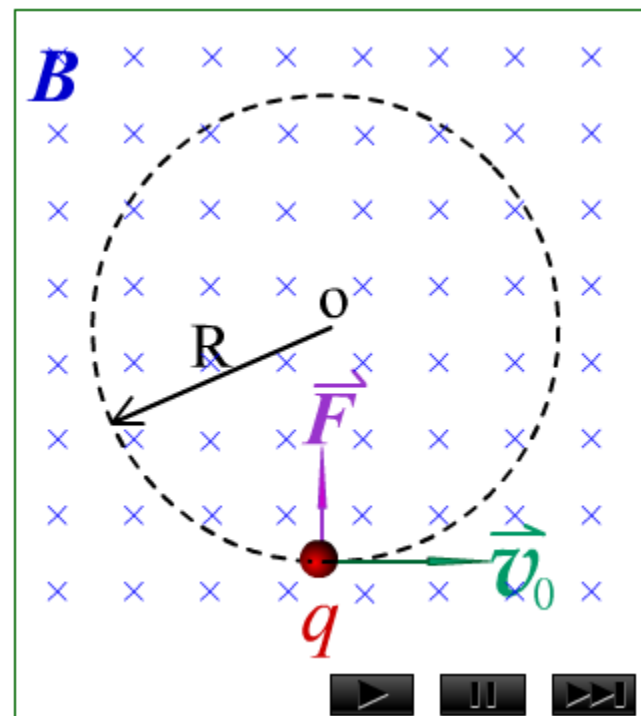
1 回旋半径和回旋频率

$$\vec{v}_0 \perp \vec{B}$$

$$qv_0 B = m \frac{v_0^2}{R}$$

$$R = \frac{mv_0}{qB}$$

$$T = \frac{2\pi R}{v_0} = \frac{2\pi m}{qB}$$



$$f = \frac{1}{T} = \frac{qB}{2\pi m}$$

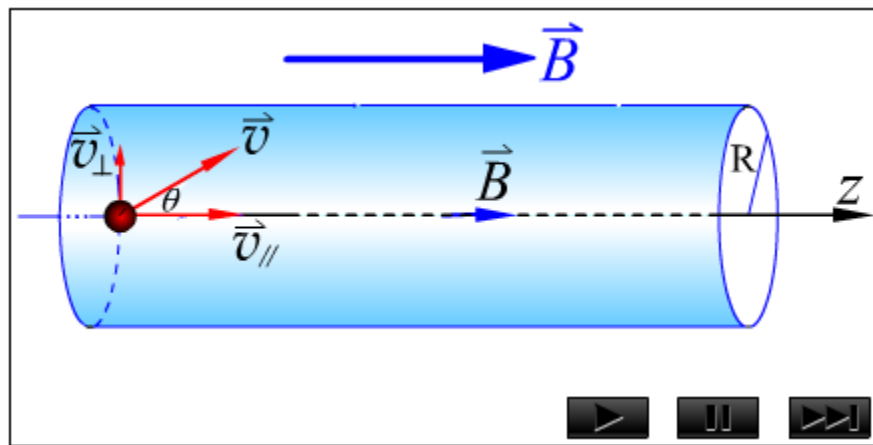


2 磁聚焦

洛伦兹力 $\vec{F}_m = q\vec{v} \times \vec{B}$ (洛伦兹力不做功)

\vec{v} 与 \vec{B} 不垂直 $\vec{v} = \vec{v}_{//} + \vec{v}_{\perp}$

$$v_{//} = v \cos \theta \quad v_{\perp} = v \sin \theta \quad R = \frac{mv_{\perp}}{qB}$$



$$T = \frac{2\pi m}{qB}$$

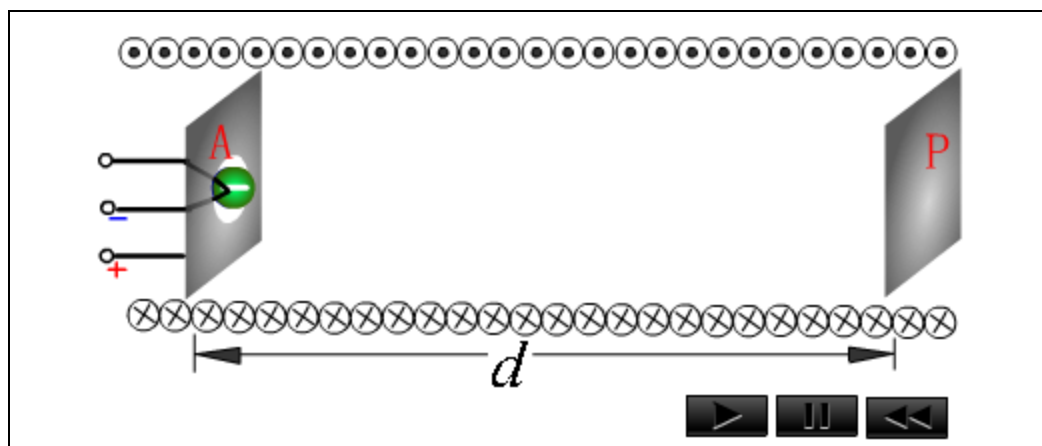
螺距 $d = v_{//}T = v \cos \theta (2\pi m / qB)$



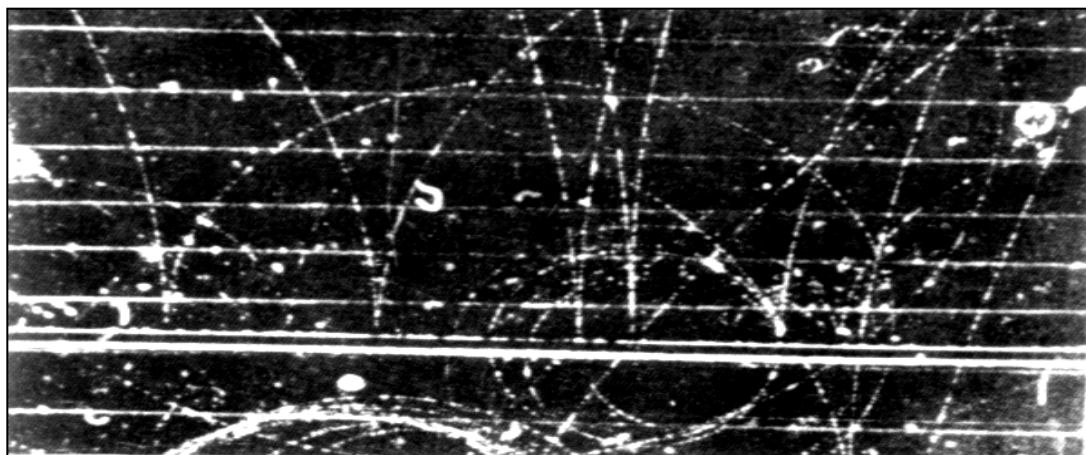
◆ **磁聚焦** 在均匀磁场中点 A 发射一束初速度相差不大的带电粒子，它们的 \vec{v}_0 与 \vec{B} 之间的夹角 θ 不同，但都较小，这些粒子沿半径不同的螺旋线运动，因螺距近似相等，相交于屏上同一点，此现象称为磁聚焦。

◆ **应用**

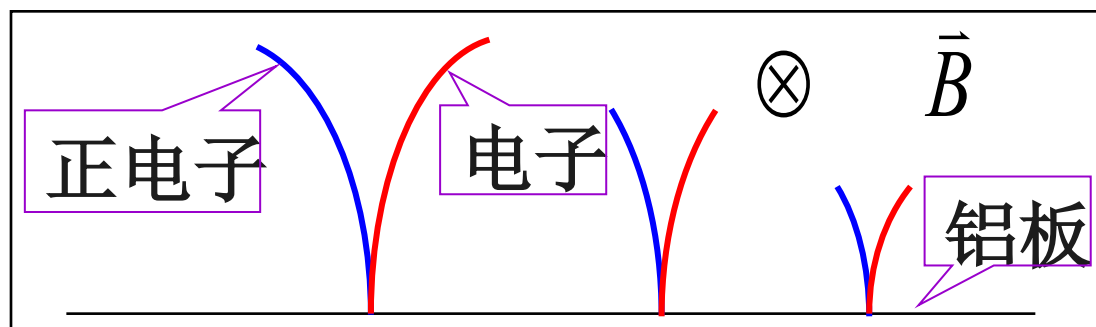
电子光学，电子显微镜等。



3 电子的反粒子 电子偶



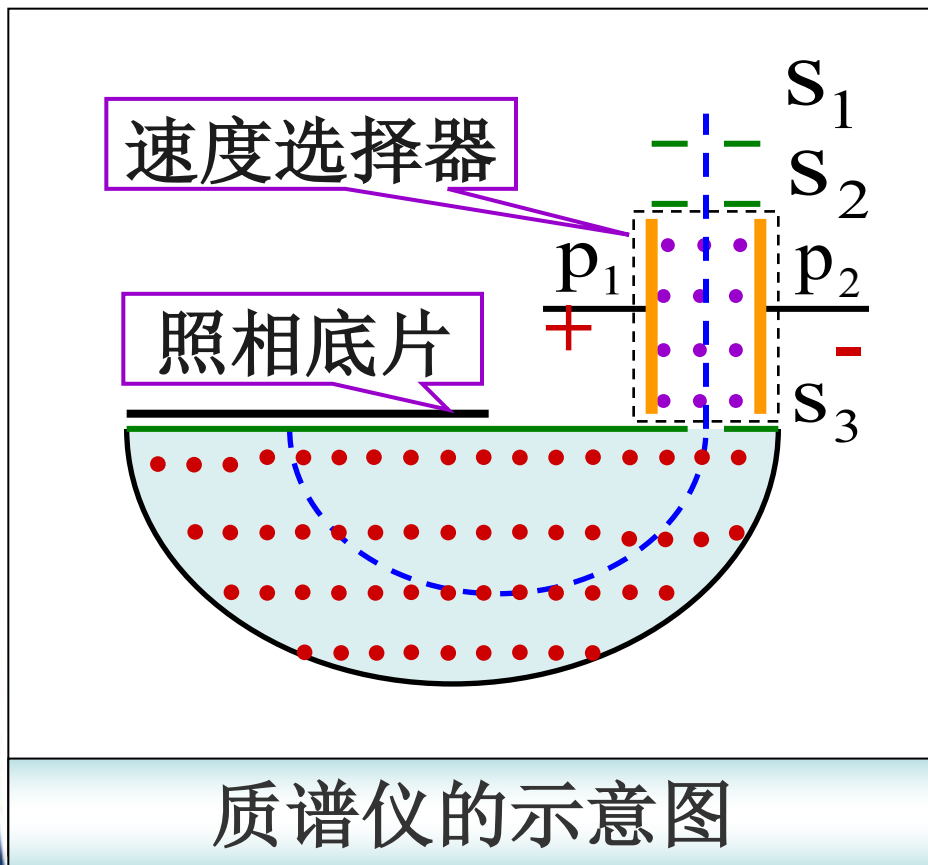
显示正电子存在的云室照片
及其摹描图



1930年狄拉克
预言自然界存
在正电子

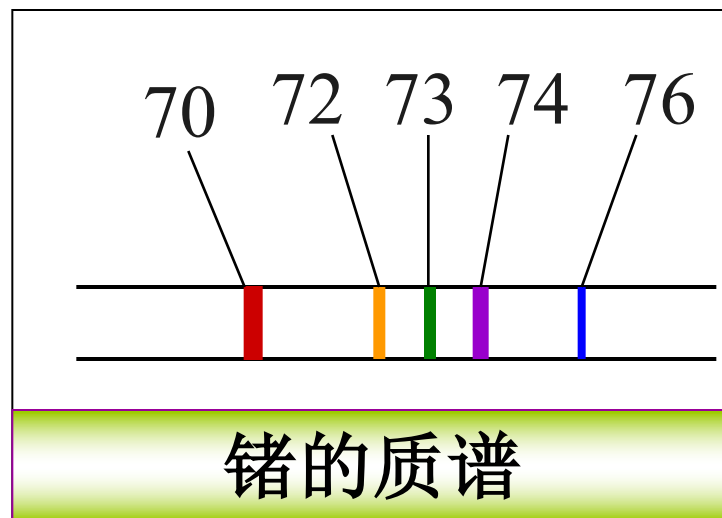
三 带电粒子在电场和磁场中运动举例

1 质谱仪

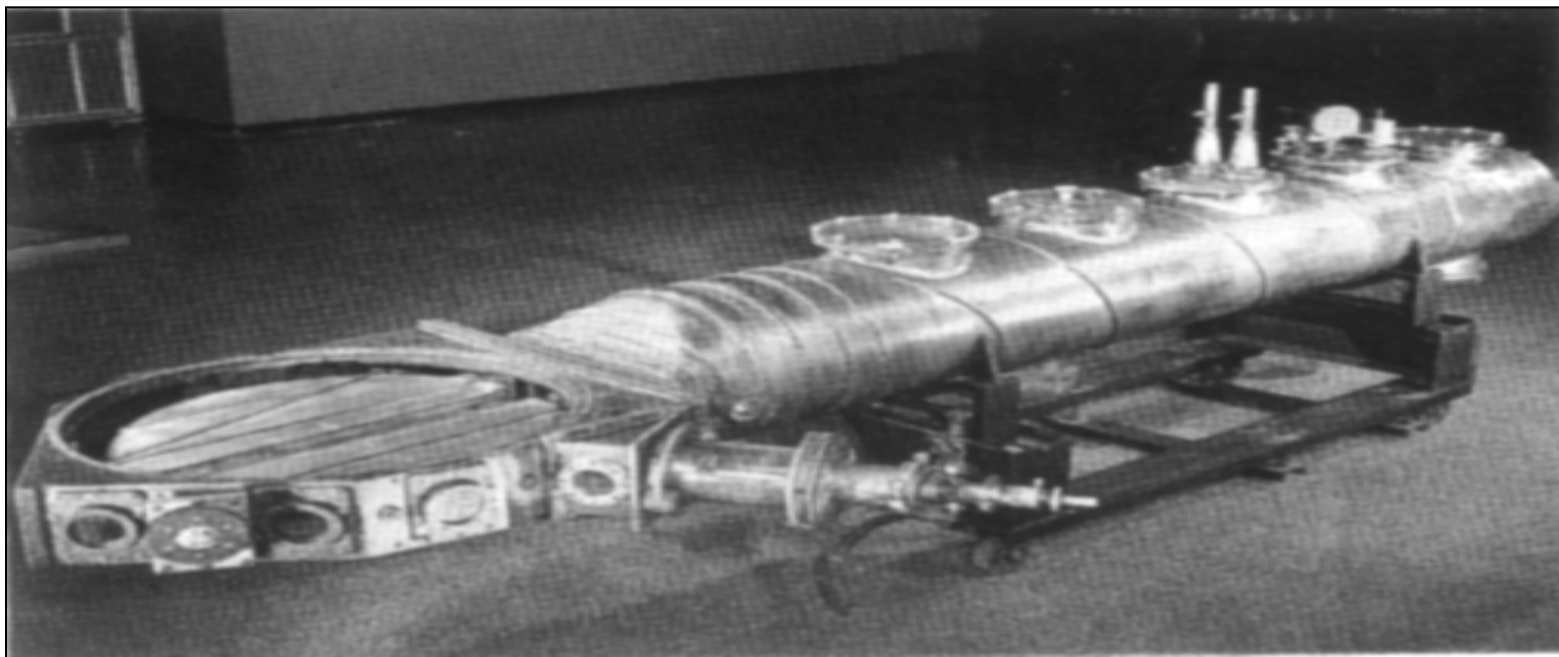


$$qvB' = m \frac{v^2}{R}$$

$$m = \frac{qB'R}{v}$$



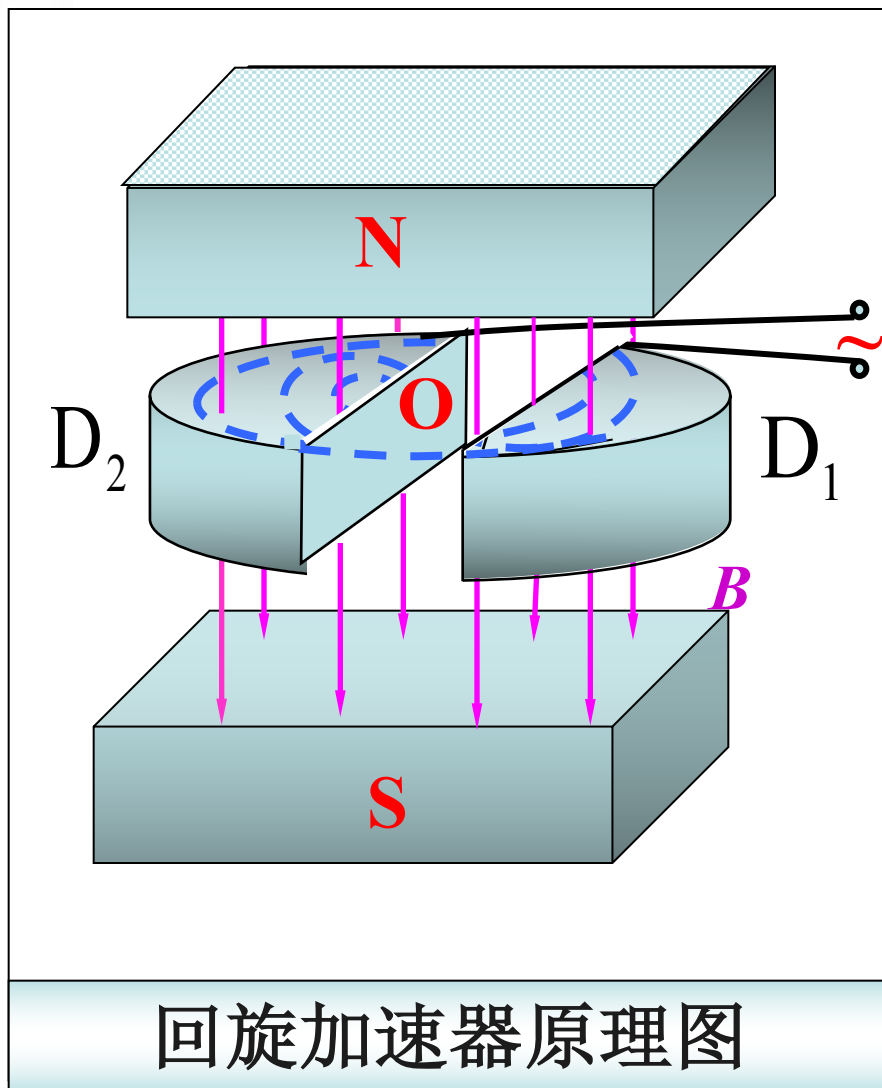
2 回旋加速器



1932年劳伦斯研制第一台回旋加速器的D型室。
此加速器可将质子和氘核加速到1 MeV的能量，
为此1939年劳伦斯获诺贝尔物理学奖。



7-7 带电粒子在电场和磁场中的运动



频率与半径无关

$$f = \frac{qB}{2\pi m}$$

到半圆盒边缘时

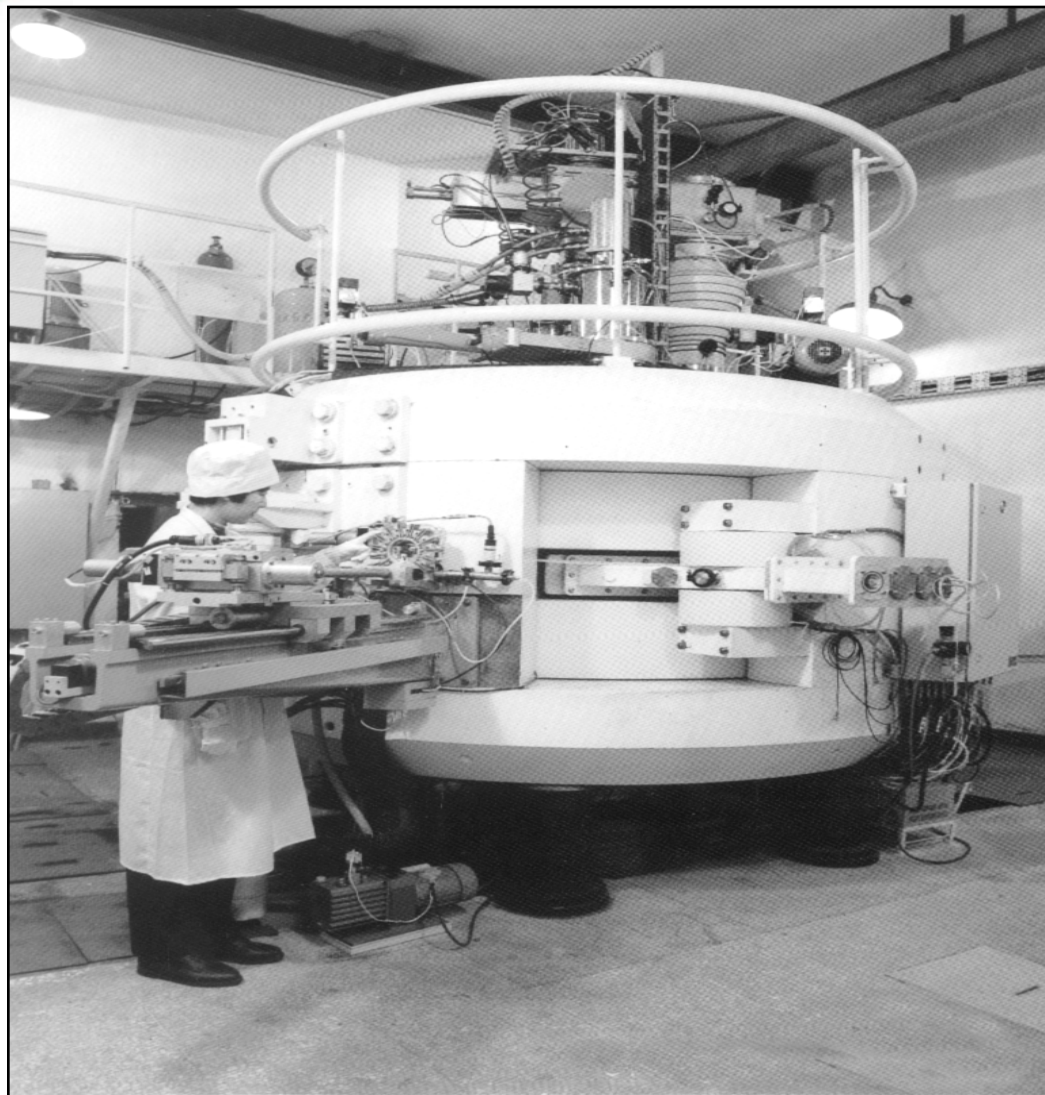
$$v = \frac{qBR_0}{m}$$

$$E_k = \frac{1}{2}mv^2$$

$$E_k = \frac{q^2 B^2 R_0^2}{2m}$$



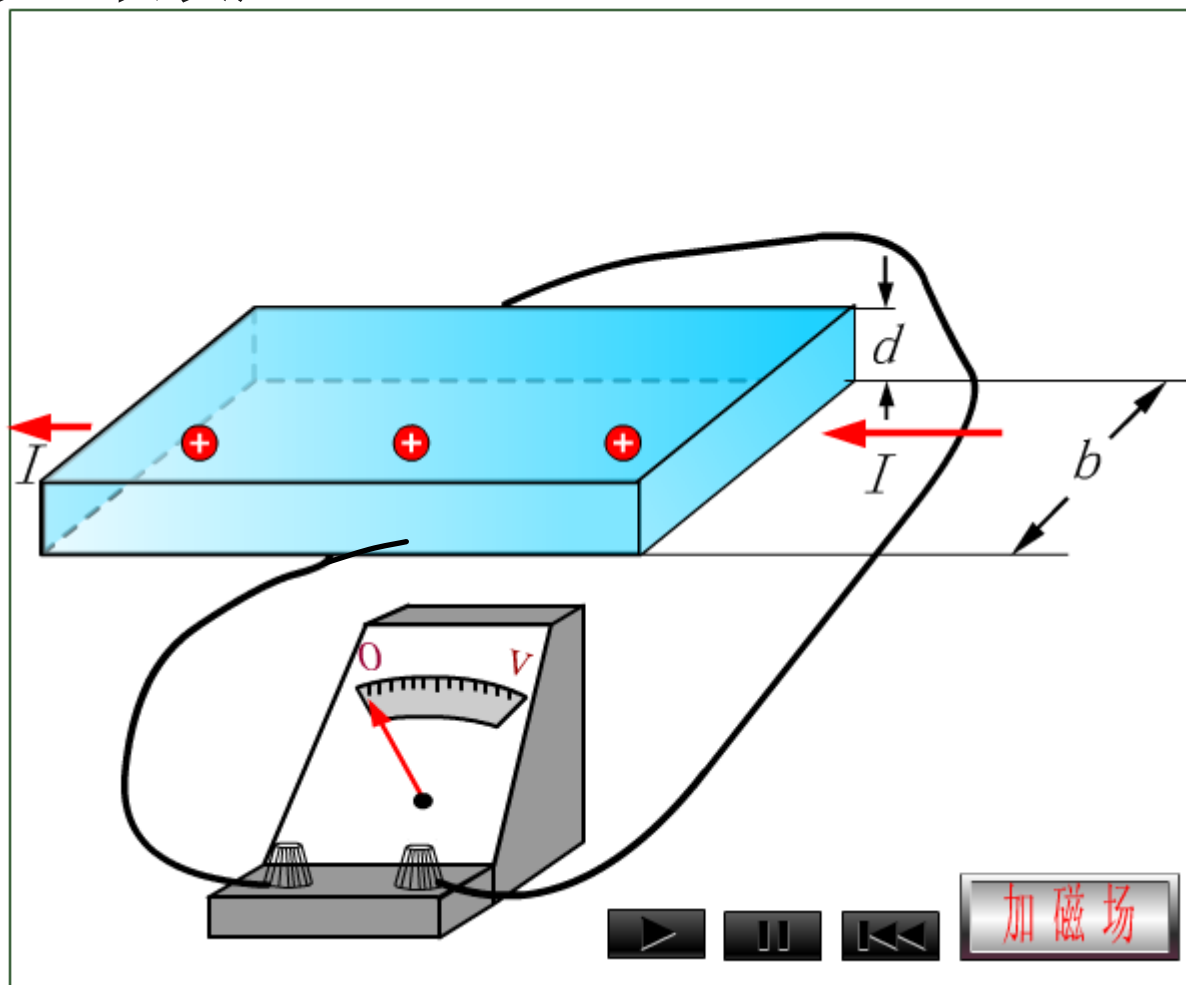
7-7 带电粒子在电场和磁场中的运动



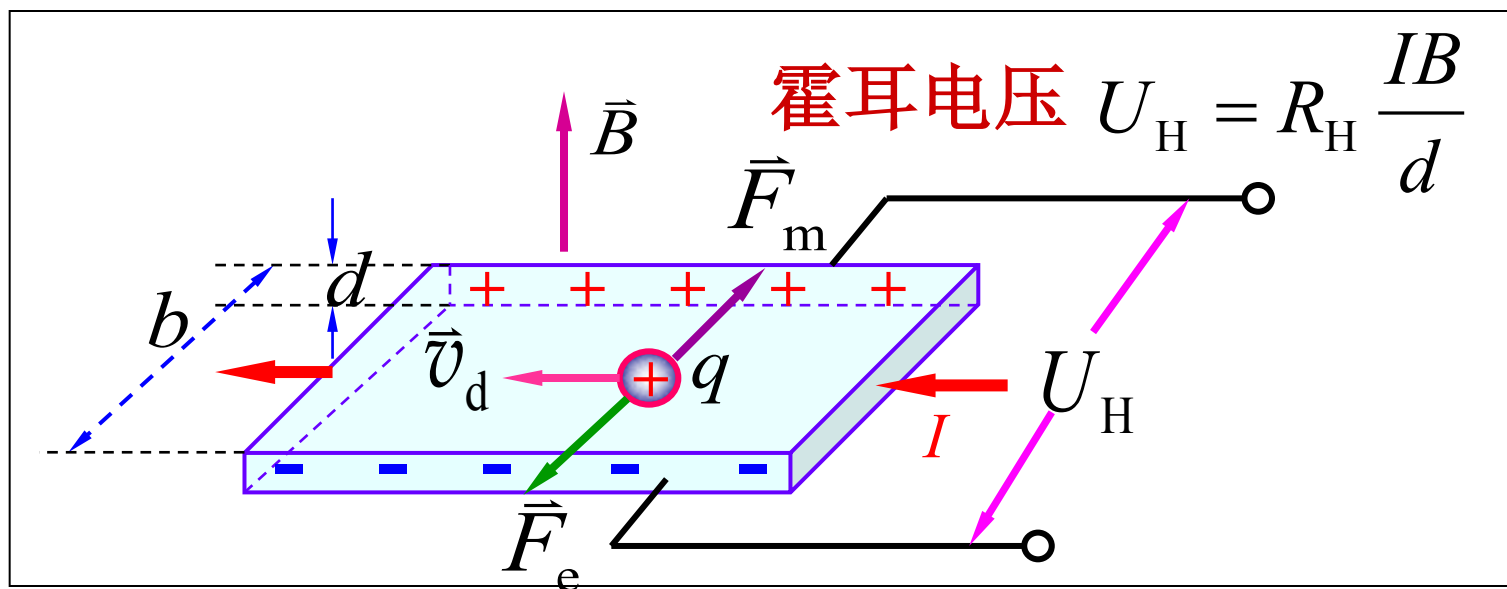
我国于1994年建成的第一台强流质子加速器，可产生数十种中短寿命放射性同位素。



3 霍耳效应



7-7 带电粒子在电场和磁场中的运动



$$qE_H = qv_d B \quad I = qn v_d S = qn v_d b d$$

$$E_H = v_d B$$

$$U_H = v_d B b$$

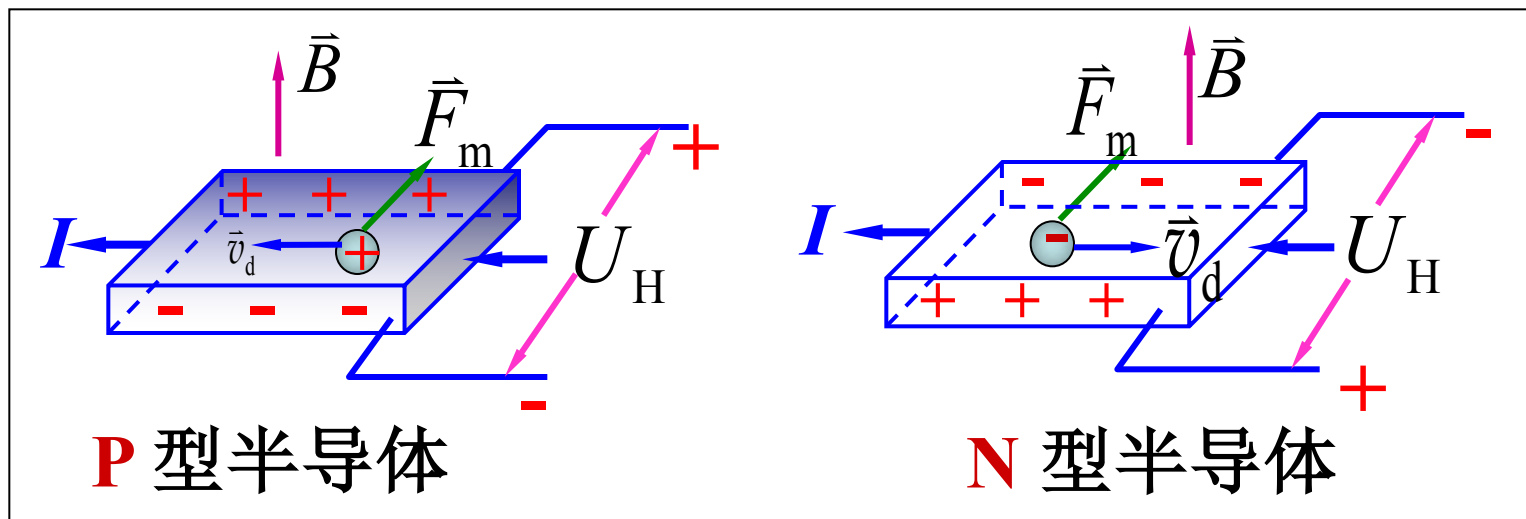
$$U_H = \frac{IB}{nq d}$$

霍耳系数 $R_H = \frac{1}{nq}$



霍耳效应的应用

(1) 判断半导体的类型

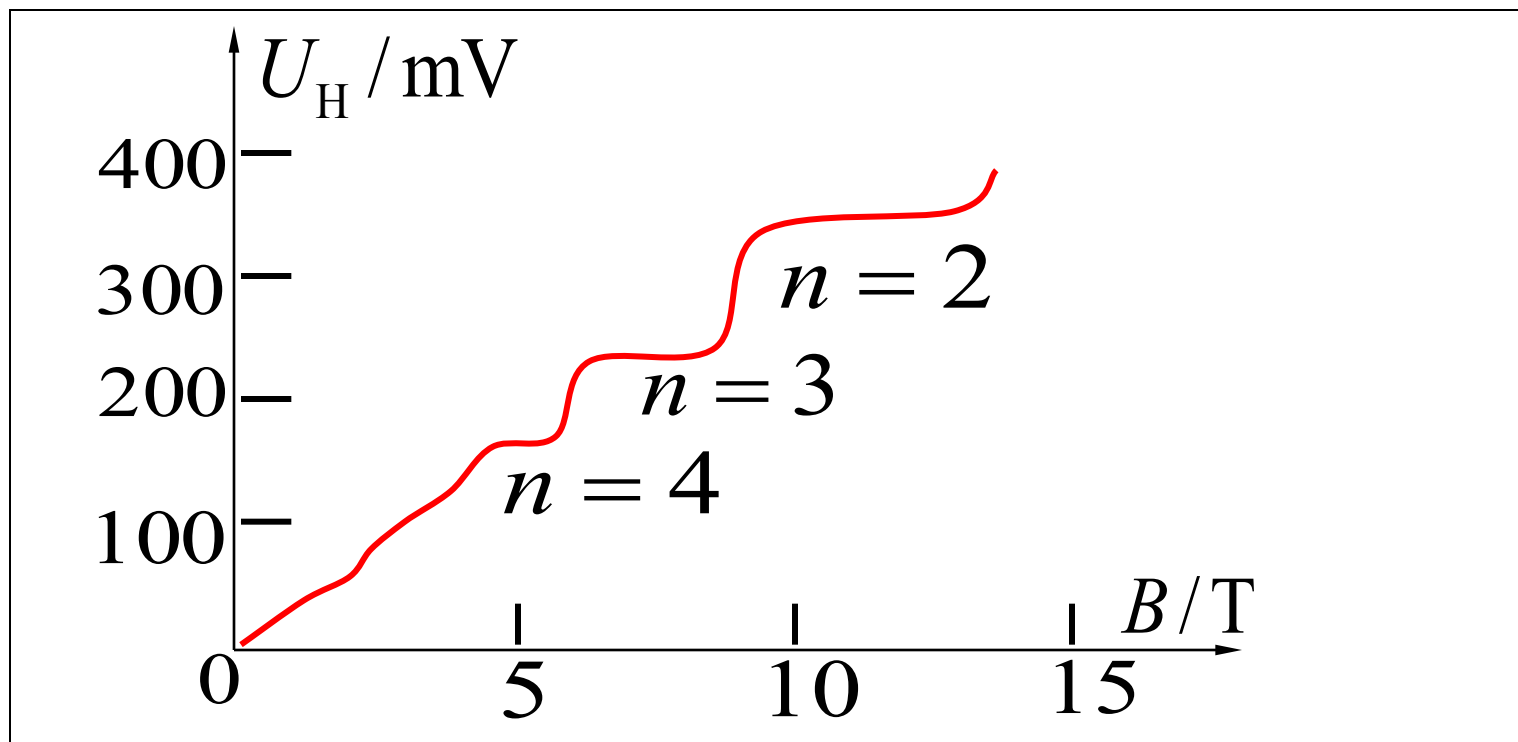


(2) 测量磁场

霍耳电压
$$U_H = R_H \frac{IB}{d}$$



◆ 量子霍尔效应 (1980年)



◆ 霍耳电阻 $R'_H = \frac{U_H}{I}$ $R'_H = \frac{h}{ne^2} \quad (n = 1, 2, \dots)$



选择进入下一节:

7-4 毕奥-萨伐尔定律

7-5 磁通量 磁场的高斯定理

7-6 安培环路定理

7-7 带电粒子在电场和磁场中的运动

7-8 载流导线在磁场中所受的力

7-9 磁场中的磁介质

