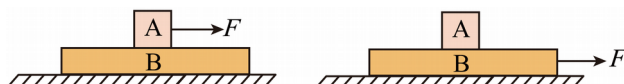


第三章第5节 动力学中的滑块—木板问题 课后练习

一、单选题

1. (易) 如图, A、B 两物块的质量分别为 2kg 和 4kg, 静止叠放在水平地面上。A、B 间的动摩擦因数 $\mu_1 = 0.5$, B 与地面间的动摩擦因数 $\mu_2 = 0.2$ 。可认为最大静摩擦力等于滑动摩擦力, 重力加速度取

$g = 10\text{m/s}^2$ 。现施加一水平拉力 F 作用在 A 或 B 上时, 下

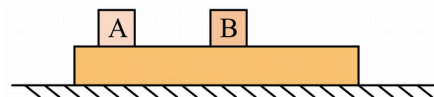


列叙述正确的是 ()

- A. 当 $F = 15\text{N}$ 作用在 A 上时, A 的加速度为 2m/s^2
- B. 当 $F = 15\text{N}$ 作用在 B 上时, A 的加速度为 0.5m/s^2
- C. 当 $F = 60\text{N}$ 作用在 A 上时, A 的加速度为 8m/s^2
- D. 当 $F = 60\text{N}$ 作用在 B 上时, A 的加速度为 8m/s^2

2. (易) 如图, A、B 两物体放在足够长的木板上, 它们的质量分别为 M 和 m , 且 $M > m$, A、B 与木板的动摩擦因数相同, A、B 间距离足够大, 木板置于水平地面上, 则 ()

- A. 若 A、B 随长木板一起以速度 v 向右做匀速直线运动, 某时刻木板突然停止运动, 则由于 A 的惯性较大, A、B 间的距离将增大
- B. 若 A、B 随长木板一起以速度 v 向右做匀速直线运动, 某时刻木板突然停止运动, 之后 A、B 间距离将减小
- C. 若 A、B 与长木板处于静止状态, 用逐渐增大的水平力 F 向右拉动木板, A 与木板间发生相对运动时, B 仍与木板相对静止
- D. 若 A、B 与长木板处于静止状态, 用逐渐增大的水平力 F 向右拉动木板, A、B 与木板同时发生相对运动

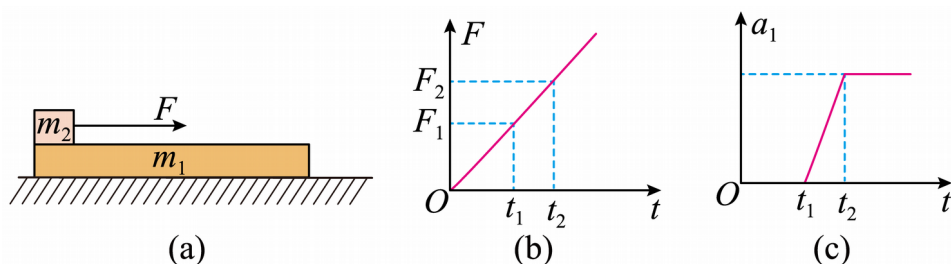


3. (中) 水平地面上有一质量为 m_1 的长木板, 木板的左端上有一质量为 m_2 的物块, 如图 (a) 所示。用水

平向右的拉力 F 作用在物块上, F 随时间 t 的变化关系如图 (b) 所示, 其中 F_1 、 F_2 分别为 t_1 、 t_2 时刻 F 的大

小。木板的加速度 a_1 随时间 t 的变化关系如图 (c) 所示。已知木板与地面间的动摩擦因数为 μ_1 , 物块与木板

间的动摩擦因数为 μ_2 ，假设最大静摩擦力均与相应的滑动摩擦力相等，重力加速度大小为 g 。则 ()



A. 在 $0 \sim t_1$ 时间段物块与木板加速度不相等 B. $F_1 = \mu_1 m_1 g$

C. $F_2 = \frac{m_2(m_1 + m_2)}{m_1}(\mu_2 - \mu_1)g$ D. $\mu_2 < \frac{m_1 + m_2}{m_2} \mu_1$

4. (中) 如图所示，木板 A 静止在水平面上，木板的质量为 $M = 4\text{kg}$ ，长为 $L = 1.5\text{m}$ ；木板右端放着一小滑块 B，小滑块质量为 $m = 1\text{kg}$ ，其尺寸远小于 L 。木板与地面间的动摩擦因数 $\mu_1 = 0.12$ ；小滑块与木板之间的动摩擦因数为 $\mu_2 = 0.2$ 。 g 取 10m/s^2 ，设最大静摩擦力等于滑动摩擦力，水平外力 F 作用在木板 M 上，则 ()

A. 若 F 由 0 缓慢增大，当 $F > 4\text{N}$ 时，A 开始相对于地面向右运动

B. 若 F 由 0 缓慢增大，当 $F > 8\text{N}$ 时，B 会相对于 A 向左发生滑动

C. 若 F 恒为 24N ，想要让 B 从 A 左端离开，则 F 作用的最短时间应为 $\frac{\sqrt{6}}{2}\text{s}$

D. 若 F 恒为 24N ，想要让 B 从 A 左端离开，则 B 离开 A 时的最大速度为 3m/s



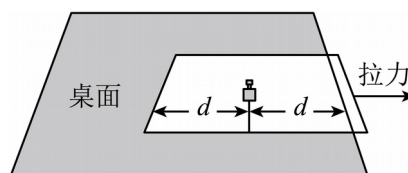
5. (中) 如图所示，将小砝码放在桌面上的薄纸板上，若砝码和纸板的质量分别为 M 和 m ，各接触面间的动摩擦因数均为 μ ，砝码到纸板左端的距离和到桌面右端的距离均为 d 。现用水平向右的恒定拉力 F 拉动纸板，下列说法正确的是 ()

A. 纸板相对砝码运动时，纸板所受摩擦力的大小为 $\mu(M+m)g$

B. 要使纸板相对砝码运动， F 不一定大于 $2\mu(M+m)g$

C. 若砝码与纸板分离时的速度小于 $\sqrt{\mu g d}$ ，砝码不会从桌面上

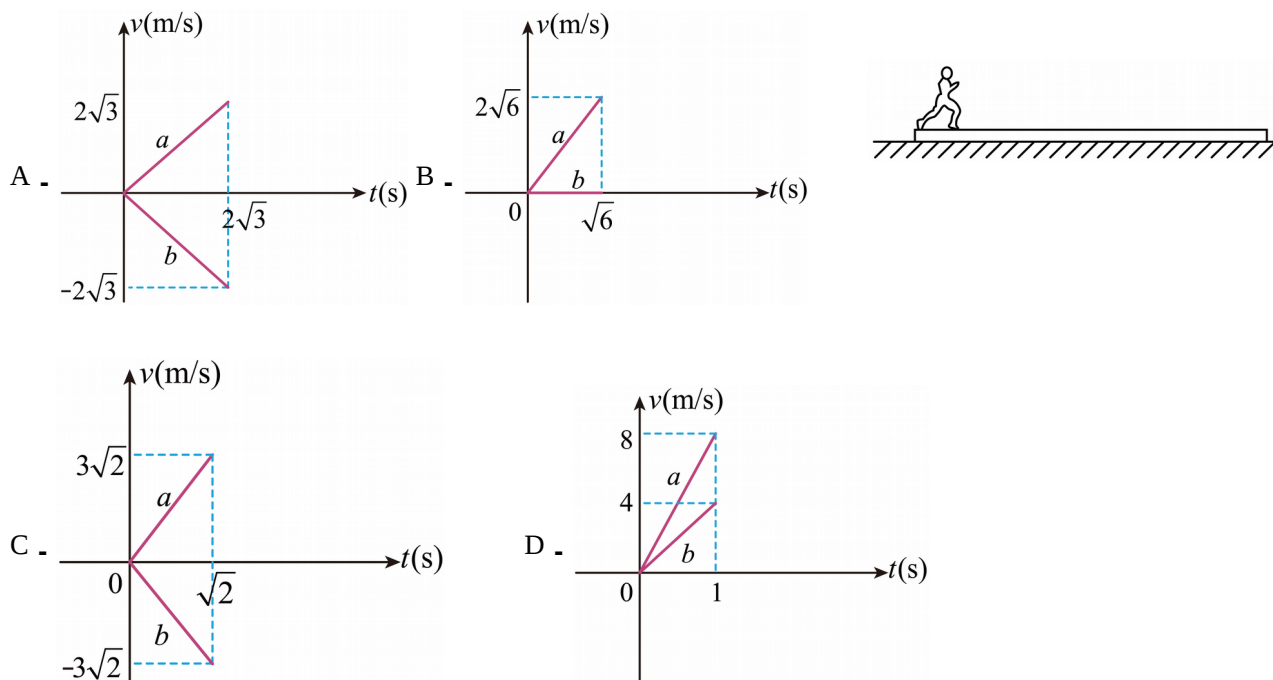
掉下



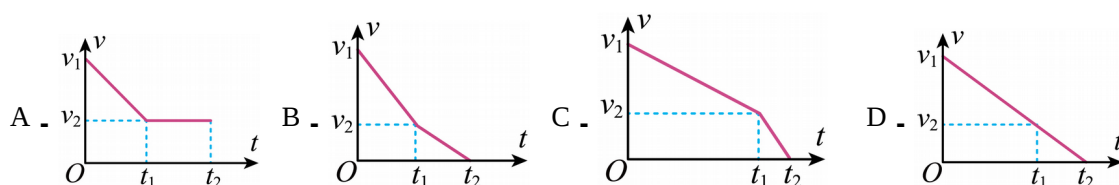
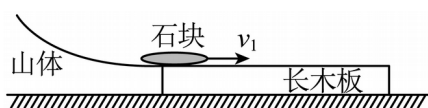
D. 当 $F = \mu(2M + 3m)g$ 时, 砝码恰好到达桌面边缘

二、多选题

6. 【中】如图所示, 长为 6m, 质量为 10kg 的木板放在水平地面上, 木板与地面间的动摩擦因数为 0.2。一个质量为 50kg 的人从木板的左端开始向右匀加速跑到离开木板的过程中, 关于人 (a) 和木板 (b) 的速度时间图像 ($v-t$) 可能正确的是 (g 取 10m/s^2) ()



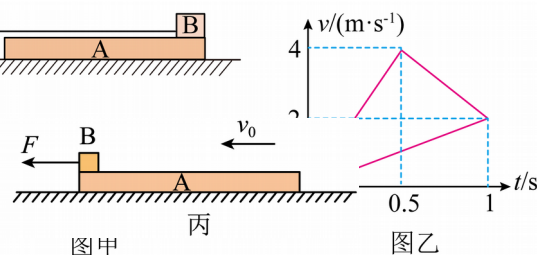
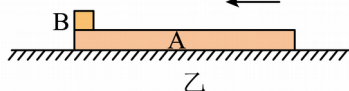
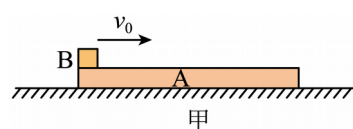
7. 【中】如图所示, 山脚的水平地面上有一块静止长木板。石块从山坡滑下, 以速度 v_1 滑上长木板做无滚动滑动, 并且最终未滑出长木板。已知长木板与石块、长木板与地面间的最大静摩擦力大小均等于滑动摩擦力的大小。下面给出了石块在长木板上滑行 $v-t$ 图像, 其中可能正确的是 ()



8. 【难】某同学设计了如图甲所示装置: 一质量为 0.5kg 的长木板 A 置于水平桌面上, 质量为 1kg 的滑块 B (可视为质点) 置于木板 A 上右侧, 轻绳一端跨过定滑轮与滑块 B 连接, 另一端悬挂一重物 C, 定滑轮和滑块 B 间轻绳水平, 重物落地后立即与轻绳脱离连接。 $t=0$ 时刻, 所有物体均静止。该同学在某次操作中, 记录下滑块 B 和木板 A 运动的部分 $v-t$ 图像如图乙所示, 整个运动过程中, 滑块 B 始终不脱离木板 A, 木

板 A 距定滑轮足够远，最大静摩擦力等于滑动摩擦力，忽略空气阻力，重力加速度 g 取 10m/s^2 。则 ()

- A. 本次操作中，所挂重物 C 的质量为 8kg
 B. 木板 A 与滑块 B 间动摩擦因数为 $\mu_1=0.4$



- C. 木板 A 与桌面间的动摩擦因数为 $\mu_2=0.2$
 D. 为使滑块 B 始终不脱离木板 A，A 至少长 1.5m

二、解答题

9. (中) 如图甲所示，长 $L=1\text{m}$ 、质量 $m_1=1.0\text{kg}$ 的长木板 A 固定在光滑水平面上，质量 $m_2=0.5\text{kg}$ 的物

块 B 以初速度 $v_0=2\text{m/s}$ 从左端向右滑上 A 的上表面，恰好停在 A 的右端。物块 B 视为质点， $g=10\text{m/s}^2$ 。

(1) 求 A、B 间的动摩擦因数 μ ；

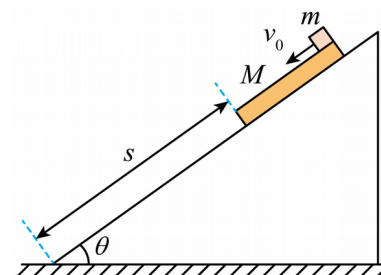
(2) 如图乙，物块 B 静止 A 左端，撤去对木板 A 的固定并使 A 以初速度 $v_0=2\text{m/s}$ 向左运动，求物块 B 在木板 A 上相对于木板滑过的路程 s ；

(3) 若在 (2) 小题中，木板 A 以初速度 $v_0=2\text{m/s}$ 向左运动的同时，对物块 B 施加水平向左的恒力 F ，如图丙，求物块 B 在木板 A 上相对于木板滑过的路程 s 与恒力 F 大小的函数关系式。

10. **【难】** 如图所示，倾角 $\theta=37^\circ$ 的光滑斜面固定在水平地面上，初始状态时，质量为 $M=2\text{kg}$ 、长度为 $L=1\text{m}$ 的薄木板放在斜面上，且薄木板下端与斜面底端的距离 $s=1.92\text{m}$ ，现将薄木板由静止释放，同时质量 $m=1\text{kg}$ 的滑块（可视为质点）以速度 $v_0=3\text{m/s}$ 从木板上端沿斜面向下冲上薄木板。已知滑块与薄木板间的动摩擦因数 $\mu=0.5$ ，最大静摩擦力等于滑动摩擦力，重力加速度 g 取 10m/s^2 ， $\sin 37^\circ=0.6$ ， $\cos 37^\circ=0.8$ 。

（1）通过计算判断滑块能否脱离薄木板；

（2）求薄木板从开始运动到下端到达斜面底端的时间。



《第三章第5节 动力学中的滑块—木板问题 课后练习》参考答案

题号	1	2	3	4	5	6	7	8		
答案	B	D	C	D	C	BC	BD	BCD		

1. B

【详解】AC. AB间的最大静摩擦力

$$f_{AB} = \mu_1 m_A g = 10\text{N}$$

B与地面间的最大静摩擦力

$$f_{B地} = \mu_2 (m_A + m_B) g = 12\text{N}$$

当 F 作用在 A 上，两物块产生相对滑动时，则 F 大于 12N；

当 $F = 15\text{N}$ 作用在 A 上时，AB 产生相对滑动，则

$$a_{A1} = \frac{F - f_{AB}}{m_A} = 2.5\text{m/s}^2$$

A 的加速度为

当 $F = 60\text{N}$ 作用在 A 上时，AB 产生相对滑动，则

$$a_{A1}' = \frac{F - \mu_1 m_A g}{m_A} = 25\text{m/s}^2$$

A 的加速度为

选项 A，C 错误；

BD. 当拉力 F 作用在 B 上，AB 恰不产生相对滑动

$$\text{时，则 } \mu_1 m_A g = m_A a_2$$

解得 $a_2 = 5\text{m/s}^2$

此时对 AB 整体

$$F = \mu_2 (m_A + m_B) g + (m_A + m_B) a_2 = 42\text{N}$$

当 $F = 15\text{N}$ 作用在 B 上时，则 AB 相对静止，则此时 AB 的加速度为

$$a_{A2} = \frac{F - \mu_2 (m_A + m_B) g}{m_A + m_B} = 0.5\text{m/s}^2$$

当 $F = 60\text{N}$ 作用在 B 上时，则 AB 之间产生相对滑

动，则此时 A 的加速度为 $a_{A2}' = 5\text{m/s}^2$

选项 B 正确，D 错误。

故选 B。

2. 【答案】D

【详解】AB. 若 A、B 随长木板一起以速度 v 向右做匀速直线运动，某时刻木板突然停止运动，根据 $a = \mu g$ ，则 A、B 做减速运动的加速度相同，初速度也相同，则 A、B 间的距离将保持不变，A 错误，B 错误；

CD. 因 A、B 与长木板间发生相对滑动时的最大加速度均为 $a = \mu g$ ，可知若 A、B 与长木板处于静止状态，用逐渐增大的水平力 F 向右拉动木板，A、B 与木板同时发生相对运动，C 错误，D 正确。

故选 D。

3. C

【详解】A. 图 (c) 可知， $0 \sim t_1$ 这段时间若滑块和木板有相对滑动，则以后木板也不会运动，所以滑块与木板相对静止，所以两者有相同的加速度，A 错误；

B. 图 (c) 可知， t_1 时滑块木板一起刚从水平滑动，此时滑块与木板相对静止，木板刚要滑动，此时以

整体为对象有 $F_1 = \mu_1(m_1 + m_2)g$ B 错误；

CD. 图 (c) 可知, t_2 时刻滑块与木板刚要发生相对

滑动, 以整体为对象, 根据牛顿第二定律, 有

$$F_2 - \mu_1(m_1 + m_2)g = (m_1 + m_2)a$$

以木板为对象, 根据牛顿第二定律, 有

$$\mu_2 m_2 g - \mu_1(m_1 + m_2)g = m_1 a > 0$$

解得 $F_2 = \frac{m_2(m_1 + m_2)}{m_1}(\mu_2 - \mu_1)g$, $\mu_2 > \frac{(m_1 + m_2)}{m_2}\mu_1$

C 正确, D 错误; 故选 AC。

4. D

【详解】A. 对 AB 整体分析, A 受到地面的最大静

摩擦力为 $f_{\text{静max}} = \mu_1(M + m)g = 6\text{N}$

故当 $F > 6\text{N}$ 时, A 开始相对于地面向右运动, 故

A 错误;

B. 当 B 刚好相对于 A 向左发生滑动时, 此时加速

度为 $a_0 = \frac{\mu_2 mg}{m} = \mu_2 g = 2\text{m/s}^2$

此时对整体 $F - \mu_1(M + m)g = (M + m)a_0$

解得 $F = 16\text{N}$

故当 $F > 16\text{N}$ 时, B 会相对于 A 向左发生滑动, 故

B 错误;

CD. 若 F 恒为 24N , 可知此时 AB 发生相对滑动,

想要让 B 从 A 左端离开, 则 F 作用的最短为撤去 F

后当 AB 共速时 B 刚好到达 A 的左端, 设力 F 作用

时间为 t_0 , 在 F 作用时 AB 的加速度大小分别为

$$a_A = \frac{F - \mu_1(M + m)g - \mu_2 mg}{M} = 4\text{m/s}^2,$$

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

撤去力的瞬间 AB 两物体的速度分别为 $v_{A0} = a_A t_0$,

$$v_{B0} = a_0 t_0$$

撤去力后 AB 的加速度大小分别为

$$a_A' = \frac{\mu_1(M + m)g + \mu_2 mg}{M} = 2\text{m/s}^2, a_B = a_0 = 2\text{m/s}^2$$

设经过时间 t' 达到共速 $v_{\text{共}}$, 可知

$$v_{\text{共}} = v_{A0} - a_A' t' = v_{B0} + a_0 t'$$

整个过程根据位移关系有

$$\left(\frac{v_{A0}}{2} - \frac{v_{B0}}{2}\right)t_0 + \left(\frac{v_{\text{共}} + v_{A0}}{2} - \frac{v_{\text{共}} + v_{B0}}{2}\right)t' = L$$

联立解得 $t_0 = 2t' = 1\text{s}$

此时 B 离开 A 时的最大速度为 $v_m = v_{B0} + a_0 t' = 3\text{m/s}$

故 C 错误, D 正确。故选 D。

5. 【答案】C

【详解】A. 对纸板分析, 当纸板相对砝码运动时, 纸板所受的摩擦力为 $\mu(M + m)g + \mu Mg$, 故 A 错误。

B. 设砝码的加速度为 a_1 , 纸板的加速度为 a_2 , 则

有

$$\mu Mg = Ma_1$$

$$F - \mu Mg - \mu(M+m)g = ma_2$$

发生相对运动需要

$$a_2 > a_1$$

代入数据解得

$$F > 2\mu(M+m)g$$

故 B 错误。

C. 若砝码与纸板分离时的速度小于 $\sqrt{\mu gd}$ ，砝码

匀加速运动的位移小于

$$\frac{v^2}{2a_1} = \frac{\mu gd}{2\mu g} = \frac{d}{2}$$

匀减速运动的位移小于 $\frac{v^2}{2a_1} = \frac{\mu gd}{2\mu g} = \frac{d}{2}$ ，则总位移

小于 d ，不会从桌面上掉下，故 C 正确。

D. 当 $F = \mu(M+m)g$ 时，砝码未脱离纸板时的加速度

$$a_1 = \mu g$$

纸板的加速度

$$a_2 = \frac{F - \mu(M+m)g - \mu Mg}{m} = 2\mu g$$

根据

$$\frac{1}{2}a_2 t^2 - \frac{1}{2}a_1 t^2 = d$$

解得

$$t = \sqrt{\frac{2d}{\mu g}}$$

则此时砝码的速度

$$v = a_1 t = \sqrt{2\mu gd}$$

砝码脱离纸板后做匀减速运动，匀减速运动的加速度大小

$$a' = \mu g$$

则匀减速运动的位移

$$x = \frac{v^2}{2a'} = \frac{2\mu gd}{2\mu g} = d$$

而匀加速运动的位移

$$x' = \frac{1}{2}a_1 t^2 = d$$

可知砝码离开桌面，D 错误。

故选 C。

6. BC

【详解】A. 人在木板上向右做匀加速运动，则人受到木板向右的摩擦力，所以

$$f = Ma_1$$

而木板与地面之间的最大静摩擦力为

$$f_m = \mu(M+m)g = 120\text{N}$$

当人对木板的摩擦力大于地面对木板的最大静摩擦力时，木板向左加速，即 $f > f_m$

所以 $a_1 > 2.4\text{m/s}^2$

由于 $a_{a1} = \frac{2\sqrt{3}}{2\sqrt{3}}\text{m/s}^2 = 1\text{m/s}^2 < 2.4\text{m/s}^2$

此时人向右加速，木板静止不动，故 A 错误；

B. 由于 $a_{a2} = \frac{2\sqrt{6}}{\sqrt{6}}\text{m/s}^2 = 2\text{m/s}^2 < 2.4\text{m/s}^2$

此时人向右加速，木板静止不动，故 B 正确；

C. 由于 $a_{a3} = \frac{3\sqrt{2}}{\sqrt{2}} \text{ m/s}^2 = 3 \text{ m/s}^2 > 2.4 \text{ m/s}^2$

此时人向右加速，木板向左加速，根据牛顿第二定律，对木板有

$$Ma_{a3} - f_m = ma_b$$

解得 $a_b = 3 \text{ m/s}^2$ 故 C 正确；

D. 由于 $a_{a4} = \frac{8}{1} \text{ m/s}^2 = 8 \text{ m/s}^2 > 2.4 \text{ m/s}^2$

此时人向右加速，木板向左加速，故 D 错误。

故选 BC。

7. 【答案】BD

【详解】A. 由于石块与长木板、长木板与地面之间都有摩擦，故石块不可能做匀速直线运动，故 A 错误；

BC. 设石块与长木板之间的动摩擦因数为 μ_1 ，长

木板与地面之间的动摩擦因数为 μ_2 ，石块的质量

为 m ，长木板的质量为 M ，当 $\mu_1 mg > \mu_2 (M+m)g$

石块先做匀加速直线运动，加速度大小为

$$a_1 = \frac{\mu_1 mg}{m} = \mu_1 g$$

长木板做匀加速直线运动，两者共速后一起做匀减速直线运动到停下，加速度大小变为

$$a_2 = \frac{\mu_2 (M+m)g}{M+m} = \mu_2 g < a_1$$

根据 $v-t$ 图像的斜率绝对值表示加速度大小，故 B 正确，C 错误；

D. 若石块对长木板向右的滑动摩擦力小于地面对

长木板的最大静摩擦力，则长木板将静止不动，石块将在长木板上一直做匀减速直线运动到停下，故 D 正确。

故选 BD。

8. BCD

【详解】ABC. 由图可知 $a_A = \frac{2}{1} \text{ m/s}^2 = 2 \text{ m/s}^2$ ，

$$a_B = \frac{4}{0.5} \text{ m/s}^2 = 8 \text{ m/s}^2, a'_B = \frac{4-2}{0.5} \text{ m/s}^2 = 4 \text{ m/s}^2$$

根据牛顿第二定律可得 $a_A = \frac{\mu_1 m_B g - \mu_2 (m_A + m_B)g}{m_A}$ ，

$$a_B = \frac{m_C g - \mu_1 m_B g}{m_B + m_C}, a'_B = \frac{\mu_1 m_B g}{m_B} = \mu_1 g$$

代入数据解得 $\mu_1 = 0.4, m_C = 6 \text{ kg}, \mu_2 = 0.2$

故 A 错误，BC 正确；

D. 为使滑块 B 始终不脱离木板 A，则二者共速时，B 滑到 A 的最左端，由图可知 A 至少长为

$$l = 2 \times \frac{1}{2} \times 2 \times (1 - 0.25) \text{ m} = 1.5 \text{ m}$$

故 D 正确。故选 BCD。

9. (1) $\mu = 0.2$ (2) $s = \frac{2}{3} \text{ m}$ (3) 若 $F \leq 1.5 \text{ N}$ ，

$$s = \frac{2}{2F+3} \text{ m} ; \text{ 若 } F > 1.5 \text{ N}, s = \frac{4}{2F+3} \text{ m}$$

【详解】(1) 由题意得 $v_0^2 = 2aL, \mu m_2 g = m_2 a$

联立得 $\mu = 0.2$

(2) B 加速 A 减速，设经过时间 t 达共同速度 v

对 B 有 $\mu m_2 g = m_2 a_2$ 得 $a_2 = 2 \text{ m/s}^2$

对 A 有 $\mu m_2 g = m_1 a_1$

得 $a_1 = 1 \text{ m/s}^2$

二者最终速度相等, 有 $v = a_2 t = v_0 - a_1 t$,

$$s = \frac{v_0 + v}{2} t - \frac{v}{2} t$$

$$\text{得 } s = \frac{2}{3} \text{ m}$$

(3) 对 B 有 $F + \mu m_2 g = m_2 a_2$

最终二者速度相等, 有 $v = a_2 t = v_0 - a_1 t$

若达到共速后能在 F 作用下一起加速, 则加速度不

能超过 $a_1 = 1 \text{ m/s}^2$

F 的临界值为 $F = (m_2 + m_1) a_1 = 1.5 \text{ N}$

若 $F \leq 1.5 \text{ N}$, $s = \frac{v_0 + v}{2} t - \frac{v}{2} t$

$$\text{得 } s = \frac{2}{2F + 3} \text{ m}$$

若 $F > 1.5 \text{ N}$, 共速后 B 将从 A 左端下滑, 则

$$s = \frac{4}{2F + 3} \text{ m}$$

综上有若 $F \leq 1.5 \text{ N}$, $s = \frac{2}{2F + 3} \text{ m}$, $s = \frac{4}{2F + 3} \text{ m}$,

$F > 1.5 \text{ N}$

10. (1) 不脱离薄木板; (2) 0.7s

【详解】(1) 开始运动时, 滑块的加速度大小为

$$a_1 = g \sin \theta - \mu g \cos \theta = 2 \text{ m/s}^2$$

薄木板的加速度大小为

$$a_2 = \frac{Mg \sin \theta + \mu mg \cos \theta}{M} = 8 \text{ m/s}^2$$

假设滑块不脱离薄木板, 当两者达到共速时, 有

$$v = v_0 + a_1 t_1 = a_2 t_1$$

解得 $t_1 = 0.5 \text{ s}$, $v = 4 \text{ m/s}$

滑块下滑的位移大小为 $x_1 = \frac{v_0 + v}{2} t_1 = 1.75 \text{ m}$

薄木板下滑的位移大小为

$$x_2 = \frac{v}{2} t_1 = 1 \text{ m}$$

两者相对位移大小为

$$\Delta x = x_1 - x_2 = 1 \text{ m} < L =$$

假设成立, 滑块不脱离薄木板;

(2) 此后两者一起沿斜面向下运动, 加速度大小为

$$a_3 = g \sin \theta = 6 \text{ m/s}^2$$

当薄木板下端到达斜面底端时, 有

$$s - x_2 = vt_2 + \frac{1}{2} a_3 t_2^2$$

解得

$$t_2 = 0.2 \text{ s}$$

故从开始运动到薄木板下端到达斜面底端的时间为

$$t = t_1 + t_2 = 0.7 \text{ s}$$