

## 专题 03 牛顿运动定律

### 2024 // 高考真题 //

1. (2024 浙江 1 月考题) 1. 下列属于国际单位制基本单位符号的是 ( )

- A. s                      B. N                      C. F                      D. T

【答案】A

【解析】国际单位制中的基本单位分别是：长度的单位是米，符号 m；质量的单位是千克，符号 kg；时间的单位是秒，符号 s；电流的单位是安培，符号是 A；热力学温度的单位是开尔文，符号 K；物质的量单位是摩尔，符号 mol；发光强度的单位是坎德拉，符号 cd。

故选 A。

2. (2024 年山东卷考题) 2. 如图所示，国产人形机器人“天工”能平稳通过斜坡。若它可以在倾角不大于  $30^\circ$  的斜坡上稳定地站立和行走，且最大静摩擦力等于滑动摩擦力，则它的脚和斜面间的动摩擦因数不能小于 ( )



- A.  $\frac{1}{2}$                       B.  $\frac{\sqrt{3}}{3}$                       C.  $\frac{\sqrt{2}}{2}$                       D.  $\frac{\sqrt{3}}{2}$

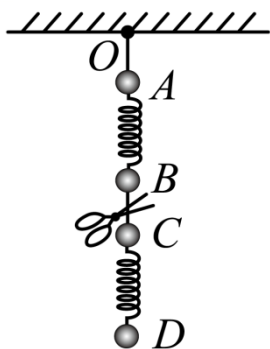
【答案】B

【解析】根据题意可知机器人“天工”它可以在倾角不大于  $30^\circ$  的斜坡上稳定地站立和行走，对“天工”分析有  $mg \sin 30^\circ \leq \mu mg \cos 30^\circ$

可得  $\mu \geq \tan 30^\circ = \frac{\sqrt{3}}{3}$

故选 B。

3. (2024 年湖南卷考题) 3. 如图，质量分别为  $4m$ 、 $3m$ 、 $2m$ 、 $m$  的四个小球 A、B、C、D，通过细线或轻弹簧互相连接，悬挂于 O 点，处于静止状态，重力加速度为  $g$ 。若将 B、C 间的细线剪断，则剪断瞬间 B 和 C 的加速度大小分别为 ( )



- A.  $g, 1.5g$     B.  $2g, 1.5g$     C.  $2g, 0.5g$     D.  $g, 0.5g$

【答案】A

【解析】剪断前，对BCD分析  $F_{AB} = (3m + 2m + m)g$

对D  $F_{CD} = mg$

剪断后，对B  $F_{AB} - 3mg = 3ma_B$

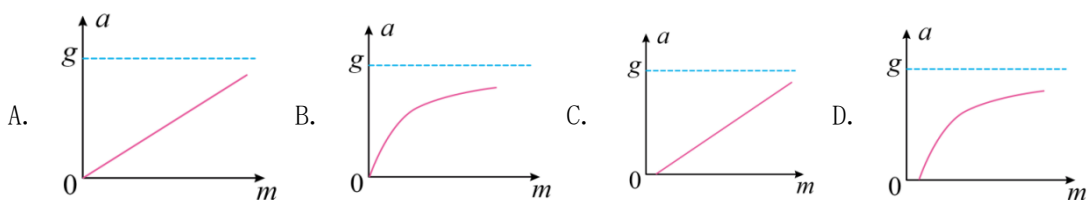
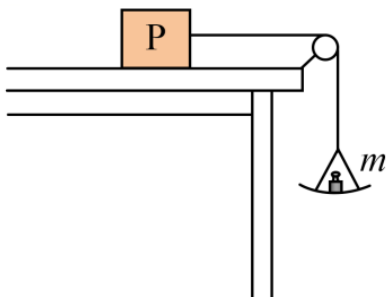
解得  $a_B = g$

方向竖直向上；对C  $F_{DC} + 2mg = 2ma_C$

解得  $a_C = 1.5g$ ，方向竖直向下。

故选A。

4. (2024 全国甲卷考题) 2. 如图，一轻绳跨过光滑定滑轮，绳的一端系物块P，P置于水平桌面上，与桌面间存在摩擦；绳的另一端悬挂一轻盘（质量可忽略），盘中放置砝码。改变盘中砝码总质量  $m$ ，并测量P的加速度大小  $a$ ，得到  $a-m$  图像。重力加速度大小为  $g$ 。在下列  $a-m$  图像中，可能正确的是（ ）



【答案】D

【解析】设P的质量为  $M$ ，P与桌面的动摩擦力为  $f$ ；以P为对象，根据牛顿第二定律可得

$$T - f = Ma$$

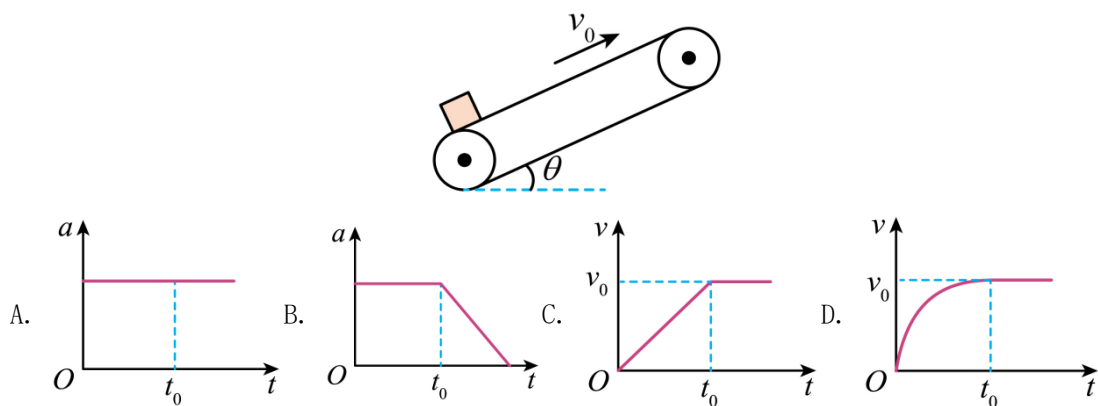
以盘和砝码为对象，根据牛顿第二定律可得  $mg - T = ma$

联立可得 
$$a = \frac{mg - f}{M + m} = \frac{g - \frac{f}{m}}{M + m} \cdot m$$

可知当砝码的重力大于  $f$  时，才有一定的加速度，当  $m$  趋于无穷大时，加速度趋近等于  $g$ 。

故选 D。

5. (2024 年安徽卷考题) 4. 倾角为  $\theta$  的传送带以恒定速率  $v_0$  顺时针转动。  $t = 0$  时在传送带底端无初速轻放一小物块，如图所示。  $t_0$  时刻物块运动到传送带中间某位置，速度达到  $v_0$ 。不计空气阻力，则物块从传送带底端运动到顶端的过程中，加速度  $a$ 、速度  $v$  随时间  $t$  变化的关系图线可能正确的是 ( )



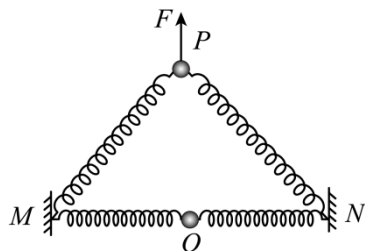
【答案】 C

【解析】  $0 \sim t_0$  时间内：物体轻放在传送带上，做加速运动。受力分析可知，物体受重力、支持力、滑动摩擦力，滑动摩擦力大于重力的下滑分力，合力不变，故做匀加速运动。

$t_0$  之后：当物块速度与传送带相同时，静摩擦力与重力的下滑分力相等，加速度突变为零，物块做匀速直线运动。C 正确，ABD 错误。

故选 C。

6. (2024 年安徽卷考题) 6. 如图所示，竖直平面内有两完全相同的轻质弹簧，它们的一端分别固定于水平线上的  $M$ 、 $N$  两点，另一端均连接在质量为  $m$  的小球上。开始时，在竖直向上的拉力作用下，小球静止于  $MN$  连线的中点  $O$ ，弹簧处于原长。后将小球竖直向上。缓慢拉至  $P$  点，并保持静止，此时拉力  $F$  大小为  $2mg$ 。已知重力加速度大小为  $g$ ，弹簧始终处于弹性限度内，不计空气阻力。若撤去拉力，则小球从  $P$  点运动到  $O$  点的过程中 ( )



A. 速度一直增大    B. 速度先增大后减小    C. 加速度的最大值为  $3g$     D. 加速度先增大后减小

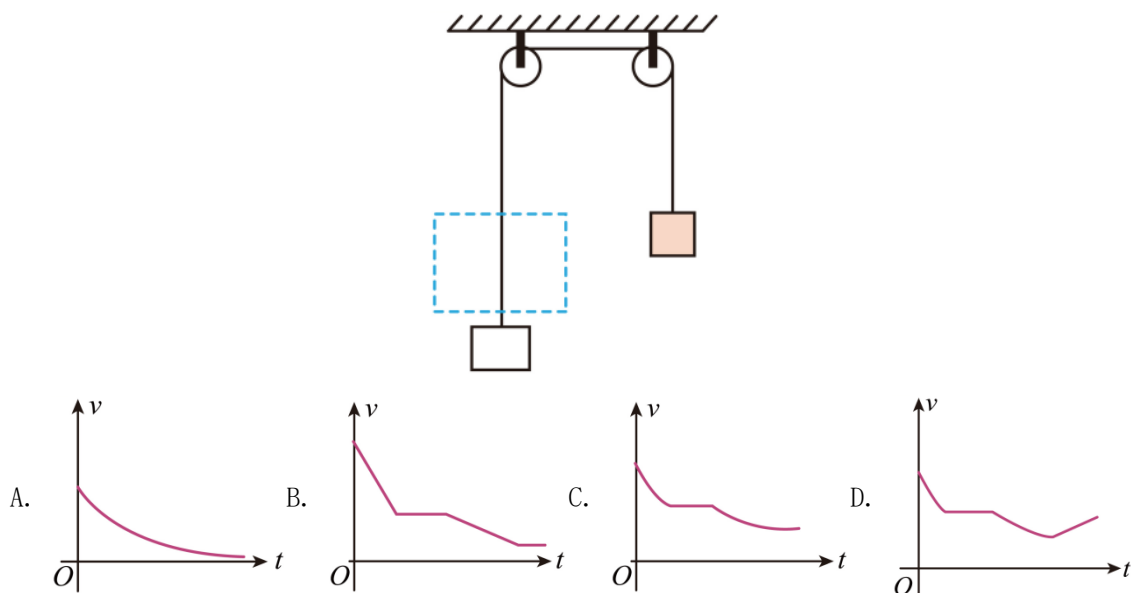
【答案】A

【解析】AB. 缓慢拉至  $P$  点，保持静止，由平衡条件可知此时拉力  $F$  与重力和两弹簧的拉力合力为零。此时两弹簧的合力为大小为  $mg$ 。当撤去拉力，则小球从  $P$  点运动到  $O$  点的过程中两弹簧的拉力与重力的合力始终向下，小球一直做加速运动，故 A 正确，B 错误；

CD. 小球从  $P$  点运动到  $O$  点的过程中，形变量变小弹簧在竖直方向的合力不断变小，故小球受的合外力一直变小，加速度的最大值为撤去拉力时的加速度，由牛顿第二定律可知  $2mg = ma$ ，加速度的最大值为  $2g$ ，CD 错误。

故选 A。

7. (2024 全国甲卷考题) 8. 如图，一绝缘细绳跨过两个在同一竖直面（纸面）内的光滑定滑轮，绳的一端连接一矩形金属线框，另一端连接一物块。线框与左侧滑轮之间的虚线区域内有方向垂直纸面的匀强磁场，磁场上下边界水平，在  $t = 0$  时刻线框的上边框以不同的初速度从磁场下方进入磁场。运动过程中，线框始终在纸面内且上下边框保持水平。以向上为速度的正方向，下列线框的速度  $v$  随时间  $t$  变化的图像中可能正确的是（ ）



【答案】AC

【解析】设线圈的上边进入磁场时的速度为  $v$ ，设线圈的质量  $M$ ，物块的质量  $m$ ，图中线圈进入磁场时线圈的加速度向下，则对线圈由牛顿第二定律可知  $Mg + F_{安} - T = Ma$

$$\text{对滑块 } T - mg = ma \quad \text{其中 } F_{安} = \frac{B^2 L^2 v}{R}$$

$$\text{即 } \frac{B^2 L^2 v}{R} + (M - m)g = (M + m)a$$

线圈向上做减速运动，随速度的减小，向下的加速度减小；当加速度为零时，即线圈匀速运动的速度为

$$v_0 = \frac{(M-m)gR}{B^2L^2}$$

A. 若线圈进入磁场时的速度较小，则线圈进入磁场时做加速度减小的减速运动，线圈的速度和加速度都趋近于零，则图像 A 可能正确；

B. 因  $t=0$  时刻线圈就进入磁场，则进入磁场时线圈向上不可能做匀减速运动，则图像 B 不可能；

CD. 若线圈的质量等于物块的质量，且当线圈进入磁场时，且速度大于  $v_0$ ，线圈进入磁场做加速度减小的减速运动，完全进入磁场后线圈做匀速运动；当线圈离开磁场时，受向下的安培力又做加速度减小的减速运动，最终出离磁场时做匀速运动，则图像 C 有可能，D 不可能。

故选 AC。

8. (2024 年安徽卷考题) 9. 一倾角为  $30^\circ$  足够大的光滑斜面固定于水平地面上，在斜面上建立  $Oxy$  直角坐标系，如图 (1) 所示。从  $t=0$  开始，将一可视为质点的物块从  $O$  点由静止释放，同时对物块施加沿  $x$  轴正方向的力  $F_1$  和  $F_2$ ，其大小与时间  $t$  的关系如图 (2) 所示。已知物块的质量为  $1.2\text{kg}$ ，重力加速度  $g$  取  $10\text{m/s}^2$ ，不计空气阻力。则 ( )

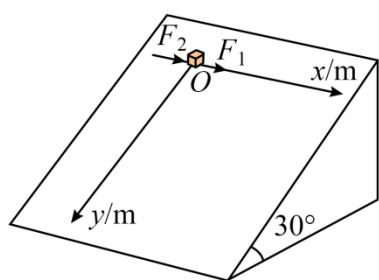


图 (1)

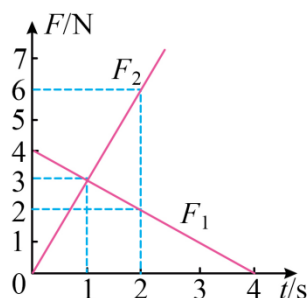


图 (2)

- A. 物块始终做匀变速曲线运动  
 B.  $t=1\text{s}$  时，物块的  $y$  坐标值为  $2.5\text{m}$   
 C.  $t=1\text{s}$  时，物块的加速度大小为  $5\sqrt{3}\text{m/s}^2$   
 D.  $t=2\text{s}$  时，物块的速度大小为  $10\sqrt{2}\text{m/s}$

【答案】BD

【解析】A. 根据图像可得  $F_1 = 4 - t$ ， $F_2 = 3t$ ，故两力的合力为  $F = 4 + 2t(\text{N})$

物块在  $y$  轴方向受到的力不变为  $mg \sin 30^\circ$ ， $x$  轴方向的力在改变，合力在改变，故物块做的不是匀变速曲线运动，故 A 错误；

B. 在  $y$  轴方向的加速度为  $a_y = \frac{mg \sin 30^\circ}{m} = g \sin 30^\circ = 5\text{m/s}^2$

故  $t=1\text{s}$  时，物块的  $y$  坐标值为  $y = \frac{1}{2}a_y t^2 = 2.5\text{m}$ ，故 B 正确；

C.  $t=1\text{s}$  时， $F=6\text{N}$ ，故此时加速度大小为  $a = \sqrt{a_x^2 + a_y^2} = \sqrt{\left(\frac{6}{1.2}\right)^2 + 5^2}\text{m/s}^2 = 5\sqrt{2}\text{m/s}^2$ ，故 C 错误；

D. 对  $x$  轴正方向, 对物块根据动量定理  $Ft = mv_x - 0$

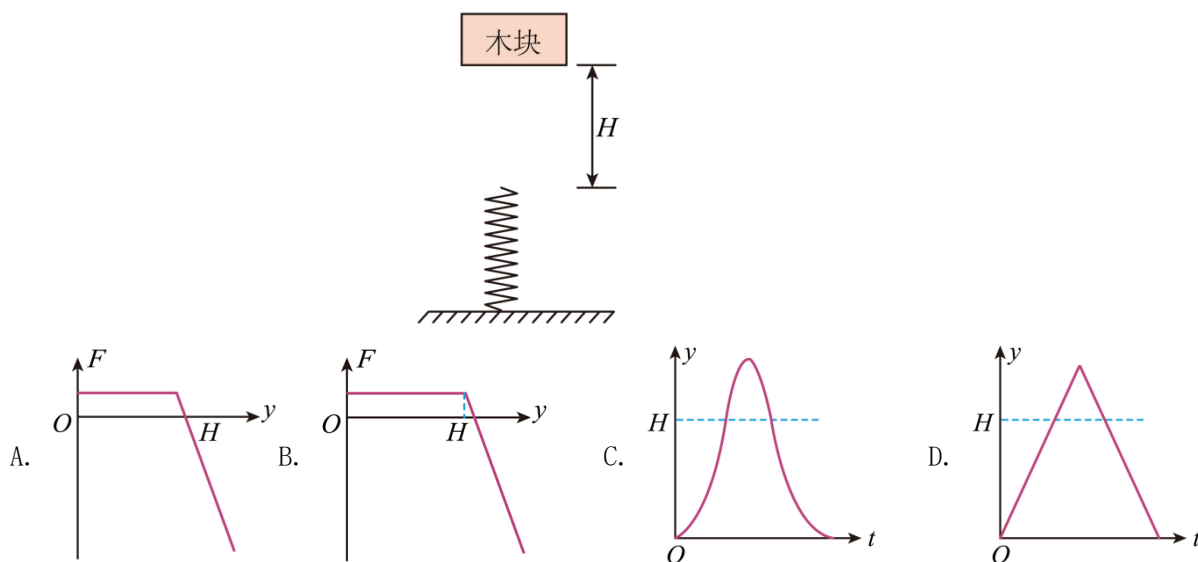
由于  $F$  与时间  $t$  成线性关系故可得  $\frac{(4+2 \times 0) + (4+2 \times 2)}{2} \times 2 = 1.2v_x$ , 解得  $v_x = 10\text{m/s}$

此时  $y$  轴方向速度为  $v_y = g \sin 30^\circ \cdot t = 5 \times 2\text{m/s} = 10\text{m/s}$

故此时物块的速度大小为  $v = \sqrt{v_x^2 + v_y^2} = 10\sqrt{2}\text{m/s}$ , 故 D 正确。

故选 BD。

9. (2024 年广东卷考题) 7. 如图所示, 轻质弹簧竖直放置, 下端固定。木块从弹簧正上方  $H$  高度处由静止释放。以木块释放点为原点, 取竖直向下为正方向。木块的位移为  $y$ 。所受合外力为  $F$ , 运动时间为  $t$ 。忽略空气阻力, 弹簧在弹性限度内。关于木块从释放到第一次回到原点的过程中。其  $F - y$  图像或  $y - t$  图像可能正确的是 ( )



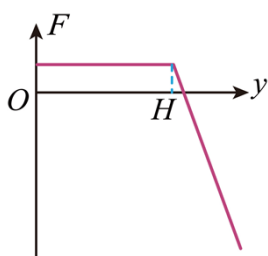
【答案】B

【解析】AB. 在木块下落  $H$  高度之前, 木块所受合外力为木块的重力保持不变, 即  $F = mg$

当木块接触弹簧后到合力为零前, 根据牛顿第二定律  $mg - ky = F$  随着  $y$  增大  $F$  减小;

当弹簧弹力大于木块的重力后到最低点过程中,  $F = ky - mg$

木块所受合外力向上, 随着  $y$  增大  $F$  增大;  $F - y$  图像如图所示

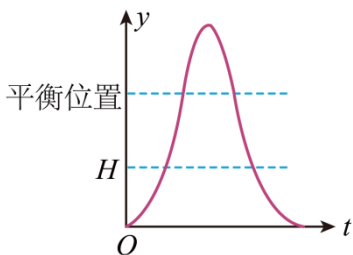


故 B 正确, A 错误;

CD. 同理，在木块下落  $H$  高度之前，木块做匀加速直线运动，根据  $y = \frac{1}{2}gt^2$

速度逐渐增大，所以  $y-t$  图像斜率逐渐增大，当木块接触弹簧后到合力为零前，根据牛顿第二定律  $mg - ky = F$ ，木块的速度继续增大，做加速度减小的加速运动，所以  $y-t$  图像斜率继续增大，

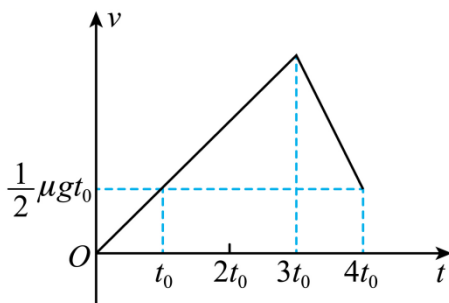
当弹簧弹力大于木块的重力后到最低点过程中， $F = ky - mg$ ，木块所受合外力向上，木块做加速度增大的减速运动，所以  $y-t$  图斜率减小，到达最低点后，木块向上运动，经以上分析可知，木块先做加速度减小的加速运动，再做加速度增大的减速运动，再做匀减速直线运动到最高点， $y-t$  图像大致为



故 CD 错误。

故选 B。

10. (2024 年辽宁卷考题) 10. 一足够长木板置于水平地面上，二者间的动摩擦因数为  $\mu$ 。  $t=0$  时，木板在水平恒力作用下，由静止开始向右运动。某时刻，一小物块以与木板等大、反向的速度从右端滑上木板。已知  $t=0$  到  $t=4t_0$  的时间内，木板速度  $v$  随时间  $t$  变化的图像如图所示，其中  $g$  为重力加速度大小。  $t=4t_0$  时刻，小物块与木板的速度相同。下列说法正确的是 ( )



- A. 小物块在  $t=3t_0$  时刻滑上木板
- B. 小物块和木板间动摩擦因数为  $2\mu$
- C. 小物块与木板的质量比为 3:4
- D.  $t=4t_0$  之后小物块和木板一起做匀速运动

【答案】 ABD

【解析】 A.  $v-t$  图像的斜率表示加速度，可知  $t=3t_0$  时刻木板的加速度发生改变，故可知小物块在  $t=3t_0$  时刻滑上木板，故 A 正确；

B. 设小物块和木板间动摩擦因数为  $\mu_0$ ，根据题意结合图像可知物体开始滑上木板时的速度大小为  $v_0 = \frac{3}{2}\mu g t_0$ ，方向水平向左，物块在木板上滑动的加速度为  $a_0 = \frac{\mu_0 m g}{m} = \mu_0 g$

经过  $t_0$  时间与木板共速此时速度大小为  $v_{\text{共}} = \frac{1}{2} \mu g t_0$ ，方向水平向右，故可得  $\frac{v_0}{\mu_0 g} + \frac{v_{\text{共}}}{\mu_0 g} = t_0$

解得  $\mu_0 = 2\mu$ ，故 B 正确；

C. 设木板质量为  $M$ ，物块质量为  $m$ ，根据图像可知物块未滑上木板时，木板的加速度为

$$a = \frac{\frac{1}{2} \mu g t_0}{t_0} = \frac{1}{2} \mu g, \text{ 故可得 } F - \mu M g = M a, \text{ 解得 } F = \frac{3}{2} \mu M g$$

根据图像可知物块滑上木板后木板的加速度为  $a' = \frac{\frac{1}{2} \mu g t_0 - \frac{3}{2} \mu g t_0}{t_0} = -\mu g$

此时对木板由牛顿第二定律得  $F - \mu(m+M)g - \mu_0 m g = M a'$

解得  $\frac{m}{M} = \frac{1}{2}$ ，故 C 错误；

D. 假设  $t = 4t_0$  之后小物块和木板一起共速运动，对整体  $F - \mu(m+M)g = \frac{3}{2} \mu M g - \frac{3}{2} \mu M g = 0$

故可知此时整体处于平衡状态，假设成立，即  $t = 4t_0$  之后小物块和木板一起做匀速运动，故 D 正确。

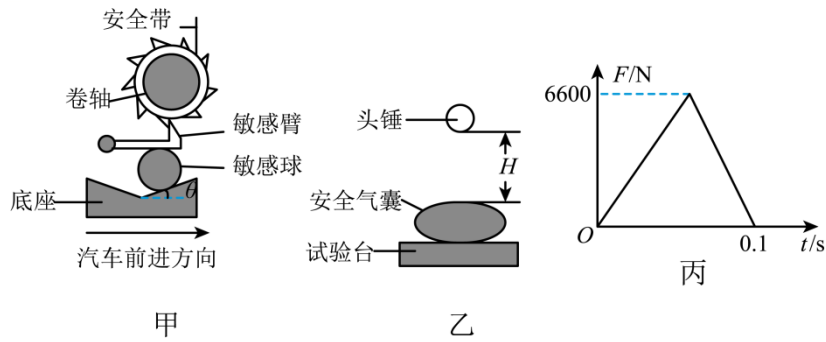
故选 ABD。

11. (2024 年广东卷考题) 14. 汽车的安全带和安全气囊是有效保护乘客的装置。

(1) 安全带能通过感应车的加速度自动锁定，其原理的简化模型如图甲所示。在水平路面上刹车的过程中，敏感球由于惯性沿底座斜面上滑直到与车达到共同的加速度  $a$ ，同时顶起敏感臂，使之处于水平状态，并卡住卷轴外齿轮，锁定安全带。此时敏感臂对敏感球的压力大小为  $F_N$ ，敏感球的质量为  $m$ ，重力加速度为  $g$ 。忽略敏感球受到的摩擦力。求斜面倾角的正切值  $\tan \theta$ 。

(2) 如图乙所示，在安全气囊的性能测试中，可视为质点的头锤从离气囊表面高度为  $H$  处做自由落体运动。与正下方的气囊发生碰撞。以头锤到气囊表面为计时起点，气囊对头锤竖直方向作用力  $F$  随时间  $t$  的变化规律，可近似用图丙所示的图像描述。已知头锤质量  $M = 30\text{kg}$ ,  $H = 3.2\text{m}$ ，重力加速度大小取  $g = 10\text{m/s}^2$ 。求：

- ①碰撞过程中  $F$  的冲量大小和方向；
- ②碰撞结束后头锤上升的最大高度。



【答案】(1)  $\tan \theta = \frac{ma}{mg + F_N}$ ; (2) ①  $330\text{N}\cdot\text{s}$ , 方向竖直向上; ②  $0.2\text{m}$

【解析】(1) 敏感球受向下的重力  $mg$  和敏感臂向下的压力  $F_N$  以及斜面的支持力  $N$ , 则由牛顿第二定律可知  $(mg + F_N)\tan \theta = ma$

解得  $\tan \theta = \frac{ma}{mg + F_N}$

(2) ① 由图像可知碰撞过程中  $F$  的冲量大小  $I_F = \frac{1}{2} \times 0.1 \times 6600\text{N}\cdot\text{s} = 330\text{N}\cdot\text{s}$ , 方向竖直向上;

② 头锤落到气囊上时的速度  $v_0 = \sqrt{2gH} = 8\text{m/s}$

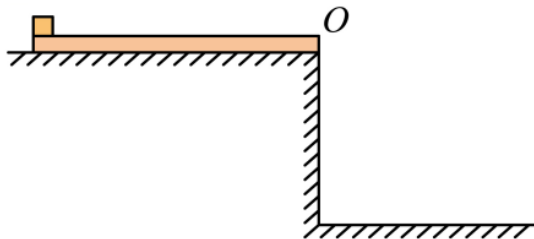
与气囊作用过程由动量定理 (向上为正方向)  $I_F - mgt = mv - (-mv_0)$

解得  $v = 2\text{m/s}$

则上升的最大高度  $h = \frac{v^2}{2g} = 0.2\text{m}$

12. (2024 年新课标考题) 12. 如图, 一长度  $l = 1.0\text{m}$  的均匀薄板初始时静止在一光滑平台上, 薄板的右端与平台的边缘  $O$  对齐。薄板上的一小物块从薄板的左端以某一初速度向右滑动, 当薄板运动的距离  $\Delta l = \frac{l}{6}$  时, 物块从薄板右端水平飞出; 当物块落到地面时, 薄板中心恰好运动到  $O$  点。已知物块与薄板的质量相等。它们之间的动摩擦因数  $\mu = 0.3$ , 重力加速度大小  $g = 10\text{m/s}^2$ 。求

- (1) 物块初速度大小及其在薄板上运动的时间;
- (2) 平台距地面的高度。



【答案】(1)  $4\text{m/s}$ ;  $\frac{1}{3}\text{s}$ ; (2)  $\frac{5}{9}\text{m}$

【解析】(1) 物块在薄板上做匀减速运动的加速度大小为  $a_1 = \mu g = 3\text{m/s}^2$

薄板做加速运动的加速度  $a_2 = \frac{\mu mg}{m} = 3\text{m/s}^2$

对物块  $l + \Delta l = v_0 t - \frac{1}{2} a_1 t^2$

对薄板  $\Delta l = \frac{1}{2} a_2 t^2$

解得  $v_0 = 4\text{m/s}$   $t = \frac{1}{3}\text{s}$

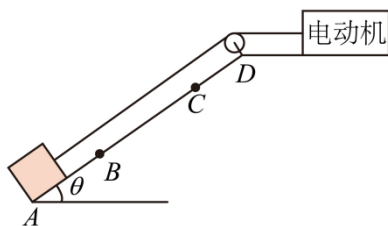
(2) 物块飞离薄板后薄板得速度  $v_2 = a_2 t = 1\text{m/s}$

物块飞离薄板后薄板做匀速运动, 物块做平抛运动, 则当物块落到地面时运动的时间为  $t' = \frac{\frac{l}{2} - \frac{l}{6}}{v_2} = \frac{1}{3}\text{s}$

则平台距地面的高度  $h = \frac{1}{2} g t'^2 = \frac{5}{9}\text{m}$

13. (2024 年江苏卷考题) 14. 如图所示, 粗糙斜面的动摩擦因数为  $\mu$ , 倾角为  $\theta$ , 斜面长为  $L$ 。一个质量为  $m$  的物块, 在电动机作用下, 从  $A$  点由静止加速至  $B$  点时达到最大速度  $v$ , 之后作匀速运动至  $C$  点, 关闭电动机, 从  $C$  点又恰好到达最高点  $D$ 。求:

- (1)  $CD$  段长  $x$ ;
- (2)  $BC$  段电动机的输出功率  $P$ ;
- (3) 全过程物块增加的机械能  $E_1$  和电动机消耗的总电能  $E_2$  的比值。



【答案】(1)  $\frac{v^2}{2g(\sin\theta + \mu\cos\theta)}$ ; (2)  $mgv(\sin\theta + \mu\cos\theta)$ ; (3)  $\frac{\sin\theta}{\sin\theta + \mu\cos\theta}$

【解析】(1) 物块在  $CD$  段运动过程中, 由牛顿第二定律得  $mg\sin\theta + \mu mg\cos\theta = ma$

由运动学公式  $0 - v^2 = -2ax$

联立解得  $x = \frac{v^2}{2g(\sin\theta + \mu\cos\theta)}$

(2) 物块在  $BC$  段匀速运动, 得电动机的牵引力为  $F = mg\sin\theta + \mu mg\cos\theta$

由  $P = Fv$  得  $P = mgv(\sin\theta + \mu\cos\theta)$

(3) 全过程物块增加的机械能为  $E_1 = mgL \sin \theta$

整个过程由能量守恒得电动机消耗的总电能转化为物块增加的机械能和摩擦产生的内能，故可知

$$E_2 = E_1 + \mu mg \cos \theta \cdot L$$

故可得 
$$\frac{E_1}{E_2} = \frac{mgL \sin \theta}{mgL \sin \theta + \mu mg \cos \theta \cdot L} = \frac{\sin \theta}{\sin \theta + \mu \cos \theta}$$

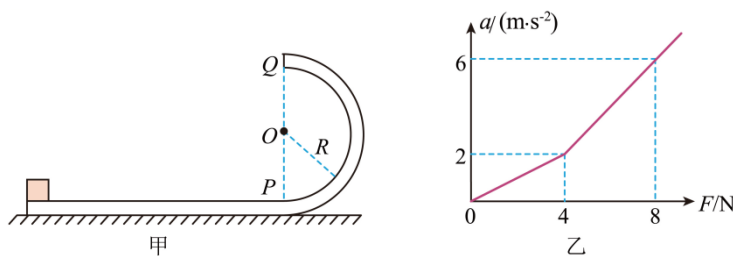
14. (2024 年山东卷考题) 17. 如图甲所示，质量为  $M$  的轨道静止在光滑水平面上，轨道水平部分的上表面粗糙，竖直半圆形部分的表面光滑，两部分在  $P$  点平滑连接， $Q$  为轨道的最高点。质量为  $m$  的小物块静置在轨道水平部分上，与水平轨道间的动摩擦因数为  $\mu$ ，最大静摩擦力等于滑动摩擦力。已知轨道半圆形部分的半径  $R=0.4\text{m}$ ，重力加速度大小  $g=10\text{m/s}^2$

(1) 若轨道固定，小物块以一定的初速度沿轨道运动到  $Q$  点时，受到轨道的弹力大小等于  $3mg$ ，求小物块在  $Q$  点的速度大小  $v$ ；

(2) 若轨道不固定，给轨道施加水平向左的推力  $F$ ，小物块处在轨道水平部分时，轨道加速度  $a$  与  $F$  对应关系如图乙所示。

(i) 求  $\mu$  和  $m$ ；

(ii) 初始时，小物块静置在轨道最左端，给轨道施加水平向左的推力  $F=8\text{N}$ ，当小物块到  $P$  点时撤去  $F$ ，小物块从  $Q$  点离开轨道时相对地的速度大小为  $7\text{m/s}$ 。求轨道水平部分的长度  $L$ 。



**【答案】** (1)  $v = 4\text{m/s}$ ；(2) (i)  $m = 1\text{kg}$ ， $\mu = 0.2$ ；(3)  $L = 4.5\text{m}$

**【解析】** (1) 根据题意可知小物块在  $Q$  点由合力提供向心力有  $mg + 3mg = m \frac{v^2}{R}$

代入数据解得  $v = 4\text{m/s}$

(2) (i) 根据题意可知当  $F \leq 4\text{N}$  时，小物块与轨道是一起向左加速，根据牛顿第二定律可知  $F = (M + m)a$

根据图乙有  $k = \frac{1}{M + m} = 0.5\text{kg}^{-1}$

当外力  $F > 4\text{N}$  时，轨道与小物块有相对滑动，则对轨道有  $F - \mu mg = Ma$

结合题图乙有  $a = \frac{1}{M} F - \frac{\mu mg}{M}$

可知：斜率  $k = \frac{1}{M} = 1\text{kg}^{-1}$ ，截距  $b = -\frac{\mu mg}{M} = -2\text{m/s}^2$

联立以上各式可得  $M = 1\text{kg}$ ， $m = 1\text{kg}$ ， $\mu = 0.2$

(ii) 由图乙可知，当  $F=8\text{N}$  时，轨道的加速度为  $6\text{m/s}^2$ ，小物块的加速度为  $a_2 = \mu g = 2\text{m/s}^2$

当小物块运动到  $P$  点时，经过  $t_0$  时间，则轨道有  $v_1 = a_1 t_0$

小物块有  $v_2 = a_2 t_0$

在这个过程中系统机械能守恒有  $\frac{1}{2} M v_1^2 + \frac{1}{2} m v_2^2 = \frac{1}{2} M v_3^2 + \frac{1}{2} m v_4^2 + 2mgR$

水平方向动量守恒，以水平向左的正方向，则有  $M v_1 + m v_2 = M v_3 + m v_4$

联立解得  $t_0 = 1.5\text{s}$

根据运动学公式有  $L = \frac{1}{2} a_1 t_0^2 - \frac{1}{2} a_2 t_0^2$

代入数据解得  $L = 4.5\text{m}$

15. (2024 年湖北考题) 14. 如图所示，水平传送带以  $5\text{m/s}$  的速度顺时针匀速转动，传送带左右两端的距离为  $3.6\text{m}$ 。传送带右端的正上方有一悬点  $O$ ，用长为  $0.3\text{m}$ 、不可伸长的轻绳悬挂一质量为  $0.2\text{kg}$  的小球，小球与传送带上表面平齐但不接触。在  $O$  点右侧的  $P$  点固定一钉子， $P$  点与  $O$  点等高。将质量为  $0.1\text{kg}$  的小物块无初速轻放在传送带左端，小物块运动到右端与小球正碰，碰撞时间极短，碰后瞬间小物块的速度大小为  $1\text{m/s}$ 、方向水平向左。小球碰后绕  $O$  点做圆周运动，当轻绳被钉子挡住后，小球继续绕  $P$  点向上运动。已知小物块与传送带间的动摩擦因数为  $0.5$ ，重力加速度大小  $g = 10\text{m/s}^2$ 。

- (1) 求小物块与小球碰撞前瞬间，小物块的速度大小；
- (2) 求小物块与小球碰撞过程中，两者构成的系统损失的总动能；
- (3) 若小球运动到  $P$  点正上方，绳子不松弛，求  $P$  点到  $O$  点的最小距离。



【答案】(1)  $5\text{m/s}$ ；(2)  $0.3\text{J}$ ；(3)  $0.2\text{m}$

【解析】(1) 根据题意，小物块在传送带上，由牛顿第二定律有  $\mu mg = ma$

解得  $a = 5\text{m/s}^2$

由运动学公式可得，小物块与传送带共速时运动的距离为  $x = \frac{v_{\text{传}}^2}{2a} = 2.5\text{m} < L_{\text{传}} = 3.6\text{m}$

可知，小物块运动到传送带右端前与传送带共速，即小物块与小球碰撞前瞬间，小物块的速度大小等于传送带的速度大小  $5\text{m/s}$ 。

---

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/627002112161006134>