

# 树德中学高2024级高二上学期半期考试物理试题

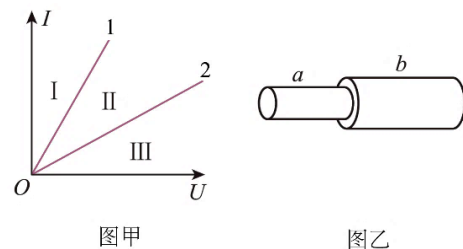
命题人：匡昆海 审题人：胡强、王廷波、林航

考试时间：75分钟 总分：100分

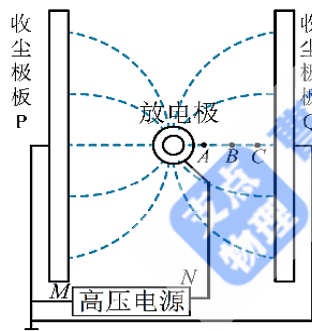
## 一、单项选择题（每题4分，共28分）

- 下列有关物理知识说法正确的是（ ）
  - 垂直磁场放置的通电直导线受磁场力的方向就是磁感应强度的方向
  - 电场力可以对电荷做功，但洛伦兹力对电荷一定不做功
  - 公式  $P = I^2 R$ ，只适用于计算纯电阻电路的热功率，不适用于计算非纯电阻电路的热功率
  - 电场中电场线越密的地方电势一定越高
- 一弹簧振子做简谐运动，下列说法正确的是（ ）
  - 若振子的位移为负值，则其加速度一定为正值，速度一定为正值
  - 若振子在某段时间内振动位移越来越大，则振子正在远离平衡位置运动
  - 振子相邻两次通过同一位置时，加速度相同，速度也相同
  - 简谐运动的振幅越小，则其运动的周期一定越短

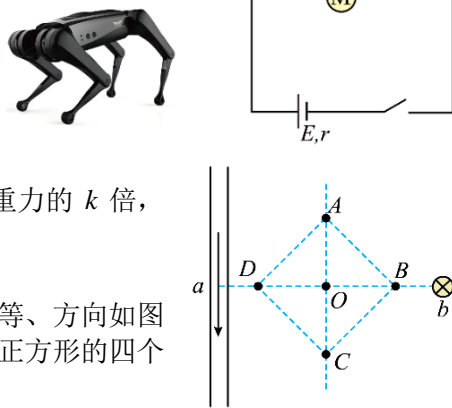
- 如图甲，图线1、2分别表示长度相同、半径之比  $r_a : r_b = 2 : 3$  的同种材料均匀铜导线 a、b 的伏安特性曲线，当它们按图乙方式接入电路时，以下说法正确的是（ ）
  - a、b 总电阻的  $I-U$  图线应在区域 I
  - 单位时间通过 a、b 导线横截面的电量之比为 9:4
  - 通过 a、b 导线的自由电荷定向移动速率之比为 9:4
  - 若把 a、b 导线垂直磁场放置同一匀强磁场中所受安培力之比 2:3



- 如图所示为双板式静电除尘器的工作原理简化图，高压电源两极分别连接放电极与收尘极板 P、Q，在放电极表面附近形成强大的电场，使周围的空气电离；粉尘颗粒进入静电除尘区域，粉尘颗粒吸附负离子后带负电，在电场力的作用下加速向极板 P、Q 迁移并沉积，以达到除尘目的。已知图中虚线为电场线，A、B、C 三点在同一直线上， $AB = BC$ ，粉尘颗粒在运动过程中电荷量不变且忽略颗粒之间的相互作用，下列说法正确的是（ ）
  - M 端为电源的负极
  - 同一颗粒在 A、B 两点加速度相同
  - 向极板 P、Q 运动的粉尘颗粒的电势能减小
  - A、B、C 三点的电势满足  $\varphi_B = \frac{\varphi_A + \varphi_C}{2}$

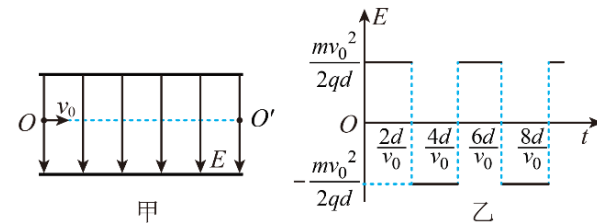


- 如图所示，某款军用机器狗的直流电动机的额定电压为  $U$ ，额定电流为  $I$ ，线圈电阻为  $R$ ，将它与电动势为  $E$ ，内阻为  $r$  的直流电源构成闭合回路，电机恰好能正常工作。机器狗质量为  $m$ ，重力加速度为  $g$ 。下列说法正确的是（ ）
  - 电源损耗的热功率为  $EI$
  - 电源的效率为  $\frac{U - IR}{U} \times 100\%$
  - 电源的输出功率为  $EI - I^2 R$
  - 若该机器狗以额定功率在水平路面上奔跑，受到的阻力恒为重力的  $k$  倍，则机器狗能达到的最大速度  $v = \frac{UI - I^2 R}{kmg}$



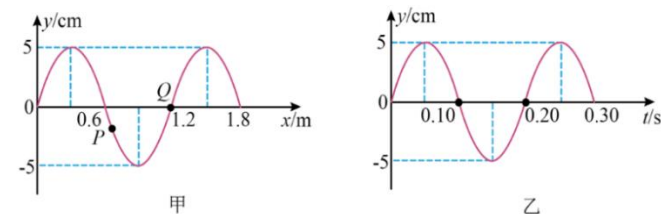
- 图中 a、b 为两根互相垂直的无限长直导线，导线中通有大小相等、方向如图的电流，O 为 a、b 最短连线上的中点，A、B、C、D 分别是纸面内正方形的四个顶点，下列选项正确的是（ ）
  - O 点的磁感应强度为 0
  - A 点与 C 点磁感应强度的大小相等
  - B 点与 D 点磁感应强度的方向相同
  - 撤去 b 导线，O 点磁感应强度的方向垂直纸面向里

- 如图甲所示，长为  $8d$ 、间距为  $d$  的平行金属板水平放置，O 点为两板中点的一粒子源，能持续水平向右发射初速度为  $v_0$ 、电荷量为  $+q$ 、质量为  $m$  的粒子。在两板间存在如图乙所示的交变电场，取竖直向下为正方向，不计粒子重力，以下判断正确的是（ ）
  - 粒子在电场中运动的最短时间为  $\frac{\sqrt{2}d}{2v_0}$
  - 能从板间射出的所有粒子，射出电场时动能相同
  - $t = \frac{d}{v_0}$  时刻进入的粒子，从 O' 点的下方射出
  - $t = \frac{d}{2v_0}$  时刻进入的粒子，从 O' 点的上方射出

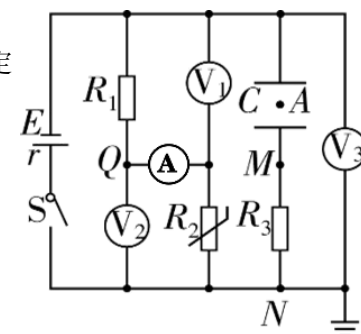


## 二、多项选择题：本题共3个小题，每小题6分，共18分。在每个小题给出的四个选项中，有多项符合题目要求。全部选对得6分，选对但不全的得3分，有选错的得0分。

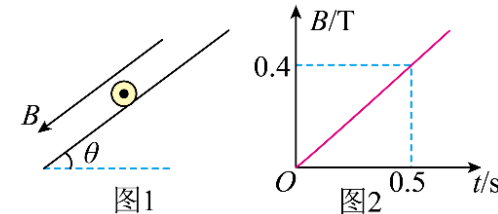
- 一列简谐横波沿 x 轴传播， $t = 0.10s$  时的波形图如图甲所示，P 是平衡位置在  $x = 0.7m$  处的质点，Q 是平衡位置在  $x = 1.2m$  处的质点；图乙为质点 Q 的振动图像。下列说法正确的是（ ）
  - 该简谐波传播速度  $v = 6m/s$
  - 该波沿 x 轴负方向传播
  - 0.10 ~ 0.15s 时间内，质点 Q 振动速度减小
  - 0.10 ~ 0.15s 时间内，质点 P 通过的路程为 5cm



- 如图，电源电动势为  $E$ 、内阻为  $r$ ，所有电表均为理想电表， $R_1$ 、 $R_3$  为定值电阻，且  $R_1 > r$ ， $R_2$  为热敏电阻（其阻值随温度升高而减小），C 为电容器，闭合开关 S，电容器 C 中的带正电微粒固定在 A 点。当室温从  $25^\circ C$  升高到  $35^\circ C$  的过程中，三只电压表的示数变化量的绝对值分别为  $\Delta U_1$ 、 $\Delta U_2$  和  $\Delta U_3$ ，电流表示数变化为  $\Delta I$ ，则在此过程中，下列说法正确的是（ ）
  - $V_2$  示数增大，且  $\frac{\Delta U_2}{\Delta I} = R_2$
  - 电源输出效率减小和输出功率增大
  - $\Delta U_1 > \Delta U_3$
  - 带点微粒的电势能减小



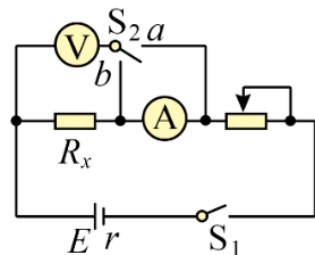
- 如图 1 所示，在倾角  $\theta = 37^\circ$  的足够长绝缘斜面上放有一根质量  $m = 0.2kg$ 、长  $l = 1m$  的导体棒，导体棒中通有方向垂直纸面向外、大小恒为  $I = 1A$  的电流，斜面上方有平行于斜面向下的均匀磁场，磁场的磁感应强度  $B$  随时间  $t$  的变化关系如图 2 所示。已知导体棒与斜面间的动摩擦因数  $\mu = 0.25$ ，重力加速度  $g = 10m/s^2$ ， $\sin 37^\circ = 0.6$ ， $\cos 37^\circ = 0.8$ 。在  $t = 0$  时刻将导体棒由静止释放，则在导体棒沿斜面向下运动的过程中，下列说法正确的是（ ）
  - 导体棒受到的安培力做负功
  - 导体棒从释放至达到最大速度的过程中摩擦力冲量  $I_f = 3.2N \cdot s$
  - 导体棒的最大速度为  $12m/s$
  - 导体棒受到的摩擦力的最大值为  $2.0N$



### 三、实验题 (16分)

11、(6分) 某物理兴趣小组同学准备用伏安法测量未知电阻，他们设计的实验电路如图所示，可供选择的实验器材如下：

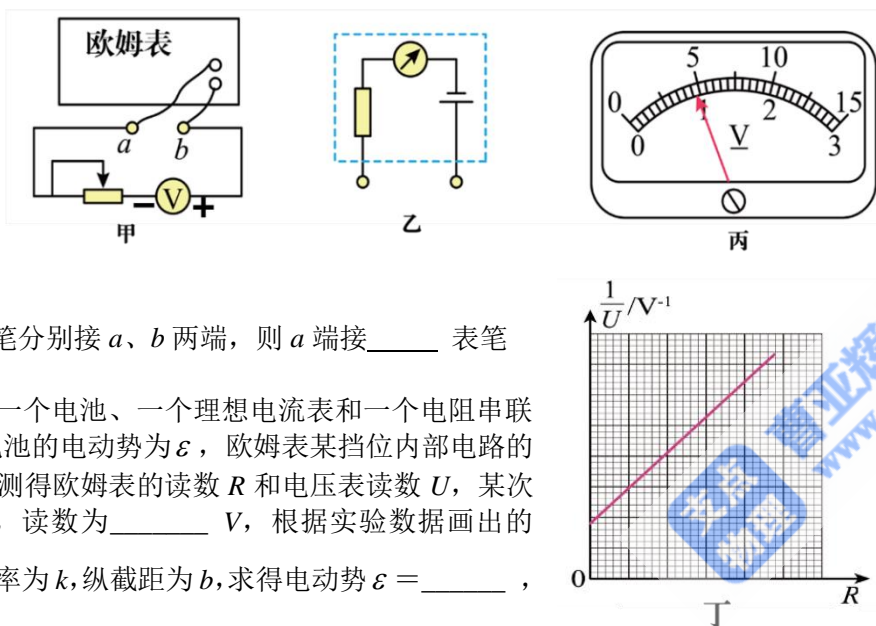
- 待测电阻  $R_x$ ;
- 电压表  $V$  (量程为  $0\sim 3V$ , 内阻约为  $2k\Omega$ );
- 电流表  $A$  (内阻约为  $10\Omega$ );
- 滑动变阻器  $R_1$  (最大阻值为  $40\Omega$ );
- 滑动变阻器  $R_2$  (最大阻值为  $4k\Omega$ );
- 电源  $E$  (电动势为  $5V$ , 内阻约为  $1.5\Omega$ );
- 单刀单掷开关  $S_1$ , 单刀双掷开关  $S_2$ , 导线若干。



在如图电路中，闭合开关  $S_1$ ，在单刀双掷开关  $S_2$  分别接  $a$ 、 $b$  时，发现电压表的示数变化非常明显，电流表的示数变化很小，则滑动变阻器应选          (填“ $R_1$ ”或“ $R_2$ ”); 单刀双掷开关  $S_2$  接          (填“ $a$ ”或“ $b$ ”) 时，测量误差相对较小，但是测量值          (填“ $>$ ”“ $=$ ”或“ $<$ ”) 真实值。

12、(10分) 小 Z 同学利用如甲所示电路测量欧姆表内部电池的电动势和内电阻。

- 使用的器材有：
- 欧姆表;
- 电压表 (量程  $3V$ 、内阻为  $R_v=3k\Omega$ );
- 滑动变阻器 (最大阻值  $2k\Omega$ );
- 导线若干。请完善以下步骤：



(1) 将多用电表的选择开关调到合适挡位，再将红、黑表笔短接，欧姆调零;

(2) 将图甲中欧姆表的两只表笔分别接  $a$ 、 $b$  两端，则  $a$  端接          表笔 (填“红”或“黑”)

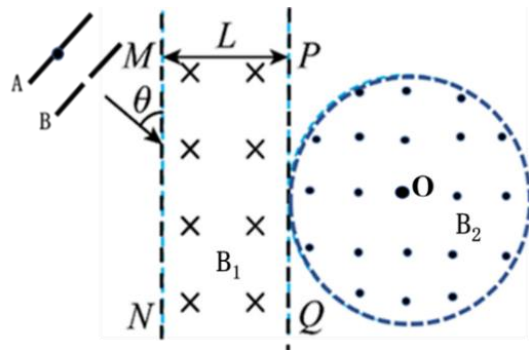
(3) 欧姆表内部电路可等效为一个电池、一个理想电流表和一个电阻串联而成的电路，如图乙所示，记电池的电动势为  $\varepsilon$ ，欧姆表某挡位内部电路的总内阻为  $r$ ，调节滑动变阻器，测得欧姆表的读数  $R$  和电压表读数  $U$ ，某次测量电压表的示数如图丙所示，读数为           $V$ ，根据实验数据画出的  $\frac{1}{U}-R$  图线如图丁所示，图像斜率为  $k$ ，纵截距为  $b$ ，求得电动势  $\varepsilon =$          ，

(用  $k$ 、 $b$ 、 $R_v$  表示) 内部电路的总电阻  $r =$           (用  $k$ 、 $b$ 、 $R_v$  表示)，不考虑偶然误差影响，电动势  $\varepsilon$  测量值          真实值 (以上均选填“大于”“等于”或“小于”)。

(4) 该欧姆表电池的标准电动势  $\varepsilon = 2V$ ，用久了后电动势会变小，电源内阻  $r$  也会变大，同学先对该表进行欧姆调零后，再测量某一真实值为  $R_x = 180\Omega$  的电阻，其读数为  $240\Omega$ ，则电动势降低了           $V$ 。

### 四、解答题 (38分)

13、(10分) 如图所示，真空区域有宽度为  $L = \sqrt{3}m$ 、磁感应强度为  $B_1 = 3T$  的矩形匀强磁场，方向垂直于纸面向里， $MN$ 、 $PQ$  是磁场的边界。A、B 两个平行金属板之间的电压为  $U$ ，一个比荷  $q/m = 0.5C/kg$  的带正电的粒子 (不计粒子重力)，从靠近 A 板由静止开始做加速运动后沿着与  $MN$  夹角为  $\theta = 30^\circ$  的方向垂直射入  $B_1$  磁场中，刚好垂直于  $PQ$  边界射出，并沿半径方向垂直进入圆形磁场，圆形磁场半径  $R = \sqrt{3}m$ ，方向垂直纸面向外，离开圆形磁场时速度方向与水平向右方向的夹角为  $60^\circ$ 。



求：

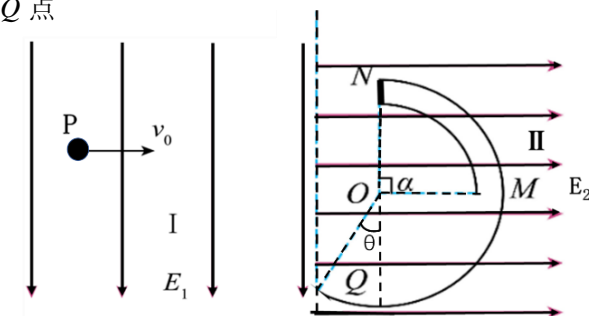
- (4分) 平行板  $AB$  间的电压  $U$ ;
- (3分) 圆形磁场的磁感应强度  $B_2$
- (3分) 粒子在两个磁场中运动的总时间  $t$  (结果可用  $\pi$  表示)

14、(13分) 如图所示，竖直面内虚线的左右两侧区域 I、II 分别存在竖直向下和水平向右的足够大匀强电场，区域 I 的电场强度为  $E_1$  (大小未知)，区域 II 的电场强度大小为  $E_2 = 1.5 \times 10^2 V/m$ ，紧靠虚线的右侧沿竖直方向固定半径可调的绝缘光滑圆弧轨道  $QMN$ ，其中  $MN$  段为  $1/4$  圆弧塑料光滑管道， $N$  端口有竖直挡板，圆心角  $\alpha = 90^\circ$ ， $\theta = 37^\circ$ ， $N$  点所在半径始终在竖直方向上。可视为质点的带负电小球从  $P$  处以  $v_0 = 8m/s$  水平抛出，经过一段时间后穿过虚线边界恰好沿  $Q$  点切线进入圆弧轨道， $PQ$  间水平距离  $x = 6m$ 。已知小球的质量  $m = 0.4kg$ 、电量  $q = -2 \times 10^{-2}C$ ，整个过程中小球电量始终保持不变，不计空气阻力，取重力加速度  $g = 10m/s^2$ ， $\sin 37^\circ = 0.6$ ， $\cos 37^\circ = 0.8$ 。

求：(1) (3分) 当轨道半径  $R = 0.8m$ ，小球第一次经过  $Q$  点瞬间圆弧轨道对小球的支持力大小;

(2) (4分) 小球从  $P$  到达  $Q$  点过程中，I 区电场力对小球做功为多少;

(3) (6分) 要使小球第一次沿圆弧轨道向上运动过程中，不脱离轨道也不与  $N$  端挡板相碰，求圆轨道半径  $R$  的取值范围。



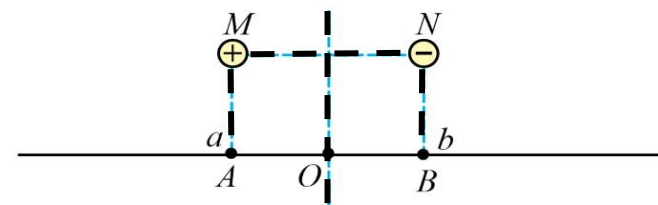
15、(15分) 如图所示，竖直平面内有等量异种点电荷  $M$ 、 $N$  水平固定放置，其中  $M$  为正电荷， $N$  为负电荷，所带电量大小均为  $Q$ ，两电荷正下方固定一足够长的光滑水平绝缘直杆，A、B 分别为杆上位于  $M$ 、 $N$  正下方的两点， $AO = MA = NB = L$ ， $O$  点为  $AB$  的中点。中心开孔的小球  $a$ 、 $b$  穿在杆上，分别位于 A、B 两点处，其中小球  $a$  质量为  $m$ 、电荷量为  $q$  ( $q > 0$ )，小球  $b$  不带电且处于静止状态。将小球  $a$  由静止释放，已知两小球碰撞为弹性碰撞，且碰撞过程电量不转移，取无穷远处电势为零，A 点电势为  $\varphi$ ，重力加速度大小为  $g$ ，( $Q$ 、 $q$ 、 $L$ 、 $m$ 、 $\varphi$  均为已知) 求：

(1) (3分) 小球  $a$  运动至  $O$  点时，小球的加速度;

(2) (5分) 若  $m_b = \frac{m}{2}$ ，求小球  $a$  与  $b$  发生弹性碰撞后瞬间小球  $b$  的速度大小;

(3) (7分) 若杆  $AB$  之间变为粗糙，且与小球  $a$  的动摩擦因数  $\mu = \frac{7q\varphi}{16mgL}$ ，其余部分仍光滑，小球  $a$  由

静止释放后向右运动并与小球  $b$  碰撞，为使碰后小球  $a$  能一直向右运动，求小球  $b$  质量的取值范围。(已知 A、B 段运动过程中，小球  $a$  的重力  $mg$  始终大于电场力在竖直方向的分量， $a$ 、 $b$  两球整个过程只发生一次碰撞)



树德中学高 2024 级高二上学期半期考试物理试题答案

1、B 2、B 3、C 4、C 5、D 6、B 7、B 8、AC 9、BC 10、BD

11、 $R_1$   $b$   $<$  (每空 2 分)

12、红 (1 分) 0.93-0.97 (1 分)  $\varepsilon=1/kRv$  (2 分)  $r=b/k$  (2 分)

等于 (2 分) 0.5 (2 分)

13、解 (1)，粒子在两个磁场中轨迹如图在矩形磁场区域，

根据几何关系  $r_1 = \frac{L}{\sin 60^\circ} = \frac{2\sqrt{3}}{3}L = 2m$  (1 分)

根据洛伦兹力提供向心力可知  $qvB_1 = \frac{mv^2}{r_1}$  (1 分)

可知物体的速度为  $v = \frac{2\sqrt{3}qB_1L}{3m} = 3m/s$

$qu = mv^2/2$  (1 分)  $U = 9(V)$  (1 分)

(2) 若粒子离开圆形磁场时速度方向与水平向右方向夹角为  $60^\circ$ ，粒子在圆形磁场区域内，根据几何关系

系得  $r_2 = R \times \tan 60^\circ = 3m$ ，(1 分) 由洛伦兹力提供向心力  $qvB_2 = \frac{mv^2}{r_2}$  (1 分) 解得  $B_2 = 2T$  (1 分)

(3) 粒子在矩形磁场区域内，粒子转过的圆心角为  $60^\circ$ ，

粒子在矩形磁场中运动的时间  $t_1 = \frac{T}{6} = \frac{1}{6} \times \frac{2\pi m}{qB_1} = \frac{\pi m}{3qB_1} = \frac{2\pi}{9}$  (1 分)

圆形磁场中运动时间  $t_2 = \frac{T_2}{6} = \frac{1}{6} \times \frac{2\pi m}{qB_2} = \frac{\pi m}{2qB_1} = \frac{\pi}{3}$  (1 分)  $t_{\text{总}} = \frac{5\pi m}{6qB_1} = \frac{5\pi}{9}$  (s) (1 分)

14 题：(1) 小球在 I 区类平抛运动，在 Q 点： $v_Q = \frac{v_0}{\cos 37^\circ}$  (1 分)

设在 Q 点轨道对小球支持力为  $N_Q$ ， $N_Q - mg \cos 37^\circ - (-q)E_2 \sin 37^\circ = m \frac{v_Q^2}{R}$  (1 分)

综上， $N_Q = 55N$  (1 分)

(2) 设从 P 到 Q 过程的时间为  $t$ ，竖直高度差为  $y$ ，则有  $x = v_0 t$

$v_{Qy} = v_0 \tan 37^\circ$   $y = \frac{v_{Qy}}{2} t$  (2 分)

设从 P 到 Q 电场力做功为  $W$  从 P 到 Q 动能定理有： $mg y + W = \frac{1}{2} m v_Q^2 - \frac{1}{2} m v_0^2$  (1 分)

综上， $W = -1.8J$  (1 分) (其它方法参照给分)

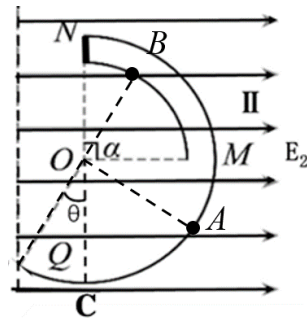
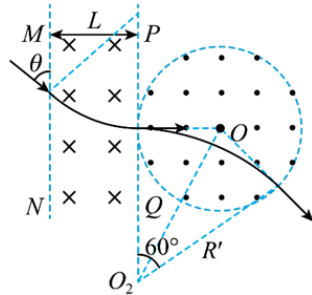
(3) 设在 II 区域中，重力与电场力合力为  $F$ ，该力与竖直方向夹角为  $\alpha$ ，则

$F = \sqrt{(mg)^2 + (-qE_2)^2} = 5N$   $\tan \alpha = \frac{-qE_2}{mg} = \frac{3}{4}$ ，即  $\alpha = 37^\circ$

设 AO 与水平方向夹角为  $37^\circ$ ，BO 与竖直方向夹角也为  $37^\circ$

① 若小球刚好到达 A 点对应的半径为  $R_1$ ，则从 Q 到 A 动能定理有

$-F \cdot R_1 = 0 - \frac{1}{2} m v_Q^2$  解得， $R_1 = 4m$  (1 分)



② 若小球刚好到达 M 点对应的半径为  $R_2$ ，则有  $-qE_2 = m \frac{v_M^2}{R_2}$

从 Q 到 M 动能定理有  $-F \cdot R_2(1 + \sin 37^\circ) = \frac{1}{2} m v_M^2 - \frac{1}{2} m v_Q^2$

解得， $R_2 = \frac{40}{19}m$  (2 分)

③ 若小球刚好到达等效最高点 B 点对应的半径为  $R_3$ ，且则有  $v_B = 0$ ，

从 Q 到 B 动能定理有： $-F \cdot 2R_3 = 0 - \frac{1}{2} m v_Q^2$  (1 分) 解得， $R_3 = 2m$

综上，满足题意的半径值 R 的取值范围是  $2m \leq R \leq \frac{40}{19}m$  或  $R \geq 4m$  (1 分)

15、(1) 根据等量异种点电荷的电场分布规律可知电荷连线的中垂面为等势面，电势均为 0，电场线的方向垂直于中垂面向右，因为小球 a 带正电，则运动至 O 点时，小球所受电场力的方向向右，小球在点合

力  $F_{\text{合}} = 2 \frac{kQq}{(\sqrt{2}L)^2} \cos 45^\circ = \frac{\sqrt{2}kQq}{2L^2}$  (2 分)  $a = \frac{\sqrt{2}kQq}{2mL^2}$  (1) 方向水平向右

(2) 根据对称性可知 A 点电势为  $\varphi$ ，O 点电势为 0，B 点电势为  $-\varphi$ ，A 到 B 的过程中电场力做功为  $W_{AB} = U_{AB}q = (\varphi_A - \varphi_B)q = 2\varphi q$  (1 分)

设两小球碰前小球 a 的速度为  $v$ ，根据动能定理可得  $W_{AB} = \frac{1}{2} m v^2 - 0$  解得  $v = \sqrt{\frac{4\varphi q}{m}}$  (1 分)

已知两小球碰撞为完全弹性碰撞，且碰撞过程电量不转移，系统动量守恒，机械能守恒

$mv = mv_1 + \frac{m}{2} v_b$   $\frac{1}{2} m v^2 = \frac{1}{2} m v_1^2 + \frac{1}{2} \cdot \frac{m}{2} v_b^2$  (2 分)

解得  $v_1 = \frac{1}{3}v = \frac{2}{3}\sqrt{\frac{\varphi q}{m}}$ ， $v_b = \frac{4}{3}v = \frac{8}{3}\sqrt{\frac{\varphi q}{m}}$  (1 分)

(3) 分析题意，从 A 到 B，AB 段变为粗糙，且与小球 a 的动摩擦因数  $\mu = \frac{7q\varphi}{8mgL}$

关于 O 点左右对称的分析摩擦力大小，则克服摩擦力做功为

$\sum \mu[(mg + F_{\text{电}})\Delta x + (mg - F_{\text{电}})\Delta x] = \sum \mu \cdot 2mg \cdot \Delta x = \mu mg 2L = \frac{7q\varphi}{8}$  (2 分)

两小球碰前小球 a 的速度设为  $v_2$ ，根据动能定理  $W_{AB} - \frac{7q\varphi}{8} = \frac{1}{2} m v_2^2 - 0$  (1 分)

两小球碰撞过程，系统动量守恒，机械能守恒： $mv_2 = mv_3 + m_b v'_b$  (1 分)

$\frac{1}{2} m v_2^2 = \frac{1}{2} m v_3^2 + \frac{1}{2} m_b v_b'^2$  (1 分) 则小球 a 从 B 到无穷远处，

由动能定理  $W_{Bo} = -\varphi q = \frac{1}{2} m v_4^2 - \frac{1}{2} m v_3^2$  (1 分)

若使碰后小球 a 能一直向右运动，则向右到无穷远处小球 a 的速度  $v_4 > 0$

联立解得： $0 < m_b \leq (17 - 12\sqrt{2})m$  (1 分)