

# 第 25 讲 碰撞及动量守恒定律的应用

——划重点之精细讲义系列



考点 1	动量守恒定律的理解及应用
考点 2	碰撞问题
考点 3	爆炸及反冲问题
考点 4	人船模型
考点 5	动量和能量观点综合应用



## 考点 1：动量守恒定律的理解及应用

**1. 系统：**相互作用的几个物体构成系统。系统中各物体之间的相互作用力称为内力，外部其他物体对系统的作用力叫做外力。

**2. 定律内容：**如果一个系统不受外力作用，或者所受的合外力为零，这个系统的总动量保持不变。

### 3. 定律的表达式

$m_1v_1 + m_2v_2 = m_1v_1' + m_2v_2'$ ，两个物体组成的系统初动量等于末动量。

可写为： $p = p'$ 、 $\Delta p = 0$  和  $\Delta p_1 = -\Delta p_2$

(1)  $m_1v_1 + m_2v_2 = m_1v_1' + m_2v_2'$ ，相互作用的两个物体组成的系统，作用前的动量和等于作用后的动量和。

(2)  $\Delta p_1 = -\Delta p_2$ ，相互作用的两个物体动量的增量等大反向。

(3)  $\Delta p = 0$ ，系统总动量的增量为零。

### 4. 守恒条件

理想守恒	系统不受外力或所受外力的合力为零，则系统动量守恒
近似守恒	系统受到的合力不为零，但当内力远大于外力时，系统的动量可近似看成守恒
分方向守恒	系统在某个方向上所受合力为零时，系统在该方向上动量守恒

### 5. 动量守恒的“四性”

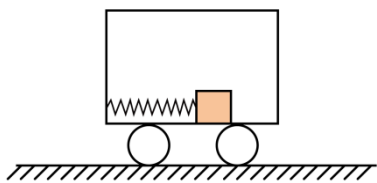
矢量性	表达式中初、末动量都是矢量，需要首先选取正方向，分清各物体初末动量的正、负
瞬时性	动量是状态量，动量守恒指对应每一时刻的总动量都和初时刻的总动量相等
同一性	速度的大小跟参考系的选取有关，应用动量守恒定律，各物体的速度必须是相对同一参考系的速度。一般选地面为参考系

普适性

它不仅适用于两个物体所组成的系统，也适用于多个物体组成的系统；不仅适用于宏观物体组成的系统，也适用于微观粒子组成的系统

## 考向预测

**【考向1】**如图所示，装有轻弹簧与小物块的小车静止在光滑水平地面上，小车与小物块接触面粗糙且水平。弹簧左端固定在小车内壁，右端与小物块靠在一起。初始时，在外力作用下弹簧处于压缩状态。现撤去外力，小物块向右运动。从撤去外力到小物块与小车右壁碰撞前的过程中，下列说法正确的是（ ）



- A. 小物块的机械能守恒
- B. 小物块和弹簧组成的系统动量守恒
- C. 小物块和弹簧组成的系统机械能守恒
- D. 小物块、弹簧和小车组成的系统动量守恒

**【考向2】**对下列情景说法正确的是（ ）



- A. 子弹打进木块后一起向左运动的过程，子弹和木块构成的系统动量守恒
- B. 两同学传接篮球的过程，两同学和篮球构成的系统动量守恒
- C. 绑有磁铁的两小车在光滑水平地面上相向运动的过程，两车构成的系统动量守恒
- D. 小球从静止在光滑水平面上的斜槽顶端释放，在离开斜槽前小球和斜槽构成的系统动量守恒

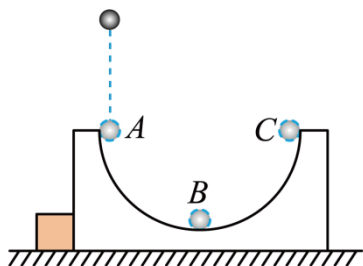
**【考向3】**如图是老师在课堂上做的一个演示实验，将中间开孔的两块圆饼状磁铁用一根木棒穿过，手拿住木棒（保持水平），此时两磁铁保持静止。当手突然释放，让木棒和磁铁一起自由下落时（不计空气阻力），发现两块磁铁向中间靠拢并吸在一起了，下列说法正确的是（ ）



- A. 放手下落过程中，磁铁受滑动摩擦力作用
- B. 放手下落过程中，磁铁的运动轨迹是一条直线
- C. 放手下落过程中，两个磁铁水平方向动量不守恒

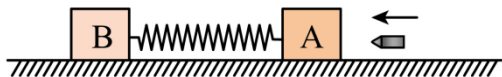
D. 放手下落过程中，磁铁和棒组成系统机械能不守恒

**【考向4】(多选)** 如图所示，将一光滑的半圆槽置于光滑水平面上，槽的左侧有一固定在水平面上的物块。今让一小球自左侧槽口A的正上方从静止开始下落，与圆弧槽相切自A点进入槽内，并从C点飞出，则以下结论中正确的是 ( )



- A. 小球在半圆槽内运动的全过程中，只有重力对它做功
- B. 小球在半圆槽内运动的全过程中，小球与半圆槽在水平方向动量守恒
- C. 小球自半圆槽的最低点B向C点运动的过程中，小球与半圆槽在水平方向动量守恒
- D. 小球离开C点以后，将做斜上抛运动

**【考向5】(多选)** 如图所示，两木块A、B用轻质弹簧连在一起，置于粗糙水平面上，一颗子弹水平射入木块A，并留在其中。在子弹射入木块A及弹簧被压缩的整个过程中，下列说法中正确的是 ( )



- A. 在子弹射入木块A的过程中，子弹和木块A组成的系统动量守恒、机械能不守恒
- B. 在子弹射入木块A的过程中，子弹和木块A组成的系统动量不守恒，机械能守恒
- C. 在弹簧被压缩的过程中，系统动量守恒、机械能不守恒
- D. 在弹簧被压缩的过程中，系统动量、机械能都不守恒

## 考点剖析理重点

### 考点2：碰撞问题

**1.概念：**碰撞指的是物体间相互作用持续时间很短，物体间相互作用力很大的现象，在碰撞过程中，一般都满足内力远大于外力，故可以用动量守恒定律处理碰撞问题。

#### 2.分类

(1)弹性碰撞：这种碰撞的特点是系统的机械能守恒，相互作用过程中遵循的规律是动量守恒和机械能守恒。

(2)非弹性碰撞：在碰撞过程中机械能损失的碰撞，在相互作用过程中只遵循动量守恒定律。

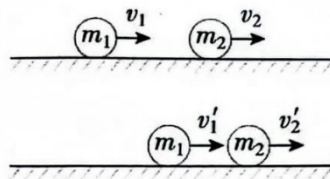
(3)完全非弹性碰撞：这种碰撞的特点是系统的机械能损失最大，**作用后两物体粘在一起，速**

度相等，相互作用过程中只遵循动量守恒定律。

### 3.解析碰撞的三个依据

动量守恒	$p_1 + p_2 = p_1' + p_2'$
动能不增加	$E_{k1} + E_{k2} \geq E_{k1}' + E_{k2}'$ 或 $\frac{p_1^2}{2m_1} + \frac{p_2^2}{2m_2} \geq \frac{p_1'^2}{2m_1} + \frac{p_2'^2}{2m_2}$
速度要符合情景	<p>①如果碰前两物体同向运动，则碰前，后面的物体速度必大于前面物体的速度，即 <math>v_{后} &gt; v_{前}</math>，否则无法实现碰撞；碰撞后，原来在前面的物体速度一定增大，且速度大于或等于原来在后面的物体的速度，即 <math>v_{前}' \geq v_{后}'</math>。</p> <p>②如果碰前两物体是相向运动，则碰后两物体的运动方向不可能都不改变。除非两物体碰撞后速度均为零。</p>

### 4.弹性碰撞实例分析



(1) 如图所示，在光滑的水平面上，质量分别为  $m_1$ 、 $m_2$  的两小球分别以速度  $v_1$ 、 $v_2$  运动，发生弹性碰撞后两球的速度分别为  $v_1'$ 、 $v_2'$

由动量守恒定律可得  $m_1v_1 + m_2v_2 = m_1v_1' + m_2v_2'$

由机械能守恒定律  $\frac{1}{2}m_1v_1^2 + \frac{1}{2}m_2v_2^2 = \frac{1}{2}m_1v_1'^2 + \frac{1}{2}m_2v_2'^2$

$$\text{解得 } v_1' = \frac{(m_1 - m_2)v_1 + 2m_2v_2}{m_1 + m_2}, \quad v_2' = \frac{(m_2 - m_1)v_2 + 2m_1v_1}{m_1 + m_2}$$

当碰撞前小球  $m_2$  的速度为零时，即  $v_2 = 0$ ，则  $v_1' = \frac{(m_1 - m_2)v_1}{m_1 + m_2}$ ， $v_2' = \frac{2m_1v_1}{m_1 + m_2}$

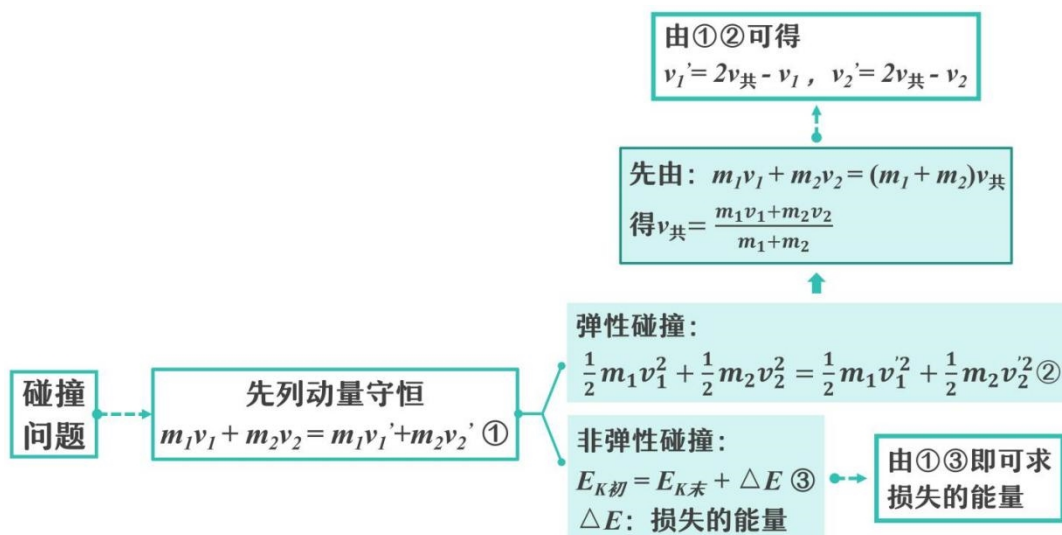
(2) 分析讨论

弹性碰撞	质量关系	碰撞后速度变化
动碰动	$m_1 = m_2$	当碰撞前小球 $m_2$ 的速度不为零时，则 $v_1' = v_2$ ， $v_2' = v_1$ ，即两小球交换速度，动量和动能也交换，此时被动球的动能为最大值，与主动球的初动能相同
动碰静	$m_1 = m_2$	$v_1' = 0$ ， $v_2' = v_1$ ，碰撞后两小球交换速度，即 $m_2$ 小球以 $v_1$ 的速度运动
	$m_1 > m_2$	$v_1' > 0$ ， $v_2' > 0$ ，碰撞后两小球沿同方向运动
	$m_1 \gg m_2$	二者发生弹性正碰后， $v_1' = v_1$ ， $v_2' = 2v_1$ ，表明碰撞后 $m_1$ 的速度不变， $m_2$ 以 $2v_1$ 的速度被撞出去
	$m_1 < m_2$	$v_1' < 0$ ， $v_2' > 0$ ，碰撞后 $m_1$ 被反弹回来
	$m_1 \ll m_2$	二者发生弹性正碰后， $v_1' = -v_1$ ， $v_2' = 0$ ，表明碰后 $m_1$ 被反向以原速率弹回，

而  $m_2$  仍静止。

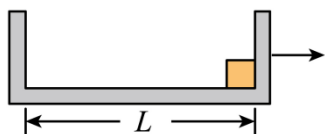
## 思维脑图学方法

应用动量及能量守恒解决碰撞问题



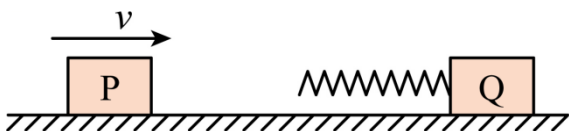
## I 考向预测

**【考向 6】** (2024·吉林·一模) 如图所示, 内壁间距为  $L$  的箱子静止于水平面上, 可视为质点的物块放在箱内最右端, 它们的质量均为  $m$ , 箱子的内壁光滑, 与地面间的动摩擦因数为  $\mu$ 。现给箱子一水平向右的初速度, 运动过程中物块与箱子的侧壁共发生 2 次弹性碰撞, 静止时物块恰好停在箱子正中间, 重力加速度为  $g$ 。下列说法正确的是 ( )



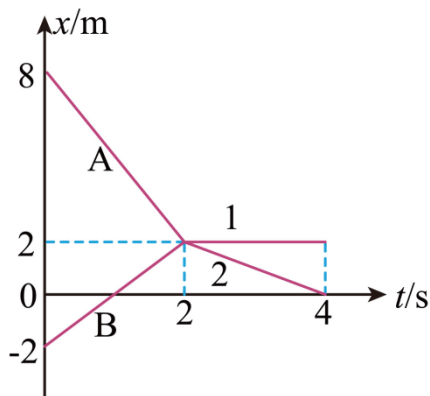
- A. 箱子的总位移为  $2L$
- B. 物块的总位移为  $1.5L$
- C. 箱子的初动能为  $3\mu mgL$
- D. 第一次碰撞后瞬间物块的动能为  $2\mu mgL$

**【考向 7】** (2024·北京朝阳·一模) 如图所示, 光滑水平地面上的 P、Q 两物体质量均为  $m$ , P 以速度  $v$  向右运动, Q 静止且左端固定一轻弹簧。当弹簧被压缩至最短时 ( )



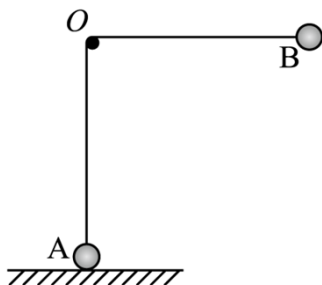
- A. P 的动量为 0
- B. Q 的动量达到最大值
- C. P、Q 系统总动量小于  $mv$
- D. 弹簧储存的弹性势能为  $\frac{1}{4}mv^2$

**【考向 8】** (2024·广西桂林·三模) 两物体 A、B 放在光滑的水平面上, 现给两物体沿水平方向的初速度, 如图所示为两物体正碰前后的位移随时间的变化规律。已知物体 A 的质量为  $m_A = 0.4\text{kg}$ 。则 ( )



- A. 图线 1 为碰后物体 B 的图像
- B. 碰撞前物体 A 的速度大小为  $2\text{m/s}$
- C. 物体 B 的质量为  $0.2\text{kg}$
- D. 碰撞过程 A、B 组成的系统损失的机械能为  $2.4\text{J}$

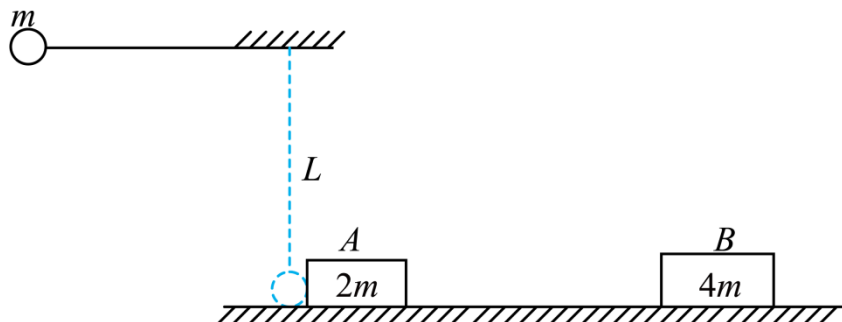
**【考向 9】(多选)** (2024·海南海口·一模) 如图所示, 不可伸长的轻绳跨越钉子  $O$ , 两端分别系有大小相同的小球 A 和 B。在球 B 上施加外力  $F$ , 使轻绳  $OB$  水平且绷直, 球 A 与地面接触, 两球均静止。已知  $OA = OB = L$ , 两球质量分别为  $m_A$ 、 $m_B$ , 重力加速度为  $g$ , 不计一切阻力。现将球 B 由静止释放, 发现两球可沿水平方向发生碰撞, 且碰后粘在一起运动。则 ( )



- A. 两球质量应满足  $m_A \geq 3m_B$
- B. 外力  $F$  应满足  $m_B g \leq F \leq \sqrt{10}m_B g$
- C. 两球碰撞前瞬间, B 球的加速度大小为  $3g$

D. 两球碰后摆起的最大高度不超过 $\frac{1}{16}L$

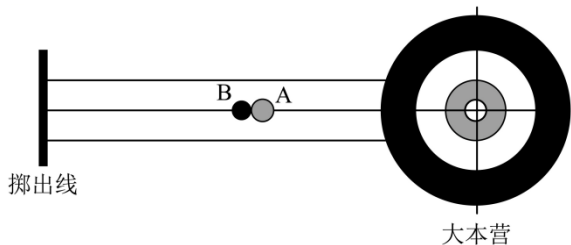
**【考向 10】(多选)** (2024·河北邢台·二模) 如图所示, 在足够长的光滑水平面上, 有一个质量为  $2m$  的物块 A, 在物块 A 正上方有一绳长为  $L$  的细线拴接一个质量为  $m$  的小球, 将小球拉至水平位置由静止释放, 在最低点与物块 A 发生弹性正碰, 之后物块 A 与右侧质量为  $4m$  的物块 B 发生正碰。已知重力加速度大小为  $g$ , 两物块和小球均可看做质点, 忽略空气阻力。下列说法正确的是 ( )



- A. 小球与物块 A 碰撞后瞬间物块 A 的速度大小为 $\frac{2}{3}\sqrt{2gL}$
- B. 小球与物块 A 碰撞前后瞬间细绳的拉力大小之比为9:1
- C. 物块 A 与物块 B 碰撞后物块 B 能获得的最小速度为 $\frac{2}{9}\sqrt{2gL}$
- D. 物块 A 与物块 B 碰撞后物块 B 能获得的最大动能为 $\frac{8mgL}{9}$

**【考向 11】** (2024·河南新乡·二模) 如图所示, 某同学在水平雪地里做了一个冰壶比赛场地, 将两个冰壶 A、B 从掷出线先、后 (时间差  $\Delta t = 0.5\text{s}$ ) 掷出, 掷出时的速度大小分别为  $v_A = 2.5\text{m/s}$ ,  $v_B = 2.9\text{m/s}$ , 两冰壶均沿中心线运动, 当冰壶 B 追上冰壶 A 时两者发生弹性正碰 (碰撞时间极短), 之后冰壶 A 恰好到达大本营中心。已知冰壶 A、B 的质量分别为  $m_A = 0.7\text{kg}$ 、 $m_B = 0.5\text{kg}$ , 两冰壶与冰面的动摩擦因数均为  $\mu = 0.04$ , 两冰壶均可视为质点, 取重力加速度大小  $g = 10\text{m/s}^2$ 。求:

- (1) 两冰壶碰撞前的速度大小  $v'_A$ 、 $v'_B$ ;
- (2) 大本营中心到掷出线的距离  $s$ ;
- (3) 冰壶 B 掷出后与冰壶 A 间的最大距离  $d$ 。



### 考点3：爆炸及反冲问题

#### 1.爆炸现象的三条规律

(1)**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系统受到的外力，所以在爆炸过程中，系统的总动量守恒。

(2)**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。

(3)**位置不变**：爆炸和碰撞的时间极短，因而在作用过程中，物体产生的位移很小，一般可忽略不计，可以认为爆炸或碰撞后仍然从爆炸或碰撞前的位置以新的动量开始运动。

#### 2.反冲的两条规律

(1)**总的机械能增加**：反冲运动中，由于有其他形式的能量转变为机械能，所以系统的总机械能增加。

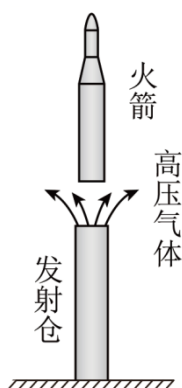
#### (2)平均动量守恒

若系统在全过程中动量守恒，则这一系统在全过程中平均动量也守恒。如果系统由两个物体组成，且相互作用前均静止，相互作用后均发生运动，则由  $m_1\bar{v}_1 - m_2\bar{v}_2 = 0$ ，得  $m_1x_1 = m_2x_2$ 。该式的适用条件是：

- ①系统的总动量守恒或某一方向的动量守恒。
- ②构成系统的  $m_1$ 、 $m_2$  原来静止，因相互作用而运动。
- ③  $x_1$ 、 $x_2$  均为沿动量守恒方向相对于同一参考系的位移。

## 考向预测

**【考向12】** (2023·天津和平·二模) 我国多次成功使用“冷发射”技术发射长征十一号系列运载火箭，如图所示，发射舱内的高压气体先将火箭竖直向上推出，火箭速度接近零时再点火飞向太空。设从火箭开始运动到点火的过程始终受气体推力，则此过程中 ( )



- A. 气体对火箭推力的冲量等于火箭动量的增加量
- B. 高压气体释放的能量等于火箭动能的增加量
- C. 在气体推力作用下，火箭的速度一直在增大

D. 气体的推力和空气阻力对火箭做功之和等于火箭机械能的增加量

**【考向 13】** (2024·青海海南·二模) 斜向上发射的炮弹在最高点爆炸 (爆炸时间极短) 成质量均为  $m$  的两块碎片, 其中一块碎片沿原路返回。已知炮弹爆炸时距地面的高度为  $H$ , 炮弹爆炸前的动能为  $E$ , 重力加速度大小为  $g$ , 不计空气阻力和火药的质量, 则两块碎片落地点间的距离为 ( )



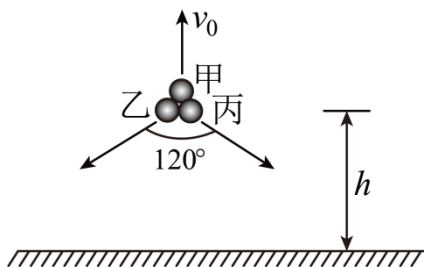
- A.  $2\sqrt{\frac{EH}{mg}}$       B.  $2\sqrt{\frac{2EH}{mg}}$       C.  $2\sqrt{\frac{3EH}{mg}}$       D.  $4\sqrt{\frac{2EH}{mg}}$

**【考向 14】** 航天梦由来已久, 明朝万户, 他把多个自制的火箭绑在椅子上, 自己坐在椅子上, 双手举着大风筝, 设想利用火箭的推力, 翱翔天际, 然后利用风筝平稳着陆。假设万户及所携设备 (火箭 (含燃料)、椅子、风筝等) 总质量为  $M$ , 点燃火箭后在极短的时间内, 质量为  $m$  的炽热燃气相对地面以  $v_0$  的速度竖直向下喷出。忽略此过程中空气阻力的影响, 重力加速度为  $g$ , 下列说法中正确的是 ( )



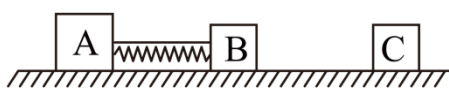
- A. 在燃气喷出后的瞬间, 火箭的速度大小为  $v = \frac{mv_0}{M-m}$
- B. 火箭在向下喷气上升的过程中, 火箭机械能守恒
- C. 喷出燃气后万户及所携设备能上升的最大高度为  $\frac{m^2v_0^2}{g(M-m)^2}$
- D. 在燃气喷出后上升过程中, 万户及所携设备动量守恒

**【考向 15】** 如图所示, 假设烟花上升到距地面高度为  $h$  的最高点时, 炸裂成甲、乙、丙三个质量均为  $m$  的碎块 (可视为质点), 其中甲的初速度大小为  $v_0$ , 方向竖直向上, 乙、丙的初速度大小相等且夹角为  $120^\circ$ , 爆炸产生的热量为  $Q$ , 重力加速度大小为  $g$ , 空气阻力忽略不计。下列说法正确的是 ( )



- A. 爆炸刚结束时，乙、丙的合动量大小为  $2mv_0$
- B. 三个物体到达地面时的动能不相等
- C. 甲在落地的过程中，重力对甲的冲量大小为  $m\left(v_0 + \sqrt{v_0^2 + 2gh}\right)$
- D. 爆炸过程中释放的总能量为  $\frac{3}{2}mv_0^2$

**【考向 16】**如图，三个质量分别为  $2m$ 、 $m$ 、 $m$  的物块 A、B、C 静止在光滑水平直轨道上，A、B 间用一根细线相连，然后在 A、B 间夹一压缩状态的轻质弹簧，此时轻弹簧的弹性势能为  $E_p$ 。现在剪短细线，A 和 B 向两边滑出，当轻质弹簧恢复原长时，B 与 C 发生碰撞黏合在一起，下列说法正确的是（ ）



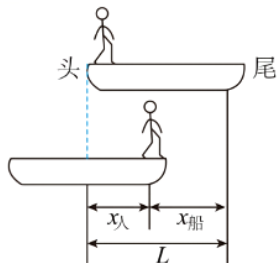
- A. 弹簧恢复原长时， $v_A = \sqrt{\frac{4E_p}{3m}}$
- B. 弹簧恢复原长时， $v_A = \sqrt{\frac{2E_p}{3m}}$
- C. B 与 C 发生碰撞黏合在一起后的速度大小为  $\sqrt{\frac{E_p}{3m}}$
- D. B 与 C 发生碰撞黏合在一起后的速度大小为  $\frac{1}{2}\sqrt{\frac{E_p}{3m}}$

## 考点剖析理重点

### 考点 4：人船模型

#### 1. 人船模型的动量与能量规律

由于系统所受合外力为零，故遵从动量守恒定律，又由于相互作用力做功，故系统或每个物体的动能均发生变化：力对“人”做的功量度“人”动能的变化；力对“船”做的功量度“船”动能的变化。



#### 2. 模型特点

- ① 两物体满足总动量为 0 且动量守恒： $0 = mv_{人} - Mv_{船}$

②两物体的位移大小满足： $0 = m \frac{x_{人}}{t} - M \frac{x_{船}}{t}$ ，且  $x_{人} + x_{船} = L$

$$\text{得 } x_{人} = \frac{M}{M+m}L, \quad x_{船} = \frac{m}{M+m}L$$

### 3.运动特点

①人动船动，人停船停，人快船快，人慢船慢，人左船右；

②人船位移比等于它们质量的反比；人船平均速度(瞬时速度)比等于它们质量的反比，即  $\frac{x_{人}}{x_{船}} =$

$$\frac{v_{人}}{v_{船}} = \frac{M}{m}。$$

### 4.人船模型的两个推论

(1)当系统的动量守恒时，任意一段时间内的平均动量也守恒；

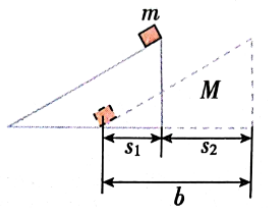
(2)当系统的动量守恒时，系统的质心保持原来的静止状态或匀速直线运动状态不变。

### 5.人船模型的拓展

与人船模型特点相同的模型还有：斜劈和物块模型、圆环和滑块模型、气球和人模型。

#### (1)斜劈和物块模型

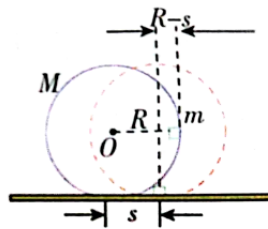
模型特点：小物块从静止在光滑水平面上的斜劈的顶端无初速度地滑到底端。



规律： $ms_1 = Ms_2$ ， $s_1 + s_2 = b$ ，可得  $s_2 = \frac{mb}{M+m}$

#### (2)圆环和滑块模型

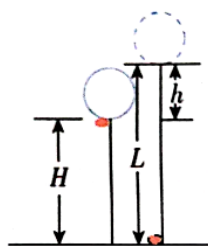
模型特点：光滑水平面上放置光滑圆环，滑块从与环心  $O$  等高处无初速度地下滑到最低点。



规律： $Ms = m(R-s)$ ，可得  $s = \frac{mR}{M+m}$ 。

#### (3)气球和人模型

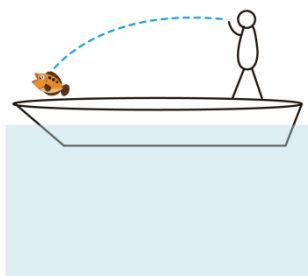
模型特点：气球质量为  $M$ ，抛一条不计质量的软梯，质量为  $m$  的人站在软梯上端距地面高度为  $H$ ，初始气球保持静止状态，随后人沿软梯无初速度地运动至地面。



规律： $mH = Mh$ ， $L = H + h$ ，可得  $L = \frac{(M + m)H}{M}$

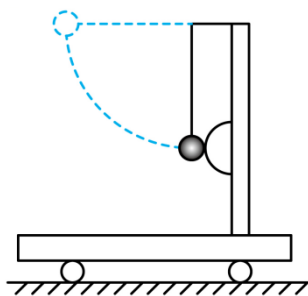
## 考向预测

**【考向 17】**如图，小船静止在水面上，站在船尾的人不断将船尾舱的鱼水平抛入左方船头的舱内（鱼可视为质点，抛出点高度保持不变，一条鱼落入船头的舱内后再抛出下一条鱼），下列说法正确的是（ ）



- A. 为使鱼始终可保证落入船头的舱内，人抛出鱼的速度应逐渐增大
- B. 为使鱼始终可保证落入船头的舱内，人抛出鱼的速度应保持不变
- C. 抛完所有鱼后，小船静止，船相对岸位置不变
- D. 抛完所有鱼后，小船静止，船相对岸向左移动了一些

**【考向 18】**如图所示，在光滑水平面上有一静止的质量为  $M$  的小车，用长为  $L$  的细线系一质量为  $m$  的小球，将小球拉至水平位置，球放开时小车与小球保持静止状态，松手后让小球下落，在最低点与固定在小车上的油泥相撞并粘在一起，则（ ）

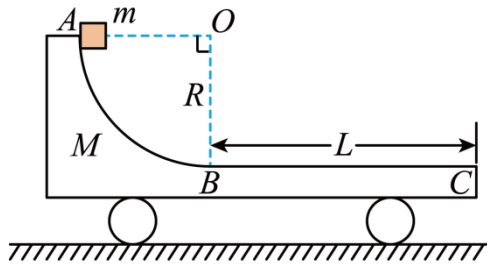


- A. 小球下摆过程与小车组成的系统动量守恒
- B. 小球与油泥相撞后一起向右运动

C. 小球下摆过程小车的运动距离为  $\frac{ML}{m+M}$

D. 小球下摆过程小车的运动距离为  $\frac{mL}{m+M}$

**【考向 19】** (2023·黑龙江哈尔滨·三模) 如图所示, 质量为  $M = 4\text{kg}$  的小车静止在光滑水平面上, 小车  $AB$  段是半径为  $R = 1\text{m}$  的四分之一光滑圆弧轨道,  $BC$  段是长为  $L$  的粗糙水平轨道, 两段轨道相切于  $B$  点。一质量为  $m = 1\text{kg}$  的可视为质点的滑块从小车上的  $A$  点由静止开始沿轨道下滑, 然后滑入  $BC$  轨道, 最后恰好停在  $C$  点, 滑块与轨道  $BC$  间的动摩擦因数为  $0.5$ , 重力加速度为  $g = 10\text{m/s}^2$ , 则 ( )



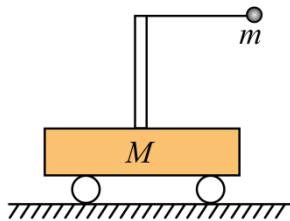
A. 整个过程中滑块和小车组成的系统动量守恒

B. 滑块由  $A$  滑到  $B$  过程中, 滑块的机械能守恒

C.  $BC$  段长  $L = 1\text{m}$

D. 全过程小车相对地面的位移大小为  $0.6\text{m}$

**【考向 20】** (多选) 如图所示, 光滑水平面上放置一质量为  $M$  的小车, 固定在小车上的轻竖杆一端系一长为  $l$  的细绳, 细绳的另一端固定质量为  $m$  的小球。将小球向右拉至细绳刚好水平后放手, 则下列说法正确的是 ( )



A. 小球摆到最低点时的速度大小为  $\sqrt{2gl}$

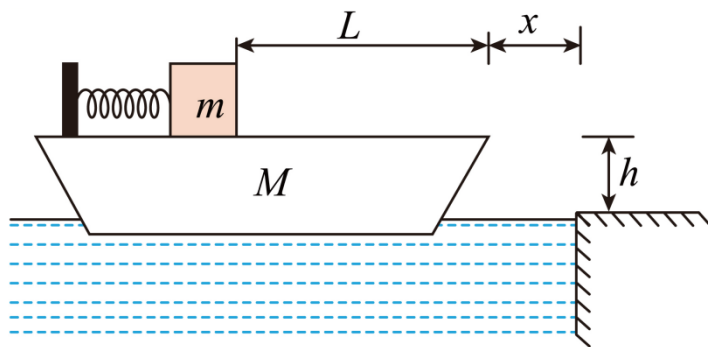
B. 水平方向任意时刻小球与小车的动量总是等大反向或都为零

C. 小球能向左摆到原高度

D. 小车向右移动的最大距离为  $\frac{2M}{M+m}l$

**【考向 21】** (多选) 如图所示, 质量为  $M=2m$  的小木船静止在湖边附近的水面上, 船身垂直于湖岸, 船面可看做水平面, 并且比湖岸高出  $h$ 。在船尾处有一质量为  $m$  的铁块, 将弹簧压缩后再用细线将铁块拴住, 此时铁块到船头的距离为  $L$ , 船头到湖岸的水平距离  $x = \frac{1}{3}L$ , 弹簧原长远小于  $L$ 。将细线烧断后该铁块恰好能落到湖岸上, 忽略船在水中运动时受到水的阻力以及其它一切摩擦力, 重力加

速度为  $g$ 。下列判断正确的有 ( )



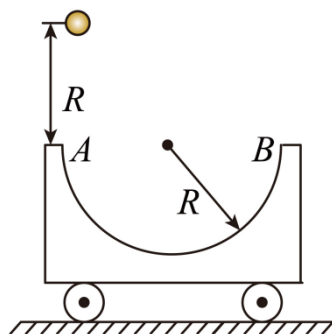
- A. 铁块脱离木船后在空中运动的水平距离为  $\frac{1}{3}L$
- B. 铁块脱离木船时的瞬时速度大小为  $\frac{L}{3}\sqrt{\frac{2g}{h}}$
- C. 小木船最终的速度大小为  $\frac{L}{3}\sqrt{\frac{2g}{h}}$
- D. 弹簧释放的弹性势能为  $\frac{mgL^2}{6h}$

**【考向 22】(多选)** 如图所示, 质量  $M = 4\text{kg}$  的圆环套在光滑的水平轨道上, 质量  $m = 2\text{kg}$  的小球通过长  $L = 0.9\text{m}$  的轻绳与圆环连接。现将细绳拉直, 且与  $AB$  平行, 小球以竖直向下的  $v_0 = 2\sqrt{6}\text{m/s}$  初速度开始运动, 已知重力加速度  $g = 10\text{m/s}^2$ 。则 ( )



- A. 运动过程中, 小球和圆环满足水平方向动量守恒
- B. 在运动过程中, 小球能绕圆环做完整的圆周运动
- C. 小球通过最低点时, 小球的速度大小为  $\sqrt{42}\text{m/s}$
- D. 从小球开始运动到小球运动到最高点这段时间内, 圆环向左运动的位移大小为  $0.3\text{m}$

**【考向 23】(多选)** (2023·陕西宝鸡·二模) 如图所示, 半径为  $R$ 、质量为  $2m$  的光滑半圆轨道小车静止在光滑的水平地面上, 将质量为  $m$  的小球 (可视为质点) 从  $A$  点正上方高为  $R$  处由静止释放, 由  $A$  点经过半圆轨道后从  $B$  冲出, 重力加速度为  $g$ , 则 ( )



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/805312124231011331>