碰撞实验报告

专业：工科试验班（信息科学与技术）姓名：张一萌 组别：L 实验时间：周二上午

1. 实验原理简述
2. 验证动量守恒定律

动量守恒定律指出：若一个物体系所受合外力为零，则物体的总动量保持不变；若物体系所受合外力在某个方向上的分量为零，则此物体系的总动量在该方向的分量守恒。

设在平直轨道上，两个滑块作对心碰撞，若忽略空气阻力，则在水平方向上就满足动量守恒定律成立的条件，即碰撞前后的总动量保持不变。

 式

其中，、和、分别为滑块、在碰撞前后的速度。若分别测出式中各量，且等式左右两边相等，则动量守恒定律得以验证。

1. 碰撞后的动能损失

只要满足动量守恒定律成立的条件，不论弹性碰撞还是非弹性碰撞，总动量都将守恒。

但动能在碰撞过程中是否守恒，还与碰撞的性质有关。

碰撞的性质通常用恢复系数e来表达：

式

为两物体碰撞后相互分离的相对速度，则为碰撞前彼此接近的相对速度。

1. 若相互碰撞的物体为弹性材料，碰撞后物体的形变得以完全恢复，则物体系的总动能保持不变，碰撞后两物体的相对速度等于碰撞前两物体的相对速度，即,于是，，这类碰撞称为完全弹性碰撞。
2. 若碰撞物体具有一定的塑性，碰撞后尚有部分形变残留，则物体系的总动能有所损耗，转变为其他形式的能量，碰撞后两物体的相对速度小于碰撞前的相对速度，即，于是，，这类碰撞称为非弹性碰撞。
3. 碰撞后两物体的相对速度为0，即或，两物体粘在一起以后以相同的速度继续运动，此时， ，物体系的总动能损失最大，这类碰撞称为完全非弹性碰撞，它是非弹性碰撞的一种特殊情况。

三类碰撞过程中总动量均守恒，但总动能却有不同情况。由式和式可求碰撞后的动能损失

对于完全弹性碰撞，因故，即无动能损失，或称为动能守恒

对于完全非弹性碰撞，因，故，即动能损失最大。

对于非完全弹性碰撞，因，故动能损失介于二者之间，即。

1. 的特定条件下，两滑块对心碰撞

在本次实验中，为使实验简化，同时减少需要测量的数据，以减小误差，我们使实验中所用两滑块质量近似相等，使=0，在此特定条件下，让两滑块进行对心碰撞。

1. 对完全弹性碰撞，

式和式的解为

式

由式可知，当两滑块质量相等，且第二滑块处于静止时，发生完全弹性碰撞的结果，使第一滑块静止下来，而第二滑块完全具有第一滑块碰撞前的速度。若式得到验证，则说明完全弹性碰撞过程中动量守恒，且，，即动能也守恒。

但以上讨论仅是理想化的模型。若两滑块质量不严格相等、两挡光物的有效遮光宽度即也不严格相等，则碰撞前后的动量百分差为

式

动能百分差为

式

若及在实验误差范围之内，则说明上述结论成立。

1. 对完全非弹性碰撞，式和式的解为

式

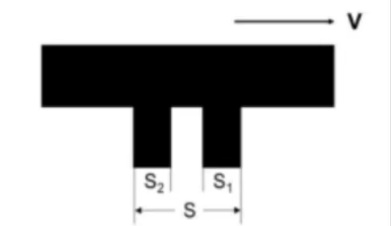
若式得证，则说明完全非弹性碰撞动量守恒，且，其动能损失最大，约为50%。

考虑到完全非弹性碰撞时可采用统一挡光物遮光，即有。同样可求得其动量和动能百分差及分别为

显然，其动能损失得百分误差则为

若及在其实验误差范围内，则说明上述结论成立。

1. 注意事项
2. 注意气垫导轨的使用：
3. 使用时，先接通气泵，再放滑块；使用结束后，先拿下滑块，再关闭气泵。
4. 使用前，先对气垫导轨纵向调平，使其倾角正好能够抵消空气阻力，使滑块所受合外力为0。调节导轨水平的方法是调节底脚螺丝。
5. 注意，尽量不要调节双脚螺丝（右方），因为调节双脚螺丝很容易导致气垫导轨横向倾斜，使滑块所受合外力不为0。尽量调节单脚螺丝（左方），若必须调节双脚螺丝，则可先让双脚螺丝的两个螺丝都拧到最高点后，同时拧两个螺丝进行调节，以在调节的同时，保证气垫导轨的横向水平。
6. 动态法：滑块运行过程中，其挡光物通过两个光电门的遮光时间相同，说明滑块在导轨上做匀速直线运动，则可认为气垫导轨已被调平。
7. 在该实验中，注意使用动态法调平气垫导轨。动态法调平适用于滑块只作单方向运动的实验中。在调节过程中，消除了空气阻力的影响，所以，调节时应注意，在何种速度下做实验，就应该在该速度附近调平，而且调平时滑块的运动方向亦应与实验时所选滑块的运动方向一致。
8. 注意滑块速度的选择，一般以为宜。滑块滑行时所受阻力与滑行速度成正比，速度大则阻力亦大。加之，速度太大时滑块与导轨端面磕碰加剧，若不小心，则可导致滑块跌落变形，故滑行速度不能太大。此外，滑行速度过小时由于气流不稳、压力不均或外界空气对流等因素，又会使测量误差增加。所以，滑块的滑行速度也不能选得太小。
9. 实验中应保证的条件，为此，在第一块滑块未到达之前，先用手轻扶滑块2（具体方法是用手指轻放在滑块2前端贴近导轨处，以阻止其滑动），待滑块1即将与2碰撞之前再松手，且松手时不应给滑块以初始速度（具体方法是把手指快速向前移动，以保证不给滑块2以初始速度）
10. 给滑块1速度时要平稳，不应使滑块产生摆动（具体方法是给滑块1反向速度，使其触到导轨一端的弹簧，弹簧使其运动反向，由此滑块1得到一速度）
11. 挡光框平面应与滑块运动方向一致，且其遮光边缘应与滑块运动方向垂直
12. 注意用电子天平调整两滑块质量相同。
13. 注意测量挡光框有效遮光面积时，应用如图方法测量，测得。



1. 两滑块的挡光框的有效遮光长度并不一定完全相等，应分别测量。
2. 挡光框与滑块之间应固定牢固，防止碰撞时相对位置改变，影响测量精度。
3. 进行完全弹性碰撞的实验时，注意将滑块2放在光电门1和光电门2 的中间靠近光电门2处，以便测得碰撞后滑块2通过光电门的时间。
4. 进行完全非弹性碰撞的实验时，注意将滑块2的挡光框调换位置但不取下，是光电门仅记录滑块1上挡光框通过两个光电门的时间。
5. 进行完全非弹性碰撞的实验时，注意将滑块2放在光电门2的前端并保证光电门2测到的时间是滑块1和滑块2碰撞之后的速度，因为滑块1和滑块2 碰撞过后的速度与气垫导轨调平时的滑块速度相差较大，为减少空气阻力等外力的影响，应在滑块1和滑块2在碰撞后尽快测量滑块通过光电门2的时间，以减小实验误差。
6. 实验数据处理及分析

质量 滑块1

滑块2

A类不确定度

B类不确定度

合成不确定度

A类不确定度

B类不确定度

合成不确定度

有效遮光长度

滑块1

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |
| 6.002 | 1.038 |
| 5.998 | 1.040 |
| 6.000 | 1.042 |

A类不确定度

B类不确定度

合成不确定度

A类不确定度

B类不确定度

合成不确定度

滑块2

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |
| 6.000 | 1.038 |
| 5.998 | 1.040 |
| 6.002 | 1.042 |

A类不确定度

B类不确定度

合成不确定度

A类不确定度

B类不确定度

合成不确定度

调平速度

1. 完全弹性碰撞实验

数字毫秒计的A类不确定度

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 次数 | 碰前 | | 碰后 | | 动量百分差 | 动能百分差 | 恢复系数 |
|  |  |  |  |  |  |  |
| 1 |  |  |  |  |  |  |  |
| 2 |  |  |  |  |  |  |  |
| 3 |  |  |  |  |  |  |  |

1. 完全非弹性碰撞试验

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 次数 | 碰前 | | 碰后 | | 动量百分差 | 动能百分差 | 恢复系数 | 动能损失的百分误差 |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
| 1 |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 2 |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 3 |  |  |  |  |  |  |  |  |