# 第1章 动量及其守恒定律 第3节 科学验证：动量守恒定律

动量守恒定律是自然界的普遍规律。前面我们通过气垫导轨实验研究了动量守恒定律，下面我们再通过小球的碰撞实验来验证动量守恒定律。

实验目的

（1）验证动量守恒定律。

安全警示

可将书本等放在小球落点附近，以便于收集下落的小球。请勿乱扔小球，以免伤人。

（2）体会将不易测量的物理量转换为易测量的物理量的实验设计思想。

实验器材

斜槽轨道、半径相等的钢球和玻璃球、白纸、复写纸、小铅锤、天平（附砝码）、毫米刻度尺、圆规。

实验原理与设计

质量分别为 *m*1 和 *m*2 的两小球 A、B 发生正碰，若碰撞前球 A 的速度为 *v*1，球 B 静止，碰撞后的速度分别为 *v*1′ 和 *v*2′ ，根据动量守恒定律，应有：*m*1*v*1 = *m*1*v*1′ + *m*2*v*2′。

可采用“探究平抛运动的特点”实验中测量平抛初速度的方法，设计实验装置如图 1-27 所示。让球 A 从同一位置 C 释放，测出不发生碰撞时球 A 飞出的水平距离 *l*OP，再测出球 A、B 碰撞后分别飞出的水平距离 *l*OM、*l*ON，如图 1-28 所示。只要验证 *m*1*l*OP = *m*1*l*OM + *m*2*l*ON，即可验证动量守恒定律。说明理由。

球B

球A

白纸

小铅锤

复写纸

图 1-27 实验装置示意图

C

A

B

重锤线

O

P

M

N

图 1-28 水平距离测量示意图

实验步骤

（1）用天平测出两个小球的质量。

（2）将斜槽固定在桌边并使其末端水平。在地板上铺白纸和复写纸，通过小铅锤将斜槽末端在纸上的投影记为点 O。

（3）首先让球 A 从斜槽点 C 由静止释放，落在复写纸上，如此重复多次。

（4）再将球 B 放在槽口末端，让球 A 从点 C 由静止释放，撞击球 B，两球落到复写纸上，如此重复多次。

（5）取下白纸，用圆规找出落点的平均位置点 P、点 M 和点 N，用刻度尺测出 *l*OP、*l*OM 和 *l*ON。

（6）改变点 C 位置，重复上述实验步骤。

数据分析

将测量的数据记入你设计的表格中，并分析数据，形成结论。

实验结论

写出实验结论。

讨论

碰撞前后球 A、球 B 的动量是怎样变化的？从中可得出什么结论？分析该实验中实验误差的主要来源，并提出减小实验误差的方法。除气垫导轨和小球碰撞实验外，你还能想到其他实验方案吗？

### 素养提升

能分析物理现象，提出并准确表述在实验中可能出现的物理问题；能在他人帮助下制订实验方案，能说明实验设计的理由，会使用常规实验器材获取数据；能分析数据，验证动量守恒定律，分析实验误差；能撰写规范的实验报告，在报告中能呈现设计的实验表格、数据分析过程及实验结论，能交流实验过程和结果并能进行反思。

注意提升实验设计能力、数据分析能力和科学论证能力。

——科学探究

## 节练习

1．请撰写“验证动量守恒定律”的实验报告。注意在报告中呈现设计的实验表格、数据分析过程及实验结论。

**参考解答**：实验报告略。

2．在“验证动量守恒定律”实验中，实验装置示意图如图（a）所示。请完成下列题目：

8

9

a

b

*H*

*h*

O

A

B

C

（a）

（b）

（1）本实验必须满足的条件是 \_\_\_\_\_\_\_\_。

A．斜槽轨道的斜面必须是光滑的

B．斜槽轨道末端的切线是水平的

C．球 a 每次都要从同一高度由静止释放

D．碰撞的瞬间，球 a 与球 b 的球心连线与轨道末端的切线平行

（2）本实验必须测量的物理量有 \_\_\_\_\_\_\_\_。

A．斜槽轨道末端到水平地面的高度 *H*

B．球 a、b 的质量 *m*a、*m*b

C．球 a、b 的半径 *r*

D．球 a、b 离开斜槽轨道末端后平抛飞行的时间 *t*

E．记录纸上点 O 到 A、B、C 各点的距离

F．球 a 的固定释放点到斜槽轨道末端水平部分间的高度差 *h*

（3）按照本实验方法，验证动量守恒定律的关系式是 \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_。

（4）为测定未放球 b 时球 a 落点的平均位置，把刻度尺的 0 刻度线跟记录纸上的点 O 对齐，图（b）给出了球 a 落点附近的情况。由图可得 OB 距离应为 \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ cm。

（5）若再测得 OA = 2.68 cm，OC = 11.50 cm，已知 a、b 两球的质量比为 2∶1，则系统碰撞后总动量 *p*′ 与碰撞前总动量 *p* 的百分误差 ×100% = \_\_\_\_\_\_\_% 。（结果保留 2 位有效数字）

**参考解答**：（1）BCD

（2）BE

（3）*m*a·OB = *m*a·OA + *m*b·OC

（4）8.55

（5）1.4%

3．如图所示，某同学把两块大小不同的木块用细线连接，中间夹一被压缩的轻弹簧。将这一系统置于光滑的水平桌面上，烧断细线，观察木块的运动情况，进行必要的测量，验证木块间相互作用时动量守恒。

*m*1

*m*2

（1）该同学还必须准备的器材是 \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_。

（2）需要直接测量的数据是 \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_。

（3）用所得数据验证动量守恒定律的关系式是 \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_。

**参考解答**：（1）天平、刻度尺、重锤线

（2）两个木块的质量 *m*1、*m*2，两木块落地点到桌面边缘的水平距离 *s*1、*s*2

（3）*m*1*s*1 = *m*2*s*2

4．某同学设计了一个用打点计时器验证动量守恒定律的实验，实验装置如图（a）所示。在小车 M 的前端粘有橡皮泥，给小车一初速度使之做匀速运动，之后与原来静止的小车 N 相碰并粘成一体，二者继续做匀速运动。在小车 M 后连接着纸带，打点计时器使用电源的频率为 50 Hz，长木板一端垫着小木片以平衡摩擦力。

小木片

N

纸带

打点计时器

橡皮泥

（a）

M

（b）

8.40

10.50

9.08

6.95

A

B

C

D

E

（1）若已得到打点纸带并测得各计数点间距如图（b）所示。A 为运动起点，则应选择\_\_\_\_\_\_\_\_段来计算小车 M 碰撞前的速度，应选择 段来计算小车 M 和小车 N 碰撞后的共同速度。（均选填“AB”“BC”“CD”或“DE”）

（2）已测得小车 M 的质量 *m*1 = 0.40 kg，小车 N 的质量 *m*2 = 0.20 kg，由以上测量结果可得系统碰撞前总动量为\_\_\_\_\_\_\_\_ kg·m/s，碰撞后总动量为\_\_\_\_\_\_\_\_ kg·m/s。由此得出结论：\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_。

**参考解答**：（1）BC，DE

（2）0.420，0.417，在误差允许范围内，两小车碰撞前后动量守恒。

### 请提问