**带电粒子在匀强磁场中的运动**



**重点：**带电粒子在匀强磁场中做匀速圆周运动的半径和周期公式，并能用来分析有关问题。

**难点：**带电粒子在匀强磁场中的受力分析及运动径迹。

**重点分析：**粒子做匀速圆周运动所需的向心力是由粒子所受的洛伦兹力提供的，所以由此得出*r*＝*，T*＝＝，可得*T*＝。

**难点分析：**当带电粒子的初速度方向与磁场方向垂直时，粒子在匀强磁场中做匀速圆周运动。当带电粒子的速度分别为垂直于*B*的分量和平行于*B*的分量，因为和*B*垂直，受到洛伦兹力，此力使粒子*q*在垂直于*B*的平面内做匀速圆周运动，和*B*平行，不受洛伦兹力，故粒子在沿*B*方向上做匀速直线运动，可见粒子的合运动是一等距螺旋运动。

【演示】 先介绍洛伦兹力演示仪的工作原理，由电子枪发出的电子射线可以使管内的低压水银蒸气发出辉光，显示出电子的径迹。后进行实验。

教师进行演示实验。

[实验现象]在暗室中可以清楚地看到，在没有磁场作用时，电子的径迹是直线；在管外加上匀强磁场(这个磁场是由两个平行的通电环形线圈产生的)，电子的径迹变弯曲成圆形。

[教师引导学生分析得出结论]

当带电粒子的初速度方向与磁场方向垂直时，粒子在匀强磁场中做匀速圆周运动。

带电粒子垂直进入匀强磁场中的受力及运动情况分析(动态课件)。

一是要明确所研究的物理现象的条件——在匀强磁场中垂直于磁场方向运动的带电粒子；二是分析带电粒子的受力情况，用左手定则明确带电粒子初速度与所受到的洛伦兹力在同一平面内，所以只可能做平面运动；三是洛伦兹力不对运动的带电粒子做功，它的速率不变，同时洛伦兹力的大小也不变；四是根据牛顿第二定律，洛伦兹力使运动的带电粒子产生加速度(向心加速度)。

[出示投影]

M37.EPS

①电子受到怎样的力的作用？这个力和电子的速度的关系是怎样的？(电子受到垂直于速度方向的洛伦兹力的作用)

②洛伦兹力对电子的运动有什么作用？(洛伦兹力只改变速度的方向，不改变速度的大小)

③有没有其他力作用使电子离开磁场方向垂直的平面？(没有力作用使电子离开磁场方向垂直的平面)

④洛伦兹力做功吗？(洛伦兹力对运动电荷不做功)

1．带电粒子在匀强磁场中的运动

(1)运动轨迹：沿着与磁场垂直的方向射入磁场的带电粒子，粒子在垂直磁场方向的平面内做匀速圆周运动，此洛伦兹力不做功。

【注意】 带电粒子做圆周运动的向心力由洛伦兹力提供。

通过“思考与讨论”，使学生理解带电粒子在匀强磁场中做匀速圆周运动的轨道半径*r*和周期*T*与粒子所带电荷量、质量、粒子的速度、磁感应强度有什么关系。

[出示投影]

一带电量为*q*，质量为*m*，速度为*v*的带电粒子垂直进入磁感应强度为*B*的匀强磁场中，其半径*r*和周期*T*为多大？

[问题1]什么力给带电粒子做圆周运动提供向心力？[洛伦兹力给带电粒子做圆周运动提供向心力]

[问题2]向心力的计算公式是什么？[*F*＝*mv*2/*r*]

[教师推导]粒子做匀速圆周运动所需的向心力是由粒子所受的洛伦兹力提供的，所以由此得出*r*＝*，T*＝＝，可得*T*＝。

(2)轨道半径和周期

带电粒子在匀强磁场中做匀速圆周运动的轨道半径及周期公式。

①轨道半径*r*＝

②周期*T*＝2*πm/qB*

【说明】

(1)轨道半径和粒子的运动速率成正比。

(2)带电粒子在磁场中做匀速圆周运动的周期跟轨道半径和运动速率无关。

【讨论】 在匀强磁场中如果带电粒子的运动方向不与磁感应强度方向垂直，它的运动轨迹是什么样的曲线？

分析：当带电粒子的速度分别为垂直于*B*的分量和平行于*B*的分量，因为和*B*垂直，受到洛伦兹力，此力使粒子*q*在垂直于*B*的平面内做匀速圆周运动，和*B*平行，不受洛伦兹力，故粒子在沿*B*方向上做匀速直线运动，可见粒子的合运动是一等距螺旋运动。

再用洛伦兹力演示仪演示

[出示投影例题]

例1. 如图所示，一质量为*m*，电荷量为*q*的粒子从容器*A*下方小孔*S*1飘入电势差为*U*的加速电场，然后让粒子垂直进入磁感应强度为*B*的磁场中，最后打到底片*D*上。

M38.EPS

(1)粒子进入磁场时的速率。

(2)求粒子在磁场中运动的轨道半径。

解：(1)粒子在*S*1区做初速度为零的匀加速直线运动。由动能定理知，粒子在电场中得到的动能等于电场对它所做的功，即*mv*2＝*qU*

由此可得*v*＝。

(2)粒子做匀速圆周运动所需的向心力是由粒子所受的洛伦兹力提供，即

所以粒子的轨道半径为r＝mv/qB＝。

[教师讲解]*r*和进入磁场的速度无关，进入同一磁场时，*r*∝，而且这些量中，*U、B、r*可以直接测量，那么，我们可以用装置来测量比荷或算出质量。

例题在处理上，可以让学生自己处理，教师引导总结。为了加深对带电粒子在磁场中的运动规律的理解，可以补充例题和适量的练习。注意：在解决这类问题时，如何确定圆心、画出粒子的运动轨迹、半径及圆心角，找出几何关系是解题的关键。

反思：

1. 对于带电粒子在磁场中运动习题，给学生足够的时间去思考作图，而不是教师将这些工作包办。
2. 作图需要进一步规范。