

2019—2020 学年度上学期高三年级期中考试

物理试卷

命题人：李红芬 审核人：王国红

本试卷分第 I 卷（选择题）和第 II 卷（非选择）两部分，共 110 分。考试时间分钟。

第 I 卷（选择题共 60 分）

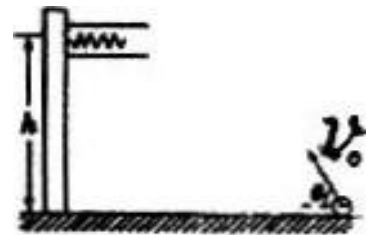
注意事项：

1. 答卷 I 前，考生务必将自己的姓名、考证号、考试科目用铅笔涂写在答题卡上。
2. 答卷 I 时，每小题选出答案后，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，再选涂其它答案。

一、选择题（每小题分，共 60 分。下列每小所给选项至少有一项符合题意，将正确答案的序号填涂在答题卡上，全部选对的得 4 分，有漏选的得 2 分，有错选的得 0 分）

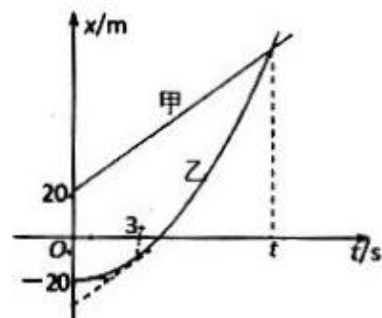
1. 如图所示，离水平地面一定高处水平定一内壁光滑的圆筒，筒内固定一轻质弹簧，弹簧处于自然长度。现将一小球从地面以某一初速度斜向上抛出，刚好能水平进入圆筒中，不计空气阻力。下列说法中错误的是（ ）

- A. 弹簧获得的最大弹性势能小于小球出时的动能
- B. 小球斜上运动过程中处于失重状态
- C. 小压缩弹簧的过程中，小球减小的动能等于弹簧增加的势能
- D. 若抛射向右移动一小段距离，仍使小球水平进入圆筒中，可以增大抛射速度 v_0 ，同时增大抛射角 θ



2. 甲乙两个质点沿同一线运动，其中质点甲以 6m/s 的速度匀速直线运动，质点乙作初速度为零的匀变速直线运动，它们的位置 x 随时间 t 的变化如图所示。已知 $t=3s$ 时，甲、乙图线的斜率相等。下列判断正确的是（ ）

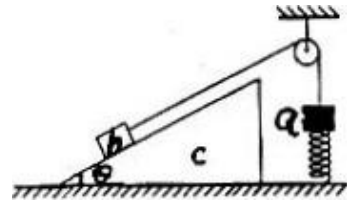
- A. 最初的一段时间内，甲、乙的运动方向相反
- B. $t=3s$ 时，乙的位置坐标为 -9m
- C. 乙经过原点时的速度大小为 $2\sqrt{5}$ m/s
- D. $t=10s$ 时，两车相遇



3. 如图所示，倾角为 θ 的斜面体 c 置于水平地面上，物块 b 置于

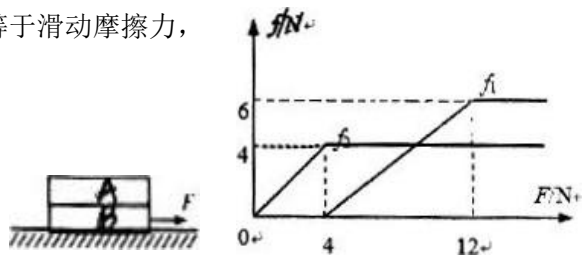
斜面上，通过跨过光滑定滑轮的细绳与小盒 a 连接，连接 b 的一段细绳与斜面平行，连接 a 的一段细绳竖直，a 连接在竖直固定在地面的弹簧上。现向盒内缓慢加入适量砂粒，a、b、c 始终处于静止状态。下列判断正确的是（ ）

- A. c 对 b 的摩擦力可能减小
- B. 地面对 c 的支持力可能增大
- C. 地面对 c 的摩擦力可能不变
- D. 弹簧的弹力可能大



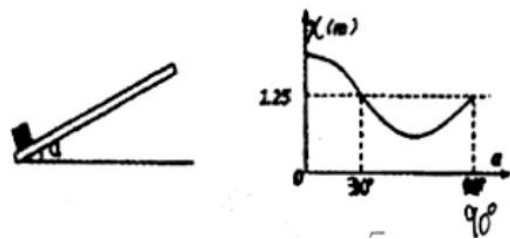
4. 如图所示，物块 A、B 静止叠放在水平地面上，B 受到大小从零开始逐渐增大的水平拉力作用。A、B 间的摩擦力 f_1 、B 与地面间的摩擦力 f_2 随水平拉力 F 变化的情况如图乙所示、已知物块 A 的质量 $m=3\text{kg}$ ，取 $g=10\text{m/s}^2$ ，最大静摩擦力等于滑动摩擦力，

- 则
- A. 两物块间的动摩擦因数为 0.2
- B. 当 $0 < F < 4\text{N}$ 时，A、B 保持静止
- C. 当 $4\text{N} < F < 12\text{N}$ 时，A、B 发生相对运动
- D. 当 $F > 12\text{N}$ 时，A 的速度随 F 的增大而增大



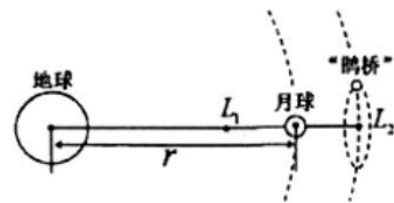
5. 一个可以看做质点的物块以恒定大小的初速度滑上木板，木板的倾角可在 $0^\circ-90^\circ$ 之间任意调整。设物块沿木板向上能达到的最大位移为 x。木板倾角不同时对应的最大位移 x 与木板倾角 α 的关系如图所示。（g 取 $g=10\text{m/s}^2$ ）则下列说法正确的是（ ）

- A. 小铁块与木板之间的动摩擦因数为 $\frac{\sqrt{3}}{3}$
- B. 小铁块初速度的大小是 5m/s
- C. 沿倾角为 30° 和 90° 上滑时，物块运动到最大位移的时间不同
- D. 当 $\alpha=0^\circ$ 时， $x = \frac{5\sqrt{3}}{4} m$



6. “鹊桥”号是世界首颗运行于地月拉格朗日 L_2 点附近的中继通信卫星，如图它以地月连线为轴做圆周运动，同时随月球绕地球运转。已知地球质量为 M，月球质量为 m，月球的轨道半径为 r，公转周期为 T，引力常数为 G；当卫星处于地月拉格朗日点 L_1 或 L_2 时，都能随月球同步绕地球做圆周运动。则以下说法正确的是（ ）

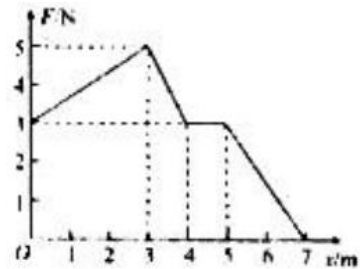
- A. “鹊桥”号仅受月球引力作用
- B. 在 L_2 点工作的卫星比在 L_1 点工作的卫星的绕地球运转的线速度大



C.在拉格朗日 L_1 点工作的卫星，受到地球的引力一定大于月球对它的引力

D.拉格朗日 L_2 点与地心的距离为 $\sqrt[3]{\frac{GMT^2}{4\pi^2}}$

7. 质量 $m=1\text{kg}$ 的物体静止放在粗糙水平地面上。现对物体施加一个随位移变化的水平外力 F 时物体在水平面上运动。已知物体与地面间的滑动摩擦力与最大静摩擦力相等。若 $F-x$ 图象如图所示。且 $4-5\text{m}$ 内物体匀速运动。 $x=7\text{m}$ 时撤去外力，取 $g=10\text{m/s}^2$ ，则下列有关描述正确的是 ()



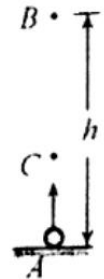
A.物体与地面间的动摩擦因数为 0.1

B. $x=3$ 时物体的速度最大

C.撤去外力时物体的速度为 $\sqrt{2}$ m/s

D.撤去外力后物体还能在水平面上滑行 3s

8. 如图所示，从地面上 A 处竖直向上抛一质量为 m 的小球，小球上升到 B 点时的动能与小球上升到最高点后返回至 C 点时的动能相等，B 点离地面高度为 h ，C 点离地面高度为 $\frac{h}{3}$ 。空气阻力 $f=0.1mg$ ，大小不变，重力加速度为 g ，则 ()



A.小球上升的最大高度为 $2h$

B.小球上升的最大高度为 $4h$

C.小球下落过程中从点到 C 点动能的增量为 $\frac{3}{5}mgh$

D.小球下落过程中从 B 点到 C 点动能的增量为 $\frac{4}{5}mgh$

9. 冰壶比赛是在水平冰面上进行的体育项目。为使冰壶滑行得更远，运动员可以用毛刷擦冰壶运行前方的冰面，使冰壶与冰面间的动摩擦因数减小。在某次训练中，运动员两次以相同的速度推出冰壶，第一次，在冰壶滑行至 10m 处擦冰 2m ，冰壶从推出到停止滑行的距离为 25m ，滑行时间为 8s ，第二次在冰壶滑行至 15m 处擦冰 2m ，冰壶整个过程滑行的距离为 s ，滑行时间为 t ，则

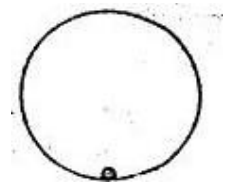
A. $s=25\text{m}$

B. $s<25\text{m}$

C. $t<8\text{s}$

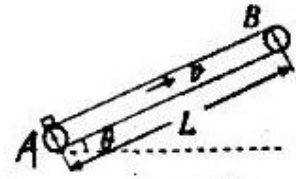
D. $t>8\text{s}$

10. 如图所示，一内壁粗糙程度相同、半径为 R 的圆筒固定在竖直平面内。圆筒内一质量为 m 的小球沿筒壁做圆周运动。若小球从最低点算起运动一圈又回到最低点的过程中，两次在最低点时筒壁对小球的弹力大小分别为 $10mg$ 和 $8mg$ 。设小球在该过程中克服摩擦力做的功为 W ，经过最高点时筒壁对小球的弹力大小为 F ，则



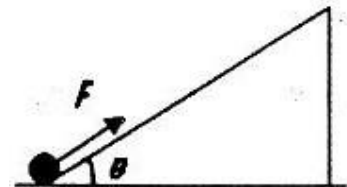
- A. $W=2mgR$ B. $W=mgR$ C. $3mg < F < 4mg$ D. $2mg < F < 3mg$

11. 如图所示，与水平面成 θ 角的传送带，在电动机的带动下以恒定的速率顺时针运行。现将质量为 m 的小物块从传送带下端A点无初速地放到传送带上，经时间 t_1 物块与传送带达到共同速度，再经时间 t_2 物块到达传送带的上端B点，已知A、B间的距离为 L ，重力加速度为 g 。则在物块从A运动到B的过程中，以下说法正确的是（ ）



- A. 在 t_1 时间内摩擦力对物块做的功等于 $\frac{1}{2}mv^2$
- B. 在 t_1 时间内物块和传送带间因摩擦而产生的内能等于物块机械能的增加量
- C. 在 t_1+t_2 时间内传送带对物块做的功等于 $mgL\sin\theta + \frac{1}{2}mv^2$
- D. 在 t_1+t_2 时间内因运送物块，电动机至少多消耗 $mgL\sin\theta + mv^2$ 的电能

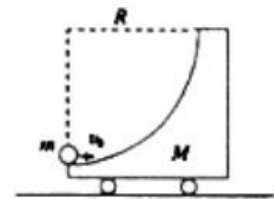
12. 如图所示，一质量为 m 的物体在沿斜面向上的恒力 F 作用下，由静止从底端向上做匀加速直线运动，若斜面足够长，表面光滑，倾角为 θ 。经时间 t ，恒力 F 做功 $20J$ ，此后撤去恒力 F ，物体又经时间 t 回到出发点。且回到出发点时的速度大小为 v ，若以地面为重力势能的零势能面，则下列说法中正确的是（ ）



- A. 物体回到出发点时的机械能是 $20J$
- B. 在撤去力 F 前的瞬时，力 F 的功率大小是 $2mgv\sin\theta/3$
- C. 在撤去力 F 前的瞬时，力 F 的功率大小是 $4mgv\sin\theta/3$
- D. 在此运动过程中物体动能与势能相等的位置在撤去恒力位置的上方，物体的机械能先增加后减少

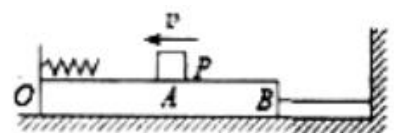
13. 质量为 M 的小车静止在光滑水平面上，车上是一个四分之一圆周的光滑轨道，轨道下端切线水平。质量为 m 的小球沿水平方向从轨道下端以初速度 v_0 滑上小车。

重力加速度为 g ，如图所示。已知小球不从小车上端离开小车，小球滑上小车又滑下，与小车分离时，小球与小车速度方向相反，速度大小之比等于 $1:3$ ，则 $m:M$ 的值为（ ）。



- A. $1:3$ B. $3:5$ C. $3:1$ D. $5:3$
14. 如图所示，质量为 M 的长木板静止在光滑水平面上，上表面OA段光滑，AB段粗糙且长为 l ，左端O处固定轻质弹簧，右侧用不可伸长的轻绳连接于竖直墙上，轻绳所能承受的最大拉力为 F 。质量为 m 的小滑块以速度 v 从A点向左滑动压缩弹簧，弹簧的压缩量达最大时细绳恰好被拉断，再过一段时间后长木板停止运动，小滑块恰未掉落。则（ ）

- A. 细绳被拉断瞬间木板的加速度大小为 $\frac{F}{M}$



B. 细被拉断瞬间弹簧的弹性势能为 $\frac{1}{2}mv^2$

C. 弹簧恢复原长时滑块的动能为 $\frac{1}{2}mv^2$

D. 滑块与木板 AB 间的动摩擦因数为 $\frac{v^2}{2gl}$

15. 如图所示，光滑水平面上静置一质量为 m 、长为 L 的长木板 B，木板上表面各处粗糙程度相同，一质量为 m 的小物块 A（可视为质点）从左端以速度 v 冲上木板。当 $v=v_0$ 时，小物块 A 历时 t_0 恰好运动到木板右端与木板共速。此过程中 A、B 系统生热为 Q ，则（ ）

A. 若 $v = \frac{v_0}{3}$ ，A、B 系统生热为 $\frac{Q}{9}$

B. 若 $v = \frac{v_0}{2}$ ，A、B 相对运动时间为 $\frac{t_0}{3}$

C. 若 $v=v_0$ ，B 经历 t_0 时间的位移为 $\frac{L}{2}$

D. 若 $v=2v_0$ ，A 经历 $\frac{t_0}{4}$ 到达木板右端



第 II 卷（非选择题共 50 分）

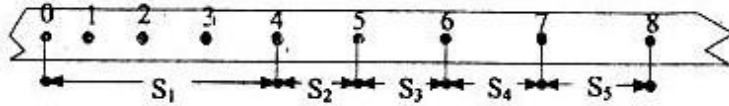
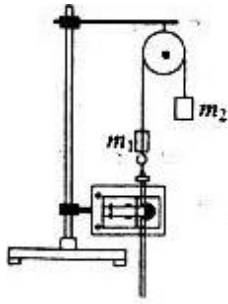
注意事项：

1. 答 II 前考生务必将自己的姓名、班级、考号填在规定的地方。
2. 答卷 II 时用黑色钢笔感中性笔直接填写在规定的地方。

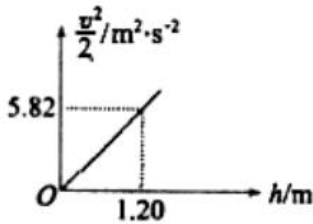
二、填空题

16.（每空 2 分，共 10 分）

用如图所示的实验装置验证 m_1 、 m_2 组成的系统机械能守恒。 m_2 从高处由静止开始下落， m_1 上拖着的纸带打出一系列的点。对纸带上的点迹进行测量，即可验证机械能守恒定律。如图给出的是实验中获取的一条纸带：0 是打下的第一个点，每相邻两计数点间还有 4 个点（图中未标出），计数点间的距离 $s_1=38.40\text{ cm}$ 、 $s_2=21.60\text{ cm}$ 、 $s_3=26.40\text{ cm}$ 、 $s_4=31.21\text{ cm}$ 、 $s_5=36.02\text{ cm}$ ，如图所示，已知 $m_1=50\text{g}$ 、 $m_2=150\text{g}$ ，频率为 50Hz ，则（ g 取 9.8 m/s^2 ，结果保留两位有效数字）



- (1) 由纸带得出 m_1 、 m_2 运动的加速度大小为 $a = \underline{\hspace{2cm}}$ m/s^2 ，在纸带上打下计数点 5 时的速度 $v_5 = \underline{\hspace{2cm}}$ m/s ；
- (2) 在打点 0~5 过程中系统动能的增量 $\Delta E_k = \underline{\hspace{2cm}}$ J，系统势能的减少量 $\Delta E_p = \underline{\hspace{2cm}}$ J；
- (3) 若某同学根据实验数据作出的 $\frac{1}{2}v^2 - h$ 图象如图，当地的实际重力加速度 $g = \underline{\hspace{2cm}}$ m/s^2 。



三、计算（写出必要的文字说明和解题过程，只写出结果，没有过程不能得分）

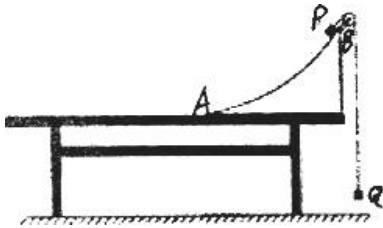
17. (8分) 如图所示，总质量为 460kg 的热气球。从地面刚开始由静止竖直上升时的加速度为 $0.5m/s^2$ ，当热气球上升到 180m 时，恰以 $5m/s$ 的速度向上匀速运动。若离开地面后热气球所受浮力保持不变，空气阻力 $F_{阻} = Kv$ (K 为比例系数)，上升过程中热气球总质量不变，重力加速度 $10m/s^2$ 。试计算：

- (1) (2分) 气球受到浮力的大小；
- (2) (3分) 气球上升到 180m 过程中克服空气阻力所做的功；
- (3) (3分) 气球上升到 180m 过程中所用时间是多少？



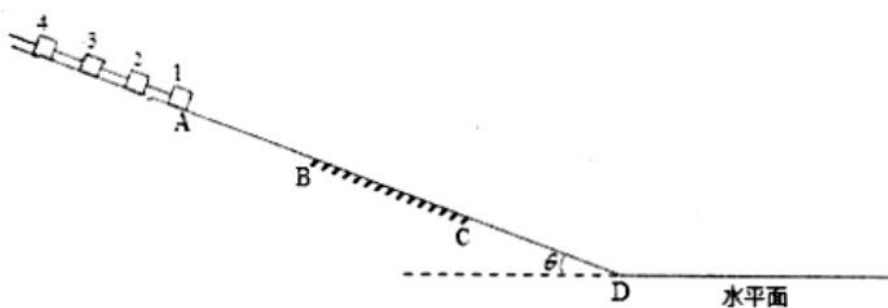
18. (9分) 如图所示，AB 为一段弯曲轨道，固定在水平桌面上，与水平桌面相切于 A 点，B 点距桌面的高度为 $h = 0.6m$ ，A、B 两点间的水平距离为 $L = 0.8m$ ，轨道边缘 B 处有一轻小定滑轮，

一根轻绳两端系着质量分别为 m_1 与 m_2 的物体 P、Q 挂在定滑轮两边。P、Q 可视为质点，且 $m_1=2.0\text{kg}$ ， $m_2=0.4\text{kg}$ 。开始时 P、Q 均静止，P 紧靠 B 点，P 释放后沿弯曲轨道向下运动，运动到 A 点时轻绳突然断开，（断开前后物体 P 的速度不变，断开后 P 沿水平桌面而滑行 $x=1.25\text{m}$ 停止。已知 P 与水平桌面间的动摩擦因数 $\mu=0.25$ ， g 取 10m/s^2 。求：



- (1) (3分) 物体 P 经过 A 点时的速度大小；
- (2) (2分) 在物体 P 从 B 点运动到 A 点的过程中，物体 Q 重力势能的改变量；
- (3) (4分) 弯曲轨道对物体 P 的摩擦力所做的功。

19. (11分) 倾角为 θ 的斜面与足够长的光滑水平面在 D 处平滑连接，斜面上 AB 的长度为 $3L$ 、CD 的长度均为 $3.5L$ 。BC 部分粗糙，其余部分光滑。如图 4 个“—”形小滑块工件紧挨在一起排在斜面上，从下往上依次标为 1、2、3、4，滑块上长为 L 的轻杆与斜面平行并与上一个滑块接触但不粘连。滑块 1 恰好在 A 处。现将 4 个滑块一起由静止释放。设滑块经过 D 处时无机械能损失，轻杆不会与斜面相碰。已知每个滑块的质量为 m 并可视为质点，滑块与粗糙面间的动摩擦因数为 $\tan\theta$ ，重力加速度为 g ，求

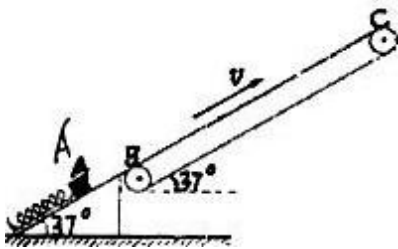


- (1) (5分) 滑块 1 刚进入时，滑块 1 上的轻杆所受到的压力大小；
- (2) (6分) 4 个滑块全部滑上水平面后，相邻滑块之间的距离。

20. (12分) 利用弹簧弹射和传送可以将工件运送至高处。如图所示，传送带与水平方向成 37° 角，顺时针匀速运动的速度 $v=4\text{m/s}$ 。B、C 分别是传送带与两轮的切点，相距 $L=6.4\text{m}$ 。倾角也是

37° 的斜面固定于地面且与传送带上的 B 点良好对接。一原长小于斜面长的轻弹簧平行斜面放置，下端固定在斜面底端，上端放一质量 $m=1\text{kg}$ 的工件（可视为质点）。用力将弹簧压缩至 A 点后由静止释放，工件离开斜面顶端滑到 B 点时速度 $v_0=8\text{m/s}$ ，A、B 间的距离 $x=1\text{m}$ ，工件与斜面、传送带间的动摩擦因数相同，均为 $\mu=0.5$ ，工件到达 C 点即为运送过程结束。取 10m/s^2 ， $\sin 37^\circ = 0.6$ ， $\cos 37^\circ = 0.8$ ，求：

- (1) 弹簧压缩至 A 点时的弹性势能，
- (2) 工件沿传送带由 B 点上滑到 C 点所用的时间；
- (3) 工件沿传送带由 B 点上滑到 C 点的过程中，工件和传送带间由于摩擦而产生的热量。



物理考试卷

B+C 三

上期中答案:

1. D 2. D 3. A 4. AB 5. ABD 6. BC 7. C 8. BC 9. AD 10. BD

11. BC 12. AB 13. B 14. ABD 15. AC

16. 【答案】 4.8 2.4 0.58 0.59 9.7

17 (1) 分析刚开始运动时气球受力, 由牛顿第二定律可得: $F_n - mg = ma$ 代入数据得: $F_n = 4830\text{N}$

(2) 已知上升高度 $h = 180\text{m}$, 由动能定理得: $F_{\text{浮}}h - mgh - W_f = \frac{1}{2}mv^2$ 解得

$$W_f = F_{\text{浮}}h - mgh - \frac{1}{2}mv^2 \text{ 代入数据得: } W_f = 35650\text{J}$$

(3) 设上升 180m 过程所用时间为 t , 由动量定理得:

$$I_{\text{浮}} + I_G + I_{\text{阻}} = mv$$

$$I_{\text{阻}} = Kvt = Kx$$

$$F_{\text{浮}} - mg - kv = 0 \text{ 其中 } v = \frac{x}{t}$$

$$I_{\text{浮}} = F_{\text{浮}}t, \quad I_G = -mgt$$

联立以上各式: $t = 46\text{s}$

18. 【答案】 (1) 2.5m/s (2) 4J (3) $W_f = -0.95\text{J}$

(1) P 在水平轨道上运动过程, 根据动能定理得:

$$-\mu m_1 gx = 0 - \frac{1}{2}m_1 v_1^2$$

解得 P 经过 A 点时的速度为:

$$v_1 = \sqrt{2\mu gx} = \sqrt{2 \times 0.25 \times 10 \times 1.25} \text{m/s} = 2.5\text{m/s}$$

(2) P 由 B 到 A 的过程中, Q 上升的高度:

$$H = \sqrt{h^2 + L^2} = 1\text{m}$$

Q 重力势能的增量:

$$\Delta E_p = mgH = 4\text{J}$$

(3) 设 P 经过 A 点时, Q 的运动速度为 v_2 , 对速度 v_1 分解如图所示,

则有:

$$v_2 = v_1 \cos \beta$$

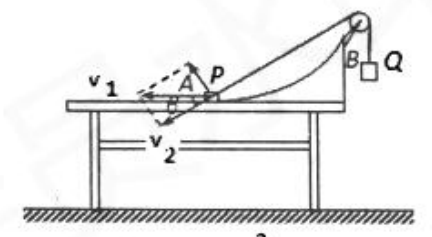
$$\sin \beta = \frac{h}{H} = 0.6$$

解得: $\beta = 37^\circ$

对 P 与 Q 组成系统有:

$$m_1 gh - m_2 gH + W_f = \frac{1}{2}m_1 v_1^2 + \frac{1}{2}m_2 v_2^2$$

代入数据解得: $W_f = -0.95\text{J}$



19. 【答案】 (1) $F = \frac{3}{4}mg \sin \theta$ (2) $d = \frac{4}{3}L$

(1) 以 4 个滑块为研究对象, 设第一个滑块刚进 BC 段时, 4 个滑块的加速度为 a , 由牛顿第二定律:

$$4mg \sin \theta - \mu \cdot mg \cos \theta = 4ma$$

以滑块 1 为研究对象, 设刚进入 BC 段时, 轻杆受到的压力为 F , 由牛顿第二定律:

$$F + mg \sin \theta - \mu \cdot mg \cos \theta = ma$$

已知 $\mu = \tan \theta$

$$\text{联立可得: } F = \frac{3}{4}mg \sin \theta$$

(2) 设 4 个滑块完全进入粗糙段时, 也即第 4 个滑块刚进入 BC 时, 滑块的共同速度为 v

这个过程, 4 个滑块向下移动了 $6L$ 的距离, 1、2、3 滑块在粗糙段向下移动的距离分别为 $3L$ 、 $2L$ 、 L .

由动能定理, 有:

$$4mg\sin\theta \cdot 6L - \mu \cdot mg\cos\theta \cdot (3L + 2L + L) = \frac{1}{2} \cdot 4mv^2$$

$$\text{可得: } v = 3\sqrt{gL\sin\theta}$$

由于动摩擦因数为 $\mu = \tan\theta$, 则 4 个滑块都进入 BC 段后, 所受合外力为 0, 各滑块均以速度 v 做匀速运动;

第 1 个滑块离开 BC 后做匀加速下滑, 设到达 D 处时速度为 v_1 , 由动能定理:

$$mg\sin\theta \cdot (3.5L) = \frac{1}{2}mv_1^2 - \frac{1}{2}mv^2$$

$$\text{可得: } v_1 = 4\sqrt{gL\sin\theta}$$

当第 1 个滑块到达 BC 边缘刚要离开粗糙段时, 第 2 个滑块正以 v 的速度匀速向下运动, 且运动 L 距离后离开粗糙段, 依次类推, 直到第 4 个滑块离开粗糙段。由此可知, 相邻两个滑块到达 BC 段边缘的时间差为 $\Delta t = \frac{L}{v}$, 因此到达水平面的时间差也为 $\Delta t = \frac{L}{v}$

所以滑块在水平面上的间距为 $d = v_1\Delta t$

$$\text{联立解得 } d = \frac{4}{3}L$$

20. 【答案】(1)42J,(2)2.4s,(3)19.2J

(1) 由能量守恒定律得, 弹簧的最大弹性势能为:

$$E_p = mgx\sin 37^\circ + \mu mgx\cos 37^\circ + \frac{1}{2}mv_0^2$$

$$\text{解得: } E_p = 42\text{J}$$

(2) 工件在减速到与传送带速度相等的过程中, 加速度为 a_1 , 由牛顿第二定律得:

$$mg\sin 37^\circ + \mu mg\cos 37^\circ = ma_1$$

$$\text{解得: } a_1 = 10\text{m/s}^2$$

$$\text{工件与传送带共速需要时间为: } t_1 = \frac{v_0 - v}{a_1}$$

$$\text{解得: } t_1 = 0.4\text{s}$$

$$\text{工件滑行位移大小为: } x_1 = \frac{v_0^2 - v^2}{2a_1}$$

$$\text{解得: } x_1 = 2.4\text{m} < L$$

因为 $\mu < \tan 37^\circ$, 所以工件将沿传送带继续减速上滑, 在继续上滑过程中加速度为 a_2 , 则有:

$$mg\sin 37^\circ - \mu mg\cos 37^\circ = ma_2$$

$$\text{解得: } a_2 = 2\text{m/s}^2$$

假设工件速度减为 0 时, 工件未从传送带上滑落, 则运动时间为:

$$t_2 = \frac{v}{a_2}$$

$$\text{解得: } t_2 = 2\text{s}$$

$$\text{解得: } x_2 = 4\text{m}$$

工件运动到 C 点时速度恰好为零, 故假设成立。

工作在传送带上上滑的总时间为: $t = t_1 + t_2 = 2.4\text{s}$

(3) 第一阶段: 工件滑行位移为: $x_1 = 2.4\text{m}$ 。

传送带位移 $x_1' = vt_1 = 1.6\text{m}$, 相对位移为: $\Delta x_1 = 0.8\text{m}$ 。

$$\text{摩擦生热为: } Q_1 = \mu mg\Delta x_1 \cos 37^\circ$$

$$\text{解得: } Q_1 = 3.2\text{J}$$

第二阶段: 工件滑行位移为: $x_2 = 4\text{m}$,

传送带位移为: $x_2' = vt_2 = 8\text{m}$

相对位移为: $\Delta x_2 = 4\text{m}$

$$\text{摩擦生热为: } Q_2 = \mu mg\Delta x_2 \cos 37^\circ$$

$$\text{解得: } Q_2 = 16\text{J}$$

总热量为: $Q = 19.2\text{J}$ 。