

《动量守恒定律》

教案

单位： 潢川第一中学

学科： 高二物理

姓名： 朱 付 林

《动量守恒定律》教学设计

一、教学目标：

（一）知识与技能

- 1、理解动量守恒定律的确切含义。
- 2、知道动量守恒定律的适用条件和适用范围，并会用动量守恒定律解释现象。

（二）过程与方法

- 1、通过实验与探究，引导学生在研究过程中主动获取知识，应用知识解决问题，同时在过程中培养学生协作学习的能力。
- 2、运用动量定理和牛顿第三定律推导出动量守恒定律，培养学生的逻辑推理能力。
- 3、会应用动量守恒定律分析、计算有关问题（只限于一维运动）。

（三）情感、态度与价值观

- 1、培养实事求是的科学态度和严谨的推理方法。
- 2、使学生知道自然科学规律发现的重大现实意义以及对社会发展的巨大推动作用。

二、教学重点、难点：

重点：理解和基本掌握动量守恒定律。

难点：对动量守恒定律条件的掌握。

三、教学过程：

【新课导言】

动量定理研究了一个物体受到力的冲量作用后，动量怎样变化，那么两个或两个以上的物体相互作用时，会出现怎样的总结果？例如，站在冰面上的两个人，不论谁推一下谁，他们都会向相反的方向滑开，两个同学的动量都发生了变化。又如，静止在小船上的人，当人沿着船走动时，船也同时沿着与人运动的相反方向运动，而且当人静止时，船也即时静止。生活还有很多其它的例子，这些过程中相互作用的物体的动量都有变化，但它们遵循着什么样的规律？

（一）系统 内力和外力

【学生阅读讨论，什么是系统？什么是内力和外力？】

- （1）**系统**：相互作用的物体组成系统。系统可按解决问题的需要灵活选取。
- （2）**内力**：系统内物体相互间的作用力。
- （3）**外力**：外物对系统内物体的作用力。

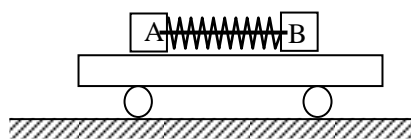
注意：内力和外力的区分依赖于系统的选取，只有在确定了系统后，才能确定内力和外力。

【教师对上述概念给予足够的解释，引发学生思考和讨论，加强理解】

思考与讨论 1:

图示，A、B两物体的质量 $m_A > m_B$ ，中间用一段细绳相连并有一被压缩的弹簧，放在平板车C上后，A、B、C均处于静止状态，若地面光滑，则在细绳被剪断后，在A、B未从C上滑离之前，A、B在C上向相反方向滑动过程中（ ）

- A. 若A、B与C之间的摩擦力大小相同，则A、B组成的系统合外力为零。
- B. 若A、B与C之间的摩擦力大小不相同，则A、B组成的系统合外力不为零。
- C. 若A、B与C之间的摩擦力大小不相同，则A、B组成的系合外力不为零，但A、B、C组成的系统合外力为零。
- D. 以上说法均不对



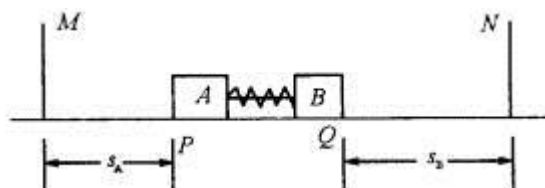
答：A、C

下面通过实验探究两个物体构成的系统在相互作用的过程中，两个物体间动量的变化规律。并设计一个物理情境让学生自己推导出动量守恒定律的表达式。

【互动一】：实验探究相互作用的两个物体动量变化之间的关系。

用多媒体展示气垫导轨实验装置。并附有真人演示实验过程视频。并完成如下思考：

【演示】如下图所示，气垫导轨上的A、B两滑块（已测得质量分别为 m_A 、 m_B ）在P、Q两处。在A、B间压紧一被压缩的弹簧，中间用细线把A、B拴住。M和N为两个光电门，使烧断细线后A、B两滑块向相反方向运动并通过光电门，光电门同时记录挡光片通过的时间，由 $\frac{s}{v}$ 可求得两滑块通过光电门的速度（即两滑块相互作用后的速度）。比较 $m_A v_A$ 和 $m_B v_B$ 。



1. 实验条件：以A、B为系统，外力很小可忽略不计。
2. 实验结论：两物体A、B在不受外力作用的条件下，相互作用过程中动量变化大小相等，方向相反，即 $\Delta P_A = \Delta P_B$ 。
3. 总结出动量守恒定律：

以上互动过程主要由学生跟实验过程测得的数据，运用所学知识进求解和探讨。

【教师对上述装置及实验过程给予足够的解释，引发学生分析和求解】

【互动二】：设计物理情境用牛顿运动定律推导动量守恒公式。

如下图所示，在光滑的水平上做匀速直线运动的两个小球，质量分别 m_1 和 m_2 。沿着同一个方向运动，速度分别为 v_1 和 v_2 （且 $v_2 > v_1$ ），则它们的总动量（动量的矢量和） $p = m_1v_1 + m_2v_2$ 。当第二个球追上第一个球并发生碰撞，碰撞后的速度分别为 v_1' 和 v_2' ，此时它们的动量的矢量和，即总动量 $p' = p_1' + p_2' = m_1v_1' + m_2v_2'$ 。下面从动量定理和牛顿第三定律出发讨论 p 和 p' 有什么关系。



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

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

所以： $m_1a_1 = -m_2a_2$

碰撞时两球间的作用时间极短，用 Δt 表示，则有： $a_1 = \frac{v_1' - v_1}{\Delta t}$ ， $a_2 = \frac{v_2' - v_2}{\Delta t}$

代入 $m_1a_1 = -m_2a_2$ 并整理得：

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

上述情境可以理解为：以两小球为研究对象，系统的合外力为零，系统元素在相互作用过程中，总动量是守恒的——即动量守恒表达式。

由以上两个互动环节，可得出动量守恒的定义及表达式。

（二）动量守恒定律

（师生共同总结上述两个互动环节，并得出结论——动量守恒定律内容及表达式。）

1. **内容表述**：一个系统不受外力或受外力之和为零，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. **数学表达式**：

(1) $m_1v_1 + m_2v_2 = m_1v_1' + m_2v_2'$ ，即 $p_1 + p_2 = p_1' + p_2'$ 。

（相互作用的两个物体组成的系统，作用前系统的总动量等于作用后系统的总动量）

$$(2) \Delta p_1 + \Delta p_2 = 0, \quad \Delta p_1 = -\Delta p_2$$

(相互作用的两个物体组成的系统，两物体动量增量大小相等、方向相反)

$$(3) \Delta P = 0 \text{ (系统总动量的增量为零)}$$

【注意】：①同一性：上述式中的速度都应相对同一参考系，一般以地面为参考系。

②矢量性：动量守恒定律的表达式是矢量式，解题时选取正方向后用正、负来表示方向，将矢量运算变为代数运算。

③同时性：表达式两边的各个速度必须是同一时刻的速度。

思考与讨论 2:

质量为 m 的小球 A 在光滑平面上以速度 v_0 与质量为 $2m$ 的静止小球 B 发生正碰，碰撞后， A 球速率变为原来的 $\frac{1}{3}$ ，那末，碰后 B 球的速度可能值是下面的()。

A. $\frac{1}{3}v_0$ B. $\frac{2}{3}v_0$ C. $\frac{4}{3}v_0$ D. $\frac{5}{3}v_0$

【分析】：动量守恒定律的矢量性告诉我们，代入数值时要选定正方向，确定各量的正、负方向。本题中 A 球碰后速度方向未给出，应以正、负两个方向考虑。代入正值计算结果 A 正确；代入负值计算则 B 正确，且不违背实际可能性。

答案：AB.

3. 成立条件

动量守恒定律有许多优点。其中最特出的一点是，它对系统过程变化情况不要知道得很细，只要知道过程始末情况便好。能有效地处理一些过程变化复习的问题。但它的使用要满足一定的条件。请详细的研究动量守恒定律的内容并结合自己的理解，总结出动量守恒定律的适用条件。

(1) 不受外力或受外力之和为零，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。

(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。

思考与讨论 3:

如图所示，子弹打进与固定于墙壁的弹簧相连的木块，此系统从子弹开始入射木块到弹簧压缩到最短的过程中，子弹与木块作为一个系统动量是否守恒？说明理由。



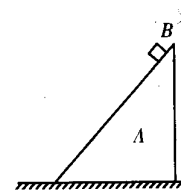
【分析】：此题重在引导学生针对不同的对象（系统），对应不同的过程中，受力情况不同，总动量可能变化，可能守恒。

【通过此题，让学生明白】：在学习物理的过程中，重要的一项基本功是正确恰当地选取

研究对象、研究过程，根据实际情况选用对应的物理规律，不能生搬硬套。】

思考与讨论 4:

如图所示，斜面体 A 的质量为 M ，把它置于光滑的水平面上，一质量为 m 的滑块 B 从斜面体 A 的顶部由静止滑下，与斜面体分离后以速度 v 在光滑的水平面上运动，在这一现象中，物块 B 沿斜面体 A 下滑时，分析系统的动量守恒情况？



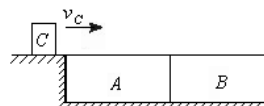
【分析】：物块 B 沿斜面体 A 下滑时，A 与 B 间的作用力(弹力和可能的摩擦力)都是内力，这些力不予考虑。但物块 B 还受到重力作用，这个力是 A、B 系统以外的物体的作用，是外力；物体 A 也受到重力和水平面的支持力作用，这两个力也不平衡(A 受到重力、水平面支持力和 B 对它的弹力在竖直方向平衡)，故系统的合外力不为零。但系统在水平方向没有受到外力作用，因而在水平方向可应用动量守恒，当滑块在水平地面上向左运动时，斜面体将会向右运动，而且它们运动时的动量大小相等、方向相反，其总动量还是零。

4. 适用范围

动量守恒定律是自然界最重要最普遍的规律之一，大到星球的宏观系统，小到基本粒子的微观系统，无论系统内各物体之间相互作用是什么力，只要满足上述条件，动量守恒定律都是适用的。

(三)：课堂巩固训练

1、如下图所示，紧靠着放在光滑的水平面上的木块 A 和 B，其质量分别为 $m_A = 0.5kg$ ， $m_B = 0.3kg$ ，它们的下底面光滑，上表面粗糙；另有一质量 $m_C = 0.1kg$ 的滑块 C（可视为质点），以 $v_C = 25m/s$ 的速度恰好水平地滑到 A 的上表面，如图所示，由于摩擦，滑块最后停在木块 B 上，B 和 C 的共同速度为 $3.0m/s$ ，求：



(1) 木块 A 的最终速度 v_A ；

(2) 滑块 C 离开 A 时的速度 v'_C 。

解析：这是一个由 A、B、C 三个物体组成的系统，以这系统为研究对象，当 C 在 A、B 上滑动时，A、B、C 三个物体间存在相互作用，但在水平方向不存在其他外力作用，因此系统的动量守恒。

(1) 当 C 滑上 A 后，由于有摩擦力作用，将带动 A 和 B 一起运动，直至 C 滑上 B 后，A、B 两木块分离，分离时木块 A 的速度为 v_A 。最后 C 相对静止在 B 上，与 B 以共同速度

$v_B = 3.0\text{m/s}$ 运动，由动量守恒定律有

$$m_C v_C = m_A v_A + (m_B + m_C) v_B$$

$$\therefore v_A = \frac{m_C v_C - (m_B + m_C) v_B}{m_A} = \frac{0.1 \times 25 - (0.3 + 0.1) \times 3.0}{0.5} \text{m/s} = 2.6\text{m/s}$$

(2) 为计算 v'_C ，我们以 B 、 C 为系统， C 滑上 B 后与 A 分离， C 、 B 系统水平方向动量守恒。 C 离开 A 时的速度为 v'_C ， B 与 A 的速度同为 v_A ，由动量守恒定律有

$$m_B v_B + m_C v'_C = (m_B + m_C) v_A \quad \therefore v'_C = \frac{(m_B + m_C) v_A - m_B v_B}{m_C} = \frac{(0.3 + 0.1) \times 3.0 - 0.3 \times 2.6}{0.1} \text{m/s} = 4.2\text{m/s}$$

2、如图所示，气球与绳梯的质量为 M ，气球的绳梯上站着一个人质量为 m 的人，整个系统保持静止状态，不计空气阻力，则当人沿绳梯向上爬时，对于人和气球（包括绳梯）这一系统来说动量是否守恒？为什么？

【解析】对于这一系统来说，动量是守恒的，因为当人未沿绳梯向上爬时，系统保持静止状态，说明系统所受的重力 $(M+m)g$ 跟浮力 F 平衡，那么系统所受的外力之和为零，当人向上爬时，气球同时会向下运动，人与梯间的相互作用力总是等值反向，系统所受的外力之和始终为零，因此系统的动量是守恒的。



(四) 课堂小结

教师活动：让学生自己总结所学内容，并谈学习本节内容时，哪些地方感觉模糊，疑惑。

学生活动：认真总结概括本节内容，允许内容的顺序不同，从而构建他们自己的知识框架。

(五) 作业：“优化方案” 2、3、4 题

《动量守恒定律》教学反思

一、本节课教了什么

- 1、动量守恒定律的推导，使用动量定理结合牛顿第三定律，引导学生独立完成，但还有个别同学没有完全掌握。
- 2、动量守恒定律的条件：系统不受外力或系统受到的外力为零。在实际情境中，对系统受力分析，内力外力如何判断，还没有弄懂，这样的学生人数不多，可以个别交流。
- 3、动量守恒定律的解题步骤，则不是所有学生都清楚的。
 - (1) 明确研究对象（确定系统有几个物体）
 - (2) 进行受力分析，判断是否满足成立条件
 - (3) 确定参照物、初末状态、正方向的选取
 - (4) 由动量守恒定律列式求解。

二、怎么教的

1、关于动量守恒定律的条件，说条件这个学生会觉得很容易，但是一拿到具体的题目，往往会将它复杂化，有些学生会想到跟做功是否关系了，内力是摩擦力会怎样了。通过学习避免出错。

2、学生对于 1)， 2) 步骤其实重视程度不够，是一看碰撞，就用动量守恒。没有进行条件判断，也没有很清楚地确定两个态分析。我们常常会埋怨学生怎么这么不重视，但我们更加需要反思自己是否再教学中是否到位。

3、动量守恒，一是符号问题，强调设正方向，若未知量方向已明确则未知量字母只代表大小即可，若未知量方向不明，则未知量字母含有大小和方向，依得出的结果再行分析；二是守恒方程“一边一态”的问题，解决办法是严格列出已知，作图辅助思维。

三、体会

本节课强化训练按照步骤的程序式分析法。对于过程分析，也是通过精心设计的，过程图像画得很清晰。上课也让学生画图，今天的时间控制的不错，但是备课还是要再下点力气。突出主干，有所侧重，突破一些重点问题，是下周自己的一个备课重点。当然，还有做好听课这一环节。