

课题：动量守恒定律

授课人：陈小浩

教学目标：

- 1.理解动量守恒定律的内容
- 2.动量守恒定律的条件
- 3.动量守恒定律的应用及解决实际问题
- 4 提升学生物理学科核心素养

教学重难点：

动量守恒定律的条件和应用

教学方法：

实验法、合作探究法、推理归纳法、举例讲授法

【导入新课】：

讲教材上爱因斯坦的名言“想象比知识更重要，知识有涯，而想象环抱整个世界”，从而激发同学们的想象力。表演“手劈板砖”，激发同学们的探索兴趣。从惯性和动量定理方面解释“手劈板砖”，引入本节课题“动量守恒定律”。

【讲授新课】：

猜想一下滑冰场上原来静止的两个人，靠近站在一起，让甲推乙一下，出现什么现象？长枪发射子弹时，枪身怎样运动？

看视频 1 溜冰场上静止的两个小孩相互推一下，2 长枪发射子弹的瞬间

思考：上述现象有什么共性？两物体间存在相互作用，动量都发生了变化。

猜想：相互作用的两个物体，相互作用前两个物体总动量等于相互作用后两个物体总动量。

接下来，我们从理论上推导一下吧！在理论上推导之前我们先完成课前自主预习的内容吧！

【自主学习】：

一，回顾以前学的知识

(1) 作用力和反作用力，总是大小相等，方向相反，同时产生，同时消失。

(2) 动量定理，物体受到和外力的冲量等于动量的改变量。

二，看课本、想明白，什么是，系统、内力、外力？

(1) 系统：存在相互作用的两个（或多个）物体所组成的整体，称为系统。系统可按解决问题的需要灵活选取。

(2) 内力：系统内各个物体间的相互作用力称为内力。(3) 外力：系统外其他物体作用在系统内任何一个物体上的力，称为外力。

注意：内力和外力的区分依赖于系统的选取，只有在确定了系统后，才能确定内力和外力。

【小试牛刀，趣味物理】：

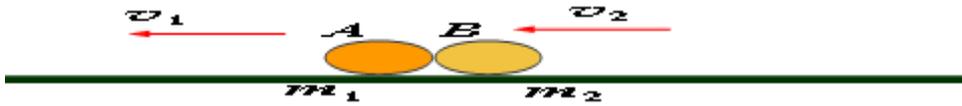
历史上，有一个“力拔山兮气盖世”的楚霸王，他也有认怂的时候，有人说：虽然你英雄气概、力大无穷，却不能用手抓住你自己的头发，把你自己的提起来。这是为什么呢？

分析：以楚霸王为研究对象，他受向下的重力，他受向上的支持力，这两个力大小相等，方向相反，楚霸王处在平衡状态静止在地面。他的手与他的头发之间的力为系统内力。你明白了吗！

有了这些知识的帮助，我们来开始理论探究上吧！

【新课理论探究】：

一，两个小球相互碰撞的时刻，各受到几个作用力？如果 A 和 B 看成一个系统，哪些力是内力？哪些是外力？



在第一节实验中，我们已经得到了：两个物体碰撞前后（或两个相互作用的物体，作用前后）它们的总动量是不变的，即： $m_1v_1 + m_2v_2 = m_1v_1' + m_2v_2'$ 理论证明在光滑水平面上做匀速运动的 A、B 两个小球，质量分别为 m_1 和 m_2 ，沿着同一直线向相同的方向运动，速度分别是 v_1 、 v_2 ，且 $v_1 > v_2$ ，经过一段时间后，A 追上了 B，两球发生碰撞，碰撞后的速度分别为 v_1' 和 v_2' 。碰撞之前总动量： $p = p_1 + p_2 = m_1v_1 + m_2v_2$ 碰撞之后总动量： $p' = p_1' + p_2' = m_1v_1' + m_2v_2'$ 在碰撞过程中，

由牛顿第三定律知

$$m_1 a_1 = -m_2 a_2 \quad a_1 = \frac{v_1' - v_1}{\Delta t} \quad a_2 = \frac{v_2' - v_2}{\Delta t} \quad \therefore m_1 \frac{v_1' - v_1}{\Delta t} = -m_2 \frac{v_2' - v_2}{\Delta t}$$

$$\text{即：} m_1 v_1' - m_1 v_1 = -(m_2 v_2' - m_2 v_2)$$

$$\therefore m_1 v_1 + m_2 v_2 = m_1 v_1' + m_2 v_2' \quad \text{故} \quad p = p'$$

二、动量守恒定律内容：如果一个系统不受外力，或者所受外力的矢量和为 0，这个系统的总动量保持不变，这个结论叫做动量守恒定律。

数学表达式： $p = p'$

对由两个物体组成的系统： $m_1 v_1 + m_2 v_2 = m_1 v_1' + m_2 v_2'$

$\Delta p = 0$ $\Delta p_1 = -\Delta p_2$ (两物系统)

三、动量守恒定律是矢量式，解题时要选取正、负方向，将矢量运算变为代数运算，成立条件：

- 1、不受外力或受外力矢量和为零，系统的总动量守恒
- 2、系统的内力远大于外力，可忽略外力，系统的总动量守恒（碰撞、爆炸）
- 3、系统在某一方向上满足上述 1 或 2，则在该方向上系统的总动量守恒。

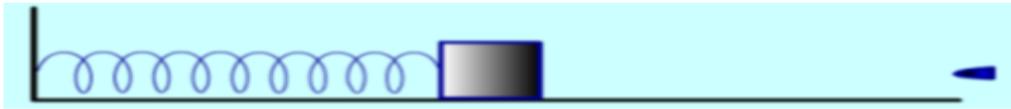
四、思考讨论：

(1) 在光滑水平面上有两个载有磁铁的相向运动的小车，两小车组成的系统动量守恒吗？



分析：两小车在运动过程中，相互排斥的磁力属于内力，整个系统的外力即重力和支持力的和为零，所以系统动量守恒。

(2) 已知水平面光滑，子弹水平射入木块后留在木块中，两者以相同的速度压缩弹簧，在此过程中，子弹、木块、弹簧组成的系统动量守恒吗？

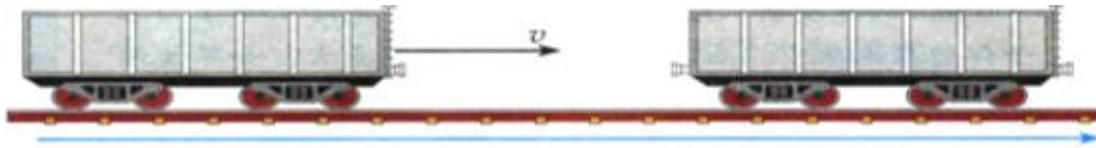


分析：系统所受的外力有，重力、地面对木块支持力、竖直墙对弹簧的支持力，三者之和不为零，所以系统动量不守恒。

五、应用动量守恒定律的解题步骤：

- (1) 确定相互作用的系统为研究对象.
- (2) 分析研究对象所受的外力.
- (3) 判断系统是否符合动量守恒条件.
- (4) 规定正方向，确定初、末状态动量的正、负号.
- (5) 根据动量守恒定律列式求解.

例 1. 在列车编组站里，一辆 $m_1=1.8 \times 10^4 \text{ kg}$ 的货车在平直轨道上以 $v_1=2\text{m/s}$ 的速度运动，碰上一辆 $m_2=2.2 \times 10^4\text{kg}$ 的静止的货车，它们碰撞后结合在一起继续运动，求货车碰撞后运动的速度。



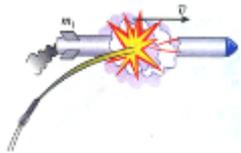
解：规定碰撞前货车

的运动方向为正方向，有 $v_1=2\text{m/s}$ 。设两车的共同速度为 v 。两车碰撞前的动量为： $p = m_1 v_1$ 碰撞后的动量：

$$p' = (m_1 + m_2)v \quad \text{由动量守恒定律 } p=p' : \quad m_1 v_1 = (m_1 + m_2)v$$

$$v = \frac{m_1 v_1}{m_1 + m_2} = 0.9 \text{ m/s}$$

例 2. 一枚在空中飞行的火箭，质量为 m ，在某点的速度为 v ，方向水平，燃料即将耗尽。火箭在该点突然炸裂成两块(如图)，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 。求炸裂后另一块的速度 v_2 。



解：火箭炸裂前的总动量： $p = mv$ 炸裂后的总动量：

$$p' = m_1 v_1 + (m - m_1) v_2$$

由动量守恒定律 $p=p'$ ： $m_1 v_1 + (m - m_1) v_2 = mv$ 得： $v_2 = \frac{mv - m_1 v_1}{m - m_1}$

六、动量守恒定律的普适性

动量守恒定律是自然界最重要的最普遍的规律之一，它不仅适用于宏观系统，也适用于微观系统；不仅适用于低速运动，也适用于高速运动。还适用于由任意多个物体组成的系统，以及各种性质的力之间。这一定律已成为人们认识自然、改造自然的重要工具。

从科学实践的角度来看，迄今为止，人们尚未发现动量守恒定律有任何例外。相反，每当在实验中观察到似乎是违反动量守恒定律的现象时，物理学家们就会提出新的假设来补救，最后总是以有新的发现而胜利告终。

七、课堂小结

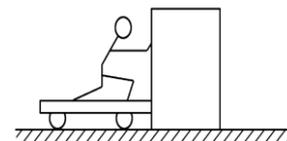
	动量守恒定律
内容	系统不受外力或所受外力的合力为零，这个系统的动量就保持不变。

公式	$p_1+p_2=p_1'+p_2'$
应用对象	物体系统
动量守恒条件	研究的系统不受外力或合外力为零, 或满足系统所受外力远小于系统内力, 或某方向上外力之和为零, 在这个方向上成立
特点	动量是矢量, 式中动量的确定一般取地球为参照物; 同时性

八、课堂练习

1. 如图所示, 小车与木箱紧挨着静放在光滑的水平冰面上, 现有一男孩站在小车上用力向右迅速推出木箱, 关于上述过程, 下列说法正确的是 ()

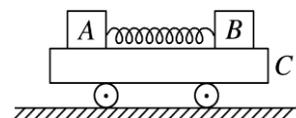
- A. 男孩和木箱组成的系统动量守恒
- B. 小车与木箱组成的系统动量守恒
- C. 男孩、小车与木箱三者组成的系统动量守恒
- D. 木箱的动量增量与男孩、小车的总动量增量相同



解析: 由动量守恒定律成立的条件可知男孩、小车与木箱三者组成的系统动量守恒, A、B 错误, C 正确; 木箱的动量增量与男孩、小车的总动量增量大小相等, 方向相反, D 错误. 答案: C

2. 如图, A、B 两物体质量之比 $m_A:m_B=3:2$, 原来静止在平板小车 C 上, A、B 间有一根被压缩的弹簧, 地面光滑, 当弹簧突然释放后, 则下列说法正确的是 ()

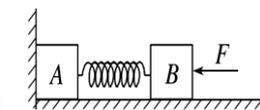
- A. 若 A、B 与平板车上表面间的动摩擦因数相同, A、B 组成的系统动量守恒
- B. 若 A、B 与平板车上表面间的动摩擦因数相同, A、B、C 组成的系统动量守恒
- C. 若 A、B 所受的摩擦力大小相等, A、B 组成的系统动量守恒
- D. 若 A、B 所受的摩擦力大小相等, A、B、C 组成的系统动量守恒



解析: 如果 A、B 与平板车上表面间的动摩擦因数相同, 弹簧释放后, A、B 分别相对于小车向左、向右滑动, 它们所受的滑动摩擦力 F_{fA} 向右, F_{fB} 向左. 由于 $m_A:m_B=3:2$, 所以 $F_{fA}:F_{fB}=3:2$, 则 A、B 组成的系统所受的外力之和不为零, 故其动量不守恒, A 选项错误; 对 A、B、C 组成的系统, A、B 与 C 间的摩擦力为内力, 该系统所受的外力为竖直方向上的重力和支持力, 它们的合力为零, 故该系统的动量守恒, B、D 选项正确; 若 A、B 所受摩擦力大小相等, 则 A、B 组成的系统所受的外力之和为零, 故其动量守恒, C 选项正确. 答案: B、C、D

3. 如图所示, 在光滑水平地面上有 A、B 两个木块, A、B 之间用一轻弹簧连接. A 靠在墙壁上, 用力 F 向左推 B 使两木块之间的弹簧压缩并处于静止状态. 若突然撤去力 F, 则下列说法中正确的是 ()

- A. 木块 A 离开墙壁前, A、B 和弹簧组成的系统动量守恒, 机械能也守恒
- B. 木块 A 离开墙壁前, A、B 和弹簧组成的系统动量不守恒, 但机械能守恒
- C. 木块 A 离开墙壁后, A、B 和弹簧组成的系统动量守恒, 机械能也守恒
- D. 木块 A 离开墙壁后, A、B 和弹簧组成的系统动量不守恒, 但机械能守恒



解析: 若突然撤去力 F, 木块 A 离开墙壁前, 墙壁对木块 A 有作用力, 所以 A、B 和弹簧组成的系统动量不守恒, 但由于 A 没有离开墙壁, 墙壁对木块 A 不做功, 所以 A、B 和弹簧组成的系统机械能守恒, 选项 A 错误, B 正确; 木块 A 离开墙壁后, A、B 和弹簧组成的系统所受合外力为零, 所以系统动量守恒且机械能守恒, 选项 C 正确, D 错误. 答案: BC

九、教学反思

思维方法, 想象力, 是解决问题的灵魂, 是物理教学的根本; 亲自实践, 参加, 体验, 知识的发现过程是培养学生能力的关键, 离开了思维方法和实践活动, 物理教学就成了无源之水、无本之木。学生物理素养的培养和提高就成了镜中花, 水中月!