

## 物理试卷

## 注意事项:

1. 答卷前, 考生务必将自己的姓名、考场号、座位号、准考证号填写在答题卡上。
2. 回答选择题时, 选出每小题答案后, 用铅笔把答题卡上对应题目的答案标号涂黑, 如需改动, 用橡皮擦干净后, 再选涂其他答案标号。回答非选择题时, 将答案写在答题卡上, 写在本试卷上无效。
3. 考试结束后, 将本试卷和答题卡一并交回。

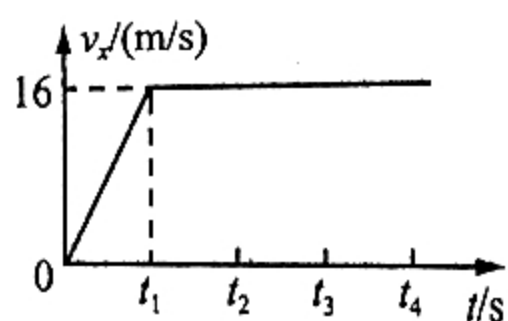
考试时间为 90 分钟, 满分 100 分

一、选择题: 本题共 12 小题, 每小题 4 分, 共 48 分。在每小题给出的四个选项中, 1~8 题只有一个符合题目要求, 9~12 题有多项符合题目要求, 全选对的得 4 分, 选对但不全的得 2 分, 有选错的得 0 分。

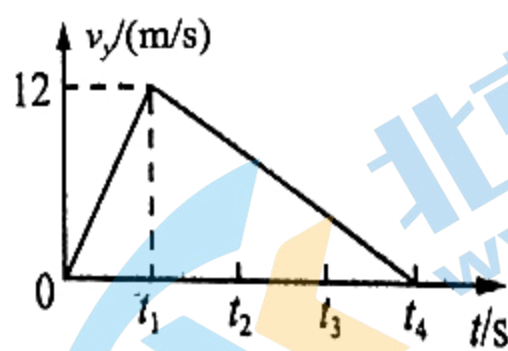
1. 10 米跳台跳水项目决赛中, 运动员从跳台向上跳起, 一段时间后落入水中, 全过程可看成做直线运动, 不计空气阻力。下列说法正确的是

- A. 整个过程中, 运动员的重心位置相对于自身保持不变  $\times$
- B. 在上升过程中, 前一半位移所用时间大于后一半位移所用时间。
- C. 起跳时, 跳台对运动员的作用力大小大于运动员对跳台的作用力大小
- D. 在入水过程中, 运动员做速度先增大后减小的变加速运动

2. 在电力系统巡线过程中, 无人机巡线技术提高了工作效率, 全面提高了送电线路的运维水平。现工作人员通过传感器获取无人机水平方向速度  $v_x$ 、竖直方向速度  $v_y$  (取竖直向上为正方向) 与飞行时间的关系分别如图甲、乙所示。则下列说法正确的是



甲



乙

- A. 无人机在  $t_4$  时刻上升至最高点
- B. 无人机在  $t_2$  时刻处于平衡状态
- C. 无人机在  $0 \sim t_1$  时间内沿曲线飞行
- D. 无人机在  $t_1 \sim t_4$  时间内做匀变速直线运动

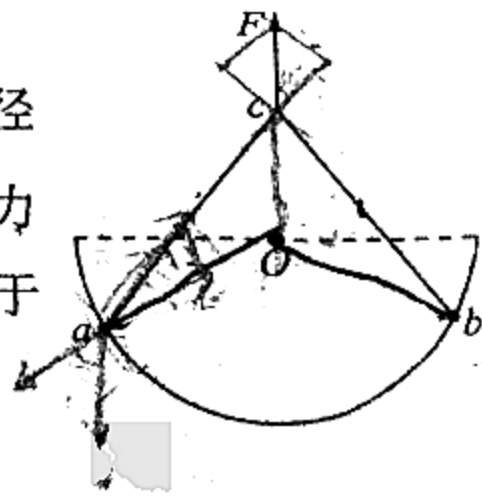
3. 如图所示, 两个相同的小球  $a$  和  $b$  套在竖直放置的光滑圆弧上, 圆弧半径为  $R$ , 一细线长为  $2\sqrt{3}R$ , 其两端各系在一个小球上。现用  $F=3mg$  的拉力拉细线中点  $c$ , 可使两小球静止在等高位置, 若此时  $a$ 、 $b$  间的距离恰好等于  $\sqrt{3}R$ , 已知重力加速度为  $g$ 。则每个小球质量为

A.  $\frac{1}{2}m$

B.  $m$

C.  $\sqrt{3}m$

D.  $2m$





4. 如图所示, 货车车厢中央放置一装有货物的木箱, 该木箱可视为质点。已知木箱与车厢之间的动摩擦因数  $\mu = 0.4$ 。下列说法正确的是



- A. 若货车向前加速时, 木箱对车厢的摩擦力方向向左
- B. 为防止木箱发生滑动, 则货车加速时的最大加速度不能超过  $4 \text{ m/s}^2$
- C. 若货车行驶过程中突然刹车, 木箱一定与车厢前端相撞
- D. 若货车的加速度为  $5 \text{ m/s}^2$  时, 木箱受到的摩擦力为静摩擦力

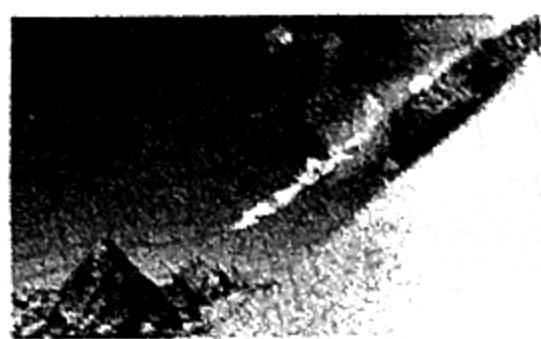
5. 如图所示, 复兴号列车以速率  $v$  通过一段水平弯道, 转弯半径为  $r$ , 列车恰好与轨道间没有侧向压力, 不计空气阻力, 重力加速度为  $g$ , 则下列判断正确的是



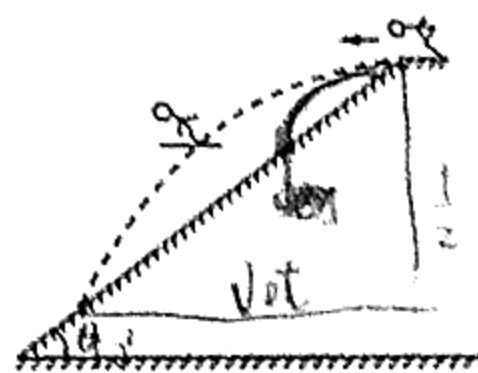
- A. 列车左右两车灯的线速度大小相等
- B. 弯道处的外轨略高于内轨
- C. 内外轨所在斜面的倾角满足  $\sin \theta = \frac{v^2}{gr}$

D. 质量为  $m$  的乘客在列车转弯过程中, 受到列车给他的作用力为  $m \frac{v^2}{r}$

6. 如图甲所示, 随着 2022 年北京冬奥会的脚步越来越近, 吸引更多爱好者投入到冰雪运动中, 其中高台跳雪是北京冬奥会的比赛项目之一。两名跳雪运动员  $a$ 、 $b$  (可视为质点) 从雪道末端先后以初速度之比  $v_a : v_b = 1 : 3$  沿水平方向向左飞出, 不计空气阻力, 如图乙所示。则两名运动员从飞出至落到雪坡上的整个过程中, 下列说法正确的是



甲



乙

- A. 他们飞行时间之比为  $3 : 1$
- B. 他们飞行的水平位移之比为  $1 : 3$
- C. 他们落到雪坡上的瞬时速度方向一定不相同
- D. 他们在空中离雪道坡面的最大高度之比为  $1 : 9$

7. 2021 年 6 月 11 日, 国家航天局在北京举行“天问一号”探测器着陆火星首批科学影像图揭幕仪式, 公布了由祝融号火星车拍摄的影像图, 标志着我国首次火星探测任务取得圆满成功。

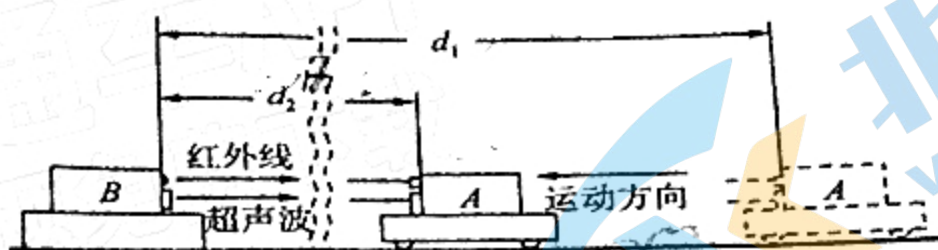
已知火星直径约为地球直径的 50%, 火星质量约为地球质量的 10%。下列说法正确的是

- A. “天问一号”的最小发射速度为  $7.9 \text{ km/s}$
- B. 火星与地球的第一宇宙速度的比值为  $\frac{1}{5}$
- C. 绕火星表面运行卫星的周期大于地球近地卫星的周期
- D. 火星表面的重力加速度大于地球表面的重力加速度

8. 如图所示为研究自动驾驶技术的一个实验示意图, 在平直公路上, 汽车 A 向超声测速仪 B 做直线运动, 设  $t_1 = 0$  时汽车 A 与测速仪 B 相距  $d_1 = 347.5 \text{ m}$ , 此时测速仪 B 发出一个超声波



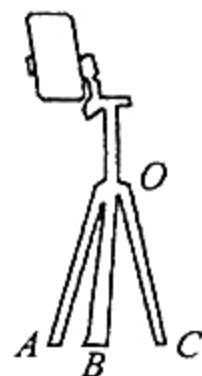
信号和红外线,汽车 A 接收到红外线时刹车做匀减速运动,当测速仪 B 接收到反射回来的超声波信号时,汽车 A 恰好停止,此时汽车 A 和测速仪 B 相距  $d_2 = 337.5 \text{ m}$ ,已知超声波的速度  $v = 340 \text{ m/s}$ ,红外线的速度远大于超声波的速度。下列说法正确的是



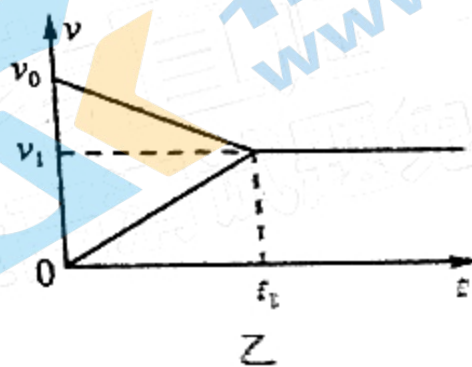
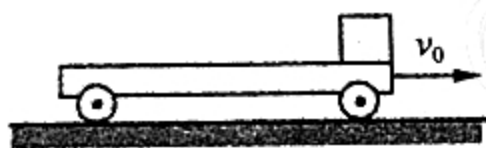
- A. 汽车 A 接收到超声波的信号时,它与测速仪 B 的间距为  $340 \text{ m}$
- B. 汽车 A 自刹车开始至停止所用的时间为  $2.5 \text{ s}$
- C. 汽车 A 刹车过程中的加速度大小为  $6 \text{ m/s}^2$
- D. 汽车 A 刹车过程中的初速度大小为  $12 \text{ m/s}$

9. 随着互联网行业的不断发展,微视频丰富了大家的业余生活。用如图所示三脚支架固定智能手机,就可以进行直播、录视频、拍照等。手机和脚架的承重杆始终在同一竖直面内,OA、OB、OC 为三脚支架的脚架,可绕 O 点自由转动。若三根脚架质量不计,每根脚架的弹力大小为  $F$ ,且每根脚架与竖直方向均成  $\theta = 30^\circ$  角。已知三脚支架及手机总质量为  $m$ ,重力加速度为  $g$ 。下列说法正确的是

- A. 每根脚架的弹力大小  $F = \frac{\sqrt{3}mg}{9}$
- B. 每根脚架的弹力大小  $F = \frac{2\sqrt{3}mg}{9}$
- C. 保持 O 端不动,增大夹角  $\theta$ ,则  $F$  增大
- D. 保持 O 端不动,减小夹角  $\theta$ ,则  $F$  增大



10. 如图甲所示,上表面粗糙的平板小车静止于光滑水平面上。 $t = 0$  时,小车以速度  $v_0$  向右运动,将小滑块无初速度地放置于小车的右端,最终小滑块恰好没有滑出小车。如图乙所示为小滑块与小车运动的  $v-t$  图像,图中  $t_1$ 、 $v_0$ 、 $v_1$  均为已知量,重力加速度大小取  $g$ 。由此可求得

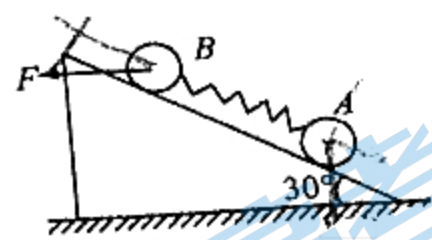


- A. 小车的长度
- B. 小滑块的质量
- C. 小车在匀减速运动过程中的加速度
- D. 小滑块与小车间的动摩擦因数

11. 如图所示,水平面上固定着一倾角为  $30^\circ$  光滑斜面,斜面上有两个质量均为  $m$  的小球 A、B,用劲度系数为  $k$  的轻质弹簧连接。现对 B 施加一水平向左的力  $F$ ,使 A、B 一起以加速度  $a$  沿斜面向上运动,此时弹簧的长度为  $l$ 。则下列说法正确的是

（此题与 2017 年全国卷 I 物理试题第 15 题类似）





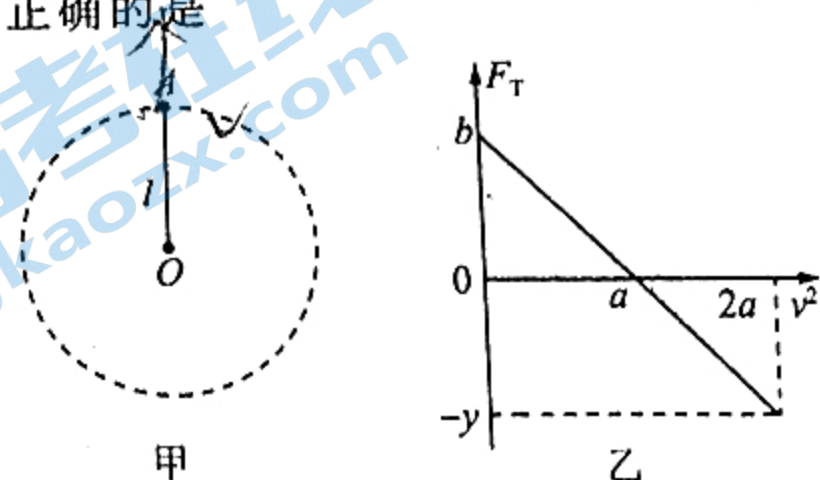
A. 力  $F$  的大小为  $\frac{2\sqrt{3}mg}{3}$

B. 弹簧原长为  $l = \frac{m(2a+g)}{2k}$

C. 若弹簧突然断裂, 则小球 A 的加速度为  $g$

D. 若弹簧突然断裂, 则小球 B 的加速度为  $2a + \frac{g}{2}$

12. 如图甲所示, 轻杆一端固定在  $O$  点, 另一端固定一小球, 现让小球绕定点  $O$  在竖直面内做圆周运动, 小球经过最高点的速度大小为  $v$ , 此时轻杆对小球的作用力大小为  $F_T$ ,  $F_T$  (设竖直向上为正) 与速度的平方  $v^2$  的关系如图乙所示, 图像中的  $a$ 、 $b$  及重力加速度  $g$  均为已知量, 不计空气阻力。下列说法正确的是



A. 小球的质量等于  $\frac{b}{g}$

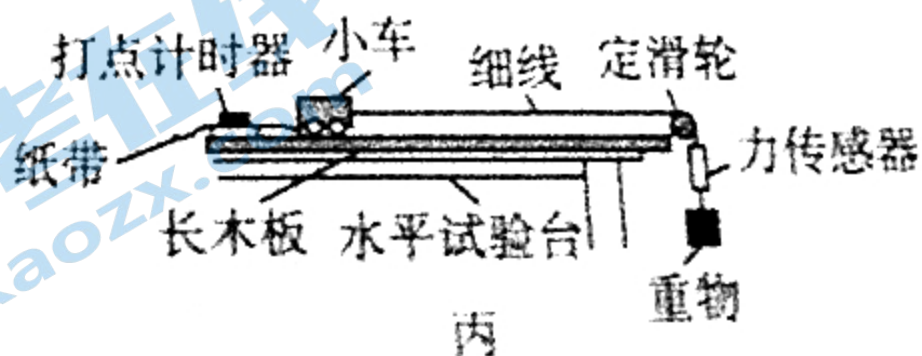
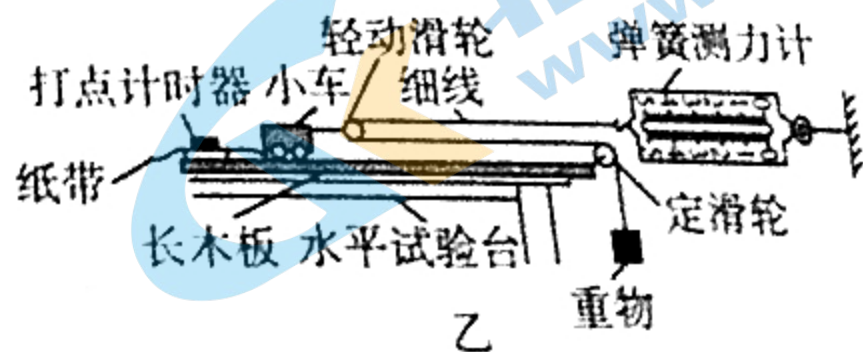
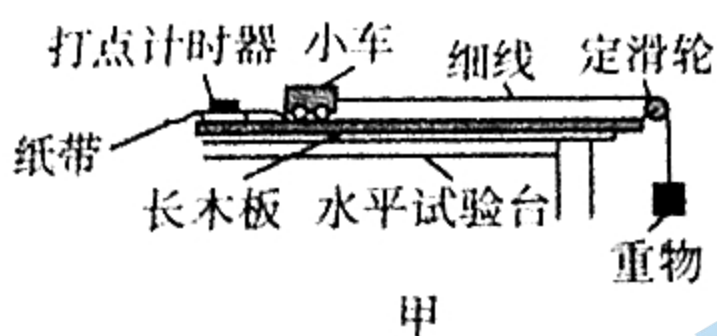
B. 轻杆的长度为  $\frac{a}{g}$

C. 当  $v^2 = a$  时, 小球的向心加速度小于  $g$

D. 当  $v^2 = 2a$  时, 纵轴坐标值  $y > b$

二、实验题: 本题共 2 小题, 共 14 分。

13. (6 分) 甲、乙、丙三个实验小组分别采用图甲、乙、丙所示的实验装置探究“加速度与力、质量的关系”。



(1) 下列说法正确的是

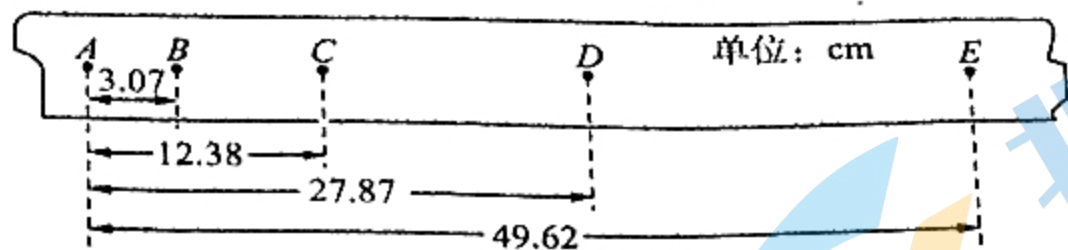
A. 三个实验中, 甲必须平衡小车所受的摩擦力, 乙和丙不需要

B. 三个实验中, 甲必须使重物的质量远小于小车的质量, 乙和丙不需要

C. 三个实验中, 都必须用天平测量重物的质量



(2)某次实验中记录的纸带如图所示,从A点起每5个点取一个计数点,即两相邻计数点间的时间间隔为0.1 s,则小车运动的加速度为\_\_\_\_\_  $\text{m/s}^2$ 。(结果保留三位有效数字)

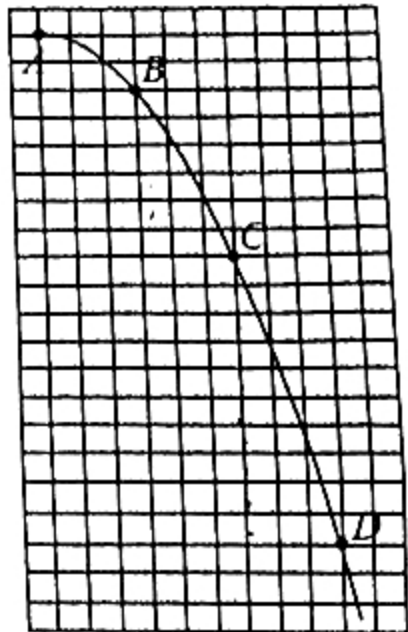


(3)乙小组采用图乙实验装置,多次改变重物的质量,通过弹簧测力计读出拉力  $F$ ,并求出小车的加速度  $a$ ,然后以拉力  $F$  为横轴,加速度  $a$  为纵轴,画出的  $a-F$  图像是一条倾斜直线,图线的斜率为  $k$ ,则小车的质量  $M$  为\_\_\_\_\_。

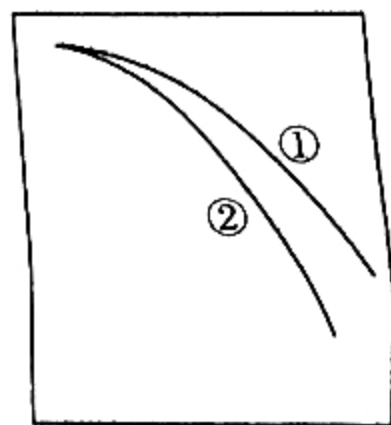
14.(8分)如图甲所示是研究平抛运动的实验装置(带传感器),在某次试验中描绘出小球平抛运动的轨迹如图乙所示,A、B、C、D是轨迹上的四个点,同时传感器也记录小球从A到B的运动时间为  $T$ ,已知方格的边长为  $L$ ,回答下列问题:



甲



乙



丙

- (1)小球的初速度为\_\_\_\_\_ (用题中已知物理量表示)。
- (2)A点\_\_\_\_\_ (选填“是”或“不是”)平抛运动的起点。
- (3)计算得出重力加速度  $g =$ \_\_\_\_\_ (用题中已知物理量表示)。
- (4)图丙是实验中小球从斜槽上不同位置下落获得的两条轨迹,图线①所对应的平抛运动的初速度\_\_\_\_\_ (选填“较小”或“较大”),图线②所对应的小球在斜槽上释放的位置\_\_\_\_\_ (选填“较低”或“较高”)。

**三、计算题:**本题共4小题,共38分。解答应写出必要的文字说明、方程式和重要演算步骤,只写出最后答案的不能得分。有数值计算的题,答案中必须明确写出数值和单位。

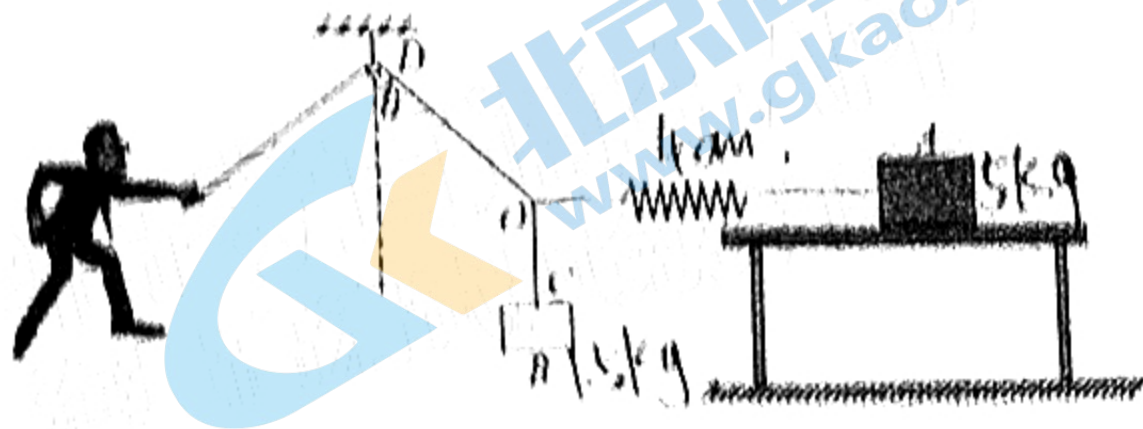
15.(6分)2021年6月17日15时54分,神舟十二号载人飞船采用自主快速交会对接模式成功对接于天和核心舱前向端口,与此前已对接的天舟二号货运飞船一起构成三舱(船)组合体,这是天和核心舱发射入轨后,首次与载人飞船进行的交会对接。目前,该组合体在距地面高度为  $h$  处的近圆轨道运行,已知地球半径为  $R$ ,引力常量为  $G$ ,该组合体绕地球运行的周期为  $T$ ,忽略地球的自转。求:

(1)地球的质量;



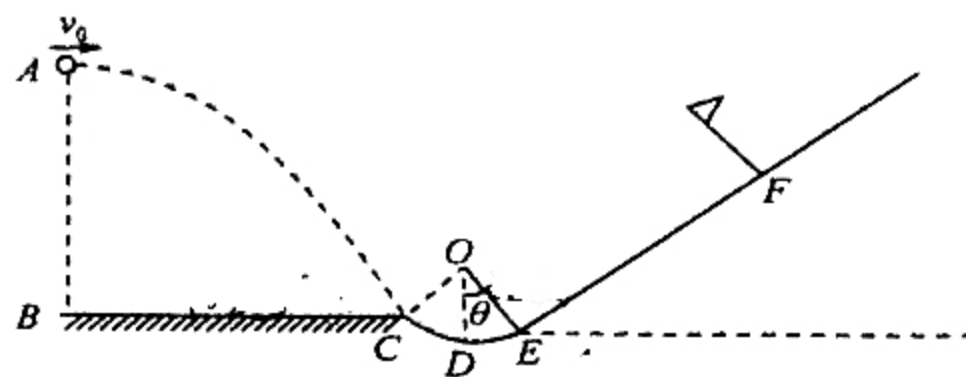
(2) 根据图 1 中甲、乙两图可知，当甲图所示的物体在光滑水平面上运动时，乙图所示的物体在粗糙水平面上运动。当甲图所示的物体在光滑水平面上运动时，乙图所示的物体在粗糙水平面上运动。当甲图所示的物体在光滑水平面上运动时，乙图所示的物体在粗糙水平面上运动。

10. (2017 北京) 如图 1 所示，物块 A 放置于水平桌面上，轻绳 DO 与轻质弹簧的左端及轻绳 CO 的上端连接于 O 点，弹簧中轴线沿水平方向，轻绳 DO 与竖直方向夹角  $\theta = 53^\circ$ ，整个系统均处于静止状态，不计绳与滑轮间的摩擦。已知物块 A 和 B 的质量分别为  $m_1 = 5 \text{ kg}$ 、 $m_2 = 1.5 \text{ kg}$ ，弹簧的伸长量为  $4 \text{ cm}$ ， $\sin 37^\circ = 0.6$ ， $\cos 37^\circ = 0.8$ ，重力加速度取  $g = 10 \text{ m/s}^2$ 。求：
- 弹簧的劲度系数  $k$ ；
  - 物块 A 与桌面间的动摩擦因数至少多大；
  - 地面对桌子的摩擦力大小与方向。



17. (10分) 如图所示, A 点距水平面 BC 的高度  $h = 1.25 \text{ m}$ , BC 与圆弧轨道 DE 相接于 C 点, D 为圆弧轨道的最低点, 圆弧轨道 DE 对应的圆心角  $\theta = 37^\circ$ , 圆弧的半径  $R = 0.5 \text{ m}$ , 圆弧与斜面 EF 相切于 E 点。一质量  $m = 1 \text{ kg}$  的小球从 A 点以  $v_0 = 5 \text{ m/s}$  的速度水平抛出, 从 C 点沿切线进入圆弧轨道, 当经过 E 点时, 该球受到圆弧的摩擦力  $f = 40 \text{ N}$ , 经过 E 点后沿斜面向上滑向洞穴 F。已知球与圆弧上 E 点附近以及斜面 EF 间的动摩擦因数  $\mu$  均为 0.5,  $EF = 4 \text{ m}$ ,  $\sin 37^\circ = 0.6$ ,  $\cos 37^\circ = 0.8$ , 重力加速度取  $g = 10 \text{ m/s}^2$ , 空气阻力忽略不计。求:

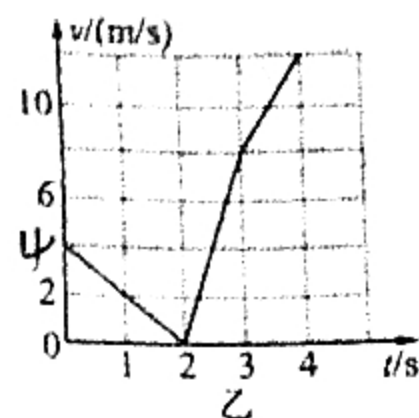
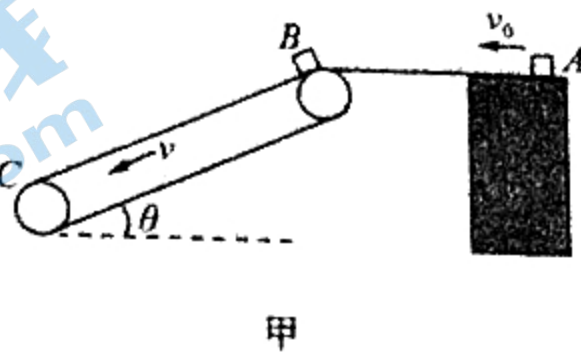
- (1) 小球在 C 点的速度;
- (2) 小球到达 E 处时的速度大小;
- (3) 若要使小球正好能够在球洞附近 1 m 范围内停住, 则  $v_E$  需要满足的条件。(结果可用根式表示)





18. (14分) 如图甲所示, 倾斜传送带与水平台面相切于  $B$  点, 传送带以恒定的速率沿逆时针方向运行。现将一小煤块从水平台面上  $A$  处以初速度  $v_0$  滑到传送带  $B$  处,  $4\text{ s}$  时小煤块从  $C$  点离开传送带。在整个过程中, 小煤块的速率随时间变化的图像如图乙所示, 重力加速度  $g$  取  $10\text{ m/s}^2$ , 不计小煤块与传送带摩擦过程中损失的质量。求:

- (1)  $A, B$  两点之间的距离;
- (2) 小煤块与传送带之间的动摩擦因数  $\mu$ ;
- (3) 在  $2 \sim 3.5\text{ s}$  时间内小煤块在传送带上留下的痕迹长度。



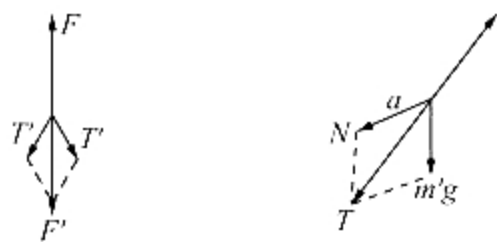


## 物理参考答案及评分意见

1.D 【解析】在整个过程中,运动员由于不断改变姿势,运动员的重心位置相对于自身是变化的,A 错误;在上升过程中,运动员做匀减速直线运动,速度均匀减小,根据平均速度定义,可知前一半位移所用时间小于后一半位移所用时间,B 错误;起跳时,跳台对运动员的作用力和运动员对跳台的作用力,是一对作用力与反作用力,根据牛顿第三定律可知二者大小相等,C 错误;入水过程中,开始时水对运动员的作用力(浮力和阻力)大小小于他们的重力大小,所以入水过程向下做一段速度先增大后减小的变加速运动,D 正确。

2.A 【解析】无人机在  $t_1$  时刻上升至最高点,因为最高点是竖直方向速度为 0 时,A 正确;无人机在  $t_2$  时刻,水平方向处于匀速直线运动状态,竖直方向处于匀减速上升过程,加速度向下,处于失重状态,所以无人机在  $t_2$  时刻处于不平衡状态,B 错误;无人机在  $0 \sim t_1$  时间内沿直线飞行,因为其合加速度与合速度方向在同一直线上,C 错误;无人机在  $t_1 \sim t_2$  时间内,水平方向做匀速直线运动,竖直方向做匀减速直线运动,所以无人机做匀变速曲线运动,D 错误。

3.B 【解析】设每个小球质量为  $m'$ ,三角形  $cab$  构成等边三角形,两绳夹角为  $60^\circ$ ,绳子拉力大小为  $T'$ ,则有  $F = \sqrt{3}T'$ ,则  $T' = \sqrt{3}mg$ 。根据题意,小球所受重力和圆弧弹力的合力大小与绳拉力  $T'$  等大反向,力  $F$  的大小与绳拉力的合力等大反向,如图所示,有  $T' = \sqrt{3}mg = \sqrt{3}m'g$ ,解得  $m' = m$ ,B 正确,ACD 错误。



4.B 【解析】若货车启动时,整体向左产生加速度,车厢对木箱的摩擦力的方向向左,根据牛顿第三定律知木箱对车厢摩擦力的方向向右,A 错误;设货车车厢的长为  $l$ ,木箱的质量为  $m$ ,最大加速度为  $a_2$ ,对木箱有  $\mu mg = ma_2$ ,解得  $a_2 = 4 \text{ m/s}^2$ ,B 正确;设货车刹车时加速度大小为  $a_1$ ,木箱与车厢前端相撞满足  $\frac{l}{2} < x_2 - x_1 = \left(v_0 t - \frac{1}{2} a_2 t^2\right) - \left(v_0 t - \frac{1}{2} a_1 t^2\right)$ ,C 错误;货车行驶时的加速度为  $5 \text{ m/s}^2 > a_2 = 4 \text{ m/s}^2$ ,木箱已经发生相对滑动,木箱受到的摩擦力为滑动摩擦力,D 错误。

5.B 【解析】列车转弯过程中车身上各部位周期相等,角速度相等,根据  $v = \omega r$ ,可知列车外侧的车灯线速度大,A 错误;列车与轨道之间无侧向压力,则弯道处的外轨会略高于内轨,且内、外轨所在斜面的倾角满足  $\tan \theta = \frac{v^2}{gr}$ ,B 正确,C 错误;当质量为  $m$  的乘客在列车转弯过程中,受到列车给他的作用力  $F = m \sqrt{g^2 + \left(\frac{v^2}{r}\right)^2}$ ,D 错误。

6.D 【解析】设雪坡倾角为  $\theta$ ,对运动员  $a$ ,有  $x_a = v_a t_a$ ,  $y_a = \frac{1}{2} g t_a^2$ ,根据几何关系有  $\tan \theta = \frac{y_a}{x_a}$ ;对运动员  $b$ ,有  $x_b = 3v_a t_b$ ,  $y_b = \frac{1}{2} g t_b^2$ , $\tan \theta = \frac{y_b}{x_b}$ ,联立可得  $\frac{t_a}{t_b} = \frac{1}{3}$ ,A 错误;同理可知,他们飞行的水平位移之比为  $1:9$ ,B 错误;落到雪坡上时,设  $a$ 、 $b$  速度分别与竖直方向夹角为  $\beta$ 、 $\alpha$ ,则有  $\tan \beta = \frac{v_a}{g t_a}$ ,  $\tan \alpha = \frac{3v_a}{g t_b}$ ,又  $t_b = 3t_a$ ,则有  $\tan \beta = \tan \alpha$ ,可得  $\beta = \alpha$ ,故他们落到雪坡上的瞬时速度方向相同,C 错误;将运动员的运动分解为沿坡面和垂直于坡面两个方向上,建立直角坐标系,在沿坡面方向做匀加速直线运动,垂直于坡面方向做匀减速直线运动,则运动员在空中离雪道坡面的最大高度  $h_{\max} = \frac{(v_0 \sin \theta)^2}{2g \cos \theta}$ ,他们在空中离雪道坡面的最大高度之比为  $1:9$ ,D 正确。

7.C 【解析】“天问一号”探测器已经离开地球,其发射速度要大于  $11.2 \text{ km/s}$ ,A 错误;由  $G \frac{Mm}{R^2} = m \frac{v^2}{R}$ ,解得  $v = \sqrt{\frac{GM}{R}}$ ,所以火星与地球的第一宇宙速度的比值为  $\frac{v_1}{v_2} = \frac{\sqrt{5}}{5}$ ,B 错误;在地球表面,根据牛顿第二定律得  $G \frac{Mm}{R^2} = m \frac{4\pi^2}{T^2} R$ ,解得  $T = \sqrt{\frac{4\pi^2 R^3}{GM}}$ ,绕火星表



面运行卫星的周期  $T' = \sqrt{\frac{4\pi^2 R'^3}{GM'}} = \frac{\sqrt{5}}{2} \sqrt{\frac{4\pi^2 R^3}{GM}} = \frac{\sqrt{5}}{2} T > T$ , C 正确; 在地球表面有  $G \frac{Mm}{R^2} = mg$ , 解得  $G \frac{M}{R^2} = g$ , 火星表面的重力加速度  $g' = G \frac{M'}{R'^2} = \frac{2}{5} G \frac{M}{R^2} = \frac{2}{5} g$ , D 错误。

8.A 【解析】红外线的传播速度等于光速, 可以认为汽车 A 与测速仪 B 相距  $d_1 = 347.5 \text{ m}$  时, 刹车开始做匀减速直线运动直到停止。设汽车 A 接收到超声波的信号时, 它与测速仪 B 之间的距离为  $x$ , 则汽车从开始刹车到停止, 先后通过  $d_1 - x$  与  $x - d_2$  两段距离所用时间分别等于超声波往返的时间, 且这两段时间一定相等。根据初速度等于零的匀加速直线运动连续相等时间的比例规律, 知这两段距离之比为 3:1, 即  $\frac{d_1 - x}{x - d_2} = \frac{3}{1}$ , 解得  $x = 340 \text{ m}$ , A 正确; 汽车 A 自刹车至停止所用的时间等于超声波往返的时间,  $t = \frac{2x}{v} = 2 \text{ s}$ , B 错误; 由逆向思维, 汽车 A 刹车过程中, 有  $d_1 - d_2 = \frac{1}{2} at^2$ , 解得加速度大小为  $a = 5 \text{ m/s}^2$ , C 错误; 同理, 汽车 A 刹车过程中的初速度大小为  $v_0 = at = 10 \text{ m/s}$ , D 错误。

9.BC 【解析】根据力的合成与分解可知, 一根脚架在竖直方向的分力  $F_{\text{竖}} = F \cos \theta$ , 在竖直方向上有  $3F \cos \theta = mg$ , 解得  $F = \frac{2\sqrt{3}mg}{9}$ , A 错误, B 正确; 保持 O 端不动, 在合力不变的情况下, 增大夹角  $\theta$ , 根据力的合成与分解可知三根脚架的弹力  $F$  逐渐变大, C 正确; 反之, 保持 O 端不动, 减小夹角  $\theta$ , 合力不变, 则三根脚架的弹力  $F$  应减小, D 错误。

10.ACD 【解析】最终小滑块恰好没有滑出小车, 由图像可求出小车的长度  $L = \frac{v_1 + v_0}{2} t_1 - \frac{v_1}{2} t_1 = \frac{v_0}{2} t_1$ , A 正确; 根据图像可以求出小车做匀减速直线运动的加速度以及小滑块做匀加速直线运动的加速度, 无法求出小滑块的质量, B 错误; 根据  $v-t$  图像可知小车做匀减速直线运动的加速度大小, 即  $a = \frac{v_0 - v_1}{t_1}$ , C 正确; 对小滑块, 由  $v-t$  图像可知小滑块做匀加速直线运动的加速度大小, 即  $a = \frac{v_1}{t_1}$ , 再由牛顿第二定律得  $a = \frac{f}{m} = \frac{\mu mg}{m} = \mu g$ , 联立解得小滑块与小车之间的动摩擦因数  $\mu = \frac{v_1}{gt_1}$ , D 正确。

11.BD 【解析】以 A、B 整体为研究对象, 受力分析, 根据牛顿第二定律, 沿斜面方向有  $F \cos 30^\circ - 2mg \sin 30^\circ = 2ma$ , 解得  $F = \frac{2\sqrt{3}m(2a + g)}{3}$ , 以 B 为研究对象, 沿斜面方向有  $F \cos 30^\circ - mg \sin 30^\circ - kx = ma$ ,  $x = l - l_0$ , 解得  $l_0 = l - \frac{m(2a + g)}{2k}$ , A 错误, B 正确; 若弹簧突然断裂, 则小球 A 的加速度  $a_A = g \sin 30^\circ = \frac{g}{2}$ , 弹簧断裂瞬间, 小球 B 的合力沿斜面增加了  $ma + \frac{1}{2}mg$ , 则其加速度变为  $2a + \frac{g}{2}$ , C 错误, D 正确。

12.AB 【解析】由图可知, 当小球在最高点的速度为零时, 有  $mg = b$ ; 当杆对小球无作用力时, 有  $mg = m \frac{v^2}{R} = m \frac{a}{l}$ , 联立两式可解得  $m = \frac{b}{g}$ ,  $l = \frac{a}{g}$ , AB 正确; 当  $v^2 = a$  时,  $F_T = 0$ , 小球只受重力, 故小球在最高点的向心加速度等于重力加速度  $g$ , C 错误; 当  $v^2 = 2a$  时,  $mg - F_T = m \frac{v^2}{R} = m \frac{2a}{l}$ , 则  $F_T = -mg$ , 负号表示杆对小球的作用力为拉力, 且小球受到杆的弹力与重力大小相等, 所以纵轴坐标值  $y = b$ , D 错误。

13.(1)B(2分) (2)6.22(2分) (3) $\frac{2}{k}$ (2分)

【解析】(1)利用牛顿第二定律  $F_{\text{合}} = ma$ , 由于存在摩擦力, 所以实验前都要先平衡摩擦力, A 错误; 乙和丙实验中是用弹簧测力计或力传感器测拉力, 所以没必要满足重物的质量远小于小车的质量, 也不需要测量重物质量, B 正确, C 错误。

(2)物体做匀加速直线运动,  $a = \frac{(s_{DE} + s_{CD}) - (s_{AB} + s_{BC})}{4T^2} \approx 6.22 \text{ m/s}^2$ 。

(3)由于动滑轮与小车相连, 由牛顿第二定律有  $a = \frac{2F}{M}$ , 则图像斜率  $k = \frac{2}{M}$ , 小车质量  $M = \frac{2}{k}$ 。



14. (1)  $\frac{3L}{T}$  (2分) (2) 是 (2分) (3)  $\frac{4L}{T^2}$  (2分) (4) 较大 (1分) 较低 (1分)

【解析】(1)由图乙分析可得, A、B、C、D 四个点中每相邻两个点之间的水平位移相同, 均为  $3L$ , 小球在水平方向做匀速运动, 相邻两点之间的运动时间相同均为  $T$ , 则小球的初速度  $v_0 = \frac{3L}{T}$ ;

(2)由图乙可得, 小球从 A 点运动到 D 点, 在竖直方向, 连续相邻相等时间间隔的两个点之间的竖直位移分别为  $2L$ 、 $6L$ 、 $10L$ , 比值为  $1:3:5$ , 对于初速度为零的匀加速直线运动才满足以上位移关系特点, 说明在 A 点, 小球竖直方向分速度为 0, A 点是平抛运动的起始点;

(3)由匀变速直线运动的规律  $\Delta y = gT^2$ , 由图知  $\Delta y = 4L$ , 可得重力加速度  $g = \frac{4L}{T^2}$ ;

(4)图丙是平抛运动的两条轨迹, 取相同的竖直高度, 则平抛运动的时间相同, 由  $x = v_0 t$  可知, 图线①的水平位移长, 其初速度较大, 需要从较高的位置滚下获得较大的初速度, 则图线②所对应的小球在斜槽上释放的位置较低。

15.【解析】(1)根据万有引力提供向心力得  $G \frac{Mm}{(R+h)^2} = m \frac{4\pi^2}{T^2} (R+h)$  (1分)

解得  $M = \frac{4\pi^2}{GT^2} (R+h)^3$  (1分)

(2)设此时飞船离地球表面的高度为  $h'$ , 根据牛顿第二定律有

$$F - mg' = ma \quad (1 \text{分})$$

$$G \frac{Mm}{R^2} = mg \quad (1 \text{分})$$

$$\frac{GMm}{(R+h')^2} = mg' \quad (1 \text{分})$$

$$\text{解得 } h' = \sqrt{\frac{mgR^2}{F-ma}} - R \quad (1 \text{分})$$

16.【解析】(1)对结点 O 受力分析如图甲所示。

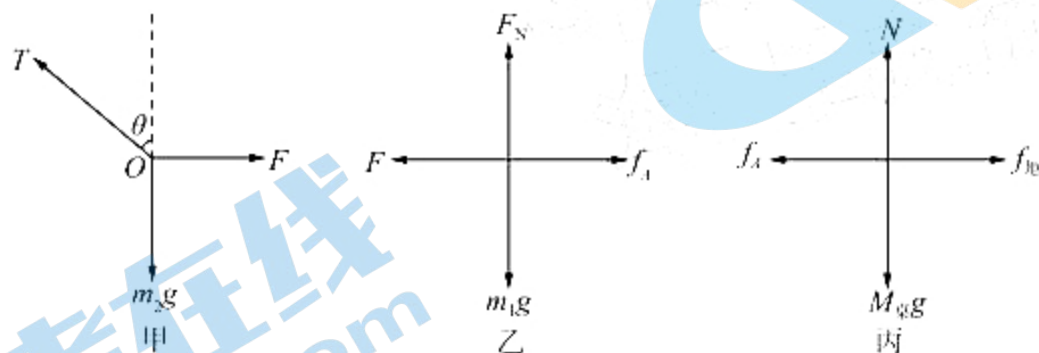
根据平衡条件, 有

$$T \cos \theta - m_2 g = 0 \quad (1 \text{分})$$

$$T \sin \theta - F = 0 \quad (1 \text{分})$$

$$\text{且 } F = kx$$

$$\text{解得 } F = 20 \text{ N}, k = 500 \text{ N/m} \quad (1 \text{分})$$



(2)物体 A 所受静摩擦力方向水平向右, 对物体 A 受力分析如图乙所示。

根据物体平衡和临界条件, 有

$$F - f_A = 0 \quad (1 \text{分})$$

$$f_{\max} = \mu m_1 g \quad (1 \text{分})$$

$$\text{解得 } \mu = 0.4 \quad (1 \text{分})$$

即物块 A 与桌面间的动摩擦系数至少为 0.4。

(3)以桌子为研究对象, 如图丙所示。因为桌子处于平衡状态, 所以物块 A 对桌子的摩擦力与地面对桌子的摩擦力等大反向, 即地



面对桌子的摩擦力大小为  $f_{\text{桌}} = f_A = 20 \text{ N}$ , 方向水平向右。(2分)

17.【解析】(1) 小球从 A 点做平抛运动, 在竖直方向有  $v_y = \sqrt{2gh} = 5 \text{ m/s}$  (1分)

则小球到达 C 点时速度大小  $v_C = \sqrt{v_0^2 + v_y^2} = 5\sqrt{2} \text{ m/s}$  (1分)

又速度方向与水平夹角  $\alpha$  满足  $\tan \alpha = \frac{v_y}{v_0} = 1$ , 即小球在 C 点速度方向与水平方向成  $45^\circ$  (1分)

(2) 在 E 点, 根据  $f = \mu F_N$ , 代入解得  $F_N = \frac{f}{\mu} = \frac{40}{0.5} \text{ N} = 80 \text{ N}$  (1分)

在 E 点, 根据牛顿第二定律可得  $F_N - mg \cos 37^\circ = m \frac{v_E^2}{R}$  (1分)

解得  $v_E = 6 \text{ m/s}$  (1分)

(3) 小球在斜面上做匀减速直线运动, 根据牛顿第二定律得

加速度  $a = -g \sin 37^\circ - \mu g \cos 37^\circ = -10 \text{ m/s}^2$  (1分)

若小球在洞穴下方 1 m 处停下, 则  $v = 0$ ,  $x = 3 \text{ m}$

在斜面 EF 上满足  $v^2 - v_E^2 = 2ax$  (1分)

代入数据可得  $v_E = 2\sqrt{15} \text{ m/s}$

若小球在洞穴上方 1 m 处停下,  $v = 0$ ,  $x = 5 \text{ m}$

小球在斜面上满足  $v^2 - v_E^2 = 2ax$  (1分)

代入数据可得  $v_E = 10 \text{ m/s}$

综上所述,  $v_E$  应满足  $2\sqrt{15} \text{ m/s} \leq v_E \leq 10 \text{ m/s}$  (1分)

18.【解析】(1) 根据图乙所示, A、B 两点之间的距离等于小煤块 0~2 s 内运动的位移大小,

由图像围成的面积可得  $l_{AB} = \frac{4+0}{2} \times 2 \text{ m} = 4 \text{ m}$  (2分)

(2) 2~3 s 内的加速度大小为  $a_1 = 8 \text{ m/s}^2$  (1分)

3~4 s 内的加速度大小为  $a_2 = 4 \text{ m/s}^2$  (1分)

在 2~3 s 内, 根据牛顿第二定律有  $mg \sin \theta + \mu mg \cos \theta = ma_1$  (1分)

在 3~4 s 内, 有  $mg \sin \theta - \mu mg \cos \theta = ma_2$  (1分)

联立解得  $\sin \theta = 0.6$ ,  $\mu = 0.25$  (2分)

(3) 由图可知传送带与小煤块速度相等时, 速度大小为  $v = 8 \text{ m/s}$  (1分)

在 2~3 s 内, 小煤块相对于传送带的位移  $\Delta x_1 = vt_1 - \frac{1}{2}at_1^2 = 4 \text{ m}$  (2分)

在 3~3.5 s 内, 小煤块相对于传送带向前的位移

$\Delta x_2 = \frac{(v+v')}{2}t_2 - vt_2 = 0.5 \text{ m}$  (2分)

因为痕迹有覆盖, 所以划痕长度为 4 m (1分)