

# 金益高中高一年级十二月月考 物理试卷

★祝考试顺利★

## 注意事项:

1. 答题前, 先将自己的姓名、准考证号填写在试卷和答题卡上, 并将准考证号条形码粘贴在答题卡上的指定位置。
2. 选择题的作答: 每小题选出答案后, 用 2B 铅笔把答题卡上对应题目的答案标号涂黑。写在试卷、草稿纸和答题卡上的非答题区域均无效。
3. 非选择题的作答: 用黑色签字笔直接答在答题卡上对应的答题区域内。写在试卷、草稿纸和答题卡上的非答题区域均无效。
4. 考试结束后, 请将本试卷和答题卡一并上交。

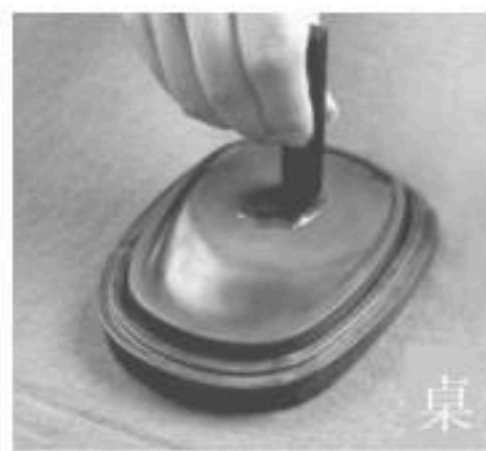
**一、选择题: 本题共 10 小题, 每小题 4 分, 共 40 分。其中在每小题给出的四个选项中, 第 1-7 小题只有一项是符合题目要求, 第 8-10 小题有多项符合题目要求, 每小题全部选对的得 4 分, 选对但不全的得 2 分, 有选错的得 0 分。**

1. 将某跳水运动员进入水中后向下的运动视为匀减速直线运动, 该运动过程的总时间为  $t$ 。该运动员入水后第二个  $\frac{1}{4}t$  时间内的平均速度为  $v_1$ , 全程的平均速度为  $v_2$ , 则  $v_2 : v_1$  为( )

- A. 5 : 4                  B. 3 : 5                  C. 4 : 5                  D. 5 : 3

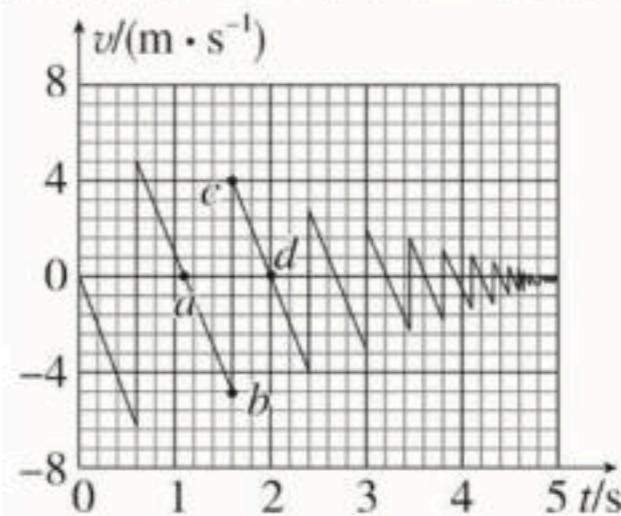
2. 利用砚台将墨条研磨成墨汁时讲究“圆、缓、匀”, 如图, 在研磨过程中, 砚台始终静止在水平桌面上。当墨条的速度方向水平向左时 ( )

- A. 砚台对墨条的摩擦力方向水平向左  
B. 桌面对砚台的摩擦力方向水平向左  
C. 桌面和墨条对砚台的摩擦力是一对平衡力  
D. 桌面对砚台的支持力与墨条对砚台的压力是一对平衡力



3. 篮球比赛前, 常通过观察篮球从一定高度由静止下落后的反弹情况判断篮球的弹性。某同学拍摄了该过程, 并得出了篮球运动的  $v-t$  图像, 如图所示。图像中 a、b、c、d 四点中对应篮球位置最高的是 ( )

- A. a 点                  B. b 点                  C. c 点                  D. d 点



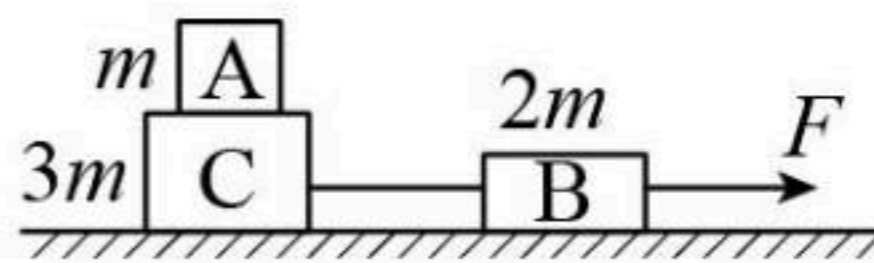
4. 上海中心大厦总高为 632 米, 是中国第一高楼, 如图所示。在顶楼外壁固定保温材料时, 装修人员不小心掉落一颗螺钉, 由静止加速下落, 在空气阻力作用下, 加速度逐渐减小直至为零, 然后进入收尾阶段。下列说法中正确的是 ( )

- A. 开始下落阶段, 每经历相等时间, 速度增加量越来越大  
B. 开始下落阶段, 每经历相等时间, 速度增加量越来越小  
C. 在下落的收尾阶段, 速度的变化率大于零  
D. 在下落的收尾阶段, 速度均匀增大



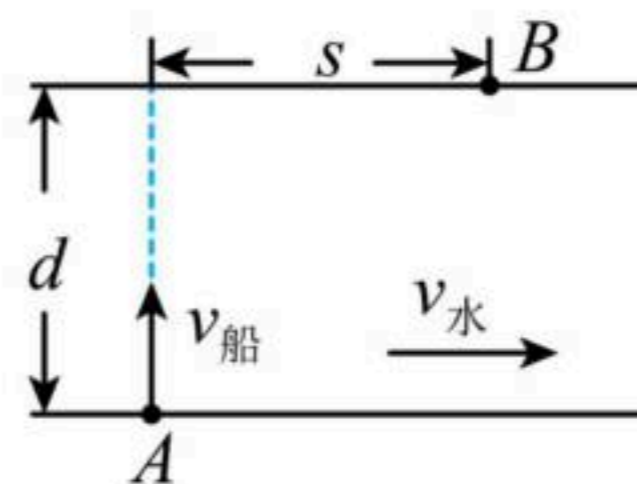
5、如图所示，粗糙水平面上放置B、C两物体，A叠放在C上，A、B、C的质量分别为 $m$ 、 $2m$ 和 $3m$ ，物体B、C与水平面间的动摩擦因数相同，其间用一不可伸长的轻绳相连，轻绳能承受的最大拉力为 $F_T$ 。现用水平拉力 $F$ 拉物体B，使三个物体以同一加速度向右运动，则（ ）

- A. 此过程中物体C受五个力作用
- B. 当 $F$ 逐渐增大到 $F_T$ 时，轻绳刚好被拉断
- C. 当 $F$ 逐渐增大到 $1.5F_T$ 时，轻绳刚好被拉断
- D. 若水平面光滑，则绳刚断时，A、C间的摩擦力为 $\frac{F_T}{6}$



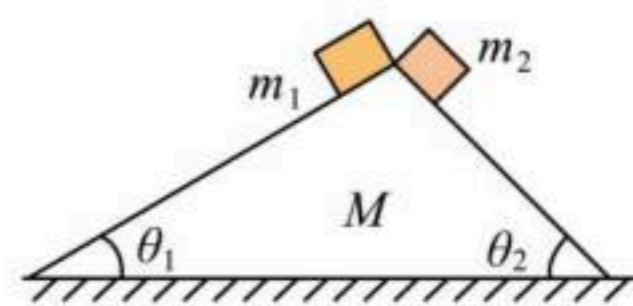
6、如图所示，小船从A码头出发，沿垂直于河岸的方向渡河，若河宽为 $d$ ，渡河速度 $v_{船}$ 恒定，河水的流速与河岸的最短距离 $x$ 成正比，即 $v_{水} = kx(x \leq \frac{d}{2})$ ， $k$ 为常量，要使小船能够到达距A正对岸为 $s$ 的B码头，则（ ）

- A.  $v_{船}$  应为  $\frac{kd^2}{s}$
- B.  $v_{船}$  应为  $\frac{kd^2}{2s}$
- C. 渡河时间为  $\frac{4s}{kd}$
- D. 渡河时间为  $\frac{2s}{kd}$



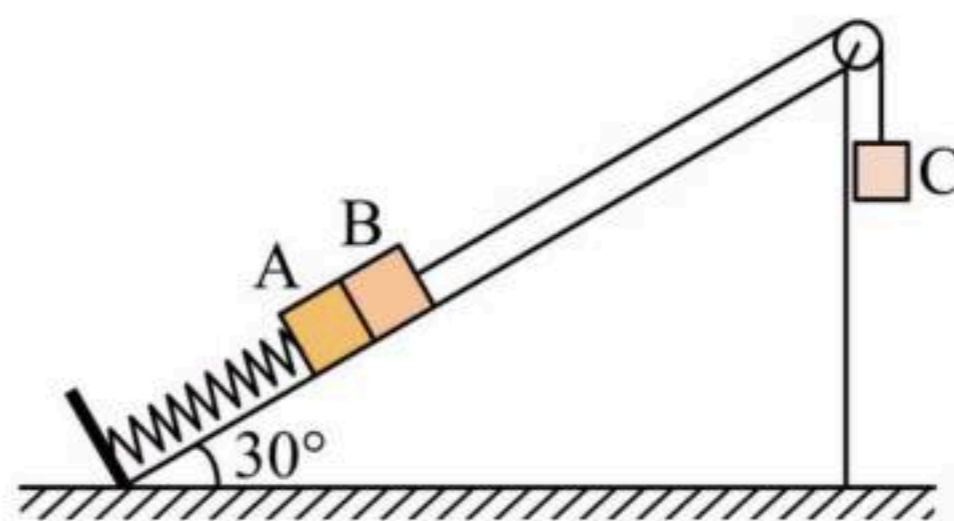
7、如图所示，质量为 $M = 2m$ 的劈块左右劈面的倾角分别为 $\theta_1 = 30^\circ$ ， $\theta_2 = 45^\circ$ ，质量分别为 $m_1 = m$ 和 $m_2 = 2m$ 的两物块，同时分别从左右劈面的顶端从静止开始下滑，劈块始终与水平面保持相对静止，其中 $m_1$ 与劈块间的动摩擦因数为 $\frac{\sqrt{3}}{6}$ ， $m_2$ 光滑，则两物块下滑过程中劈块与地面的动摩擦因数至少是（假设最大静摩擦力等于滑动摩擦力）（ ）

- A.  $\frac{8-\sqrt{3}}{16}$
- B.  $\frac{8-\sqrt{3}}{31}$
- C.  $\frac{8-\sqrt{3}}{40}$
- D.  $\frac{8-\sqrt{3}}{20}$



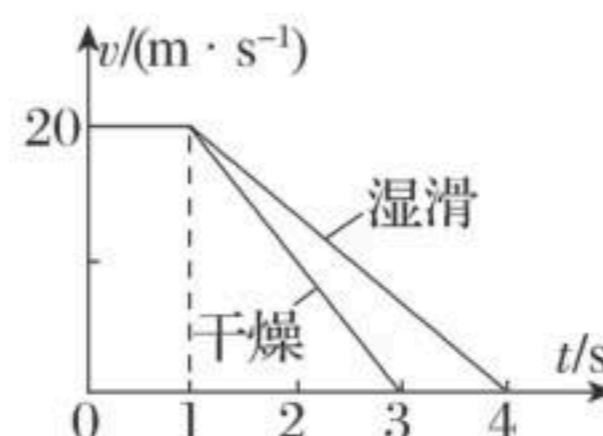
8、如图所示，倾角为 $30^\circ$ 且足够长的固定光滑斜面底端有一固定挡板，轻弹簧一端与挡板连接，另一端与物块A接触但不连接，A上方放置另一物块B，B与物块C用跨过光滑轻质定滑轮的细线连接，B与定滑轮间的细线与斜面平行。开始时用手托住C，使细线处于伸直但不拉紧的状态，此时A、B静止在斜面上。某时刻突然释放C，一段时间后A、B分离，此时C未触地。已知A、B分离时，B的速度大小为 $v$ ，A、B、C的质量均为 $m$ ，弹簧劲度系数为 $k$ ，弹簧的形变始终在弹性限度内，重力加速度为 $g$ 。下列说法正确的是（ ）

- A. 刚释放C时，A、B间的弹力大小为 $\frac{1}{2}mg$
- B. 分离时刻弹簧处于压缩状态
- C. A的速度最大时沿斜面上升的距离为 $\frac{mg}{4k}$
- D. A、B分离时，B的加速度大小为 $\frac{1}{4}g$



9、雨雪天气时路面湿滑，汽车在紧急刹车时的刹车距离会明显增加。如图所示为驾驶员驾驶同一辆汽车在两种路面紧急刹车时的 $v-t$ 图像，驾驶员的反应时间为 $1s$ 。下列说法正确的有（ ）

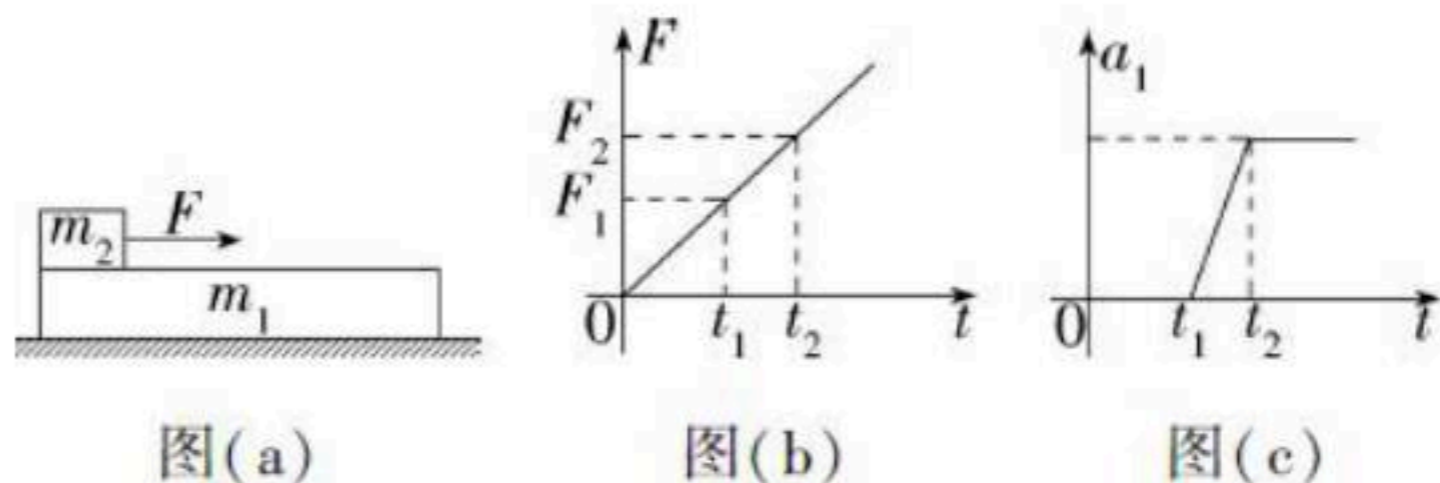
- A. 从 $t=0$ 到停下，汽车在干燥路面的平均速度大于在湿滑路面的平均速度
- B. 从 $t=1s$ 到停下，汽车在干燥路面的平均速度大于在湿滑路面的平均速度



- C. 从  $t=0$  到停下, 汽车在干燥路面的行驶距离比在湿滑路面的行驶距离少  $10\text{ m}$   
 D. 从  $t=1\text{ s}$  到停下, 汽车在干燥路面的加速度是在湿滑路面的加速度的  $1.33$  倍

10、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  $\mu_1$ , 物块与木板间的动摩擦因数为  $\mu_2$ 。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.  $F_1 = \mu_1 m_1 g$   
 B.  $F_2 = \frac{m_2(m_1+m_2)}{m_1}(\mu_2 - \mu_1)g$   
 C.  $\mu_2 > \frac{m_1+m_2}{m_2} \mu_1$   
 D. 在  $0 \sim t_2$  时间段物块与木板加速度相等

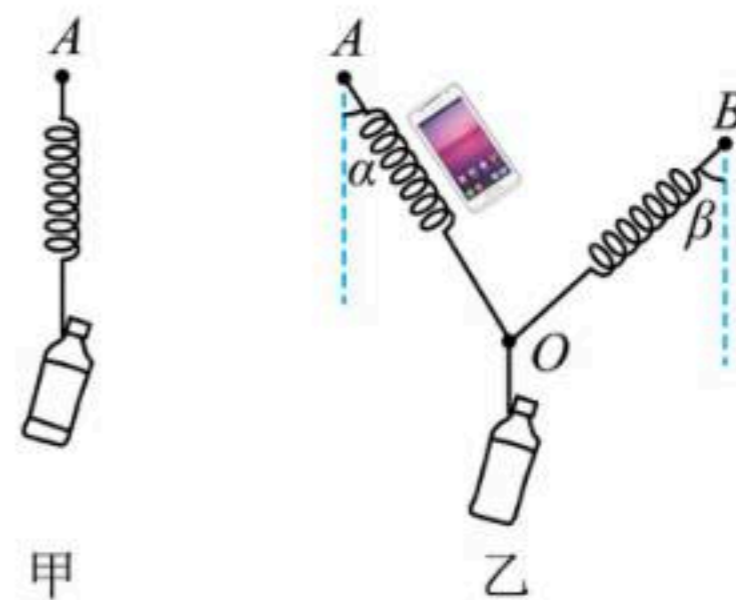


**第II卷（非选择题）本题共5小题，共60分**

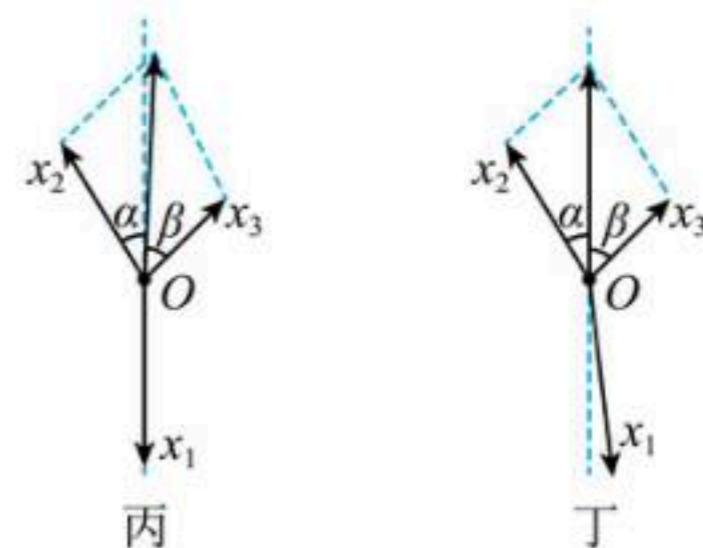
11、(8分) 某同学用两根完全相同的轻弹簧和一瓶矿泉水等器材验证“力的平行四边形定则”。实验时, 先将一弹簧一端固定在墙上的钉子A上, 另一端挂矿泉水瓶, 如图甲所示; 然后将两弹簧一端分别固定在墙上的钉子A、B上, 另一端与连接于结点O, 在结点O挂矿泉水瓶, 静止时用智能手机的测角功能分别测出  $AO$ 、 $BO$  与竖直方向的偏角  $\alpha$ 、 $\beta$ , 如图乙所示。改变钉子B的位置, 按照上述方法多测几次。

(1) 依据上述方案并根据力的平行四边形定则, 为画出力的合成图, 必须的操作是\_\_\_\_\_ (选填选项前的字母)。

- A. 实验中要使  $AO$ 、 $BO$  长度相同  
 B. 要测量弹簧的原长  
 C. 要测量图甲、乙中弹簧的长度  
 D. 实验中要使结点O的位置始终固定不变

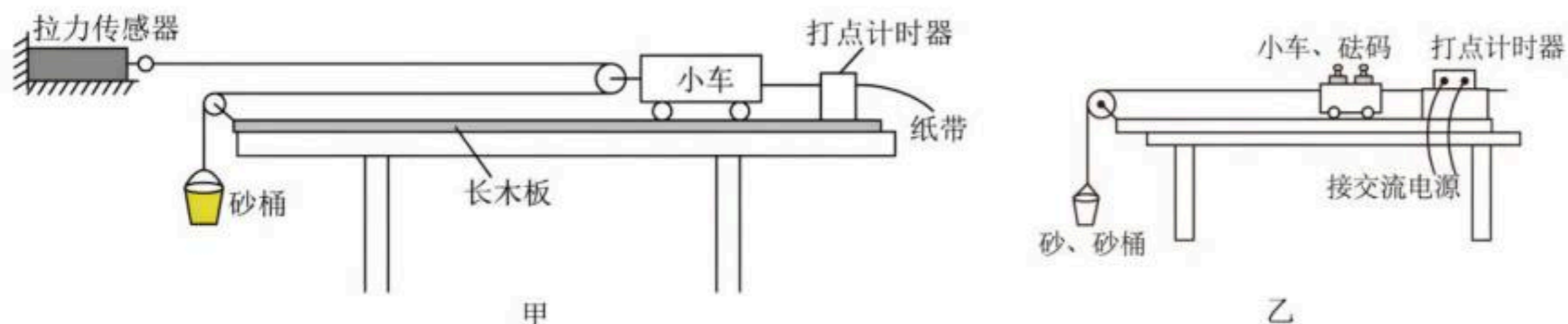


(2) 根据实验原理及操作, 为验证力的平行四边形定则, 在作图时, 图中\_\_\_\_\_ (选填“丙”或“丁”) 是正确的。



(3) 某次实验中测得乙图中  $\alpha = 30^\circ$ ,  $\beta = 45^\circ$ , 保持  $\alpha$  偏角不变, 将  $OB$  从乙图中位置沿顺时针缓慢转到水平位置, 则  $OA$  中弹簧的长度将\_\_\_\_\_,  $OB$  中弹簧的长度将\_\_\_\_\_ (选填“一直增大”“一直减小”“先减小后增大”或“先增大后减小”)。

12、(8分) 两实验小组分别作“探究加速度和力、质量的关系”实验。

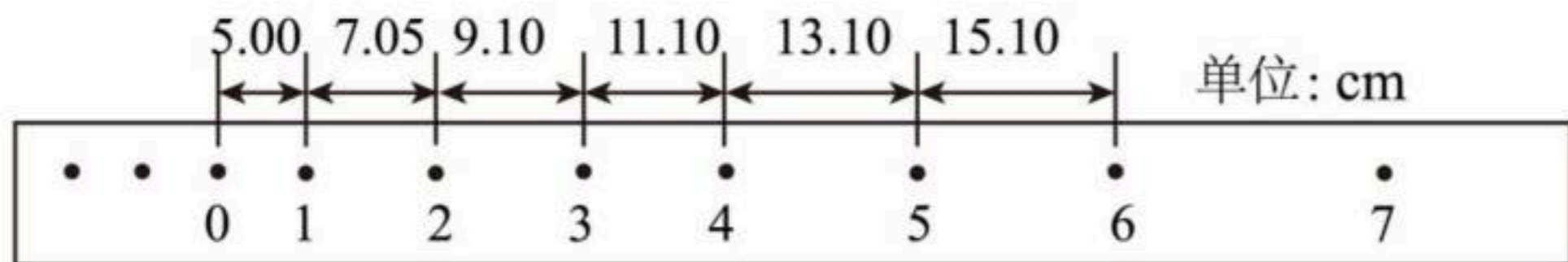


(1) 第一组组用如图甲所示装置做实验, 图中带滑轮的长木板放置于水平桌面上, 拉力传感器可直接显示所受拉力的大小, 做实验时, 下列操作必要且正确的是\_\_\_\_\_

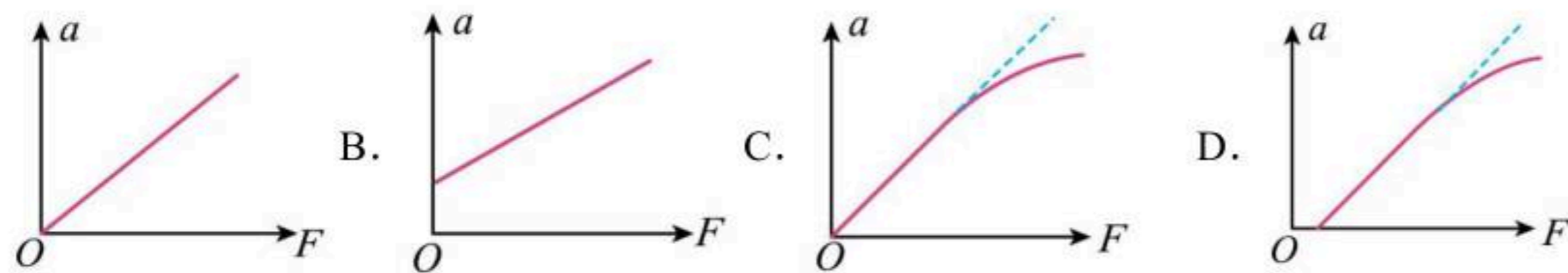
- A. 将长木板右端适当垫高,使小车能自由匀速滑动
- B. 小车靠近打点计时器,先接通电源,再释放小车,打出一条纸带,同时记录传感器的示数
- C. 为了减小误差,实验中一定要保证砂和砂桶的质量远小于小车的质量
- D. 用天平测出砂和砂桶的质量

(2) 第二组用如图乙所示的实验装置来做实验。

①在正确、规范的操作中,打出一条如下图所示的纸带,每两个计数点之间还有四个计时点没有画出来,纸带上的数字为相邻两个计数点间的距离,打点计时器的频率为 50Hz。打第 4 个计数点时小车的速度  $v_4 = \underline{\hspace{2cm}}$  m/s; 小车做匀加速直线运动的加速度  $a = \underline{\hspace{2cm}}$  m/s<sup>2</sup>。(保留三位有效数字)



②平衡了摩擦力后,在小车质量  $M$  保持不变的情况下,不断往砂桶里加砂,直到砂的质量最终达到  $\frac{1}{3}M$ 。测出每次加砂后,砂和砂桶的总重力  $F$  和小车的加速度  $a$ ,作  $a-F$  的图像。下列图线正确的是         。

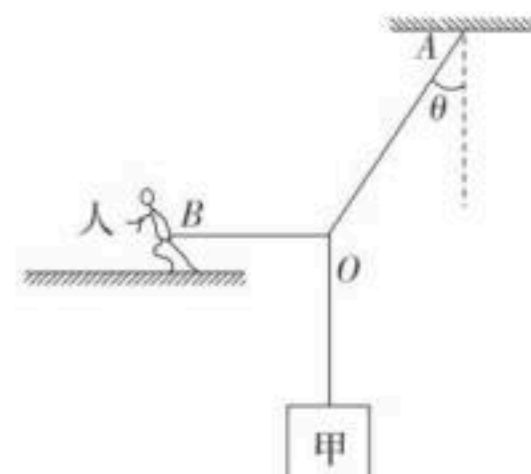


13、(10分) 某跳伞运动员做低空跳伞表演。他离开悬停的飞机后先做自由落体运动,当距离地面 104 m 时开始打开降落伞,到达地面时速度减为 2.0 m/s。如果认为开始打开降落伞直至落地前运动员在做匀减速运动,加速度大小为 12 m/s<sup>2</sup>,  $g$  取 10 m/s<sup>2</sup>, 求:

- (1) 运动员打开降落伞时的速度大小。
- (2) 运动员离开飞机后,经过多长时间才能到达地面?

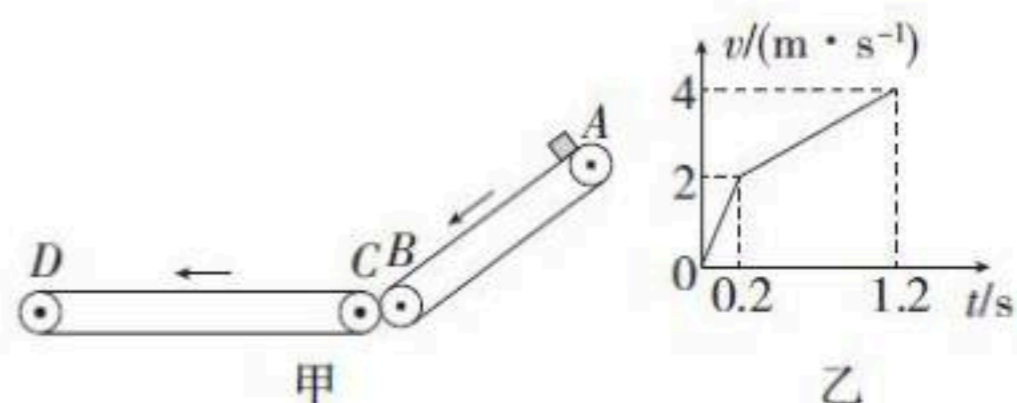
14、(16分) 如图所示,质量为  $m_1$  的物体甲通过三段轻绳相连,三段轻绳的结点为  $O$ ,轻绳  $OB$  水平且  $B$  端与站在水平面上的质量为  $m_2$  的人相连,轻绳  $OA$  与竖直方向的夹角  $\theta = 37^\circ$ ,物体甲及人均处于静止状态(已知  $\sin 37^\circ = 0.6$ ,  $\cos 37^\circ = 0.8$ ,重力加速度为  $g$ 。设最大静摩擦力等于滑动摩擦力)求:

- (1) 轻绳  $OA$ 、 $OB$  的拉力大小;
- (2) 人受到的摩擦力;
- (3) 若人的质量  $m_2 = 60$  kg,人与水平面之间的动摩擦因数为  $\mu = 0.3$ ,则欲使人在水平面上不滑动,物体甲的质量  $m_1$  最大不能超过多少。



15、(18分) 图甲为快递物流配送分拣示意图,水平传送带和倾斜传送带以相同的速率逆时针运行。现将一质量为 0.5 kg 的货物(可视为质点),轻放在倾斜传送带上端  $A$  处,图乙为倾斜传送带  $AB$  的数控设备记录的货物的  $v-t$  图像,1.2 s 末货物刚好到达下端  $B$  处,随后以不变的速率滑上水平传送带  $C$  端。已知水平传送带  $CD$  的长度  $L = 3.6$  m,最大静摩擦力均与相应的滑动摩擦力相等,货物与两传送带间的动摩擦因数相同, $B$ 、 $C$  间距忽略不计,取  $g = 10$  m/s<sup>2</sup>。

- (1) 求货物与传送带间的动摩擦因数  $\mu$ ;
- (2) 求货物在水平传送带上运动的时间;
- (3) 若使货物以最短的时间被运送至  $D$  处,则传送带的速度需要满足什么条件?并求出货物从  $A$  端运送至  $D$  端的最短时间?



参考答案

题号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
答案	C	C	A	B	C	C	B	BD	AC	BCD

1. C

解析：将运动员入水后的运动逆过来看，可看作初速度为 0 的匀加速直线运动，设加速度大小为  $a$ ，

入水后第二个  $\frac{1}{4}t$  时间内的位移为  $x_1 = \frac{1}{2}a\left(\frac{3t}{4}\right)^2 - \frac{1}{2}a\left(\frac{2t}{4}\right)^2 = \frac{5at^2}{32}$ ， $v_1 = \frac{x_1}{\frac{t}{4}} = \frac{5}{8}at$ ， $v_2 = a \cdot \frac{t}{2} = \frac{at}{2}$ ，所以

$v_2 : v_1 = 4 : 5$ ，故 A、B、D 错误，C 正确。

2. C

解析：当墨条速度方向水平向左时，墨条相对于砚台向左运动，故砚台对墨条的摩擦力方向水平向右，A 错误；根据牛顿第三定律，墨条对砚台的摩擦力方向水平向左，由于砚台处于静止状态，故桌面对砚台的摩擦力方向水平向右，B 错误；由于砚台处于静止状态，桌面和墨条对砚台的摩擦力是一对平衡力，C 正确；桌面对砚台的支持力大小等于砚台的重力加上墨条对其的压力，故桌面对砚台的支持力大于墨条对砚台的压力，D 错误。故选 C。

3. A

解析：由图像可知，图像第四象限表示向下运动，速度为负值。当向下运动到速度最大时篮球与地面接触，运动发生突变，速度方向变为向上并做匀减速运动。故第一次反弹后上升至  $a$  点，此时速度第一次向上减为零，到达离地面最远的位置。故四个点中篮球位置最高的是  $a$  点。故选 A。

4. B

解析：螺钉在开始下落阶段，每经历相等时间内速度增量  $\Delta v = a \Delta t$ ，因为加速度逐渐减小，所以每经历相等时间，速度增加量越来越小，A 错误，B 正确；在下落的收尾阶段，加速度为零，速度达到最大且不再变化，所以此阶段速度的变化率为零，C、D 错误。

5. C

解析：A. 对 A 受力分析，A 受重力、支持力和向右的静摩擦力作用，由此可以知道 C 受重力、A 对 C 的压力、地面的支持力、绳子的拉力、A 对 C 的摩擦力以及地面的摩擦力六个力作用，故 A 错误。

BC. 对整体分析，整体的加速度

$$a = \frac{F - \mu \cdot 6mg}{6m} = \frac{F}{6m} - \mu g$$

隔离对 A、C 分析，根据牛顿第二定律得

$$F_T - \mu \cdot 4mg = 4ma$$

计算得出

$$F_T = \frac{2}{3}F$$

当  $F = 1.5F_T$  时，轻绳刚好被拉断，故 B 错误，C 正确；

D. 若水平面光滑，绳刚断时，对 A、C 分析，加速度

$$a = \frac{F_T}{4m}$$

隔离对 A 分析，A 受到的摩擦力

$$F_f = ma = \frac{F_T}{4}$$

故D错误。

故选C。

6.C

解析:CD. 根据运动的合成和分解的知识, 因为小船垂直于河岸航行, 过河时间与水的速度无关, 又河水的流速与到河岸的最短距离 $x$ 成正比, 即

$$v_{\text{水}} = kx (x \leq \frac{d}{2}, k \text{ 为常量})$$

因 $v_{\text{水}} \propto x$ , 且 $x \leq \frac{d}{2}$ , 则沿 $x$ 方向平均速度 $\bar{v}_{\text{水}} = \frac{kd}{4}$

$$\text{过河时间 } t = \frac{s}{\bar{v}_{\text{水}}} = \frac{4s}{kd}$$

选项C正确, D错误;

$$\text{AB. 则船速 } v_{\text{船}} = \frac{d}{t} = \frac{kd^2}{4s}$$

选项AB错误。

7.B

解析: 由题意可知 $M$ 的加速度 $a' = 0$

$$m_1 \text{ 的加速度 } a_1 = \frac{m_1 g \sin 30^\circ - \mu m_1 g \cos 30^\circ}{m_1} = g \sin 30^\circ - \mu g \cos 30^\circ = \frac{1}{4}g$$

$$m_2 \text{ 的加速度为 } a_2 = \frac{m_2 g \sin 45^\circ}{m_2} = g \sin 45^\circ = \frac{\sqrt{2}}{2}g$$

选 $M$ 、 $m_1$ 和 $m_2$ 构成的质点组为研究对象, 根据质点组牛顿第二定律, 在水平方向有

$$f_{\text{地}} = m_2 a_2 \cos 45^\circ - m_1 a_1 \cos 30^\circ$$

竖直方向有

$$(M + m_1 + m_2)g - N_{\text{地}} = m_1 a_1 \sin 30^\circ + m_2 a_2 \sin 45^\circ$$

又 $f_{\text{地}} \leq \mu N_{\text{地}}$

联立解得两物块下滑过程中劈块与地面的动摩擦因数至少为 $\mu_{\text{min}} = \frac{8 - \sqrt{3}}{31}$

8.BD

解析:A. 开始时, 细线的张力为零。以AB整体为研究对象, 根据受力平衡可知, 此时弹簧的弹力大小为:  $F_{\text{弹}} = 2mg \sin 30^\circ = mg$

刚释放C时, 设A、B间的弹力大小为 $N$ , 细线拉力大小为 $T$ , 此时的加速度为 $a$ 。

以C为研究对象, 根据牛顿第二定律得:  $mg - T = ma$

以B为研究对象, 根据牛顿第二定律得:  $T + N - mg \sin 30^\circ = ma$

以A为研究对象, 根据牛顿第二定律得:  $F_{\text{弹}} - mg \sin 30^\circ - N = ma$

联立解得:  $N = \frac{1}{6}mg$

故A错误;

D. A、B分离时,两者之间的弹力为零。设此时的加速度为 $a'$ ,细线的拉力大小为 $T'$ 。

以C为研究对象,物体受到重力和细线的拉力以及垂直于斜面的弹力,根据牛顿第二定律得: $mg-T'=ma'$

### 9.AC

解析:由 $v-t$ 图像与时间轴所围的面积表示位移可知,从 $t=0$ 到停下,汽车在干燥路面通过的位移为

$$x_1 = \frac{1+3}{2} \times 20 \text{ m} = 40 \text{ m}, \text{ 平均速度为 } \bar{v}_1 = \frac{x_1}{t_1} = \frac{40}{3} \text{ m/s} \approx 13.3 \text{ m/s}; \text{ 汽车在湿滑路面的位移为 } x_2 = \frac{1+4}{2} \times 20$$

$$\text{m} = 50 \text{ m}, \text{ 平均速度为 } \bar{v}_2 = \frac{x_2}{t_2} = \frac{50}{4} \text{ m/s} = 12.5 \text{ m/s}, \text{ 则知从 } t=0 \text{ 到停下,汽车在干燥路面的平均速度大于在湿滑路面的平均速度。}$$

因 $\Delta x = x_2 - x_1 = 10 \text{ m}$ ,知从 $t=0$ 到停下,汽车在干燥路面的行驶距离比在湿滑路面的行驶距离少 $10 \text{ m}$ ,故A、C正确。从 $t=1 \text{ s}$ 到停下,汽车均做匀减速直线运动,根据平均速度公式 $\bar{v} = \frac{v_0 + v}{2}$ 知汽车在干燥路面的平均速度等于在湿滑路面的平均速度,均为 $\bar{v} = \frac{20+0}{2} \text{ m/s} = 10 \text{ m/s}$ ,故B错误。根据 $v-t$ 图像的斜率大小表示加速度大小,知汽车在干燥路面的加速度大小为 $a_1 = \frac{20}{2} \text{ m/s}^2 = 10 \text{ m/s}^2$ ,在湿滑路面的加速度大小为 $a_2 = \frac{20}{3} \text{ m/s}^2$ ,则 $\frac{a_1}{a_2} = 1.5$ ,即汽车在干燥路面的加速度是在湿滑路面的加速度的1.5倍,故D错误。

### 10. BCD

解析:由题图丙可知,在 $0-t_1$ 时间段物块和木板均静止,在 $t_1$ 时刻木板与地面的静摩擦力达到最大值,此时以整体为对象有 $F_1 = \mu_1(m_1 + m_2)g$ ,A错误;图丙可知, $t_2$ 时刻物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 $F_1 - \mu_1(m_1 + m_2)g = (m_1 + m_2)a$ ,以木板为对象,根据牛顿第二定律,有 $\mu_2 m_2 g - (m_1 + m_2)g = m_1 a > 0$ ,解得 $F_2 = \frac{m_2(m_1 + m_2)}{m_1}(\mu_2 - \mu_1)g, \mu_2 > \frac{(m_1 + m_2)}{m_1} \mu_1$ ,BC正确;图丙可知, $0 \sim t_2$ 这段时间物块与木板相对静止,所以有相同的加速度,D正确。故选BCD。

### 11. BC 丙 一直增大 先减小后增大

【详解】(1) [1]ABC. 实验中,甲图用来测量合力,乙图用来测量两个分力,根据胡克定律,力的大小与弹簧伸长量成正比,力的大小可用弹簧伸长量来表示,因此必须测量弹簧的伸长量,但AO、BO长度不必相同,A错误,B正确,C正确;

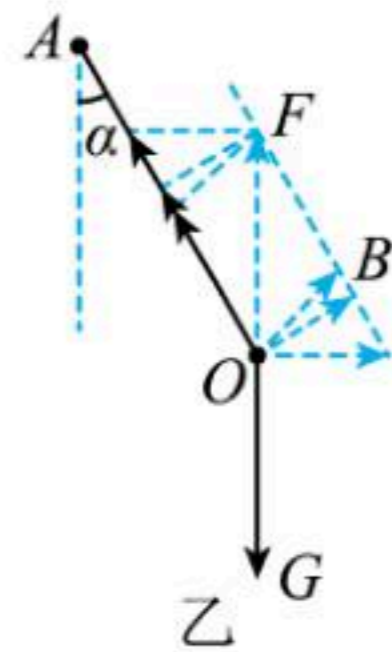
D. 实验中重物重力是定值,所以不必保证O点固定不变,D错误。

故选BC。

(2) [2]实验中矿泉水瓶的重力方向始终竖直向下,所以 $x_1$ 需要沿着竖直方向,故丙图是正确的。

(3) [3][4]对O点受力分析,O点处于动态平衡中,重力大小方向不变,OA绳中拉力方向不变,根据平行四边形定则易得OA中弹力将一直变大,OB中弹力将先减小后增大,如图所示。

所以OA中弹簧的长度将一直增大,OB中弹簧的长度将先减小后增大。



12. (1) AB (2) 1.21 2.02 C

解析: (1) A. 实验前要平衡摩擦力, 将长木板右端适当垫高, 使小车能自由匀速滑动, 故A正确;  
B. 实验时小车应靠近打点计时器, 先接通电源, 再释放小车, 打出一条纸带, 同时记录传感器的示数, 故B正确;

CD. 绳子的拉力可以由拉力传感器读出, 实验中不需要保证砂和砂桶的质量远小于小车的质量, 不需要用天平测出砂和砂桶的质量, 故CD错误。

故选AB。

(2) [1]由题可知, 相邻计数点之间的时间间隔为  $T = 5 \times 0.02\text{s} = 0.1\text{s}$

根据匀变速直线运动规律可得, 打第4个计数点时小车的速度  $v_4 = \frac{x_{35}}{2T} = \frac{11.10 + 13.10}{2 \times 0.1} \text{m/s} = 1.21\text{m/s}$

[2]根据逐差法可得, 小车的加速度为

$$a = \frac{x_{36} - x_{03}}{9T^2} = \frac{(11.10 + 13.10 + 15.10) - (5.00 + 7.05 + 9.10)}{9 \times 0.1^2} \times 10^{-2} \text{m/s}^2 = 2.02\text{m/s}^2$$

[3]平衡了摩擦力后, 对小车和沙桶整体分析, 则有  $mg = (m + M)a$

$$\text{解得 } a = \frac{mg}{M + m}$$

若满足  $m \ll M$  时, 则加速度  $a = \frac{mg}{M}$

即  $a-F$  的图像为直线, 当砂和砂桶的质量为  $\frac{1}{3}M$  时, 不再满足  $m \ll M$  这一条件, 其加速度遵循

$$a = \frac{mg}{M + m}$$

随着  $m$  的增大, 图像的斜率应逐渐减小, 因此图像将向下弯曲。

故选C。

13. (1) 50 m/s (2) 9 s

解析: (1) 减速过程, 根据  $v^2 - v_0^2 = 2ah$  可知,

运动员打开降落伞时的速度  $v_0 = \sqrt{v^2 - 2ah} = 50 \text{m/s}$ 。

(2) 运动员从飞机上跳下到打开降落伞所用的时间:  $t_1 = \frac{v_0}{g} = \frac{50 \text{m/s}}{10 \text{m/s}^2} = 5 \text{s}$

打开降落伞到落地所用的时间:

$$t_2 = \frac{v - v_0}{a} = \frac{2 \text{m/s} - 50 \text{m/s}}{-12 \text{m/s}^2} = 4 \text{s}。$$

运动员离开飞机后到达地面所用的时间:  $t = t_1 + t_2 = 9 \text{s}$ 。

14. (1)  $\frac{5}{4}m_1g$   $\frac{3}{4}m_1g$  (2)  $\frac{3}{4}m_1g$  方向水平向左 (3) 24 kg

解析: (1) 以结点  $O$  为研究对象, 分析其受力如图, 沿水平方向和竖直方向建立直角坐标系, 将  $F_{OA}$  分解, 由平衡条件有

$$F_{OB} - F_{OA} \sin \theta = 0 \quad F_{OA} \cos \theta - m_1g = 0$$

$$\text{联立得 } F_{OA} = \frac{m_1g}{\cos \theta} = \frac{5}{4}m_1g$$

$$F_{OB} = m_1 g \tan \theta = \frac{3}{4} m_1 g$$

故轻绳  $OA$ 、 $OB$  的拉力大小分别为  $\frac{5}{4} m_1 g$ 、 $\frac{3}{4} m_1 g$ 。

(2) 人水平方向受到  $OB$  绳的拉力和水平面的静摩擦力,  $F_f = F_{OB} = \frac{3}{4} m_1 g$ , 方向水平向左。

(3) 当甲的质量增大到人刚要滑动时, 质量达到最大, 此时人受到的静摩擦力达到最大值。

当人刚要滑动时, 静摩擦力达到最大值  $F_{fm} = \mu m_2 g$

由平衡条件得  $F_{OBm} = F_{fm}$ , 又  $F_{OBm} = m_1 m g \tan \theta = \frac{3}{4} m_1 m g$

$$\text{联立得 } m_{1m} = \frac{4\mu m_2 g}{3g} = 24 \text{ kg}$$

即物体甲的质量  $m_1$  最大不能超过 24 kg。

15. (1) 0.5 (2) 1.6 s (3)  $v_{\text{传}} \geq 10 \text{ m/s}$  1.2 s

解析: (1) 0~0.2 s 内, 根据  $v$ - $t$  图像可知货物在倾斜传送带上的加速度大小为  $a_1 = \frac{\Delta v_1}{\Delta t_1} = 10 \text{ m/s}^2$

根据牛顿第二定律可得  $mg \sin \theta + \mu mg \cos \theta = ma_1$

0.2~1.2 s 内, 货物在倾斜传送带上的加速度大小为  $a_2 = \frac{\Delta v_2}{\Delta t_2} = 2 \text{ m/s}^2$

根据牛顿第二定律可得

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

联立解得  $\mu = 0.5$

(2) 结合图乙知, 传送带的速率  $v = 2 \text{ m/s}$ , 货物在水平传送带上运动的加速度大小为  $a = \frac{\mu mg}{m} = 5 \text{ m/s}^2$

假设货物能与水平传送带共速, 则货物在水平传送带上做匀减速运动的时间  $t_1 = \frac{v_2 - v}{a} = 0.4 \text{ s}$

货物在水平传送带上做匀减速运动的位移  $x = \frac{v_2 + v}{2} t_1 = 1.2 \text{ m} < L$ , 假设成立

货物与水平传送带共速后一起做匀速运动, 所用的时间  $t_2 = \frac{L - x}{v} = 1.2 \text{ s}$

则货物在水平传送带上运动的时间  $t = t_1 + t_2 = 1.6 \text{ s}$

(3) 根据  $v$ - $t$  图像与坐标轴围成的面积表示位移可知, 货物在倾斜传送带上的位移

$$x_1 = \frac{1}{2} \times 2 \times 0.2 \text{ m} + \frac{1}{2} \times (2 + 4) \times 1 \text{ m} = 3.2 \text{ m}$$

若时间最短, 货物需要在传送带上一一直匀加速运动

在下滑加速阶段有  $v_C^2 = 2a_1 x_1$

解得  $v_C = 8 \text{ m/s}$

在水平加速阶段有  $v_D^2 - v_C^2 = 2aL$

解得  $v_D = 10 \text{ m/s}$

因此传送带的速度需要满足  $v_{\text{传}} \geq 10 \text{ m/s}$

下滑加速时间为  $t_3 = \frac{v_C}{a_1} = 0.8 \text{ s}$

水平加速时间为  $t_4 = \frac{v_D - v_C}{a} = 0.4 \text{ s}$

则最短时间为  $t_{\text{总}} = t_3 + t_4 = 1.2 \text{ s}$