

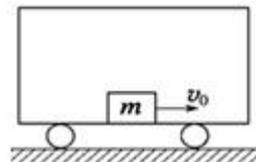
## 2017-2018 学年度高二物理第十六章动量守恒定律单元练习

### 一、单选题

1. 光滑水平地面上,  $A$ 、 $B$ 两物块质量都为  $m$ ,  $A$ 以速度  $v$ 向右运动,  $B$ 原来静止, 左端有一轻弹簧, 如图所示, 当  $A$ 撞上弹簧, 弹簧被压缩到最短时 ( )



- A.  $A$ 、 $B$ 系统总动量为  $2mv$                       B.  $A$ 的动量变为零  
C.  $B$ 的动量达到最大值                      D.  $A$ 、 $B$ 的速度相等
2. 如图所示, 质量为  $M$ 的车厢静止在光滑的水平面上, 车厢内有一质量为  $m$ 的滑块, 以初速度  $v_0$ 在车厢地板上向右运动, 与车厢两壁发生若干次碰撞, 最后相对车厢静止, 则车厢的最终速度是 ( )



- A. 0    B.  $v_0$ , 方向水平向右  
C.  $\frac{mv_0}{M+m}$ , 方向水平向右                      D.  $\frac{mv_0}{M}$ , 方向水平向右

3. 下列说法正确的是 ( )

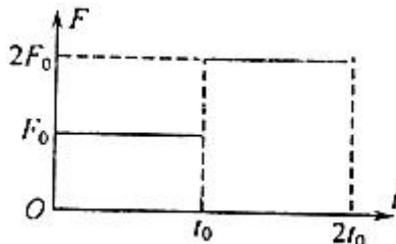
- A. 速度大的物体, 它的动量一定也大  
B. 动量大的物体, 它的速度一定也大  
C. 只要物体的运动速度大小不变, 则物体的动量也保持不变  
D. 物体的动量变化越大则该物体的速度变化一定越大

4. 下列情况中系统动量守恒的是 ( )

- ①小车停在光滑水平面上, 人在车上走动时, 对人与车组成的系统  
②子弹水平射入放在光滑水平面上的木块中, 对子弹与木块组成的系统  
③子弹射入紧靠墙角的木块中, 对子弹与木块组成的系统  
④气球下用轻绳吊一重物一起加速上升时, 绳子突然断开后的一小段时间内, 对气球与重物组成的系统.

- A. 只有①                      B. ①和②                      C. ①和③                      D. ①和③④

5. 一物体在合外力  $F$ 的作用下从静止开始做直线运动, 合外力方向不变, 大小随时间的变化如图所示, 该物体在  $t_0$ 和  $2t_0$ 时刻, 物体的动能分别为  $E_{k1}$ 、 $E_{k2}$ , 物块的动量分别为  $p_1$ 、 $p_2$ , 则 ( )



- A.  $E_{k2}=9E_{k1}$ ,  $p_2=3p_1$                       B.  $E_{k2}=3E_{k1}$ ,  $p_2=3p_1$   
C.  $E_{k2}=8E_{k1}$ ,  $p_2=4p_1$                       D.  $E_{k2}=3E_{k1}$ ,  $p_2=2p_1$

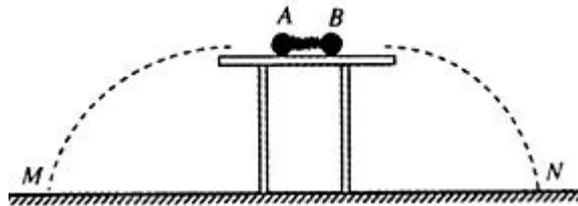
6. 关于物体的动量, 下列说法中正确的是 ( )

- A. 物体的动量越大, 其惯性也越大  
B. 物体的速度方向改变, 其动量一定改变  
C. 物体的动量改变, 其动能一定改变  
D. 运动物体在任一时刻的动量方向一定是该时刻的加速度方向

7. 将质量为  $1.00\text{kg}$ 的模型火箭点火升空,  $50\text{g}$ 燃烧的燃气以大小为  $600\text{m/s}$ 的速度从火箭喷口在很短时间内喷出. 在燃气喷出后的瞬间, 火箭的动量大小为 (喷出过程中重力和空气阻力可忽略) ( )

- A.  $30\text{kg}\cdot\text{m/s}$                                       B.  $5.7\times 10^2\text{kg}\cdot\text{m/s}$   
C.  $6.0\times 10^2\text{kg}\cdot\text{m/s}$                               D.  $6.3\times 10^2\text{kg}\cdot\text{m/s}$

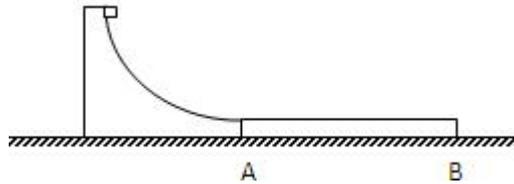




四、计算题

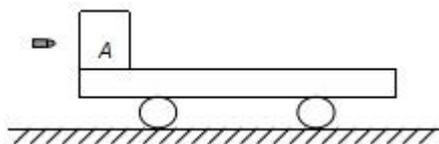
14. 如图，一质量  $M=2.0\text{kg}$  的长木板  $AB$  静止在水平面上，木板的左侧固定一半径  $R=0.60\text{m}$  的四分之一圆弧形轨道，轨道末端的切线水平，轨道与木板靠在一起，且末端高度与木板高度相同。现在将质量  $m=1.0\text{kg}$  的小铁块（可视为质点）从弧形轨道顶端由静止释放，小铁块到达轨道底端时的速度  $v_0=3.0\text{m/s}$ ，最终小铁块和长木板达到共同速度。忽略长木板与地面间的摩擦。取重力加速度  $g=10\text{m/s}^2$ 。求

- ①小铁块在弧形轨道上滑动过程中克服摩擦力所做的功  $W_f$ ；
- ②小铁块和长木板达到的共同速度  $v$ 。



15. 质量为  $M=2\text{kg}$  的小平板车静止在光滑的水平面上，车的一端静止着质量为  $m=2\text{kg}$  的物体  $A$ （可视为质点），如图一颗质量为  $m_1=20\text{g}$  的子弹以  $600\text{m/s}$  的水平速度射穿  $A$  后速度变为  $100\text{m/s}$ （穿过时间极短）。最后  $A$  未离开平板车。求：

- (1)  $A$  给子弹的冲量大小？
- (2) 平板车最后的速度？



## 答案和解析

### 【答案】

1. D    2. C    3. D    4. B    5. A    6. B    7. A  
8. C    9. AB    10. CD    11. AD    12. BD

13.  $m_1x_1=m_2x_2$ ; 桌面到地面的高度  $h$ ;  $\frac{g}{4h}(m_1x_1^2+m_2x_2^2)$

14. 解: ①由动能定理得:  $mgR-W_f=\frac{1}{2}mv_0^2-0$ ,

代入数据解得:  $W_f=1.5J$ ;

②以小铁块的初速度方向为正方向,

由动量守恒定律得:  $mv_0=(m+M)v$ ,

代入数据解得:  $v=1m/s$ ;

答: ①小铁块在弧形轨道上滑动过程中克服摩擦力所做的功为  $1.5J$ ;

②小铁块和长木板达到的共同速度为  $1m/s$ .

15. 解: (1) 对子弹, 由动量定理得:  $I=m_1v_1-m_1v_0=0.020\times 100-0.020\times 600=-10kg\cdot m/s$ , 负号表示冲量的方向: 水平向左;

(2) 子弹击穿木块过程系统动量守恒, 以子弹的初速度方向为正方向,

由动量守恒定律得:  $m_1v_0=m_1v_1+mv_A$ , 解得:  $v_A=5m/s$ ,

物体  $A$  与平板车组成的系统动量守恒, 以向右为正方向,

由动量守恒定律得:  $mv_A=(M+m)v$ , 解得:  $v=2.5m/s$ ;

答: (1)  $A$  给子弹的冲量大小为  $10kg\cdot m/s$ .

(2) 平板车最后的速度大小为:  $2.5m/s$ , 方向: 水平向右.

### 【解析】

1. 解:  $A$ 、 $A$ 、 $B$  组成的系统所受的外力之和为零, 动量守恒, 总动量为  $mv$ , 则弹簧压缩最短时,  $A$ 、 $B$  系统总动量仍然为  $mv$ . 故  $A$  错误.

$BD$ 、弹簧压缩到最短时,  $A$ 、 $B$  速度相等, 则  $A$  的动量不为零. 故  $B$  错误,  $D$  正确.

$C$ 、 $A$  在压缩弹簧的过程中,  $B$  做加速运动,  $A$  做减速运动, 弹簧压缩量最短时, 速度相等, 然后  $B$  继续加速,  $A$  继续减速. 所以弹簧压缩最短时,  $B$  的动量未达到最大值. 故  $C$  错误.

故选:  $D$ .

$A$  和  $B$  组成的系统, 动量守恒, 当弹簧压缩到最短时,  $A$ 、 $B$  的速度相等.

解决本题的关键知道动量守恒定律的条件, 知道速度相等时, 弹簧压缩量最大.

2. 解: 选滑块与小车组成的系统为研究对象, 规定向右为正方向, 由水平方向动量守恒得:

$$mv_0=(M+m)v$$

所以有:  $v=\frac{mv_0}{M+m}$

方向水平向右, 与  $v_0$  同向.

故选:  $C$

选滑块与小车组成的系统为研究对象, 水平方向不受外力作用, 故水平方向动量守恒, 并且最后两者具有共同的速度.

选滑块与小车组成的系统为研究对象, 水平方向仅有系统的内力作用而不受外力作用, 故此方向满足动量守恒, 碰撞前的动量, 等于最后的总动量, 典型的动量守恒的题目.

3. 解:  $A$ 、动量  $P=mv$ , 速度大的物体, 它的动量不一定大, 故  $A$  错误;

$B$ 、物体的动量  $P=mv$ , 动量大的物体, 它的速度不一定大, 故  $B$  错误;

$C$ 、动量等于质量与速度的乘积, 物体运动的速度大小不变, 物体的动量大小保持不变, 但速度方向可能改变, 动量方向可能改变, 动量大小不变而方向改变, 动量变了, 故  $C$  错误;

$D$ 、根据  $\Delta p=mv-mv_0=m\Delta v$ , 对同一物体  $\Delta p\propto\Delta v$ , 可知动量变化越大则该物体的速度变化越大, 故  $D$

正确；

故选：D

物体的质量与速度的乘积是物体的动量；根据动量的定义分析答题。

解决本题的关键是要明确动量的定义，同时要明确动量是矢量，方向与速度相同，注意动量的矢量性，矢量发生变化时可以是矢量的大小发生变化也可以是量的方向发生变化，要学会全面分析问题的能力。

4. 解：①小车停在光滑水平面上，车上的人在车上走动时，对人与车组成的系统，受到的合外力为零，系统动量守恒。故①正确；

②子弹射入放在光滑水平面上的木块中，对子弹与木块组成的系统，系统所受外力之和为零，系统动量守恒。故②正确；

③子弹射入紧靠墙角的木块中，对子弹与木块组成的系统受墙角的作用力，系统所受外力之和不为零，系统动量不守恒。故③错误；

④气球下用轻绳吊一重物一起加速上升时，绳子突然断开后的一小段时间内，对气球与重物组成的系统，所受的合外力不为零，系统动量不守恒，故④错误；

综上所述，B正确，ACD错误。

故选：B

判断动量是否守恒的方法有两种：第一种，从动量守恒的条件判定，动量守恒定律成立的条件是系统受到的合外力为零，故分析系统受到的外力是关键。第二种，从动量的定义，分析总动量是否变化来判定。

解决本题的关键掌握动量守恒的条件，抓住系统是否不受外力或所受的外力之和是否为零进行判断。

5. 解：根据动量定理得：

$$F_0 t_0 = mv_1 \quad ①$$

$$2F_0 t_0 = mv_2 - mv_1 \quad ②$$

由②①解得： $v_1 : v_2 = 1 : 3$

得： $P_1 : P_2 = 1 : 3$

$$x_1 = \frac{v_1 t_0}{2}, \quad x_2 = \frac{v_1 t_0}{2} + \frac{v_1 + v_2}{2} t_0$$

代入解得： $x_1 : x_2 = 1 : 5$

$$\text{做的功为 } W_2 = 2F_0 \cdot (x_2 - x_1) + F_0 x_1 = 9F_0 x_1$$

$$W_1 = F_0 x_1$$

得  $W_1 : W_2 = 1 : 9$

故选：A。

根据动量定理求速度  $v_1$  和  $v_2$  之比。根据功率公式  $P = Fv$ ，求出  $P_1$  和  $P_2$  之比，根据功的定义式求功  $W_1$  和  $W_2$  之比。

另外，可以根据动量与动能的联系： $E_k = \frac{P^2}{2m}$  求解，比分析做功的方法简单。

本题涉及力在时间的积累效果，优先考虑动量定理。要注意位移是相对出发点的位移。

6. 解：A、动量大小等于质量乘以速度，而惯性大小的唯一量度是质量，故A错误；

B、动量的方向与速度的方向相同，物体的速度方向改变，其动量一定改变，故B正确；

C、动量是矢量，既有大小，又有方向；物体的动量改变，可能是方向变化，其动能不一定改变，故C错误；

D、动量也是矢量，它的方向与速度的方向相同，故D错误。

故选：B。

惯性大小的量度是质量；动量（国际单位制中的单位为  $kg \cdot m/s$ ）表示为物体的质量和速度的乘积，是与物体的质量和速度相关的物理量，指的是这个物体在它运动方向上保持运动的趋势。动量也是矢量，它的方向与速度的方向相同。动量实际上是牛顿第一定律的一个推论。

本题关键是考查了动量的定义，要知道动量的大小  $P = mv$ ，还要知道其方向与速度方向相同，动量是描述物体运动的最基本的物理量之一。

7. 解：开始总动量为零，规定向下为正方向，根据动量守恒定律得， $0 = m_1 v_1 + P$ ，

解得火箭的动量  $P = -m_1 v_1 = -0.05 \times 600 kg \cdot m/s = -30 kg \cdot m/s$ ，负号表示方向，故A正确，B、C、D错误。

故选：A.

在喷气的很短时间内，火箭和燃气组成的系统动量守恒，结合动量守恒定律求出燃气喷出后的瞬间火箭的动量大小.

本题考查了动量守恒定律的基本运用，知道喷出燃气的动量和火箭的动量大小相等，方向相反，基础题.

8. 解：甲乙碰撞后一起向右运动，说明碰撞后的总动量向右，设向右为正方向，根据动量守恒，则：

$$-p_{甲} + p_{乙} = p_{总} > 0$$

$$\text{得： } p_{乙} > p_{甲}$$

即乙球的质量与速度乘积大于甲球的，而无法判断两球的质量关系和速度关系，故 C 正确；

根据动量守恒，则甲的动量变化与乙的动量变化相等，故 D 错误；

故选：C.

甲乙碰撞过程满足动量守恒定律，据此进行判断.

本题考查动量守恒定律的直接应用，列方程前要先规定正方向.

9. 解：A、前两秒，根据牛顿第二定律， $a = \frac{F}{m} = 1\text{m/s}^2$ ，则 0-2s 的速度规律为： $v = at$ ； $t = 1\text{s}$  时，速率为  $1\text{m/s}$ ，

A 正确；

B、 $t = 2\text{s}$  时，速率为  $2\text{m/s}$ ，则动量为  $P = mv = 4\text{kg}\cdot\text{m/s}$ ，B 正确；

CD、2-4s，力开始反向，物体减速，根据牛顿第二定律， $a = -0.5\text{m/s}^2$ ，所以 3s 时的速度为  $1.5\text{m/s}$ ，动量为  $3\text{kg}\cdot\text{m/s}$ ，4s 时速度为  $1\text{m/s}$ ，CD 错误；

故选：AB.

首先根据牛顿第二定律得出加速度，进而计算速度和动量.

本题考查了牛顿第二定律的简单运用，熟悉公式即可，并能运用牛顿第二定律求解加速度. 另外要学会看图，从图象中得出一些物理量之间的关系.

10. 解：取兔子奔跑的速度方向为正方向.

根据动量定理得  $-Ft = 0 - mv$

$$v = \frac{Ft}{m}$$

$$\text{由 } F = mg$$

$$\text{得到 } v = \frac{mgt}{m} = gt = 2\text{m/s}$$

故选：C.

以兔子为研究对象，它与树桩碰撞过程中，水平方向受到树对它的打击力，速度减小至零，根据动量定理研究其速度.

本题应用动量研究碰撞过程物体的速度. 对于打击、碰撞、爆炸等变力作用过程，往往用动量定理研究作用力.

11. 解：以 P、Q 系统为对象，根据能量守恒定律守恒得，拉力做的功等于 P、Q 动能增量与摩擦生热之和. 故 A 正确，B 错误.

C、由于一对作用力和反作用力在同样时间内的总冲量一定为零，因此系统内力不改变系统总动量，因此 F 的冲量等于 P、Q 动量增量之和. 故 C 错误，D 正确.

故选：AD.

对系统研究，根据能量守恒定律判断 F 做功的大小与 P、Q 动能增量之和. 对系统研究，运用动量定理判断 F 的冲量与 P、Q 动量增量之和.

本题考查了能量守恒定律和动量定理的运用，该定律和定理是高考常见的题型，平时的学习中需加强训练.

12. 解：A、根据  $x-t$  图象的斜率等于速度，可知：A 球的初速度为  $v_A = 0$ ，B 球的初的速度为

$$v_B = \frac{\Delta x_B}{\Delta t} = \frac{20}{5} \text{m/s} = 4\text{m/s},$$

$$\text{碰撞后 A 球的速度为 } v_A' = \frac{\Delta x_A}{\Delta t} = \frac{30-20}{10-5} = 2\text{m/s}, \text{ 碰撞后 B 球的速度为 } v_B' = \frac{10-20}{10-5} = -2\text{m/s}$$

碰撞前总动量为  $P = Mv_A + mv_B = 2\text{kg}\cdot\text{m/s}$ ，碰撞后总动量为  $P' = Mv_A' + mv_B' = 2\text{kg}\cdot\text{m/s}$ ，故两个小球在碰撞前后

动量守恒. 故 A 错误.

BC、碰撞过程中, B 球的动能变化量为  $\Delta E_{kB} = \frac{1}{2}mv_B'^2 - \frac{1}{2}mv_B^2 = \frac{1}{2} \times 0.5 \times (2^2 - 4^2) = -3J$ , 即损失 3J, 故 B 正确.

C、碰撞前 A 的动能为 0, 碰撞后 A 的动能大于零, 故 C 错误.

D、A 球动能增加量为  $\Delta E_{kA} = \frac{1}{2}Mv_A'^2 - 0 = 3J$ , 则知碰撞前后系统的总动能不变, 此碰撞是弹性碰撞, 故 D 正确.

故选: BD

根据  $x-t$  图象的斜率等于速度求出碰撞前后各个物体的速度, 分别求出碰撞前后的总动量, 即可判断动量是否守恒; 根据碰撞前后机械能是否守恒判断是否为弹性碰撞即可.

本题主要考查了动量守恒定律得应用, 要知道判断是否为弹性碰撞的方法是看机械能是否守恒, 若守恒, 则是弹性碰撞, 若不守恒, 则不是弹性碰撞.

13. 解: ①球离开桌面后做平抛运动, 取 A 的初速度方向为正方向, 两球质量和平抛初速度分别为:  $m_1$ 、 $m_2$ ,  $v_1$ 、 $v_2$ , 平抛运动的水平位移分别为  $x_1$ 、 $x_2$ , 平抛运动的时间为  $t$ . 需要验证的方程:  $0 = m_1 v_1 - m_2 v_2$ , 其中

$$v_1 = \frac{x_1}{t}, v_2 = \frac{x_2}{t}$$

代入得到:  $m_1 x_1 = m_2 x_2$ ,

②平抛运动竖直方向:  $h = \frac{1}{2}gt^2$ , 得到:  $t = \sqrt{\frac{2h}{g}}$

对系统根据能量守恒定律有:  $E_p = \frac{1}{2}m_1 v_1^2 + \frac{1}{2}m_2 v_2^2$

代入速度和时间得到:  $E_p = \frac{g}{4h}(m_1 x_1^2 + m_2 x_2^2)$ , 故还需要测量桌面到地面的高度  $h$ ,

故答案为: ①  $m_1 x_1 = m_2 x_2$ ;

②桌面到地面的高度  $h$ ,  $\frac{g}{4h}(m_1 x_1^2 + m_2 x_2^2)$

①由静止释放后, 两球离开桌面做平抛运动, 由于高度相等, 则平抛的时间相等, 水平位移与初速度成正比, 把平抛的时间作为时间单位, 小球的水平位移可替代平抛运动的初速度. 将需要验证的关系速度用水平位移替代. 即可进行分析求解;

②对系统根据能量守恒定律列式可得到弹性势能的表达式.

本题是运用等效思维方法, 将水平速度变成水平位移进行测量, 利用了平抛运动的规律; 落地时间相等, 这样将不便验证的方程变成容易验证. 要注意体会本实验方法.

14. ①由动能定理可以求出克服摩擦力的功;

②小铁块与木板相互作用过程系统动量守恒, 由动量守恒定律可以求出它们的共同速度.

本题考查了求克服摩擦力做的功、求速度, 分析清楚物体运动过程、应用动能定理、动量守恒定律即可正确解题.

15. (1) 对子弹应用动量定理求出 A 对子弹的冲量.

(2) 子弹与物体 A 组成的系统动量守恒, A 于平板车组成的系统动量守恒, 应用动量守恒定律可以求出平板车最后的速度.

本题考查了求冲量与速度问题, 分析清楚物体运动过程是解题的前提, 应用动量守恒定律与冲量定理即可解题, 解题时注意研究对象的选择.