

物 理

本试卷 8 页。总分 100 分。考试时间 90 分钟。

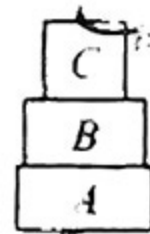
注意事项：

1. 答卷前，考生务必将自己的姓名、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。

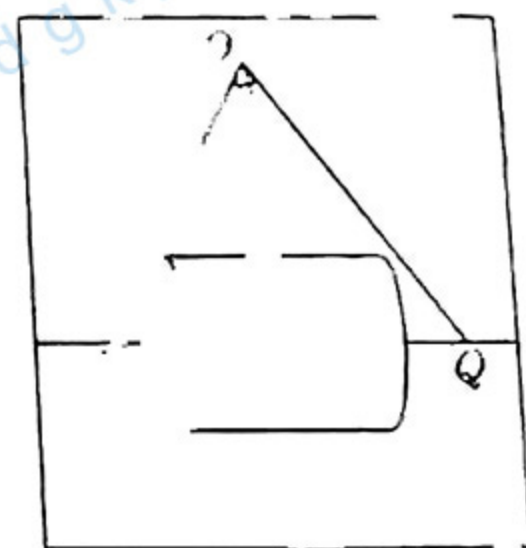
一、单项选择题：本题共 8 小题，每小题 3 分，共 24 分。每小题只有一个选项符合题目要求。

1. 在核能的利用中，有核裂变和核聚变两种方式。下列各核反应方程中表示核裂变的是
 - A. ${}_{92}^{238}\text{U} \rightarrow {}_{90}^{234}\text{Th} + {}_2^4\text{He}$
 - B. ${}_{92}^{235}\text{U} + {}_0^1\text{n} \rightarrow {}_{56}^{141}\text{Ba} + {}_{36}^{92}\text{Kr} + 3{}_0^1\text{n}$
 - C. $\gamma + {}_1^2\text{H} \rightarrow {}_1^3\text{H} + {}_0^1\text{n}$
 - D. ${}_{7}^{14}\text{N} + {}_0^1\text{n} \rightarrow {}_6^{12}\text{C} + {}_1^1\text{H}$

2. 如图所示，竖直放置的轻弹簧下端固定，上端与物体 A 连接，物体 A 上方叠放物体 B、C。三个物体的质量均为 m ，系统处于静止状态，弹簧处于弹性限度内，重力加速度大小为 g 。某时刻突然取走物体 C，则
 - A. 此瞬间 B 的加速度为 0
 - B. 此瞬间 A 对 B 的弹力大小为 $2mg$
 - C. 之后 B 可能脱离 A
 - D. 之后 B 对 A 弹力的最小值为 $\frac{1}{2}mg$

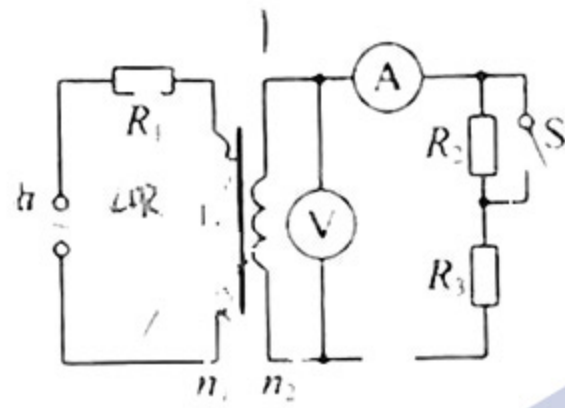


3. 如图所示，某工厂生产的卷纸缠绕在中心轴上，卷纸的直径为 d ，轴及卷纸的总质量为 m 。用细绳分别系在轴上的 P、Q 点，将卷纸通过细绳挂在光滑竖直墙壁上的 O 点，已知 $OP = OQ = PQ = L$ ，重力加速度的大小为 g 。则下列说法正确的是
 - A. 每根绳的拉力大小为 $\frac{\sqrt{3}mgL}{2\sqrt{3L^2 - d^2}}$
 - B. 每根绳的拉力大小为 $\frac{mgL}{\sqrt{3L^2 - d^2}}$
 - C. 卷纸对墙的压力大小为 $\frac{mgd}{L}$
 - D. 卷纸对墙的压力大小为 $\frac{2mgL}{\sqrt{4L^2 + d^2}}$



4. 一定质量的理想气体从状态 a 经状态 b 、 c 回到状态 a , 其状态变化过程的 $p-t$ 图像如图所示。其中 ba 的延长线经过坐标原点, bc 平行于 p 轴, ac 平行于 t 轴。下列判断正确的是
- A. a 、 b 两状态气体的体积相等
- B. c 、 a 两状态气体的体积关系为 $V_c = 2V_a$
- C. $b \rightarrow c$ 过程气体对外界做的功等于 $c \rightarrow a$ 过程外界对气体做的功
- D. $b \rightarrow c$ 过程气体对外界做的功大于 $c \rightarrow a$ 过程外界对气体做的功

5. 如图所示的电路中, a 、 b 接在电压有效值恒定的正弦交变电源上, 理想变压器的原、副线圈匝数比 $n_1 : n_2 = 2 : 1$, A 、 V 均为理想交流电表, R_1 、 R_2 、 R_3 为三个阻值均为 R 的定值电阻。开关 S 闭合时, 电压表示数为 U_1 , 电流表示数为 I_1 ; S 断开后, 电压表示数为 U_2 , 电流表示数为 I_2 。则 $\frac{U_2 - U_1}{I_1 - I_2}$ 的值为



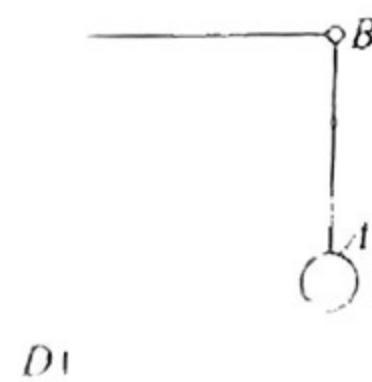
- A. $\frac{R}{4}$ B. $\frac{R}{2}$ C. R D. $2R$
6. 2023年2月23日长征三号乙运载火箭将中星26号卫星顺利送入预定轨道, 中星26号是我国自主研发的一颗地球静止轨道高通量宽带通信卫星, 覆盖我国国土及周边地区, 将为固定终端、车载终端、船载终端、机载终端等提供高速宽带接入服务。已知月球绕地球运行的周期为27天, 地球的第二宇宙速度为 11.2 km/s 。则关于中星26号, 下列说法正确的是
- A. 可以让其定点在北京上空
- B. 若其质量为 200 kg , 则火箭将其送入预定轨道过程中对其做的功至少为 $1.25 \times 10^{10} \text{ J}$
- C. 其在轨运行时线速度大小约为月球的3倍
- D. 其在轨运行时向心加速度大小约为月球的9倍

7. 如图, 真空中正四面体 $abcd$ 的四个顶点各固定一个点电荷, 其中 $Q_a = Q_b = +Q$ ($Q > 0$), $Q_c = Q_d = -Q$, M 、 N 、 P 、 O 分别为 ab 、 bc 、 bd 、 ac 的中点。关于 M 、 N 、 P 、 O 四点的电场强度和电势, 下列说法正确的是
- A. O 、 P 两点电场强度大小相等, 电势相同
- B. O 、 P 两点电场强度大小不相等, 电势不同
- C. M 、 N 两点电场强度大小相等, 电势相同
- D. M 、 N 两点电场强度大小不相等, 电势不同



8. 如图所示,水平机械臂 BC 固定在竖直转轴 CD 上, B 处固定一与 BC 垂直的光滑水平转轴,轻杆 AB 套在转轴上。轻杆可在竖直面内转动,其下端固定质量为 m 的小球,轻杆和机械臂的长度均为 L ,开始小球静止,缓慢增大竖直轴转动的角速度,直至杆与竖直方向的夹角为 37° ,已知 $\sin 37^\circ = 0.6, \cos 37^\circ = 0.8$,重力加速度为 g ,则

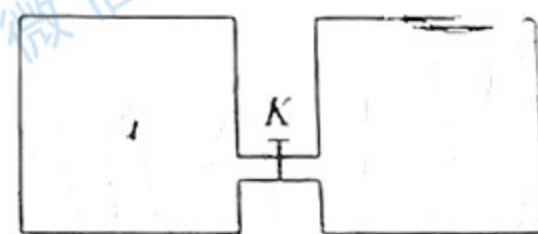
- A. 此时小球的角速度大小为 $\sqrt{\frac{5g}{4L}}$
- B. 此时小球的线速度大小为 $\sqrt{\frac{3gL}{2}}$
- C. 此过程中杆对小球做的功为 $\frac{4}{5}mgL$
- D. 此过程中杆对小球做的功为 $\frac{3}{5}mgL$



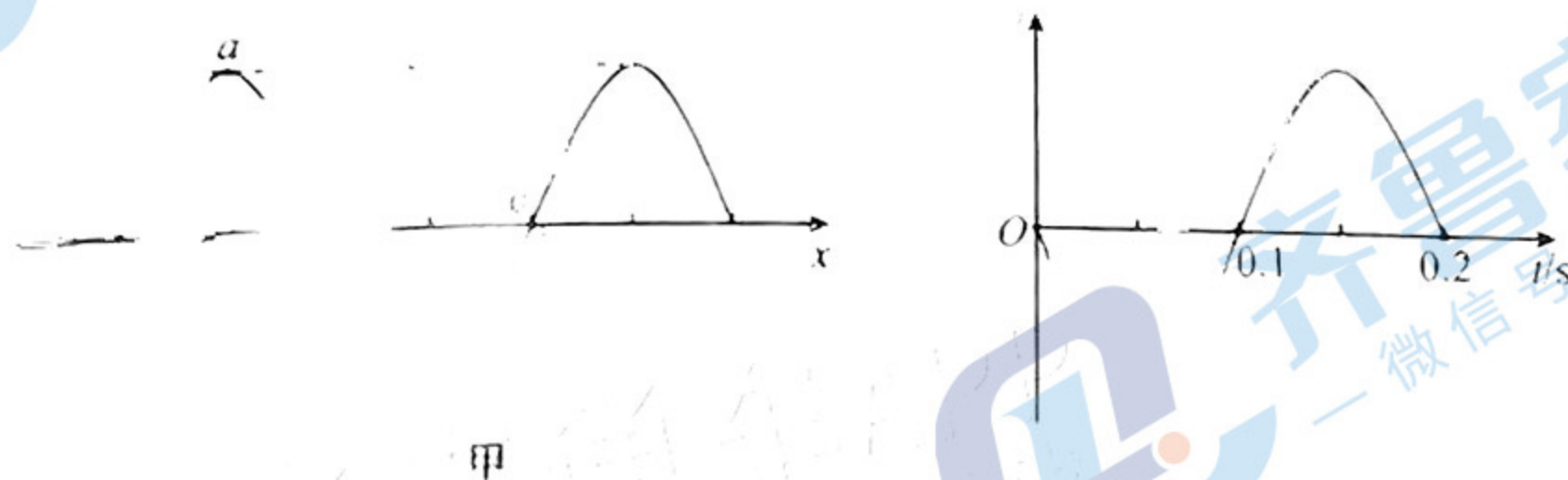
二、多项选择题:本题共 4 小题,每小题 4 分,共 16 分。每小题有多个选项符合题目要求。全部选对得 4 分,选对但不全的得 2 分,有选错的得 0 分。

9. 如图所示,容积相同的可导热容器 a, b 内充满同种理想气体,之间用带阀门的细导管相连,置于温度恒定的环境中。开始阀门 K 关闭, a 内气体的压强为 p_0 ,打开阀门经足够长时间后,原容器 b 中的气体有 $\frac{1}{4}$ 进入容器 a 。不计导管内气体的体积,下列说法正确的是

- A. 容器 b 中原来气体的压强为 $2p_0$
- B. 容器 b 中原来气体的压强为 $\frac{5}{3}p_0$
- C. 最终容器内气体的压强为 $\frac{3}{2}p_0$
- D. 最终容器内气体的压强为 $\frac{4}{3}p_0$

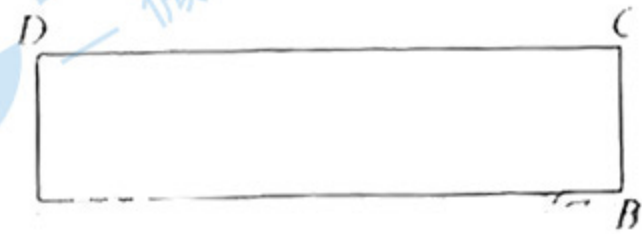


10. 一简谐机械横波以 30 m/s 的速度沿 x 轴负方向传播, $t = 0.1 \text{ s}$ 时刻的部分波形如图甲所示, a, b, c 是波上的三个质点。图乙是波上某一质点的振动图像。下列说法中正确的是



- A. 图乙可能是质点 b 的振动图像
- B. $t = 0$ 时,平衡位置位于坐标原点的质点沿 y 轴负方向运动
- C. $t = 0.1 \text{ s}$ 时,平衡位置位于 $x = 9 \text{ m}$ 的质点沿 y 轴正方向运动
- D. $t = 0.15 \text{ s}$ 时,质点 a 的加速度比质点 c 的加速度小

11. 如图所示,一同学练习踢毽子,水平场地上有矩形标线 $EFGH$,在标线 GH 处的竖直面内挂有挡网 $ABCD$,挡网高 1.5 m ,场地宽 EH 为 1.8 m ,长 $EF = 6.4\text{ m}$ 。该同学从场地的 E 点将毽子踢出,毽子踢出时速度大小为 10 m/s ,方向在过对角线 EG 的竖直面内,与 EG 成 37° 角斜向上,重力加速度 $g = 10\text{ m/s}^2$, $\sin 37^\circ = 0.6$, $\cos 37^\circ = 0.8$,不计空气阻力。则毽子将



- A. 在空中飞行 1 s 后触网
 B. 越过网后再在空中飞行 0.2 s 落地
 C. 击中水平地面上距 E 为 9.6 m 的点
 D. 击中竖直挡网上距地面高为 1.0 m 的点
12. 如图,两足够长的光滑金属导轨倾斜平行固定,导轨平面与水平面的夹角为 θ ,导轨间距为 L ,导轨上端接有阻值为 R 的定值电阻。导轨处于方向垂直于导轨平面、磁感应强度为 B 的匀强磁场(图中未画出)中。一质量为 m 的金属棒垂直跨放在导轨上并始终与导轨接触良好。金属棒从导轨下端附近的 M 处以初速度 v_0 沿导轨向上运动,经时间 t_1 到达最高处 N ,再经时间 t_2 返回 M 处。重力加速度大小为 g ,不计导轨和金属棒的电阻。下列说法正确的是

A. N 与 M 之间的距离为 $\frac{v_0 t_1}{2}$

B. N 与 M 之间的距离为 $(v_0 - g t_1 \sin \theta) \frac{mR}{B^2 L^2}$

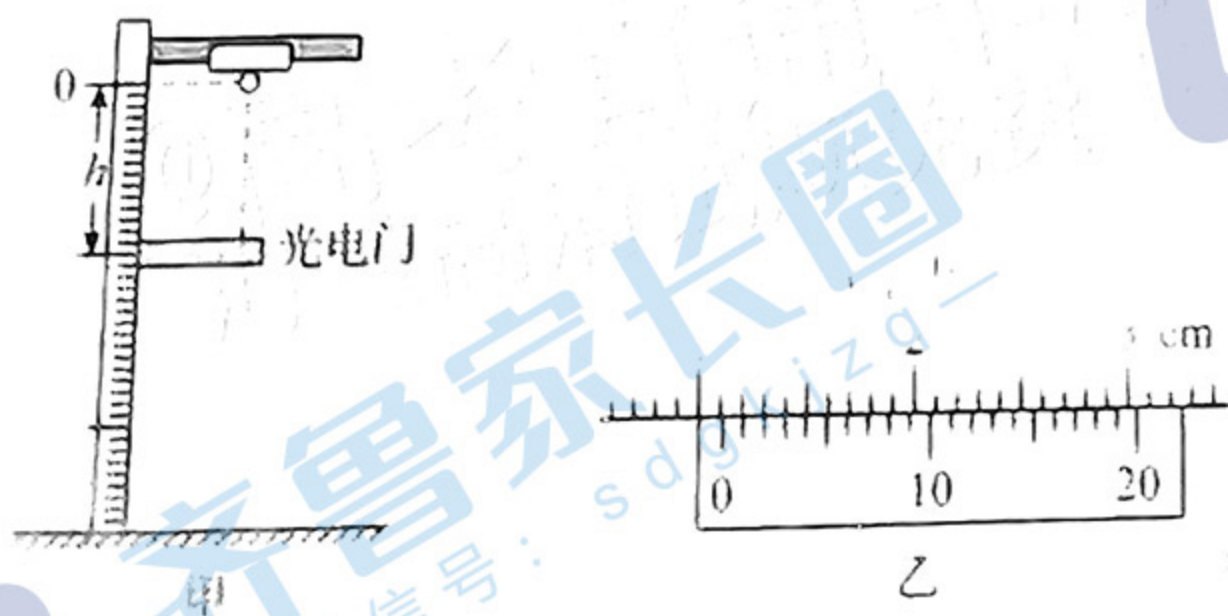
C. 金属棒返回 M 时的速度大小为 $g(t_1 + t_2) \sin \theta - v_0$

D. 金属棒返回 M 时的速度大小为 $v_0 - g(t_1 - t_2) \sin \theta$

三、非选择题:本题共 6 小题,共 60 分。

13. (6 分)某小组根据机械能守恒定律测当地的重力加速度,实验装置如图甲所示。框架上装有可上下移动的光电门,框架水平部分用电磁铁吸住一个小球,框架竖直部分紧贴一刻度尺,零刻度线在上端,小球的球心所在高度恰好与刻度尺零刻度线水平对齐,且小球的球心与光电门的中心在同一竖直线上。实验步骤如下:

- ①用游标卡尺测出小球的直径 d 如图乙所示;
- ②测出光电门中心到零刻度线的竖直距离 h ;
- ③小球由静止释放经过光电门时,测出其经过光电门的时间 Δt ;
- ④多次改变光电门的位置重复步骤②③,得到多组对应的 h 和 Δt 数据;
- ⑤在 $\frac{1}{h} - (\Delta t)^2$ 坐标系中得到如图丙所示的图像,图线的斜率为 k 。



请回答下列问题:

(1)在整个实验过程中,下列措施必要的是 (本实验中空气阻力很小,可忽略不计)

- A. 用天平测出小球的质量
- B. 应选用直径大一些的铁球
- C. 应选用直径小一些的铁球

(2)图乙中小球的直径 $d =$ _____ m。

(3)由实验获得的 $\frac{1}{h}(\Delta t)^2$ 图像可知,该地的重力加速度大小 $g =$ _____ (用相关量的符号表示),该测量值 _____ (填“大于”“等于”或“小于”)该地重力加速度的真实值。

14. (8分)某实验小组测一节干电池的电动势和内阻,供选择的器材有:

被测干电池(电动势约 1.5 V,内阻约 1Ω);

电流表 A_1 (量程 $100 \mu\text{A}$,内阻 $1 \text{k}\Omega$);

电流表 A_2 (量程 600mA ,内阻约 0.05Ω);

定值电阻 R_1 (阻值 $14 \text{k}\Omega$);

定值电阻 R_2 (阻值 $25 \text{k}\Omega$);

定值电阻 R_3 (阻值 2Ω);

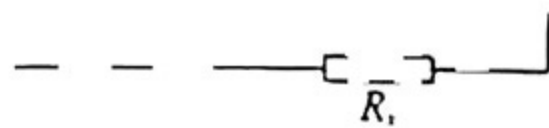
定值电阻 R_4 (阻值 15Ω);

滑动变阻器 R ($0 \sim 20 \Omega$);

开关一个、导线若干。

(1)实验中应选取电流表 A_1 与定值电阻 _____ (均填表示仪器的字母)改装成量程为 1.5 V 的电压表。

(2)该组同学设计的实验电路部分如图,请补充完整。 R_1 应选 R_2 (填表示仪器的字母)。

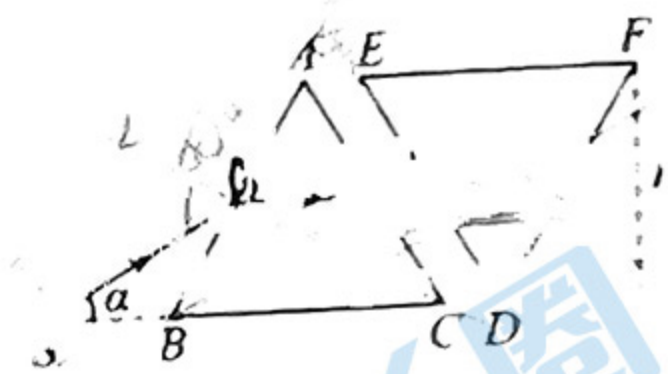


(3)根据实验设计,连接好电路后,闭合开关,电流表 A_1 、 A_2 的示数分别为 I_1 、 I_2 ,调节滑动变阻器,取得 I_1 、 I_2 对应的几组数据。以 I_1 为纵坐标轴、 I_2 为横坐标轴,坐标原点为(0, 0)。利用所得数据描点并用直线拟合这些点,直线与纵轴交点的纵坐标为 $98 \mu\text{A}$,与横轴交点的横坐标为 500mA 。与 I_2 相比 I_1 很小,以 I_2 为通过电池的电流,则电池电动势的测量值 $E =$ _____ V,内阻的测量值 $r =$ _____ Ω (均保留 2 位小数)。

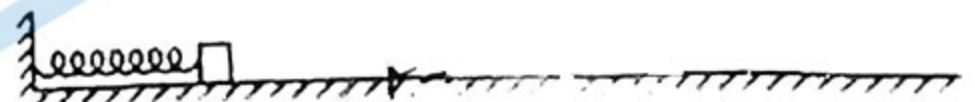
(4)闭合开关后,滑动变阻器的阻值由最大逐渐减小到零过程中,电池的输出功率变化情况是 _____ (填正确答案标号)。

- A. 一直减小
- B. 一直增大
- C. 先增大后减小
- D. 先减小后增大

15. (7分) 某光学仪器中平行固定着两个完全相同的横截面为正三角形的三棱镜如图, A 、 E 、 F 和 B 、 C 、 D 分别位于同一条直线上, 一足够大的光屏 P 过 F 且与 EF 垂直。三角形的边长为 L , A 、 E 两点间的距离为 $\frac{L}{4}$ 。 CB 延长线上与 B 相距 $\frac{L}{2}$ 的 S 处, 一激光源沿 $\triangle ABC$ 平面内与 SB 成 $\alpha = 30^\circ$ 方向发射一细光束, 光束进入三棱镜后折射光线与底边 BC 平行。已知真空中的光速为 c , 求:
- (1) 三棱镜材料对该激光的折射率;
 - (2) 该激光从 S 到光屏 P 的传播时间。

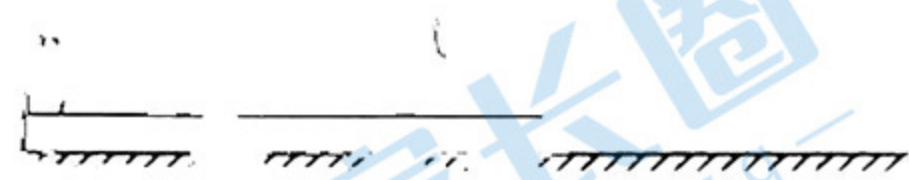


16. (9分) 如图所示, 一光滑固定圆弧轨道与水平地面相切于 O 点, 圆弧轨道半径 $R = 6.0 \text{ m}$, 圆弧对应的圆心角为 37° 。一轻弹簧在 O 点左侧的水平地面上, 左端固定, 右端刚好自由伸长到 O 点。现有可视为质点的两滑块 P 、 Q , 质量分别为 $m_P = 4.0 \text{ kg}$ 和 $m_Q = 1.0 \text{ kg}$, 滑块与水平地面间的动摩擦因数均为 $\mu = 0.4$ 。将滑块 P 靠在弹簧右端, 压缩到 A 点后无初速释放, 滑块 P 恰好能滑到 O 点, A 、 O 间的距离 $x = 2.5 \text{ m}$, 取重力加速度 $g = 10 \text{ m/s}^2$, $\sin 37^\circ = 0.6$, $\cos 37^\circ = 0.8$, 若换用滑块 Q 靠在弹簧右端压缩到 A 点后无初速释放, 求滑块 Q
- (1) 滑过圆弧最低点 O 时对轨道的压力;
 - (2) 运动中离地面的最大高度(结果保留 2 位小数)。



17. (14分) 如图所示, 一长木板 A 静止在水平地面上, 木板上左端有一小铁块 B, 小铁块 C 静止在距木板左端 $L_0 = 3.5 \text{ m}$ 处, 已知铁块 B、C 与木板间的动摩擦因数均为 $\mu_1 = 0.1$, 木板与地面间的动摩擦因数 $\mu_2 = 0.05$, 某时刻用铁锤敲击铁块 B, 使其获得 4 m/s 沿木板向右的初速度, 铁块 B 的质量 $M = 2 \text{ kg}$, 铁块 C 与木板 A 的质量均为 $m = 1 \text{ kg}$, 铁块间的碰撞为弹性正碰, 小铁块的大小忽略不计, 取重力加速度 $g = 10 \text{ m/s}^2$, 铁块均未滑离木板, 求:

- (1) 从 B 开始运动, 经多长时间 B 与 C 发生碰撞;
- (2) 铁块 C 运动的最大速度;
- (3) 木板运动的最大位移大小;
- (4) 铁块间的最大距离。



18. (16分) 如图所示, 真空中有一坐标系 $Oxyz$, 在 $x \leq 0$ 的空间存在沿 x 轴正方向的匀强电场(图中未画出), 在 $x \geq 0$ 的空间存在磁感应强度大小为 $B = \frac{m\sqrt{2gL}}{2qL}$ 、方向沿 z 轴负方向的匀强磁场(图中未画出), 在 $x > 0, y > 0$ 的空间存在沿 z 轴正方向的匀强电场(图中未画出), 两处电场的电场强度大小相等。一质量为 m 、电荷量为 q ($q > 0$) 的带电微粒从 $P(-L, L, 0)$ 处由静止开始运动, 其 y 坐标第一次为零时恰好经过原点 O 。重力加速度大小为 g 。求:

- (1) 匀强电场的电场强度大小;
- (2) 在 $y \leq 0$ 空间中运动时, 微粒的最大动能;
- (3) 微粒从离开 P 到其 y 坐标第二次为零经历的时间;
- (4) 在 $x \geq 0$ 空间, 微粒的 y 坐标第二次正的最大值时的位置坐标。

