

碰撞及类碰撞模型归类例析

“碰撞”是高中物理中的一个重要模型，它涉及动量定理、动量守恒定律、机械能守恒定律、能量守恒定律等诸多知识。处理碰撞问题，需要先根据题意选取恰当的研究对象，合理选取研究过程，并把握该过程的核心要素，再判断研究对象的动量是否守恒、机械能是否守恒，然后根据相应物理规律列方程求解。

一、碰撞的特点：

(1) 作用时间极短，内力远大于外力，因为极短相互作用时间内可以忽略外力的影响，对系统而言动量保持不变，即总动量总是守恒的；

(2) 系统能量不能凭空增加，在碰撞过程中，因为没有其他形式的能量转化为动能，所以总动能一定不会增加，在完全弹性碰撞过程中动能守恒，然而在非弹性碰撞中，系统动能减小，总之碰撞不会导致系统动能增加；

(3) 在碰撞过程中，当两物体碰后速度相等，即发生完全非弹性碰撞时，系统动能损失最大；

(4) 在碰撞过程中，两物体产生的位移可以忽略不计。

二、常见的碰撞模型：

1. 弹性碰撞

弹性碰撞是高中物理碰撞问题中最常见的模型，对该碰撞问题的处理所依据的物理原理也相对容易理解。所谓的弹性碰撞是指研究对象之间在碰撞的瞬间动能没有损失。

(1) 动静碰撞模型

如图所示，在光滑的水平面上质量为 m_1 的小球以速度 v_1 与质量为 m_2 的静止小球发生弹性碰撞。

0 4 &

小球发生的是弹性碰撞，由动量守恒和能量守恒，得

$$m_1 v_1 = m_1 v_1' + m_2 v_2', \quad \frac{1}{2} m_1 v_1^2 = \frac{1}{2} m_1 v_1'^2 + \frac{1}{2} m_2 v_2'^2$$

$$\text{由上两式解得：} v_1' = \frac{m_1 - m_2}{m_1 + m_2} v_1, \quad v_2' = \frac{2m_1}{m_1 + m_2} v_1$$

推论：

① 若 $m_1 = m_2$ ，可得 $v_1' = 0$ 、 $v_2' = v_1$ ，相当于两球交换速度。

② 若 $m_1 > m_2$ ，则 $v_1' > 0$ 且 $v_2' > 0$ ，即 v_1' 和 v_2' 均为正值，表示碰撞后两球的运动方向与 v_1 相同。

③ 若 $m_1 \gg m_2$ ，则 $m_1 \approx m_1 + m_2$ ，可得 $v_1' = v_1$ ， $v_2' = 2v_1$ 。表示 m_1 的速度不变， m_2 以 $2v_1$ 的速度被撞出去。

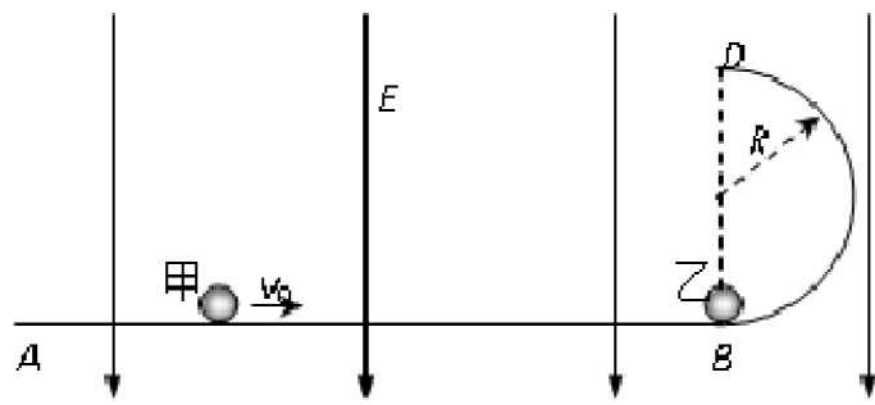
④ 若 $m_1 < m_2$ ，则 v_1' 为负值，表示 v_1' 和 v_1 方向相反， m_1 被弹回。

⑤ 若 $m_1 v_1 < m_2 v_2$, 这时 m_1 与 m_2 心 m_2 , $v_1' = v_1$, $v_2' = 0$, 表示 m_1 被反向以原速率弹回,

而 m_2 仍保持静止。

例题1：（2010安徽卷）如图，ABD为竖直平面内的光滑绝缘轨道，其中AB段是水平的，BD段为半径 $R=0.2m$ 的半圆，两段轨道相切于B点，整个轨道处在竖直向下的匀强电场中，场强大小 $E=5.0 \times 10^3 V/m$ 。一不带电的绝缘小球甲，以速度 u_0 沿水平轨道向右运动，与静止在B点带正电的小球乙发生弹性碰撞。已知甲、乙两球的质量均为 $m=1.0 \times 10^{-2} kg$, 乙所带电荷量 $q=2.0 \times 10^{-5} C$, g 取 $10 m/s^2$ 。（水平轨道足够长，甲、乙两球可视为质点，整个运动过程无电荷转移）

- （1）甲乙两球碰撞后，乙恰能通过轨道的最高点D, 求乙在轨道上的首次落点到B点的距离；
- （2）在满足（1）的条件下。求的甲的速度 v_0 ；
- （3）若甲仍以速度 v_0 向右运动，增大甲的质量，保持乙的质量不变，求乙在轨道上的首次落点到B点的距离范围。



分析与解：

（1）在乙恰能通过轨道的最高点的情况下，设乙到达最高点的速度为 v_D , 乙离开D点到达水平轨道的时间为 t , 乙的落点到B点的距离为 x , 则

$$m \frac{v_D^2}{R} = mg + qE \quad (1), \quad 2R = \frac{1}{2} \left(\frac{v_D^2}{g + qE/m} \right) t^2 \quad (2), \quad x = v_D t \quad (3)$$

联立①②③得： $x = 0.4m$ ④

（2）设碰撞后甲、乙的速度分别为 $v_{甲}$ 、 $v_{乙}$ 根据动量守恒和机械能守恒定律有：

$$m v_0 = m v_{甲} + m v_{乙} \quad (5), \quad \frac{1}{2} m v_0^2 = \frac{1}{2} m v_{甲}^2 + \frac{1}{2} m v_{乙}^2$$

联立⑤⑥得： $v_{乙} = v_0$ ⑦

由动能定理得：

联立①⑦⑧得： $\frac{1}{2} (mg + qE) R = \frac{1}{2} m v_0^2$

（3）设甲的质量为 M , 碰撞后甲、乙的速度分别为 v_M v_m 根据动量守恒和机械能守恒定律有：

$$M v_0 = M v_M + m v_m \quad (10), \quad \frac{1}{2} M v_0^2 = \frac{1}{2} M v_M^2 + \frac{1}{2} m v_m^2$$

联立⑩。得：
$$V = \frac{2Mv_0}{mM + m} \quad 0$$

由 $v_0 \gg m$ ，可得：
$$v < v_0 < 2v_0 \quad G3$$

设乙球过D点的速度为 v_D ，由动能定理得：
$$-mg \cdot 2R - qE \cdot 2R = \frac{1}{2}mv_D^2 - \frac{1}{2}mv_0^2$$

联立⑨、Q 得：
$$2m/s < v_D < 8m/s \quad Q$$

设乙在水平轨道上的落点到B点的距离为 x' ，则有：
$$x' = v_D t_Q$$

联立②、Q得：
$$0.4m < x' < 1.6m$$

答案：(1) 0.4m，(2) $2\sqrt{5}m/s$ ，(3) $0.4m < x' < 1.6m$

(2) 动动碰撞模型

如图所示，在光滑的水平面上质量为 m_1 的小球以速度 v_1 与质量为 m_2 速度为 v_2 的小球发生弹性碰撞。



小球发生的是弹性碰撞，由动量守恒和能量守恒，得

$$m_1 v_1 + m_2 v_2 = m_1 v_1' + m_2 v_2' \quad (1)$$

$$\frac{1}{2}m_1 v_1^2 + \frac{1}{2}m_2 v_2^2 = \frac{1}{2}m_1 v_1'^2 + \frac{1}{2}m_2 v_2'^2 \quad (2)$$

由上两式解得：
$$v_1' = \frac{m_1 - m_2}{m_1 + m_2} v_1 + \frac{2m_2}{m_1 + m_2} v_2$$

$$v_2' = \frac{2m_1}{m_1 + m_2} v_1 + \frac{m_2 - m_1}{m_1 + m_2} v_2$$
 (记忆方法：两运动物体发生弹性碰撞后的速度等于假定两物体发生完全非弹性碰撞后结合为一体的速度的2倍再减去碰撞前速度)

推论：

①碰撞前两物体相互靠近的相对速度 $v_1 - v_2$ 与碰撞后两物体相互远离的相对速度 $v_2' - v_1'$ 大小相等。 12 21

②如果 $m_1 = m_2$ ，可得 $v_1' = v_2$ ， $v_2' = v_1$ ，即质量相等，交换速度。 12 1221

③如果 $m_1 \ll m_2$ ，则 $v_1' = 2v_2 - v_1$ ， $v_2' = v_2$ 即 m_2 的速度几乎不变。表示小质量的物体碰撞后速度会变化，而质量大的物体则“岿然不动”。 1 21 22

④如果 $m_1 \gg m_2$ ，则 $v_1' = v_1$ ， $v_2' = 2v_1 - v_2$ 。 1 2 11 2 12

例题2：（2006重庆卷）如图，半径为 R 的光滑圆形轨道固定在竖直面内。小球A、B质量分别为 m 、 $0m$ （出

为待定系数）。A球从工边与圆心等高处由静止开始沿轨道下滑，与静止于轨道最低点的B球相撞，碰撞后

A、B球能达到的最大高度均为 R ，碰撞中无机械能损失。重力加速度为 g 。试求：

4

(1) 待定系数 0 ，

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：
<https://d.book118.com/905120233302011134>