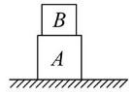


### 3.8 连接体问题

#### 一、选择题

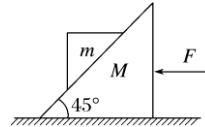
1. 如图所示,A、B 两物块叠放在一起,放在光滑地面上,已知 A、B 物块的质量分别为  $M$ 、 $m$ ,物块间粗糙。现用水平向右的恒力  $F_1$ 、 $F_2$  先后分别作用在 A、B 物块上,物块 A、B 均不发生相对运动,则  $F_1$ 、 $F_2$  的最大值之比为 ( )

- A.  $1 : 1$                       B.  $M : m$   
 C.  $m : M$                       D.  $m : (m+M)$



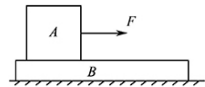
2. 如图所示,一质量  $M=3 \text{ kg}$ 、倾角为  $\alpha=45^\circ$  的斜面体放在光滑水平地面上,斜面体上有一质量为  $m=1 \text{ kg}$  的光滑楔形物体.用一水平向左的恒力  $F$  作用在斜面体上,系统恰好保持相对静止地向左运动.重力加速度为  $g=10 \text{ m/s}^2$ ,下列判断正确的是( )

- A. 系统做匀速直线运动  
 B.  $F=40 \text{ N}$   
 C. 斜面体对楔形物体的作用力大小为  $5\sqrt{2} \text{ N}$   
 D. 增大力  $F$ , 楔形物体将相对斜面体沿斜面向上运动



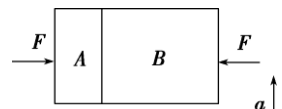
3. 如图所示, A、B 两物块的质量分别为  $2m$  和  $m$ , 静止叠放在水平地面上。A、B 间的动摩擦因数为  $\mu$ , B 与地面间的动摩擦因数为  $\frac{\mu}{2}$ 。最大静摩擦力等于滑动摩擦力,重力加速度为  $g$ 。现对 A 施加一水平拉力  $F$ , 则 ( )

- A. 当  $F < 2\mu mg$  时, A、B 都相对地面静止  
 B. 当  $F = \frac{5}{2}\mu mg$  时, A 的加速度为  $\frac{1}{3}\mu g$   
 C. 当  $F > 3\mu mg$  时, A 相对 B 滑动  
 D. 无论  $F$  为何值, B 的加速度不会超过  $\frac{1}{2}\mu g$



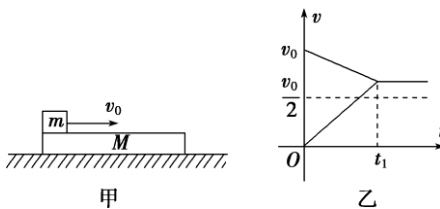
4. 在建筑工地,民工兄弟用两手对称水平使力将两长方体水泥制品夹紧并以加速度  $a$  竖直向上匀加速搬起,其中 A 的质量为  $m$ , B 的质量为  $3m$ , 水平作用力为  $F$ , A、B 之间的动摩擦因数为  $\mu$ , 在此过程中, A、B 间的摩擦力为( )

- A.  $\mu F$                       B.  $2\mu F$   
 C.  $\frac{3}{2}m(g+a)$               D.  $m(g+a)$

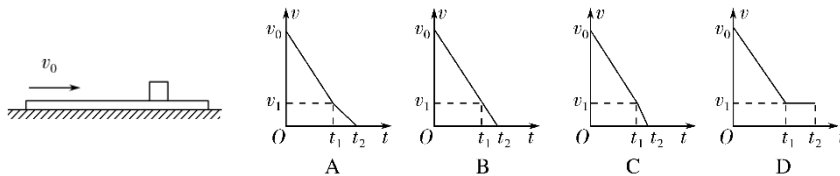


5. 如图甲所示, 质量为  $M$  的木板静止在光滑水平面上, 一个质量为  $m$  的小滑块以初速度  $v_0$  从木板的左端向右滑上木板. 滑块和木板的水平速度随时间变化的图象如图乙所示. 某同学根据图象作出如下一些判断, 正确的是( )

- 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. 滑块的质量小于木板的质量  
 D. 木板的长度为  $\frac{v_0 t_1}{2}$

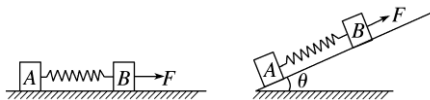


6. 如图所示, 一长木板在水平地面上运动, 在某时刻( $t=0$ )将一相对于地面静止的物块轻放到木板上, 已知物块与木板的质量相等, 物块与木板间及木板与地面间均有摩擦, 物块与木板间的最大静摩擦力等于滑动摩擦力, 且物块始终在木板上. 在物块放到木板上之后, 木板运动的速度—时间图象可能是下列选项中的( )



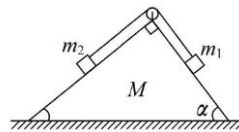
7. 如图所示, 在粗糙的水平面上, 质量分别为  $m$  和  $M$  的物块  $A$ 、 $B$  用轻弹簧相连, 两物块与水平面间的动摩擦因数均为  $\mu$ , 当用水平力  $F$  作用于  $B$  上且两物块共同向右以加速度  $a_1$  匀加速运动时, 弹簧的伸长量为  $x_1$ ; 当用同样大小的恒力  $F$  沿着倾角为  $\theta$  的光滑斜面方向作用于  $B$  上且两物块共同以加速度  $a_2$  匀加速沿斜面向上运动时, 弹簧的伸长量为  $x_2$ , 则下列说法中正确的是( )

- A. 若  $m > M$ , 有  $x_1 = x_2$       B. 若  $m < M$ , 有  $x_1 = x_2$   
 C. 若  $\mu > \sin \theta$ , 有  $x_1 > x_2$       D. 若  $\mu < \sin \theta$ , 有  $x_1 < x_2$



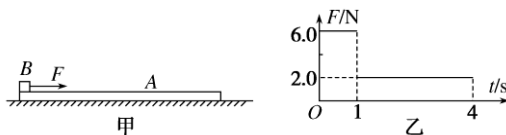
8. 如图所示, 横截面为直角三角形的三棱柱质量为  $M$ , 放在粗糙的水平地面上, 两底角中其中一个角的角度为  $\alpha$  ( $\alpha > 45^\circ$ ). 三棱柱的两倾斜面光滑, 上面分别放有质量为  $m_1$  和  $m_2$  的两物体, 两物体间通过一根跨过定滑轮的细绳相连接, 定滑轮固定在三棱柱的顶端, 若三棱柱始终处于静止状态. 不计滑轮与绳以及滑轮与轮轴之间的摩擦, 重力加速度大小为  $g$ , 则将  $m_1$  和  $m_2$  同时由静止释放后, 下列说法正确的是 ( )

- A. 若  $m_1 = m_2$ , 则两物体可静止在斜面上  
 B. 若  $m_1 = m_2 \tan \alpha$ , 则两物体可静止在斜面上  
 C. 若  $m_1 = m_2$ , 则三棱柱对地面的压力小于  $(M + m_1 + m_2)g$   
 D. 若  $m_1 = m_2$ , 则三棱柱所受地面的摩擦力大小为零



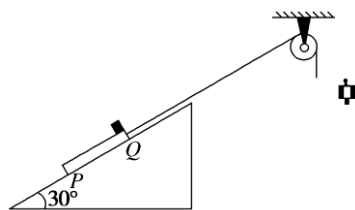
## 二、计算题

9.如图甲所示,质量  $M=1.0\text{ kg}$  足够长的长木板  $A$  静止在光滑水平面上,在木板的左端放置一个质量  $m=1.0\text{ kg}$  的小铁块  $B$ ,铁块与木板间的动摩擦因数  $\mu=0.2$ ,对铁块施加水平向右的拉力  $F$ ,  $F$  大小随时间变化如图乙所示,4 s 时撤去拉力.可认为  $A$ 、 $B$  间的最大静摩擦力与滑动摩擦力大小相等,取重力加速度  $g=10\text{ m/s}^2$ .求:



- (1)0~1 s 内,  $A$ 、 $B$  的加速度大小  $a_A$ 、 $a_B$ ;
- (2) $B$  相对  $A$  滑行的最大距离  $x$ .

10. 如图所示,固定斜面上放一木板  $PQ$ ,木板的  $Q$  端放置一可视为质点的小物块,现用轻细线的一端连接木板的  $Q$  端,保持与斜面平行,绕过定滑轮后,另一端可悬挂钩码,钩码距离地面足够高.已知斜面倾角  $\theta=30^\circ$ ,木板长为  $L$ , $Q$  端距斜面顶端距离也为  $L$ ,物块和木板的质量均为  $m$ ,两者之间的动摩擦因数为  $\mu_1=\frac{\sqrt{3}}{2}$ .若所挂钩码质量为  $2m$ ,物块和木板能一起匀速上滑;若所挂钩码质量为其他不同值,物块和木板有可能发生相对滑动.重力加速度为  $g$ ,不计细线与滑轮之间的摩擦,设接触面间最大静摩擦力



- 力等于滑动摩擦力.
- (1)木板与斜面间的动摩擦因数  $\mu_2$ ;
  - (2)物块和木板发生相对滑动时,所挂钩码质量  $m'$  应满足什么条件?

11.如图,两个滑块  $A$  和  $B$  的质量分别为  $m_A=1\text{ kg}$  和  $m_B=5\text{ kg}$ ,放在静止于水平地面上的木板的两端,两者与木板间的动摩擦因数均为  $\mu_1=0.5$ ;木板的质量为  $m=4\text{ kg}$ ,与地面间的动摩擦因数为  $\mu_2=0.1$ .某时刻  $A$ 、 $B$  两滑块开始相向滑动,初速度大小均为  $v_0=3\text{ m/s}$ . $A$ 、 $B$  相遇时,  $A$  与木板恰好相对静止.设最大静摩擦力等于滑动摩擦力,取重力加速度大小  $g=10\text{ m/s}^2$ .求:



- (1) $B$  与木板相对静止时,木板的速度;
- (2) $A$ 、 $B$  开始运动时,两者之间的距离.

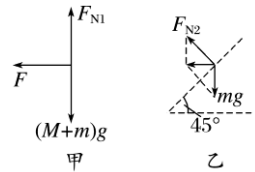
### 3.8 连接体问题 · 限时作业答案

1. 【答案】 B

【解析】  $F_1$  作用在 A 物块上,由牛顿第二定律, $F_1=(M+m)a_1$ 。设 A、B 物块间的最大静摩擦力为  $F_f$ ,对 B 物块,则有  $F_f=ma_1$ 。  $F_2$  作用在 B 物块上,由牛顿第二定律, $F_2=(M+m)a_2$ 。对 A 物块,则有  $F_f=Ma_2$ ,联立解得: $F_1$ 、  $F_2$  的最大值之比为  $F_1:F_2=M:m$ ,选项 B 正确。

2. 【答案】 BD

【解析】 对整体受力分析如图甲所示,由牛顿第二定律有  $F=(M+m)a$ ,对楔形物体受力分析如图乙所示,由牛顿第二定律有  $mg \tan 45^\circ=ma$ ,可得  $F=40\text{ N}$ ,  $a=10\text{ m/s}^2$ , A 错, B 对。斜面对楔形物体的作用力  $F_{N2}=\frac{mg}{\sin 45^\circ}=\sqrt{2}mg=10\sqrt{2}\text{ N}$ , C 错。外力  $F$  增大,则斜面体加速度增加,楔形物体不能获得那么大的加速度,将会相对斜面体沿斜面上滑, D 对。



3. 【答案】 BCD

【解析】 根据题意可知, B 与地面间的最大静摩擦力为:  $f_{Bm}=\frac{3}{2}\mu mg$ , 因此要使 B 能够相对地面滑动, A 对 B 所施加的摩擦力至少为:  $f_{AB}=f_{Bm}=\frac{3}{2}\mu mg$ , A、B 间的最大静摩擦力为:  $f_{ABm}=2\mu mg$ , 因此, 根据牛顿第二定律可知当满足:  $\frac{F-f_{AB}}{2m}=\frac{2f_{AB}-3\mu mg}{2m}$ , 且  $\frac{3}{2}\mu mg \leq f_{AB} < 2\mu mg$ , 即  $\frac{3}{2}\mu mg \leq F < 3\mu mg$  时, A、B 将一起向右加速滑动, 故选项 A 错误; 当  $F \geq 3\mu mg$  时, A、B 将以不同的加速度向右滑动, 根据牛顿第二定律有:  $F-2\mu mg=2ma_A$ ,  $2\mu mg-\frac{3}{2}\mu mg=ma_B$ , 解得:  $a_A=\frac{F}{2m}-\mu g$ ,  $a_B=\frac{1}{2}\mu g$ , 故选项 C、D 正确; 当  $F=\frac{5}{2}\mu mg$  时,  $a_A=a_B=\frac{5-3}{6}\mu g=\frac{1}{3}\mu g$ , 故选项 B 正确。

4. 【答案】 D

【解析】 对两个物体整体, 根据牛顿第二定律, 有  $2f-(m+3m)g=(m+3m)a$  ①  
再隔离物体 A, 根据牛顿第二定律, 有:  $f-mg-f_{BA}=ma$  ②  
联立解得:  $f_{BA}=m(g+a)$ , 故选 D。

5. 【答案】 B

【解析】 由题意知,  $m$  在  $M$  的摩擦力作用下做匀减速直线运动,  $M$  在  $m$  的摩擦力作用下

做初速度为 0 的匀加速直线运动，最终两者相对静止，一起运动，故 A 错误；由图乙可知，最终滑块与木板速度相等，它们相对静止，滑块没有滑离木板，故 B 正确；由于  $m$ 、 $M$  间相互作用的摩擦力分别使  $m$ 、 $M$  产生加速度，所以满足  $ma_m = Ma_M$ ，由图象知，在  $t_1$  时间内匀减速运动的加速度小于匀加速运动的加速度，即  $a_m < a_M$ ，所以可知  $m > M$ ，滑块的质量大于木板的质量，故 C 错误；两物块相对静止时，两者的位移差： $x = \frac{v_0 + v}{2} t_1 - \frac{v}{2} t_1 = \frac{v_0 t_1}{2}$ ，则木板长度大于等于  $\frac{v_0 t_1}{2}$ ，故 D 错误。

#### 6. 【答案】 A

【解析】设在木板与物块未达到相同速度之前，木板的加速度为  $a_1$ ，物块与木板间的动摩擦因数为  $\mu_1$ ，木板与地面间的动摩擦因数为  $\mu_2$ 。对木板应用牛顿第二定律得：

$-\mu_1 mg - \mu_2 \cdot 2mg = ma_1 a_1 = -(\mu_1 + 2\mu_2)g$ ；设物块与木板达到相同速度之后，木板的加速度为  $a_2$ ，对整体有  $-\mu_2 \cdot 2mg = 2ma_2$ ， $a_2 = -\mu_2 g$ ，可见  $|a_1| > |a_2|$ 。由  $v-t$  图象的斜率表示加速度大小可知，图象 A 正确。

#### 7. 【答案】 AB

【解析】在水平面上滑动时，对整体，有，有  $F - \mu(m+M)g = (m+M)a_1$ ①；隔离物块 A，

根据牛顿第二定律，有  $F_T - \mu mg = ma_1$ ②，联立①②解得  $F_T = \frac{F \cdot m}{m+M}$  ③；在斜面上

滑动时，对整体，根据牛顿第二定律，有  $F - (m+M)g \sin \theta = (m+M)a_2$ ④；隔离物块

A，根据牛顿第二定律，有  $F_T' - mg \sin \theta = ma_2$  ⑤，联立④⑤解得  $F_T' = \frac{F \cdot m}{M+m}$ ⑥

比较③⑥可知，弹簧弹力相等，与动摩擦因数和斜面的倾角无关，故 A、B 正确，C、D 错误。

#### 8. 【答案】 C

【解析】若  $m_1 = m_2$ ， $m_2$  的重力沿斜面向下的分力大小为  $m_2 g \sin(90^\circ - \alpha)$ ， $m_1$  的重力沿斜面向下的分力大小为  $m_1 g \sin \alpha$ ，由于  $\alpha > 45^\circ$ ，则  $m_2 g \sin(90^\circ - \alpha) < m_1 g \sin \alpha$ ，则  $m_1$  将沿斜面向下加速运动， $m_2$  将沿斜面向上加速运动，A 错误。要使两物体都静止在斜面上，应满足： $m_2 g \sin(90^\circ - \alpha) = m_1 g \sin \alpha$ ，即有  $m_1 = m_2 \cot \alpha$ ，B 错误。若  $m_1 = m_2$ ，设加速度大小为  $a$ ，对两个物体及斜面整体，由牛顿第二定律得，竖直方向有  $F_N - (M + m_1 + m_2)g = m_2 a \sin(90^\circ - \alpha) - m_1 a \sin \alpha < 0$ ，即地面对三棱柱的支持力  $F_N < (M + m_1 + m_2)g$ ，则三棱柱对地面的压力小于  $(M + m_1 + m_2)g$ ；水平方向有  $F = m_1 a \cos \alpha + m_2 a \cos(90^\circ - \alpha) > 0$ ，C 正确，D 错误。

#### 9. 【答案】 (1) $2 \text{ m/s}^2$ $4 \text{ m/s}^2$ (2) $2 \text{ m}$

【解析】(1)在  $0 \sim 1 \text{ s}$  内，A、B 两物体分别做匀加速直线运动，根据牛顿第二定律

对 A 有： $\mu mg = Ma_A$ ，

对 B 有  $F_1 - \mu mg = ma_B$ ，

代入数据得  $a_A = 2 \text{ m/s}^2$ ， $a_B = 4 \text{ m/s}^2$ 。

(2) $t_1=1\text{ s}$  后, 拉力  $F_2=\mu mg=2\text{ N}$ , 铁块  $B$  做匀速运动, 速度大小为  $v_1$ ; 木板  $A$  仍做匀加速运动, 又经过时间  $t_2$ , 速度与铁块  $B$  相等,

$$v_1 = a_B t_1$$

$$\text{又: } v_1 = a_A(t_1 + t_2)$$

解得  $t_2=1\text{ s}$ .

设  $A$ 、 $B$  速度相等后一起做匀加速运动, 运动时间  $t_3=2\text{ s}$ , 加速度为  $a$ , 则有:

$$F_2 = (M+m)a,$$

$$\text{得: } a = 1\text{ m/s}^2.$$

木板  $A$  受到的静摩擦力  $F_f = Ma < \mu mg$ , 故  $A$ 、 $B$  一起运动, 则  $B$  相对  $A$  滑行的最大距离为:

$$x = x_B - x_A = \frac{1}{2}a_B t_1^2 + v_1 t_2 - \frac{1}{2}a_A(t_1 + t_2)^2,$$

代入数据解得  $x=2\text{ m}$ .

10. 【答案】 (1)  $\frac{\sqrt{3}}{3}$  (2)  $m' > \frac{10}{3}m$

【解析】 (1) 整个系统匀速时, 对钩码:  $2mg = F_T$

$$\text{对物块和木板: } F_T = 2mg\sin\theta + 2\mu_2 mg\cos\theta, \text{ 解得: } \mu_2 = \frac{\sqrt{3}}{3}$$

(2) 要使二者发生相对滑动, 则需木板的加速度  $a_1$  大于物块的加速度  $a_2$ .

$$\text{对物块: } \mu_1 mg\cos\theta - mg\sin\theta = ma_2, \text{ 解得: } a_2 = \frac{1}{4}g$$

$$\text{对木块: } F_T - mg\sin\theta - \mu_1 mg\cos\theta - 2\mu_2 mg\cos\theta = ma_1$$

$$\text{对钩码: } m'g - F_T = m'a_1$$

$$\text{解得: } a_1 = \frac{m' - \frac{9}{4}m}{m' + m}g, \text{ 联立解得: } m' > \frac{10}{3}m$$

11. 【答案】 (1)  $1\text{ m/s}$ , 方向与  $B$  的初速度方向相同 (2)  $1.9\text{ m}$

【解析】 (1) 滑块  $A$  和  $B$  在木板上滑动时, 木板也在地面上滑动. 设  $A$ 、 $B$  和木板所受的摩擦力大小分别为  $F_{f1}$ 、 $F_{f2}$  和  $F_B$ ,  $A$  和  $B$  相对于地面的加速度大小分别为  $a_A$  和  $a_B$ , 木板相对于地面的加速度大小为  $a_1$ . 在滑块  $B$  与木板达到共同速度前有

$$F_{f1} = \mu_1 m_A g \tag{①}$$

$$F_{f2} = \mu_1 m_B g \tag{②}$$

$$F_B = \mu_2 (m + m_A + m_B) g \tag{③}$$

由牛顿第二定律得

$$F_{f1} = m_A a_A \tag{④}$$

$$F_{12} = m_B a_B \quad (5)$$

$$F_{12} - F_{11} - F_{13} = m a_1 \quad (6)$$

设在  $t_1$  时刻,  $B$  与木板达到共同速度, 其大小为  $v_1$ . 由运动学公式有

$$v_1 = v_0 - a_B t_1 \quad (7)$$

$$v_1 = a_1 t_1 \quad (8)$$

联立①②③④⑤⑥⑦⑧式, 代入已知数据得

$$v_1 = 1 \text{ m/s}, \text{ 方向与 } B \text{ 的初速度方向相同} \quad (9)$$

(2) 在  $t_1$  时间间隔内,  $B$  相对于地面移动的距离为

$$s_B = v_0 t_1 - \frac{1}{2} a_B t_1^2 \quad (10)$$

设在  $B$  与木板达到共同速度  $v_1$  后, 木板的加速度大小为  $a_2$ . 对于  $B$  与木板组成的系统,

$$\text{由牛顿第二定律有: } F_{11} + F_{13} = (m_B + m) a_2 \quad (11)$$

由①②④⑤式知,  $a_A = a_B$ ; 再由⑦⑧式知,  $B$  与木板达到共同速度时,  $A$  的速度大小也为  $v_1$ , 但运动方向与木板相反. 由题意知,  $A$  和  $B$  相遇时,  $A$  与木板的速度相同, 设其大小为  $v_2$ . 设  $A$  的速度大小从  $v_1$  变到  $v_2$  所用的时间为  $t_2$ , 则由运动学公式, 对木板有

$$v_2 = v_1 - a_2 t_2 \quad (12)$$

$$\text{对 } A \text{ 有: } v_2 = -v_1 + a_A t_2 \quad (13)$$

在  $t_2$  时间间隔内,  $B$  (以及木板) 相对地面移动的距离为

$$s_1 = v_1 t_2 - \frac{1}{2} a_2 t_2^2 \quad (14)$$

在  $(t_1 + t_2)$  时间间隔内,  $A$  相对地面移动的距离为

$$s_A = v_0(t_1 + t_2) - \frac{1}{2} a_A(t_1 + t_2)^2 \quad (15)$$

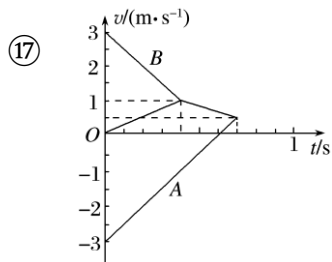
$A$  和  $B$  相遇时,  $A$  与木板的速度也恰好相同. 因此  $A$  和  $B$  开始运动时, 两者之间的距离为

$$s_0 = s_A + s_1 + s_B \quad (16)$$

联立以上各式, 并代入数据得

$$s_0 = 1.9 \text{ m}$$

(也可用如图所示的速度—时间图线求解)

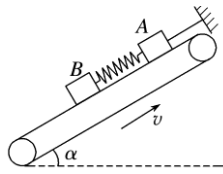


### 3.6 传送带问题 · 答题纸

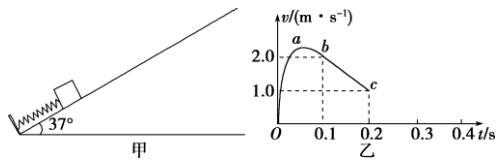
题号	1	2	3	4	5	6	7	8	得分
答案									

#### 二、计算题

9、



10、





--

--