



选修3-5 第一章

第2节 动量守恒定律

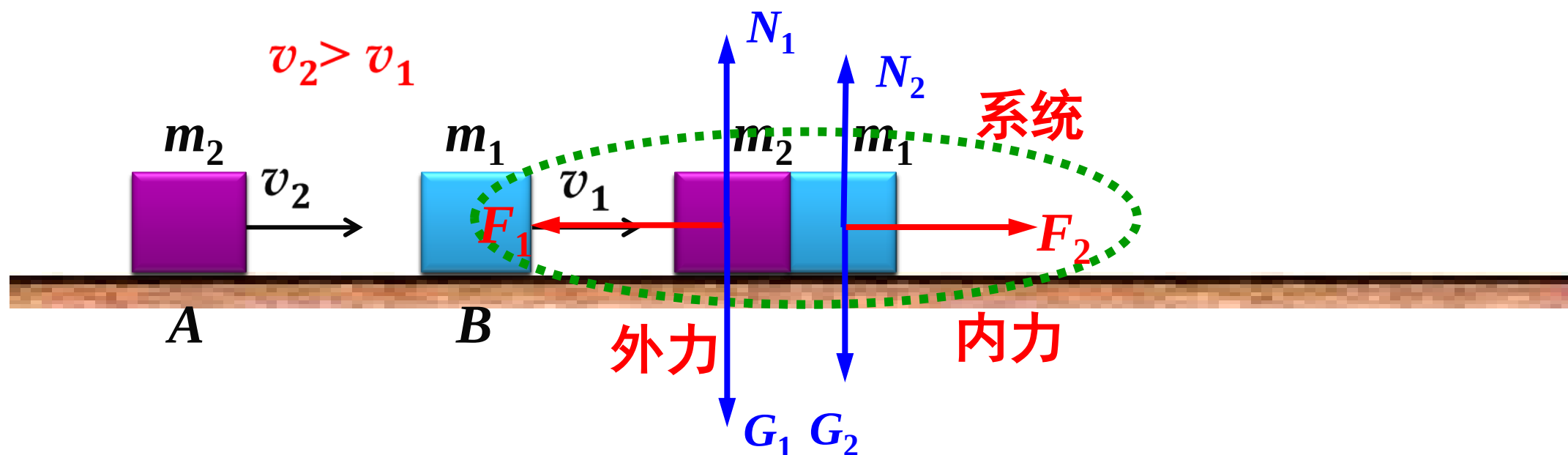




学习目标定位

1. 能够区分系统、内力和外力。
2. 能够自行推导动量守恒定律的表达式。
3. 理解动量守恒定律，练习用动量守恒定律解决实际问题。
4. 了解动量守恒定律的普适性和牛顿运动定律适用范围的局限性。

问题1: 如何理解系统 内力和外力, 举例说明?



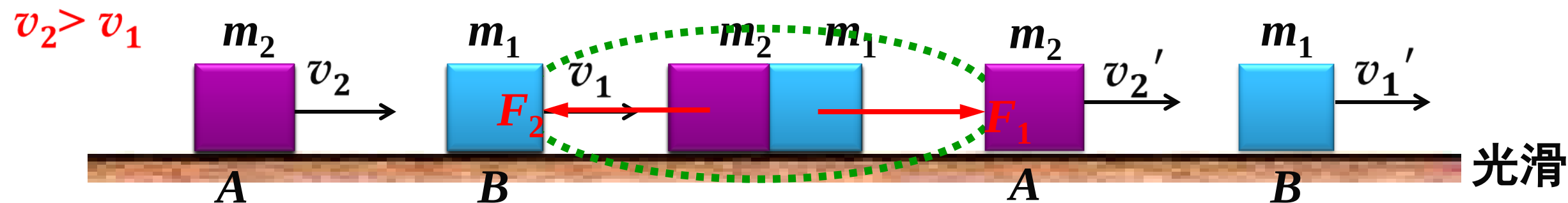
系统: 有相互作用的两个（或两个以上）物体构成一个系统

内力: 系统中相互作用的各物体之间的相互作用力

外力: 外部其他物体对系统的作用力

问题2: 试用牛顿运动定律推导两物体碰撞前后的总动量的关系?

你还有其他的推导方法吗?



$$a_2 = \frac{F_2}{m_2}$$

$$a_1 = \frac{F_1}{m_1}$$

$$a_2 = \frac{v_2' - v_2}{\Delta t}$$

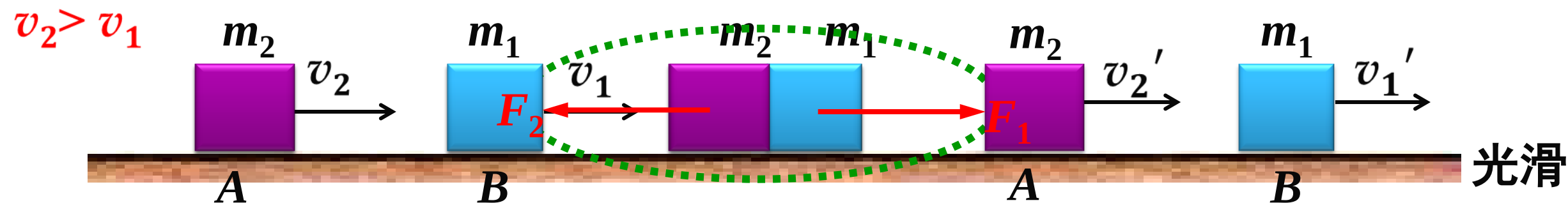
$$F_1 = -F_2$$

$$a_1 = \frac{v_1' - v_1}{\Delta t}$$

$$m_1 a_1 = -m_2 a_2$$

$$m_1 v_1 + m_2 v_2 = m_1 v_1' + m_2 v_2'$$

问题2： 试用动量定理推导两物体碰撞前后的总动量的关系？



$$F_2 \Delta t = m_2 v_2' - m_2 v_2$$

$$F_1 \Delta t = m_1 v_1' - m_1 v_1$$

$$F_1 = -F_2$$

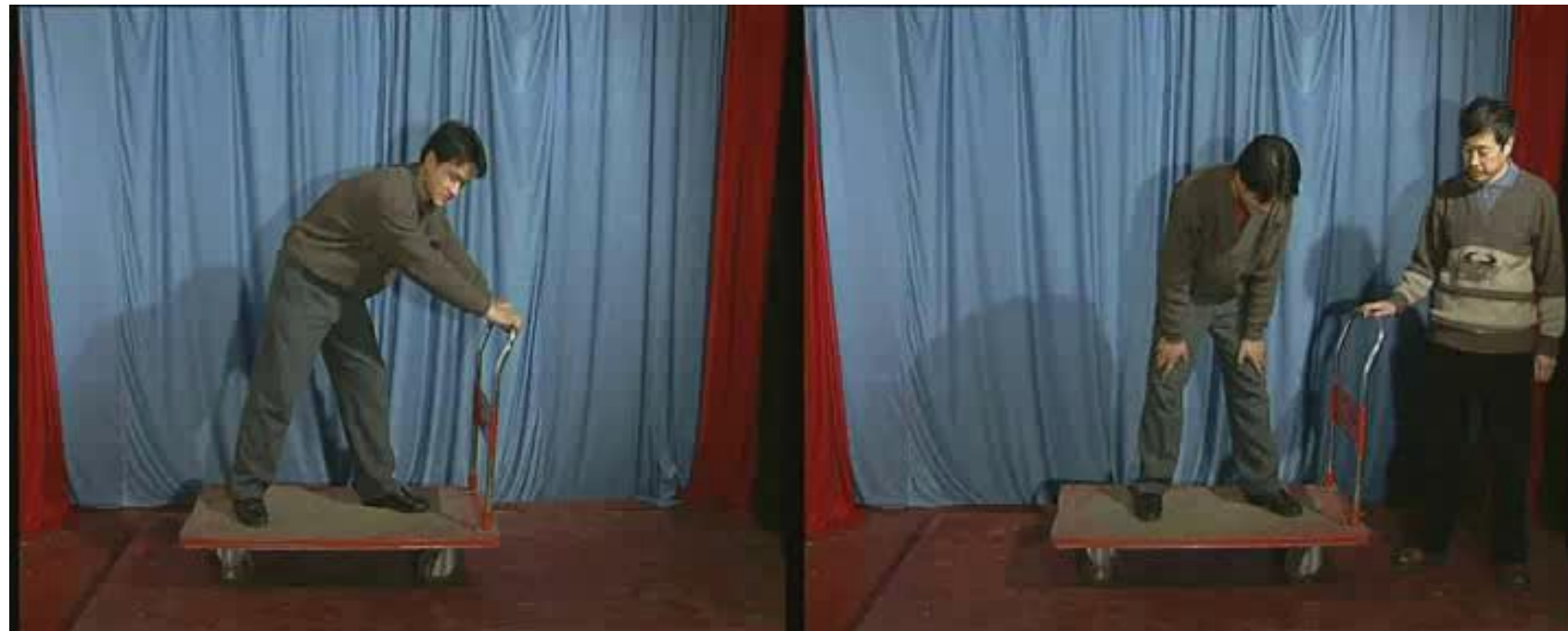
$$m_1 v_1' - m_1 v_1 = -(m_2 v_2' - m_2 v_2)$$

$$m_1 v_1 + m_2 v_2 = m_1 v_1' + m_2 v_2'$$

$$p_1 + p_2 = p_1' + p_2'$$

$$p = p'$$

问题3： 观看视频，你有何感想？



小结：动量守恒定律

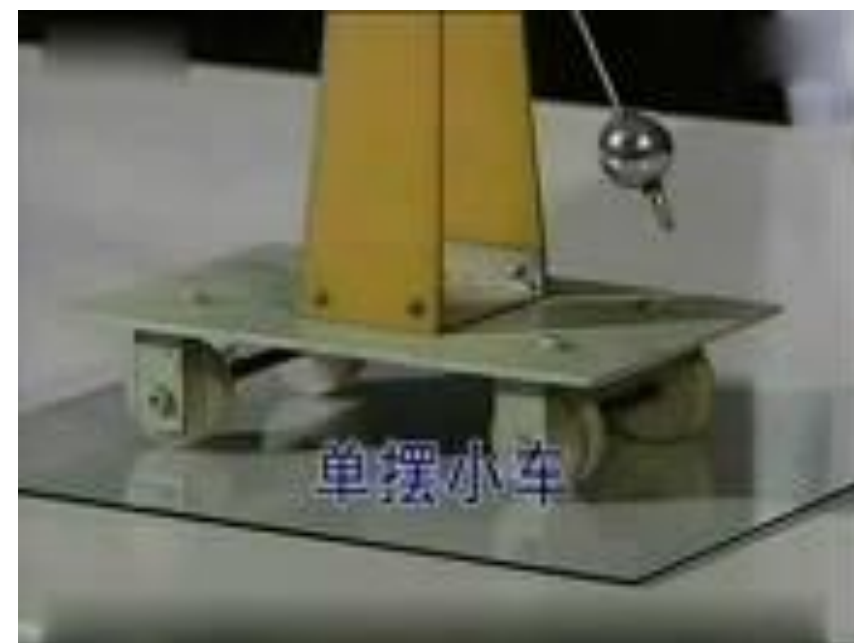
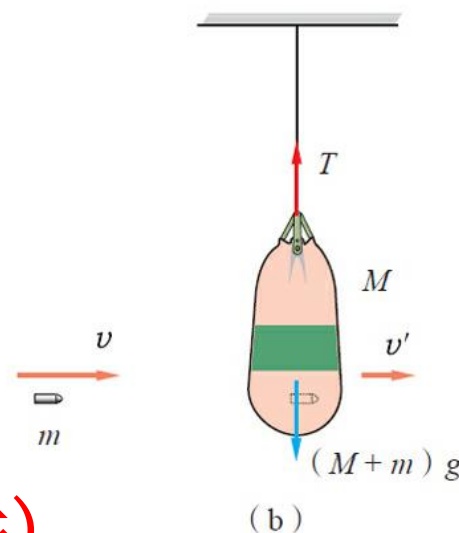
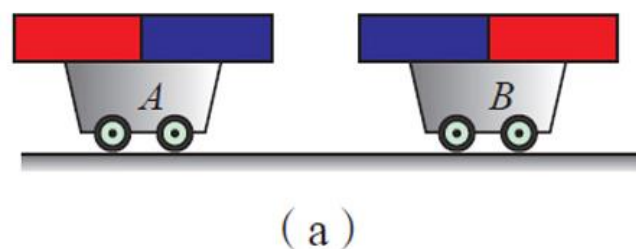
1、内容 如果一个系统不受外力，或者所受外力的矢量和为0，这个系统的总动量保持不变。这就是动量守恒定律。

2、表达式 $p = p'$ $m_1v_1 + m_2v_2 = m_1v'_1 + m_2v'_2$
 $\Delta p_1 = -\Delta p_2$ $m_1\Delta v_1 = -m_2\Delta v_2$ $\Delta p = 0$ $p' - p = 0$

3、适用条件 系统不受外力或外力的合力为零；

比如：宇宙中两星球的碰撞；微观粒子的碰撞
光滑水平面上两个物体的碰撞

问题4：对动量守恒定律条件的理解？

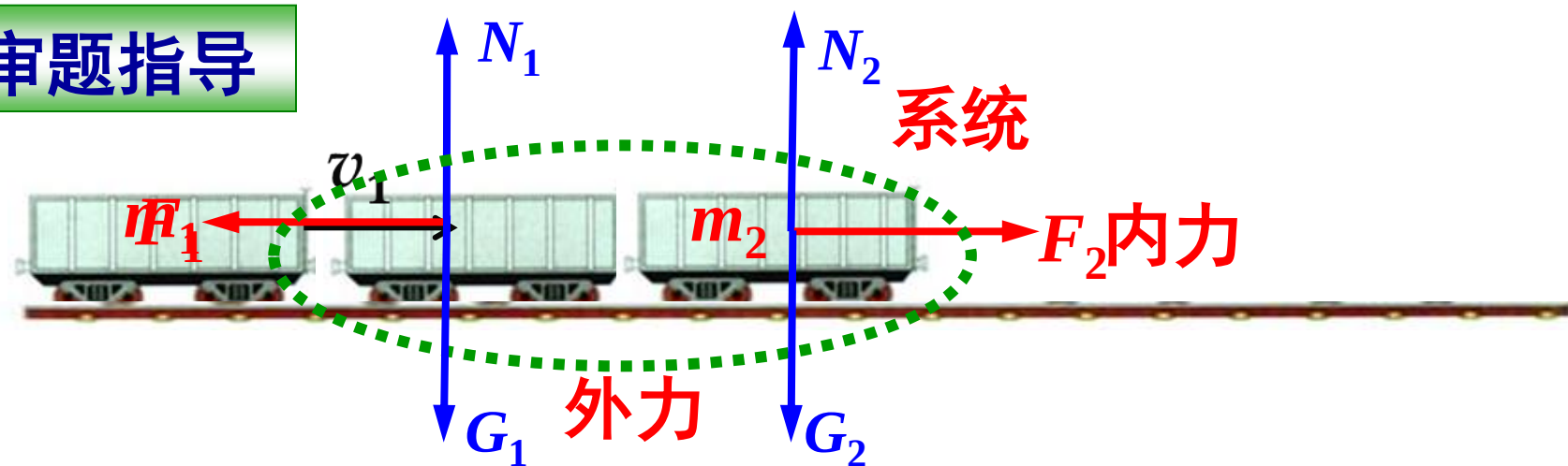


- (1) 系统不受外力；(理想条件)
- (2) 系统受到外力，但外力的合力为零；(实际条件)
- (3) 系统所受外力合力不为零，但系统内力远大于外力，外力相对来说可以忽略不计，因而系统动量近似守恒；(近似条件)
- (4) 系统总的来看虽不符合以上三条中的任何一条，但在某一方向上符合以上三条中的某一条，则系统在这一方向上动量守恒。(单向条件)

问题5：处理课本例题，归纳如何动量守恒定律进行解题？

例题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 $m_2 = 2.2 \times 10^4 \text{ kg}$ 的静止货车，它们碰撞后结合在一起继续运动，求货车碰撞后的运动速度。

审题指导

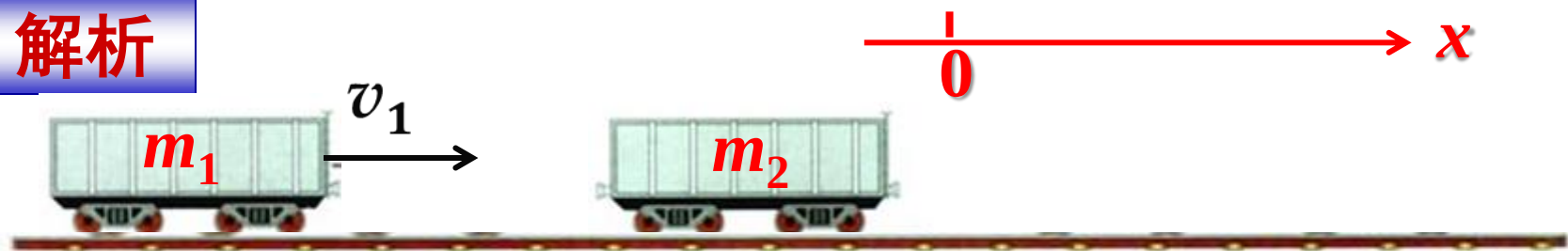


- ① 本题中相互作用的系统是什么？
- ② 分析系统受到哪几个外力的作用？是否符合动量守恒的条件？
地面摩擦力和空气阻力远小于内力 动量守恒
- ③ 本题中研究的是哪一个过程？该过程的初状态和末状态分别是什么？碰撞前、后

问题5：处理课本例题，归纳如何动量守恒定律进行解题？

例题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 $m_2 = 2.2 \times 10^4 \text{ kg}$ 的静止货车，它们碰撞后结合在一起继续运动，求货车碰撞后的运动速度。

解析



沿碰撞前货车运动的方向建立坐标轴，有 $v_1 = 2 \text{ m/s}$ 设两车结合后的速度为 v 。

两车碰撞前的总动量为 $p = m_1 v_1$

两车碰撞后的总动量为 $p' = (m_1 + m_2) v$

由动量守恒定律可得： $m_1 v_1 = (m_1 + m_2) v$

所以
$$v = \frac{m_1 v_1}{m_1 + m_2}$$

代入数值，得 $v = 0.9 \text{ m/s}$

问题5：处理课本例题，归纳如何动量守恒定律进行解题？

例题2 一枚在空中飞行的手榴弹，质量为 m ，在某点的速度为 v ，方向水平。手榴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 。求炸裂后另一块的速度 v_2 。

解析



手榴弹炸裂前的总动量为 $p = mv$

炸裂后的总动量为 $p' = m_1v_1 + (m - m_1)v_2$

根据动量守恒定律可得： $mv = m_1v_1 + (m - m_1)v_2$

解出
$$v_2 = \frac{mv - m_1v_1}{m - m_1}$$

若 $m=10\text{kg}$, $m_1=4\text{kg}$; v 的大小为 900m/s , v_1 的大小为 300m/s ，则 v_2 的大小为多少？ **1700m/s**

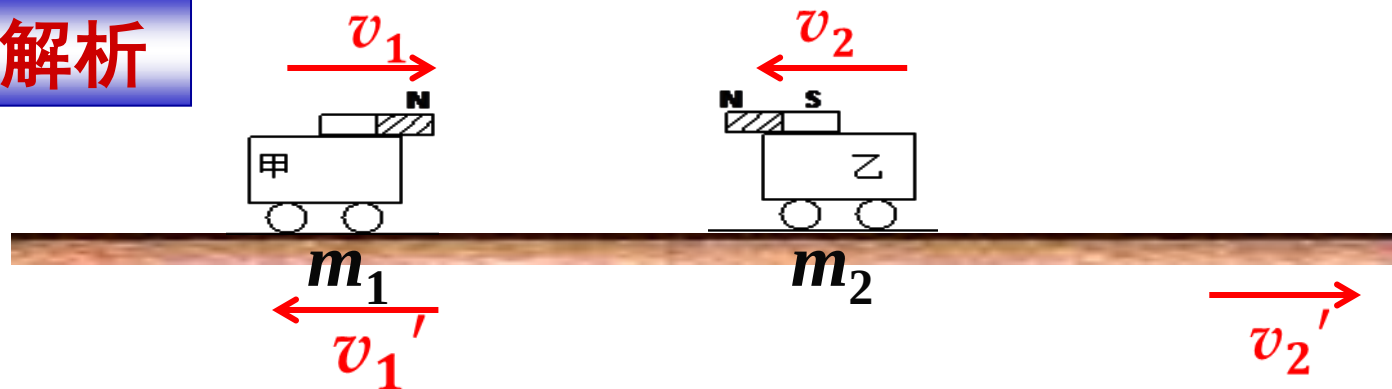
问题5： 处理课本例题，归纳如何动量守恒定律进行解题？

应用动量守恒定律解题的基本步骤和方法

- (1)**找**：找研究对象(系统包括那几个物体)和研究过程；
- (2)**析**：进行受力分析，判断系统动量是否守恒(或在某一方向是否守恒)；
- (3)**定**：规定正方向，确定初末状态动量正负号，画好分析图；
- (4)**列**：由动量守恒定律列方程；
- (5)**算**：合理进行运算，得出最后的结果，并对结果进行分析。

课堂练习1 两个磁性很强的磁铁，分别固定在甲、乙两辆小车上，甲车的总质量为4kg，乙车的总质量为2kg。甲、乙两辆小车放在光滑的水平面上，它们相向运动，甲车的速度是5m/s，方向水平向右；乙车的速度是2m/s，方向水平向左。由于两车上同性磁极的相互排斥，某时刻乙车向右以2m/s的水平速度运动，求此时甲车的速度？

解析



以水平向右方向为正方向（确定正方向）

$$v_1=5\text{m/s}, v_2=-2\text{m/s}, v_2'=2\text{m/s}$$

根据动量守恒定律：

$$m_1v_1+m_2v_2=m_1v_1'+m_2v_2'$$

$$\text{解得： } v_1'=3\text{m/s}$$

课堂练习2 一辆平

板车停止在光滑水平面上，车上一人用大锤敲打车的左端，如下图所示，在锤的连续敲打下，这辆平板车将(**A**)

- A、左右来回运动
- B、向左运动
- C、向右运动
- D、静止不动

解析

对人、铁锤和平板车组成的系统，系统外力之和为0，系统总动量守恒。



当锤头打下去时，锤头向右运动，车就向左运动；举起锤头，锤头向左运动，车就向右运动；连续敲击时，车就左右运动；一旦锤头不动，车就会停下。

问题6：用动量守恒定律与牛顿运动定律两种方法解题并进行比较？**动量守恒定律的普适性**

- ❖ 1、动量守恒定律只涉及过程始末两个状态,与过程中力的细节无关。

牛顿运动定律解决问题要涉及整个过程的力。

- ❖ 2、动量守恒定律不仅适用于宏观、低速问题，而且适用于高速、微观的问题。

这些领域，牛顿运动定律不在适用。

- ❖ 3、动量守恒定律是一个独立的实验规律,它适用于目前为止物理学研究的一切领域。

问题7：整理思路，想想我们这一节课学习了什么？

- 1、**定律内容**：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。
- 2、**公式表达**： $m_1v_1+m_2v_2=m_1v_1'+m_2v_2'$
- 3、**适用条件**：**理想条件、实际条件、近似条件、单向条件**
- 4、**应用动量守恒定律解题**