

# 磁场中粒子偏转问题之我见

赵国瑛

(衡水第一中学 河北 衡水 053000)

[摘要] 磁场中粒子偏转问题是高中物理的重难点之一,这类问题涵盖了周期性、几何关系推导与证明以及临界性等综合考点。

[关键词] 数学中多边形;粒子偏转规律

## 1 圆弧当中粒子模型

### 2 粒子运动规律

(1) 一圆筒容器壁半径已知,内部存在方向垂直于纸面的 $B$ ,若粒子以初速度从射入,转过一段时间后又打在同一点,速度应满足条件:此时一般的我们认为粒子容器壁是粒子转动一周与器壁碰撞一周后打在同一点,这种规律:首先我们知道粒子与容器壁至少碰撞两次,此时这种情况此时把每条弧线的偏转半径用虚线画出构成一等边三角形偏转半径

如果碰撞3次此时半径间夹角为 $\theta$ ,碰撞4次半径间夹角为 $\theta$ ,由此推广碰撞 $n$ 次则半径间夹角为 $\theta/n$

(2) 但是除此之外能否一共偏转几个圆弧再到点,以碰撞4次为例图(a)是我们一般都能思考出来的且所有轨迹圆心连线构成了一个正五边形,那么,其实还存在另一种情况,如图(b)(红线表粒子运动轨迹)

这种情况就不单单再仅偏转一个圆到达,此时我们再把(a)中的偏转轨迹画出来,再把(b)中的轨迹画在此图上,此时也就是现在的一个弧顶原先的半个弧,而且此时即单个弧所对的圆心角为原来图形的2倍,而且也能打到一开始圆形中的任何一点,所以此时即可求出对应的半径,那么此时我们可以发现若以大弧打几下还能打回来,而且此弧所对的圆心角是原来只打一周回来单个圆弧所对圆心角的整数倍,那么是不是对任何这样的规律都适用呢?

下面我们再讨论碰撞五次的情况

此时,若一周打下来对应的是六段圆弧,设其圆心角为 $\theta$ ,若再打的大弧为此圆心角的二倍,则会是这样的轨迹图(c)(红线),此时,会发现成三段弧形了即打了两次,不成立,那好,再设大弧为原来的三倍,此时就不再成立了,那好,我们再对碰撞六次进行讨论,先画打一周的小弧,图(d)(黑线),此时对应的是七段圆弧,若打大弧为此圆心角二倍,则轨迹为图(d)(红线),此时与题意吻合的很好。那再想,如果此时打小圆心角的3倍则会如图(d)(蓝线),转一周打回来的点,此时也完全打到

了与题目吻合得相当好,此时为7段圆弧大弧可以对应小弧的2倍、3倍,其对应的小弧 $n$ 倍,这是前提,2、3均不是7的因数,那么我们以此推出若偏的小弧的倍数不是7的因数,这时均可实现碰撞。这时我们就拿碰撞八次验证:即对应九段小圆弧,若再以大弧的圆心角的倍数偏转, $n$ 取2,3,4其中3为因数,所以不能取 $n=2$ 时,轨迹如图红线,图中的九个点全打到了,若 $n=4$ 为蓝线此时九个点全部打到,所以以此可以推广此规律:

如果一粒子在一圆周上,碰撞 $n$ 次回到出发点,则轨迹中对应 $n+1$ 个圆弧,所有的这此情况先从最基本的打一周回来,把最小的圆弧画出来,每一小段圆弧所对圆心角为 $\theta$ ,那个若存在大弧打好几周打回来,大弧对应的圆心角,而且不能是 $n+1$ 的因数,以此发现所有情况。

### 3 典型例题

如图,圆形磁场内分布着垂直于纸面向里大小为 $B$ 的匀强磁场,圆形外部存在方向垂直于纸面向外的大小为 $B$ 的磁场圆形半径为 $R$ ,一带负电,电量为 $q$ 的粒子沿半径从点射向点,若粒子能打在 $N$ 点,求粒子速度大小的可能取值(ABC)

A. B. C. D.

首先对于AB选项,此时轨迹可以打到

可以

好了,重点是C项,此时的路径:这时比较乱,那我们此时

B由AB轨迹想一下

这时也可以等效:

此时我们就把此图放到图中

此时圆心角剩下的弧对的角为 $\theta$ ,而且这角对的弧若是一个弧下来的,此时对着6段弧,即总圆对应12段弧,此时就是哪个点都能打到此时成立

对于D:轨迹不符

### 参考文献

[1] 李梅. 磁场中粒子转几周打到某一点题解[J]. 教育, 2013(08): 74.