

## 第 13.1 节 动量守恒定律及其应用

{INCLUDEPICTURE"第十三章.TIF"}

### 要点一 动量定理的理解与应用

- (多选)物体的动量变化量的大小为  $5 \text{ kg}\cdot\text{m/s}$ , 这说明( )
  - 物体的动量在减小
  - 物体的动量在增大
  - 物体的动量大小可能不变
  - 物体受到的合力冲量大小为  $5 \text{ N}\cdot\text{s}$

- (多选)两个质量不同的物体, 如果它们的( )

- 动能相等, 则质量大的动量大
- 动能相等, 则动量大小也相等
- 动量大小相等, 则质量大的动能小
- 动量变化量相等, 则受到合力的冲量大小也相等

3. 质量为  $0.2 \text{ kg}$  的小球竖直向下以  $6 \text{ m/s}$  的速度落至水平地面, 再以  $4 \text{ m/s}$  的速度反向弹回, 取竖直向上为正方向, 则小球与地面碰撞前后的动量变化为 \_\_\_\_\_  $\text{kg}\cdot\text{m/s}$ 。若小球与地面的作用时间为  $0.2 \text{ s}$ , 则小球受到地面的平均作用力大小为 \_\_\_\_\_  $\text{N}$ 。(  $g$  取  $10 \text{ m/s}^2$  )

### 要点二 动量守恒定律及其应用

1. 如图 13-1-1 所示, 轻弹簧的一端固定在竖直墙上, 质量为  $m$  的光滑弧形槽静置在光滑水平面上, 弧形槽底端与水平面相切, 一个质量也为  $m$  的小物块从槽高  $h$  处开始自由下滑, 下列说法正确的是( )

{INCLUDEPICTURE"15WL3-5-1.TIF"}

图 13-1-1

- 在下滑过程中, 物块的机械能守恒
- 在下滑过程中, 物块和槽的动量守恒
- 物块被弹簧反弹后, 做匀速直线运动
- 物块被弹簧反弹后, 能回到槽高  $h$  处

2. 一枚火箭搭载着卫星以速率  $v_0$  进入太空预定位置, 由控制系统使箭体与卫星分离。已知前部分的卫星质量为  $m_1$ , 后部分的箭体质量为  $m_2$ , 分离后箭体以速率  $v_2$  沿火箭原方向飞行, 若忽略空气阻力及分离前后系统质量的变化, 则分离后卫星的速率  $v_1$  为

( )

{INCLUDEPICTURE"14LZPJ16.TIF"}

图 13-1-2

- $v_0 - v_2$
- $v_0 + v_2$
- $v_0 - \frac{m_2 v_2}{m_1}$
- $v_0 + \frac{m_2 v_2}{m_1}$

3. 两块厚度相同的木块  $A$  和  $B$ , 紧靠着放在光滑的水平面上, 其质量分别为  $m_A = 2.0 \text{ kg}$ ,  $m_B = 0.90 \text{ kg}$ , 它们的下底面光滑, 上表面粗糙, 另有一质量  $m_C = 0.10 \text{ kg}$  的滑块  $C$ , 以  $v_C = 10 \text{ m/s}$  的速度恰好水平地滑到  $A$  的上表面, 如图 13-1-3 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  $0.50 \text{ m/s}$ 。求:

{INCLUDEPICTURE"15WL3-5-2.TIF"}

图 13-1-3

- (1)木块  $A$  的最终速度  $v_A$ ;
- (2)滑块  $C$  离开  $A$  时的速度  $v_C'$

### 要点三 碰撞、爆炸与反冲

[典例] 如图 13-1-4, 光滑水平直轨道上两滑块  $A$ 、 $B$  用橡皮筋连接,  $A$  的质量为  $m$ , 开始时橡皮筋松弛,  $B$  静止, 给  $A$  向左的初速度  $v_0$ 。一段时间后,  $B$  与  $A$  同向运动发生碰撞并粘在一起。碰撞后的共同速度是碰撞前瞬间  $A$  的速度的两倍, 也是碰撞前瞬间  $B$  的速度的一半。求:

{INCLUDEPICTURE"14GS-42.TIF"}

图 13-1-4

- (1)  $B$  的质量;
- (2) 碰撞过程中  $A$ 、 $B$  系统机械能的损失.

## [针对训练]

1. 将静置在地面上, 质量为  $M$ (含燃料)的火箭模型点火升空, 在极短时间内以相对地面的速度  $v_0$  竖直向下喷出质量为  $m$  的炽热气体。忽略喷气过程重力和空气阻力的影响, 则喷气结束时火箭模型获得的速度大小是( )

A.  $\frac{m}{M}v_0$

B.  $\frac{M}{m}v_0$

C.  $\frac{M-m}{M}v_0$

D.  $\frac{m}{M-m}v_0$

2. 一中子与一质量数为  $A(A>1)$ 的原子核发生弹性正碰。若碰前原子核静止, 则碰撞前与碰撞后中子的速率之比为( )

A.  $\frac{A+1}{A-1}$

B.  $\frac{A-1}{A+1}$

C.  $\frac{4A}{(A+1)^2}$

D.  $\frac{(A+1)^2}{(A-1)^2}$

3. 一弹丸在飞行到距离地面 5 m 高时仅有水平速度  $v=2$  m/s, 爆炸成为甲、乙两块水平飞出, 甲、乙的质量比为 3:1。不计质量损失, 取重力加速度  $g=10$  m/s<sup>2</sup>, 则下列图中两块弹片飞行的轨迹可能正确的是( )

{INCLUDEPICTURE"14LZCQ2.TIF"}

图 13-1-5

#### 要点四 动量与能量的综合应用

[典例] 如图 13-1-6 所示的水平轨道中,  $AC$  段的中点  $B$  的正上方有一探测器,  $C$  处有一竖直挡板。物体  $P_1$  沿轨道向右以速度  $v_1$  与静止在  $A$  点的物体  $P_2$  碰撞, 并接合成复合体  $P$ 。以此碰撞时刻为计时零点, 探测器只在  $t_1=2\text{ s}$  至  $t_2=4\text{ s}$  内工作, 已知  $P_1$ 、 $P_2$  的质量都为  $m=1\text{ kg}$ ,  $P$  与  $AC$  间的动摩擦因数为  $\mu=0.1$ ,  $AB$  段长  $L=4\text{ m}$ ,  $g$  取  $10\text{ m/s}^2$ 。 $P_1$ 、 $P_2$  和  $P$  均视为质点,  $P$  与挡板的碰撞为弹性碰撞。

(1)若  $v_1=6\text{ m/s}$ , 求  $P_1$ 、 $P_2$  碰后瞬间的速度大小  $v$  和碰撞损失的动能  $\Delta E$ ;

(2)若  $P$  与挡板碰后, 能在探测器的工作时间内通过  $B$  点, 求  $v_1$  的取值范围和  $P$  向左经过  $A$  点时的最大动能  $E_{\max}$ 。

{INCLUDEPICTURE"14GD-26.TIF"}

图 13-1-6

## [针对训练]

1.如图 13-1-7 所示,在足够长的光滑水平面上有一静止的质量为  $M$  的斜面,斜面表面光滑、高度为  $h$ 、倾角为  $\theta$ 。一质量为  $m(m < M)$  的小物块以一定的初速度沿水平面向右运动,不计冲上斜面过程中的机械能损失。如果斜面固定,则小物块恰能冲到斜面顶端。如果斜面不固定,则小物块冲上斜面后能达到的最大高度为( )

{INCLUDEPICTURE"15WL3-5-3.TIF"}

图 13-1-7

A.  $h$ B.  $\frac{m}{m+M}h$ C.  $\frac{m}{M}h$ D.  $\frac{M}{M+m}h$ 

2.如图 13-1-8 所示,水平地面上静止放置一辆小车  $A$ ,质量  $m_A = 4 \text{ kg}$ ,上表面光滑,小车与地面间的摩擦力极小,可以忽略不计。可视为质点的物块  $B$  置于  $A$  的最右端, $B$  的质量  $m_B = 2 \text{ kg}$ 。现对  $A$  施加一个水平向右的恒力  $F = 10 \text{ N}$ , $A$  运动一段时间后,小车的左端固定的挡板与  $B$  发生碰撞,碰撞时间极短,碰后  $A$ 、 $B$  粘合在一起,共同在  $F$  的作用下继续运动,碰撞后经时间  $t = 0.6 \text{ s}$ ,二者的速度达到  $v_t = 2 \text{ m/s}$ 。求:

{INCLUDEPICTURE"14DG-20.TIF"}

图 13-1-8

(1) $A$  开始运动时加速度  $a$  的大小;(2) $A$ 、 $B$  碰撞后瞬间的共同速度  $v$  的大小;(3) $A$  的上表面长度  $l$ 。