

# 福建百校 10 月联合测评

## 物理

全卷满分 100 分，考试时间 75 分钟。

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，并将条形码粘贴在答题卡上的指定位置。

2. 请按题号顺序在答题卡上各题目的答题区域内作答，写在试卷、草稿纸和答题卡上的非答题区域均无效。

3. 选择题用 2B 铅笔在答题卡上把所选答案的标号涂黑；非选择题用黑色签字笔在答题卡上作答；字体工整，笔迹清楚。

4. 考试结束后，请将试卷和答题卡一并上交。

一、单项选择题：本题共 4 小题，每小题 4 分，共 16 分。在每小题给出的四个选项中，只有一项符合题目要求。

1. 2025 年 9 月 3 日在北京天安门广场举行盛大阅兵仪式，以纪念中国人民抗日战争暨世界反法西斯战争胜利 80 周年。展示了很多新式的装备，解说员那句“打击范围覆盖全球”更是令人印象深刻。下列说法正确的是（ ）

- A. “歼-20” 匀速飞过天安门广场时的惯性小于加速飞行时的惯性
- B. 我国某款超音速导弹的突防速度最高可达 12 马赫（1 马赫约等于 340m/s）指的是平均速度
- C. 直升机编队组成“80”的图案飞过天安门广场时，以直升机为参考系，地面上的人是运动的
- D. 首次公开的 100 式主战坦克，搭载 105 毫米火炮，总重量仅为 40 吨，其中的单位“毫米”和“吨”都是国际制基本单位

【答案】C

【解析】

【详解】A. 惯性只由物体质量决定，与运动状态无关。无论匀速或加速，质量不变则惯性不变，故 A 错误。

B. “12 马赫”描述的是导弹在某一时刻的瞬时速度最大值，而非平均速度，故 B 错误。

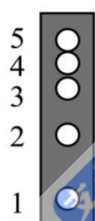
C. 以直升机为参考系，地面的人位置随时间变化，因此是运动的，故 C 正确。

D. 国际制基本单位中，长度单位为米（m），质量单位为千克（kg）。毫米（ $10^{-3}\text{m}$ ）和吨（ $10^3\text{kg}$ ）均为导出单位，故 D 错误。

故选 C。

2. 如图所示，从  $t = 0$  时刻由图中位置 1 竖直向上抛出一个球，同时利用频闪照相机每隔相等时间曝光一

次记录上升的位置，已知 $t_1$ 时刻上升到最高点（图中位置5），并在此时刻从同一抛出点以完全相同的方式抛出另一个小球，不计空气阻力，两球均可视为质点。则两球（ ）



- A. 一定在位置3相遇  
B. 一定在位置2相遇  
C. 可能在位置3、4之间的某点相遇  
D. 无法确定在何处相遇

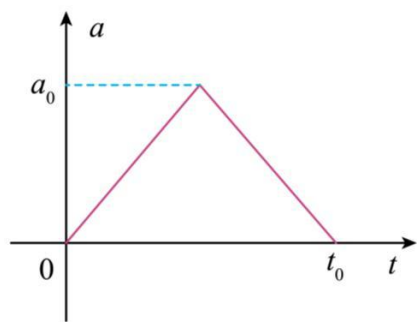
【答案】A

【解析】

【详解】 $t_1$ 时刻后第一个小球做自由落体，第二个小球以完全相同的方式竖直上抛，根据对称性的特点，则第一个小球从位置5下落到位置3，用时为 $2T$ ，第二个小球从位置1上升到位置3，用时也为 $2T$ ，故两球将相遇在位置3。

故选A。

3. 无人机起飞后，先匀速竖直上升，某时刻开始加速竖直上升，此后其加速度 $a$ 随加速上升的时间 $t$ 关系如图所示，已知加速上升 $t_0$ 时无人机速度是匀速上升时速度的2倍，则无人机匀速上升的速度大小为（ ）



- A.  $\frac{a_0 t_0}{8}$   
B.  $\frac{a_0 t_0}{6}$   
C.  $\frac{a_0 t_0}{4}$   
D.  $\frac{a_0 t_0}{2}$

【答案】D

【解析】

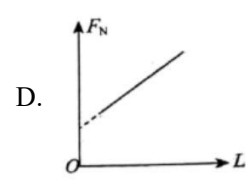
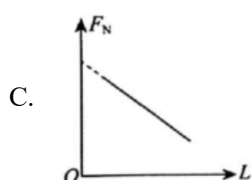
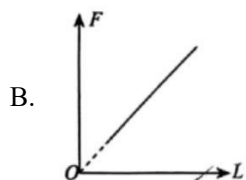
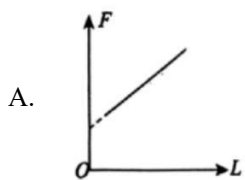
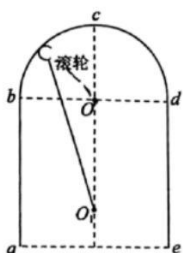
【详解】根据题意，加速上升 $t_0$ 时无机机的速度是匀速上升时速度的2倍，设匀速运动速度为 $v_0$ ，有

$$v_0 + \frac{1}{2} \times t_0 a_0 = 2v_0$$

解得  $v_0 = \frac{a_0 t_0}{2}$

故选 D。

4. 如图所示， $abcde$  为窑洞门的横截面，顶部  $bcd$  可简化为半圆弧， $c$  为圆弧的最高点， $O$  为圆弧的圆心，工人师傅利用与轻杆相连的滚轮对  $bcd$  刷白，位置  $O_1$  为工人师傅与轻杆的接触点通过调节  $O_1$  与滚轮之间轻杆的长度，实现滚轮从  $c$  点缓慢移至  $b$  点，不计滚轮的大小及滚轮与  $bc$  间的摩擦，则滚轮与  $bc$  间的弹力  $F_N$ 、轻杆对滚轮的作用力  $F$  和  $O_1$  与滚轮之间轻杆长度  $L$  之间的关系图像可能正确的是 ( )



【答案】B

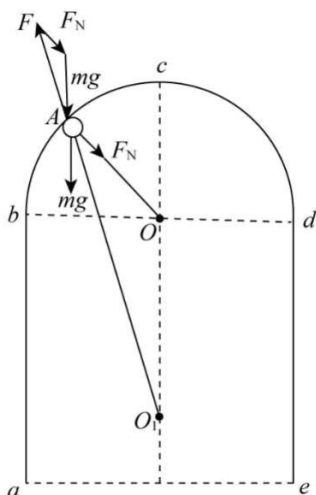
【解析】

【详解】滚轮在缓慢移动过程中的受力情况如图所示，由图可知， $F$ 、 $F_N$  和它们的合力（大小等于滚轮的重力）构成的力的三角形与几何三角形  $\triangle AO_1O$  相似，则有  $\frac{mg}{OO_1} = \frac{F_N}{R} = \frac{F}{L} = \text{定值}$

即  $F \propto L$ ， $F_N$  大小不随  $L$  的变化而改变。

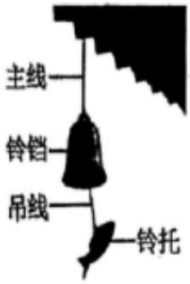
故选 B。

故选 B。



二、双项选择题：本题共 4 小题，每小题 6 分，共 24 分。每小题有两项符合题目要求，全部选对的得 6 分，选对但不全的得 3 分，有选错的得 0 分。

5. 福建各地仍保存有大量 中国古建筑，传统古建筑屋檐下总能看到系挂着铃铛，叫做“风铃”。风铃由主线、吊线（上附管体）、铃铛、铃托四个部分组成，如图所示。风吹动铃托，铃托带动吊线摆动，敲击铃铛，发出悦耳清脆的铃声，铃声惊走鸟雀，防止鸟雀在檐下做窝。某同学研究风铃静止时受力，忽略主线、吊线及管体质量。以下说法正确的是（ ）



- A. 铃托对吊线的拉力与铃铛对吊线拉力为作用力和反作用力
- B. 吊线上、下两端受到铃铛、铃托的拉力大小相等
- C. 主线对铃铛的拉力与铃铛和铃托的总重力平衡
- D. 风吹铃动时，风铃的重心在其内的相对位置仍保持不变

【答案】BC

【解析】

【详解】AB. 吊线上、下端受到铃铛、铃托的拉力大小相同，方向相反，是一对平衡力，故 A 错误，B 正确；

C. 对铃铛、吊线和铃托整体进行受力分析，整体受到的主线向上的拉力和整体（铃铛和铃托）的重力平衡，所以主线对铃铛的拉力与铃铛和铃托的总重力平衡，故 C 正确；

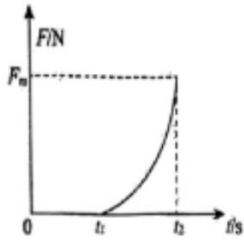
D. 风吹铃动时，铃托与铃铛的相对位置发生变化，整体形状改变时，风铃的重心在其内的相对位置也发生变化，故 D 错误。

故选 BC

6. 如图甲所示为某景区的蹦极项目，游客身上绑一根弹性绳从高空一跃而下。现有一可视为质点的游客从 0 时刻跳下， $t_2$  时刻运动到最低点，弹性绳的作用力随时间变化的  $F-t$  图像如图乙所示，整个下落过程不计空气阻力。重力加速度  $g$  取  $10\text{m/s}^2$ 。则下列说法正确的是（ ）



甲



乙

- A.  $0 \sim t_2$  时间内，游客始终处于失重状态  
 B.  $0 \sim t_1$  时间内，游客处于完全失重状态  
 C.  $0 \sim t_1$  时间内，游客的加速度不变； $t_1 \sim t_2$  时间内，游客的加速度先增大后减小  
 D.  $0 \sim t_2$  时间内，游客的加速度有可能大于  $10\text{m/s}^2$

【答案】BD

【解析】

【详解】ABC. 由图乙，可知  $0 \sim t_1$  时间内，弹性绳作用力大小为零，游客只受重力作用，加速度为重力加速度，保持不变，则这段时间内游客处于完全失重状态；在  $t_1 \sim t_2$  时间内，弹性绳的作用力大小从零开始不断增大，而重力不变，故刚开始弹力小于重力，合力向下不断减小，加速度向下不断减小；当弹力等于重力时加速度为零，之后弹力大于重力，合力向上不断增大，加速度向上不断增大，故游客的加速度先减小后增大，游客先处于失重状态，再处于超重状态，故 AC 错误，B 正确；

D.  $t_2$  时刻游客运动到最低点，弹力达到最大，若弹力大于  $2mg$ ，则加速度大于  $10\text{m/s}^2$ ，故 D 正确。

故选 BD。

7. 如图所示，可视为质点的  $a$ 、 $b$  两球（ $a$  球质量大于  $b$  球质量）通过一根轻绳悬挂在定滑轮的两端，开始时用手控制住  $b$  球，使  $a$ 、 $b$  均处于静止状态，两球离地面足够高。不计滑轮质量和一切摩擦阻力，某时刻由静止同时释放  $a$ 、 $b$  两球，在  $a$  球向下运动的过程中（ $b$  球始终未碰到滑轮），下列说法正确的是（ ）



- A.  $a$  球机械能减小  
 B. 绳对  $b$  球的拉力与  $b$  球重力大小相等  
 C.  $a$  球重力势能的减少量等于  $b$  球重力势能的增加量

D.  $a$  球重力势能的减少量大于  $b$  球重力势能与动能增加量之和

【答案】AD

【解析】

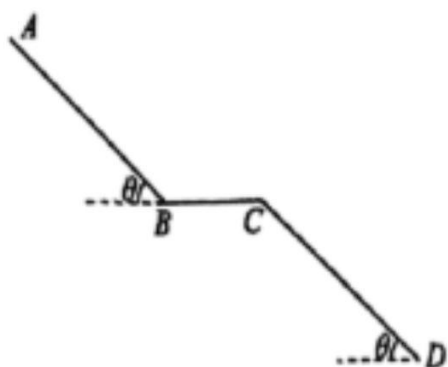
【详解】A. 因为  $a$  球质量大于  $b$  球质量，所以  $a$  球加速下降， $b$  球加速上升，且两球加速度大小相等，轻绳对  $a$  球的拉力做负功，所以  $a$  球机械能减小，故 A 正确；

B. 因为  $b$  球加速上升，根据牛顿第二定律可知绳对  $b$  球的拉力大于  $b$  球重力，故 B 错误；

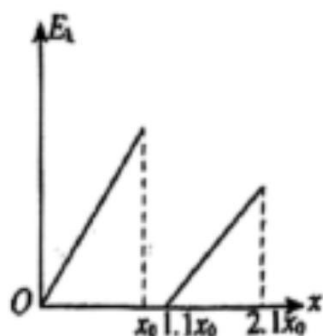
CD. 根据能量守恒定律可知  $a$  球重力势能的减少量等于  $b$  球重力势能的增加量与  $a$  球和  $b$  球增加的动能之和，故 C 错误，D 正确。

故选 AD。

8. 景区滑道方便游客下山的同时，又可以让游客领略沿途的风景。设某景区内的一段滑道由三部分组成，如图甲所示， $AB$  和  $CD$  的倾角相同， $BC$  水平，一游客（可视为质点）自  $A$  点由静止开始自由下滑，滑过  $B$  点后，瞬间“刹车”缓慢行至  $C$  点后静止，再从  $C$  点由静止开始自由下滑至  $D$ ，若整个过程中游客在  $AB$  和  $CD$  段的动能  $E_k$  与路程  $x$  的关系图像如图乙所示，则对于游客通过  $AB$  和  $CD$  两滑道的过程，下列说法正确的是（ ）



甲



乙

A. 游客通过  $AB$  所用的时间短

B. 游客通过  $CD$  段重力的平均功率大

C. 游客与  $AB$  间的动摩擦因数小

D. 游客通过  $CD$  损失的机械能少

【答案】AC

【解析】

【详解】A. 在  $AB$  段，根据动能定理，有  $F_{\text{合}} x_0 = (mg \sin \theta - \mu_1 mg \cos \theta) x_0 = E_{k1} - 0$

在  $CD$  段，根据动能定理，有  $F'_{\text{合}} (2.1x_0 - 1.1x_0) = (mg \sin \theta - \mu_2 mg \cos \theta) (2.1x_0 - 1.1x_0) = E_{k2} - 0$

由图乙可知  $E_{k2} < E_{k1}$

$$\text{即 } F_{\text{合}1} > F_{\text{合}2}$$

根据牛顿第二定律，有  $F_{\text{合}} = ma$

$$\text{可知 } a_1 > a_2$$

$$\text{根据位移时间公式 } x = \frac{1}{2}at^2$$

$$\text{可得 } t_1 < t_2$$

即游客通过  $AB$  所用的时间短，故 A 正确；

$$\text{C. 由上可知 } mg \sin \theta - \mu_1 mg \cos \theta > mg \sin \theta - \mu_2 mg \cos \theta$$

$$\text{则有 } \mu_1 < \mu_2$$

即游客与  $AB$  间的动摩擦因数小，故 C 正确；

D. 根据功能关系可知，机械能的减少量等于摩擦力所做的功，因为  $AB$  段摩擦力做的功小于  $CD$  段摩擦力做的功，所以游客通过  $CD$  损失的机械能多，故 D 错误；

B. 根据题意可知游客沿  $AB$  段和  $CD$  段下滑过程中重力做功相等，而游客通过  $AB$  所用的时间短，根据

$$P = \frac{W_G}{t}$$

可知游客通过  $CD$  段重力的平均功率小，故 B 错误。

故选 AC。

三、非选择题：共 60 分，其中 9~11 题为填空题，12、13 题为实验题，14~16 题为计算题。考生根据要求作答。

9. 某人乘坐地铁 1 号线去往福州南站，他在保证不影响其他乘客和地铁列车正常行驶 条件下设计了如图所示的简易装置。他将细线一端系在竖直把手的顶端，另一端系在钢笔顶端的笔帽上。匀速直线运动时，线与笔自然下垂处于竖直状态。在一段直线运动过程中，他拍摄了两张照片如图甲、乙所示，此过程地铁速度方向在图中已标出，则甲图中地铁速度大小\_\_\_\_\_（填“增大”“减小”或“不变”），乙图中地铁速度大小\_\_\_\_\_（填“增大”“减小”或“不变”）。

列车前进方向  $\rightarrow v$



【答案】 ①. 减小 ②. 增大

【解析】

【详解】 [1][2]由于甲图中笔帽摆动的方向与地铁运动方向相同，地铁做减速运动；乙图中笔帽摆动的方向与地铁运动方向相反，说明地铁做加速运动。

10. 如图所示是弹簧门的一角，依靠弹簧形变后储存的弹性势能自动将打开的门关闭，当弹簧门打开的过程中，弹簧的弹力做\_\_\_\_\_（填“正”“负”或“零”）功；弹簧门关闭的过程中，弹簧的弹性势能\_\_\_\_\_（填“增加”“减少”或“先减小后增加”）。



【答案】 ①. 负 ②. 减少

【解析】

【详解】 [1]弹簧门打开的过程中，弹簧弹力方向与门的移动方向相反，弹簧的弹力做负功；

[2]弹簧门关闭的过程中，弹簧弹力方向与门的移动方向相同，弹簧的弹力做正功，弹簧的弹性势能减少。

11. 我国的磁悬浮技术已达到世界领先水平。已知一磁悬浮列车的牵引系统保持输出功率为  $2.4 \times 10^7 \text{ W}$  不变，由静止启动，在水平轨道上直线运动，已知列车最终能以  $576 \text{ km/h}$  的速度匀速行驶，整个运动过程阻力恒定，则列车在达到最大速度之前做加速度\_\_\_\_\_（填“增大”“减小”或“不变”）的加速运动；运动过程所受的阻力大小为\_\_\_\_\_N（保留2位有效数字）。

【答案】 ①. 减小 ②.  $1.5 \times 10^5$

【解析】

【详解】 [1]根据  $P = Fv$  可知随着速度  $v$  的增大，牵引力  $F$  不断减小；



【小问 1 详解】

合力和分力作用效果相同，是等效替代关系。故选 B。

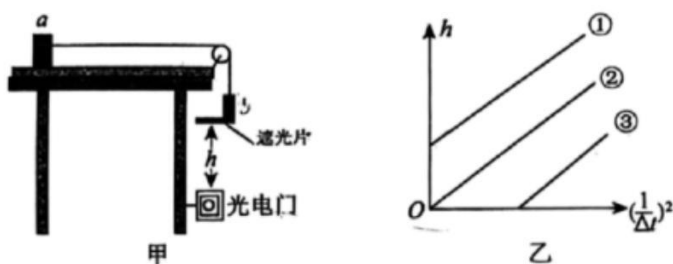
【小问 2 详解】

步骤 B 中除记录  $F_1$  的大小和方向外，还需记录结点 A 到达的位置。

【小问 3 详解】

由题图乙知，弹簧测力计的最小刻度是 0.1 N，因此示数是 2.00 N。

13. 验证机械能守恒定律的实验装置如图甲所示，将气垫导轨（简化图）固定在水平桌面上，调节旋钮使其水平，在气垫导轨的右端固定一光滑的定滑轮。将质量为  $M$  的滑块  $a$  放在气垫导轨上，质量为  $m$  的物块  $b$ （含遮光片）通过轻质细线与滑块  $a$  相连，遮光片正下方固定一光电门。打开气源，将物块  $b$  由静止释放，记录遮光片的挡光时间为  $\Delta t$ 。已知遮光片的宽度为  $d$ ，物块  $b$  释放时遮光片距离光电门的高度为  $h$  ( $d \ll h$ )，重力加速度为  $g$ 。回答下列问题：



(1) 将  $a$ 、 $b$ （含遮光片）作为一个系统，从物块  $b$  由静止释放到遮光片通过光电门的过程中，系统减少的重力势能  $\Delta E_p =$  \_\_\_\_\_，系统增加的动能  $\Delta E_k =$  \_\_\_\_\_。比较  $\Delta E_k$  与  $\Delta E_p$  的大小，判断系统机械能是否守恒。（均用题中所给相关物理量的字母表示）

(2) 改变高度  $h$ ，重复上述实验步骤，某同学根据记录的数据描绘出  $h - \left(\frac{1}{\Delta t}\right)^2$  图像，若考虑到  $b$  所受阻力作用不可忽略且大小不变，则画出的图像应为图乙中的图线 \_\_\_\_\_（填“①”“②”或“③”）。

【答案】 (1) ①.  $mgh$       ②.  $\frac{1}{2}(M+m)\left(\frac{d}{\Delta t}\right)^2$

(2) ②

【解析】

【小问 1 详解】

[1]由题意知，只有物块  $b$  下降了高度  $h$ ，滑块  $a$  的重力势能不变，故系统减少的重力势能  $\Delta E_p = mgh$

[2]滑块  $a$  与物块  $b$  均沿着细线方向运动，两者速度大小相等，物块  $b$  经过光电门时的速度大小为  $v = \frac{d}{\Delta t}$

故系统增加的动能  $\Delta E_k = \frac{1}{2}(M+m)v^2 = \frac{1}{2}(M+m)\left(\frac{d}{\Delta t}\right)^2$

【小问 2 详解】

设阻力大小为  $f$ ，则物块  $b$  下落的过程中，根据动能定理有  $mgh - fh = \frac{1}{2}(M+m)\left(\frac{d}{\Delta t}\right)^2$

变形得  $h = \frac{(M+m)d^2}{2(mg-f)} \times \left(\frac{1}{\Delta t}\right)^2$

即图像为一条过原点的直线，与图线②对应。

14. 一滑雪爱好者（视为质点）从斜坡上由静止滑下，滑到斜坡底部沿水平雪道又滑行一段距离停下，已知滑雪爱好者在斜坡上滑行过程中的加速度大小为  $4\text{m/s}^2$ ，在水平雪道上滑行过程中的加速度大小为  $2\text{m/s}^2$ ，从斜坡滑上水平雪道时的速度大小不变，整个过程滑雪爱好者滑过的总路程为  $150\text{m}$ 。整个过程始终保持自行滑行状态。求：

- (1) 滑雪爱好者整个滑行过程中的最大速度  $v$  的大小；
- (2) 滑雪爱好者整个滑行过程所用的时间  $t$ 。

【答案】 (1)  $20\text{ m/s}$

(2)  $15\text{ s}$

【解析】

【小问 1 详解】

根据匀变速直线运动规律及逆向思维，有  $\frac{v^2}{2a_1} + \frac{v^2}{2a_2} = s$

代入数据解得  $v = 20\text{ m/s}$

【小问 2 详解】

斜坡上有  $v = a_1 t_1$

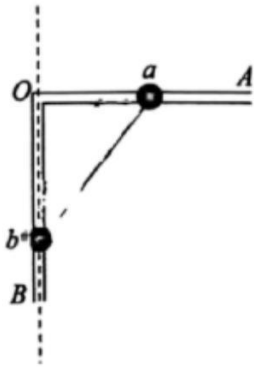
解得  $t_1 = 5\text{ s}$

水平雪道上有  $v = a_2 t_2$

解得  $t_2 = 10\text{ s}$

故整个过程用时  $t = t_1 + t_2 = 15\text{ s}$

15. 如图所示，粗细均匀的直角杆  $AOB$  固定在竖直面内， $OA$  段水平粗糙， $OB$  段竖直光滑， $a$ 、 $b$  两个质量均为  $m$  的小球分别套在  $OA$ 、 $OB$  杆上，两球用长为  $L$  的轻绳连接， $a$  球刚好不滑动，此时轻绳与水平方向的夹角为  $\theta = 53^\circ$ ，重力加速度为  $g$ ，最大静摩擦力等于滑动摩擦力，不计球的大小及杆的质量， $\sin 53^\circ = 0.8$ ， $\cos 53^\circ = 0.6$ 。



- (1) 求小球  $a$  与水平杆间的动摩擦因数；  
 (2) 若给  $a$  球施加一个水平向右的拉力  $F$ ，使  $a$  球缓慢向右移动，从开始至轻绳与水平方向的夹角为  $\alpha = 37^\circ$  的过程中，求拉力  $F$  做的功。

【答案】 (1) 0.375

(2)  $0.35mgL$

【解析】

【小问 1 详解】

以小球  $b$  为研究对象进行受力分析可知，小球  $b$  受到重力  $mg$ 、绳的拉力  $F$  以及  $OB$  杆的弹力  $N$  的作用处于平衡状态，其竖直方向平衡方程为  $F \cos 37^\circ = mg$

$$\text{解得 } F = \frac{5}{4}mg$$

$$\text{水平方向平衡方程为 } N = F \sin 37^\circ = \frac{3}{4}mg$$

以小球  $a$  和小球  $b$  整体为研究对象进行受力分析可知，整体受到重力  $2mg$ 、 $OB$  杆的弹力  $N$ 、 $OA$  杆的支持力  $F_N$  以及摩擦力  $f$  的作用处于平衡状态。所以竖直方向上满足  $F_N = 2mg$

$$\text{水平方向上满足 } f = N = \frac{3}{4}mg$$

因为  $a$  球刚好不滑动，且最大静摩擦力等于滑动摩擦力，设小球  $a$  与水平杆间的动摩擦因数为  $\mu$ ，则有

$$f = \mu F_N$$

代入数据解得  $\mu = \frac{f}{F_N} = \frac{\frac{3}{4}mg}{2mg} = \frac{3}{8} = 0.375$

**【小问 2 详解】**

从开始至轻绳与水平方向的夹角为  $\alpha = 37^\circ$  的过程中，小球  $a$  向右移动的位移为

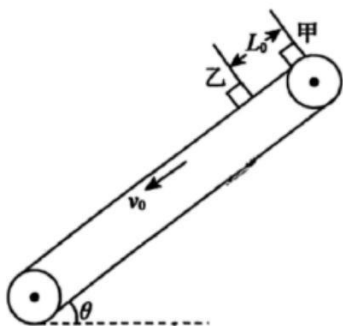
$$x = L \cos 37^\circ - L \cos 53^\circ = 0.2L$$

小球  $b$  上升的高度为  $h = L \sin 53^\circ - L \sin 37^\circ = 0.2L$

对小球  $a$  和小球  $b$  整体列动能定理方程有  $W - fx - mgh = 0$

代入数据解得拉力  $F$  做的功为  $W = 0.35mgL$

16. 如图所示，倾角为  $\theta = 37^\circ$  的倾斜传送带上、下两端的间距  $L = 18\text{m}$ ，逆时针匀速率运转的速度大小  $v_0 = 2\text{m/s}$ ，传送带上有一用特殊材料制作的可视为质点的乙物块，随传送带一起匀速运动，当乙物块运动至距传送带上端  $L_0 = 0.8\text{m}$  时，将也可视为质点的甲物块无初速的放到传送带上端，以后每当甲物块追上乙时，两者碰撞后瞬间会交换速度。已知甲、乙两物块质量均为  $m = 1\text{kg}$ ，甲与传送带间的动摩擦因数  $\mu_1 = 0.5$ ，乙与传送带间的动摩擦因数  $\mu_2 = 1$ ，重力加速度  $g$  取  $10\text{m/s}^2$ ， $\sin 37^\circ = 0.6$ ， $\cos 37^\circ = 0.8$ 。求：



- (1) 从开始放上甲物块到甲物块第一次追上乙物块所经历的时间  $t$ ;
- (2) 从开始放上甲物块到甲物块第一次追上乙的过程中，甲与传送带间因摩擦而产生的热量  $Q$ ;
- (3) 在传送带上甲与乙两物块碰撞的次数  $n$ 。

**【答案】** (1) 1.2s

(2) 4.8J (3) 5 次

**【解析】**

**【小问 1 详解】**

刚放上传送带时，对甲物体受力分析求加速度有  $mg \sin \theta + \mu_1 mg \cos \theta = ma_1$

$$\text{得 } a_1 = 10 \text{ m/s}^2$$

甲加速到与传送带共速时所经历时间为  $t_1 = \frac{v_0}{a_1} = 0.2 \text{ s}$

此过程中甲向下位移为  $x_{\text{甲}1} = \frac{v_0 + v}{2} \times t_1 = 0.2 \text{ m}$

乙向下移动位移为  $x_{\text{乙}1} = v_0 t_1 = 0.4 \text{ m}$

因为  $\mu_1 < \tan \theta$ ，所以甲与传送带共速瞬间加速度改变，对甲物体受力分析求加速度有

$$mg \sin \theta - \mu_1 mg \cos \theta = ma_2$$

$$\text{解得 } a_2 = 2 \text{ m/s}^2$$

则此后甲物块第一次追上乙物块的过程有  $L_0 + x_{\text{乙}1} - x_{\text{甲}1} = v_0 t_2 + \frac{1}{2} a_2 t_2^2 - v_0 t_2$

$$\text{解得 } t_2 = 1 \text{ s}$$

故甲从放上传送带到第一次追上乙，总共用时  $t = t_1 + t_2 = 1.2 \text{ s}$

### 【小问 2 详解】

从甲放上传送带到甲与传送带共速的过程中二者相对位移大小为  $\Delta x_1 = v_0 t_1 - x_{\text{甲}1} = 0.2 \text{ m}$

甲与传送带共速后到第一次追上乙的过程中二者相对位移大小为  $\Delta x_2 = L_0 + x_{\text{乙}1} - x_{\text{甲}1} = 1 \text{ m}$

因此整个过程因摩擦产生的热量  $Q = \mu_1 mg \cos \theta (\Delta x_1 + \Delta x_2)$

$$\text{解得 } Q = 4.8 \text{ J}$$

### 【小问 3 详解】

甲与乙第一次碰前的速度大小为  $v_1 = v_0 + a_2 t_2 = 4 \text{ m/s}$

碰后交换速度，则碰后甲的加速度大小依然为  $a_2$ ，设碰后乙的加速度大小为  $a$ ，对乙受力分析求加速度

$$\mu_2 mg \cos \theta - mg \sin \theta = ma$$

$$\text{解得 } a = 2 \text{ m/s}^2$$

假设甲、乙第一次碰后到第二次碰前乙一直减速，则有  $v_0 t_3 + \frac{1}{2} a_2 t_3^2 = v_1 t_3 - \frac{1}{2} a t_3^2$

解得  $t_3 = 1\text{s}$

此过程中甲向下移动的距离为  $L_1 = v_0 t_3 + \frac{1}{2} a_2 t_3^2 = 3\text{m}$

第二次碰前甲的速度大小为  $v_2 = v_0 + a_2 t_3 = 4\text{m/s}$

第二次碰前乙的速度大小为  $v_1' = v_1 - a t_3 = 2\text{m/s}$

表明假设成立

碰后交换速度，之后的运动情景与第一次碰后相同，即当甲再次运动  $L_1 = 3\text{m}$  时，与乙发生第三次碰撞，

由于传送带总长为  $L = 18\text{m}$ ，以此类推，则第一次碰后还碰撞了  $n = \frac{L - x_{\text{甲}}}{L_1} = \frac{L - 3.2\text{m}}{L_1} \approx 4.9$  次

取整之后  $n = 4$

加上第一次的碰撞，在传送带上甲、乙的碰撞总次数为 5 次