

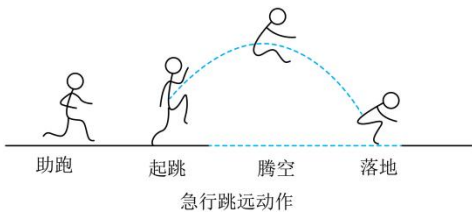
# 纳溪中学高 2023 级高三年级上期第二次月考物理试卷

出题人：邓晓念

审题人：杨北平

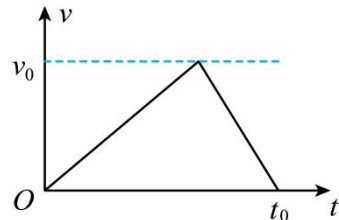
## 一、选择题（1-7 为单选题，每题 4 分；8-10 为多选题，每题 6 分。）

1. 如图是一名同学在校运会时进行“急行跳远”项目时的示意图，忽略空气阻力，关于该过程下列说法正确的是（ ）



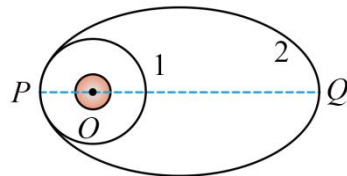
- A. 该同学起跳时的速度越大，惯性越大，跳得越远
  - B. 落地时，该同学受到地面的支持力大于该同学对地面的压力
  - C. 该同学在空中时速度不断改变，说明力是改变物体运动状态的原因
  - D. 该同学从左向右助跑的过程中，地面受到来自于鞋底的摩擦力方向水平向右
2. 一个质点由静止开始沿直线运动，先做匀加速直线运动，后做匀减速直线运动至速度为零，整个过程中的最大速度为  $v_0$ 、运动时间为  $t_0$ ，如图所示。已知  $v_0$ 、 $t_0$  恒定，若加速过程的时间变长，则（ ）

- A. 全程的位移变大
- B. 加速运动阶段的平均速度变小
- C. 减速运动的加速度变小
- D. 全程的平均速度不变



3. 2025 年 1 月 7 日，在西昌卫星发射中心使用长征三号乙运载火箭成功将实践二十五号卫星发射到预定轨道。如图所示为发射实践二十五号卫星的简易图，轨道 1 为圆轨道，轨道 2 为椭圆轨道， $P$  为近地点， $Q$  为远地点，两轨道相切于  $P$  点， $P$ 、 $Q$  两点到地球球心的距离分别为  $r$ 、 $R$ ，实践二十五号卫星在轨道 1 运行时的角速度为  $\omega$ 。下列说法正确的是（ ）

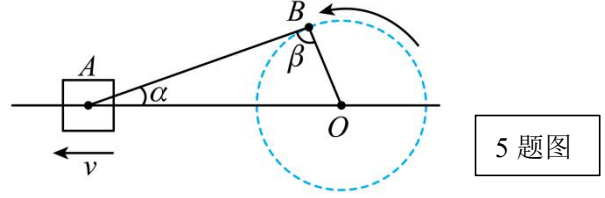
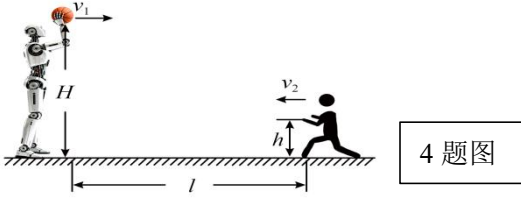
- A. 实践二十五号卫星在  $Q$  点的速度小于在轨道 1 的速度
- B. 实践二十五号卫星的发射速度大于第二宇宙速度
- C. 实践二十五号卫星从  $P$  到  $Q$  的时间为  $\frac{\pi(R+r)}{2\omega r} \sqrt{\frac{R+r}{r}}$
- D. 实践二十五号卫星在轨道 1 经过  $P$  点的加速度大于在轨道 2 经过  $P$  点的加速度



4. 如图所示，人形机器人陪伴小孩玩接球游戏。机器人在高度为  $H$  的固定点以速率  $v_1$  水平向右抛球，小孩以速率  $v_2$  水平向左匀速运动，接球时手掌离地面高度为  $h$ 。当小孩与机器人水平距离为  $l$  时，机器人将小球

抛出。忽略空气阻力，重力加速度为  $g$ 。若小孩能接到球，则  $v_1$  为 ( )

- A.  $l\sqrt{\frac{2g}{H-h}} - v_2$       B.  $l\sqrt{\frac{g}{2(H-h)}} - v_2$       C.  $l\sqrt{\frac{H-h}{2g}} - v_2$       D.  $l\sqrt{\frac{2(H-h)}{g}} - v_2$



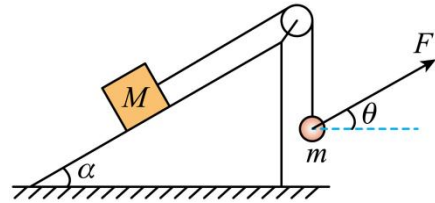
5. 第一次工业革命的关键是蒸汽机的发明，蒸汽机通过连杆把往复直线运动转化为圆周运动。如图所示的机械装置可以将滑块的往复直线运动转化为圆周运动，连杆  $AB$ 、 $OB$  可绕图中  $A$ 、 $B$ 、 $O$  三处的转轴转动。

已知  $OB$  杆长为  $L$ ，当连杆  $AB$  与水平方向夹角为  $\alpha$ ， $AB$  杆与  $OB$  杆的夹角为  $\beta$  时，滑块  $A$  向左以速度  $v$  做直线运动， $OB$  绕  $O$  点沿逆时针方向做匀速转动的角速度为 ( )

- A.  $\frac{v \sin \alpha}{L \sin \beta}$       B.  $\frac{v \cos \beta}{L \sin \alpha}$       C.  $\frac{v \sin \beta}{L \cos \alpha}$       D.  $\frac{v \cos \alpha}{L \sin \beta}$

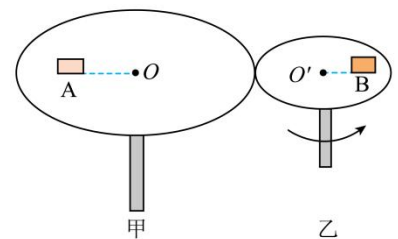
6. 如图所示，倾角为  $\alpha$  的斜劈放在水平面上，质量为  $M$  的滑块放在斜劈的斜面上，质量为  $m$  的小球用跨过光滑定滑轮的细线与滑块相连，系统平衡时拴接滑块的细线平行斜面、拴接小球的细线沿竖直方向，且此时斜劈与滑块之间的摩擦力为零。现在小球上施加外力，外力与水平方向的夹角恒为  $\theta = 30^\circ$ ，小球在外力  $F$  的作用下缓慢上升，直到细线沿水平方向，整个过程中滑块和斜劈始终保持静止。下列说法正确的是 ( )

- A. 外力  $F$  的大小保持不变  
 B. 细线的拉力一直增大  
 C. 斜劈对滑块的摩擦力先增大后减小，然后再增大  
 D. 地面对斜劈的摩擦力先增大后减小



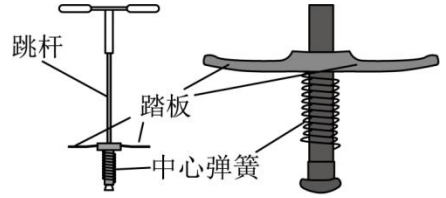
7. 摩擦传动是传动装置中的一个重要模型，如图所示的两个水平放置的轮盘靠摩擦力传动，其中  $O$ 、 $O'$  分别为两轮盘的轴心，已知两个轮盘的半径比  $r_{甲} : r_{乙} = 3 : 1$ ，且在正常工作时两轮盘不打滑。今在两轮盘上分别放置两个同种材料制成的滑块  $A$ 、 $B$ ，两滑块与轮盘间的动摩擦因数相同，两滑块距离轴心  $O$ 、 $O'$  的间距  $R_A = 2R_B$ 。若轮盘乙由静止开始缓慢地转动起来，且转速逐渐增加，则下列叙述不正确的是 ( )

- A. 滑块  $A$  和  $B$  在与轮盘相对静止时，角速度之比为  $\omega_A : \omega_B = 1 : 3$   
 B. 滑块  $A$  和  $B$  在与轮盘相对静止时，向心加速度的比值为  $a_A : a_B = 2 : 9$   
 C. 转速增加后滑块  $B$  先发生滑动  
 D. 随着转速增加滑块  $A$  最终沿直线脱离转盘



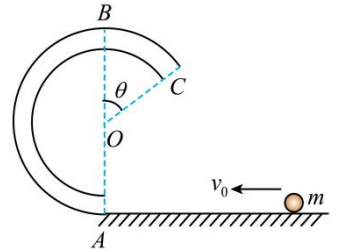
8. 跳跳杆是一种深受小朋友喜爱的弹跳器。可以自由伸缩的中心弹簧，一端固定在跳杆上，另一端固定在与踏板相连的杆身上，当人在踏板上用力向下压缩弹簧，然后弹簧向上弹起，将人和跳杆带离地面。当某同学玩跳跳杆时从最高点竖直下落到最低点的过程中，忽略空气阻力的影响，下列说法正确的是（ ）

- A. 下落全过程中，该同学速度先增大后减小
- B. 下落全过程中，该同学加速度先增大后减小
- C. 下落全过程中，跳杆刚接触地面时，该同学速度最大
- D. 下落全过程中，跳跳杆形变量最大时，该同学处于超重状态



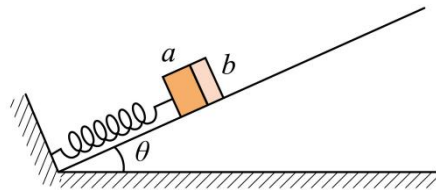
9. 如图所示，内壁光滑的细圆轨道  $ABC$  竖直固定放置在光滑水平面上的  $A$  点，竖直直径  $AB$  与倾斜半径  $OC$  间的夹角为  $\theta$ ，质量为  $m$  的小球（可视为质点）在光滑水平面上获得水平向左的速度  $v_0$ ，然后从  $A$  点切入圆弧轨道，重力加速度为  $g$ ，空气阻力忽略不计，下列说法正确的是（ ）

- A. 若小球刚好能到达  $B$  点，则小球在  $B$  点处于完全失重状态
- B. 若小球刚好能到达  $B$  点，则半径  $OA$  为  $\frac{v_0^2}{4g}$
- C. 若小球到达  $C$  点时的速度为  $v$ ，则小球在  $C$  点时重力的功率为  $mgv\cos\theta$
- D. 若小球到达  $C$  点时的速度为  $v$ ，则小球落回水平面的瞬间，重力的瞬时功率为  $mg\sqrt{v_0^2 - v^2\cos^2\theta}$



10. 如图所示，轻弹簧的一端固定在倾角为  $\theta$  的固定光滑斜面的底部，另一端和质量为  $m$  的小物块  $a$  相连，质量为  $\frac{3}{5}m$  的小物块  $b$  紧靠  $a$  静止在斜面上，此时弹簧的压缩量为  $x_0$ 。从  $t=0$  时开始，对  $b$  施加沿斜面向上的外力，使  $b$  始终做匀加速直线运动。经过一段时间后，物块  $a$ 、 $b$  分离，再经过同样长的时间， $b$  距其出发点的距离恰好为  $x_0$ 。弹簧始终在弹性限度内，其中心轴线与斜面平行，重力加速度大小为  $g$ 。下列说法正确的是（ ）

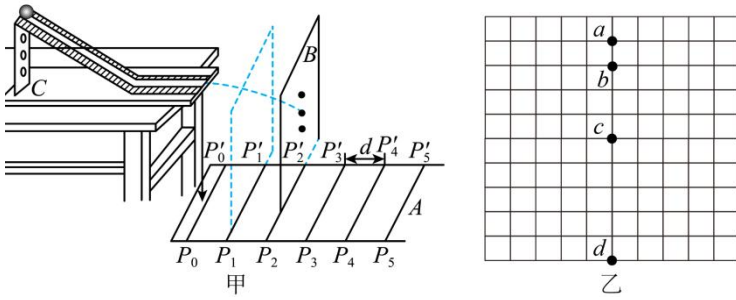
- A. 弹簧的劲度系数为  $\frac{8mgsin\theta}{5x_0}$
- B.  $a$ 、 $b$  分离时，弹簧的压缩量为  $\frac{x_0}{4}$
- C. 物块  $b$  加速度的大小为  $\frac{1}{5}gsin\theta$
- D. 物块  $b$  加速度的大小为  $\frac{6}{5}gsin\theta$



二、实验题（每空 2 分，共 16 分。）

11. 为探究平抛运动规律，物理研究小组首先在地面上平铺一个带有插槽的木板（例如一些立体书架中就含有插槽），其上等间隔地分布着平行的插槽。如图甲所示， $A$  板上的  $P_0P_0'$ 、 $P_1P_1'$ 、 $P_2P_2'$ ... 均为插槽。其次，将覆盖复写纸的方格平整地铺在硬纸板  $B$  上，实验时依次将  $B$  板插入插槽中，而后让小球从斜轨上静止释放，

则小球在飞出后将与  $B$  板碰撞，即可获取一个点迹。将  $B$  板插入不同插槽，即可获取多个点迹。

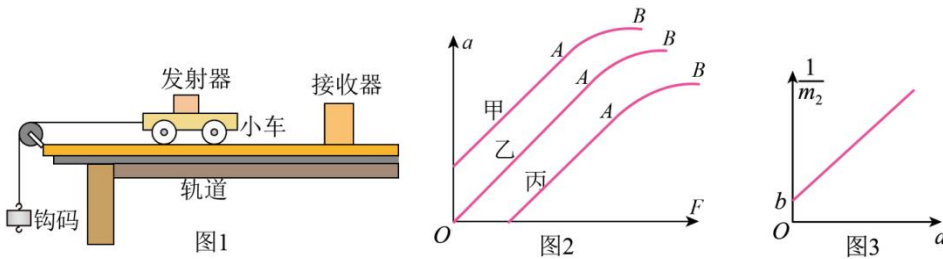


(1) 下列说法正确的是\_\_\_\_\_。

- A. 实验时斜轨应确保光滑
- B. 斜轨末端需要水平
- C. 每次都让小球从斜轨上同一位置由静止释放

(2) 如图乙，实验中小球在方格纸上依次打下的  $a$ 、 $b$ 、 $c$ 、 $d$  分别对应  $B$  板在  $P_0P'_0$ 、 $P_1P'_1$ 、 $P_2P'_2$ 、 $P_3P'_3$  时的点迹，已知方格纸的每小方格的边长为  $L$ ，当地重力加速度大小为  $g$ ，相邻插槽间距为  $d$ ，则小球在空中运动水平距离  $d$  时所用的时间  $T = \underline{\hspace{2cm}}$  (用  $g$ 、 $L$  表示)；小球平抛的初速度  $v_0 = \underline{\hspace{2cm}}$  (用  $d$ 、 $g$ 、 $L$  表示)。

12. 如图 1 所示为“探究加速度与力、质量的关系”实验装置及数字化信息系统，获得了小车加速度  $a$  与钩码的质量及小车和砝码的质量对应关系图。钩码的质量为  $m_1$ ，小车和砝码的质量为  $m_2$ ，重力加速度为  $g$ 。



(1) 下列说法正确的是\_\_\_\_\_。

- A. 每次在小车上加减砝码时，应重新平衡摩擦力
- B. 实验时若用打点计时器应先释放小车后接通电源
- C. 本实验  $m_2$  应远小于  $m_1$
- D. 在用图像探究加速度与质量关系时，应作  $a - \frac{1}{m_2}$  图像

(2) 实验时，某同学由于疏忽，遗漏了平衡摩擦力这一步骤，测得  $F = m_1g$ ，作出  $a - F$  图像，他可能作出图 2 中\_\_\_\_\_ (选填“甲”、“乙”、“丙”) 图线。此图线的  $AB$  段明显偏离直线，造成此误差的主要原因是\_\_\_\_\_。

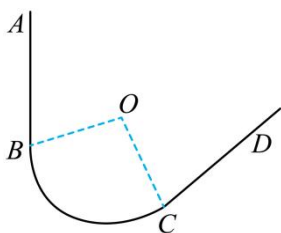
- A. 小车与轨道之间存在摩擦                      B. 导轨保持了水平状态  
C. 钩码质量太大                                      D. 所用小车的质量太大

(3)实验时，某同学遗漏了平衡摩擦力这一步骤，若轨道水平，他测量得到的  $\frac{1}{m_2}-a$  图像，如图 3。设图中直线的斜率为  $k$ ，在纵轴上的截距为  $b$ ，则小车与木板间的动摩擦因数  $\mu = \underline{\hspace{2cm}}$ ，钩码的质量  $m_1 = \underline{\hspace{2cm}}$ 。

**三、解答题（13 题 10 分，14 题 12 分，15 题 16 分）**

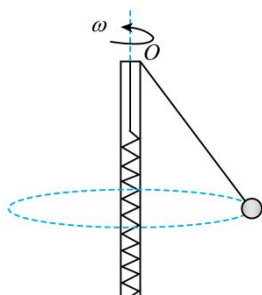
13. 如图所示，一段水平的公路由两直道  $AB$ 、 $CD$  段以及圆形段环岛  $BC$  组成。一辆在  $AB$  段上以  $v_0=20\text{m/s}$  的速率行驶的汽车接近环岛时以  $a_1=4\text{m/s}^2$  的加速度匀减速刹车，在以最大安全速率通过环岛后，在  $CD$  上以  $a_2=2\text{m/s}^2$  的加速度恢复到原速率继续行驶。已知环岛的半径为  $28\text{m}$ ， $BC$  段的长度是  $56\text{m}$ ，橡胶轮胎与路面间的动摩擦因数为  $0.7$ ，认为汽车转弯所需向心力仅由轮胎所受径向摩擦力提供且最大静摩擦力等于滑动摩擦力，取  $g=10\text{m/s}^2$  求：

- (1)汽车需在距环岛多远处开始刹车？  
(2)汽车从刹车开始至恢复到原速率所用时间是多少？



14. 如图所示，一个内径很小的光滑圆管竖直固定，一轻质弹簧置于管内，一端固定在管底，另一端通过细绳，穿过光滑管口，与小球相连。已知小球的质量为  $0.2\text{kg}$ ，弹簧的劲度系数为  $10\text{N/m}$ 。让小球在水平面内做圆周运动，当绳与竖直方向的夹角为  $37^\circ$  时，管上端管口的  $O$  点与小球之间的绳长为  $0.25\text{m}$ 。忽略空气阻力，弹簧处于弹性限度内， $g$  取  $10\text{m/s}^2$ ， $\sin 37^\circ=0.6$ ， $\cos 37^\circ=0.8$ 。求：

- (1)小球做圆周运动的角速度大小；  
(2)当连接小球间的细绳与竖直方向夹角为  $60^\circ$  时，小球在水平面内做圆周运动的角速度大小。

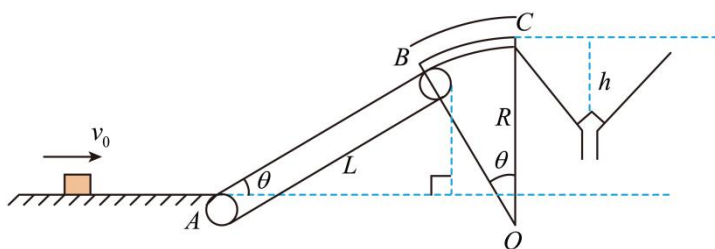


15. 如图为某工厂运送货物路径。传送带长度  $L = 5\text{m}$ , 倾角  $\theta = 37^\circ$ , 以  $v = 3\text{m/s}$  的速度顺时针转动, 半径为  $R = 0.5\text{m}$  的光滑圆弧形管道  $BC$ 。与传送带相切于  $B$  点,  $C$  为管道的最高点且该点的切线水平、管道右侧连接一漏斗。工人借助机器推动货物 (视为质点) 使其以初速度  $v_0$  从  $A$  点滑上传送带, 从  $B$  点离开传送带进入圆弧管道, 从  $C$  点离开后做平抛运动。若  $v_0 = 0$  时, 货物离开  $C$  点能精准掉落到漏斗的底部。已知货物与传送带间动摩擦因数  $\mu = \frac{15}{16}$ , 不计货物通过  $A$ 、 $B$  两点时的机械能损失, 重力加速度  $g = 10\text{m/s}^2$ ,  $\sin 37^\circ = 0.6$ ,  $\cos 37^\circ = 0.8$ 。

(1) 求  $v_0 = 0$  时, 货物在传送带上运动的时间  $t$ ;

(2) 若  $v_0 = 0$ , 求质量为  $m = 1\text{kg}$  的货物达  $C$  点前瞬间, 圆弧管道对它的作用力的大小和方向;

(3) 若初速度  $v_0$  在一定范围内变化, 货物离开  $C$  点后都能精准掉落到漏斗的底部, 求:  $v_0$  的取值范围。



纳溪中学高 2023 级高三年级上期第二次月考《物理参考答案》

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

1. 略 2. 略

3. A 【详解】 A. 令以地心为圆心, 以  $OQ$  为半径的圆周为轨道 3, 对于圆轨道, 由万有引力提供向心力, 则有

$G\frac{Mm}{r^2} = m\frac{v^2}{r}$ ; 解得  $v = \sqrt{\frac{GM}{r}}$ ; 可知, 轨道 1 的速度大于轨道 3 的速度, 卫星由低轨道变轨到高轨道时, 需要在切点位置加速, 可知, 轨道 3 的速度大于轨道 2 在  $Q$  点的速度, 则实践二十五号卫星在  $Q$  点的速度小于在轨道 1 的速度, 故 A 正确;

B. 实践二十五号卫星没有脱离地球的束缚, 可知实践二十五号卫星的发射速度小于第二宇宙速度, 故 B 错;

C. 实践二十五号卫星在轨道 1 运行时的角速度为  $\omega$ , 则有  $T_1 = \frac{2\pi}{\omega}$ ; 根据开普勒第三定律有  $\frac{r^3}{T_1^2} = \frac{(r+R)^3}{(2t_{PQ})^2}$

解得  $t_{PQ} = \frac{\pi(R+r)}{2\omega r} \sqrt{\frac{R+r}{2r}}$ , 故 C 错误;

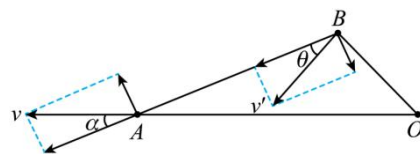
D. 根据牛顿第二定律有  $G\frac{Mm}{r^2} = ma$ ; 解得  $a = \frac{GM}{r^2}$

可知, 实践二十五号卫星在轨道 1 经过  $P$  点的加速度等于在轨道 2 经过  $P$  点的加速度, 故 D 错误。

4. B 【详解】 若小孩能接到球, 则有  $H-h = \frac{1}{2}gt^2$ ,  $l = v_1t + v_2t$ ; 联立解得  $v_1 = l\sqrt{\frac{g}{2(H-h)}} - v_2$ ; 故选 B。

5. D 【详解】  $A$  点的速度的方向沿水平方向, 如图将  $A$  点的速度分解

根据运动的合成与分解可知, 沿杆方向的分速度  $v_{A分} = v \cos \alpha$



$B$  点做圆周运动, 实际速度是圆周运动的线速度, 可以分解为沿杆方向的

分速度和垂直于杆方向的分速度, 如图设  $B$  的线速度为  $v'$  则  $v_{B分} = v' \cos \theta = v' \cos(90^\circ - \beta) = v' \sin \beta$

又二者沿杆方向的分速度是相等的, 即  $v_{A分} = v_{B分}$ ; 联立可得  $v' = \frac{v \cos \alpha}{\sin \beta}$

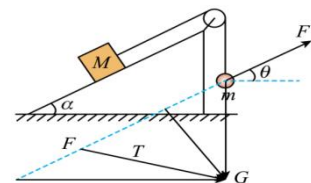
$OB$  绕  $O$  点沿逆时针方向做匀速转动的角速度  $\omega = \frac{v'}{L} = \frac{v \cos \alpha}{L \sin \beta}$ ; 故选 D。

6. C 【详解】 AB. 缓慢提升小球并保持外力与水平方向的夹角为  $\theta = 30^\circ$ , 直到细线沿水平方向, 以小球为对象, 小球受到重力、外力和轻绳弹力, 矢量三角形如图所示

由受力图可知, 外力一直增加, 轻绳上弹力先减小后增大, 故 AB 错误;

C. 初始时, 斜劈与滑块之间的摩擦力为零, 则有  $Mg \sin \alpha = T = G$

由于, 轻绳上弹力先减小后增大, 末状态时  $T' = \frac{G}{\tan \theta} > T$ ; 则摩擦力增大后减小, 然后再增大, 故 C 正确;



D. 对两物体整体分析可知, 地面对斜劈的摩擦力为  $f = F \cos \theta$ ; 由于外力一直增加, 则地面对斜劈的摩擦力一直增大, 故 D 错误; 故选 C。

7. D 【详解】AB. 两轮边缘的线速度大小相等, 根据  $v = \omega r$ , 可知两轮的角速度之比为  $\omega_{甲} : \omega_{乙} = r_{乙} : r_{甲} = 1:3$

当滑块 A 和 B 在与轮盘相对静止时, 有  $\omega_A : \omega_B = \omega_{甲} : \omega_{乙} = 1:3$ ; 根据  $a = \omega^2 R$ , 可知滑块 A 和 B 的向心加速度的比值为  $a_A : a_B = \omega_A^2 R_A : \omega_B^2 R_B = 2:9$ , 故 AB 正确, 不选;

C. 设滑块与轮盘刚要发生相对滑动时, 滑块的向心加速度为  $a_m$ , 则有  $\mu mg = ma_m$ ; 可得  $a_m = \mu g$

由于相对静止时, 有  $a_A : a_B = 2:9$ ; 可知转速增加后, 滑块 B 的向心加速度先达到  $a_m$ , 则滑块 B 先发生滑动, 故 C 正确, 不满足题意要求;

D. 随着转速增加, 滑块 A 发生滑动时, 若转盘光滑, 则滑块 A 沿切线方向沿直线脱离转盘, 但滑块 A 受到滑动摩擦力作用, 滑动摩擦力与相对运动方向相反, 与滑块 A 的运动方向不在同一直线上, 所以滑块 A 不会沿直线脱离转盘, 故 D 错误, 满足题意要求。故选 D。

8. AD 【详解】ABC. 下落全过程中, 跳杆接触地面前, 该同学和跳杆做自由落体运动, 速度增大, 加速度保持不变; 跳杆刚接触地面后, 一开始弹簧弹力小于该同学和跳杆的总重力, 该同学和跳杆继续向下做加速度减小的加速运动; 当弹簧弹力等于该同学和跳杆的总重力时, 该同学和跳杆的速度达到最大; 之后弹簧弹力大于该同学和跳杆的总重力, 该同学和跳杆继续向下做加速度增大的减速运动; 故 A 正确, BC 错;

D. 下落全过程中, 跳跳杆形变量最大时, 加速度方向向上, 该同学处于超重状态, 故 D 正确。故选 AD。

9. BD 【详解】A. 若小球刚好能到达 B 点, 则小球在 B 点的速度为 0, 小球在 B 点处于二力平衡状态, 既不是失重状态也不是超重状态, 故 A 错误;

B. 小球从 A 到 B 由机械能守恒定律可得  $mg \times 2R = \frac{1}{2}mv_0^2$ ; 解得  $R = \frac{v_0^2}{4g}$ , 故 B 正确;

C. 把小球在 C 点的速度  $v$  分别沿水平方向和竖直方向分解, 则有  $v_{x1} = v \cos \theta$ ,  $v_{y1} = v \sin \theta$

重力的功率为  $P_{G1} = mgv_{y1} = mgv \sin \theta$ , 故 C 错误;

D. 由机械能守恒可得小球落回水平面的瞬时速度大小为  $v_0$ , 把  $v_0$  分别沿着水平方向和竖直方向分解, 水平方向的分速度大小为  $v_x = v_{x1} = v \cos \theta$ ; 则竖直方向的分速度大小为  $v_y = \sqrt{v_0^2 - v_x^2} = \sqrt{v_0^2 - v^2 \cos^2 \theta}$

则重力的瞬时功率为  $P_G = mgv_y = mg \times \sqrt{v_0^2 - v^2 \cos^2 \theta}$ , 故 D 正确。故选 BD。

10. AC 【详解】A. 小物块  $b$  紧靠  $a$  静止在斜面上, 则将二者看成一个整体, 可知弹力大小与整体重力的分力大小相等, 有  $kx_0 = m_{总} g \sin \theta$ ; 解得  $k = \frac{8mg \sin \theta}{5x_0}$ ; 故 A 正确;

B. 由于初速度为 0, 最初两段相同时间间隔内位移之比为  $\frac{x_1}{x_2} = \frac{1}{3}$ ; 且由题有  $x_1 + x_2 = x_0$

当物块  $a$ 、 $b$  分离时弹簧压缩量  $\Delta x = \frac{3}{4}x_0$ ; 故 B 错误;

CD. 两物块刚好要分离时,  $a$  与  $b$  之间无相互作用力且加速度相同, 对  $a$  由牛顿第二定律有

$k \frac{3}{4} x_0 - mg \sin \theta = ma$ ; 代入  $k$  后解得  $a = \frac{1}{5} g \sin \theta$ ; 故 C 正确, D 错误。故选 AC。

11. (1)BC (2)  $\sqrt{\frac{2L}{g}}$   $d\sqrt{\frac{g}{2L}}$

【详解】(1) 实验时, 为了保证小球每次抛出的初速度相同, 每次让小球从斜轨上同一位置由静止释放, 但斜轨不需要光滑; 为了保证小球抛出时的速度处于水平方向, 斜轨末端需要确保水平。故选 BC。

(2) [1][2]根据  $\Delta y = 2L = gT^2$ ; 可得小球在空中运动水平距离  $d$  时所用的时间为  $T = \sqrt{\frac{2L}{g}}$

每  $T$  时间, 在水平方向运动  $d$  距离, 可得初速度为  $v_0 = \frac{d}{T} = d\sqrt{\frac{g}{2L}}$

12. (1)D (2) 丙 C (3)  $\frac{b}{gk}$   $\frac{1}{kg}$

【详解】(1) A. 平衡摩擦力, 假设木板倾角为  $\theta$ , 则有  $f = mg \sin \theta = \mu mg \cos \theta$   $m$  约掉了, 每次在小车上加减砝码时, 故不需要重新平衡摩擦力, A 错误; B. 实验时应先接通电源后释放小车, B 错误;

C. 让小车和砝码的质量  $m_2$  远远大于小盘和重物的质量  $m_1$ , 因为实际加速度为  $a = \frac{m_1 g}{m_1 + m_2}$

实际上绳子的拉力为  $F = m_2 a = \frac{m_1 g}{1 + \frac{m_1}{m_2}}$ ; 故应该是  $m_1 \ll m_2$ , C 错误;

D. 由牛顿第二定律  $F = m_2 a$ ; 可得  $a = \frac{F}{m_2}$ , 所以在用图象探究小车的加速度与质量的关系时, 通常作  $a - \frac{1}{m_2}$  图象,

D 正确。故选 D。

(2) [1]遗漏了平衡摩擦力这一步骤, 就会出现当有拉力时, 物体不动的情况, 故可能作出图 2 中丙;

[2]此图线的  $AB$  段明显偏离直线, 造成此误差的主要原因是钩码的总质量太大, 没有远小于小车和砝码的质量。故选 C。

(3) [1][2]根据牛顿第二定律可知  $m_1 g - \mu m_2 g = m_2 a$ ; 变形得  $\frac{1}{m_2} = \frac{\mu}{m_1} + \frac{1}{m_1 g} a$

结合  $\frac{1}{m_2} - a$  图象可得: 斜率为  $k = \frac{1}{m_1 g}$ ; 截距为  $b = \frac{\mu}{m_1}$ ; 解得  $m_1 = \frac{1}{kg}$ ,  $\mu = \frac{b}{gk}$

13. (1)25.5m (2)8.5s

【详解】(1) 在  $BC$  段, 根据牛顿第二定律有  $\mu mg = m \frac{v_B^2}{R}$ ; 解得  $v_B = 14 \text{m/s}$

在  $AB$  段, 根据速度与位移的关系有  $v_B^2 - v_0^2 = -2a_1 x_1$ ; 解得  $x_1 = 25.5 \text{m}$

(2) 在  $AB$  段, 根据速度公式有  $v_B = v_0 - a_1 t_1$ ; 解得  $t_1 = 1.5 \text{s}$

在  $BC$  段, 汽车做匀速圆周运动, 结合上述有  $\widehat{BC} = v_B t_2$ ; 解得  $t_2 = 4 \text{s}$

在  $CD$  段, 根据速度公式有  $v_0 = v_B + a_2 t_3$ ; 解得  $t_3 = 3 \text{s}$

则汽车从刹车开始至恢复到原速率所用时间  $t = t_1 + t_2 + t_3 = 8.5\text{s}$

14. (1)  $5\sqrt{2}\text{rad/s}$  (2)  $5\sqrt{2}\text{rad/s}$

【详解】(1) 以小球为对象, 根据牛顿第二定律可得  $F_{\text{合}} = mg \tan 37^\circ = m\omega^2 r$ ; 其中  $r = L \sin 37^\circ$

联立可得小球做圆周运动的角速度大小为  $\omega = \sqrt{\frac{g}{L \cos 37^\circ}} = \sqrt{\frac{10}{0.25 \times 0.8}} \text{rad/s} = 5\sqrt{2} \text{rad/s}$

(2) 当连接小球的细绳与竖直方向夹角为  $37^\circ$  时, 弹簧弹力大小为  $F_{\text{弹}} = kx = T = \frac{mg}{\cos 37^\circ}$

可得此时弹簧的伸长量为  $x = 0.25\text{m}$

当连接小球间的细绳与竖直方向夹角为  $60^\circ$  时, 弹簧弹力大小为  $F'_{\text{弹}} = kx' = T' = \frac{mg}{\cos 60^\circ}$

解得此时弹簧的伸长量为  $x' = 0.4\text{m}$

则此时管上端管口的  $O$  点与小球之间的绳长为  $L' = L + (x' - x) = 0.25\text{m} + (0.4 - 0.25)\text{m} = 0.4\text{m}$

以小球为对象, 根据牛顿第二可得  $F'_{\text{合}} = mg \tan 60^\circ = m\omega'^2 r'$ ; 其中  $r' = L' \sin 60^\circ$

联立可得小球做圆周运动的角速度大小为  $\omega' = \sqrt{\frac{g}{L' \cos 60^\circ}} = \sqrt{\frac{10}{0.4 \times 0.5}} \text{rad/s} = 5\sqrt{2} \text{rad/s}$

15. (1)  $\frac{8}{3}\text{s}$  (2)  $4\text{N}$ , 方向竖直向下 (3)  $0 \sim 12\text{m/s}$

【详解】(1) 对货物在  $AB$  间运动受力分析, 根据牛顿第二定律得  $\mu mg \cos \theta - mg \sin \theta = ma_1$

得货物做加速运动的加速度为  $a_1 = 1.5\text{m/s}^2$ ; 货物做加速运动的时间为  $t_1 = \frac{v}{a_1} = 2\text{s}$

货物做加速运动的位移  $x = \frac{v}{2} t_1 = 3\text{m} < L$ ; 匀速的时间为  $t_2 = \frac{L-x}{v} = \frac{2}{3}\text{s}$

所以, 货物通过传送带的时间为  $t = t_1 + t_2 = \frac{8}{3}\text{s}$

(2) 货物从  $B$  点到达  $C$  点前瞬间, 根据机械能守恒定律, 有  $\frac{1}{2}mv^2 - \frac{1}{2}mv_C^2 = mgR(1 - \cos \theta)$

根据牛顿第二定律, 有  $mg + F_N = \frac{mv_C^2}{R}$ ; 联立解得  $F_N = 4\text{N}$ , 方向竖直向下。

(3) 货物离开  $C$  点后做平抛运动, 使其能精准掉落到漏斗的底部, 则要求离开  $C$  点的时候速度要相同, 故货物至少要在  $B$  点与传送带共速, 若  $v_0 < v$ , 则比  $v_0 = 0$  更快达到共速, 符合题意

若  $v_0 > v$ , 根据牛顿第二定律, 有  $\mu mg \cos \theta + mg \sin \theta = ma_2$ ; 解得  $a_2 = 13.5\text{m/s}^2$

又  $v^2 - v_0^2 = -2a_2 L$ ; 解得  $v_0 = 12\text{m/s}$ ; 故  $v_0$  的取值范围为  $0 \sim 12\text{m/s}$ 。