

第2讲 动量守恒定律及其应用

考点一 动量守恒定律的条件及应用

强基础·固本增分

动量守恒定律

1. 内容

外力和内力是相对的

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。

2. 表达式

(1) $p=p'$, 系统相互作用前总动量 p 等于相互作用后的总动量 p' 。

(2) $m_1v_1+m_2v_2=\underline{m_1v_1'+m_2v_2'}$, 相互作用的两个物体组成的系统, 作用前的动量之和等于作用后的动量之和。

(3) $\Delta p_1=\underline{-\Delta p_2}$, 相互作用的两个物体动量的变化量等大反向。

(4) $\Delta p=0$, 系统总动量的变化量为零。

3.适用条件

(1)不受外力或所受外力的合力为0。

(2)系统内各物体间相互作用的内力远大于它所受到的外力。

外力的冲量忽略不计



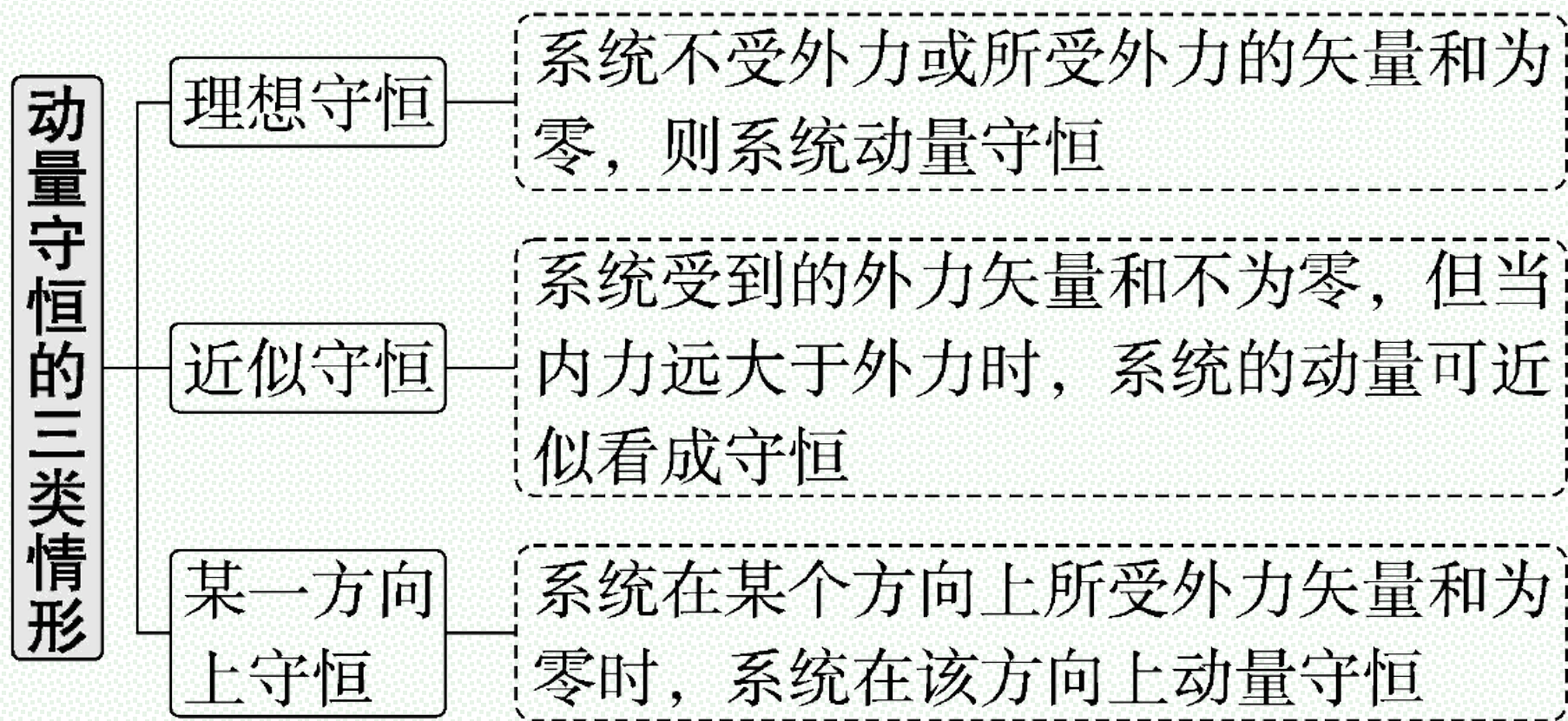
(3)如果系统在某一方向上所受外力的合力为0,则系统在该方向上动量守恒。



易错辨析·判一判

- (1) 只要系统外力做功为零,系统动量就守恒。(×)
- (2) 系统动量不变是指系统的动量大小和方向都不变。(√)
- (3) 系统的动量守恒时,机械能也一定守恒。(×)
- (4) 动量守恒定律表达式 $m_1v_1 + m_2v_2 = m_1v_1' + m_2v_2'$ 一定是矢量式,应用时一定要规定正方向,且其中的速度必须相对同一个参考系。(√)
- (5) 若在光滑水平面上的两球相向运动,碰后均变为静止,则两球碰前的动量大小一定相同。(√)

1. 动量守恒的三类情形



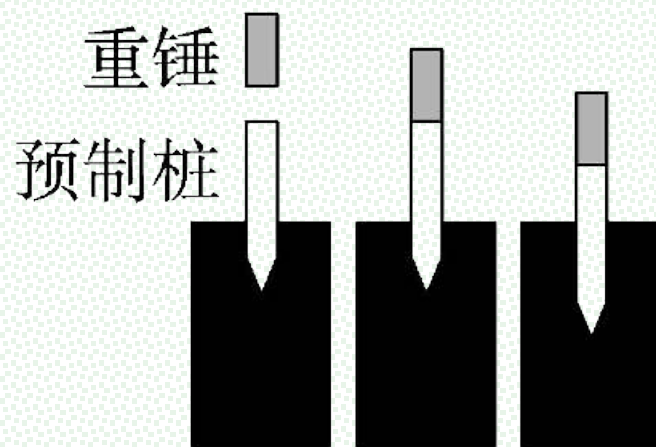
2.动量守恒定律的六种性质

系统性	研究对象是相互作用的两个或多个物体组成的系统
条件性	首先判断系统是否满足守恒条件
相对性	公式中 v_1 、 v_2 、 v_1' 、 v_2' 必须相对于同一个惯性系
同时性	公式中 v_1 、 v_2 是在相互作用前同一时刻的速度, v_1' 、 v_2' 是相互作用后同一时刻的速度
矢量性	应先选取正方向,凡是与选取的正方向一致的动量为正值,相反为负值
普适性	不仅适用于低速宏观系统,也适用于高速微观系统

考向一 动量守恒的判断

典题1 (2024广东深圳模拟)建筑施工过程中经常会使用打桩机。如图所示,打桩过程可简化为:重锤从空中某一固定高度由静止释放,与钢筋混凝土预制桩在极短时间内发生碰撞,并以共同速度下降一段距离后停下。不计空气阻力,则(C)

- A. 整个过程中,重锤和预制桩组成的系统动量守恒
- B. 碰撞过程中重锤对桩的冲量与桩对重锤的冲量相同
- C. 重锤质量越大,预制桩被撞后瞬间的速度越大
- D. 重锤质量越大,碰撞过程重锤动量变化量越小

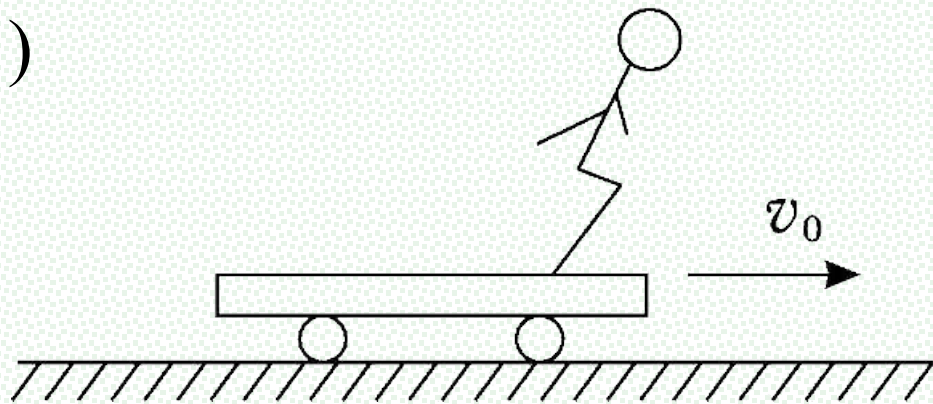


解析 整个过程中,碰撞后以共同速度减速下降,重锤和预制桩受到向上的合力,所以系统的动量不守恒,故**A**错误;碰撞过程中重锤对桩的冲量与桩对重锤的冲量大小相同、方向相反,故**B**错误;碰撞过程时间极短,可认为重锤与桩的动量守恒,有 $mv=(m_0+m)v_{共}$,则 $v_{共}=\frac{mv}{m_0+m}=\frac{v}{\frac{m_0}{m}+1}$,重锤质量越大,重锤与预制桩被撞后瞬间的速度越大,故**C**正确;碰撞过程重锤动量变化量大小为 $\Delta p=mv-mv_{共}=\frac{m_0mv}{m_0+m}$,重锤质量越大,碰撞过程重锤动量变化量越大,故**D**错误。

考向二 动量守恒定律的应用

典题2 滑板运动是青少年比较喜欢的一种户外运动。现有一个质量为 m 的小孩站在一辆质量为 λm 的滑板车上,小孩与滑板车一起在光滑的水平路面上以速度 v_0 匀速运动,突然发现前面有一个小水坑,由于来不及转向和刹车,该小孩立即以相对地面的速度 $\frac{3}{2}v_0$ 向前跳离滑板车,滑板车速度大小变为原来的 $\frac{1}{2}$,但方向不变,则 λ 为(**A**)

- A.1 B.2
C.3 D.4



解析 由题意,小孩在起跳过程中和滑板车组成的系统在水平方向上动量守恒,根据动量守恒定律,有 $(m+\lambda m)v_0=\lambda m\cdot\frac{v_0}{2}+m\cdot\frac{3}{2}v_0$,解得 $\lambda=1$,故选A。

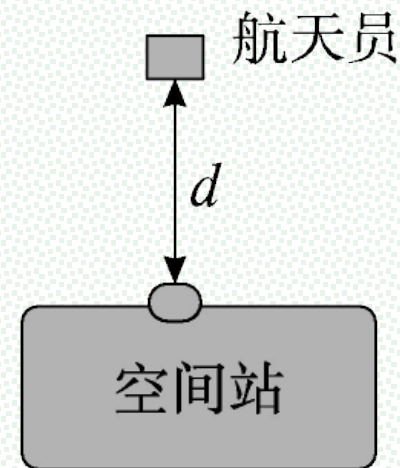
典题3 (2023山东济南模拟)在空间技术发展过程中,喷气背包曾经是航天员舱外活动的主要动力装置,它能让航天员保持较高的机动性。航天员在距离空间站舱门为 d 的位置与空间站保持相对静止,如图所示,启动喷气背包,压缩气体通过横截面积为 S 的喷口以速度 v_1 持续喷出,航天员到达舱门时的速度为 v_2 。若航天员连同整套装备的质量为 m ,不计喷出气体后航天员和装备质量的变化,忽略航天员的速度对喷气速度的影响以及喷气过程中压缩气体密度的变化,则喷出压缩气体的密度为(**D**)

A. $\frac{2mv_1^2}{Sdv_2^2}$

B. $\frac{mv_1^2}{2Sdv_2^2}$

C. $\frac{2mv_2^2}{Sdv_1^2}$

D. $\frac{mv_2^2}{2Sdv_1^2}$



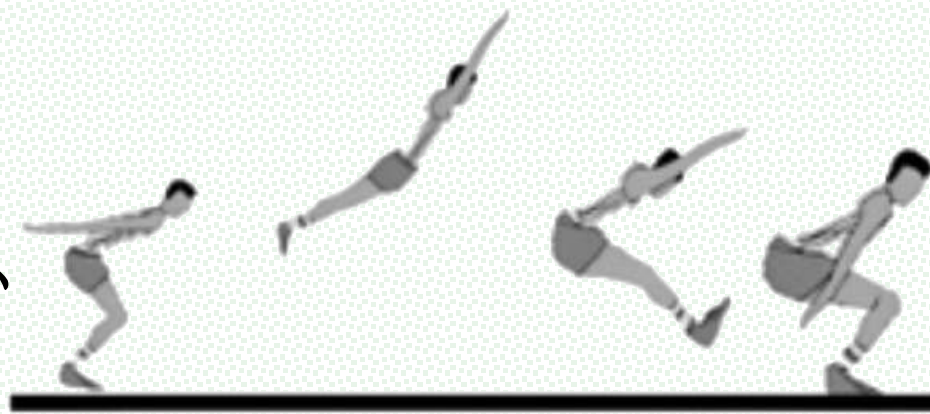
解析 设喷出的气体的质量为 Δm , 则 $\Delta m = \rho S v_1 t$, 根据动量守恒定律可得, $\Delta m v_1 = m v_2$, 航天员受力恒定, 做初速度为零的匀加速直线运动, 则 $\frac{v_2}{2} \cdot t = d$, 联

立解得 $\rho = \frac{m v_2^2}{2 S d v_1^2}$, 故选 D。

考向三 分方向动量守恒问题

典题4 (多选)(2023广东佛山一模)某同学平时在操场立定跳远成绩最好能达到2.5 m。在静浮于水面可自由移动的小船上,若该同学同样尽最大的能力立定跳,小船上下颠簸可忽略,则该同学在小船上立定跳(**AC**)

- A. 相对地面运动的水平距离小于2.5 m
- B. 相对小船运动的水平距离小于2.5 m
- C. 起跳时相对地面的初速度比在操场时的小
- D. 当人落在船上时,船还会继续向前运动



解析 对于人和小船组成的系统,水平方向上动量守恒,设该同学起跳时相对地面水平初速度为 v_x ,竖直初速度为 v_y ,小船相对于地面的速度为 v ,该同学相对小船运动的水平距离等于2.5 m,设水平向右为正方向,根据水平方向动量守恒可得, $0=m_{\text{人}}v_x+m_{\text{船}}v$,可知小船向左运动,所以该同学相对地面运动的水平距离小于2.5 m,故A正确,B错误;由A、B选项分析可知,相比在地面起跳,人相对地面的水平初速度变小,根据 $v_{\text{人}}=\sqrt{v_x^2+v_y^2}$,可知起跳时相对地面的初速度比在操场时的小,故C正确;根据水平方向上动量守恒,当人落在船上时,船停止运动,故D错误。

考点二 爆炸、反冲和人船模型

强基础·固本增分

1. 爆炸 -----> 系统的机械能可以增大

与碰撞类似,物体间的相互作用时间很短,作用力很大,且远大于系统所受的外力,所以系统动量守恒。

2. 反冲

(1)定义:当物体的一部分以一定的速度离开物体时,剩余部分将获得一个反向冲量,如发射炮弹、火箭等。

(2)特点:系统内各物体间的相互作用的内力远大于系统受到的外力,动量守恒。



情境链接·想一想

气球内气体向后喷出,气球会向前运动,这是因为气球受到(**D**)

A. 重力

B. 手的推力

C. 空气的浮力

D. 喷出气体对气球的作用力

1. 爆炸现象的三个规律

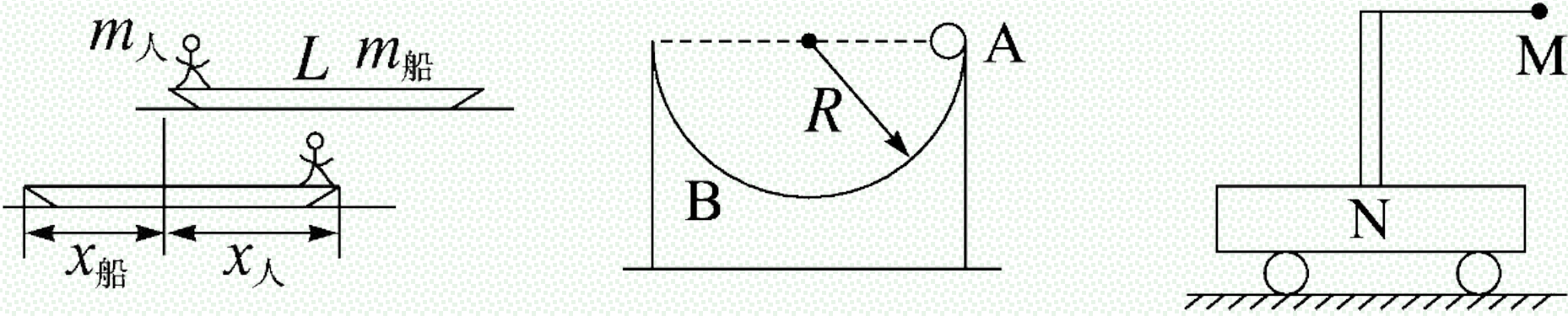
动量守恒	由于爆炸是在极短的时间内完成的,爆炸物体间的相互作用力远远大于受到的外力,所以在爆炸过程中,系统的总动量守恒
动能增加	在爆炸过程中,由于有其他形式的能量(如化学能)转化为动能,所以爆炸后系统的总动能增加
位置不变	爆炸的时间极短,因而作用过程中,物体产生的位移很小,一般可忽略不计,可以认为爆炸后仍然从爆炸前的位置以新的动量开始运动

2.对反冲运动的三点说明

作用原理	反冲运动是系统内物体之间的作用力和反作用力产生的效果
动量守恒	反冲运动中系统不受外力或内力远大于外力,所以反冲运动遵循动量守恒定律
机械能增加	反冲运动中,由于有其他形式的能转化为机械能,所以系统的总机械能增加

3. 人船模型

人船模型是动量守恒问题中典型的物理模型,其常见情境如下。

常见情境	
问题	两个原来静止的物体发生相互作用时,若所受外力的矢量和为零,则动量守恒。在相互作用的过程中,任一时刻两物体的速度大小之比等于质量的反比。这样的问题归为人船模型问题

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：
<https://d.book118.com/436132042043011002>