

## 第5节 牛顿运动定律的应用



## 题型分组基础练

## 一、牛顿定律与直线运动

1. (多选) 一个静止在水平面上的物体质量为 2 kg, 在水平向右的 5 N 的拉力作用下滑行, 物体与水平面间的滑动摩擦力为 2 N, 4 s 后撤去拉力, 则 ( )

- A. 物体在 4 s 末的速度为 6 m/s      B. 物体在 4 s 末的速度为 10 m/s  
C. 物体滑行的时间为 6 s      D. 物体滑行的时间为 10 s

【答案】AD

【详解】AB. 前 4 s 内, 根据牛顿第二定律得, 物体匀加速运动的加速度

$$a_1 = \frac{F - F_f}{m} = 1.5 \text{ m/s}^2$$

物体在 4 s 末的速度

$$v_1 = a_1 t_1 = 6 \text{ m/s}$$

选项 A 正确, B 错误;

CD. 4 s 后, 根据牛顿第二定律得, 物体匀减速运动的加速度

$$a_2 = \frac{-F_f}{m} = -1 \text{ m/s}^2$$

物体继续滑行的时间

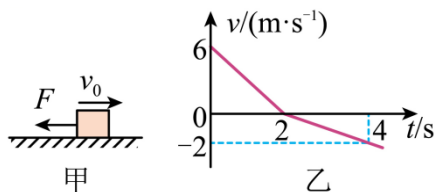
$$t_2 = \frac{v_2 - v_1}{a_2} = \frac{0 - 6}{-1} \text{ s} = 6 \text{ s}$$

则物体滑行的时间为 6 s + 4 s = 10 s, 选项 C 错误, D 正确。

故选 AD。

2. 如图甲所示, 一质量为  $m$  的滑块放在粗糙的水平面上, 滑块与水平面之间的动摩擦因数为  $\mu$ 。现给滑块一水平向右的初速度  $v_0 = 6 \text{ m/s}$ , 同时给滑块一水平向左的恒力  $F = 4 \text{ N}$ , 若以滑块的出发点为原点, 取向右的方向为正方向, 在电脑上描绘出滑块速度随时间的变化规律如图乙所示, 取  $g = 10 \text{ m/s}^2$  下列说法正确的是

( )



- A. 滑块的质量为 4 kg

- B. 滑块与水平面之间的动摩擦因数为 0.2
- C. 3s 末滑块返回到出发点
- D. 4s 末滑块加速度大小为  $1\text{m/s}^2$

**【答案】D**

**【详解】**ABD. 由  $v-t$  图像可知加速度大小

$$a_1 = 3\text{m/s}^2, a_2 = 1\text{m/s}^2$$

两个过程分别受力分析，根据牛顿第二定律得

$$F + \mu mg = ma_1$$

$$F - \mu mg = ma_2$$

联立解得

$$m = 2\text{kg}$$

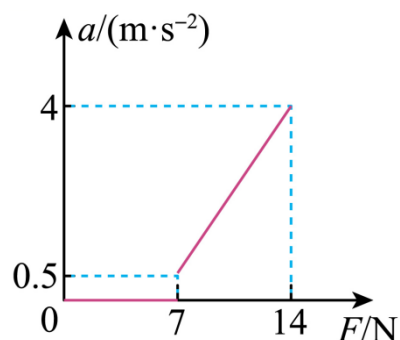
$$\mu = 0.1$$

AB 错误、D 正确；

C. 由  $v-t$  图像可知，滑块先向右匀减速，再向左匀加速， $v-t$  图像面积为物体的位移， $2 \sim 3\text{s}$  内的位移大小小于  $0 \sim 2\text{s}$  内位移大小，故 3s 末滑块未返回到出发点，C 错误。

故选 D。

3. (2024 · 江苏省新海高级中学高一期中) 用一水平力  $F$  拉静止在水平面上的物体，在外力  $F$  从零开始逐渐增大的过程中，物体的加速度  $a$  随外力  $F$  变化的关系如图所示， $g$  取  $10 \text{ m/s}$ 。则下列说法错误的是 ( )



- A. 物体与水平面间的滑动摩擦力为 7N
- B. 物体的质量为 2kg
- C. 物体与水平面间的动摩擦因数为 0.3
- D. 当  $F$  为 5N 时，物体受到水平面的作用力大小为  $5\sqrt{17}\text{N}$

**【答案】A**

【详解】A. 由图知， $F_1=7\text{N}$  时，物体刚开始运动，则物体与水平面间的最大静摩擦力为  $7\text{N}$ ，最大静摩擦力大于滑动摩擦力，故 A 错误，符合题意；

BC. 令

$$F_2=14\text{N}$$

$$a_1 = 0.5\text{m/s}^2$$

$$a_2 = 4\text{m/s}^2$$

根据

$$F_1 - \mu mg = ma_1$$

$$F_2 - \mu mg = ma_2$$

解得

$$m=2\text{kg}$$

$$\mu = 0.3$$

故 BC 正确，不符合题意；

D. 当  $F$  为  $5\text{N}$  时，物体静止，受到静摩擦力

$$f_1 = 5\text{N}$$

水平面的支持力

$$N=20\text{N}$$

物体受到水平面的作用力大小为

$$F_0 = \sqrt{f_1^2 + N^2} = 5\sqrt{17}\text{N}$$

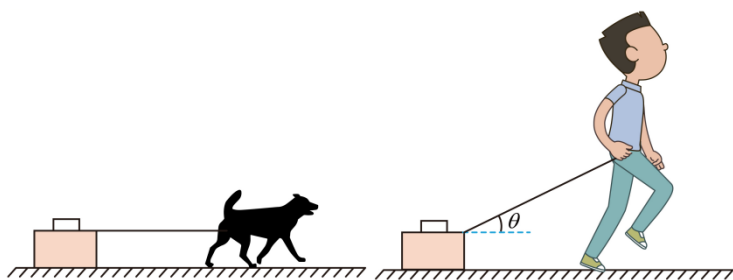
故 D 正确，不符合题意。

故选 A。

4. (2024·宁夏·中卫中学高一阶段练习) 如图，一质量  $m=10\text{kg}$  的箱子，置于水平地面上，当小狗用水平拉力  $F=20\text{N}$  拉箱子沿水平地面做匀速直线运动，求：

(1) 物块与地面间的动摩擦因数  $\mu$ ；

(2) 现换成小孩用一与水平方向夹角为  $37^\circ$  斜向上的拉力  $F=50\text{N}$  拉该箱子沿水平地面从静止开始做匀加速直线运动  $t=10\text{s}$  时间，求箱子的加速度、10 秒内的位移和 10 秒末的速度分别多大(已知  $\sin 37^\circ = 0.6$ ,  $\cos 37^\circ = 0.8$ ,  $g$  取  $10\text{m/s}^2$ )。



**【答案】** (1) 0.2; (2)  $2.6\text{m/s}^2$ , 130m,  $26\text{m/s}$

**【详解】** (1) 由题意可知箱子沿水平地面做匀速直线运动, 则根据受力平衡有

$$F_1 = f = \mu mg$$

代入数据解得

$$\mu = 0.2$$

(2) 当小孩拉箱子时, 对箱子受力分析沿水平和竖直正交分解有

$$F \sin 37^\circ + F'_N = mg$$

$$F \cos 37^\circ - f' = ma$$

$$f' = \mu F'_N$$

代入数据联立解得

$$a = 2.6\text{m/s}^2$$

根据匀变速直线运动位移时间关系有

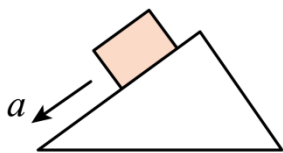
$$x = \frac{1}{2}at^2 = 130\text{m}$$

根据速度与时间关系有

$$v = at = 26\text{m/s}$$

## 二、牛顿定律与斜面

5. (2024·陕西·延安市新区高级中学高一期末)(多选) 如图, 质量为  $M$  的斜面体静止, 质量为  $m$  的物体以加速度  $a$  加速下滑, 斜面和物体之间没有摩擦力, 下列说法正确的是 ( )



- A. 斜面体与地面之间无摩擦力
- B. 斜面体受地面水平向左的摩擦力

- C. 地面对斜面体的支持力为  $(M+m)g$   
 D. 地面对斜面体的支持力小于  $(M+m)g$

**【答案】** BD

**【详解】** AB. 对系统整体受力分析，根据系统牛顿第二定律可知，沿水平方向满足

$$f = ma_x$$

因此斜面体受地面水平向左的摩擦力，故 A 错误，B 正确；

CD. 竖直方向满足

$$(M+m)g - F_N = ma_y$$

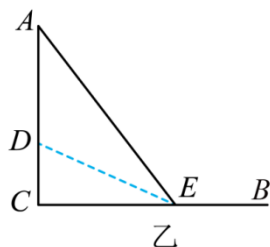
因此地面对斜面体的支持力小于  $(M+m)g$ ，故 C 错误，D 正确。

故选 BD。

6. (2024·广西百色·高一期末) 在很多游泳景点都建有山坡滑道，如图甲是某景点的山坡滑道图片，为了研究滑行者在滑道斜坡的滑行情况，技术人员通过测量绘制出如图乙所示的示意图。AC 是滑道的竖直高度，D 点是 AC 竖直线上的点，且有  $AD = DE = 10\text{m}$ ，滑道 AE 可视为光滑， $\angle A = 30^\circ$ ，滑行者从坡顶 A 点由静止开始沿滑道 AE 向下直线滑动，g 取  $10\text{m/s}^2$ ，则 ( )



甲



乙

- A. 滑道 AE 的长度为 10m  
 B. 滑行者在滑道 AE 上滑行的加速度  $a = 5\text{m/s}^2$   
 C. 滑行者在滑道 AE 上滑行的时间为 2s  
 D. 滑行者滑到 E 点时的速度为  $10\text{m/s}$

**【答案】** C

**【详解】** A. 由图中几何关系可知

$$CD = DE \sin 30^\circ$$

$$AC = AD + CD$$

$$AE = \frac{AC}{\cos 30^\circ} = 10\sqrt{3}\text{m}$$

A 错误；

B. 由几何知识知滑道  $AE$  与水平面的夹角为  $60^\circ$ ，对滑行者，由牛顿第二定律得

$$mg \sin 60^\circ = ma$$

可得滑者在滑道  $AE$  上滑行的加速度

$$a = g \sin 60^\circ = 5\sqrt{3} \text{ m/s}^2$$

故 B 错误；

C. 由

$$AE = \frac{1}{2}at^2$$

解得

$$t = 2\text{s}$$

C 正确；

D. 由

$$v^2 = 2a \cdot AE$$

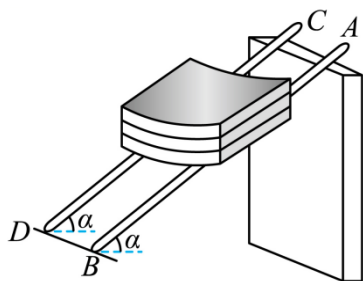
解得

$$v = 10\sqrt{3} \text{ m/s}$$

D 错误。

故选 C。

7. (2024·江苏·海安高级中学高一阶段练习) 在建筑工地上有时需要将一些建筑材料由高处送到低处，为此工人们设计了一种如图所示的简易滑轨：两根圆柱形木杆  $AB$  和  $CD$  相互平行，斜靠在竖直墙壁上，把一摞瓦放在两木杆构成的滑轨上，瓦将沿滑轨滑到低处。在实际操作中发现瓦滑到底端时速度较大，为了防止瓦被损坏，下列措施中可行的是 ( )



A. 减少每次运送瓦的块数

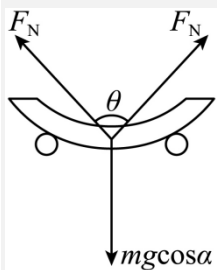
B. 增多每次运送瓦的块数

C. 增大两杆的倾角  $\alpha$

D. 增大两杆之间的距离

**【答案】D**

**【详解】AB.** 为了防止瓦被损坏，则瓦沿滑轨滑的加速度不能太大，对瓦受力分析，如下图所示



设两杆对瓦的支持力的夹角为  $\theta$ ，则根据平衡条件有

$$F_N = \frac{mg \cos \alpha}{2 \cos \frac{\theta}{2}}$$

根据牛顿第二定律有

$$mg \sin \alpha - 2\mu \cdot \frac{mg \cos \alpha}{2 \cos \frac{\theta}{2}} = ma$$

可知，瓦沿滑轨滑的加速度与瓦的质量无关，因此增加或减小每次运送瓦的块数是没有作用的，故 AB 错误

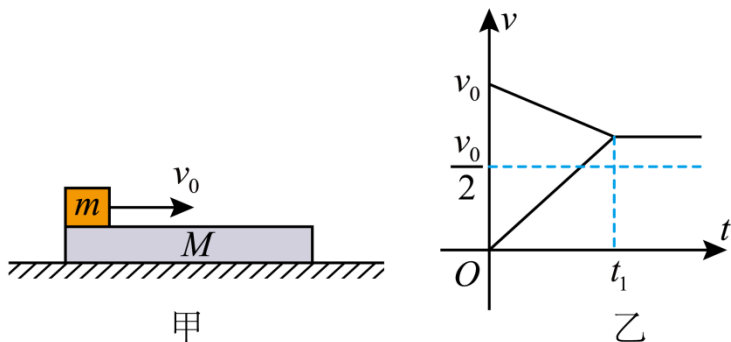
C. 增大两杆的倾角  $\alpha$ ，则瓦对滑轨的压力减小，重力沿滑轨向下的分力增大，根据牛顿第二定律可知，瓦沿滑轨滑的加速度增大，故 C 错误；

D. 增大两杆之间的距离，则两杆对瓦的支持力的夹角  $\theta$  增大，即杆对瓦的支持力  $F_N$  增大，则瓦下滑时受到的滑动摩擦力增大，加速度减小，故 D 正确。

故选 D。

### 三、板块问题

8. (多选) 如图甲所示，质量为  $M$  的木板静止在光滑水平面上。一个质量为  $m$  的小滑块以初速度  $v_0$  从木板的左端向右滑上木板。滑块和木板的水平速度随时间变化的图像如图乙所示。某同学根据图像作出如下一些判断，正确的是 ( )



- A. 滑块和木板始终存在相对运动
- B. 滑块始终未离开木板
- C. 滑块的质量大于木板的质量

D. 木板的长度一定为  $\frac{v_0 t_1}{2}$

【答案】BC

【详解】AB. 由题图乙可知在  $t_1$ 时刻滑块和木板达到共同速度，此后滑块与木板相对静止，所以滑块始终未离开木板，故 A 错误，B 正确；

C. 滑块与木板相对滑动过程中，二者所受合外力大小均等于滑动摩擦力大小，而根据题图乙中图像的斜率情况可知此过程中滑块的加速度小于木板的加速度，则根据牛顿第二定律  $a = \frac{F}{m}$  可知滑块的质量大于木板的质量，故 C 正确；

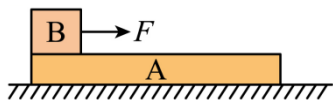
D. 根据  $v-t$  图像与坐标轴所围面积表示位移可知， $t_1$ 时刻滑块相对木板的位移大小为

$$\Delta x = \frac{v_0 t_1}{2}$$

但滑块在  $t_1$ 时刻不一定位于木板的右端，所以木板的长度不一定为  $\frac{v_0 t_1}{2}$ ，其满足题意的最小长度为  $\frac{v_0 t_1}{2}$ ，故 D 错误。

故选 BC。

9. (多选) 如图所示，在水平面上有一质量为  $m_1=2\text{kg}$  的足够长的木板 A，其上叠放一质量为  $m_2=4\text{kg}$  的物块 B，木板与地面间的动摩擦因数  $\mu_1=0.2$ ，物块和木板之间的动摩擦因数  $\mu_2=0.6$ ，假定最大静摩擦力和滑动摩擦力相等。现给物块施加随时间  $t$  增大的水平拉力  $F=6t$  (N)，重力加速度大小  $g=10\text{m/s}^2$ 。则 ( )



- A.  $t=2\text{s}$  之后，木板将在地面上滑动
- B.  $t=4\text{s}$  时，物块将相对木板滑动
- C.  $t=6\text{s}$  时，物块的加速度大小为  $3\text{m/s}^2$
- D. 木板的最大加速度为  $6\text{m/s}^2$

【答案】AD

【详解】ABD. 当物块和木板一起运动，且物块和木板之间的摩擦力为最大静摩擦力时，此时对木板有

$$f_{\max} - \mu_1 (m_1 + m_2) g = m_1 a_{\max}$$

$$f_{\max} = \mu_2 m_2 g$$

解得

$$a_{\max} = 6\text{m/s}^2$$

对整体有



$$F_{max} - \mu_1 (m_1 + m_2) g = (m_1 + m_2) a_{max}$$

解得

$$F_{max} = 48\text{N}$$

由

$$F_{max} = 6 t_1$$

可得

$$t_1 = 8\text{s}$$

因此，木块和木板保持相对静止的时间为 8s， $t=2\text{s}$  时，

$$F = 12\text{N} = \mu_1 (m_1 + m_2) g = 12\text{N}$$

所以木板将在地面上滑动且物块与木板相对静止，故 AD 正确，B 错误；

C. 由上分析可知， $t=6\text{s}$  时，物块相对木板静止，一起做匀加速运动，根据牛顿第二定律

$$F_1 - \mu_1 (m_1 + m_2) g = (m_1 + m_2) a$$

代入数据可得

$$a = 4\text{m/s}^2$$

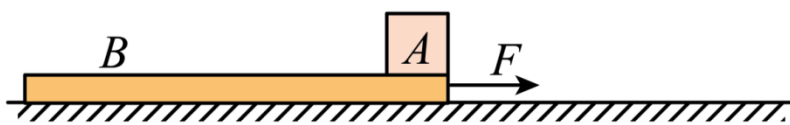
故 C 错误。

故选 AD。

10. (2024 · 江西赣州 · 高一期末) 如图所示，质量  $M = 2\text{kg}$  的木板 B 长  $L = 0.5\text{m}$ ，放在光滑水平地面上，质量  $m = 1\text{kg}$  的物体 A (可看成质点) 置于木板右端，已知 A、B 间动摩擦因数  $\mu = 0.1$ ，A、B 开始均静止，现于板的右端施加一水平恒力  $F$ 。  $g$  取  $10\text{m/s}^2$ ，最大静摩擦力等于滑动摩擦力。求：

(1) 若恒力为  $F_1 = 1.5\text{N}$ ，物体 A 的加速度大小；

(2) 若恒力为  $F_2 = 5\text{N}$ ，物体 A 何时离开木板 B。



**【答案】** (1)  $0.5\text{m/s}^2$ ；(2)  $1\text{s}$ ；

**【详解】** (1) 设拉力为  $F_0$  时，A 和 B 之间刚要相对滑动，对 A，由牛顿第二定律

$$\mu mg = ma_0$$

对 B 有

$$F_0 - \mu mg = Ma_0$$

解得

$$a_0 = 1\text{m/s}^2, F_0 = 3\text{N}$$

因为  $F_1 < F_0$ ，所以 A 和 B 相对静止一起做匀加速运动

对 A、B 整体有

$$F_1 = (m + M)a_1$$

解得

$$a_1 = 0.5\text{m/s}^2$$

(3) 因为  $F_2 > F_0$ ，A 和 B 之间有相对滑动，设 A 在 B 上的滑行时间为  $t$

对 A

$$a_A = a_0 = 1\text{m/s}^2$$

对 B

$$F_2 - \mu mg = Ma_B$$

且有

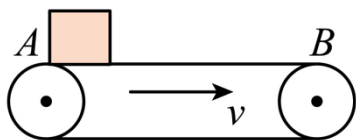
$$\frac{1}{2}a_B t^2 - \frac{1}{2}a_A t^2 = L$$

解得

$$t = 1\text{s}$$

#### 四、传送带问题

11. 如图所示，水平传送带 AB 以  $v=200\text{cm/s}$  的速度匀速运动，A、B 相距 11m。一物体（可视为质点）从 A 点由静止放于传送带上，物体与传送带间的动摩擦因数  $\mu = 0.2$ ， $g$  取  $10\text{m/s}^2$ ，则物体从 A 沿传送带运动到 B 所需的时间为（ ）



A. 5.5s

B. 11s

C. 6s

D.  $\sqrt{11}$  s

【答案】C

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/948043014067007001>