

第5节 弹性碰撞和非弹性碰撞



题型分组基础练

一、碰撞的理解

1. 下列事例中不能认为系统动量守恒的是 ()

- A. 轮滑女孩从后面推轮滑男孩 B. 子弹击穿饮料瓶的短暂过程
C. 宇航员在舱外将一件小设备抛离自己 D. 汽车发生轻微碰撞

【答案】D

【详解】A. 轮滑女孩从后面推轮滑男孩，系统所受合外力为地面的摩擦力，可以忽略不计，可以认为系统动量守恒，故 A 正确；B. 子弹击穿饮料瓶的短暂过程，这过程就是一个碰撞过程，内力很大，外力可忽略，可以认为系统动量守恒，故 B 正确；C. 太空中没有空气阻力，且所受的重力可以忽略不计，所以系统动量守恒，故 C 正确；D. 汽车发生轻微碰撞的过程中，地面对汽车的摩擦力不可忽略，所以系统动量不守恒，故 D 错误。该题选择不能认为系统动量守恒的，故选 D。

2. 如图所示，在水平光滑地面上有 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不守恒，机械能守恒
B. 木块 A 离开墙壁前，A 动量不守恒，机械能守恒
C. 木块 A 离开墙壁后，弹簧弹性势能最大时，弹簧一定是被压缩了
D. 木块 A 离开墙壁后，A、B 和弹簧组成的系统动量守恒，机械能不守恒

【答案】A

【详解】A. 木块 A 离开墙壁前，弹簧一直处于压缩状态，所以 A 一直受到墙壁对其的支持力，该力不做功，所以 A、B 和弹簧组成的系统动量不守恒，机械能守恒，故 A 正确；B. 木块 A 离开墙壁前，A 一直保持静止，故其动量一直为零，若以地面为零势面，其机械能也一直为零，所以 A 动量守恒，机械能也守恒，故 B 错误；D. 木块 A 离开墙壁后，A、B 和弹簧组成的系统在水平方向上不受外力，竖直方向上所受合力为零，所以该系统动量守恒，机械能也守恒，故 D 错误；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，则当 A、B 共速时总动能最小，弹簧的弹性势能最大，此时弹簧可能处于压缩状态也可能处于拉伸状态。比如 A 刚离开墙壁后，第一次与 B 共速时，弹簧处于拉伸状态；它们第二次

共速时，弹簧则处于压缩状态。故 C 错误。

故选 A。

3. 斯诺克是“最具绅士”的一项运动，比赛时运动员利用球杆击打母球（白色球），母球与目标球碰撞使目标球入袋而得分，如图为我国斯诺克运动员丁俊晖击球时的情景。假设某次击球后，母球和目标球碰撞，二者均在同一直线上运动，则下列说法中正确的是（ ）



- A. 母球和目标球碰撞瞬间，由于桌面存在摩擦，系统动量不守恒
- B. 由于碰撞时间极短，在碰撞瞬间，可以认为两球均没有发生位移
- C. 从母球被击出，到目标球落袋前这一过程中，系统的机械能守恒
- D. 碰撞瞬间，母球对目标球的冲量和目标球对母球的冲量相同

【答案】B

【详解】A. 两球碰撞瞬间，由于碰撞时间极短，外力远小于内力，外力的冲量很小，可以忽略不计，所以系统动量守恒，故 A 错误；B. 由于碰撞时间极短，在碰撞瞬间可以认为两球的位移为零，故 B 正确；C. 从母球被击出到目标球落袋前，两球均受到桌面摩擦力的作用，系统机械能不守恒，故 C 错误；D. 碰撞瞬间，母球对目标球的冲量和目标球对母球的冲量大小相等，但方向相反，故 D 错误。故选 B。

二、利用碰撞解决简单问题

4. 质量不相等的 A、B 两球在光滑的水平面上沿同一直线同一方向运动，A 在后，B 在前，当 A 追上 B 并发生碰撞后，速度分别变为 v_A 、 v_B ，下列情况不可能出现的是（ ）

- A. A、B 组成的系统动量守恒，机械能增加
- B. A、B 组成的系统动量守恒，机械能减小
- C. 碰撞后 A、B 反向，且 $v_A > v_B$
- D. 碰撞后 A、B 同向，且 $v_A < v_B$

【答案】A

【详解】AB. 碰撞过程中，动量守恒，机械能不增，A 错误，符合题意，B 正确，不符合题意；CD. 若碰撞后两物体方向相同，因不知道质量大小关系，无法判定碰撞后速度大小关系，C 可能出现，不

符合题意。若碰撞后如果两物体方向相同，则后面物体的速度应该小于等于前面物体速度，D 可能出现，不符合题意。

故选 A。

5. a 、 b 两球在光滑的水平面上沿同一直线发生正碰，作用前 a 球动量 $pa=30\text{kg}\cdot\text{m/s}$ ， b 球动量 $pb=0$ ，碰撞过程中， a 球的动量减少了 $20\text{kg}\cdot\text{m/s}$ ，则作用后 b 球的动量为（ ）

- A. $-20\text{kg}\cdot\text{m/s}$ B. $10\text{kg}\cdot\text{m/s}$
C. $20\text{kg}\cdot\text{m/s}$ D. $30\text{kg}\cdot\text{m/s}$

【答案】C

【详解】碰撞过程中， a 球的动量减少了 $20\text{kg}\cdot\text{m/s}$ ，故此时 a 球的动量是 $10\text{kg}\cdot\text{m/s}$ ， a 、 b 两球碰撞前后总动量保持不变为 $30\text{kg}\cdot\text{m/s}$ ，则作用后 b 球的动量为 $20\text{kg}\cdot\text{m/s}$ 。

故选 C。

6. 设 a 、 b 两小球相撞，碰撞前后都在同一直线上运动。若测得它们相撞前的速度为 v_a 、 v_b ，相撞后的速度为 v'_a 、 v'_b ，可知两球的质量之比 $\frac{m_a}{m_b}$ 等于

- A. $\frac{v'_b - v_b}{v_a - v'_a}$ B. $\frac{v'_a - v_a}{v_b - v'_b}$ C. $\frac{v'_a - v'_b}{v_a - v_b}$ D. $\frac{v_a - v'_a}{v_b - v'_b}$

【答案】A

【详解】两球碰撞过程系统动量守恒，以 a 的初速度方向为正方向，由动量守恒定律得

$$m_a v_a + m_b v_b = m_a v'_a + m_b v'_b \text{ 解得 } \frac{m_a}{m_b} = \frac{v'_b - v_b}{v_a - v'_a}, \text{ 故选 A.}$$

7. 2022年3月12日，在北京冬残奥会上，中国轮椅冰壶队战胜瑞典队，获得冠军。在某次投掷中，冰壶甲运动一段时间后与静止的冰壶乙发生弹性正碰（碰撞时间极短），碰撞后冰壶乙向前滑行 0.1m 后停下。

已知两冰壶的质量相等，冰壶乙与冰面间的动摩擦因数为 0.02，取重力加速度大小 $g=10\text{m/s}^2$ ，则两冰壶

碰撞前瞬间冰壶甲的速度大小为（ ）

- A. 0.1m/s B. 0.2m/s C. 0.4m/s D. 1m/s

【答案】B

【详解】对冰壶乙在冰面上滑行的过程，有 $v_2^2 = 2\mu g s$ ，由于两冰壶发生弹性碰撞，且两冰壶的质量相等，因此碰撞后两冰壶交换速度，故 $v_1 = v_2$ ，解得 $v_1 = 0.2\text{m/s}$ B 正确。故选 B。

三、弹性碰撞

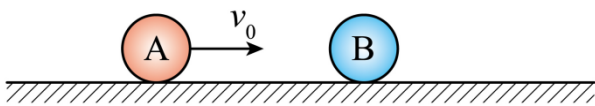
8. 在光滑水平面上，A、B 两个物体在同一直线上沿同一方向运动，A 的动量为 $18\text{kg}\cdot\text{m/s}$ ，B 的动量为 $24\text{kg}\cdot\text{m/s}$ 。A 从后面追上 B，它们相互作用一段时间后，B 的动量增大为 $32\text{kg}\cdot\text{m/s}$ ，方向不变。下列说法正确的是（ ）

- A. 若此过程为弹性碰撞，则两物体的质量之比为 $\frac{m_A}{m_B} = \frac{1}{3}$
- B. 若此过程为非弹性碰撞，则两物体的质量之比可能为 $\frac{m_A}{m_B} = \frac{7}{18}$
- C. 若此过程为弹性碰撞，则两物体的质量之比为 $\frac{m_A}{m_B} = \frac{1}{4}$
- D. 若此过程为非弹性碰撞，则两物体的质量之比可能为 $\frac{m_A}{m_B} = \frac{9}{16}$

【答案】B

【详解】AC. 碰前，有 $\frac{p_A}{m_A} > \frac{p_B}{m_B}$ ，解得， $\frac{m_A}{m_B} < \frac{p_A}{p_B} = \frac{3}{4}$ A 碰 B 过程中，有 $\frac{p_A + p_B}{2m_A} + \frac{p_B^2}{2m_B} \geq \frac{p_{A1}^2}{2m_A} + \frac{p_{B1}^2}{2m_B}$
 解得 $\frac{m_A}{m_B} \leq \frac{1}{2}$ ，碰后，有 $\frac{p_{A1}}{m_A} \leq \frac{p_{B1}}{m_B}$ ，解得 $\frac{m_A}{m_B} \geq \frac{5}{16}$ ，综上可得 $\frac{5}{16} \leq \frac{m_A}{m_B} \leq \frac{1}{2}$ ，若为弹性碰撞，则两物体的质量之比为 $\frac{m_A}{m_B} = \frac{1}{2}$ ，A、C 错误；BD. 若为非弹性碰撞，则两物体的质量之比为 $\frac{5}{16} \leq \frac{m_A}{m_B} \leq \frac{1}{2}$ B 正确、D 错误。
 故选 B。

9. 如图所示，质量 $m_A = 0.2\text{kg}$ 、 $m_B = 0.3\text{kg}$ 的小球 A、B 均静止在光滑水平面上。现给 A 球一个向右的初速度 $v_0 = 5\text{m/s}$ ，之后与 B 球发生对心碰撞。若 A、B 两球发生的是弹性碰撞，求碰后 A 球和 B 球的速度分别是多少？



【答案】 $v_A = -1\text{m/s}$ ， $v_B = 4\text{m/s}$

【详解】 两球发生弹性碰撞，碰撞过程系统动量守恒、机械能守恒，以向右为正方向，有

$$m_A v_0 = m_A v_A + m_B v_B$$

$$\frac{1}{2} m_A v_0^2 = \frac{1}{2} m_A v_A^2 + \frac{1}{2} m_B v_B^2$$

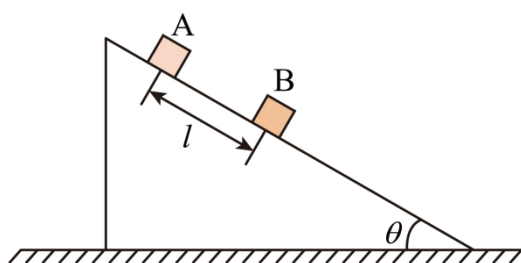
解得

$$v_A = -1\text{m/s}$$

$$v_B = 4\text{m/s}$$

10. 如图所示，倾角 $\theta = 30^\circ$ 的足够长斜面固定在水平面上， $t = 0$ 时刻，将物块 A、B（均可视为质点）从斜面上相距 $l = 0.05\text{m}$ 的两处同时由静止释放。已知 A 的质量是 B 的质量的 3 倍，A、B 与斜面之间的动摩擦因数分别为 $\mu_A = \frac{\sqrt{3}}{6}$ 、 $\mu_B = \frac{\sqrt{3}}{3}$ ，A、B 之间的碰撞为弹性碰撞，且碰撞时间极短，重力加速度大小 $g = 10\text{m/s}^2$ ，求：

- (1) A、B 发生第一次碰撞后瞬间，A、B 的速度大小；
- (2) A、B 发生第三次碰撞的时刻；
- (3) 从静止释放到第 n 次碰撞，A 运动的位移。



【答案】 (1) 0.25m/s , 0.75m/s ; (2) 1.0s ; (3) $0.05(3n^2 - 3n + 1)\text{m}$

【详解】 (1) A 沿斜面下滑，受力重力、支持力和摩擦力分析，根据牛顿第二定律

$$3mg \sin \theta - \mu_A 3mg \cos \theta = 3ma$$

分析 B 的受力

$$mg \sin \theta = \mu_B mg \cos \theta$$

即 B 静止在斜面上。A 与 B 发生第一次碰撞前，由运动学规律

$$v_{A0}^2 = 2al$$

A 与 B 发生第一次碰撞，由动量守恒定律和能量守恒定律

$$3mv_{A0} = 3mv_{A1} + mv_{B1}, \quad \frac{1}{2} \cdot 3mv_{A0}^2 = \frac{1}{2} \cdot 3mv_{A1}^2 + \frac{1}{2} mv_{B1}^2$$

解得

$$v_{A1} = 0.25\text{m/s}, \quad v_{B1} = 0.75\text{m/s}$$

(2) 由 (1) 可得，A 从静止释放后，经过时间 t_0 与 B 发生第一次碰撞，有

$$v_{A0} = at_0$$

B 以 v_{B1} 匀速直线运动，A 以初速度 v_{A1} ，加速度 a 匀加速直线运动，第二次碰撞前，有

$$v_{A1}t_1 + \frac{1}{2}at_1^2 = v_{B1}t_1$$

此时，B 以 v_{B1} 匀速直线运动，A 的速度为

$$v'_{A1} = v_{A1} + at_1$$

A 与 B 发生第二次碰撞，由动量守恒定律和能量守恒定律

$$3mv'_{A1} + mv_{B1} = 3mv_{A2} + mv_{B2}, \quad \frac{1}{2} \cdot 3mv_{A1}'^2 + \frac{1}{2}mv_{B1}^2 = \frac{1}{2} \cdot 3mv_{A2}^2 + \frac{1}{2}mv_{B2}^2$$

B 以 v_{B2} 匀速直线运动，A 以初速度 v_{A2} ，加速度 a 匀加速直线运动，第三次碰撞前，有

$$v_{A2}t_2 + \frac{1}{2}at_2^2 = v_{B2}t_2$$

显然，每次碰撞后，B 均相对 A 以初速度 v_{A0} 、加速度 a_A 做匀减速直线运动至下一次碰撞，经过时间均为 0.4s。故 A 与 B 发生第 3 次碰撞后的时刻为

$$T_3 = t_0 + t_1 + t_2$$

解得

$$T_3 = 1.0\text{s}$$

(3) 从开始至第一次碰撞

$$x_{A1} = l$$

从第一次碰撞至第二次碰撞

$$x_{A2} = 2l + 4l = 6l$$

从第二次碰撞至第三次碰撞

$$x_{A3} = 8l + 4l = 12l$$

从第三次碰撞至第四次碰撞

$$x_{A4} = 14l + 4l = 18l$$

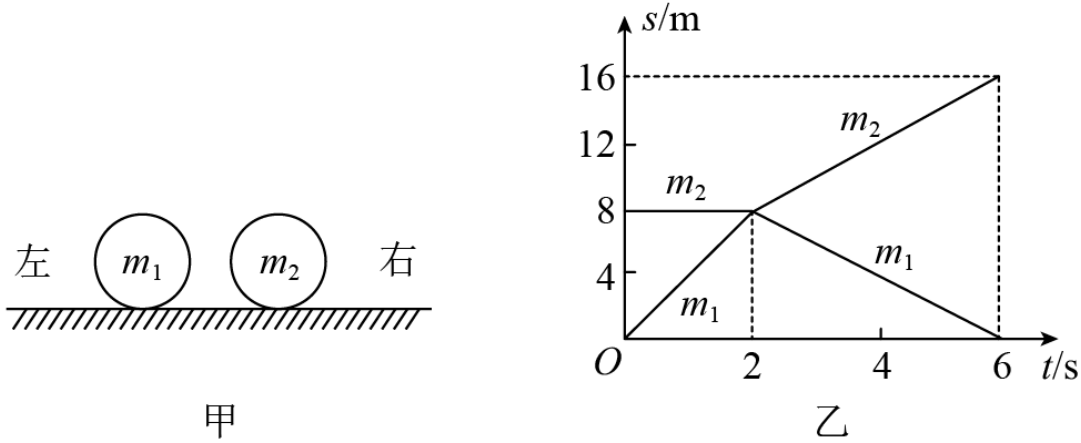
从第 $n-1$ 次碰撞至第 n 次碰撞

$x_{An} = (6n-10)l + 4l(n>1)$ A 从静止释放到第 n 次碰撞后运动的总位移

$$X_{An} = x_{A1} + x_{A2} + x_{A3} + \dots + x_{An} = (3n^2 - 3n + 1)l = 0.05(3n^2 - 3n + 1)\text{m}$$

四、非弹性碰撞

11.如图甲所示，在光滑水平面上的两个小球发生正碰。小球的质量分别为 m_1 和 m_2 。图乙为它们碰撞前后的 $s-t$ 图象。已知 $m_1=0.1\text{kg}$ ，由此可以判断（ ）



- ①碰前 m_2 静止， m_1 向右运动；
- ②碰后 m_2 和 m_1 都向右运动；
- ③由动量守恒可以算出 $m_2=0.3\text{kg}$ ；
- ④碰撞过程中系统损失了 0.4J 的机械能；

以上判断正确的是（ ）

- A. ①③ B. ①②③ C. ①②④ D. ③④

【答案】A

【详解】A. 由 $s-t$ (位移时间)图象的斜率得到，碰前 m_2 的位移不随时间而变化，处于静止； m_1 速度大小为 $v_1=\Delta s/\Delta t=4\text{m/s}$ ，方向只有向右才能与 m_2 相撞，故①正确；

B. 由图读出，碰后 m_2 的速度为正方向，说明向右运动， m_1 的速度为负方向，说明向左运动，故②错误；

C. 由图求出碰后 m_2 和 m_1 的速度分别为 $v'_2=2\text{m/s}$ 、 $v'_1=-2\text{m/s}$ ，根据动量守恒定律得

$$m_1v_1=m_2v'_2+m_1v'_1$$

代入解得， $m_2=0.3\text{kg}$ ，故③正确；

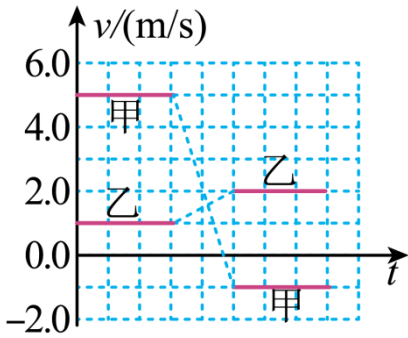
D. 碰撞过程中系统损失的机械能

$$\Delta E = \frac{1}{2}m_1v_1^2 - \frac{1}{2}m_1v_1'^2 - \frac{1}{2}m_2v_2'^2 = 0$$

④错误。

故选 A。

12.甲、乙两个物块在光滑水平桌面上沿同一直线运动，甲追上乙，并与乙发生碰撞，碰撞前后甲、乙的速度随时间的变化如图中实线所示。已知甲的质量为 0.1kg ，则碰撞过程中两物块损失的机械能为（ ）

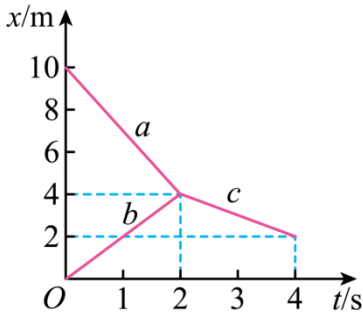


- A. 0.3J B. 0.4J C. 0.5J D. 0.6J

【答案】A

【详解】由 $v-t$ 图可知，碰前甲、乙的速度分别为 $v_{甲} = 5\text{m/s}$ ， $v_{乙} = 1\text{m/s}$ ；碰后甲、乙的速度分别为 $v'_{甲} = -1\text{m/s}$ ， $v'_{乙} = 2\text{m/s}$ ，甲、乙两物块碰撞过程中，由动量守恒得 $m_{甲}v_{甲} + m_{乙}v_{乙} = m_{甲}v'_{甲} + m_{乙}v'_{乙}$ ，解得 $m_{乙} = 0.6\text{kg}$ 则损失的机械能为 $\Delta E = \frac{1}{2}m_{甲}v_{甲}^2 + \frac{1}{2}m_{乙}v_{乙}^2 - \frac{1}{2}m_{甲}v_{甲}'^2 - \frac{1}{2}m_{乙}v_{乙}'^2$ ，解得 $\Delta E = 0.3\text{J}$ 故选 A。

13. A、B 两球沿一直线运动并发生正碰，如图所示为两球碰撞前后的位移—时间图像。a、b 分别为 A、B 两球碰撞前的位移—时间图线，c 为碰撞后两球共同运动的位移—时间图线。若 A 球的质量 $m = 2\text{kg}$ ，则下列结论正确的是（ ）



- A. 碰撞过程 A 的动量变化量为 $4\text{kg}\cdot\text{m/s}$
 B. B 球的质量是 4kg
 C. 碰撞过程中 A 对 B 的冲量为 $4\text{N}\cdot\text{s}$
 D. 碰撞中 A、B 两球组成的系统损失的动能为 8J

【答案】A

【详解】由图可知，碰撞前 A、B 两球的速度大小分别为

$$v_A = \frac{\Delta x_1}{\Delta t_1} = \frac{4-10}{2-0} \text{m/s} = -3\text{m/s}$$

$$v_B = \frac{\Delta x_2}{\Delta t_2} = \frac{4-0}{2-0} \text{m/s} = 2\text{m/s}$$

碰撞后两球共同运动的速度大小

$$v = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{2-4}{4-2} \text{ m/s} = -1 \text{ m/s}$$

A. 碰撞过程 A 的动量变化量为

$$\Delta p = mv - mv_A = 4 \text{ kg} \cdot \text{m/s}$$

A 正确；

B. 根据动量守恒可得

$$mv_A + m_B v_B = (m + m_B)v$$

求得

$$m_B = \frac{4}{3} \text{ kg}$$

B 错误；

C. 由动量定理可知，碰撞时 A 对 B 的冲量为

$$I_B = m_B v - m_B v_B = -4 \text{ N} \cdot \text{s}$$

C 错误；

D. 根据能量守恒可得

$$\Delta E = \frac{1}{2}mv_A^2 + \frac{1}{2}m_B v_B^2 - \frac{1}{2}(m + m_B)v^2 = 10 \text{ J}$$

D 错误。

故选 A。

14. 如图，在光滑水平面上，一质量为 100g 的 A 球，以 2m/s 的速度向右运动，与质量为 200g 大小相同的静止 B 球发生对心碰撞，撞后 B 球的速度大小为 1.2m/s，取 A 球初速方向为正方向，下列说法正确的是

()



- A. 该碰撞为弹性碰撞
- B. 该碰撞为完全非弹性碰撞
- C. 碰撞前后 A 球的动量变化为 $-1.6 \text{ kg} \cdot \text{m/s}$
- D. 碰撞前后 A 球的动量变化为 $-0.24 \text{ kg} \cdot \text{m/s}$

【答案】D

【详解】CD. 以 A 球初速方向为正方向，碰撞过程根据动量守恒可得

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/476110023025011001>