实验名称：碰撞

姓名：刘子澄 学院及专业：人工智能学院计算机类 学号：2012178

组号：I 座号：4 实验日期：6月4日周五上午

1. 目的要求
2. 用对心碰撞特例检验动量守恒定律。
3. 了解动量守恒和动能守恒的条件。
4. 熟练使用气垫导轨及数字毫秒表。
5. 实验原理
6. 验证动量守恒定律

动量守恒定律：若一个物体系统所受合外力为零或在某个方向上的分量为零，则此物体的总动量保持不变或在某个方向上保持不变。

设在平直导轨上，两个滑块作对心碰撞，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，即碰撞前后总动量保持不变。

、表示碰撞前滑块、的速度；、表示碰撞后的速度，测出得证动量守恒定律。

1. 碰撞后的动能损失

碰撞的性质用恢复系数e表达:

其中为两物体碰撞后两物体相互分离的相对速度，为碰撞前彼此接近的相对速度。

1. 完全弹性碰撞：碰撞材料是弹性材料，碰撞后物体完全恢复，。
2. 非弹性碰撞：碰撞材料具有一定的塑性，碰撞后有部分形变残留，物体总动能有所损耗，转变为其他形式的能量，。
3. 完全非弹性碰撞：碰撞后两物体的相对速度为零，即两个物体粘在一起以后以相同速度继续运动，此时e=0，物体系总动能损失最大。

三类碰撞均动量守恒，但是总动能却有不同情况。由上述公式得出动能损失，即

* 1. 对于完全弹性碰撞，，无动能损失，动能守恒。
  2. 对于完全非弹性碰撞，，，动能损失最大。
  3. 对于非完全弹性碰撞，由于，动能损失介于两者之间，即。

1. ，且的特定条件下，两滑块对心碰撞。
2. 完全弹性碰撞，，根据前面公式解得

若上式得到验证，则说明完全弹性碰撞过程中动量守恒，且，，即动能亦守衡。

碰撞前后动量百分差

碰撞前后动能百分差

若、在其实验误差之内，则说明上述结论成立。

1. 对完全非弹性碰撞，，解得

若上式得到验证，则说明完全非弹性碰撞过程中动量守恒，且，其动能损失最大，约50％。

碰撞前后动量百分差

碰撞前后动能百分差

其动能损失的百分误差为

若、在其实验误差之内，则说明上述结论成立。

1. 仪器用品

气垫导轨及附件、数字毫秒表、物理天平及游标卡尺等。

1. 实验内容
2. 动态法调平导轨，使滑块在选定的运动方向上做匀速直线运动，以保证碰撞时合外力为零的条件。
3. 用电子天平校验两滑块（连同遮光物）的质量m1及m2.
4. 用游标卡尺测出两挡光物的有效遮光宽度Δs1、Δs2、Δs。
5. 在m1≈m2=m的条件下，测完全弹性碰撞和完全非弹性碰撞前后滑块各自通过光电门的1及2的时间Δt1、Δt2和Δt1‘、Δt2‘。
6. 注意事项
7. 严格按照气垫导轨操作规则，维护气垫导轨
8. 实验中保证u2=0的条件，为此在第一滑块未到达之前，先用手轻扶滑块2，待两个滑块即将相碰前再松手，且松手时不要滑块初速度。
9. 给滑块1速度时要平稳，不应使滑块产生摆动；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。
10. 严格遵守电子天平的操作规则。
11. 挡光框与滑块之间应固定牢固，防止碰撞时相对位置发生改变，影响测量精度。
12. 考察题
13. 动量守恒定律成立的条件是什么？实验操作中应如何保证？

系统不受外力或者所受外力之和为零；系统在某一个方向上所受的合外力为零，则该方向上动量守恒。实验操作中调平导轨，在滑块到达光电门之前加力使之运动。

1. 完全非弹性碰撞中，要求碰撞前后选用同一遮光框遮光有什么好处？实验操作中如何实现？

选用同一遮光框可以减小速度的计算误差，更简便。两次测量时间均用滑块1的遮光框，将另一滑块遮光框反向放置。

1. 既然导轨已经调平，为什么实验操作还要用手扶住滑块2？手扶时应该注意什么？

避免滑块2有初速度。滑块1即将与滑块2相碰前一刹那再松手，注意不要对滑块2施加外力，避免给滑块2一定的初速度干扰实验。

1. 滑块2距离光电门2近些还是远些好？两光电门近些还是远些好？为什么？

远些，滑块1与滑块2充分碰撞后速度趋于稳定再测量，更准确。

1. 思考题
2. 完全弹性碰撞的特点是什么？试着证明在完全弹性碰撞中，碰撞后量物体分离的速度v2-v1等于碰撞前两物体相互接近的速度u1-u2.

完全弹性碰撞的特点是物体系的形变完全恢复，恢复系数e=1，总动能不发生改变。在本实验中，m1与m2质量几乎相等，发生弹性碰撞后，两者速度交换，得到碰撞后量物体分离的速度v2-v1等于碰撞前两物体相互接近的速度u1-u2。

1. 设导轨质量远大于滑块质量，问：当滑块与导轨一端作弹性碰撞时，其恢复系数等于多少？

e=1。

1. 为什么要尽量做到对心碰撞？在你的实验中如何保证？

对心正碰使得两个滑块间的作用力与速度在一个方向上，且与导轨平行，易于测量。在本实验中，要保证对心碰撞，就要保证两个滑块的中心在同一水平面上。

1. 设两滑块质量及速度大小均相同，相对碰撞后，两滑块的运动情况将如何？

答：两滑块反向运动，速度大小不变。

1. 试总结，为了检验本实验的结论，在实验操作中保证实验条件以减小测量误差的方法。

答：动态法水平调节导轨、两滑块对心正碰、遮光框与滑块之间固定牢固、碰撞前用手扶住滑块，在完全非弹性碰撞试验中采用同一个遮光框等。

1. 数据处理
2. 两滑块碰撞前后速度

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 次数i | 完全弹性 | | | | 完全非弹性 | | | |
| 碰前 | | 碰后 | | 碰前 | | 碰后 | |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
| 1 | 0.09762 | 0.51117 | 0.10096 | 0.49465 | 0.07317 | 0.68197 | 0.15076 | 0.33099 |
| 2 | 0.11933 | 0.41817 | 0.12292 | 0.40628 | 0.11252 | 0.44348 | 0.22201 | 0.22476 |
| 3 | 0.10542 | 0.47334 | 0.10893 | 0.45846 | 0.09525 | 0.52388 | 0.20077 | 0.24854 |

1. 以表中第二组数据为例，求恢复系数e、动量百分差及动能百分差，并得出应有结论。

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | 完全弹性 | 完全非弹性 |
| e | 0.971572 | 0 |
| E1 | 2.8353% | 1.4054% |
| E2 | 5.59756% | 48.6053% |
| EΔ | / | 2.8% |

在误差允许的范围内，满足动量守恒定律。

1. 乒乓球实验

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 高度hi/cm | 128.19 | 93.03 | 67.51 | 52.35 |

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 时间ti/s | 0.871 | 0.742 | 0.653 |

速度：

三次碰撞恢复系数：

三次碰撞动量百分差：

三次碰撞动能百分差：

实验测得释放初始高度为130.00cm，由于空气阻力及环境中噪声的存在会使实验结果出现偏差。