

16.3 动量守恒定律

新县高中 周军晓

一、教学目标

1、物理观念

①进一步理解动量守恒定律的含义及守恒条件.

②理解动量守恒定律的普遍性.

2、科学思维

①理解动量守恒定律的确切含义和表达式。

②能用动量定理和牛顿第三定律推导出动量守恒定律。

③知道动量守恒定律的适用条件。

3、实验能力

①通过实验观察，培养探究意识，能发现问题，提出合理猜测。

②学会用动量守恒定律来解释现象，锻炼同学理论联系实际、学以致用能力。

4、科学态度与责任

①通过动量守恒定律的推导，培养学生实事求是的科学态度和严谨的推理方法。

②了解自然科学规律发展的深远意义及对社会发展的巨大推动作用，激发学生的积极向上的人生观、价值观。

二、教学重点，难点：

1.重点是动量守恒定律及其守恒条件的判定。

2.难点是动量守恒定律的矢量性。

三、教具：小车，单摆，碰撞球，水平轨道，两个小球，课件

四、教学过程

（一）复习提问

一个物体受力作用一段时间后，动量是怎样变化的？

动量的变化等于合外力的冲量， $Ft=mv'-mv$ 。

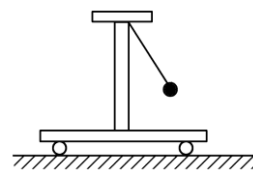
（二）新课引入

可是生活中经常见到的往往不是一个物体，而是几个物体之间的相互作用，

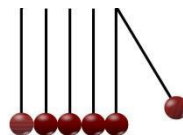
那几个物体之间发生作用时，动量会是如何变化的呢？

演示实验 1：观察小车与小球在水平方向上动量如何变化？

学生回答现象



演示实验 2: 观察碰撞球碰撞前后动量如何变化?



学生回答现象

演示实验 3. 水平运动的两小球碰撞, 动量如何变化?



学生回答现象

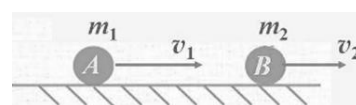
提问: 一个物体受到力后, 动量发生变化; 另一个物体受到反作用力, 动量也发生变化。

他们的动量变化有什么规律?

猜想: 总动量不变。

这就是我们今天的主题: 证明两个物体相互作用前后总动量不变。证明的方式有两种: 1、理论上的, 用过去已有的知识来证明; 2、用实验验证。

(三) 理论推导 (用已有的知识来证明)



在光滑水平面上做均匀运动的小球, 质量分别是 m_1 , m_2 , 沿同一直线向相同的方向运动, 速度分别是 v_1 和 v_2 , 且 $v_1 > v_2$, 经过一段时间后, 第二个小球追上第一个小球, 两球发生碰撞, 碰撞后速度分别是 v_1 和 v_2 ,

推导过程:

根据牛顿第二定律, 碰撞过程中 1、2 两球的加速度分别是

$$a_1 = \frac{F_1}{m_1}, \quad a_2 = \frac{F_2}{m_2}$$

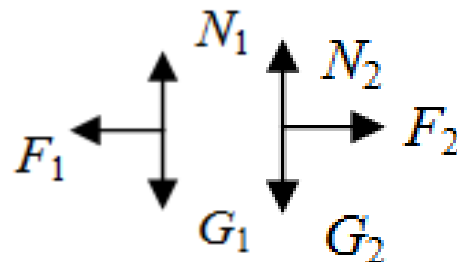
根据牛顿第三定律, F_1 、 F_2 等大反向, 即: $F_1 = -F_2$

所以: $m_1 a_1 = -m_2 a_2$

碰撞时两球间的作用时间极短, 用 Δt 表示, 则有:

$$a_1 = \frac{v_1' - v_1}{\Delta t}, \quad a_2 = \frac{v_2' - v_2}{\Delta t}$$

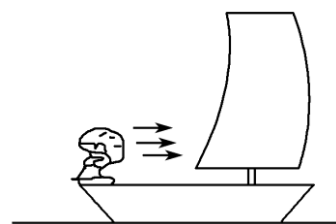
代入 $m_1 a_1 = -m_2 a_2$ 并整理得: $m_1 v_1 + m_2 v_2 = m_1 v_1' + m_2 v_2'$



板书 1. 内容: 一个系统不受外力或所受外力之和为零, 这个系统的总动量保持不变。

小船上固定一风扇, 向帆吹风, 小船能向前走吗?

系统中物体之间的相互作用力叫做内力, 即 F_1 , F_2 。外部其他物体对系统的作用力叫做外力, 即重力, 支持力, 我们发现, 重力与支持力相平衡, 系统所受的合外力为零;



板书 2. 条件: 系统所受合外力为零; (最理想的情况:) 系统不受外力;

- a、系统不受外力或系统所受的外力的合力为零。
- b、系统所受外力的合力虽不为零，但比系统内力小得多。
- c、系统所受外力的合力虽不为零，但在某个方向上的合外力为零，则在该方向上系统的总动量守恒。

3.表达式: a: $m_1v_1 + m_2v_2 = m_1v_1' + m_2v_2'$ (前后动量不变, 动量增量为零)

b: $\Delta p = 0$ (两个物体组成系统, 各自动量都变化了, 动量增量存在什么关系?)

c: $\Delta p_1 = -\Delta p_2$, 动量增量大小相等, 方向相反

对动量守恒定律的理解:

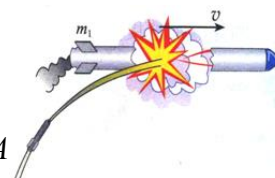
- 1、矢量性 动量是矢量, 有方向, 列式前应该选定正方向。
- 2、相对性 式中各 v 为相对于地面的速度, 都是以地面为参考系。如果参考系不同, 应换成同一, 再代入计算。
- 3、瞬时性 碰撞前后动量守恒。碰撞过程中, 也是守恒的。比如:
- 4.普适性适用于微观, 宏观, 高速, 低速, 也可适用于变力。

(四) 应用

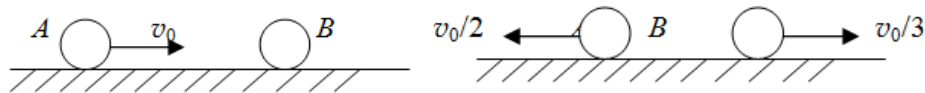
例 1、一枚在空中飞行的导弹, 质量为 m , 在某点的速度为 v , 方向水平, 如图所示。导弹在该点突然炸裂成两块, 其中质量为 m_1 的一块沿着与 v 相反的方向飞去, 速度为 v_1 。求另一块的速度大小 v_2 。

解: 取向右为正方向

$$mv = m_1(-v_1) + (m - m_1)v_2$$



例 2: 小球 A 以速率 v_0 向右运动时跟静止的小球 B 发生碰撞, 碰后 A 球以 $v_0/2$ 的速率弹回, 而 B 球以 $v_0/3$ 的速率向右运动, 求 A, B 两球的质量之比。



分析与解答: 碰撞过程中, A、B 组成的系统动量守恒, 运用动量守恒定律解题时, 应先规定正方向。

解: 取向右为正方向, 则 A 球碰前速度为 v , 碰后速度为 $-v/2$; B 球碰后速度为 $v/3$ 。根据动量守恒定律, 有:

$$m_A v_0 = m_A (-v_0/2) + m_B v_0/3$$

$$m_A / m_B = 2/9$$

动量守恒定律的解题步骤:

- 1.分析系统由多少个物体组成，受力情况怎样，判断动量是否守恒；
- 2.规定正方向(一般以原速度方向为正)，确定相互作用前后的各物体的动量大小，正负；
- 3.由动量守恒定律列式求解.

五、课堂小结

动量守恒定律：

1、内容：一个系统不受外力或所受外力的合力为零，这个系统的总动量保持不变。这个结论叫做动量守恒定律

2、表达式： $m_1v_1 + m_2v_2 = m_1v_1' + m_2v_2'$

普适性

3、守恒的条件：

- a、系统不受外力或系统所受的外力的合力为零。
- b、系统所受外力的合力虽不为零，但比系统内力小得多。
- c、系统所受外力的合力虽不为零，但在某个方向上的合外力为零，则在该方向上系统的总动量守恒。