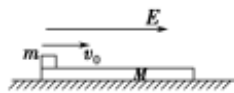
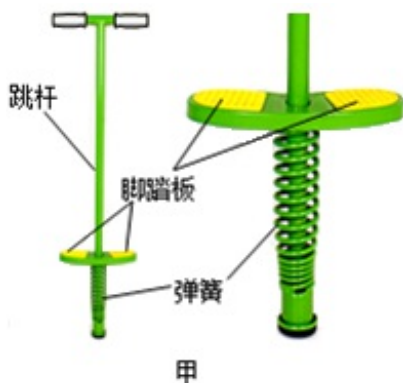
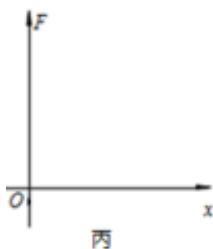
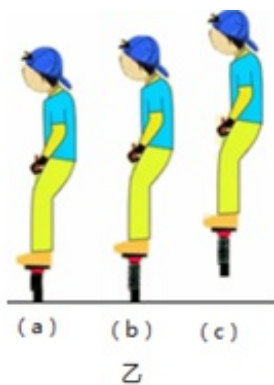


1. 如图所示,质量  $M = 0.2\text{kg}$  的长木板静止于水平地面上,与地面间的动摩擦因数  $\mu_1 = 0.1$  .一质量  $m = 0.1\text{kg}$  、带电荷量  $q = +2 \times 10^{-3}\text{C}$  的滑块(可看作质点)在  $t = 0$  时刻以  $v_0 = 5\text{m/s}$  的初速度滑上长木板的同时加上一个水平向右的匀强电场,滑块与长木板间的动摩擦因数  $\mu_2 = 0.4$  ,所加电场的电场强度  $E = 100\text{N/C}$  ,取  $g = 10\text{m/s}^2$  ,设最大静摩擦力等于滑动摩擦力,最终滑块没有从长木板上滑下,求;
- (1)长木板的最小长度;
- (2)滑块从滑上长木板到静止经历的时间;
- (3)整个过程中产生的热量.



2. (18分)弹跳杆运动是一项广受欢迎的运动。某种弹跳杆的结构如图甲所示,一根弹簧套在T型跳杆上,弹簧的下端固定在跳杆的底部,上端固定在一个套在跳杆上的脚踏板底部。一质量为  $M$  的小孩站在该种弹跳杆的脚踏板上,当他和跳杆处于竖直静止状态时,弹簧的压缩量为  $x_0$ 。从此刻起小孩做了一系列预备动作,使弹簧达到最大压缩量  $3x_0$ ,如图乙(a)所示;此后他开始进入正式的运动阶段。在正式运动阶段,小孩先保持稳定姿态竖直上升,在弹簧恢复原长时,小孩抓住跳杆,使得他和弹跳杆瞬间达到共同速度,如图乙(b)所示;紧接着他保持稳定姿态竖直上升到最大高度,如图乙(c)所示;然后自由下落。跳杆下端触地(不反弹)的同时小孩采取动作,使弹簧最大压缩量再次达到  $3x_0$ ;此后又保持稳定姿态竖直上升,……,重复上述过程。小孩运动的全过程中弹簧始终处于弹性限度内。已知跳杆的质量为  $m$ ,重力加速度为  $g$ 。空气阻力、弹簧和脚踏板的质量、以及弹簧和脚踏板与跳杆间的摩擦均可忽略不计。



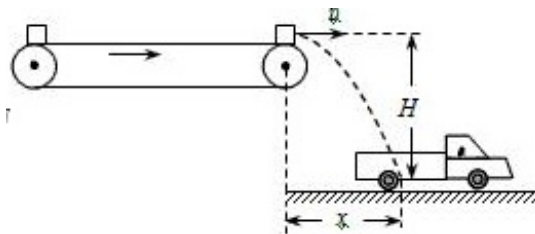


(1) 求弹跳杆中弹簧的劲度系数  $k$ ，并在图丙中画出该弹簧弹力  $F$  的大小随弹簧压缩量  $x$  变化的示意图；

(2) 借助弹簧弹力的大小  $F$  随弹簧压缩量  $x$  变化的  $F-x$  图像可以确定弹力做功的规律，在此基础上，求在图乙所示的过程中，小孩在上升阶段的最大速率；

(3) 求在图乙所示的过程中，弹跳杆下端离地的最大高度。

3. 如图所示,足够长的水平传送带在电动机的带动下匀速传动.现有一可视为质点,质量  $m = 0.5\text{kg}$  的煤块落在传送带左端(不计煤块落下的速度),煤块在传送带的作用下从右轮轴正上方的P点恰好离开皮带做平抛运动,正好落入运煤车车箱中心点Q.已知煤块与传送带间的动摩擦因数



$\mu = 0.8$ , P点与运煤车底板间的竖直高度  $H = 1.8\text{m}$ ,与运煤车车箱底板中心点Q的水平距离  $x = 1.2\text{m}$ ,取  $g = 10\text{m/s}^2$ ,求:

- (1) 传送带的速度  $v_0$ ;
- (2) 右轮半径的最大值  $R_m$ ;
- (3) 由于传送煤块,电动机多做的功  $W$ .

## 答案解析

### 1. 答案

解:(1)滑块滑动过程中的加速度大小为  $a_1$  ,根据牛顿第二定律可得:

$$\mu_2 mg - qE = ma_1 ,$$

计算得出:  $a_1 = 2m/s^2$  ,

木板的加速度为  $a_2$ , 则:  $\mu_2 mg - \mu_1(m + M)g = Ma_2$  ,

计算得出:  $a_2 = 0.5m/s^2$  ,

当二者速度相同时经过的时间为  $t_1$  ,则:

$$v_0 - a_1 t_1 = a_2 t_1 ,$$

计算得出:  $t_1 = 2s$  ;

共同的速度为:  $v = a_2 t_1 = 0.5 \times 2m/s = 1m/s$  ;

所以木板的长度至少为:  $L = \frac{v_0 + v}{2} t_1 - \frac{v}{2} t_1 = \frac{v_0}{2} t_1 = \frac{5}{2} \times 2m = 5m$  ;

(2)以后二者共同运动的加速度为  $a_3$  ,根据牛顿第二定律可得:

$$\mu_1(m + M)g - qE = (m + M)a_3 ,$$

计算得出:  $a_3 = \frac{1}{3} m/s^2$  ,

二者减速运动的时间为  $t_2$  ,则:

$$t_2 = \frac{v}{a_3} = \frac{1}{\frac{1}{3}} s = 3s ,$$

所以滑块从滑上长木板到静止经历的时间  $t = t_1 + t_2 = 5s$  ;

(3)物块减速的位移为:  $x = \frac{v}{2} t_2 = \frac{1}{2} \times 3m = 1.5m$  ,

根据能量关系可得,整个过程中产生的热为  $Q = \frac{1}{2} m v_0^2 + qE(\frac{v_0 + v}{2} t_1 + x)$

即:  $Q = \frac{1}{2} \times 0.1 \times 25J + 0.2 \times (\frac{5+1}{2} \times 2 + 1.5)J = 2.75 \text{ J}$ .

答:(1)长木板的最小长度为5m;

(2)滑块从滑上长木板到静止经历的时间为5s;

(3)整个过程中产生的热量为  $2.75J$ .

**解析**

(1)根据牛顿第二定律分别求出滑块和木板的加速度,求出速度相等时经过的时间,根据位移关系求解相对位移即可;

(2)根据牛顿第二定律求出二者减速运动的加速度,根据速度时间关系求解二者减速运动的时间,进而求出滑块从滑上长木板到静止经历的时间;

(3)根据能量关系可得产生的总热量.

## 2. 答案 (本题提供智能家庭教师服务)

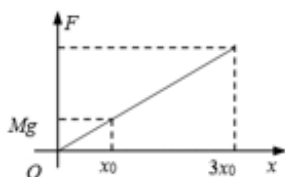
(18分)

(1) 小孩处于静止状态时, 根据平衡条件有:

$$Mg = kx_0 \quad \dots\dots 2\text{分}$$

$$\text{解得: } k = \frac{Mg}{x_0} \quad \dots\dots 2\text{分}$$

$F-x$  图像如图:  $\dots\dots 1\text{分}$



(说明: 画出过原点的直线即可得分)

(2) 利用  $F-x$  图像可知, 图线与横轴所围的面积大小等于弹簧弹力做功的大小  $\dots\dots 1\text{分}$

小孩从图a至图b的过程, 小孩先做加速运动后做减速运动, 当弹簧弹力与重力等大时小孩向上运动的速度最大, 设其最大速度为  $v_{max}$ , 此时弹簧压缩量为  $x_0$   $\dots\dots 1\text{分}$

从图a至小孩向上运动速度达到最大的过程中, 小孩和弹簧系统机械能守恒, 因此有:

$$\frac{1}{2}k(3x_0)^2 = Mg(3x_0 - x_0) + \frac{1}{2}Mv_{max}^2 + \frac{1}{2}kx_0^2 \quad \dots\dots 4\text{分}$$

$$\text{解得: } v_{max} = 2\sqrt{gx_0} \quad \dots\dots 1\text{分}$$

(3) 图a状态至弹簧长度为原长的过程中, 小孩和弹簧系统机械能守恒。设小孩在弹簧长度为原长时的速度为  $v_0$ , 则有:

$$\frac{1}{2}k(3x_0)^2 = Mg \cdot 3x_0 + \frac{1}{2}Mv_0^2 \quad \dots\dots 1\text{分}$$

小孩迅速抓住跳杆的瞬间, 内力远大于外力, 小孩和弹跳杆系统动量守恒。

设小孩和弹跳杆共同速度为  $v_1$ , 规定竖直向上方向为正, 有:

$$Mv_0 = (M + m)v_1 \quad \dots\dots 2\text{分}$$

小孩和弹跳杆一起坚直上升至最高点, 小孩和弹跳杆系统机械能守恒, 因此有:

$$\frac{1}{2}(M + m)v_1^2 = (M + m)gh_{max} \quad \dots\dots 2\text{分}$$

联立解得:  $h_{max} = \frac{3M^2x_0}{2(M+m)^2}$  .....1分

### 解析

问题求解:

(1) 由受力平衡可知此时弹力等于重力, 列式求解, 作出  $F-x$  图像。

(2) 先判断速度最大时状态, 此时重力等于弹力, 弹簧压缩量为  $x_0$ , 由  $F-x$  图像可知, 图线与横轴所围的面积大小等于弹簧弹力做功的大小。从图a至小孩向上运动速度达到最大的过程中, 小孩和弹簧系统机械能守恒, 列机械能守恒方程式, 求解即可。

(3) 图a状态至弹簧长度为原长的过程中, 小孩和弹簧系统机械能守恒, 列机械能守恒方程式。再由动量守恒定律计算小孩和弹跳杆共同速度, 小孩和弹跳杆一起坚直上升至最高点, 小孩和弹跳杆系统机械能守恒, 联立求解。

### 3. 答案

解:(1)由平抛运动的规律,

得  $x = vt$

$$H = \frac{1}{2}gt^2$$

代入数据计算得出  $v = 2m/s$

(2)要使煤块在轮的最高点做平抛运动,则煤块到达轮的最高点时对轮的压力为零,

由牛顿第二定律,得  $mg = m \frac{v^2}{R}$

代入数据得  $R = 0.4m$

(3)由牛顿第二定律  $F = ma$  得

$$a = \mu g = 8m/s^2,$$

煤块沿传送带做初速度为零的匀加速直线运动的时间:  $t = \frac{v}{a} = \frac{2}{8} = 0.25s$

煤块的位移:  $x_1 = \frac{v}{2}t = \frac{2}{2} \times 0.25 = 0.25m$

相等时间内传送带的位移:  $x_2 = vt = 0.5m$

则相对运动的位移:  $\Delta x = x_2 - x_1 = 0.5 - 0.25 = 0.25m$

摩擦产生的热量  $Q = \mu mg \Delta x = 0.8 \times 0.5 \times 10 \times 0.25J = 1J$ .

煤块获得动能:  $E_K = \frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2} \times 0.5 \times 4 = 1J$ .

则带动传送带的电动机需要比传送带空载情况多消耗的电能  $E = Q + E_K = 2J$

答:(1)传送带的速度为  $2m/s$  ;

(2)右轮半径的最大值为  $0.4m$  ;

(3)因为传送煤块,电动机多做的功为  $2J$  .

### 解析

(1)煤块平抛运动的初速度等于传送带匀速运动的速度,根据高度求出平抛运动的时间,再根据水平位移求出平抛运动的初速度.

(2)要使煤块在轮的最高点做平抛运动,则煤块到达轮的最高点时对轮的压力为零,由牛顿第二定律列式求解.

(3)运送一块  $0.5kg$  的煤块,带动传送带的电动机需要比传送带空载情况多消耗的电能等于煤块与传送带摩擦产生的热量与煤块的动能之和.