

2021 级山东日照高三上学期期末校际联合考试

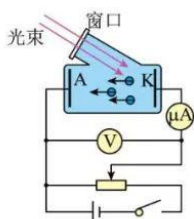
物理试题

注意事项:

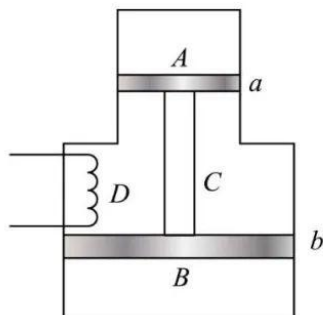
- 1.答卷前,考生务必将自己的姓名、考生号等填写在答题卡和试卷指定位置。
- 2.回答选择题时,选出每小题答案后,用铅笔把答题卡上对应题目的答案标号涂黑。如需改动,用橡皮擦干净后,再选涂其他答案标号。回答非选择题时,将答案写在答题卡上。写在本试卷上无效。
- 3.考试结束后,将本试卷和答题卡一并交回。
- 4.本试卷共 8 页,满分 100 分,考试时间 90 分钟。

一、单项选择题:本题包括 8 小题,每小题 3 分,共 24 分。在每小题给出的四个选项中,只有一项是符合题目要求的。

1. 如图所示,阴极 K 和阳极 A 是密封在真空玻璃管中的两个电极,阴极 K 在受到光照时能够发射光电子。闭合开关后,阳极 A 吸收阴极 K 发出的光电子,在电路中形成光电流。下列说法正确的是 ()

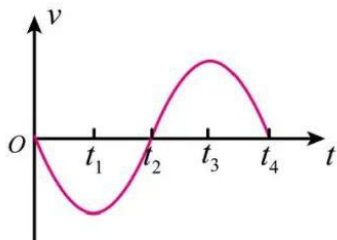


- A. 阴极 K 和阳极 A 之间的电压为零时,电路中的电流一定为零
 - B. 仅将入射光的频率减小到某一数值时,电路中的电流为零
 - C. 阴极 K 和阳极 A 之间的电压一直增大,电路中的电流也一直增大
 - D. 若将图中电源正负极反向,电路中的电流一定为零
2. 如图所示,“凸”形绝热汽缸被 a 、 b 两轻质绝热活塞分成 A 、 B 、 C 三部分, a 、 b 两活塞用轻杆连接, D 为电热丝,可外接电源。初始时活塞静止, A 、 B 、 C 三个部分内的气体温度均相同。现利用电热丝 D 对 C 部分中的气体加热,使其温度缓慢升高,则在两活塞缓慢移动的过程中,下列说法正确的是 ()



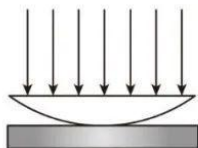
- A. 两活塞向上移动, A 中气体温度升高
 B. 两活塞向下移动, B 中气体内能不变
 C. 两活塞向下移动, B 中气体温度升高
 D. 两活塞向上移动, A 中气体内能增大

3. 光滑水平面上, 一小物块在水平拉力作用下做直线运动, 物块运动的速度—时间图像如图所示, 图线按正弦规律变化。下列说法正确的是 ()



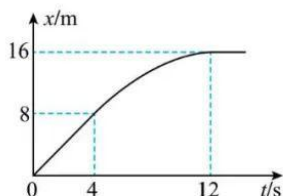
- A. 在 $0: t_1$ 的时间内, 外力做负功
 B. 在 $0: t_4$ 的时间内, 外力的功率先增大后减小
 C. 在 $t_2: t_3$ 的时间内, 外力的功率一直增大
 D. 在 t_3 时刻, 外力的功率最大

4. 如图所示, 把一个曲率半径很大的凸透镜的弯曲表面压在另一个玻璃平面上, 让单色光从上方射入, 从上往下可以看到一些明暗相间的同心圆环, 这个现象是牛顿首先发现的, 这些同心圆环叫做牛顿环。关于牛顿环, 下列说法正确的是 ()

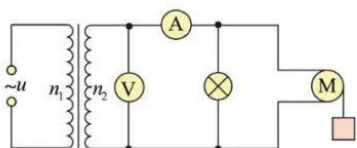


- A. 同心圆环间距相等

- B. 同心圆环间距不等, 离中心点的距离越远间距越窄
 C. 同心圆环间距不等, 离中心点的距离越远间距越宽
 D. 牛顿环是凸透镜上下两个表面反射的两列光波发生干涉形成的
5. 无人驾驶的小车在水平路面上行驶的位移-时间图像如图所示, 图线在 $0 \sim 4\text{s}$ 的时间内为倾斜直线, $4\text{s} : 12\text{s}$ 的时间内为抛物线的一部分, 12s 后为水平直线。下列说法正确的是 ()

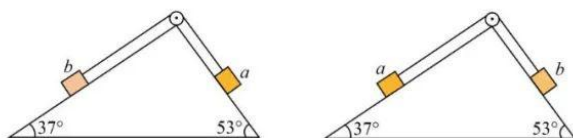


- A. 小车先做直线运动, 后做曲线运动
 B. 小车在 $0 \sim 12\text{s}$ 的时间内运动的路程大于 16m
 C. $t = 8\text{s}$ 时, 小车的速度大小为 1m/s
 D. 小车在 $4\text{s} : 12\text{s}$ 的时间内, 加速度大小为 0.5m/s^2
6. 宇宙间存在一些离其他恒星较远 双星系统。双星系统由两颗相距较近的恒星组成, 在相互之间的万有引力作用下, 绕连线上的一点做周期相同的匀速圆周运动。某双星系统由甲、乙两颗恒星组成, 甲、乙两颗恒星的质量分别为 m_1 、 m_2 , 且 $m_1 > m_2$ 。它们做匀速圆周运动的周期为 T , 万有引力常量为 G 。关于双星系统的下列说法正确的是 ()
- A. 恒星甲做匀速圆周运动的半径大于恒星乙做匀速圆周运动的半径
 B. 恒星甲做匀速圆周运动的线速度大于恒星乙做匀速圆周运动的线速度
 C. 双星做圆周运动的速率之和 $v_1 + v_2 = \sqrt{G \frac{(m_1 + m_2)}{2}}$
 D. 双星之间的距离 $r = \sqrt{G \frac{T^2 (m_1 + m_2)}{4\pi^2}}$
7. 如图所示为一电动玩具起重机的电路示意图, 理想变压器的原、副线圈的匝数比为 $2:1$, 变压器原线圈中接入瞬时值 $u = 20\sqrt{2} \sin 100\pi t$ 的正弦交变电流, 电动机的内阻为 5Ω , 装置正常工作时, 质量为 1kg 的物体恰好以 0.5m/s 的速度匀速上升, 灯泡正常发光, 电表均为理想电表, 电流表的示数为 2A , 设电动机的输出功率全部用来提升物体, 不计空气阻力, 取重力加速度 $g = 10\text{m/s}^2$ 。下列判断正确的是 ()



- A. 电压表的示数为 $10\sqrt{2}V$
 B. 副线圈输出电压的瞬时值表达式为 $u = 10\sqrt{2} \sin 100\pi t$
 C. 电动机消耗的热功率为 $10W$
 D. 若电动机被卡住但未损坏的情况下，电路消耗的总功率为 $30W$

8. 固定在地面上的斜面体左侧倾角为 37° ，右侧倾角为 53° ，质量为 m 和 $3m$ 的小滑块 a 、 b 通过不可伸长的轻绳跨过固定在斜面体上的光滑定滑轮连接，轻绳均与斜面平行。小滑块 a 、 b 与斜面间的动摩擦因数 μ 均相同，最大静摩擦力等于滑动摩擦力，重力加速度为 g 。当小滑块 b 在左侧、 a 在右侧时，如图甲所示，放手后小滑块 b 下滑，加速度大小为 $0.1g$ ，绳上的拉力为 T_1 ；当小滑块 a 在左侧、 b 在右侧时，如图乙所示，放手后小滑块 b 的加速度大小为 a ，绳上的拉力为 T_2 。 $\sin 53^\circ = 0.8, \cos 53^\circ = 0.6$ 。下列判断正确的是 ()

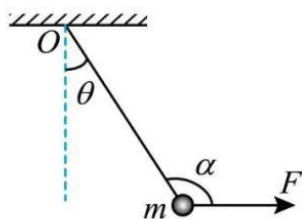


- A. $\mu = 0.3$ B. $a = 0.32g$ C. $T_1 = 1.12mg$ D. $T_2 = 1.18mg$

二、多项选择题：本题包括 4 小题，每小题 4 分，共 16 分。在每小题给出的四个选项中，有多项符合题目要求。全部选对的得 4 分，选对但不全的得 2 分，有选错的得 0 分。

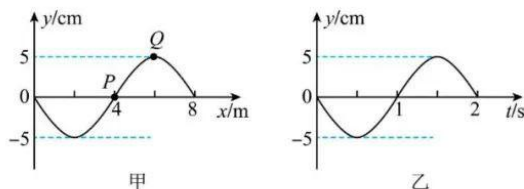
9. 物理兴趣小组在研究三力作用下的平衡问题时，设计了如图所示的情境模型：将质量为 m 的小球用轻质柔软的细线悬挂于天花板上的 O 点，在外力 F 、细线拉力 F_T 和重力 mg 的作用下处于平衡状态。细线与竖直方向的夹角为 θ ，与 F 的夹角为 α ，开始时 F 水平，小球可视为质点。小组成员经过探究形成了如下结论，你认为正确的是 ()





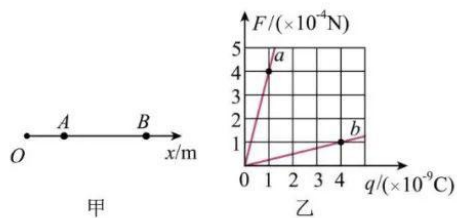
- A. 保持 θ 及小球位置不变, 缓慢减小 α 直至 F 竖直向上, 则 F 逐渐减小
- B. 保持 θ 及小球位置不变, 缓慢减小 α 直至 F 竖直向上, 则 F 先减小后增大
- C. 保持 α 不变, 缓慢增大 θ , 直至悬线水平, 则 F_T 逐渐减小, F 逐渐增大
- D. 保持 α 不变, 缓慢增大 θ , 直至悬线水平, 则 F_T 逐渐增大, F 逐渐减小

10. 一列简谐横波在 $t=2\text{s}$ 时的波形图如图甲所示, P 是平衡位置在 $x=4.0\text{m}$ 处的质点, 质点 P 的振动图像如图乙所示。 Q 是平衡位置在 $x=6.0\text{m}$ 处的质点。下列说法正确的是 ()



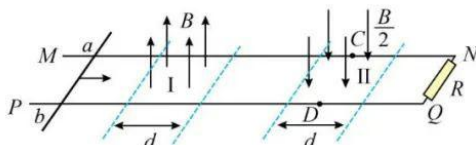
- A. 波速为 4m/s
- B. 波的传播方向向左
- C. $t=3\text{s}$ 时, 质点 Q 的动能最小
- D. $t=2\text{s}$ 时, 质点 Q 的加速度比质点 P 的小

11. 如图甲所示, 在真空中 Ox 坐标轴上的坐标原点 O 处固定一个点电荷 Q 。 A 、 B 是坐标轴上的两点, A 点距离坐标原点 O 的距离等于 0.6m 。 在 A 、 B 两点放置带正电的试探电荷, A 、 B 两点的试探电荷受到静电力的方向都跟 x 轴正方向相反, 两试探电荷受到点电荷 Q 的静电力的大小 F 跟试探电荷的电荷量 q 的关系分别如图乙中直线 a 、 b 所示。 取无穷远处的电势为零, 与点电荷 Q 距离为 r 处的电势 $\varphi = k\frac{Q}{r}$ 。 静电力常量 $k = 9.0 \times 10^9 \text{N} \cdot \text{m}^2 / \text{C}^2$ 。 下列说法正确的是 ()



- 甲
- 乙
- A. 点电荷 Q 是正电荷
- B. 点电荷 Q 的电荷量等于 $-1.6 \times 10^{-5} \text{C}$
- C. B 点距离坐标原点 O 的距离等于 2.4m
- D. 电荷量为 $2 \times 10^{-5} \text{C}$ 的点电荷在 B 点具有的电势能等于 1.2J

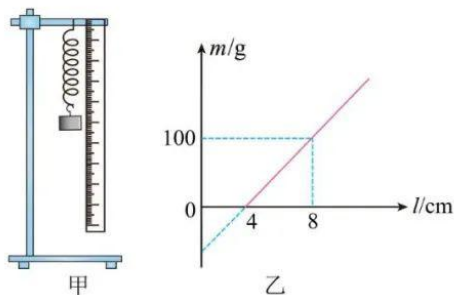
12. 如图所示，两根间距为 L 的平行光滑的金属导轨 MN 和 PQ 水平放置，导轨电阻不计，水平导轨右端接有电阻 R ，水平导轨所在区域有宽度为 d 的匀强磁场区域 I 和 II，磁感应强度大小分别为 B 和 $\frac{B}{2}$ ，I 区域磁场方向竖直向上，II 区域磁场方向竖直向下。一根质量为 m 的金属棒 ab 与导轨垂直放置，接入电路的电阻为 R ， C 、 D 两点为磁场区域 II 两侧导轨的中点， $t=0$ 时刻，给金属棒 ab 一水平向右的初速度， ab 棒穿出磁场区域 I 时的速度为进入磁场 I 时速度的一半。已知金属棒 ab 始终与金属导轨垂直，下列判断正确的是 ()



- A. $t=0$ 时刻，金属棒 ab 的初速度 $v_0 = \frac{B^2 L^2 d}{mR}$
- B. 金属棒 ab 到达磁场区域 II 的中点 CD 时速度为 $\frac{7B^2 L^2 d}{16mR}$
- C. ab 从进入区域 I 到离开区域 II 的过程中通过金属棒的电荷量为 $\frac{3BLd}{4R}$
- D. ab 从进入区域 I 到离开区域 II 过程中电阻 R 上产生的焦耳热为 $\frac{55B^4 L^4 d^2}{256mR^2}$

三、非选择题：本题包括 6 小题，共 60 分。

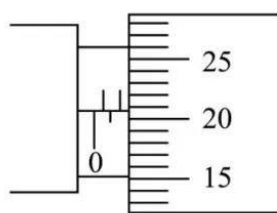
13. 某实验小组用如图甲所示的装置测量某轻弹簧的劲度系数，取重力加速度 $g = 10 \text{ m/s}^2$ 。测劲度系数的实验步骤如下：



- (1) 把弹簧竖直悬挂在铁架台的横杆上，将刻度尺竖直固定在弹簧旁，使其零刻度与弹簧上端对齐；
- (2) 在弹簧下端依次挂上不同质量的钩码，记录每次钩码的总质量 m 及相应的弹簧长度 l ；
- (3) 通过描点作图，得到 $m-l$ 图像如图乙所示。根据图像可得，弹簧的原长 $l_0 = \underline{\hspace{2cm}}$ cm，弹簧的劲度系数 $k = \underline{\hspace{2cm}}$ N/m。
- (4) 若考虑弹簧自身重力的影响，实验中得到的弹簧的劲度系数 $\underline{\hspace{2cm}}$ 实际值。（选填“大于”、“等于”或“小于”）

14. 在“测定金属丝的电阻率”的实验中，若待测金属丝的电阻约为 50Ω ，除了开关、导线外，提供的器材还有：

- A. 电池组（电动势 3.0V ，内阻约 1Ω ）
- B. 电流表（量程 $0: 100\text{mA}$ ，内阻约为 0.05Ω ）
- C. 电流表（ $0: 3\text{A}$ ，内阻约为 0.01Ω ）
- D. 电压表（量程 $0: 3\text{V}$ ，内阻约 $3\text{k}\Omega$ ）
- E. 滑动变阻器 R_1 （ $0: 10\Omega$ ，允许最大电流 2.0A ）
- F. 滑动变阻器 R_2 （ $0: 500\Omega$ ，允许最大电流 0.3A ）



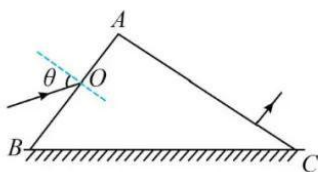
- (1) 某同学用螺旋测微器测量金属丝直径如图所示，该金属丝的直径为 $\underline{\hspace{2cm}}$ mm。

(2) 为了获得多组数据, 尽量精确测量待测金属丝的电阻值, 电流表应选_____, 滑动变阻器应选_____ (填序号)。根据所选择的仪器, 设计实验电路并在答题卡的虚线框中画出实验电路图。

(3) 若测得金属丝的直径用 d 表示, 金属丝的长度用 L 表示, 电阻用 R 表示, 则该金属丝的电阻率 $\rho =$ _____。

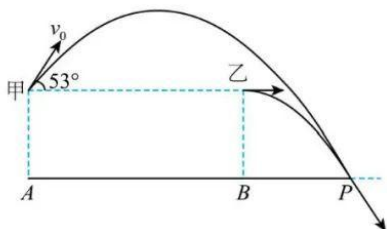
15. 直角棱镜的截面图 ABC 如图所示, 其中 $\angle BAC = 90^\circ, \angle ABC = 60^\circ, AB = l$, BC 边镀银。一束单色光从直角边 AB 的中点 O 以入射角 θ 射入棱镜, 经折射光线恰好在 AC 边发生全反射, 再经过 BC 边反射后垂直于 AC 边射出。已知光在真空中的传播速度等于 c , 求:

- (1) 棱镜的折射率 n 和 $\sin \theta$;
- (2) 光线在棱镜中的传播时间 t 。



16. 几位同学在同一片草地上进行投掷飞镖比赛, 飞镖投出点的高度 h 均为 1.8m 。甲同学站在 A 点投掷飞镖, 初速度的大小 $v_0 = 10\text{m/s}$, 与水平方向的夹角 $\theta = 53^\circ$, 最终在 P 点插入地面。乙同学站在 B 点投掷飞镖, 初速度水平, 最终也在 P 点插入地面, 且插入地面的方向与甲同学的飞镖方向相同。飞镖的飞行轨迹如图所示, 不计空气阻力, 重力加速度 $g = 10\text{m/s}^2, \sin 53^\circ = 0.8, \cos 53^\circ = 0.6$, 求:

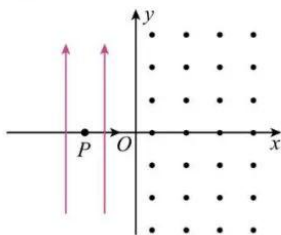
- (1) 甲同学投掷的飞镖飞行过程中离地面的最大高度 H ;
- (2) 乙同学投掷飞镖的初速度 v 的大小;
- (3) A 、 B 两点间的距离。



17. 如图所示, 在 xOy 平面内, $x < 0$ 的区域内存在沿 y 轴正方向的匀强电场, $x > 0$ 的区域内存在垂直于 xOy 平面向外的匀强磁场。有两个电荷量均为 q 的带电粒子 A 和 B , A 带正电, B 带负电。 A 、 B 两粒子先

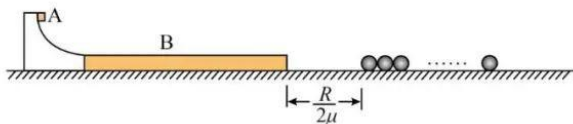
后从 x 轴上的 $P(-L,0)$ 点以相同的初速度 v_0 沿 x 轴正方向进入电场，然后进入磁场，A、B 两粒子在磁场中分别运动半周后在某点 Q （图中未画出）相遇。已知 A 粒子的质量为 m ，B 粒子的质量为 $\frac{m}{3}$ ，电场强度的大小为 $\frac{\sqrt{3}mv_0^2}{3qL}$ ，不计粒子的重力以及粒子之间的相互作用力。求：

- (1) 粒子 A 进入磁场时 速度；
- (2) 两粒子从 P 点进入电场的时间差；
- (3) Q 点的位置坐标。



18. 如图所示，在足够长的光滑水平地面上，左侧固定一个四分之一光滑圆弧轨道，有一长木板 B 紧靠在圆弧轨道右端，圆弧轨道末端与木板上表面相切。在水平地面的右侧有无数个紧密排列的光滑小球，球的直径等于木板的厚度。已知圆弧轨道的半径为 R ，物块 A、长木板 B 的质量均为 m ，每个小球的质量均为 $3m$ ，物块 A 与木板 B 之间的动摩擦因数为 μ 。长木板 B 的右侧距最左侧小球的距离为 $\frac{R}{2\mu}$ ，物块 A、小球均可视为质点。现将物块 A 从四分之一圆弧轨道最高点由静止释放，A 滑上长木板 B，一段时间后长木板 B 与小球发生碰撞，已知所有碰撞均为弹性碰撞且碰撞时间忽略不计，重力加速度为 g 。求：

- (1) 小物块 A 滑到圆弧轨道最低点时，轨道对小物块 A 的支持力大小；
- (2) 长木板 B 与小球发生碰撞前，小物块 A 与长木板 B 因摩擦所产生的热量；
- (3) 长木板 B 第一次与球碰撞到第二次与球碰撞的时间间隔；
- (4) 为保证物块 A 不滑离长木板 B，长木板 B 的最小长度。



2021 级高三上学期期末校际联合考试物理试题参考答案及评分标准 2024.01

一、单项选择题：本题包括 8 小题，每小题 3 分，共 24 分。全部选对的得 3 分，选错或不选的得 0 分。

1. B 2. C 3. B 4. B 5. C 6. D 7. D 8. B

二、多项选择题：本题包括 4 小题，每小题 4 分，共 16 分。全部选对的得 4 分，选对但不全的得 2 分，有选错的得 0 分。

9. BC 10. AC 11. BC 12. ABD

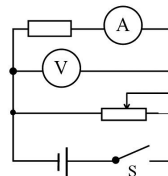
三、非选择题：本题包括 6 小题，共 60 分。

13. (6 分) (3) 4 (2 分) 25 (2 分) (4) 等于 (2 分)

14. (8 分) (1) 1.706 (1.705~1.708 都对) (2 分)

(2) B (1 分) E (1 分) 实验电路图如图所示 (2 分)

(3) $\frac{\pi R d^2}{4 L}$ (2 分)



15. (8 分)

解析：(1) 如图所示，将出射光线反向延长，与 BC 相交于 M 点，根据光的反射规律，做出面上的入射光线，与 AC 边相交于 N 点，由几何关系可得临界角 $C=60^\circ$ (1 分)

$$\text{则 } n = \frac{1}{\sin C} \quad (1 \text{ 分})$$

$$\text{可得棱镜的折射率 } n = \frac{2\sqrt{3}}{3} \quad (1 \text{ 分})$$

由几何关系可知，光线在 O 点的折射角 $\alpha=30^\circ$

$$\text{由折射定律，有 } n = \frac{\sin \theta}{\sin \alpha} \quad (1 \text{ 分})$$

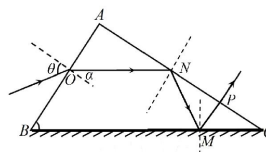
$$\text{可得 } \sin \theta = \frac{\sqrt{3}}{3} \quad (1 \text{ 分})$$

(2) 由几何关系可知， $ON=l$ ， $NM = \frac{l}{2}$ ， $MP = \frac{l}{4}$ ，光线在棱镜中传播的路程为 $s = \frac{7l}{4}$

$$\text{传播的速度 } v = \frac{c}{n} \quad (1 \text{ 分})$$

$$\text{则传播的时间 } t = \frac{s}{v} \quad (1 \text{ 分})$$

$$\text{可得 } t = \frac{7\sqrt{3}l}{6c} \quad (1 \text{ 分})$$



16. (9 分)

解析：(1) 甲同学的飞镖开始投掷时竖直分速度 $v_{0y}=v_0 \sin \theta$ (1 分)

从抛出到最高点上升的高度为 Δh ，有 $v_{0y}^2=2g\Delta h$ (1 分)

则飞行过程中离地面的最大高度 $H=h+\Delta h=5.0\text{m}$ (1 分)

(2) 甲同学的飞镖落到 P 点时，水平分速度 $v_{0x}=v_0 \cos \theta$

设竖直分速度为 v_y ， $v_y^2=2gH$

乙同学的飞镖落到 P 点时速度为 v_1 ，竖直分速度为 v_{1y} ， $v_{1y}^2=2gh$ (1 分)

两飞镖落到 P 点时速度方向相同，有 $\frac{v_{0x}}{v_y} = \frac{v}{v_{1y}}$ (1 分)

可得乙同学投掷飞镖的初速度 $v=3.6\text{m/s}$ (1 分)

(3) 设甲同学的飞镖在空中运动的时间为 t_1 ，乙同学的飞镖在空中运动的时间为 t_2

$$\text{有 } t_1 = \frac{v_{0y}}{g} + \sqrt{\frac{2H}{g}} \quad (1 \text{ 分}) \quad t_2 = \sqrt{\frac{2h}{g}}$$

$$x_{\text{甲}} = v_{0x} t_1 \quad (1 \text{ 分})$$

$$x_{\text{乙}} = v t_2 \quad (1 \text{ 分})$$

$$A、B \text{ 两点间的距离 } x_{AB} = x_{\text{甲}} - x_{\text{乙}} = 8.64\text{m} \quad (1 \text{ 分})$$

17. (13分)

解析: (1) 粒子 A 在电场中做类平抛运动, 则有 $Eq = m_A a$, 又 $v_y = at$, $t = \frac{L}{v_0}$, $v_x = v_0$, $v_A = \sqrt{v_x^2 + v_y^2}$ (1分)

设 θ 为粒子 A 离开电场时与 y 轴方向的夹角, 则 $\tan\theta = \frac{v_x}{v_y}$ (1分)

联立可得: $v_A = \frac{2\sqrt{3}}{3}v_0$ (1分) $\theta = 60^\circ$, 故速度方向与 y 轴正方向成 60° (1分)

(2) 粒子 B 在电场中的运动过程, 同 (1) 问可解得 $v_B = 2v_0$ (1分) 方向与 y 轴方向的夹角 $\alpha = 30^\circ$

粒子在竖直方向上的偏移量, 根据 $y = \frac{1}{2}at^2$ 得 $y_A = \frac{\sqrt{3}}{6}L$, $y_B = \frac{\sqrt{3}}{2}L$ (1分)

在磁场中的运动轨迹如图所示, 根据几何关系有

$$R_A = \frac{1}{2}(v_A + v_B)\sin 60^\circ = \frac{L}{2} \quad (1分)$$

$$R_B = \frac{1}{2}(v_A + v_B)\sin 30^\circ = \frac{\sqrt{3}}{6}L \quad (1分)$$

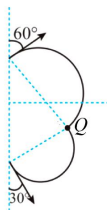
在磁场中运动半个周期所用的时间分别为 $t_A = \frac{\pi R_A}{v_A} = \frac{\sqrt{3}\pi L}{4v_0}$, $t_B = \frac{\pi R_B}{v_B} = \frac{\sqrt{3}\pi L}{12v_0}$ (1分)

因为粒子在电场中运动时间相同, 故两粒子进入电场的时间差为 $\Delta t = t_A - t_B = \frac{\sqrt{3}\pi L}{6v_0}$ (1分)

$$(3) x_Q = 2R_A \sin 30^\circ = \frac{L}{2} \quad (1分)$$

$$y_Q = -(2R_A \cos 30^\circ - y_A) = -\frac{\sqrt{3}}{3}L \quad (1分)$$

$$Q \text{ 点的位置坐标为 } \left(\frac{L}{2}, -\frac{\sqrt{3}}{3}L \right) \quad (1分)$$



18. (16分)

解析: (1) 小物块 A 滑到圆弧轨道最低点的过程中, 根据动能定理: $mgR = \frac{1}{2}mv_0^2$ (1分)

$$v_0 = \sqrt{2gR}$$

$$F_N - mg = m\frac{v_0^2}{R} \quad (1分)$$

$$\text{解得: } F_N = 3mg \quad (1分)$$

(2) 小物块 A 以速度 v_0 滑上长木板 B, 与长木板 B 相互作用, 小物块 A 向右减速, 长木板 B 向右加速, 假设长木板 B 与小球发生碰撞前能共速, 根据动量守恒 $mv_0 = (m+m)v_1$ (1分)

$$v_1 = \frac{1}{2}v_0$$

对长木板 B, 根据动能定理: $\mu mgx = \frac{1}{2}mv_1^2$ 解得: $x = \frac{v_0^2}{8\mu g} = \frac{R}{4\mu}$

长木板 B 的位移小于 $\frac{R}{2\mu}$, 假设成立, 根据能量守恒可得: $Q = \frac{1}{2}mv_0^2 - \frac{1}{2}2mv_1^2 = \frac{1}{4}mv_0^2 = \frac{1}{2}mgR$ (1分)

(3) 长木板 B 第一次与球碰撞, 根据动量守恒定律和能量守恒定律

$$mv_1 = mv_1' + 3mv_1'' \quad (1分)$$

$$\frac{1}{2}mv_1^2 = \frac{1}{2}mv_1'^2 + \frac{1}{2}3mv_1''^2 \quad (1分)$$

$$\text{解得: } v_1' = -\frac{1}{2}v_1 \quad v_1'' = \frac{1}{2}v_1$$

即长木板 B 第一次与球碰撞后,先向左减速,后向右加速,小物块 A 一直向右减速, A、B 共速后,一起向右匀速运动,直到与小球发生第二次碰撞。最左侧的球第一次与长木板 B 发生碰撞获得速度后紧接着与第二个球发生弹性碰撞,速度互换,以此类推,最终最右侧的球以速度 $v_1'' = \frac{1}{2}v_1$ 向右运动,其他球仍静止在原处。

$$\text{小物块 A 与长木板 B 相互作用,获得共同速度,根据动量守恒定律 } mv_1 + mv_1' = (m+m)v_2 \quad (1分)$$

$$\text{解得: } v_2 = \frac{1}{4}v_1$$

$$\text{小物块 A 与长木板 B 相互作用时, A、B 的加速度大小相等 } \mu mg = ma \quad (1分)$$

$$a = \mu g$$

$$\text{B 向左减速到零的位移: } x_1 = \frac{v_1^2}{2\mu g} = \frac{v_0^2}{32\mu g} \quad \text{B 向左减速到零的时间: } t_1 = \frac{v_1'}{\mu g} = \frac{v_0}{4\mu g}$$

$$\text{B 向右加速到与 A 共速的位移: } x_2 = \frac{v_2^2}{2\mu g} = \frac{v_0^2}{128\mu g} \quad \text{B 向右加速到与 A 共速的时间: } t_2 = \frac{v_2}{\mu g} = \frac{v_0}{8\mu g}$$

$$\text{A、B 共速后,一起向右匀速运动的位移: } x_3 = x_1 - x_2 = v_2 t_3$$

$$t_3 = \frac{3v_0}{16\mu g}$$

$$\text{长木板 B 第一次与球碰撞到第二次与球碰撞的时间间隔 } \Delta t = t_1 + t_2 + t_3 = \frac{9v_0}{16\mu g} = \frac{9}{16\mu} \sqrt{\frac{2R}{g}} \quad (2分)$$

(4) 长木板 B 第二次以速度 $v_2 = \frac{1}{4}v_1$ 与最左侧的球发生碰撞,据动量守恒定律和能量守恒定律可得

$$mv_2 = mv_2' + 3mv_2''$$

$$\frac{1}{2}mv_2^2 = \frac{1}{2}mv_2'^2 + \frac{1}{2}3mv_2''^2$$

$$\text{解得: } v_2' = -\frac{1}{2}v_2 \quad v_2'' = \frac{1}{2}v_2$$

最左侧的球获得速度后紧接着与第二个球发生弹性碰撞,速度互换,以此类推,最终剩下的球中最右侧的球以速度 $v_2'' = \frac{1}{2}v_2$ 向右运动,其他球仍静止在原处。

$$\text{小物块 A 与长木板 B 相互作用,获得共同速度,根据动量守恒定律 } mv_2 + mv_2' = (m+m)v_3$$

$$\text{解得: } v_3 = \frac{1}{4}v_2$$

以后不断重复上述过程

$$(1分)$$

$$\text{离开的小球获得的总动能: } E_{k总} = \frac{1}{2}3m(v_1''^2 + v_2''^2 + \dots) = \frac{1}{2}3m \frac{1}{4}v_1^2 (1 + \frac{1}{16} + \frac{1}{16^2} + \dots)$$

$$\text{根据无穷等比数列求和公式可得: } E_{k总} = \frac{1}{10}mv_0^2 \quad (1分)$$

$$\text{整个过程中小物块 A 与长木板 B 组成的系统损失的总动能: } E_{损} = \frac{1}{2}mv_0^2 - E_{k总} = \frac{2}{5}mv_0^2 \quad (1分)$$

$$Q = \mu mgl = \frac{2}{5}mv_0^2 \quad (1分)$$

$$\text{长木板 B 的最小长度: } l = \frac{2v_0^2}{5\mu g} = \frac{4R}{5\mu} \quad (1分)$$

$$\text{解法二: 长木板 B 与小球发生碰撞前 A、B 的相对位移 } Q = \frac{1}{2}mgR = \mu mgx_{相对0} \quad (1分)$$

$$x_{\text{相对}0} = \frac{R}{2\mu}$$

长木板 B 第一次与球碰撞后，先向左减速，后向右加速，小物块 A 一直向右减速，A、B 共速后，一起向右匀速运动，直到与小球发生第二次碰撞。此过程 A、B 的相对位移

$$x_{\text{相对}1} = x_{A1} + x_{B1} = \frac{v_1^2 - (\frac{1}{4}v_1)^2}{2\mu g} + \frac{(\frac{1}{2}v_1)^2 - (\frac{1}{4}v_1)^2}{2\mu g} = \frac{9v_1^2}{16\mu g} \quad (1 \text{分})$$

长木板 B 第二次以速度 $v_2 = \frac{1}{4}v_1$ 与最左侧的球发生碰撞根据动量守恒定律和能量守恒定律

$$\begin{aligned} m v_2 &= m v_2' + 3m v_2'' \\ \frac{1}{2} m v_2^2 &= \frac{1}{2} m v_2'^2 + \frac{1}{2} 3m v_2''^2 \end{aligned}$$

$$\text{解得: } v_2' = -\frac{1}{2}v_2 \quad v_2'' = \frac{1}{2}v_2$$

最左侧的球获得速度后紧接着与第二个球发生弹性碰撞，速度互换，以此类推，最终最右侧的球以速度 $v_2'' = \frac{1}{2}v_2$ 向右运动，其他球仍静止在原处。

长木板 B 第二次与球碰撞后，先向左减速，后向右加速，小物块 A 一直向右减速，A、B 共速后，一起向右匀速运动，直到与小球发生第三次碰撞。此过程 A、B 的相对位移

$$x_{\text{相对}2} = x_{A2} + x_{B2} = \frac{v_2^2 - (\frac{1}{4}v_2)^2}{2\mu g} + \frac{(\frac{1}{2}v_2)^2 - (\frac{1}{4}v_2)^2}{2\mu g} = \frac{9v_2^2}{16\mu g}$$

$$x_{\text{相对}2} = \frac{1}{16} x_{\text{相对}1} \quad (1 \text{分})$$

小物块 A 与长木板 B 相互作用，获得共同速度，根据动量守恒定律 $m v_2 + m v_2' = (m+m)v_3$

$$\text{解得: } v_3 = \frac{1}{4}v_2$$

以后不断重复上述过程

$$x_{\text{相对}3} = \frac{1}{16} x_{\text{相对}2}$$

$x_{\text{相对}1}$ 、 $x_{\text{相对}2}$ 、 $x_{\text{相对}3}$ 、……是公比为 $\frac{1}{16}$ 的等比数列，根据无穷等比数列求和公式可得：

$$x_{\text{相对总}} = x_{\text{相对}0} + x_{\text{相对}1} + x_{\text{相对}2} + \dots$$

$$x_{\text{相对总}} = \frac{R}{2\mu} + \frac{9v_1^2}{16\mu g} (1 + \frac{1}{16} + (\frac{1}{16})^2 + \dots) \quad (1 \text{分})$$

$$x_{\text{相对总}} = \frac{R}{2\mu} + \frac{3v_1^2}{5\mu g} = \frac{R}{2\mu} + \frac{3R}{10\mu} = \frac{4R}{5\mu}$$

$$\text{即长木板 B 的最小长度: } l = \frac{4R}{5\mu} \quad (1 \text{分})$$



关于自主选拔在线

自主选拔在线聚焦名校拔尖人才培养，提供新高考生涯规划、强基计划、综合评价、

三位一体、专项计划、少年班、研学实践、学科竞赛、综合素质评价、新高考选科、大学专

业、志愿填报、港澳升学、中外合作校、大学保研留学等政策资讯，致力于帮助更多考生圆梦理想高校！旗下拥有网站（网址：www.zizzs.com）和微信公众平台等媒体矩阵，用户群体涵盖全国 95% 以上的重点中学师生及家长，在全国新高考、自主选拔领域首屈一指。

如需第一时间获取相关资讯及备考指南，请关注**自主选拔在线**官方微信号：**zizzsw**。



微信搜一搜

自主选拔在线

关注自主选拔在线微信公众号，领取更多福利

对话框发送【**思维导图**】，领取《**高中九大学科思维导图（彩图版）**》

对话框发送【**福利**】，领取新人专属福利，不定时更新