大鹏老师微信

牛顿运动定律好题集萃

大鹏老师编撰

学校:_____姓名：_____班级：_____

参考答案：

1．C

【详解】AB．因为最大静摩擦力与滑动摩擦力大小相等，A 的质量大于 B 的质量，根据

$$f=\mu mg$$

可知，A 的最大静摩擦力大于 B 的最大静摩擦力，所以 B 先达到最大静摩擦力，即 B 相对于丝绸开始加速运动。轻质绸带将与 A 相对静止不会相对滑动，A 与 B 同时开始加速度运动，故 AB 错误；

CD．当 AB 都相对于丝绸运动时，对 A 有

$$F-\mu m_{\mathrm{A}}g=m_{\mathrm{A}}a_{\mathrm{A}}$$

对 B 有

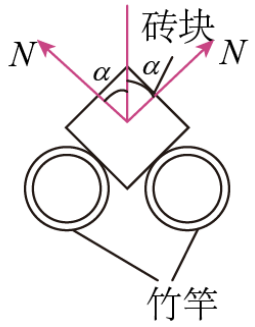
$$F-\mu m_{\mathrm{B}}g=m_{\mathrm{B}}a_{\mathrm{B}}$$

因为 A 的质量大于 B 的质量，所以 A 的加速度小于 B 的加速度，所以同一时刻 A 的位移小于 B 的位移，故 C 正确，D 错误。

故选 C。

2．B

【详解】A. 假定两竹竿与地面倾角为θ、砖块的质量为 m，每一根竹竿对砖块的支持力为 N，以砖块为研究对象，只在垂直于竹竿平面内对其受力分析，如图所示，依题意有



$$2N\cos\alpha=mg\cos\theta$$

则有

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

若仅将两竹竿间距增大一些，由于支持力垂直于接触面，α角保持不变，则 N 不变，故 A 错误；

B．假定砖块与竹竿的动摩擦因数为μ，则摩擦力为

$$f=2\mu N$$

据前面分析，由于 N 不变，则下滑过程中竹竿对砖块的摩擦力不变，故 B 正确；

C．根据牛顿第二定律有

$$ma=mg\sin\theta-f$$

解得

$$a = g\sin\theta - \frac{\mu g\cos\theta}{\cos\alpha}$$

由于α角不变，则下滑的加速度不变，故 C 错误；

D．由于下滑加速度变小，根据匀变速直线运动规律，$x = \frac{1}{2}at^2$，则下滑时间不变，故 D 错误。

故选 B。

3．D

【详解】A．物块 A 和木箱水平底板之间的最大静摩擦力为

$$f = \mu mg = 0.3\times 0.5\times 10\text{N}=1.5\text{N}$$

$$F < f$$

要使弹簧能拉动物块 A，使其相对木箱底板水平向右移动，木箱给物块 A 的摩擦力必须水平向左，以 A 为研究对象，根据牛顿第二定律有

$$F - f = ma$$

解得

$$a_A = \frac{F-f}{m} = \frac{1.2-1.5}{0.5}\text{m/s}^2 = -0.6\text{m/s}^2$$

木箱水平向右做匀加速运动时，物块 A 和木箱加速度方向相反，物块 A 相对木箱底板不能水平向右移动，故 A 错误；

B．若木箱水平向左做匀加速运动，物块 A 和木箱加速度方向相同

$$a_A > a$$

物块 A 相对木箱底板不能水平向右移动，故 B 错误；，

C．木箱竖直向上做匀加速运动，以 A 为研究对象，竖直方向根据牛顿第二定律有

$$F_{\text{N}} - mg = ma$$

底板对 A 的支持力大小为

$$F_{\text{N}} = m(a+g) = 0.5\times(3.0+10)\text{N}=6.5\text{N}$$

摩擦力大小为

$$f' = \mu F_{\text{N}} = 0.3\times 6.5\text{N} = 1.95\text{N}>\text{F}$$

物块 A 相对木箱底板静止，故 C 错误；

D．木箱竖直向下做匀加速运动，以 A 为研究对象，竖直方向根据牛顿第二定律有

$$mg - F_{\text{N}} = ma$$

底板对 A 的支持力大小为

$$F'_{\text{N}} = m(g-a) = 0.5\times(10-3.0)\text{N}=3.5\text{N}$$

摩擦力大小为

$$f' = \mu F'_{\text{N}} = 0.3\times 3.5\text{N} = 1.05\text{N}<\text{F}$$

物块 A 相对木箱底板能水平向右移动，故 D 正确；

故选 D。

4．BD

【详解】A．由图乙可知，下降位移为 x_2 时，蹦极爱好者加速度为零，此时速度最大，故 A 错误；

B．根据动能定理可得

$$W_{合}=\frac{1}{2}mv_{\max}^2$$

整理可得

$$mgx_1+\frac{1}{2}mg(x_2-x_1)=\frac{1}{2}mv_{\max}^2$$

解得

$$v_{\max}=\sqrt{g(x_2+x_1)}$$

故 B 正确；

C．设绳子劲度系数为 k，对全过程由机械能守恒定律可得

$$mgx_3=\frac{1}{2}k(x_3-x_1)^2$$

在 x_2 处，由平衡条件可得

$$k=\frac{mg}{x_2-x_1}$$

联立解得

$$x_3=x_2+\sqrt{x_2^2-x_1^2}$$

故 C 错误；

D．在 x_3 处，由牛顿第二定律可得

$$k(x_3-x_1)-mg=ma_{\mathrm{m}}$$

解得

$$a_{\mathrm{m}}=\sqrt{\frac{x_2+x_1}{x_2-x_1}}g$$

故 D 正确。

故选 BD。

5．C

【详解】设物块 P 的质量为 m，加速度为 a，静止时弹簧的压缩量为 x_0，弹簧的劲度系数为 k，物块 P 静止时，由力的平衡条件得

$$mg=kx_0$$

以竖直向上为正方向，木块的位移为 x 时弹簧对 P 的弹力

$$F_1=k\left(x_0-x\right)$$

对物块 P，由牛顿第二定律得

$$F + F_1 - mg = ma$$

根据运动学公式有

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

由以上式子联立可得

$$F = \frac{1}{2}kat^2 + ma$$

可见 F 与 t 是二次函数关系，F-t 图象是开口向上的抛物线，当 x=0 时，F= ma>0，故 C 正确，ABD 错误。

故选 C。

6．C

【详解】根据牛顿第二定律得

$$a = \frac{mg - f}{m}$$

可知速度增大，阻力增大，加速度减小，雨滴做加速度减小的加速运动，当加速度减小到零，雨滴做匀速直线运动，所以雨滴匀速前的速度—时间图象非直线。

因为阻力随速度增大而增大，所以阻力—时间图象与速度—时间图象接近，又因为

$$a = \frac{mg - f}{m}$$

所以加速度—时间图象非直线。故 C 正确，ABD 错误。

故选 C。

7．AC

【详解】AB．刚开始运动，加速度为

$$a = \frac{F_0 - \mu(mg - kv)}{m}$$

当速度 v 增大，加速度增大，当速度 v 增大到符合 $kv > mg$ 后，加速度为

$$a' = \frac{F_0 - (kv - mg)}{m}$$

当速度 v 增大，加速度减小，当 a' 减小到 0，做匀速运动，选项 A 正确；B 错误；

C．当阻力为零时，加速度最大，故小球的最大加速度为

$$a_{\max} = \frac{F_0}{m}$$

选项 C 正确；

D．当加速度为零时，小球的速度最大，此时有

$$F_0 = \mu(kv - mg)$$

所以最大速度为

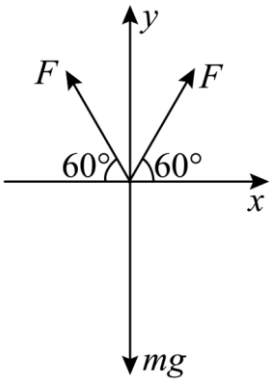
$$v_{\max} = \frac{F_0 + \mu mg}{\mu k}$$

选项 D 错误。

故选 AC。

8．AC

【详解】A．c 受力如图



当货车匀速直线运动时，根据几何关系可得

$$F\cos 30^\circ = \frac{mg}{2}$$

则油桶 c 对 a 的压力大小为

$$F = \frac{\sqrt{3}}{3}mg = \frac{500\sqrt{3}}{3}\text{N}$$

故 A 正确；

B．当货车匀速直线运动时，油桶 a 所受的合力为零，故 B 错误；

CD．当货车具有向右的加速度时，有

$$F_a\cos 60^\circ - F_b\cos 60^\circ = ma$$
$$F_a\sin 60^\circ + F_b\sin 60^\circ = mg$$

当 $a = \frac{\sqrt{3}}{3}g$ 时，可得

$$F_a = \frac{2\sqrt{3}}{3}mg$$
$$F_b = 0$$

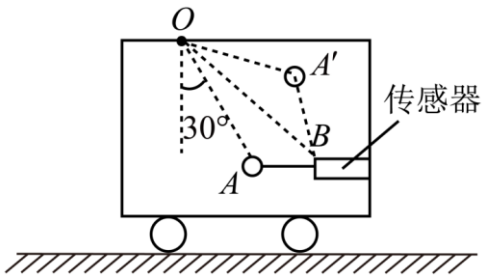
油桶 c 就脱离 b 运动到 a 的左边，故 C 正确，D 错误。

故选 AC。

9．B

【详解】A．欲使传感器示数为零，则小球只受细线 OA 拉力和自身重力作用，需满足小车具有水平向左的加速度，小车要么向左加速，要么向右减速，则由牛顿第二定律可知小车所受水平外力一定向左，故 A 错误；

BCD．对小球受力分析，如下图所示小球的位置应该处于 A 和 A' 之间



设 OA 与竖直方向的夹角为 θ，此时

$$30^\circ \le \theta \le (30^\circ + 2\times 15^\circ) = 60^\circ$$

根据牛顿第二定律，可得

$$mg\tan\theta = ma$$

解得

$$a=g\tan\theta$$

代入数据得

$$\frac{10\sqrt{3}}{3}\text{m/s}^2 \le a \le 10\sqrt{3}\text{m/s}^2$$

结合 A 选项，可得 B 正确，CD 错误。

故选 B。

10．B

【详解】B．鱼漂平衡时，浮力与重力平衡

$$F_{浮}=\rho gS\frac{1}{2}l = mg$$

鱼放开鱼钩的瞬间，由牛顿第二定律

$$\rho gS\cdot\frac{5}{6}l - mg = ma$$

解得鱼漂的加速度大小为

$$a=\frac{2g}{3}$$

故 B 正确；

ACD. 以鱼漂平衡时中点所在的水面位置为坐标原点，竖直向下为 x 轴正方向，建立坐标系。鱼放开鱼钩后，当鱼漂相对平衡位置的位移为 x 时，所受合力为

$$F = mg - \rho gS(\frac{1}{2}l + x)$$

可得

$$F = -\rho gSx$$

由于 ρgS 是定值，可知浮漂做简谐运动，振幅为

$$A=\frac{1}{3}l$$

由简谐运动规律可知，从最低点到平衡位置的过程中加速度减小，速度增大，到平衡位置时，加速度为 0，速度最大，此时鱼漂的中点 O 恰好在水面上；从平衡位置到最高点的过程中，加速度增大，速度减小，相对平衡位置的位移为 $-A$ 时，速度减为 0，上升到最高点，此时 B 点恰好在水面上，故 ACD 错误。

故选 B。

11．B

【详解】平板 AB 从原位置突然竖直向上平移，并停在 CD 位置这一过程中，应是先加速运动再减速运动到静止。

A．开始时两磁铁静止不动，根据平衡状态可知，每个磁铁所受合力为零，在水平方向上每个磁铁受的磁场力与磁铁受到的静摩擦力大小相等。磁铁间的作用力等于磁铁受到的静摩擦力，故 A 错误；

B．磁铁开始滑动时，说明磁铁受到的静摩擦力减小，从而造成两条形磁铁相互靠近，原因是平板正在向上减速运动磁铁出现失重，磁铁对平板 AB 压力减小，磁铁与平板 AB 间的摩擦力减小，当摩擦力小于磁铁间的相互吸引力时，磁铁开始滑动并最终碰在一起。故 B 正确；

CD．上升过程中磁铁先超重后失重。故 CD 错误。
故选 B 。
12．D
【详解】A．当电梯从 1 楼由静止开始运行到 5 楼停止的过程中运动方向没有发生变化，选项 A 错误；
B．由图可知 *ab* 过程和 *bc* 过程拉力 *F* 均大于重力，说明钩码处于超重状态，加速度向上，电梯加速上升，选项 B 错误；
C．*abc* 过程中电梯加速上升，当加速上升过程中，钩码的机械能增加，选项 C 错误；
D．*F-t* 图像中面积表示力对时间的积累，即冲量。由图可知，从 *a* 到 *f* 记录了电梯的一个运动过程：先向上加速，然后匀速，最后减速；即加速过程和减速过程的动量变化量大小相等，由动量定理可知，加速过程和减速过程的合外力冲量相等，故曲线 *abc* 与线段 *ac* 包围的面积等于曲线 *def* 与线段 *df* 包围的面积，选项 D 正确。
故选 D。
13．AC
【详解】A．从 0 时刻开始，弹簧弹力减小，知小球向上运动，可知升降机停止前向上运动，A 正确；
B．0-t_1 时间内，重力大于弹力，加速度向下，处于失重状态，t_1-t_2 时间内，重力大于弹力，加速度向下，也处于失重状态，B 错误；
C．0-t_1 时间内，小球向上运动，t_1-t_3 时间内，小球向下运动，加速度先向下后向上，则速度先增大后减小，所以动能先增大后减小，C 正确；
D．t_3 时刻处于最低点，t_3-t_4 时间内，小球向上运动，D 错误。
故选 AC。
14．AD
【详解】A．由于升降机停止运动前传感器的示数为 0，表明弹簧处于原长状态，即升降机有向下的加速度 g，而 $0\sim t_1$ 时间段内示数增加，说明弹簧被压缩，即升降机突然停下后金属球由于惯性而向下运动，故停止前升降机是向下运动的，A 正确；
B．$0\sim t_1$ 时间段内弹簧的形变量逐渐增大，但当 $F=mg$ 时金属球所受的合外力为 0，即金属球前一段做加速度逐渐减小的加速运动，后一段做加速度逐渐增大的减速运动，B 错误；
C．$t_1\sim t_2$ 时间段可分为两段，$F=mg$ 时金属球的加速度为 0，前一段时间金属球加速度向上并处于超重状态，后一段时间金属球加速度向下并处于失重状态，C 错误；
D．t_2 和 t_4 两时刻弹簧的形变量均为 0，金属球在斜面方向上只有重力的分力产生加速度，故两时刻的加速度相同，又由于斜面光滑，系统的机械能守恒，因此两个时刻速度的大小相等，t_2 时刻金属球沿斜面向上运动，而 t_4 时刻金属球沿斜面向下运动，只是二者的方向不同，D 正确。
故选 AD。
15．D
【详解】木板运动的前 3*L* 距离内，木板对桌面的压力随 *x* 均匀增大，根据 $f=\mu N$，摩擦力随 *x* 均匀增大。木板全部滑上桌面后到木板右端离开桌面边缘距离为 *L*，木板对桌面的压力不随 *x* 而变化，摩擦力不变。

故选 D。

16．A

【详解】由题知长为 $4L$ 的水平桌面左侧 L 为光滑平面，右侧 $3L$ 为粗糙平面，则滑块在刚进入右侧 $3L$ 的粗糙平面时的摩擦力为

$$f_1 = \mu \frac{m}{L} xg$$

根据牛顿第二定律有

$$\mu \frac{m}{L} xg = ma$$

综上可看出 v^2—x 图像的斜率为

$$k \propto 2\frac{\mu}{L} gx$$

则在 $0 \sim L$ 段 v^2—x 图像的斜率逐渐增大，在滑块完全进入水平桌面的右侧 $3L$ 粗糙平面后，无论是否悬空，滑块对桌面的正压力大小都等于滑块的重力，则根据牛顿第二定律有

$$a = \mu g$$

则 v^2—x 图像的斜率为

$$k = 2\mu g$$

故选 A。

17．BD

【详解】A．细线被烧断的瞬间，将 AB 作为整体，不再受到绳子的拉力作用，故受力情况发生突变，则合力不为零，加速度不为零，故 A 错误；

B．细线被烧断后，对球 C 由牛顿第二定律得 $mg\sin\theta = ma$，故 $a = g\sin\theta$，方向沿斜面向下，故 B 正确；

C．细线被烧断前，将 ABC 当作整体，则弹簧弹力为 $F = 6mg\sin\theta$，细线被烧断的瞬间，将 AB 作为整体，则由牛顿第二定律得

$$6mg\sin\theta - 5mg\sin\theta = 5ma'$$

解得

$$a' = \frac{1}{5} g\sin\theta$$

故 C 错误；

D．细线被烧断的瞬间，对 B 由牛顿第二定律得

$$F_{\mathrm{AB}} - 2mg\sin\theta = 2ma'$$

解得 AB 之间杆上的力为

$$F_{\mathrm{AB}} = \frac{12mg\sin\theta}{5}$$

故 D 正确。

故选 BD。

18．D

【详解】细绳被剪断前

$$kx = mg$$

AD．细绳被剪断的瞬间

$$kx + mg = Ma_P$$

解得 $a_P=\dfrac{m+M}{M}g$ ，D 正确，A 错误；

BC．细绳被剪断的瞬间

$$kx-mg=ma_Q$$

解得 $a_Q=0$ ，Q 处于平衡状态，BC 错误。

故选 D。

19．ABD

【详解】A．剪断轻绳前，小球受重力、绳子拉力和弹簧拉力作用处于平衡状态，由平衡条件得弹簧拉力为

$$F=mg\tan 45°=20\text{N}$$

剪断轻绳的瞬间，弹簧拉力不变，故仍为 20N，故 A 正确；

B．剪断轻绳的瞬间，小球受重力、支持力、弹簧拉力和摩擦力四个力作用，因为最大静摩擦为

$$f_{\max}=\mu mg=4\text{N}$$

故由牛顿第二定律

$$F-f_{\max}=ma$$

得小球加速度为 $a=8\text{m/s}^2$，方向向左，故 B 正确；

CD．剪断弹簧瞬间，轻绳对小球拉力瞬间变为零，小球此时合力为零，处于静止状态，即小球此时加速度为零，故 C 错误，D 正确。

故选 ABD。

20．ACD

【详解】A．剪短细线 P 前，对小球 a 进行受力分析，小球 a 受竖直向下的重力，水平向右的弹簧弹力以及沿绳子向上的细绳的拉力。根据共点力平衡有

$$T\sin 37°=mg$$

$$T\cos 37°=kx$$

解得

$$x=\frac{4mg}{3k}$$

故 A 正确；

B．剪断细线 P 的瞬间，弹簧的弹力不变，所以小球 b 处于静止状态，合力为零，加速度为 0，故 B 错误；

CD．剪断细线 P 前，细线 P 的拉力为

$$T=\frac{5}{3}mg$$

剪断与 a 球连接处的弹簧的瞬间，弹簧的弹力为零，小球 a 即将做摆动，但摆动的速度为零，则径向合力为零，切向合力提供切向加速度，有

$$T'-mg\sin 37°=ma_{\text{n}}=0$$

$$mg\cos 37°=ma_{\text{t}}$$

解得

$$T'=\frac{3}{5}mg<T=\frac{5}{3}mg\ ,\ \ a_{t}=\frac{4}{5}g$$

即剪断与 a 球连接处的弹簧的瞬间，细线 P 的拉力变小，小球 a 的加速度大小为 $0.8g$ ，故 CD 正确；

故选 ACD。

21．（1）$a'=\frac{av^2}{2as-v^2}$ （2）左壁作用力为 0，顶部作用力 $ma\cot\theta-mg$

【详解】试题分析：（1）设加速度为 a′，由匀变速直线运动的公式：$s_1=\frac{v^2}{2a'}$ $s_2=\frac{v^2}{2a}$

得：$s=s_1+s_2=\frac{v^2}{2a'}+\frac{v^2}{2a}$

解得：$a'=\frac{av^2}{2as-v^2}$

（2）设小球不受车厢的作用力，应满足：Nsinθ=ma

Ncosθ=mg

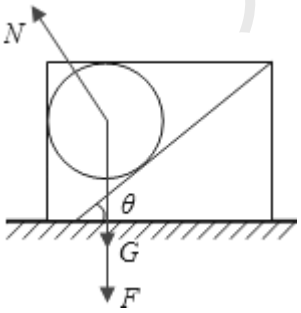
解得：a=gtanθ

减速时加速度的方向向左，此加速度有斜面的支持力 N 与左壁支持力共同提供，当 a＞gtanθ 时，

左壁的支持力等于 0，此时小球的受力如图，则：Nsinθ=ma

Ncosθ﹣F=mg

解得：F=macotθ﹣mg



考点：牛顿第二定律的应用

22．（1）$\mu=\frac{1}{7}$，$m=\frac{5F}{g}$；（2）$F_{\min}=\frac{\sqrt{2}F}{2}$ ；（3）$a_{\max}=\frac{\sqrt{2}-1}{7}g$

【详解】解法一：

（1）根据平衡条件有

$$F_1\cos\theta_1=\mu\left(mg-F_1\sin\theta_1\right)$$

$$F_2\cos\theta_2=\mu\left(mg+F_2\sin\theta_2\right)$$

联立解得

$$\mu=\frac{1}{7}$$

大鹏老师 大鹏老师 大鹏老师

$$m=\frac{5F}{g}$$

（2）设物体在与地面成θ角的拉力F'作用下恰好能匀速运动，则有

$$F'\cos\theta=\mu\left(mg-F'\sin\theta\right)$$

解得

$$F'=\frac{\mu mg}{\cos\theta+\mu\sin\theta}$$

根据辅助角公式有

$$F_{\min}=\frac{\mu mg}{\sqrt{1+\mu^2}}=\frac{\sqrt{2}F}{2}$$

（3）设力F与地面的夹角为θ时物体的加速度大小为a，则有

$$F\cos\theta-\mu(mg-F\sin\theta)=ma$$

整理得

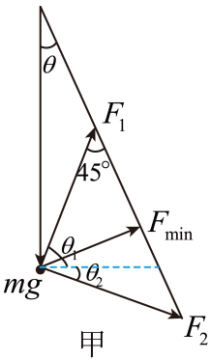
$$a=\frac{g\cos\theta}{5}+\frac{\mu g\sin\theta}{5}-\mu g$$

根据助角公式有

$$a_{\max}=\frac{\sqrt{1+\mu^2}}{5}g-\mu g=\frac{\sqrt{2}-1}{7}g$$

解法二：

（1）（2）把物体受到地面的支持力和摩擦力等效为一个力（记为地面对物体的作用力），该力与竖直方向的夹角记为θ，显然$\tan\theta=\mu$，根据三力平衡条件有如图甲所示的关系



甲

$$\tan\theta=\tan\left(45^\circ-\theta_2\right)=\frac{1}{7}$$

当作用在物体上的拉力与地面对物体的作用力垂直时存在最小值，显然最小值为$\frac{\sqrt{2}F}{2}$，而

$$mg\sin\theta=\frac{\sqrt{2}F}{2}$$

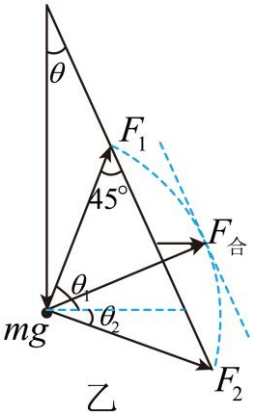
即

$$m=\frac{5F}{g}$$

（3）如图乙所示，力F的末端落在图中的圆上，当力F与地面对物体的作用力垂直时，物体受到的合力存在最大值，根据几何关系有

$$F_{合}\cos\theta = F - \frac{\sqrt{2}F}{2}$$

$$F_{合} = ma_{max}$$



解得

$$a_{max} = \frac{\sqrt{2}-1}{7}g$$

23．C

【详解】三物块靠在一起，将以相同加速度向右运动，根据牛顿第二定律可得加速度大小为

$$a = \frac{F - 3\mu mg}{3m}$$

设 R 和 Q 之间相互作用力为 F_1，对物块 R，根据牛顿第二定律有

$$F_1 - \mu mg = ma$$

因此

$$F_1 = ma + \mu mg = \frac{1}{3}F$$

设 Q 与 P 之间相互作用力大小为 F_2，对物块 P，根据牛顿第二定律有

$$F - F_2 - \mu mg = ma$$

因此

$$F_2 = F - \mu mg - ma = F - \mu mg - \frac{1}{3}F + \mu mg = \frac{2}{3}F$$

所以可得

$$k = \frac{F_1}{F_2} = \frac{\frac{1}{3}F}{\frac{2}{3}F} = \frac{1}{2}$$

无论 μ 是否为零，$k = \frac{1}{2}$ 恒成立。

故选 C。

24．C

【详解】A．若 m_2 向下匀速运动，则 m_1 沿斜面向上匀速运动，加速度为零。把 m_1 和斜劈看

作整体，整体没有加速处于平衡状态，斜劈受到的摩擦力为零，故 A 错误；
B．m_1 沿斜面向上加速运动，只能说明 m_2 的重力大于 m_1 重力沿斜面向下的分力，即

$$m_2 g > m_1 g \sin\alpha$$

故 B 错误；
C．由于 m_1 沿斜面向下加速运动，则 m_1 的加速度沿斜面向下，把 m_1 和斜劈看作整体，整体有沿斜面向下的加速度，该加速度有水平向右的分量，所以斜劈受到水平向右的摩擦力，故 C 正确；
D．若 m_2 向上加速运动，则 m_1 沿斜面向下加速运动，m_1 加速度沿斜面向下，把 m_1 和斜劈看作整体，整体有沿斜面向下的加速度，该加速度有水平向右的分量，根据牛顿第二定律可知

$$\left(M+m_1+m_2\right)g - F_{\mathrm{N}} = m_1 a\sin\alpha - m_2 a$$

$$m_1 g\sin\alpha > m_2 g$$

故

$$F_{\mathrm{N}} < \left(M+m_1+m_2\right)g$$

故 D 错误。
故选 C。
25．C
【详解】AB．滑块向上滑动过程中，斜面对 m 的摩擦为滑动摩擦力，大小为

$$f = \mu mg\cos\theta$$

大小恒定、方向始终沿斜面向下，AB 错误；
CD．地面对 M 的摩擦力为静摩擦力，m 沿斜面向上运动的过程中，先做加速度减小的加速运动，后做加速度增大的减速运动，故 m 的加速度先向上变小后向下变大，其在水平方向的分加速度先向右变小，后向左变大，整体根据牛顿第二定律可知，地面对 M 的摩擦力先向右变小，后向左变大，C 正确，D 错误。
故选 C。
26．A
【详解】设初始时弹簧的压缩量为 x_1，则根据胡克定律有

$$kx_1 = (m_1+m_2)g\sin\theta \quad ①$$

设 Q 做匀加速运动的加速度大小为 a，则在 P、Q 分离前 P 也以 a 做匀加速运动。由题意可知在经过 t=0.2s 二者分离时 P 和 Q 运动的位移大小为

$$x_2 = \frac{1}{2}at^2 \quad ②$$

对 P 根据牛顿第二定律有

$$k(x_1 - x_2) - m_1 g\sin\theta = m_1 a \quad ③$$

联立①②③解得

$$a = \frac{10}{3}\,\mathrm{m/s^2} \quad ④$$

初始状态下 F 有最小值 F_{min}，此时对 P、Q 整体根据牛顿第二定律有

$$F_{\min}+kx_1-(m_1+m_2)g\sin\theta=(m_1+m_2)a \quad ⑤$$

解得

$$F_{\min}=\frac{160}{3}\text{N} \quad ⑥$$

在 P、Q 分离后 F 有最大值 F_{max}，此时对 Q 根据牛顿第二定律有

$$F_{\max}-m_2g\sin\theta=m_2a \quad ⑦$$

解得

$$F_{\max}=\frac{280}{3}\text{N} \quad ⑧$$

故选 A。

【点睛】求解此题的关键在于抓住临界状态，即 P、Q 恰好分离时，二者之间的压力为零，根据这一条件以及弹力与位移的关系单独对 P 列方程求解出加速度，此后再适当选用整体法与隔离法从而得出力的最小值与最大值。

27．D

【详解】AD．物体 A、B 开始分离时二者之间的弹力为零，弹簧的弹力不为零，故 A 错误 D 正确；

B．物块 A、B 分离时，弹力仍大于重力沿斜面向下的分力，在一定时间内物块 A 开始做加速度逐渐减小的加速运动，故 B 错误；

C．物体 A、B 开始分离时二者之间的弹力为零，二者速度相同同。故 C 错误。

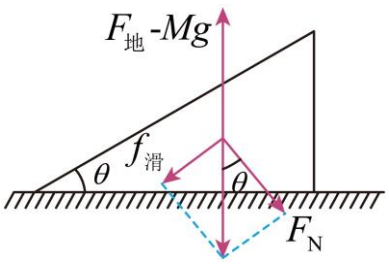
故选 D。

28．B

【详解】球的加速上升和匀速上升可以认为与球等体积的水在加速下降和匀速下降.把杯子、水和球作为一个整体，塑料球静止和匀速运动时，系统处于平衡状态，地面对物体的支持力等于系统的重力．当球加速上升时，水加速下降，系统整体有向下的加速度，重力和支持力的合力提供加速度，所以重力大于支持力．故 $F_{N1}=F_{N3}>F_{N2}$．故选 B

29．B

【详解】A．对斜面体进行受力分析，把地面的支持力 $F_{地}$ 与斜面体的重力 Mg 合成，其合力 $F_{地}-Mg$ 竖直向上，根据四力平衡，物块对斜面体的压力与滑动摩擦力的合力与 $F_{地}-Mg$ 等大反向，受力分析如图



由几何关系得

$$\frac{f_{滑}}{F_{\text{N}}}=\tan\theta$$

设物块与斜面之间的动摩擦因数为 μ，则有

$$f_{滑}=\mu F_{\mathrm{N}}$$

比较可得

$$\mu=\tan\theta$$

A 错误；

B．由牛顿第二定律可得物块的加速度为

$$a=\frac{F+mg\sin\theta-\mu mg\cos\theta}{m}$$

由 $\mu=\tan\theta$ 可得

$$mg\sin\theta-\mu mg\cos\theta=0$$

则有

$$a=\frac{F}{m}$$

B 正确；

C．对物块受力分析，把重力分别沿着斜面和垂直斜面分解，可得

$$f=\mu\left(F+mg\cos\theta\right)$$

由牛顿第二定律可得物块的加速度大小为

$$a=\frac{f-mg\sin\theta}{m}$$

由 $\mu=\tan\theta$ 可得

$$\mu mg\cos\theta=mg\sin\theta$$

解得

$$a=\frac{F\tan\theta}{m}$$

C 错误；

D．把力 F 改成水平向左，给物块一个向下的速度，物块对斜面体的压力 F_{N}、滑动摩擦力 $f_{滑}$ 方向不变，大小改变，其比值 $\frac{f_{滑}}{F_{\mathrm{N}}}=\mu$ 不变，结合 $\mu=\tan\theta$ 可得

$$\frac{f_{滑}}{F_{\mathrm{N}}}=\tan\theta$$

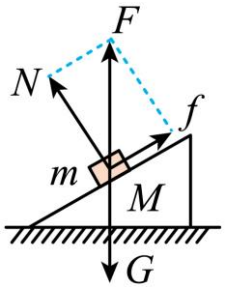
则 $f_{滑}$、F_{N} 的合力仍然竖直向下，重力与地面的支持力在竖直方向上，则地面给斜面体的摩擦力仍为 0，D 错误。

故选 B。

30．D

【详解】A．当不受外力时，m 正好保持匀速下滑，对 m 受力分析有

大鹏老师 大鹏老师 大鹏老师



得到

$$mg\sin\theta = f$$
$$f = \mu mg\cos\theta$$

即

$$mg\sin\theta = \mu mg\cos\theta$$

可得

$$\mu = \frac{\sin\theta}{\cos\theta}$$

在 m 上加一竖直向下的力 F_1，则有

$$\mu(mg + F_1)\cos\theta = (mg + F_1)\sin\theta$$

则 m 将保持匀速运动，由整体分析可知 M 对地无摩擦力的作用，故 A 错误；

B．在 m 上加一沿斜面向下的力 F_2，对 m，垂直斜面方面

$$N = mg\cos\theta$$

m 与斜面间的弹力大小不变，故滑动摩擦力大小不变

$$f = \mu mg\cos\theta$$

在沿斜面方向

$$mg\sin\theta + F_2 > \mu mg\cos\theta$$

物块 m 所受的合力将沿斜面向下，故做加速运动，由上面分析可得，物块 m 所受斜面给的支持力与摩擦力不变，则合力仍然竖直向上，则斜面所受物块给的摩擦力与物块的压力的合力竖直向下，则斜面水平方向仍无运动趋势，故仍对地无摩擦力作用，故 B 错误；

C．在 m 上加一水平向右的力 F_3，沿斜面方向

$$mg\sin\theta - F_3\cos\theta - \mu\left(mg\cos\theta + F_3\sin\theta\right) < 0$$

故物体做减速运动；对物块所受支持力增加了 $F_3\sin\theta$，则摩擦力增加 $\mu F_3\sin\theta$，即支持力与摩擦力均成比例的增加，其合力方向还是竖直向上，则斜面所受的摩擦力与压力的合力方向还是竖直向下，水平方向仍无运动趋势，则不受地面的摩擦力，故 C 错误；

D．无论在 m 上加上什么方向的力，m 对斜面的压力与 m 对斜面的摩擦力都是以 $1:\mu$ 的比例增加，则其合力的方向始终竖直向下，斜面水平方向没有相对地面的运动趋势，始终对地面无摩擦力作用，故 D 正确。

故选 D。

31．D

大鹏老师

【详解】A．以 A 为研究对象，分析受力如图甲所示，根据题意可知，斜面体受到地面的摩擦力为零，则可知物体对斜面体的压力和滑动摩擦力的水平分量大小相等，即物体与斜面的动摩擦因数

$$\mu=\tan\alpha$$

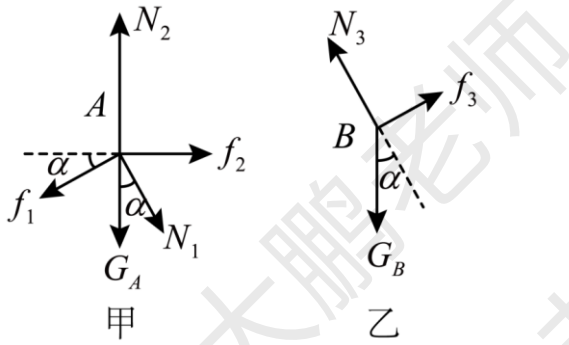
若同时撤去 F_1 和 F_2，在滑块 B 仍向下运动的过程中，B 受力如图乙所示，有

$$f_3=\mu N_3=\mu G_B\cos\alpha=G_B\sin\alpha$$

则滑块 B 匀速下滑，A 项错误；

BCD. 若只撤去 F_1 或只撤去 F_2，物体对斜面的压力和滑动摩擦力的水平分量仍然大小相等，

所以摩擦力依旧为零，BC 项错误；D 项正确；
故选 D。



32．C
【详解】AD．在物块匀加速下滑时，其有竖直向下的分加速度，处于失重状态，地面对斜面的支持力小于物块和斜面的总重力，但是在物块匀减速下滑时，其有竖直向上的分加速度，处于超重状态，地面对斜面的支持力大于物块和斜面的总重力，所以 AD 错误；
B．在物块滑行的全过程中，地面对斜面始终有摩擦力作用，加速下滑时，整体有水平向右的加速度，则地面对斜面有向右的摩擦力作用，减速下滑时，整体有水平向左的加速度，则地面对斜面有向左的摩擦力作用，所以 B 错误；
C．全程由动能定理可得

$$mgs_{AC}\sin\theta-\mu_1 mg\cos\theta s_{AB}-\mu_2 mg\cos\theta s_{BC}=0$$

$$s_{AC}:s_{AB}:s_{BC}=3:2:1$$

联立解得

$$2\mu_1+\mu_2=3\cdot\tan\theta$$

所以 C 正确；
故选 C。
33．D
【详解】A．当 B 放上的一瞬间，弹簧不会发生突变，对 AB 整体此时则有

$$m_{\mathrm{B}}g+m_{\mathrm{A}}g-F_{\mathrm{N}}=\left(m_{\mathrm{B}}+m_{\mathrm{A}}\right)a_1$$

$$a_1=\frac{m_{\mathrm{B}}g+m_{\mathrm{A}}g-F_{\mathrm{N}}}{m_{\mathrm{B}}+m_{\mathrm{A}}}$$

对 A 受力分析则有

$$F_{\mathrm{N}'}+m_{\mathrm{A}}g-F_{\mathrm{N}}=m_{\mathrm{A}}a_1$$

$$F_{\mathrm{N}'}=m_{\mathrm{A}}a_1+F_{\mathrm{N}}-m_{\mathrm{A}}g$$

所以 B 刚放上瞬间，B 对 A 的压力大小不等于 B 的重力大小，A 错误；

B．AB 向下运动过程中可将 AB 看作整体，易知它们做简谐运动，且平衡位置在初始位置下方，由简谐运动可知当加速度为 0 时，速度最大，此时弹力等于 AB 物体的重力，B 错误；

C．AB 向下运动过程中可将 AB 看作整体，易知它们做简谐运动，且平衡位置在初始位置下方。平衡位置时 B 的合外力为零，重力等于支持力，平衡位置上方支持力小于重力，加速度向下，此时为失重，平衡位置下方支持力大于重力，物体 B 受到的合力向上，加速度向上，此时为超重，C 错误；

D．根据分析

$$a_1=\frac{m_{\mathrm{B}}g+m_{\mathrm{A}}g-F_{\mathrm{N}}}{m_{\mathrm{B}}+m_{\mathrm{A}}},\quad F_{\mathrm{N}}'=m_{\mathrm{A}}a_1+F_{\mathrm{N}}-m_{\mathrm{A}}g$$

可知，弹簧弹力 F_N 逐渐增大，F_{N}' 也增大，D 正确。

故选 D。

34．BD

【详解】AD．由题可知，由于 P、Q 一起运动到最高点时恰好未分离，所以 P、Q 全程在做简谐运动，因此在最高点和最低点的加速度大小相同，方向相反，大小设为 a，则对于最低点，弹簧弹力和 P、Q 重力相等，因此

$$F+F_{弹1}-3mg=F=3ma$$

在最高点，由于 P、Q 刚要分离，分别对 P 和 Q 进行分析，可得

$$2mg-F=2ma,\quad mg-F_{弹2}=ma$$

解得

$$F=1.2mg,\quad a=0.4g,\quad F_{弹2}=0.6mg$$

故 A 错误，D 正确；

B．恒力刚施加时，以 P 为研究对象，则

$$F+N_1-2mg=2ma$$

解得

$$N_1=1.6mg$$

故 B 正确；

C．物块 P 的速度最大时，P、Q 整体处于简谐运动平衡点，即加速度为 0，此时

$$F+N_2-2mg=0$$

解得

$$N_2 = 0.8mg$$

故 C 错误。

故选 BD。

35．C

【详解】A．施加外力前，物体 AB 整体平衡，根据平衡条件，有

$$2mg = F_{弹}$$

施加外力的瞬间，对整体，根据牛顿第二定律，有

$$F + F_{弹} - 2mg = 2ma$$

解得

$$F = 2ma$$

故 A 错误；

B．在t_1时刻之前，两物体没有分离，AB 整体受重力、弹簧弹力和外力 F 作用，以加速度 a 做匀加速运动，因为弹簧弹力在变化，所以外力 F 大小也会变，故 B 错误；

C．物体 A、B 在 t_1 时刻分离，此时 A、B 具有共同的速度与加速度，且

$$F_{AB} = 0$$

对 B，根据牛顿第二定律有

$$F'_{弹} - mg = ma$$

解得

$$F'_{弹} = ma + mg$$

故 C 正确；

D．物体 B 受重力、弹簧弹力及压力的作用，当合力为零时，速度最大，而弹簧恢复到原长时，B 受到的合力为重力，已经减速一段时间，速度不是最大值，故 D 错误。

故选 C。

36．D

【详解】A．物体恰好沿斜面匀速下滑时有

$$mg\sin\theta = f$$

又

$$\mu mg\cos\theta = f$$

解得物块与斜面间的动摩擦因数为

$$\mu = \tan\theta$$

故 A 错误；

B．施加压力后，摩擦力增大，物块做减速运动，物体运动的位移为

$$0 - v_0^2 = -2ax$$

又

$$\mu(mg\cos\theta + F) - mg\sin\theta = ma$$

即有

$$a=\frac{\mu F}{m}=\mu g=g\tan\theta$$

可得

$$x=\frac{v_0^2}{2g\tan\theta}$$

故 B 错误；

C．施加 F 后，对斜劈进行受力分析水平方向向左有

$$F_{左}=(F+mg\cos\theta)\sin\theta=mg\sin\theta+mg\sin\theta\cos\theta$$

水平方向向右有

$$F_{右}=\mu(F+mg\cos\theta)\cos\theta=mg\sin\theta+mg\sin\theta\cos\theta$$

解得

$$F_{左}=F_{右}$$

可知，则斜劈不受地面的静摩擦力，故 C 错误；

D．对斜劈进行受力分析可得，竖直方向上有

$$F_{\mathrm{N}}=Mg+(F+mg\cos\theta)\cos\theta+\mu(F+mg\cos\theta)\sin\theta$$

又

$$F=mg$$

解得地面对斜劈的支持力大小为

$$F_{\mathrm{N}}=(M+m)g+\frac{mg}{\cos\theta}$$

故 D 正确。

故选 D。

37．BCD

【详解】A．刚释放 C 瞬间，弹簧弹力

$$T=(m_{\mathrm{A}}+m_{\mathrm{B}})g$$

对整体有

$$m_{\mathrm{C}}g=(m_{\mathrm{A}}+m_{\mathrm{B}}+m_{\mathrm{C}})a_0$$

对 A 有

$$T-m_{\mathrm{A}}g-F_{\mathrm{AB}}=m_{\mathrm{A}}a_0$$

解得

$$F_{\mathrm{AB}}=\frac{1}{2}mg$$

故 A 错误；

B．A、B 分离时，对 B、C 有

$$m_{\mathrm{C}}g-m_{\mathrm{B}}g=(m_{\mathrm{B}}+m_{\mathrm{C}})a_1$$

解得

$$a_1=\frac{1}{3}g$$

故 B 正确；

C．A、B 分离时，对 A 有

$$T_1 - m_{\mathrm{A}} g = m_{\mathrm{A}} a_1$$

解得

$$T_1 = \frac{4}{3} mg$$

$$T - T_1 = k\Delta x_1$$

解得

$$\Delta x_1 = \frac{2mg}{3k}$$

故 C 正确；

D．A 速度最大时，A 所受合力为 0，则有

$$T_2 = m_{\mathrm{A}} g$$

$$T - T_2 = k\Delta x_2$$

解得

$$\Delta x_2 = \frac{mg}{k}$$

故 D 正确。

故选 BCD。

38．BC

【详解】ACD．系统处于静止状态时，对系统进行受力分析有

$$k\Delta x_1 = \left(m_{\mathrm{P}} + m_{\mathrm{Q}}\right) g \sin 37°$$

由于在前 0.2s 内 F 为变力，0.2s 以后 F 为恒力，表明 0.2s 时物块 P、Q 之间的弹力恰好为 0，两物块恰好分离，由于加速度向上，弹簧仍然处于压缩状态，则有

$$k\Delta x_2 - m_{\mathrm{P}} g \sin 37° = m_{\mathrm{P}} a\ ,\quad F_0 - m_{\mathrm{Q}} g \sin 37° = m_{\mathrm{Q}} a$$

根据位移公式公式有

$$\Delta x_1 - \Delta x_2 = \frac{1}{2} a t_0^2$$

解得

$$a = 6\mathrm{m/s}^2$$

AD 错误，C 正确；

B．刚刚施加拉力时，拉力为最小值

$$F_{\min} = \left(m_{\mathrm{P}} + m_{\mathrm{Q}}\right) a = 36\mathrm{N}$$

刚刚分离时拉力最大

$$F_{\max} - m_{\mathrm{Q}} g \sin 37° = m_{\mathrm{Q}} a$$

解得

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

B 正确。

故选 BC。

39．AB

大鹏老师

【详解】A.设物块与斜面间的动摩擦因数为μ，物块受力分析如图所示，由牛顿第二定律可得

$$G_1 - f = ma$$

$$F = G_2$$

且

$$f = \mu F$$

以上三式联立可得

$$a = g\left(\sin\theta - \mu\cos\theta\right)$$

故沿倾角为45°的侧面加速下滑的物块a的加速度最大，又由匀加速直线运动规律

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

可知，沿倾角为45°的侧面加速下滑的物块最先到达底端，故A正确；

B.设斜面的高为h，由几何关系可得物块沿斜面下滑的位移

$$x = \frac{h}{\sin\theta}$$

由

$$v^2 = 2ax = 2gh - 2\mu gh\frac{1}{\tan\theta}$$

可知物块a到达A点的速率大于物块b到达C点的速率，故B正确；

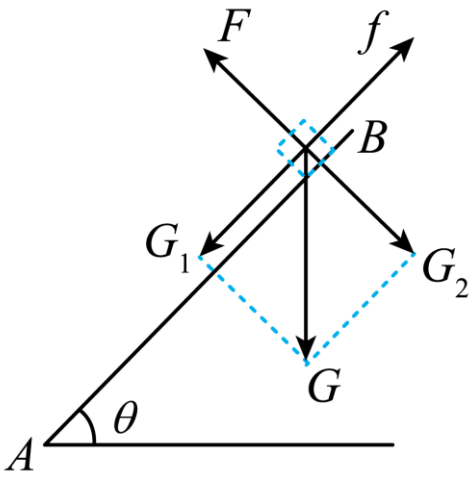
C. 在两物块到达底端前，水平方向由于

$$a_1\cos 45° - a_2\cos 30° = \left(\frac{1}{2} - \frac{\sqrt{3}}{4} + \frac{1}{4}\mu\right)g > 0$$

故斜面受到地面向左的摩擦力作用，故C错误；

D.以斜面和物块整体为研究对象，将两物块的加速度分别分解，两物块在竖直方向均有竖直向下的加速度分量，即两物块处于失重状态，则斜面受到地面的支持力小于斜面和两物块所受重力之和，故D错误。

故选AB。



40．BCD

【详解】A．若$F=0.75mg\sin\theta$，则F与重力沿斜面分力的合力为

$$F_{合}=\sqrt{F^2+(mg\sin\theta)^2}=\frac{5}{4}mg\sin\theta$$

由于$\mu=\tan\theta$，即

$$f_{\mathrm{m}}=\mu mg\cos\theta=mg\sin\theta<F_{合}$$

所以a已经滑动。故A错误；

B．若$F=0.75mg\sin\theta$，则a的合力为

$$F_a=F_{合}-f_{\mathrm{m}}=\frac{1}{4}mg\sin\theta$$

加速度大小为

$$a=\frac{F_a}{m}=0.25g\sin\theta$$

故B正确；

C．若改变外力F的大小和方向，当F与重力沿斜面分力的合力为0时，即F沿斜面向上且大小等于$\mathrm{m}\,g\sin\theta$时，则b、c间摩擦力有为零。故C正确；

D．若改变外力F的大小和方向，则对ab整体分析：当F大小一定时，F与水平面的夹角越大，b对c的压力越小。而外力F与斜面始终平行，结合图可知，F与水平面的夹角最大为θ。

当夹角一定时，且a未滑动，F的值越大，b对c的压力越小。而为F最大为

$$F_{\mathrm{m}}=mg\sin\theta+f_{\mathrm{m}}=2mg\sin\theta$$

ab整体分析得

$$F_{\mathrm{m}}\sin\theta+N=(m+M)g$$

解得

$$N=Mg+mg\cos2\theta$$

若a滑动后，受力分析可知，a对b的摩擦力和压力不变。则b对c的压力不变为$Mg+mg\cos2\theta$。

故D正确。

故选BCD。

41．BC

【详解】小滑块在光滑斜面上下滑，其加速度沿斜面向下，加速度可以分解为水平向左的分量和竖直向下的分量．整体对滑块和斜面分析，系统水平合力向左，地面给斜面向左的摩擦力，系统竖直合力向下，则整体失重，所以地面给斜面的支持力小于$(m+M)g$。

故选BC。

42．BC

【详解】A．小孩在AB段做匀加速直线运动，将加速度$a1$分解为水平和竖直两个方向，由于有水平向右的分加速度，即说明有向右的力，则说明小孩对斜面有向左的力，根据牛顿第三定律知，地面对斜面的摩擦力方向向右，A错误；

B．设AB的长度为L，AB间的高度为h，则有：

$$h=L\sin\theta$$

小孩在B点的速度为v．小孩从A到B过程中，由动能定理得：

$$mgh-\mu_1 mgL\cos\theta=\frac{1}{2}mv^2$$

小孩从 B 到 C 过程中，由动能定理得：

$$mgh-\mu_2 mgL\cos\theta=-\frac{1}{2}mv^2$$

联立并代入数据得：

$$\mu_1+\mu_2=2\tan\theta$$

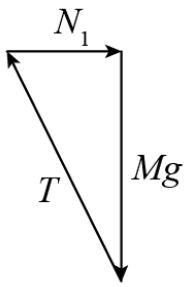
B 正确；

C、D．小孩在 AB 段有竖直向下的分加速度，则由牛顿第二定律分析知小孩处于失重状态，地面对滑梯的支持力 FN 小于小朋友和滑梯的总重力；同理，小孩在 BC 段做匀减速直线运动时，有竖直向上的分加速度，小孩处于超重状态，地面对滑梯的支持力大于孩和滑梯的总重力， C 正确，D 错误；

故选 BC。

43．CD

【详解】A．电梯静止不动时，先分析 A，受重力、支持力和拉力，根据平衡条件，三个力可以构成首尾相连的矢量三角形，如图所示



根据平衡条件，有

$$T=\frac{Mg}{\cos\theta}$$

$$N_1=Mg\tan\theta$$

再分析物体 B，受重力、A 对 B 的压力 N、电梯侧壁对 B 支持力 N_2 和静摩擦力，根据牛顿第三定律，有

$$N=N_1=Mg\tan\theta$$

根据平衡条件有

$$N_2=N=Mg\tan\theta$$

$$f=mg$$

其中

$$f=\mu N_2$$

联立解得

$$\mu=\frac{m}{M\tan\theta}$$

当电梯加速上升时，等效重力加速度变化为

$$g'=g+a$$

则电梯侧壁对 B 的支持力变为

大鹏老师 大鹏老师 大鹏老师

$$N_2=Mg'\tan\theta$$

最大静摩擦力变为

$$f=\mu N_2=\frac{m}{M\tan\theta}\cdot Mg'\tan\theta=mg'$$

故木板 B 保持静止，故 A 错误；

BD．电梯以加速度 a（$a<g$）竖直下降时，等效重力加速度变化为

$$g'=g-a$$

则电梯侧壁对 B 的支持力变为

$$N=Mg'\tan\theta=M(g-a)\tan\theta$$

最大静摩擦力变为

$$f=\mu N_2=\frac{m}{M\tan\theta}\cdot Mg'\tan\theta=mg'$$

故木板 B 保持静止，故 B 错误，D 正确；

C．当电梯以加速度 a 竖直加速上升时，等效重力加速度变化为

$$g'=g+a$$

故绳子拉力变为

$$T=\frac{Mg'}{\cos\theta}=\frac{M(g+a)}{\cos\theta}$$

故 C 正确。

故选 CD。

44．AC

【详解】A．开始时，质量分别为 m，M 的物体 A，B 静止在劲度系数为 k 的弹簧上，弹簧的弹力向上，大小为：

$$F=(M+m)g\ ,$$

随物体的向上运动，弹簧伸长，形变量减小，弹簧的弹力减小，而 PQ 段的加速度的大小与方向都不变，设弹力为 F'，根据牛顿第二定律：

$$F-(M+m)g+F'=(M+m)a\ ,$$

F' 减小，所以 F 增大。故 A 正确；

B．在乙图 QS 段，物体的加速度的方向没有发生变化，方向仍然与开始时相同，所以物体仍然做加速运动，是加速度减小的加速运动。故 B 错误；

C．开始时，质量分别为 m，M 的物体 A，B 静止在劲度系数为 k 的弹簧上，弹簧的弹力：

$$F_0=(M+m)g$$

当弹簧伸长了 x_1 后，弹簧的弹力：

$$F_1=F_0-\Delta F=F_0-kx_1=(M+m)g-kx_1$$

以 B 为研究对象，则：

$$F_1-mg-F_{x1}=Ma_0$$

得：

$$F_{x1}=F_1-mg-Ma_0=mg-kx_1-Ma_0\ ,$$

故 C 正确；

D．P 到 Q 的过程中，物体的加速度不变，得：

$$v_1^2 = 2a_0x_2 \text{①}$$

Q 到 S 的过程中，物体的加速度随位移均匀减小，

$$\bar{a} = \frac{a_0 + 0}{2} = \frac{a_0}{2} \text{②}$$

$$v_2^2 - v_1^2 = 2\bar{a}\left(x_3 - x_2\right) \text{③}$$

联立①②③得：

$$v_2^2 = a_0\left(x_2 + x_3\right),$$

故 D 错误；

故选 AC。

45．ABD

【详解】方案一：撤去力 F_1，A、B 开始向上运动，当弹簧处于原长时，两物块的加速度相同，均为重力加速度 g，此时两物块之间的弹力为零，之后由于弹簧拉伸，A 的加速度大于 B 的加速度，A、B 分离；

方案二：当两物块之间的弹力为零时，A、B 分离，加速度相同。由于存在恒力 F_2，此时有

$$F_2 - mg = ma$$

该加速度不是重力加速度，A 的加速度与之相同，所以弹簧要提供向上的弹力，弹簧仍处于压缩状态。

故选 ABD。

46．BC

【详解】AB．在 OA 段 a 和 b 一起沿光滑斜面下滑，对整体受力分析，由牛顿第二定律可得

$$(ma+mb)g\sin\theta-kx=(ma+mb)a$$

随 x 逐渐增大，a 从 $g\sin\theta$ 逐渐减小，在 A 点，a 与 b 开始相对运动，若 b 依然加速，则 a 不能加速（$\mu mg\cos\theta>mg\sin\theta$），两者无法分离，故只能 b 已经在减速，满足

$$kx>(ma+mb)g\sin\theta$$

而 a 受的力能提供减速的加速度比 b 小，即

$$\mu mag\cos\theta-mag\sin\theta=maaa$$

即

$$aa=g(\mu\cos\theta-\sin\theta)$$

可得 OA 段 a 与 b 一起先加速后减速，A 错误，B 正确；

C．对 AB 段分析，a 与 b 有相对滑动，对 a 有

$$aa=g(\mu\cos\theta-\sin\theta)$$

a 减速下滑，对 b 有

$$a_b = \frac{kx - m_bg\sin\theta - \mu m_ag\cos\theta}{m_b}$$

随 x 增大，ab 逐渐增大，C 正确；

D．从 O 到 B 的过程中，b 对 a 的摩擦力先增加后不变，D 错误。
故选 BC。
47．AC
【详解】AB．剪断细线前，A、B 间无压力，则弹簧的弹力为

$$F = m_A g = 30\text{N}$$

剪断细线的瞬间，对整体分析，整体的加速度为

$$a = \frac{(m_A + m_B)g - F}{m_A + m_B} = \frac{50-30}{5}\text{m/s}^2 = 4\text{m/s}^2$$

隔离 B 进行分析有

$$m_B g - N = m_B a$$

解得

$$N = 12\text{N}$$

故 A 正确，B 错误；
CD．细线剪断后，整体一起向下运动，先加速后减速，当弹簧被压缩最短时，反向加速度最大，两个物体之间有最大作用力，则有

$$N' - m_B g = m_B a'$$

根据对称性法则可知

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

解得

$$N' = 28\text{N}$$

所以 C 正确，D 错误。
故选 AC。
48．BD
【详解】A．设 P、Q 静止时弹簧的压缩量为 x_0，由平衡条件有

$$(m_1 + m_2)g\sin\theta = kx_0$$

可得

$$x_0 = \frac{(m_1 + m_2)g\sin\theta}{k}$$

施加力 F 让两物体一起做匀加速直线运动，设位移为 x，由牛顿第二定律有

$$F + k(x_0 - x) - (m_1 + m_2)g\sin\theta = (m_1 + m_2)a$$

可得

$$F = kx + (m_1 + m_2)a$$

故力 F 是随位移 x 增大而均匀增大的变力，故 A 错误；
B．两物体平衡时，它们之间的接触弹力由 Q 的平衡条件有

$$F_{PQ} = m_2 g\sin\theta$$

一起匀加速时两者间的弹力逐渐减小到零时分开，故运动时的弹力小于 $m_2 g\sin\theta$，故 B 正

确；
CD．当两物体分离时，接触面的弹力为零，而两者的加速度相同，有

$$F-m_2g\sin\theta=m_2a$$

$$F_{\mathrm{k}}-m_1g\sin\theta=m_1a$$

因加速度不为零，可知弹簧处于伸长状态，弹力大小一定大于$m_1g\sin\theta$，因 P 物体有沿斜面向上的加速度，故 P 物体还能往上加速，此后弹簧弹力继续减小，P 物体做加速度减小的变加速直线运动，故 C 错误，D 正确。
故选 BD。
49．BCD
【详解】A．若μ=0.2，当F=4N 时，假设板、斜劈、球三者相对静止，则对板、斜劈、球构成的系统，有

$$F=3ma$$

可得

$$a=\frac{4}{3}\mathrm{m/s^2}$$

对斜劈和球构成的系统，若斜劈与板之间的摩擦力达到最大静摩擦力，有

$$\mu(m+m)g=(m+m)a_{板}$$

得

$$a_{板}=2\mathrm{m/s^2}>a$$

可知此时木板相对于斜劈静止，故 A 错误；
B．若μ=0.5，假设斜劈与球保持相对静止，则对斜劈与球构成的系统，最大加速度为

$$a=\frac{\mu(m+m)g}{m+m}=5\mathrm{m/s^2}$$

当球刚好要离开斜劈时，受到重力和绳子拉力作用，有

$$\frac{mg}{\tan 53^\circ}=ma_{球}$$

得

$$a_{球}=7.5\mathrm{m/s^2}>a$$

可知此情况下不论F多大，小球均能和斜劈保持相对静止，故 B 正确；
C．若μ=0.8，假设板、球和斜劈相对静止，则球和斜劈构成的系统能够获得的最大加速的为

$$a_{临界}=\frac{\mu(m+m)g}{m+m}=8\mathrm{m/s^2}$$

此时对板、球和斜劈构成的系统，有

$$F_{临界}=(m+m+m)a=24\mathrm{N}$$

当F=22.5N 时，板、球和斜劈相对静止，有

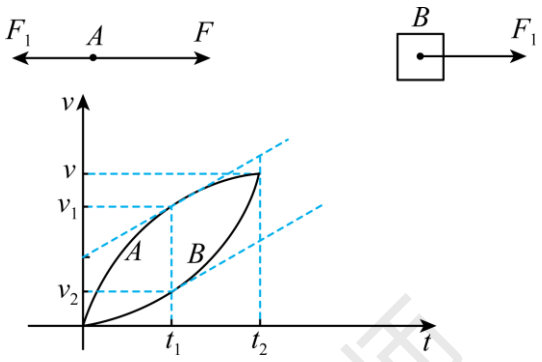
$$a=\frac{F}{3m}=7.5\text{m/s}^2$$

可知此时球刚好要离开斜劈，故 CD 正确。

故选 BCD。

50．AC

【分析】本题的考点是板块问题



【详解】

对 A、B 在水平方向受力分析如图，F_1 为弹簧的拉力；

当加速度大小相同为 a 时，对 A 有 $F-F_1=ma$，对 B 有 $F_1=ma$，得 $F_1=0.5F$，

在整个过程中 A 的合力（加速度）一直减小，而 B 的合力（加速度）一直增大，

在达到共同加速度之前 A 的合力（加速度）一直大于 B 的合力（加速度），之后 A 的合力（加速度）一直小于 B 的合力（加速度）.

两物体运动的 v-t 图象如图所示，t_1 时刻，两物体加速度相等，斜率相同，速度差最大，t_2 时刻两物体的速度相等，A 速度达到最大值，

两实线之间围成的面积有最大值即两物体的相对位移最大，此时弹簧被拉到最长.

故选 AC

【点睛】本题的关键是要画出 A、B 的速度时间图像进行求解.

51．（1）$a=6\text{m/s}^2$；（2）$v_m=3\text{m/s}$，2.1m

【详解】（1）释放瞬间对物体 A、*B* 由牛顿第二定律得

$$\left(m_A+m_B\right)g-F=\left(m_A+m_B\right)a$$

对物体 *C* 由牛顿第二定律得

$$F-m_Cg\sin\theta=m_Ca$$

代入数据解得

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

（2）物体 *A* 落到水平面上后，物体 *C* 沿斜面体向下的分力大于物体 *B* 的重力，此后物体 *C* 开始做减速运动，因此物体 *A* 落地的瞬间，物体 *C* 的速度最大。从释放到物体 *A* 落地的瞬间，系统的机械能守恒，则由机械能守恒定律得

$$m_Agh+m_Bgh-m_Cgh\sin\theta=\frac{1}{2}\left(m_A+m_B+m_C\right)v_m^2$$

解得

$$v_m=3\text{m/s}$$

假设 *A* 落地后当 *C* 的速度减为零时，物体 *B* 未落在水平面上，*C* 沿斜面体继续上滑的距离

为h'，对BC组成的系统由机械能守恒定律得

$$m_B gh' - m_C gh' \sin\theta = 0 - \frac{1}{2}\left(m_B + m_C\right)v_m^2$$

解得

$$h' = 2.25\text{m} > h$$

显然当物体B落地后，物体C继续沿斜面体上滑，此后速度减为零；从A落地到B落地的过程，由

$$m_B gh - m_C gh\sin\theta = \frac{1}{2}\left(m_B + m_C\right)v^2 - \frac{1}{2}\left(m_B + m_C\right)v_m^2$$

解得

$$v = \sqrt{6}\text{m/s}$$

物体B落地后，物体C沿斜面体上滑直到速度减为零。则由

$$m_C gx\sin\theta = \frac{1}{2}m_C v^2$$

解得

$$x = 0.6\text{m}$$

整个过程物体C沿斜面体上滑的距离为

$$s = 2h + x = 2.1\text{m}$$

52．（1）$a = 1.2\text{m/s}^2$，均为7.2N（2）$\mu \geq 0.9$；（3）$t = 2.5\text{s}$

【详解】（1）M、m加速度大小相等，可以看作一个整体，设加速度为a，根据牛顿第二定律有

$$Mg\sin\alpha - mg\sin\alpha = (M+m)a$$

解得

$$a = 1.2\text{m/s}^2$$

对M，设M与绸带间的静摩擦为f，则

$$Mg\sin\alpha - f = Ma$$

解得

$$f = 7.2\text{N}$$

由于不计绸带质量，M、m与绸带间的摩擦力大小相等，都为7.2N。

（2）由于最大静摩擦力与滑动摩擦力大小相等，所以M、m与绸带间的最大静摩擦力分别为$\mu Mg\cos\alpha$，$\mu mg\cos\alpha$，二者动摩擦因数相等，显然

$$\mu Mg\cos\alpha > \mu mg\cos\alpha$$

所以当μ减小时，首先发生相对滑动的是m，当m与绸带出现相对滑动时，M与绸带间不会出现相对滑动，绸带将随着M一起运动。欲使物块M、m与绸带不发生相对滑动，则需满足

$$\mu mg\cos\alpha \geq f$$

可得

$$\mu \geq 0.9$$

（3）设M与绸带一起运动的加速度为a_1，m加速度为a_2，则

$$Mg\sin\alpha - \mu mg\cos\alpha = Ma_1$$

$$mg\sin\alpha - \mu mg\cos\alpha = ma_2$$

解得

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

$$a_2 = 0$$

结果表明，M 带着绸带一起向下加速运动，而 m 相对斜面静止，m 处于右侧绸带的中点，所以当 M 与绸带一起运动 $\frac{L_2}{4}$ 时，m 将离开绸带沿斜面下滑，设这段时间为 t_1，则

$$\frac{L_2}{4} = \frac{1}{2}a_1 t_1^2$$

解得

$$t_1 = 1.5\text{s}$$

m 在斜面上下滑时

$$mg\sin a = ma_3$$

解得

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

设 m 从离开绸带到滑到斜面底端用时为 t_2，则有

$$L_1 - \frac{L_2}{4} = \frac{1}{2}a_3 t_2^2$$

解得

$$t_2 = 1\text{s}$$

m 物块从释放到斜面底端用时为

$$t = t_1 + t_2 = 2.5\text{s}$$

53．C

【详解】A．由于煤块初速度大于传送带的速度，则煤块开始向上减速运动的加速度为

$$a_1 = \frac{mg\sin\theta + \mu mg\cos\theta}{m} = 10\text{m/s}^2$$

煤块冲上传送带后与传送带速度相同经历的时间

$$t_1 = \frac{v_0 - v}{a_1} = \frac{14-4}{10}\text{s} = 1.0\text{s}$$

A 错误；

B．煤块与传送带速度相同后，由于

$$\mu = 0.5 < \tan\theta = 0.75$$

则煤块向上做减速运动的加速度为

$$a_2 = \frac{mg\sin\theta - \mu mg\cos\theta}{m} = 2\text{m/s}^2$$

则煤块向上滑行的最大位移为

$$x_{\max}=\frac{v_0^2-v^2}{2a_1}+\frac{v^2}{2a_2}=13\text{m}$$

B 错误；

C．煤块与传送带速度相同前。煤块相对皮带向上运动

$$x_{相1}=\frac{v_0+v}{2}t_1-vt_1=5\text{m}$$

煤块与传送带速度相同后，到达最高点经历时间

$$t_2=\frac{v}{a_2}=2\text{s}$$

此过程，煤块相对皮带向下运动

$$x_{相2}=vt_2-\frac{v}{2}t_2=4\text{m}$$

煤块从最高点返回底端过程做加速度为 a_2 的匀加速直线运动

$$x_{\max}=\frac{1}{2}a_2t_3^2$$

解得

$$t_3=\sqrt{13}\text{s}$$

则煤块相对皮带向下运动

$$x_{相3}=vt_2+x_{\max}=\left(13+4\sqrt{13}\right)\text{m}$$

该过程，煤块相对皮带向下运动的总的相对位移为

$$x_{相2}+x_{相3}=\left(17+4\sqrt{13}\right)\text{m}>5\text{m}$$

可知，煤块在传送带上留下的痕迹长为$\left(17+4\sqrt{13}\right)\text{m}$，C 正确；

D．根据上述，煤块从冲上传送带到返回 A 端所用的时间为

$$1.0\text{s}+2.0\text{s}+\sqrt{13}\text{s}=\left(3.0+\sqrt{13}\right)\text{s}$$

D 错误。

故选 C。

54．BD

【详解】A．对物体 B 受力分析，在刚放到传送带时，物体受到重力，支持力和沿斜面向下的摩擦力，向下做匀加速运动，加速度大小为

$$a=\frac{mg\sin\theta+\mu_{\text{B}}mg\cos\theta}{m}=g\sin\theta+\mu_{\text{B}}g\cos\theta$$

当达到传送带速度后，由于

$$mg\sin\theta>\mu_{\text{B}}mg\cos\theta$$

B 继续向下匀加速运动，加速度大小为

$$a'=\frac{mg\sin\theta-\mu_{\text{B}}mg\cos\theta}{m}=g\sin\theta-\mu_{\text{B}}g\cos\theta$$

则 B 向下并不是匀加速直线运动，故 A 错误；

B．对 A 分析可知，当 A 达到传送带速度时，由于

$$mg\sin\theta=\mu_{\mathrm{A}}mg\cos\theta$$

物体 A 随传送带一起匀速运动，由于 B 继续向下加速运动，故物块 B 最终一定追上物块 A，故 B 正确；

D．物体刚放到传送带时，A、B 的加速度分别为

$$a_{\mathrm{A}}=\frac{\mu_{\mathrm{A}}mg\cos37^{\circ}+mg\sin37^{\circ}}{m}=\mu_{\mathrm{A}}g\cos37^{\circ}+g\sin37^{\circ}=12\mathrm{m/s}^2$$

同理可得

$$a_{\mathrm{B}}=\frac{\mu_{\mathrm{B}}mg\cos37^{\circ}+mg\sin37^{\circ}}{m}=\mu_{\mathrm{B}}g\cos37^{\circ}+g\sin37^{\circ}=10\mathrm{m/s}^2$$

A、B 达到传送带速度所需时间为

$$t_{\mathrm{A}}=\frac{v}{a_{\mathrm{A}}}=\frac{2.4}{12}\mathrm{s}=0.2\mathrm{s}$$

$$t_{\mathrm{B}}=\frac{v}{a_{\mathrm{B}}}=\frac{2.4}{10}\mathrm{s}=0.24\mathrm{s}$$

故经历 0.24s 时 A、B 具有相同的速度，故 D 正确；

C．当 B 与传送带达到共同速度前，AB 间的距离逐渐增大，B 与传送带达到共同速度后，B 的速度继续增大，AB 间的距离减小，故在 t=0.24s 前，A、B 两物块之间的距离先增大后减小，故 C 错误。

故选 BD。

55．D

【详解】AB．物块加速度为

$$a=\frac{\mu mg}{m}=\mu g=2\mathrm{m/s}^2$$

由图乙可知，当

$$v_0=0$$

$$v_2=2\mathrm{m/s}$$

物块做匀减速运动，则

$$v_1^2-v_2^2=2ax=4x$$

解得

$$x=\frac{v_1^2-4}{4}$$

当

$$v_0=\sqrt{14}\mathrm{m/s}$$

$$v_2=\sqrt{14}\mathrm{m/s}$$

由运动学公式可知

$$v_2^2-v_1^2=2ax=4x'$$

大鹏老师 大鹏老师 大鹏老师

解得

$$x' = \frac{14 - v_1^2}{4}$$

分析可知当传送带速度大于$\sqrt{14}\text{m/s}$以后，物块的速度一直都是$\sqrt{14}\text{m/s}$，则可得出物块一直与传送带发生相对滑动直到掉落，则

$$x' = x$$

解得

$$v_1 = 3\text{m/s}$$

$$x = 1.25\text{m}$$

故 AB 错误；

C．当$v_0 < 2\text{m/s}$时，物块在传送带上运动的过程中，物块相对于传送带向右运动，则受到的摩擦力方向向左，故 C 错误；

D．当$\boldsymbol{v_2 = 3.5\text{m/s}}$时，物块在传送带上运动的过程中，电动机因传送物块多消耗的能量为

$$\Delta E = \frac{1}{2}mv_2^2 - \frac{1}{2}mv_1^2 = \frac{1}{2}\times 2\times 3.5^2\text{J} - \frac{1}{2}\times 2\times 3^2\text{J} = 3.5\text{J}$$

故 D 正确。

故选 D。

56．（1）1.4s；（2）1s；（3）2m

【详解】（1）小物块放在 A 点后在摩擦力作用下向右做匀加速运动，假设达 B 之前可以和传送带共速，则有

$$a_1 = \mu g = 2.5\text{m/s}^2$$

$$x_1 = \frac{v^2}{2a} = 0.8\text{m} < AB = 2\text{m}$$

则假设成立，共速的时间

$$t_1 = \frac{v}{a_1} = 0.8\text{s}$$

此后小物块随传送带匀速运动，到达 B 的时间

$$t_2 = \frac{AB - x_1}{v} = 0.6\text{s}$$

则小物块从 A 到 B 所用时间

$$t = t_1 + t_2 = 1.4\text{s}$$

（2）小物块在 B 到 C 过程中，由于

$$mg\sin 37° = 0.6mg > \mu mg\cos 37° = 0.2mg$$

所以小物块一直匀加速运动，在 BC 段的加速度大小为

$$a_2 = \frac{(mg\sin 37° - \mu mg\cos 37°)}{m} = 4\text{m/s}^2$$

$$BC = vt_3 + \frac{1}{2}at_3^2$$

解得

$$t_3 = 1\text{s}$$

（3）从 A 到 B 在小物块和传送带共速过程中传送带位移为

$$x_2 = vt_1 = 1.6\text{m}$$

小物块和传送带的相对滑动位移为

$$\Delta x_1 = x_2 - x_1 = 0.8\text{m}$$

从 B 到 C 过程传送带位移为

$$x_3 = vt_3 = 2\text{m}$$

小物块和传送带相对滑动位移为

$$\Delta x_2 = BC - x_3 = 2\text{m}$$

由于两部分痕迹重合，则小物块在整条传送带上留下的痕迹长度为 2.0m。

57．CD

【详解】A．对物体 P 分析受力可知，开始时 p 的速度大于传送带速度，故其受到摩擦力方向向左，设绳子拉力为 T，以向左为正方向，分别以 P、O 为研究对象，由牛顿第二定律可得

$$T + \mu mg = ma_1$$

$$mg - T = ma_1$$

带入数据可得

$$a_1 = 8\text{m/s}^2$$

则物块 P 减速至与传送带速度相等所需时间 t_1 及此段时间内 p 与发生的相对位移分别为

$$t_1 = \frac{v_2 - v_1}{a_1} = 0.5\text{s}$$

$$x_1 = \frac{v_1^2 - v_2^2}{2a_1} = 4\text{m} < L$$

故达到相等速度后，P 仍在传送带上，分析可知将继续向右减速，此时摩擦力方向向右，此时分别以 P、Q 为研究对象，由牛顿第二定律可得

$$T' - \mu mg = ma_2$$

$$mg - T' = ma_2$$

解得

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

故 A 错误；

B．P 从 6m/s 减速到零所需时间为

$$t_2 = \frac{v_1}{a_2} = 3\text{s}$$

此过程 P 向右运动的位移为

$$x_2=\frac{v_1^2}{2a_2}=9\text{m}$$

P 从开始到速度为零所行使总位移为

$$x=x_1+x_2=13\text{m}<L$$

故 P 没有从右端滑落，故 B 错误；

C．P 向右运动的总时间为

$$t=t_1+t_2=3.5\text{s}$$

此过程中，传送带运动的总位移为

$$x_{传}=v_1t=21\text{m}$$

所以划痕的长度为

$$\Delta x=x_{传}-x=8\text{m}$$

故 C 正确。

D．P 减速到零后，将以初速度为零，加速度大小为 2m/s 向左做匀加速直线运动直至离开传送带，根据运动学公式可得，P 离开的速度为

$$v^2=2ax$$

解得

$$v=2\sqrt{13}\text{m/s}$$

故 D 正确。

故选 CD。

【点睛】注意判断运动的相对性，分析摩擦力的方向，根据牛顿第二定律及运动学即可解答。

58．BCD

【详解】A．传送带总长度等于物块的总位移，等于 v-t 图像在 0~2.2s 时间内图线与坐标轴所围的面积，则

$$x_{AB}=\frac{1}{2}\times1\times0.2+\frac{1}{2}(1+6)\times2\text{m}=7.1\text{m}$$

A 错误；

B．由题意可知，0.2s 末物块速度等于传送带速度

$$v=a_1t_1$$

解得

$$a_1=5\text{m/s}^2$$

由 v-t 图像可得 0.2~2.2s 时间，物块的加速度

$$a_2=\frac{\Delta v}{\Delta t}=\frac{6-1}{2.2-0.2}\text{m/s}^2=2.5\text{m/s}^2$$

物块开始时做初速度为零匀加速直线运动，0~2s 时间，根据牛顿第二定律可得

$$F+\mu mg\cos\theta-mg\sin\theta=ma_1$$

0.2~2.2s 时间，物块继续向上加速，速度大于传送带，受摩擦力向下，根据牛顿第二定律可得

$$F-\mu mg\cos\theta-mg\sin\theta=ma_2$$

联立解得

$$F=19.5\text{N}，\mu=\frac{5}{32}$$

B 正确；

C．物块和传送带在 0~0.2s 时间内向上运动的位移分别为

$$x_1=\frac{v}{2}t_1=0.1\text{m}$$

$$x_1'=vt_1=1\times0.2\text{m}=0.2\text{m}$$

物块相对传送带向下滑动

$$\Delta x_1=x_1'-x_1=0.1\text{m}$$

物块和传送带在 0~0.2s 时间内向上运动的位移分别为

$$x_2=x_{AB}-x_1=7\text{m}$$

$$x_2'=vt_2=1\times2\text{m}=2\text{m}$$

物块相对传送带向上滑动

$$\Delta x_2=x_2-x_2'=5\text{m}$$

所以物块与传送带之间，因摩擦产生的热量为

$$Q=\mu mg\cos\theta\cdot(\Delta x_1+\Delta x_2)=12.75\text{J}$$

C 正确；

D．摩擦力对传送带做的功

$$W=-\mu mg\cos\theta\cdot x_1'+\mu mg\cos\theta\cdot x_2'$$

带入数据得

$$W=4.5\text{J}$$

D 正确。

故选 BCD。

59．BC

【详解】AB．小物块 A、B 受重力、支持力、摩擦力作用，重力沿传送带向下的分力大小为

$$G_1=mg\sin37°=6m$$

摩擦力大小为

$$f=\mu mg\cos37°=4m$$

则 B 物体的加速度为

$$a_{\mathrm{B}}=\frac{G_1-f}{m}=2\mathrm{m/s^2}$$

由

$$x=\frac{1}{2}a_{\mathrm{B}}t_{\mathrm{B}}^2$$

可得

$$t_{\mathrm{B}}=4\mathrm{s}$$

而 A 物体相对传送带先向上运动，所以开始的加速度为

$$a_{\mathrm{A1}}=\frac{G_1+f}{m}=10\mathrm{m/s^2}$$

共速时，运动时间

$$t_{\mathrm{A1}}=\frac{v}{a_{\mathrm{A1}}}=1\mathrm{s}$$

运动距离为

$$x_{\mathrm{A1}}=\frac{v}{2}t_{\mathrm{A1}}=5\mathrm{m}$$

之后的加速度为

$$a_{\mathrm{A2}}=\frac{G_1-f}{m}=2\mathrm{m/s^2}$$

由

$$x-x_{\mathrm{A1}}=vt_{\mathrm{A2}}+\frac{1}{2}a_{\mathrm{A2}}t_{\mathrm{A2}}^2$$

可得

$$t_{\mathrm{A2}}=1\mathrm{s}$$

则 A 运动时间为

$$t_{\mathrm{A}}=t_{\mathrm{A1}}+t_{\mathrm{A2}}=2\mathrm{s}$$

传送带的位移为

$$s=vt_{\mathrm{A}}=20\mathrm{m}$$

A 下滑到底端时相对于传送带的位移为

$$\Delta x_{\mathrm{A}}=s-x=4\mathrm{m}$$

故 A 错误，B 正确；

CD．若 A、B 初速度大小为 10m/s，A、B 物体相对传送带都是向下运动，加速度相同，位移相同，可知运动时间也相同，由

$$x=vt_{\mathrm{B1}}+\frac{1}{2}a_{\mathrm{B}}t_{\mathrm{B1}}^2$$

可得 A、B 下滑时间为

$$t_{\mathrm{B1}}=1.4\mathrm{s}$$

大鹏老师 大鹏老师 大鹏老师

则 B 下滑到底端时相对于传送带的位移为

$$\Delta x = 16 + vt_{B1} = 30\text{m}$$

故 C 正确，D 错误。

故选 BC。

60．（1）1s；（2）10m；（3）$\left(2+\sqrt{5}\right)$s；（4）$\left(12+4\sqrt{5}\right)$m

【详解】（1）煤块先做匀减速，由牛顿第二定律可得

$$mg\sin\theta+\mu mg\cos\theta=ma_1$$

解得

$$a_1=8\text{m/s}^2$$

设经 t 时间与传送带共速，由

$$v_0-a_1t=v$$

解得

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

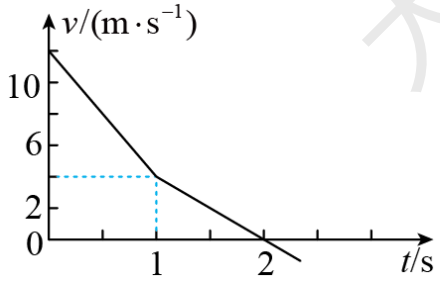
（2）共速后，摩擦力方向向上，由牛顿第二定律

$$mg\sin\theta-\mu mg\cos\theta=ma_2$$

解得

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

则煤块先以 12m/s 的初速度，8m/s^2 的加速度减速至 4m/s，后又以 4m/s^2 的加速度减速至 0，再反向加速至回到 A 点，v—t 图像如图所示



由图像可知煤块上升到最高点的位移大小等于速度时间图线与时间轴所包围的面积的大小

$$x=\frac{1}{2}\times(12+4)\times1\text{m}+\frac{1}{2}\times4\times(2-1)\text{m}=10\text{m}$$

（3）物块上升到最高点后反向向下做初速度为零，加速度为 $a_2=4\text{m/s}^2$ 的匀加速直线运动，设返回到 A 点所需的时间为 t_1，则有

$$x=\frac{1}{2}a_2t_1^2$$

解得

$$t_1=\sqrt{5}\text{s}$$

结合图像知，物块从冲上传送带到返回 A 端所用时间为

$$t_{总}=(2+\sqrt{5})\text{s}$$

（4）在 0 到 1s 内传送带比物块速度慢，则滑块在传送带上的划痕为

$$L_1=\frac{1}{2}\times(12+4)\times1\text{m}-4\times1\text{m}=4\text{m}$$

此时划痕在物块的下方，在 1s 到 2s 内，传送带速度比物块速度大，则

$$L_2=4\times1\text{m}-\frac{1}{2}\times4\times1\text{m}=2\text{m}$$

因为

$$L_2<L_1$$

所以在上升阶段产生的划痕为4m，此时煤块在产生的划痕的中点，在2s到$(2+\sqrt{5})$s时间内，煤块向下滑了 10m，传送带向上滑了$4\sqrt{5}\text{m}$，则煤块在传送带上的划痕为

$$L_3=10\text{m}+4\sqrt{5}\text{m}+2\text{m}=(12+4\sqrt{5})\text{m}$$

61.（1）10m/s^2，方向沿传送带向下；（2）$\frac{10}{3}$m，$-\frac{160}{3}$J；（3）3m/s，40J

【详解】（1）物块 A 刚冲上传送带时，A 受重力、垂直于传送带斜向左上方的支持力、沿传送带向下的摩擦力和沿绳向下的拉力，根据牛顿第二定律有

$$m_1g\sin\theta+T+\mu m_1g\cos\theta=m_1a_1$$

B 受向下的重力和沿绳向上的拉力，根据牛顿第二定律有

$$m_2g-T=m_2a_1$$

联立以上两式解得

$$a_1=10\text{m/s}^2$$

故物块 A 刚冲上传送带时的加速度大小为 10m/s^2，方向沿传送带向下；

（2）物块减速到与传送带共速后，物块继续向上做匀减速直线运动

对 A 物块，根据牛顿第二定律

$$m_1g\sin\theta+T-\mu m_1g\cos\theta=m_1a_2$$

对 B 物块，根据牛顿第二定律

$$m_2g-T=m_2a_2$$

联立上式解得

$$a_2=6\text{m/s}^2$$

当物块 A 的速度减为零时，其沿传送带向上运动的距离最远，故

$$x_{\text{m}}=x_1+x_2$$

$$x_1=\frac{v_0^2-v^2}{2a_1}$$

$$x_2=\frac{v^2}{2a_2}$$

代入数据解得

$$x_{\mathrm{m}}=\frac{10}{3}\mathrm{m}$$

此过程中传送带对物块 A 做的功

$$W_{\mathrm{f}}=-fx_1+fx_2$$

$$f=\mu m_1 g\cos\theta$$

解得

$$W_{\mathrm{f}}=-\frac{160}{3}\mathrm{J}$$

（3）共速之前物块 A 与传送带的相对位移为

$$x_{1\text{相}}=x_{1\text{物}}-x_{1\text{传}}$$

$$x_{1\text{物}}=\frac{v_0^2-v^2}{2a_1}$$

$$x_{1\text{传}}=vt_1=v\frac{v_0-v}{a_1}$$

则共速之前摩擦生热为

$$Q_1=fx_{1\text{相}}=v^2-16v+64(\mathrm{J})$$

同理，共速后有

$$x_{2\text{相}}=x_{2\text{传}}-x_{2\text{物}}$$

$$x_{2\text{传}}=vt_2=v\frac{v}{a_2}$$

$$x_{2\text{物}}=\frac{v^2}{2a_2}$$

此过程摩擦生热为

$$Q_2=fx_{2\text{相}}=\frac{5}{3}v^2(\mathrm{J})$$

故物块 A 运动到最远处的生热为

$$Q=Q_1+Q_2=\frac{8}{3}v^2-16v+64(\mathrm{J})$$

根据二次函数的知识，有

$$v=-\frac{-16}{2\times\frac{8}{3}}\mathrm{m/s}=3\mathrm{m/s}$$

大鹏老师 大鹏老师 大鹏老师

$$Q_{\min}=\frac{8}{3}\times3^2-16\times3+64\text{J}=40\text{J}$$

62．（1）0.12N；（2）2s；（3）0.8m；（4）5.7m

【详解】（1）设剪断轻绳前瞬间，两物块的加速度大小为a_0，对两物块组成的系统，由于

$$\mu_{\text{A}}m_{\text{A}}g\cos\theta+\mu_{\text{B}}m_{\text{B}}g\cos\theta=\left(m_{\text{A}}+m_{\text{B}}\right)g\sin\theta=0.24$$

表明剪断轻绳前两物块处于静止状态。对物块 B，根据物体的平衡条件有

$$T+\mu_B m_B g\cos\theta=m_B g\sin\theta$$

解得

$$T=0.12\text{N}$$

（2）剪断轻绳后，由于

$$\mu_{\text{B}}=0.6<\tan\theta=0.75$$

则物块 B 沿传送带由静止加速下滑，设加速度大小为a_1，对物块 B，根据牛顿第二定律有

$$m_{\text{B}}g\sin\theta-\mu_{\text{B}}m_{\text{B}}g\cos\theta=m_{\text{B}}a_1$$

解得

$$a_1=1.2\text{m}/\text{s}^2$$

根据匀变速直线运动的规律有

$$\frac{x}{2}-L=\frac{1}{2}a_1t^2$$

解得

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

（3）物块 B 下滑到挡板 P 处时的速度大小

$$v_{\text{B}}=a_1t$$

解得

$$v_{\text{B}}=2.4\text{m}/\text{s}$$

物块 B 与挡板 P 碰撞后先沿传送带减速上滑，设加速度大小为a_2，根据牛顿第二定律有

$$m_{\text{B}}g\sin\theta+\mu_{\text{B}}m_{\text{B}}g\cos\theta=m_{\text{B}}a_2$$

解得

$$a_2=10.8\text{m}/\text{s}^2$$

从物块 B 与挡板 P 碰撞到物块 B 与传送带达到共同速度，物块 B 沿传送带上滑的距离

$$s_1=\frac{v_{\text{B}}^2-v^2}{2a_2}$$

大鹏老师 大鹏老师 大鹏老师

解得

$$s_1 = 0.2\text{m}$$

物块 B 与传送带达到共同速度后以大小为a_1的加速度沿传送带减速上滑，从物块 B 与传送带达到共同速度到物块 B 到达最高位置，物块 B 沿传送带上滑的距离

$$s_2 = \frac{v^2}{2a_1}$$

解得

$$s_2 = 0.6\text{m}$$

又由于

$$s_\text{B} = s_1 + s_2$$

解得

$$s_\text{B} = 0.8\text{m}$$

（4）剪断轻绳后，物块 A 沿传送带由静止加速上滑，设加速度大小为a_A，根据牛顿第二定律有

$$\mu_\text{A} m_\text{A} g\cos\theta - m_\text{A} g\sin\theta = m_\text{A} a_\text{A}$$

解得

$$a_\text{A} = 0.4\text{m/s}^2$$

从剪断轻绳到物块 A 与传送带达到共同速度的时间

$$t_{\text{A}1} = \frac{v}{a_\text{A}} = 3\text{s}$$

该过程物块 A 上滑的距离

$$x_\text{A} = \frac{v}{2}\cdot t_{\text{A}1} = 1.8\text{m}$$

从物块 A 与传送带达到共同速度到物块 A 到达 M 点的时间

$$t_{\text{A}2} = \frac{\frac{x}{2} - x_\text{A}}{v} = 1\text{s}$$

又由于

$$t_\text{A} = t_{\text{A}1} + t_{\text{A}2}$$

解得

$$t_\text{A} = 4\text{s}$$

根据匀变速直线运动的规律可知，从物块 B 与挡板 P 碰撞到物块 B 与传送带达到共同速度的时间

大鹏老师 大鹏老师 大鹏老师

$$t_1=\frac{v_{\mathrm{B}}-v}{a_2}=\frac{1}{9}\mathrm{s}$$

根据匀变速直线运动的规律可知，物块 B 与传送带达到共同速度后减速为零的时间

$$t_2=\frac{v}{a_1}=1\mathrm{s}$$

由于

$$t_{\mathrm{A}}>t+t_1+t_2$$

因此当物块 B 到达最高位置时，物块 A 尚未到达 M 点，根据匀变速直线运动的规律可知，物块 B 到达最高点后沿传送带下滑的距离

$$s_3=\frac{1}{2}a_1\left(t_{\mathrm{A}}-t-t_1-t_2\right)^2$$

解得

$$s_3=0.47\mathrm{m}$$

又由于

$$s=x-s_{\mathrm{B}}+s_3$$

解得

$$s=5.7\mathrm{m}$$

63．AD

【详解】ABC．由图可知平板车在 0~6s 物块加速，加速度为

$$a=\frac{\Delta v}{\Delta t}=\frac{12}{6}\mathrm{m/s^2}=2\mathrm{m/s^2}$$

6~12s 平板车减速，加速度为

$$a'=\frac{\Delta v'}{\Delta t'}=\frac{0-12}{6}\mathrm{m/s^2}=-2\mathrm{m/s^2}$$

根据物块与车的动摩擦因数可知，物块与车的滑动摩擦力产生的加速度为

$$a_1=\frac{\mu mg}{m}=\mu g=1\mathrm{m/s^2}$$

因此当车的速度大于物块的速度时，物块受到滑动摩擦动力，相反则受到滑动摩擦阻力，根据受力分析，结合牛顿第二定律，则有：当$0\sim6\mathrm{s}$时，车的速度大于物块，因此物块受到向右的滑动摩擦动力，则其加速度为$1\mathrm{m/s^2}$，6s 末物块的速度

$$v_{物}=a_1t_1=6\mathrm{m/s}$$

此时平板车的速度大于物块速度，物块继续受向右滑动摩擦力而加速，车在减速，设经 t' 二者速度相等，则

$$v_{共}=v_{物}+a_1t'=v_{\mathrm{m}}-a't'$$

解得

$$t'=2\mathrm{s}$$

$$v_{共}=8\mathrm{m/s}$$

$t=8\mathrm{s}$时，平板车的加速度为

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

而物块的加速度源于摩擦力，其最大值为

$$a_{\max} = 1\text{m/s}^2$$

显然物块不可能与平板车一起减速，只能做加速度为1m/s^2的匀减速运动，直至停止，所以物 8s 后物块速度大于平板车速度，物块受向左的滑动摩擦力而向右减速，设经 t_2'速度减小到零，则

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

$$t_2' = \frac{0 - v_{共}}{a_2} = 8\text{s}$$

即 16s 末物块速度减小到零。故 A 正确，BC 错误；

D．0~8s 内物块前进的位移为

$$x_1 = \frac{1}{2}a_1 t_8^2 = \frac{1}{2}\times 1\times 8^2\text{m} = 32\text{m}$$

物块减速到静止通过的位移

$$x_2 = \frac{0 - v_{共}^2}{2a_1} = \frac{0 - 8^2}{-2\times 1}\text{m} = 32\text{m}$$

物块与平板车共速前，物块相对于平板车向后运动，其相对位移大小为

$$\Delta x_1 = \frac{1}{2}at_1^2 + \frac{1}{2}\left(v_{共} + v\right)t' - \frac{1}{2}a_1\left(t_1 + t_2\right)^2$$

解得

$$\Delta x_1 = 24\text{m}$$

物块与平板车共速后，物块相对于平板车向前运动，其相对位移大小为

$$\Delta x_2 = \frac{v_{共}^2}{2a_1} - \frac{v_{共}^2}{2a} = 16\text{m}$$

两阶段的相对运动而产生的痕迹会有部分重叠，由于

$$\Delta x_1 > \Delta x_2$$

故痕迹长度为24m，故 D 正确。

故选 AD。

64．D

【详解】A．A、B 的最大静摩擦力为

$$f_1 = \mu_1 m_A g = 0.3\times 2\times 10\text{N}=6\text{N}$$

B 和地面的最大静摩擦力为

$$f_2 = \mu_2(m_A + m_B)g = 0.1\times(2+1)\times 10\text{N}=3\text{N}$$

当

$$f_2 < F < f_1$$

A、B 整体相对地面滑动；

$$F < f_2$$

A、B 整体相对地面静止；
故 A 错误；
BCD．当 A、B 间摩擦力达到最大静摩擦力时，且 A、B 整体相对地面滑动，B 在水平方向受到 A 和地面给的摩擦力，根据牛顿第二定律有

$$a_B = \frac{f_1 - f_2}{m_B} = \frac{6-3}{1}\text{m/s}^2 = 3\text{m/s}^2$$

对 A 有

$$F - f_1 = m_A a$$

解得

$$F = f_1 + m_A a = (6 + 2\times 3)\text{N}=12\text{N}$$

所以当 F 增大到 6N 时，A、B 相对静止；
当 F 等于 9N 时，A、B 相对静止，B 的加速度为

$$a_B' = \frac{F - f_2}{m_A + m_B} = \frac{9-3}{2+1}\text{m/s}^2 = 2\text{m/s}^2$$

当 F 增大到 12N 时，A、B 开始发生相对滑动，故 BC 错误，D 正确。
故选 D。
65．D
【详解】A．物体 C 恰好滑动时，对 C

$$a_0 = \frac{\frac{\mu}{4}mg}{m} = \frac{\mu g}{4}$$

物体 A 恰好滑动时，对 BC 整体，A、B 之间的摩擦力为

$$f_0 - \frac{\mu}{8}\times 4mg = 2ma_0$$

解得

$$f_0 = \mu mg$$

物体 A、B 之间的最大静摩擦力为

$$f_{\text{m}} = 2\mu mg$$

因为 $f_0 < f_{\text{m}}$ ，表明此时 A、B 之间没有滑动，也就是说 B、C 之间先滑动，A、B、C 三个物体始终相对静止的最大加速度为 $\frac{\mu g}{4}$，选整体由牛顿第二定律得

$$F_0 - \frac{\mu}{8}\times 4mg = 4ma_0$$

解得

$$F_0 = \frac{3}{2}\mu mg$$

选项 A 错误；

B．当力 $F_1=\mu mg$ 时，对整体

$$F_1-\frac{\mu}{8}\times 4mg=4ma_1$$

对 A

$$F_1-f_1=2ma_1$$

解得

$$f_1=\frac{3}{4}\mu mg$$

选项 B 错误；

C．B 的最大加速度为

$$\mu\cdot 2mg-\frac{\mu mg}{4}-\frac{\mu}{8}\times 4mg=ma_B$$

解得

$$a_B=\frac{5}{4}\mu g$$

选项 C 错误；

D．B 相对 A 恰好滑动时，对 A、B 整体

$$F_2-\frac{\mu}{8}\times 4mg-\frac{1}{4}\mu mg=3ma_2$$

对 A

$$F_2-2\mu mg=2ma_2$$

解得

$$F_2=\frac{9}{2}\mu mg$$

当力 $F_2>\frac{9}{2}\mu mg$ 时，B 相对 A 滑动，选项 D 正确。

故选 D。

66．BC

【详解】由题图 2 知，当 $F=F_1$ 时小物块与长木板均恰好开始相对地面滑动，则有

$$F_1=\mu_2(m+M)g$$

当 $F_1<F\leq F_3$ 时，小物块与长木板相对静止一起加速运动，有

$$F-\mu_2(m+M)g=(m+M)a$$

即

$$a=\frac{F}{m+M}-\mu_2 g$$

则结合图像有

$$-a_0=-\mu_2 g$$

联立解得

$$\mu_2=\frac{a_0}{g}，\ \frac{1}{m+M}=\frac{a_0}{F_1}$$

当 $F>F_3$ 时，小物块相对长木板滑动，对小物块有

$$F-\mu_1 mg=ma$$

整理得

$$a=\frac{1}{m}F-\mu_1 g$$

结合图像有

$$\frac{1}{m}=\frac{a_1}{F_3-F_2}$$

对长木板有

$$\mu_1 mg-\mu_2(M+m)g=Ma_1$$

联立解得

$$m=\frac{F_3-F_2}{a_1}，\ M=\frac{F_1}{a_0}-\frac{F_3-F_2}{a_1}$$

由图 2 知

$$\frac{a_1}{F_3-F_1}=\frac{a_0}{F_1}$$

所以

$$M=\frac{F_2-F_1}{a_1}，\ \mu_1=\frac{a_1F_2}{(F_3-F_2)g}$$

故选 BC。

67．CD

【详解】D．由图 3 可知，在 0~t_1 时间内，物块和木板均处于静止状态，物块不受摩擦力，在 t_1~t_2 时间内，物块和木板一起加速度，物块受到静摩擦力作用，D 正确；

A．在 t_1 时刻，木板和物块恰好开始运动，此时拉力恰好等于地面对木板的最大静摩擦力

$$F=\mu_2(m_1+m_2)g$$

A 错误；

B．在 t_2 时刻，木板和物块恰好一起加速运动，此时的加速度

$$a=\mu_1 g$$

将木板和物块作为一个整体，根据牛顿第二定律

$$F_2-\mu_2(m_1+m_2)g=(m_1+m_2)a$$

解得

$$F_2=(\mu_1+\mu_2)(m_1+m_2)g$$

B 错误；

C．当 $F=2F_2$ 时，木板与物块已经发生相对滑动，对木板

$$2F_2-\mu_2(m_1+m_2)g-\mu_1 m_1 g=m_2 a$$

代入数据解得

$$a=\frac{(\mu_1+\mu_2)(m_1+m_2)}{m_2}g+\mu_1 g$$

C 正确。

故选 CD。

68．BD

【详解】AB．在 1s 前，物块向右匀减速，木板向右匀加速，对物块，由牛顿第二定律可得

$$\mu mg=ma_1$$

由 *v*–*t* 图像可知

$$a_1=\frac{6-5}{1}\text{m/s}^2=1\text{m/s}^2$$

联立解得

$$\mu=0.1$$

对木板，由牛顿第二定律可得

$$F+\mu mg=Ma_2$$

由 *v*–*t* 图像可知

$$a_1=\frac{4}{1}\text{m/s}^2=4\text{m/s}^2$$

联立解得

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

故 A 错误，B 正确；

C．设经过时间 *t*，两者达到共同速度，则

$$v_0-a_1t=a_2t$$

代入数据解得

$$t=1.2\text{s}$$

共同速度

$$v=1.2\times4\text{m/s}=4.8\text{m/s}$$

此时物体的相对位移为

$$\Delta s=\frac{1}{2}\times6\times1.2\text{m}=3.6\text{m}<4\text{m}$$

说明物体未脱离木板，当两者达到共同速度后，假设两者相对静止一起加速，由牛顿第二定律可得

$$F=(M+m)a_3$$

代入数据解得

$$a_3=\frac{7}{3}\text{m/s}^2>\mu g=1\text{m/s}^2$$

所以物体相对木板还是要相对滑动，对木板由牛顿第二定律可得

$$F-\mu mg=Ma_4$$

代入数据解得

大鹏老师 大鹏老师 大鹏老师

$$a_4 = 3\text{m/s}^2$$

故 C 错误；

D．t=2s 时，木板的速度为

$$v' = 4.8\text{m/s} + 3\text{m/s}^2 \times (2 - 1.2)\text{s} = 7.2\text{m/s}$$

故 D 正确。

故选 BD。

69．AB

【详解】A．根据题意可知，B 与地面间的最大静摩擦力为

$$f_1 = \frac{\mu}{2} 5mg = \frac{5}{2}\mu mg$$

A 与 B 之间的最大静摩擦力为

$$f_2 = \mu 3mg > f_1$$

所以当 $F < \frac{5}{2}\mu mg = f_1$ 时，A、B 都相对地面静止，故 A 项正确；

BD．当 $F = 6\mu mg > f_2$，所以此时 A、B 发生相对运动，对 A 分析有

$$F - f_2 = 3ma_1$$

解得

$$a_1 = \mu g$$

对 B 分析有

$$f_2 - f_1 = 2ma_2$$

解得

$$a_2 = \frac{1}{4}\mu g$$

故 B 正确，D 错误；

C．当 A、B 刚要发生相对滑动时，对 AB 整体

$$F_0 - \frac{5}{2}\mu mg = (M + m)\, a_2$$

得

$$F_0 = \frac{15}{4}\mu mg$$

可见只有当 $F_0 > \frac{15}{4}\mu mg$ 时，A、B 之间才会发生相对滑动，故 C 项错误。

故选 AB。

70．BD

【详解】A.当弹簧的弹力是 2N 向左时，物体静止在木板上，因为拉力是从零开始增大，故

整体一开始相对静止，一起向左做加速运动，所以物体和木板之间的摩擦力先增大，故 A 错误；

BC.物体与木板之间的最大静摩擦力要大于等于 2N，若要使物体相对于木板向右滑动，则物体受到的木板的摩擦力至少要大于等于 2N，方向向左，即使物体受到的合力至少向左的 4N 的力，物体的加速度为

$$a=\frac{F_{合}}{m}=\frac{4}{1}\mathrm{m/s^2}$$

同时，物体与木板有相对运动时，木板的加速度要大于物体的加速度，当二者相等时，为最小拉力，则有

$$F_{\mathrm{m}}=(M+m)\ a=(2+1)\times 4\mathrm{N}=12\mathrm{N}$$

即只有在拉力大于 12N 时，物体才有可能相对于木板滑动，但是因为最大静摩擦力未知，故物体与小木板相对运动状态未知，可能有相对滑动出现，也可能一直保持相对静止，故 B 正确，C 错误；

D.小木板受到 9N 拉力时，整体的加速度

$$a=\frac{F}{M+m}=3\mathrm{m/s^2}$$

物体受到的摩擦力为 f'，则

$$ma=f'+2\mathrm{N}$$

所以

$$f'=ma-2\mathrm{N}=1\times 3\mathrm{N}-2\mathrm{N}=1\mathrm{N}$$

故 D 正确，

故选 BD。

71．BD

【详解】AB．木块与木板的最大静摩擦力为 μmg，如果水平拉力 F 作用在木块 Q 上，无论怎样改变 F 的大小，木块与木板间的摩擦力都不可能超过 μmg，而木板与地面的最大静摩擦力为 $3\mu mg$，所以木板不可能运动；当拉力 F 作用在木块 Q 上，且 $F=6\mu mg$，木块的合力为 $5\mu mg$，根据牛顿第二定律，可知加速度为 $5\mu g$，故 A 错误，B 正确；

C.若 F 作用在木板上，将木板 P 和木块 Q 视为一整体，木板与地面的最大静摩擦力为 $3\mu mg$，如果 F 小于 $3\mu mg$，根据牛顿运动定律可知，整体会静止不动，则地面对木板 P 的摩擦力大小大小与 F 相等，方向与 F 相反，故 C 错误；

D．若 F 作用在木板上，使木板 P 和木块 Q 恰好发生相对运动，分别对木块和木板，根据牛顿第二定律有

$$\mu mg=ma$$

$$F-\mu mg-3\mu mg=2ma$$

解得

$$F=6\mu mg$$

可知若使得 P、Q 相对静止，则 $F\le 6\mu mg$，故 D 正确。

故选 BD。

72．BD

【详解】AB．由图像可得

$$a_{木}=\frac{1-5}{1}\mathrm{m/s^2}=-4\mathrm{m/s^2}$$

$$a_{物}=\frac{1-0}{1}\text{m/s}^2=1\text{m/s}^2$$

对木板有

$$\mu_1 mg+2\mu_2 mg=ma_{木}$$

对物块有

$$\mu_1 mg=ma_{物}$$

则可得

$$\mu_1=0.1,\ \mu_2=0.15$$

故 A 错误，B 正确；

C．因为

$$a_{木}>a_{物}$$

所以共速后物块开始做减速运动，木板也做减速运动，物块的加速度

$$a_{物1}=-\mu_1 g=-1\text{m/s}^2$$

木板的加速度

$$a_{木1}=\frac{\mu_1 mg-2\mu_2 mg}{m}=-2\text{m/s}^2$$

则木板速度为零时运动时间为

$$t_{木}=\frac{0-1}{-2}\text{s}=0.5\text{s}$$

物块速度为零时运动时间为

$$t_{物}=\frac{0-1}{-1}\text{s}=1\text{s}$$

故 C 错误；

D．整个过程中木板的位移为

$$x_{木}=\frac{v_0+v_{共}}{2}t_1+\frac{v_{共}}{2}t_{木}=\frac{5+1}{2}\times 1+\frac{1+0}{2}\times 0.5\text{m}=3.25\text{m}$$

物块的位移为

$$x_{物}=\frac{v_{共}}{2}t_1+\frac{v_{共}}{2}t_{物}=\frac{1}{2}\times 1+\frac{1}{2}\times 1\text{m}=1\text{m}$$

在整个运动过程中，物块相对木板的位移大小为

$$\Delta x=2.25\text{m}$$

故 D 正确。

故选 BD。

73．（1）5m/s^2，5m/s^2，0；（2）4m/s；（3）2.5m

【详解】（1）对滑块 A 受力分析得

$$\mu_1 m_A g=m_A a_1$$

$$a_1=5\text{m/s}^2$$

对滑块 B 受力分析得

$$\mu_1 m_B g = m_B a_2$$

$$a_2 = 5\text{m/s}^2$$

对木板 C 受力分析得：

$$\mu_1 m_A g = \mu_1 m_B g$$

木板与地面间无摩擦，故

$$a_3 = 0$$

（2）设滑块 A 经时间 t_1 速度减到 0，在此过程中，
滑块 A

$$0 = v_A - a_1 t_1$$

滑块 B

$$v_{B1} = v_B - a_2 t_1$$

解得

$$v_{B1} = 4\text{m/s}$$

（3）A 从开始到速度减到 0 的过程中，
滑块 A 向右运动的位移为

$$x_{A1} = v_A t_1 - \frac{1}{2} a_1 t_1^2$$

滑块 B 向左运动的位移为

$$x_{B1} = v_B t_1 - \frac{1}{2} a_2 t_1^2$$

设从滑块 A 速度减到 0 到滑块 A、滑块 B、木板 C 达到共速所用时间为 t_2，则在此过程中
滑块 A、木板 C

$$\mu_1 m_B g - \mu_2 (m_A + m_B + m_C) = (m_A + m_C) a_4$$

$$x_{A2} = \frac{1}{2} a_4 t_2^2$$

$$v_{B1} - a_2 t_2 = a_4 t_2$$

滑块 B

$$x_{B2} = v_{B1} t_2 - \frac{1}{2} a_2 t_2^2$$

$$\Delta x_2 = x_{B2} - x_{A2}$$

$$L = x_{A1} + x_{B1} + \Delta x_2 = 2.5\text{m}$$

故木板 C 的长度至少为 2.5m。

74．（1）$a_0=2\text{m/s}^2$；（2）$L=10.5\text{m}$

【详解】（1）木板受到 A、B 施加的滑动摩擦力，由牛顿第二定律有

$$\mu mg+\mu mg=Ma_0$$

代入数据解得

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

（2）A 和 B 滑上木板后做匀减速运动，加速度大小相同设为 a，有

$$\mu mg=ma$$

代入数据解得

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

设经过时间 t_1，木块 A 与长木板速度相同，则

$$v_1-at_1=a_0t_1$$

代入数据解得

$$t_1=1\text{s}$$

此时木块 A 和长木板的共同速度

$$v'=a_0t_1$$

代入数据解得

$$v'=2\text{m}/\text{s}$$

B 的速度为

$$v_2'=v_2-at_1$$

代入数据解得

$$v_2'=6\text{m}/\text{s}$$

设 A 和木板共速后，能保持相对静止，整体的加速度为 a_2，则

$$\mu mg=(m+M)a_2$$

代入数据解得

$$a_2=\frac{2}{3}\text{m}/\text{s}^2$$

此时 A 所需要的摩擦力为

$$F_{\text{f}1}=ma$$

解得

$$F_{\text{f}1}=\frac{2}{3}\text{N}<\mu mg=2\text{N}$$

故假设成立。设再经过 t_2 时间，B 与木板共速，则

$$v_2'-at_2=v'+a_2t_2$$

大鹏老师 大鹏老师 大鹏老师

代入数据解得

$$t_2=1.5\text{s}$$

三者共同速度为

$$v_3'=v_2'-at_2$$

代入数据解得

$$v_3'=3\text{m/s}$$

若 B 与木板相对静止时恰好在木板的右端点，木板对应为最小长度，则

$$L=x_0+\frac{v_2+v_3'}{2}(t_1+t_2)-\frac{v'}{2}t_1-\frac{v'+v_3'}{2}t_2$$

代入数据得

$$L=10.5\text{m}$$

75．（1）0.3，0.3；（2）7.125m

【详解】（1）由 v—t 图可知，在 0～1s 内，物体 A、B 的加速度大小相等，均为

$$a=\frac{\Delta v}{\Delta t}=\frac{3}{1}=3.0\text{m/s}^2$$

根据牛顿第二定律得

对 A 有

$$\mu_\text{A}m_\text{A}g=m_\text{A}a_\text{A}$$

对 B 有

$$\mu_\text{B}m_\text{B}g=m_\text{B}a_\text{B}$$

可得

$$\mu_\text{A}=\mu_\text{B}=0.3$$

（2）0～1.0s 内，物体 A、B 所受的滑动摩擦力大小分别为

$$f_\text{A}=m_\text{A}a_\text{A}=6\text{N}$$，方向水平向左

$$f_\text{B}=m_\text{B}a_\text{B}=3\text{N}$$，方向水平向右

所以小车 C 所受的摩擦力

$$f_\text{C}=f_\text{A}-f_\text{B}=3\text{N}$$，方向水平向右

因此在 0～1s 内，小车 C 向右做匀加速直线运动，加速度为

$$a_\text{C}=\frac{f_\text{C}}{M}=3\text{m/s}^2$$

通过的位移

$$x_\text{C}=\frac{1}{2}a_\text{C}t_1^2=1.5\text{m}$$

$t=1\text{s}$ 末 C 的速度为

$$v_\text{C}=a_\text{C}t_1=3\text{m/s}$$

大鹏老师 大鹏老师 大鹏老师

在 0 ~ 1s 内 A、B 的位移分别为

$$x_A = \frac{v_{A0} + v}{2} t_1 = 4.5\text{m}$$

$$x_B = \frac{v_{B0}}{2} t_1 = 1.5\text{m}$$

由图知：$t = 1\text{s}$ 时 A、C 的速度相同，之后 AC 一起向右做匀减速运动，加速度为

$$a_{\text{AC}} = \frac{\mu_{\text{B}} m_{\text{B}} g}{M + m_{\text{A}}} = 1\text{m/s}^2$$

设再经过时间 t_2 三者速度相同，共同速度为 v'，则有

$$v' = v - a_{\text{AC}} t' = a_{\text{B}} t'$$

解得

$$t' = \frac{3}{4}\text{s}\,,\quad v' = \frac{9}{4}\text{m/s}$$

从 $t = 1\text{s}$ 到共速的过程，AC 的位移为

$$x_{\text{AC}} = \frac{v + v'}{2} t_2 = \frac{63}{32}\text{m}$$

B 的位移为

$$x'_{\text{B}} = \frac{v'}{2} t_2 = \frac{27}{32}\text{m}$$

故要使 A、B 在整个运动过程中不会相碰，车的长度至少为

$$L = \left(x_{\text{A}} - x_{\text{C}}\right) + \left(x_{\text{B}} + x_{\text{C}}\right) + \left(x_{\text{AC}} - x'_{\text{B}}\right)$$

解得

$$L = 7.125\text{m}$$

76.（1）12N；（2）6m/s；（3）$\frac{5}{6}$m

【详解】（1）当长木板 A 和小滑块 B 相对静止一起匀加速运动且 AB 之间静摩擦力达到最大值时，F 最大设为 F_1。设此时两物体的加速度为 a_1，对木板 A，由牛顿第二定律

$$\mu_1 m_{\text{B}} g - \mu_2 (m_{\text{A}} + m_{\text{B}}) g = m_{\text{A}} a_1$$

带入数据解得

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

对小滑块 B，由牛顿第二定律

$$F_1 - \mu_1 m_{\text{B}} g = m_{\text{B}} a_1$$

带入数据解得

$$F_1 = 12\text{N}$$

（2）对小滑块 B 施加一水平向右恒力

$$F = 20\text{N} > 12\text{N}$$

小滑块 B 与长木板 A 发生相对滑动，设小滑块 B 此时的加速度为 a_2，对滑块 B，由牛顿第

二定律得

$$F-\mu_1 m_{\mathrm{B}} g=m_{\mathrm{B}} a_2$$

带入数据解得

$$a_2=6\mathrm{m/s}^2$$

设此时长木板 A 的加速度为a_3，由牛顿第二定律

$$\mu_1 m_{\mathrm{B}} g-\mu_2(m_{\mathrm{A}}+m_{\mathrm{B}})g=m_{\mathrm{A}} a_3$$

解得

$$a_3=2\mathrm{m/s}^2$$

设经过时间t，小滑块 B 滑离长木板 A，则

$$L=x_{\mathbf{B}}-x_{\mathbf{A}}$$

又

$$x_{\mathrm{A}}=\frac{1}{2}a_3 t^2$$

$$x_{\mathrm{B}}=\frac{1}{2}a_2 t^2$$

解得

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

小滑块 B 滑离长木板 A 时的速度大小

$$v_{\mathrm{B}}=a_2 t=6\times 1\mathrm{m/s}=6\mathrm{m/s}$$

（3）对小滑块 B 施加一水平向右恒力$F=20\mathrm{N}$，经过时间$t_1=0.5\mathrm{s}$后撤去该力，此时小滑块 B 的速度

$$v_{\mathrm{B}}=a_2 t_1=6\times 0.5\mathrm{m/s}=3\mathrm{m/s}$$

$t_1=0.5\mathrm{s}$内小滑块 B 的位移

$$x_{\mathrm{B1}}=\frac{v_{\mathrm{B}}}{2}\times t_1=\frac{3}{2}\times\frac{1}{2}\mathrm{m}=\frac{3}{4}\mathrm{m}$$

长木板 A 速度

$$v'_{\mathrm{A}}=a_3 t_1=2\times 0.5\mathrm{m/s}=1\mathrm{m/s}$$

$t_1=0.5\mathrm{s}$内长木板 A 的位移

$$x_{\mathrm{A1}}=\frac{v'_{\mathrm{A}}}{2}\times t_1=\frac{1}{2}\times\frac{1}{2}\mathrm{m}=\frac{1}{4}\mathrm{m}$$

撤去力F之后小滑块 B 以加速度大小a_4减速，长木板 A 继续以加速度a_3加速，直到两者共

大鹏老师 大鹏老师 大鹏老师

速后一起做匀减速运动。由牛顿第二定律

$$\mu_1 m_B g = m_B a_4$$

解得

$$a_4 = \mu_1 g = 4\text{m/s}^2$$

设撤去力 F 之后经过 t_2 两者共速，设共同速度为 v，则

$$v = v_B - a_4 t_2 = v_A + a_3 t_2$$

解得

$$t_2 = \frac{1}{3}\text{s}$$

$$v = \frac{5}{3}\text{m/s}$$

在 t_2 时间内，小滑块 B 的位移

$$x_{B2} = \frac{v_B + v}{2} \times t_2 = \frac{3+\frac{5}{3}}{2} \times \frac{1}{3}\text{m} = \frac{7}{9}\text{m}$$

在 t_2 时间内，长木板 A 的位移

$$x_{A2} = \frac{v'_A + v}{2} \times t_2 = \frac{1+\frac{5}{3}}{2} \times \frac{1}{3}\text{m} = \frac{4}{9}\text{m}$$

最终 B 停在 A 上的位置到 A 左端的距离

$$\Delta x = x_{B1} + x_{B2} - (x_{A1} + x_{A2}) = \frac{3}{4}\text{m} + \frac{7}{9}\text{m} - (\frac{1}{4}\text{m} + \frac{4}{9}\text{m}) = \frac{5}{6}\text{m}$$

77．（1）a_1=2m/s^2，a_2=3m/s^2；（2）v_1=2m/s，v_2=3m/s；$v'_1 = v'_2$=3m/s；（3）L=1.35m．

【详解】（1）$0 \sim 1\text{s}$ 内，物块与平板间、平板与地面间的滑动摩擦力大小分别为：

$$f_1 = \mu_1 mg = 0.2\text{N}$$

$$f_2 = \mu_2 (M+m) g = 1.2\text{N}$$

设物块与平板间恰好滑动时，拉力为 F_0

由牛顿第二定律有 $F_0 - f_2 = (m+M)\frac{f_1}{m} = 1.8\text{N}$，因为 $F_1 = 2\text{N} > F_0 = 1.8\text{N}$，故物块与平板发生相对滑动．

对物块和平板由牛顿第二定律有：

$$a_1 = \frac{f_1}{m}$$

$$a_2 = \frac{F_1 - f_1 - f_2}{M}$$

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

（2）$0 \sim 1\text{s}$ 内，（$t_1 = 1\text{s}$），物块与平板均做匀加速直线运动，有：

$v_1 = a_1 t_1$；$v_2 = a_2 t_1$

解得：$v_1 = 2\text{m/s}$；$v_2 = 3\text{m/s}$

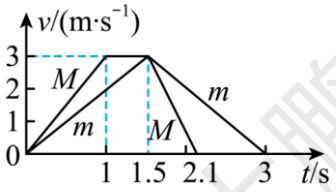
1～1.5s 内，（$t_2 = 1\text{s}$），由于水平向右的拉力 F_2=1.4N 恰好与 f_1+f_2 平衡，故平板做匀速直线运动，物块继续做匀加速直线运动直至与木板速度相同，有：

$v_1' = v_1 + a_1 t_2 = 3\text{m/s}$；$v_2' = v_2 = 3\text{m/s}$

（3）撤去拉力F后，物块和平板的加速度大小分别为：$a_1 = \frac{f_1}{m} = 2\text{m/s}^2$；$a_2 = \frac{f_2 - f_1}{M} = 5\text{m/s}^2$

物块和平板停下所用的时间分别为：$\Delta t_1 = \frac{v_1'}{a_1} = 1.5\text{s}$　$\Delta_{t_2} = \frac{v_2'}{a_2'} = 0.6\text{s}$

可画出物块、平板的速度-时间图象，如图所示，根据“速度-时间图象的面积表示位移”可知，1～1.5s 内，物块相对平板向左滑行的距离为：



$x_1 = \frac{1}{2} \times (1.5 - 1) \times 3\text{m} = 0.75\text{m}$

1.5～3s 内，物块相对平板向右滑行的距离为：$x_2 = \frac{1}{2} \times (3 - 2.1) \times 3\text{m} = 1.35\text{m}$

由于 $x_2 > x_1$ ，故：$L = x_2 = 1.35\text{m}$.

78.（1）5m/s，8.5m；（2）会撞，1m/s

【详解】（1）对物块 A，根据牛顿第二定律有

$$\mu_1 mg = ma_\text{A}$$

解得

$$a_\text{A} = 3\text{m/s}^2$$

方向水平向右，对长木板 B，根据牛顿第二定律有

$$\mu_1 mg + \mu_2 (m+m)g = ma_\text{B}$$

解得

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

方向水平向左，当 B 的速度为零时

$$v_0 = a_\text{B} t_1$$

则 A 的速度

$$v_{\mathrm{A}}=v_1-a_{\mathrm{A}}t_1$$

解得

$$v_{\mathrm{A}}=5\mathrm{m/s}$$

A 向左运动的位移

$$x_{\mathrm{A}}=v_1t_1-\frac{1}{2}a_{\mathrm{A}}t_1^{\ 2}$$

B 向右运动的位移

$$x_{\mathrm{B}}=v_0t_1-\frac{1}{2}a_{\mathrm{B}}t_1^{\ 2}$$

A 相对于 B 运动

$$\Delta x=x_{\mathrm{A}}+x_{\mathrm{B}}=8.5\mathrm{m}$$

方向水平向左

（2）之后长木板 B 向左加速，根据牛顿第二定律，有

$$\mu_1mg-\mu_2(m+m)g=ma_{\mathrm{B}}'$$

方向水平向左，A 继续向左减速，最后与 B 共速

$$v=v_{\mathrm{A}}-a_{\mathrm{A}}t_2=a_{\mathrm{B}}'t_2$$

B 向左运动

$$x_{\mathrm{B}}'=\frac{1}{2}a_{\mathrm{B}}'t_2^2$$

假设 AB 一起匀减速运动，根据

$$\mu_2 2mg\ =\ 2ma_0$$

解得

$$a_0=0.5\mathrm{m/s^2}$$

AB 间需要的最大静摩擦力

$$f_{需}\ =ma_0$$

解得

$$f_{需}\ =0.5\mathrm{N}$$

而 AB 间提供的最大静摩擦力

$$f_{供}\ =\mu_1mg=3\mathrm{N}>f_{需}$$

则 AB 一起做匀减速运动，即

$$\mu_2\cdot 2mg=2ma$$

解得

$$a=0.5\mathrm{m/s^2}$$

大鹏老师 大鹏老师 大鹏老师

AB 一起匀减速到零时，运动的位移

$$2ax = v^2$$

解得

$$x = 4\text{m}$$

由于

$$x + x'_{\text{B}} - x_{\text{B}} > L$$

所以 B 会撞挡板，此时有

$$-2a\left(L + x_{\text{B}} - x'_{\text{B}}\right) = v''^2_B - v^2$$

解得

$$v''_B = 1\text{m/s}$$

79．（1）t=$\frac{1}{3}$s；（2）B 点的横坐标为 F=1N，C 点的纵坐标$\frac{1}{s}$=1.5；

（3）$\frac{1}{s}=\frac{F+3}{4}$；（4）F=2N

【详解】（1）以初速度 v_0 为正方向，物块的加速度大小：$a_m=\mu g=2m/s^2$，木板的加速度大小：$a_M=\frac{\mu mg}{M}=4m/s^2$，由图乙知，恒力 F=0 时，物块在木板上相对于木板滑动的路程$\frac{1}{s}=1m^{-1}$，则 s=1m，可知板长 L=s=1m，滑块相对木板的路程：$L=v_0t-\frac{1}{2}a_mt^2-\frac{1}{2}a_Mt^2$，代入数据可得：t=$\frac{1}{3}$s；t=1s，当 t=1s 时，滑块的速度为 $v=v_0-a_mt=2m/s$，木板的速度为 $v=a_Mt=4m/s$，而当物块从木板右端滑离时，滑块的速度不可能小于木板的速度，故 t=1s 应舍弃，故所求时间为 t=$\frac{1}{3}$s

（2）①当 F 较小时，物块将从木板右端滑下，当 F 增大到某一值时物块恰好到达木板的右端，且两者具有共同速度 v，历时 t_1，则木板的加速度 $a_1=\frac{F+\mu mg}{M}=(2F+4)m/s^2$，速度关系有：$v=v_0-a_mt_1=a_1t_1$，相对位移：$s=\frac{v_0+v}{2}t_1-\frac{v}{2}t_1=\frac{v_0}{2}t_1$，联立解得：$\frac{1}{s}=\frac{F+3}{4}$，由图乙知，相对路程：s≤1m，代入解得：F≥1N，即 B 点的横坐标为 F=1N.

②当 F 继续增大时，物块减速、木板加速，两者在木板上某一位置具有共同速度；当两者共速后能保持相对静止（静摩擦力作用）一起以相同加速度 a 做匀加速运动，则对整体：a=$\frac{F}{M+m}$，对物块静摩擦力 f=ma，由于静摩擦力存在最大值，所以：f≤f_{max}=2N，可解得：F≤3N，把 F=3N 代入$\frac{1}{s}=\frac{F+3}{4}$，可得对应 C 点的纵坐标$\frac{1}{s}$=1.5.

（3）由上分析可知，BC 段恒力 F 的取值范围是 1N≤F≤3N，函数关系式是$\frac{1}{s}=\frac{F+3}{4}$.

（4）由于$\frac{1}{s}=\frac{5}{4}$=1.25＜1.5，还在 BC 段纵坐标 1—1.5 的范围内，所以把$\frac{1}{s}=\frac{5}{4}$代入函数关

系$\frac{1}{s}=\frac{F+3}{4}$可得，F=2N.

故答案为（1）t=$\frac{1}{3}$s；（2）B 点的横坐标为 F=1N，C 点的纵坐标$\frac{1}{s}$=1.5；（3）$\frac{1}{s}=\frac{F+3}{4}$；（4）F=2N

【点睛】滑块问题是物理模型中非常重要的模型，是学生物理建模能力培养的典型模型．滑块问题的解决非常灵活，针对受力分析、运动分析以及牛顿第二定律的掌握，还有相对运动的分析，特别是摩擦力的变化，都是难点所在．本题通过非常规的图象来分析滑块的运动，要能从图中读懂物体的运动．

80．（1）$4\text{m}/\text{s}^2$，0.8m/s^2；（2）7.29m；（3）22.4m 或 29.9m

【详解】（1）物块加速度

$$\mu_1 mg = ma$$

得

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

对木板有

$$\mu_1 mg - \mu_2 (M+m) g = Ma_1$$

可得

$$a_1 = 0.8\text{m/s}^2$$

（2）①若只有木板和墙壁碰撞，设木板向右加速与墙壁第一次碰撞速度为v_1，则有

$$v_1 = \sqrt{2a_1 L} = 1.6\text{m/s}$$

碰撞后反向向左减速，加速度为a_2，则有

$$\mu_1 mg + \mu_2 (M+m) g = Ma_2$$

可得

$$a_2 = 3.2\text{m/s}^2$$

向左运动的最大距离为

$$L_1 = \frac{v_1^2}{2a_2} = \frac{1}{4}L = 0.4\text{m}$$

②若物块所在位置合适，则物块未与木板共速时就将同时与墙壁碰撞，则对木板，所用时间为

$$v_1 = a_1 t_1$$

解得

$$t_1 = 2\text{s}$$

则物块与墙壁碰撞时的速度为

$$v_2 = v_0 - a t_1$$

解得

$$v_2 = 8\text{m/s}$$

二者同时反弹，则物块继续做匀减速直线运动，木板做匀加速直线运动，则二者反弹到共速时有

$$v_2-at_2=v_1+a_1t_2=v_{共}$$

解得

$$t_2=\frac{4}{3}\text{s}，\quad v_{共}=\frac{8}{3}\text{m/s}$$

则 t_2 时间内木板向左移动的距离为

$$x_1=v_1t_2+\frac{1}{2}a_1t_2^2$$

解得

$$x_1=\frac{128}{45}\text{m}$$

二者共速后，设物块与木板能一起做匀减速直线运动，则整体的加速度为

$$(M+m)a_{共}=\mu_2(m+M)g$$

解得

$$a_{共}=0.8\text{m/s}^2<a$$

则假设成立，二者一起向左做匀减速直线运动，故长再次向左运动的位移为

$$v_{共}^2=2a_{共}x_2$$

解得

$$x_2=\frac{40}{9}\text{m}$$

则此情况下木板向左运动的最远位移为

$$x=x_1+x_2\approx 7.29\text{m}$$

综上分析，若木板第一次与墙壁碰撞时，物块未与木板共速，木板第一次向左运动的最大距离为 7.29m。

（3）木板第一次向右加速的时间为 t_{11}，则有

$$v_1=a_1t_{11}$$

可得

$$t_{11}=2\text{s}$$

木板第一次反向减速的时间为 t_{12}，则有

$$v_1=a_2t_{12}$$

可得

$$t_{12}=\frac{a_1}{a_2}t_{11}=\frac{1}{4}t_{11}=\frac{1}{2}\text{s}$$

因此第一个来回用的时间

$$t_1=t_{11}+t_{12}=\frac{5}{4}t_{11}=\frac{5}{2}\text{s}$$

第二次向右加速的时间为 t_{21}，则有

大鹏老师 大鹏老师 大鹏老师

$$L_1=\frac{1}{2}a_1t_{21}^2$$

可得

$$t_{21}=\frac{1}{2}t_{11}=1\text{s}$$

同理

$$t_{22}=\frac{1}{4}t_{21},\quad t_2=t_{21}+t_{22}=\frac{5}{4}t_{21}=\frac{5}{4}\text{s}=\frac{1}{2}t_1$$

于是有

$$t_n=\left(\frac{1}{2}\right)^{n-1}t_1,\quad t_{n1}=\left(\frac{1}{2}\right)^{n-1}t_{11}$$

设木板在第 n 次与墙壁相碰时，物块同时撞上墙壁，则所用总的时间为

$$T_n=\sum_{n=1}^{n-1}t_n+t_{n1}$$

可得

$$T_n=\left[5-3\times\left(\frac{1}{2}\right)^{n-1}\right]\text{s}$$

物块一直做匀减速运动，则有

$$l_n+L=v_0T_n-\frac{1}{2}aT_n^2$$

可得，当 n=1 时

$$l_1=22.4\text{m}$$

当 n=2 时

$$l_2=29.9\text{m}$$

当 n=3 时，物块末速度

$$v=v_0-aT_3=-1\text{m/s}$$

不满足题意，舍掉。

81.（1）$a_1=2\text{m/s}^2$，小物块的加速度的方向沿斜面向下，$a_2=2\text{m/s}^2$，木板的加速度的方向沿斜面向上；（2）7m/s；（3）5 次，$\frac{14}{9}\text{m}$

【详解】（1）0 至 1s 时间内，小物块的加速度的大小为

$$mg\sin37^\circ+\mu mg\cos37^\circ-F_0=ma_1$$

解得

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

小物块的加速度的方向沿斜面向下

0 至 1s 时间内，木板的加速度的大小为

$$Mg\sin 37^\circ - \mu mg\cos 37^\circ = Ma_2$$

解得

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

木板的加速度的方向沿斜面向上

（2）0 至 1s 时间内，小物块沿斜面向上做匀减速运动有

$$v_1 = v_0 - a_1 t_1 = 2\text{m/s}$$

$$s_1 = v_0 t_1 - \frac{1}{2} a_1 t_1^{\ 2} = 3\text{m}$$

0 至 1s 时间内，木板沿斜面向上做匀加速运动有

$$v_2 = a_2 t_1 = 2\text{m/s}$$

$$s_2 = \frac{1}{2} a_2 t_1^{\ 2} = 1\text{m}$$

则 1s 时，小物块与木板达到共同速度，且外力变为$\frac{3}{4}F_0$，此时小物块和木板一起做匀减速度运动，则有

$$Mg\sin 37^\circ + mg\sin 37^\circ - \frac{3}{4}F_0 = (M+m)a_3$$

解得

$$a_3 = 2\text{m/s}^2$$

加速度的方向沿斜面向下

小物块和木板一起做匀减速度运动到速度为 0 时，通过的位移为

$$s_3 = \frac{v_2^{\ 2}}{2a_3} = 1\text{m}$$

小物块和木板一起做匀减速度运动到速度为 0 后，再相同的加速度沿斜面向下做匀加速度直线运动，则有

$$v_3^{\ 2} = 2a_3(s + s_1 + s_3)$$

解得木板第一次与挡板碰撞时的速度的大小为

$$v_3 = 7\text{m/s}$$

（3）1s 时，小物块到木板左端的距离为

$$l_1 = l + (s_2 - s_1) = 56\text{m}$$

当木板第一次与弹性薄挡板相碰时，撤去施加在小物块上的外力，则木板的加速度的大小为

$$Mg\sin 37^\circ + \mu mg\cos 37^\circ = Ma_4$$

解得

$$a_4 = 14\text{m/s}^2$$

小物块的加速度的大小为

$$mg\sin 37^\circ + \mu mg\cos 37^\circ = ma_5$$

解得

$$a_5 = 2\text{m/s}^2$$

木板做减速度运动，减速到 0 时，所用时间为

$$t_2 = \frac{v_3}{a_4} = 0.5\text{s}$$

此过程小物块的位移大小为

$$x_1 = v_3 t_2 + \frac{1}{2}a_5 t_2^{\ 2} = 3.75\text{m}$$

此过程木板的位移大小为

$$s_1' = \frac{v_3^{\ 2}}{2a_4} = 1.75\text{m}$$

则这段时间内，小物块与木板的相对位移为

$$\Delta l_1 = x_1 + s_1' = 5.5\text{m}$$

木板速度减为 0 时，小物块的速度大小为

$$v_4 = v_3 + a_5 t_2 = 8\text{m/s}$$

设再经过t_3 ，木板与挡板第二次碰撞，且碰撞时的速度为v'，则有

$$v' = \sqrt{2a_4 s_1'} = 7\text{m/s}$$

$$t_3 = \frac{v'}{a_4} = 0.5\text{s}$$

此过程小物块的位移大小为

$$x_2 = v_4 t_3 + \frac{1}{2}a_5 t_3^{\ 2} = 4.25\text{m}$$

此过程木板的位移大小为

$$s_2' = \frac{v'^2}{2a_4} = 1.75\text{m}$$

则这段时间内，小物块与木板的相对位移为

$$\Delta l_2 = x_2 - s_2' = 2.5\text{m}$$

木板与挡板第二次碰撞时，小物块的速度大小为

$$v_5 = v_4 + a_5 t_3 = 9\text{m/s}$$

木板与挡板第一次碰撞和第二次碰撞之间小物块与木板的总相对位移为

$$\Delta l = \Delta l_1 + \Delta l_2 = 8\text{m}$$

大鹏老师 大鹏老师 大鹏老师

根据以上分析可知，木板每次与挡板碰撞时的速度大小均为$v=7\text{m/s}$，并且由于小物体一直做匀加速运动，所以从木板第一次与挡板碰撞开始，之后的每两次相领碰撞过程中，小物块与木板相对位移都会比前一次多 2m，由此可知，第 2 次和第 1 次碰撞之间的过程中，小物块和木板的相对位移为 8m，第 3 次和第 2 次碰撞之间的过程中，小物块和木板的相对位移为 10m，第 4 次和第 3 次碰撞之间的过程中，小物块和木板的相对位移为 12m…

按照上面的推演可知，木板与挡板第 5 次碰撞时，小物块距离木板的左端的距离为

$$l_2=l_1-(8+10+12+14)\text{m}=12\text{m}$$

小物块的速度为

$$v_5'=v_5+3a_5(2t_3)=15\text{m/s}$$

木板反弹后达到速度为 0 的过程中，小物块和木板的相对位移为

$$\Delta l'=\Delta l_1'+\Delta l_2'=9.5\text{m}$$

所以木板速度减为 0 时，小物块到木板左端的距离为 2.5m，小物块的速度大小为$v_6'=16\text{m/s}$，

再经过时间t_4，小物块从木板左端滑出，则有

$$v_6't_4+\frac{1}{2}a_5t_4^2-\frac{1}{2}a_4t_4^2=l''=2.5\text{m}$$

解得

$$t_4=\frac{1}{6}\text{s}$$

从木板与挡板第一次碰撞到小物块滑出木板瞬间所经过的时间为

$$t_{总}=4.5\text{s}+\frac{1}{6}\text{s}=\frac{14}{3}\text{s}$$

小物块的位移大小为

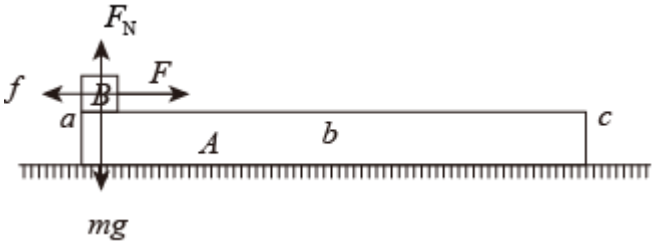
$$x_{总}=v_3t_{总}+\frac{1}{2}a_5t_{总}^2=\frac{490}{9}\text{m}$$

所以滑出瞬间小物块与挡板间的距离为

$$\Delta L=l_1-x_{总}=\frac{14}{9}\text{m}$$

82．(1)v_0=2m/s；(2)s=1.60m

【详解】(1) 滑块 B 从 a 点到 b 的过程中，受力如图所示



其中

$$F_N=mg$$

$$f=\mu_1mg=0.2\times1\text{kg}\times10\text{m/s}^2=2\text{N}$$

$$F-f=ma$$

带入数值可得$a=2\text{m/s}^2$，再由

$$2a\frac{L}{2}=v_0^2$$

可得

$$v_0=2.0\text{m/s}$$

(2)A 下表面受到的最大静摩擦力是

$$f_1=\mu F_{\text{N}}^{'}=\mu(M+m)g=2\text{N}$$

则

$$f_1=f$$

所以 A 静止，则 B 到中点以后水平方向只是摩擦力

$$f_2=\mu_2 mg=6\text{N}$$

则

$$a^{'}=\frac{f_2}{m}=6\text{m/s}^2$$

这个过程中 A 加速度

$$a_{\text{A}}=\frac{f_2-f_1}{M}=4\text{m/s}^2$$

设经过时间 t 两者共速，则

$$v=v_0-a^{'}t,\ v=a_{\text{A}}t$$

带入数值可得

$$t=0.2\text{s},\ v=0.8\text{m/s}$$

则

$$x_1=v_0t-\frac{1}{2}a^{'}t^2=0.28\text{m}$$

共速后，整体水平方向只受地面的摩擦力，加速度为

$$a^{''}=\frac{f_3}{M+m}=\mu g=1\text{m/s}^2$$

滑行距离

$$x_2=\frac{v^2}{2a^{''}}=0.32\text{m}$$

则整个运动过程 B 的位移

$$s=\frac{L}{2}+x_1+x_2=1.6\text{m}$$

83．（1）$a=\frac{7}{3}\text{m/s}^2$；（2）13.2m

【详解】（1）因物块 c 始终保持静止，可知

$$\mu\cdot 0.5mg\cos 37^\circ=0.5mg\sin 37^\circ$$

解得

大鹏老师 大鹏老师 大鹏老师

$$\mu=0.75$$

对 ab 的整体，由牛顿第二定律

$$2mg\sin 53°-mg\sin 37°-0.5mg\sin 37°=3ma$$

解得

$$a=\frac{7}{3}\text{m/s}^2$$

（2）绳断时，对 b 木板分析，有

$$mg\sin 37°+\mu 0.5mg\sin 37°=ma_1$$

解得

$$a_1=9\text{m/s}^2$$

当 $t=3\text{s}$ 时

$$v=at=7\text{m/s}$$

所以至少需要的距离为

$$x=\frac{v^2}{2a}+\frac{v^2}{2a_1}=13.2\text{m}$$

84．（1）2m/s；（2）$\frac{8}{15}\text{m}$；（3）0.8m

【详解】（1）若两者保持相对静止，在恒力作用下一起向左加速，有

$$a=\frac{F}{M+m}=2.5\text{m/s}^2$$

由于 $a=2.5\text{m/s}^2<\mu g=5\text{m/s}^2$ 故两者一起向左加速，由 $v_1^2=2aL$，得

$$v_1=2\text{m/s}$$

（2）平板反弹后，物块加速度大小为 $a_1=\mu g=5\text{m/s}^2$ 方向水平向右，物块向左匀减速运动

平板的加速度

$$a_2=\frac{F+\mu mg}{M}=10\text{m/s}^2$$，方向水平向左

以向左为正方向，经 t_1 时间到达共速，由

$$v_1-a_1t_1=-v_1+a_2t_2$$

得

$$t_1=\frac{4}{15}\text{s}$$

共同速度为

$$v_{共1}=v_1-a_1t_1=\frac{2}{3}\text{m/s}$$，方向向左

从第一次碰撞到共速的过程中，物块的位移

$$x_1=\frac{v_1+v_{共1}}{2}t_1=\frac{16}{45}\text{m}$$

平板的位移

$$x_2=\frac{-v_1+v_{共1}}{2}t_1=-\frac{8}{45}\text{m}$$

物块相对平板的位移

$$\Delta x_1=x_1-x_2=\frac{8}{15}\text{m}$$

（3）法一：设第 n 次碰撞速度为 v_n，经过 t_n 时间，达到第 n 次共速，有

$$v_{共n}=v_n-a_1\times t_n=-v_n+a_2\times t_n$$

得

$$t_n=\frac{2}{15}v_n,\quad v_{共n}=\frac{1}{3}v_n$$

平板的位移

$$x_{2n}=\frac{-v_n+v_{共n}}{2}t_n$$

物块和平板一起向左运动

$$2ax_{2n}=v_{n+1}^2-v_n^2$$

得

$$v_{n+1}=\frac{\sqrt{3}}{3}v_n$$

可得

$$\Delta x_{n+1}=\frac{1}{3}\Delta x_n$$

得

$$\Delta x_n=\left(\frac{1}{3}\right)^{n-1}\times\frac{8}{15}\text{m}$$

由求和公式

$$S_n=\frac{\frac{8}{15}\left[1-\left(\frac{1}{3}\right)^n\right]}{1-\frac{1}{3}}=0.8\text{m}$$

法二：设相对位移为 S_n，全过程由能量守恒定律得

$$\mu mgS_n=FL$$

解得

$$S_n=0.8\text{m}$$

85.（1）$3N<F\le 9N$　（2）$2m/s$　（3）18m

【分析】(1)根据木板受到地面的最大静摩擦力求出 F 的最小值，根据牛顿第二定律求出 m 不发生相对滑动的最大加速度，对整体分析，根据牛顿第二定律求出最大拉力，从而得出 F

大鹏老师 大鹏老师 大鹏老师

的范围；
(2)当 F=13N 时，M 和 m 发生相对滑动，根据牛顿第二定律分别求出 m 和 M 的加速度，结合位移关系，运用运动学公式求出滑离时经历的时间，根据速度时间公式求出物块滑离木板时的速度大小.
(3)物块落地后做减速运动求出位移，木板做加速运动求出位移，二者的距离之和为所求的解.

【详解】(1) 地面对木板的滑动摩擦力 $f=\mu_2(M+m)g=0.1\times30N=3N$

物块的最大加速度：$a_m=\frac{\mu_1 mg}{m}=\mu_1 g=0.2\times10m/s^2=2m/s^2$，

根据牛顿第二定律得，$F_m-f=(M+m)a_m$，代入数据解得 F 的最大值 $F_m=9N$，

要使木板运动，且物块不滑动，则 $3N<F\le9N$.

$(2)F>9N$，所以物块与木板发生相对滑动，物块的加速

$a_1=\frac{\mu_1 mg}{m}=\mu_1 g=2m/s^2$，

木板的加速度 $a_2=\frac{F-f-\mu_1 mg}{M}=\frac{13-3-0.2\times10}{2}m/s^2=4m/s^2$，

设经 t 时间物块从木板滑离，则 $L=\frac{1}{2}a_2t^2-\frac{1}{2}a_1t^2$，代入数据解得 $t=1s$，

物块滑离木板时的速度 $v=a_1t=2\times1m/s=2m/s$；

(3) 落地后物块加速度：$a_1^{'}=\frac{\mu_2 mg}{m}=-\mu_2 g=-1m/s^2$，

物块落点后运动的时间：$t'=\frac{v}{a_1^{'}}=2s$

木块的加速度：$a_2^{'}=\frac{F-\mu_2 Mg}{M}=5.5m/s^2$，物块滑落时木板的速度：$v_2=a_2t=4m/s$，

距离：$x=L+\frac{1}{2}a_2^{'}t^{'2}+v_2t'-\frac{1}{2}vt'=18m$.

【点睛】解决本题的关键理清物块和木板在整个过程中的运动规律，结合牛顿第二定律和运动学公式综合求解，难度中等.

86.（1）4m；（2）不会；（3）3m

【详解】（1）设麻袋经时间 t_1 下落到平板车上，由运动学公式得

$$h_1-h_2=\frac{1}{2}gt_1^2$$

平板车在 t_1 时间内前进的距离为 x_1，则

$$x_1=v_0t_1$$

所以麻袋在平板车上的落点距车左端距离

$$s'=L+s-x_1=4\text{m}$$

（2）经过时间 t_2 麻袋和板车的速度相同，则有

$$v=v_0-a_1t_2=a_2t_2$$

在这段时间内平板车的位移为

$$x_2=\frac{v_0+v}{2}t_2$$

麻袋的位移为

$$x_3=\frac{v}{2}t_2$$

麻袋相对平板车向后的位移为

$$\Delta x_1=x_2-x_3=3\text{m}<4\text{m}$$

故不会滑至平板车的左端。

（3）速度相同后，由于

$$a_1>a_2$$

麻袋和平板车不能保存相对静止，分别以 a_1、a_2 做匀减速运动直到静止，平板车的位移为

$$x_4=\frac{v^2}{2a_1}$$

麻装的位移为

$$x_5=\frac{v^2}{2a_2}$$

麻袋相对车向前的位移为

$$\Delta x_2=x_5-x_4=0.5\text{m}<\Delta x_1=3\text{m}$$

则摩擦痕迹长为 3m。

87.（1）19N；（2）物块不会滑离长木板；（3）15N

【详解】（1）拉力作用下长木板沿斜面由静止开始向上做匀加速运动，物块离开长木板，说明物块从木板的下方离开木板，对物块受力分析根据牛顿第二定律得

$$mg\sin\theta-\mu mg\cos\theta=ma_1$$

解得

$$a_1=0$$

故物块相对于地面静止，经 1s 时间，物块刚好离开长木板，可知木板的位移为长木板的长度，得木板的加速度为

$$a=\frac{2L}{t^2}=2\text{m/s}^2$$

由牛顿第二定律得

$$F-\mu mg\cos\alpha-Mg\sin\alpha=Ma$$

解得

$$F=19\text{N}$$

（2）木板向上加速，当物块相对长木板运动至长木板中点时，木板的速度为

$$v_1^2=2a\frac{L}{2}$$

解得

$$v_1=\sqrt{2}\text{m/s}$$

大鹏老师

撤去拉力木板相对于物块继续向上运动，故物块的受力不变，木板受力改变，加速度变化，根据牛顿第二定律

$$Mg\sin\alpha+\mu mg\cos\alpha=Ma'$$

解得

$$a'=7.5\text{m/s}^2$$

达到共速前长木板运动的位移为

$$x=\frac{v_1^2}{2a'}=\frac{2}{15}\text{m}$$

$$x<\left(L-\frac{L}{2}\right)=0.5\text{m}$$

故物块不会滑离长木板；

（3）当长木板的速度刚好为零时，物块和木板相对静止，立即给长木板施加一个沿斜面向下的拉力，物块受到的摩擦力沿斜面向下，物块不从长木板上滑离即相对静止时加速度相同，一起运动。

施加的拉力最大时，物块和长木板的加速度最大，对物块分析，物块的加速度最大时，接触面的摩擦力达到最大静摩擦力，根据牛顿第二定律得

$$mg\sin\alpha+\mu mg\cos\alpha=ma_{\text{m}}$$

解得

$$a_{\text{m}}=12\text{m/s}^2$$

对木板受力分析根据牛顿第二定律得

$$F_{\text{m}}+Mg\sin\alpha-\mu mg\cos\alpha=Ma_{\text{m}}$$

解得

$$F_{\text{m}}=15\text{N}$$

88.（1）6m/s^2，2m/s^2，1m/s^2，2m/s^2；（2）6m/s，1m/s；（3）10m

【详解】（1）小滑块在平板 AB 上运动时

$$mg\sin37°=ma_1$$

解得

$$a_1=6\text{m/s}^2$$

小滑块在斜面上运动时

$$mg\sin37°-\mu mg\cos37°=ma_2$$

解得

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

小滑块在平板 AB 上运动时，平板 AB

$$Mg\sin37°-\mu(M+m)g\cos37°=Ma_1'$$

解得

$$a_1' = 1\text{m/s}^2$$

滑块滑离平板后，平板由

$$Mg\sin 37° - \mu Mg\cos 37° = Ma_2'$$

解得

$$a_2' = 1\text{m/s}^2$$

（2）设滑块在平板上的过程，所用时间为t_1，则：

$$x_1 = \frac{1}{2}a_1 t_1^2$$

$$x_1' = \frac{1}{2}a_1' t_1^2$$

$$x_1 - x_1' = L$$

解得

$$x_1 = 3\text{m}$$

$$x_1' = 0.5\text{m}$$

$$t_1 = 1\text{s}$$

滑块滑离平板时的速度为

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

此时平板的速度

$$v' = a_1' t_1 = 1\text{m/s}$$

（3）设滑块离开平板后滑到斜面底端C所用的时间为t_2
对滑块

$$x_2 = L_1 + L_2 - x_1 = vt_2 + \frac{1}{2}a_2 t_2^2$$

解得

$$t_2 = 2\text{s}$$

在这段时间平板下滑的距离

$$x_2' = vt_2 + \frac{1}{2}a_2' t_2^2 = 6\text{m}$$

则平板下端距离小滑块的距离

$$\Delta L = x_2 - x_2' = 10\text{m}$$

89．（1）1m/s^2；（2）5m；（3）不相撞；2.4m

【详解】（1）设$t = 0$时长木板的加速度大小为a_1，则对木板，根据牛顿第二定律有

$$\mu_2 mg-\mu_1\left(M+m+m\right)g=Ma_1$$

解得

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

（2）设$0\sim3\text{s}$内，物体A的加速度大小为a_2，位移大小为x_1，物体B的位移大小为x_2，根据牛顿第二定律有

$$F-\mu_2 mg=ma_2$$

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

物体A的位移大小为

$$x_1=\frac{1}{2}a_2t_1^2$$

物体B的位移大小为

$$x_2=v_0t_1$$

$$L-l_1=x_1-x_2$$

解得

$$L=5\text{m}$$

（3）$t_2=2\text{s}$时，物块A的速度为

$$v_{\text{A}}=a_2t_2=4\text{m/s}$$

物体A的位移为

$$x_{\text{A}}=\frac{1}{2}a_2t_2^2=4\text{m}$$

长木板的速度为

$$v_{木}=a_1t_1=2\text{m/s}$$

长木板的位移为

$$x_{木}=\frac{1}{2}a_1t_1^2=2\text{m}$$

物体B的位移为

$$x_{\text{B}}=v_0t_2=4\text{m}$$

$t_2=2\text{s}$时，物体B相对长木板的位移恰好满足

$$\Delta x_1=x_{\text{B}}-x_{木}=2\text{m}=l_1$$

即B恰好在长木板的最右端；
物体A相对长木板的位移

$$\Delta S_1=x_{\text{A}}-x_{木}=2\text{m}$$

大鹏老师 大鹏老师 大鹏老师

可知 A 离长木板右端距离

$$L-\Delta S_1=3\text{m}$$

设撤去推力 F 后物体 A 的加速度大小为 a_2'，根据牛顿第二定律得

$$\mu_2 mg=ma_2'$$

解得

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

物体 A 与木板的共同速度设为 $v_{共}$ ，则

$$v_{共}=v_{\text{A}}-a_2't_3=v_{木}+a_1t_3$$

解得

$$t_3=0.4\text{s}$$

$$v_{共}=2.4\text{m/s}$$

故在 $t=2.4\text{s}$ 时物体 A 和长木板达到共同的速度 2.4m/s

在 $t_3=0.4\text{s}$ 时间内，物体 A 相对长木板的位移为

$$\Delta S_2=\frac{v_{\text{A}}+v_{共}}{2}t_3-\frac{v_{木}+v_{共}}{2}t_3=0.4\text{m}$$

此时 B 距离长木板右端距离为

$$\Delta X_2=\frac{v_{木}+v_{共}}{2}t_3-v_0t_3=0.08\text{m}$$

此时物体 A 到 B 的距离为

$$\Delta S_3=L-\Delta S_1-\Delta S_2-\Delta X_2=2.52\text{m}$$

由于 $\mu_2>\mu_1$，此后 A 与长木板一起开始做匀减速直线运动，加速度大小为

$$a_{共}=\frac{\mu_1(M+m+m)g}{M+m}=\frac{2}{3}\text{m/s}^2$$

设经过时间 t_4 木板与物体 B 达到共同速度，则

$$v_{共1}=v_{共}-a_{共}t_4=v_0$$

解得

$$t_4=0.6\text{s}$$

故在 $t_4=0.6\text{s}$ 内 A 相对物体 B 位移

大鹏老师 大鹏老师 大鹏老师

$$\Delta S_4 = \frac{v_{共}+v_0}{2}t_4 - v_0 t_4 = 0.12\text{m}$$

此时 A 与 B 距离为

$$\Delta S_3 - \Delta S_4 = 2.4\text{m}$$

此后 B 做匀速运动，A 与长木板一起做减速运动，不会相撞。
物体 A 与 B 之间的最小距离为

$$d = \Delta S_3 - \Delta S_4 = 2.4\text{m}$$

90．（1）6.5m/s^2，2.5m/s^2；（2）4.5m/s；（3）3.6m

【详解】（1）设 F 作用的1.0s内 A、B 的加速度大小分别为a_1、a_2，则对 A、B 分别受力分析由牛顿第二定律可得

$$F + mg\sin\theta - \mu mg\cos\theta = ma_1$$

$$mg\sin\theta + \mu mg\cos\theta - \mu_0 \cdot 2mg\cos\theta = ma_2$$

代入数据可得

$$a_1 = 6.5\text{m/s}^2$$

$$a_2 = 2.5\text{m/s}^2$$

（2）刚撤去 F 时 A 的加速度不变 B 的加速度设为a_3，对 B 受力分析由牛顿第二定律得

$$\mu mg\cos\theta - mg\sin\theta = ma_3$$

代入数据可得

$$a_3 = 2.5\text{m/s}^2$$

A 继续加速 B 以a_3减速直至共速，设 F 作用的时间为 t，撤去 F 后经t' 两者达到共同速度v_1 则

$$v_1 = a_1 t - a_3 t' = a_2(t + t')$$

代入数据可得

$$v_1 = 4.5\text{m/s}，\ t' = 0.8\text{s}$$

因$\mu > \mu_0 = \tan\theta$，之后 0.2s 两者一起匀速直至与第一个固定挡板碰撞，故 A 与挡板 1 碰撞时的速度大小

$$v_1 = 4.5\text{m/s}$$

（3）与第一个挡板碰前 B 相对于 A 滑行的路程

$$s_0=\frac{1}{2}a_1t^2+\frac{a_1t+v_1}{2}t'-\frac{v_1}{2}(t+t')=3.6\text{m}$$

与第一个挡板碰后瞬间 B 速度不变之后以a_3减速，A 速度大小不变方向相反，设其加速度为a_4，受力分析由牛顿第二定律可得

$$mg\sin\theta+\mu mg\cos\theta+\mu_0\cdot 2mg\cos\theta=ma_4$$

代入数据可得

$$a_4=22.5\text{m/s}^2$$

则 A 速度先减速到 0，其位移x_1及所用时间t_1

$$x_1=\frac{v_1^2}{2a_4}=0.45\text{m}$$

$$t_1=\frac{v_1}{a_4}=0.2\text{s}$$

之后 A 以a_2反向沿斜面向下加速 B 仍以a_3减速至达到共同速度v_2，用时t_1'，则

$$v_2=v_1-a_3(t_1+t_1')=a_2t_1'$$

代入数据可得

$$v_2=2\text{m/s}$$

$$t_2'=0.8\text{s}$$

A 沿斜面加速的位移x_1'

$$x_1'=\frac{v_2^2}{2a_2}=0.8\text{m}$$

由几何关系可知此时 A 距离第二个固定挡板还有

$$0.4\text{m}+0.45\text{m}-0.8\text{m}=0.05\text{m}$$

因$\mu>\mu_0=\tan\theta$，两者一起匀速直至与第二个固定挡板碰撞，与第一个固定挡板碰撞到与第二个固定挡板碰撞这个过程 B 相对于 A 滑行

$$s_1=\frac{v_1^2-v_2^2}{2a_3}+x_1-x_1'=2.9\text{m}$$

之后的过程与此类似，可以以此类推设，与第 n 个固定挡板碰撞时的速度为v_n ，则有

$$v_{n+1}=v_n-a_3(\frac{v_n}{a_4}+\frac{v_{n+1}}{a_2})$$

大鹏老师 大鹏老师 大鹏老师

即

$$v_{n+1}=\frac{4}{9}v_n$$

与第 n 个固定挡板碰撞后至与第 n+1 个固定挡板碰撞前 B 相对于 A 滑行的路程

$$s_n=\frac{v_n^2-v_{n+1}^2}{2a_3}+\frac{v_n^2}{2a_4}-\frac{v_{n+1}^2}{2a_2}$$

$$s_{n+1}=\frac{v_{n+1}^2-v_{n+2}^2}{2a_3}+\frac{v_{n+1}^2}{2a_4}-\frac{v_{n+2}^2}{2a_2}$$

即

$$s_{n+1}=\frac{16}{81}s_n$$

故 B 在 A 上面滑行时，B 相对于 A 滑行的总路程

$$s=s_0+s_1+s_2+s_3+\cdots+s_n$$

其中 $n\to\infty$，代入数据可得

$$s\approx 3.6\text{m}$$

大鹏老师
大鹏老师
大鹏老师