

第 16 学节段教学设计方案

主题 名称	§ 5-5 带电粒子在磁场 中的运动	课时数	45 分钟
教学主要内容	<ol style="list-style-type: none"> 1.洛伦兹力的表达式 2. 对洛伦兹力的理解 3. 带电粒子在均匀磁场中运动的三种情况 		
教学目标要求	<ol style="list-style-type: none"> 1. 洛伦兹力的表达式 2. 理解洛伦兹力的作用效果 3. 掌握带电粒子垂直进入、以任意方向进入磁场中，带电粒子的运动情况 		
教学重点及难点	<p>教学重点： 洛伦兹力的表达式</p> <p>教学难点： 磁聚焦现象的解释</p>		
教学方法与教学手段	<p>教学方法： 课堂讲授，结合课堂讨论、提问、启发</p> <p>教学手段： PPT 配合传统板书 flash 动画演示</p>		

教学过程设计要点

一、新知识的引入

带电粒子无论运动不运动，在电场中都要受到电场力的作用， $\vec{F} = q\vec{E}$

那么运动的电荷在磁场中是否受到作用力？静止的电荷情况又如何呢？

二、新知识的讲解

(一) 洛仑兹力——磁场作用于运动电荷的力

洛仑兹：1853—1928，荷兰物理学家、数学家，因研究磁场对辐射现象的影响与塞曼共获 1902 年诺贝尔物理学奖金。主要成就有：

- 1895 年，洛仑兹根据物质电结构的假说，创立了经典电子论。
- 洛仑兹力是洛仑兹在研究电子在磁场中所受的力的实验中确立起来的。
- 洛仑兹还预言了正常的塞曼效应，即磁场中的光源所发出的各谱线，受磁场的影响而分裂成多条的现象。

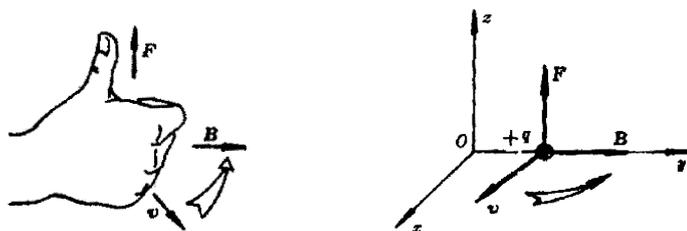
在均匀磁场 \vec{B} 中，运动电荷 $+q$ ，其速度为 \vec{v} ， \vec{v} 与 \vec{B} 的夹角为 θ ，由磁感应强度 \vec{B} 的定义式

1、洛仑兹力的表达式

在均匀磁场 \vec{B} 中，运动电荷 $+q$ ，其速度为 \vec{v} ， \vec{v} 与 \vec{B} 的夹角为 θ ，

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

方向：由右手螺旋法则确定



2、洛仑兹力的理解

- 磁场只对运动电荷有作用力；
- 洛仑兹力与电荷正负有关，当 $q > 0$ 时，洛仑兹力的方向与 $\vec{v} \times \vec{B}$ 的方向相同；当 $q < 0$ 时，洛仑兹力的方向与 $\vec{v} \times \vec{B}$ 的方向相反；
- 由于 $\vec{F} \perp \vec{v}$ ，因而洛仑兹力只改变带电粒子运动的方向，而不改变其运动速度的大小，故洛仑兹力对带电粒子不作功。
- 电子，质子等微观粒子在磁场中运动，洛仑兹力远大于重力，可以不考虑重力，只考虑洛仑兹力。

(二)、带电粒子在均匀磁场中的运动

设磁场 \vec{B} ，带电粒子 q ，速度 \vec{v} ，分三种情况讨论带电粒子的运动。

1. 带电粒子的初速度与磁场平行或反平行

$\vec{v} \parallel \vec{B}$ ， $\theta=0$ 或 π ，此时磁场对运动粒子的作用力 $\vec{F}=0$ ，

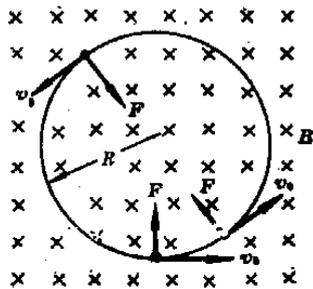
带电粒子作匀速直线运动，不受磁场的影响。

2. 带电粒子的初速度与磁场垂直

$\vec{v} \perp \vec{B}$ ，带电粒子垂直于磁场的方向进入磁场，洛仑兹力的大小为：

$$F = qvB$$

带电粒子将作匀速圆周运动。



$$\text{轨道半径 } R = \frac{mv}{qB}$$

$$\text{周期: } T = \frac{2\pi R}{v} = \frac{2\pi}{v} \frac{mv}{qB} = \frac{2\pi m}{qB}$$

3. 速度 \vec{v} 与磁场 \vec{B} 有一个夹角 θ

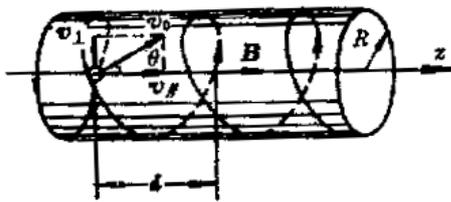
把速度 \vec{v} 分解成平行于磁场 \vec{B} 的量 v_{\parallel} 与垂直于磁场 \vec{B} 的分量 v_{\perp} 。

$$\begin{cases} v_{\parallel} = v \cos \theta \\ v_{\perp} = v \sin \theta \end{cases}$$

带电粒子在平行于磁场 \vec{B} 的方向: $F_{\parallel} = 0$, 作匀速直线运动;

带电粒子在垂直于磁场 \vec{B} 的方向: $F_{\perp} = qvB \sin \theta$, 匀速圆周运动

故带电粒子同时参与两个运动, 结果粒子作螺旋线向前运动, 轨迹是螺旋线。



$$\text{半径: } R = \frac{mv}{qB} \sin \theta$$

$$\text{粒子回旋周期 } T = \frac{2\pi R}{v_{\perp}} = \frac{2\pi m}{qB}$$

$$\text{粒子回旋频率 } f = \frac{1}{T} = \frac{qB}{2\pi m}$$

$$\text{螺距——粒子回转一周前进的距离: } d = v_{\parallel} T = \frac{2\pi m}{qB} v \cos \theta$$

4. 磁聚焦现象

可见: 螺距 d 与 v_{\perp} 无关, 只与 v_{\parallel} 成正比, 若各粒子的 v_{\parallel} 相同, 则其螺距是相同的, 每转一周粒子都相交一点, 利用这个原理, 可实行磁聚焦

<p>教学板书设计</p>	<p>一、 洛伦兹力</p> <p>1、 表达式：$\vec{F} = q\vec{v} \times \vec{B}$</p> <p>2、 理解</p> <p>二、 带电粒子在均匀磁场中的运动</p> <p>1、 带电粒子的初速度与磁场平行或反平行 带电粒子作匀速直线运动</p> <p>2、 带电粒子的初速度与磁场垂直 带电粒子作匀速圆周运动</p> <p>轨道半径 $R = \frac{mv}{qB}$</p> <p>周期：$T = \frac{2\pi m}{qB}$</p> <p>3、 带电粒子的初速度与磁场成任意角度 带电粒子作螺旋运动</p> <p>半径：$R = \frac{mv}{qB} \sin \theta$</p> <p>粒子回旋周期 $T = \frac{2\pi m}{qB}$</p> <p>螺距：$d = v_{\parallel} T = \frac{2\pi m}{qB} v \cos \theta$</p>
<p>作业与思考</p>	<p>思考题：</p> <p>教材 218 页：5-13； 5-15； 5-16</p> <p>教材 222 页</p> <p>5-15； 5-16； 5-19</p>

