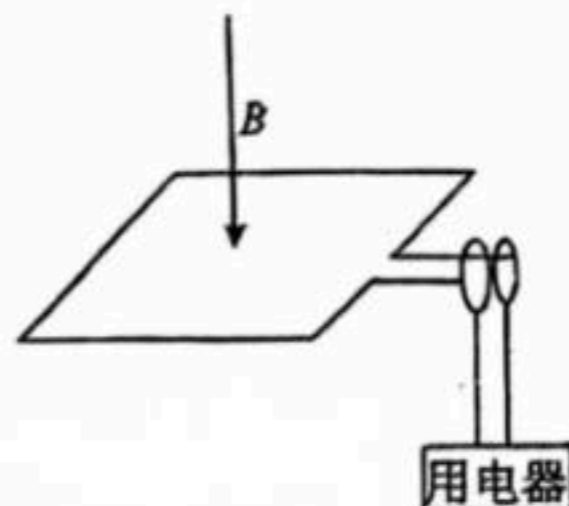




4. 如图所示, 边长为  $L$  的  $N$  匝正方形线框处在沿竖直方向的磁场中, 以角速度  $\omega$  绕水平轴转动, 图示时刻为计时起点, 磁感应强度随时间变化的规律为  $B = B_0 \sin(\omega t)$ , 线框通过电刷连接用电器, 下列说法正确的是 ( )

- A.  $t = 0$  时, 线框中的感应电流为 0
- B. 线框产生的交变电流的周期为  $\frac{2\pi}{\omega}$
- C.  $t = \frac{\pi}{2\omega}$  时, 线框产生的感应电动势最大
- D.  $t = \frac{\pi}{4\omega}$  时, 线框中的感应电流最大



5. 如图所示, 在光滑绝缘水平面上, 一矩形线圈以速度  $v_1$  开始进入磁场, 离开磁场区域后速度为  $v_2$ 。已知磁场区域宽度大于线圈宽度, 则线圈 ( )

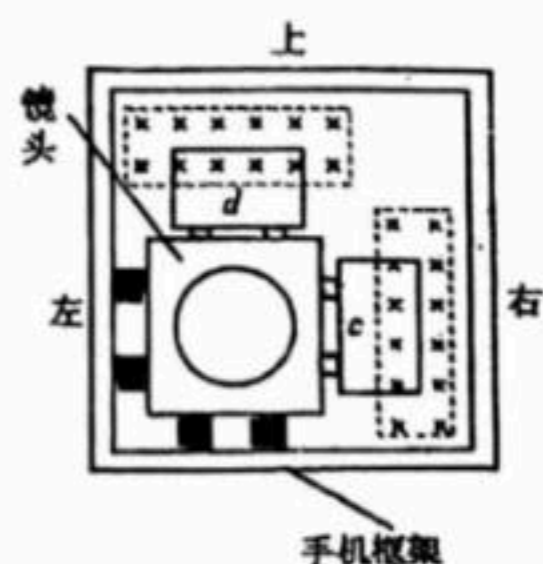
- A. 进、出磁场过程通过截面的电荷量不同
- B. 进、出磁场过程中产生的焦耳热相同
- C. 线圈在磁场中匀速运动的速度为  $\frac{v_1 + v_2}{2}$
- D. 进、出磁场过程的时间相同



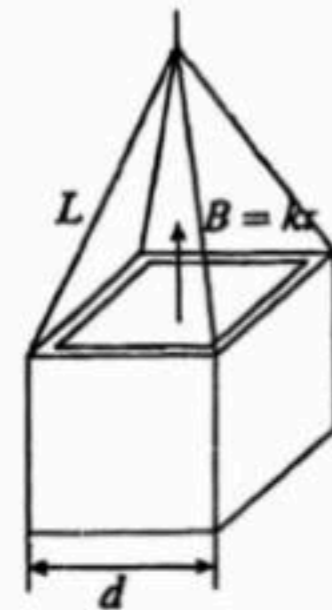
6. 手机拍照时手的抖动产生的微小加速度会影响拍照质量, 光学防抖技术可以消除这种影响。如图, 镜头仅通过左、下两侧的弹簧与手机框架相连, 两个相同线圈  $c$ 、 $d$  分别固定在镜头右、上两侧,  $c$ 、 $d$  中的一部分处在相同的匀强磁场中, 磁场方向垂直纸面向里。拍照时, 手机可实时检测手机框架的微小加速度  $a$  的大小和方向, 依

此自动调节  $c$ 、 $d$  中通入的电流  $I_c$  和  $I_d$  的大小和方向 (无抖动时  $I_c$  和  $I_d$  均为零), 使镜头处于零加速度状态。下列说法正确的是 ( )

- A. 若  $I_c$  沿顺时针方向,  $I_d = 0$ , 则表明  $a$  的方向向右
- B. 若  $I_d$  沿顺时针方向,  $I_c = 0$ , 则表明  $a$  的方向向上
- C. 若  $a$  的方向沿左偏上  $30^\circ$ , 则  $I_c$  沿顺时针方向,  $I_d$  沿逆时针方向且  $I_c > I_d$
- D. 若  $a$  的方向沿右偏上  $30^\circ$ , 则  $I_c$  沿顺时针方向,  $I_d$  沿顺时针方向且  $I_c > I_d$



7. 如图所示, 在一磁场空间内, 悬挂了一个“正方体”金属导体, “正方体”的边长为  $d$ , 该“正方体”的中间挖去一个边长为  $r$  的空心区域, 其中  $d-r \ll r$ , 在该“正方体”的上半区域由四根相同的、长度为  $L$  的细线提起并悬挂于一点, 现在该“正方体”内通入磁场大小为  $B=kt$  ( $k$  是常量,  $t$  是时间) 的匀强磁场, 方向竖直向上, “正方体”的重力为  $G$ , 电阻率为  $\rho$ , 则下列说法不正确的是 ( )



A. 每根细线承受的拉力为  $\frac{GL}{4\sqrt{L^2 - \frac{d^2}{2}}}$

B. 产生的感应电动势大小为  $kd^2$

C. 该正方体的热功率为  $\frac{k^2 d^4 (d-r)}{8\rho}$

D. 在该正方体周围铺上一层低电阻率 (小于  $\rho$ ) 的钢板, 可有效降低涡流产生的影响

## 二、多选题

8. 如图所示的纸面内有一根竖直向下的长直导线, 导线中通有向下的恒定电流, 从靠近导线的位置以水平向右的速度抛出一金属圆环, 圆环运动过程中始终处于纸面内。不计空气阻力, 以下说法正确的是 ( )



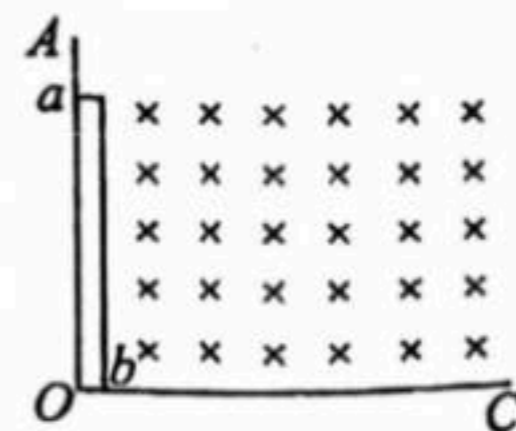
A. 圆环中会产生顺时针方向的电流

B. 圆环中感应电流的大小始终不变

C. 圆环的水平速度一直在减小

D. 圆环在竖直方向的加速度始终等于重力加速度

9. 如图,  $AOC$  是光滑的直角金属导轨,  $AO$  沿竖直方向,  $OC$  沿水平方向。  $ab$  为靠在导轨上的一根金属棒。开始时金属棒处于竖直状态, 给金属棒一个微小扰动后, 金属棒从静止开始在重力作用下运动, 运动过程中  $a$ 、 $b$  两端始终不脱离导轨, 直至完全落在  $OC$  上。整个装置处于垂直纸面向里的匀强磁场中。则 ( )



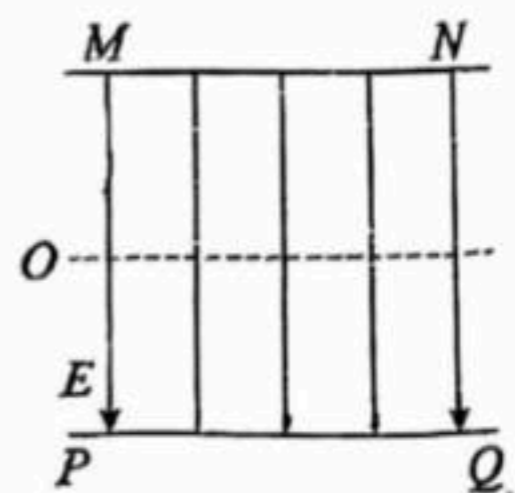
A. 金属棒中的感应电流方向始终由  $b$  到  $a$

B. 金属棒受到的安培力始终与金属棒垂直

C. 金属棒  $a$ 、 $b$  两端的速度大小始终相等

D. 整个运动过程通过金属棒横截面的电荷量为零

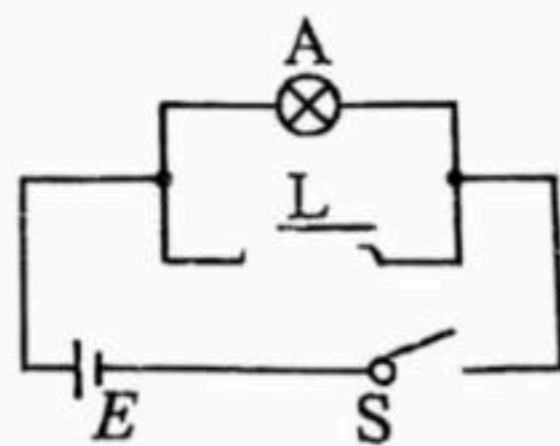
10. 利用电场和磁场控制带电粒子的运动是现代电子设备的常见设计。如图所示，两水平正对放置的平行金属板 MN 和 PQ 之间存在竖直向下的匀强电场和磁感应强度大小为  $B$ 、垂直纸面的匀强磁场（未画出）。两金属板的板间距为  $d = \frac{3m_0v_0}{Bq}$ 。质量为  $2m_0$ 、速度为  $v_0$ 、带电荷量为  $+q$  的粒子甲和质量为  $m_0$ 、速度为  $2v_0$ 、带电荷量也为  $+q$  的粒子乙先后从 M、P 连线的中点 O 处沿两平行金属板中轴线进入电场，甲粒子恰好沿轴线射出金属板，乙粒子恰好从 MN 板右侧的 N 点射出。两粒子均可视为质点，不计粒子重力、粒子间作用力。下列说法正确的是（ ）



- A. 磁场的方向垂直纸面向外
- B. 电场强度的大小为  $Bv_0$
- C. 乙粒子从 N 点射出时，速度大小为  $v_0$ ，方向与 MN 的夹角为  $30^\circ$
- D. 金属板的长度可能为  $\frac{(3\sqrt{3} + 4\pi)m_0v_0}{6qB}$

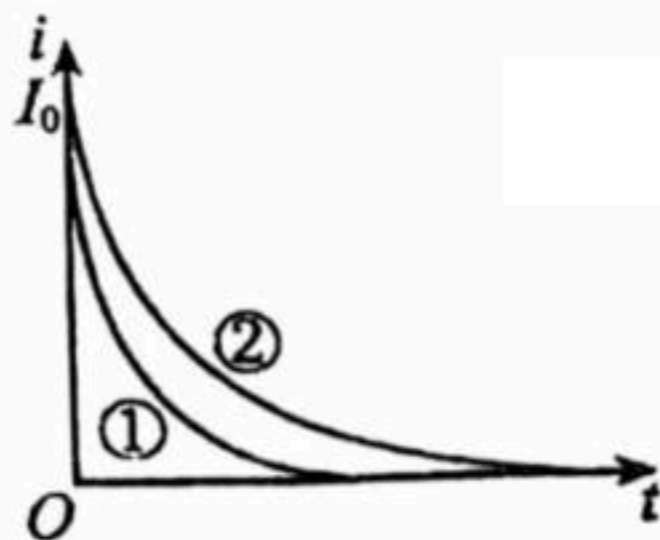
### 三、实验题

11. 小明学习自感后进行了以下实验。在图甲所示的电路中， $E$  为电源， $L$  为线圈，闭合开关使灯泡  $A$  发光，然后断开开关，发现灯泡  $A$  不会立即熄灭，而是持续一小段时间再熄灭。



(1) 断开开关后，灯泡上的电流方向\_\_\_\_\_（选填“向左”或“向右”）；若在线圈中插入铁芯后再重复该实验，则断开开关后灯泡上电流持续的时间\_\_\_\_\_（选填“变长”“变短”或“不变”）。

(2) 小明为了进一步研究影响灯泡上电流持续时间的因素，保持线圈一定，仅更换电源（内阻不计）或仅更换灯泡进行实验，并用电流传感器（图中未画出）测量开关断开后灯泡中的电流  $i$  随时间  $t$  的变化。其中的一组图像如图乙所示。



若①②两条曲线对应的电源电动势分别为  $E_1$ 、 $E_2$ ，则其大小关系为\_\_\_\_\_。

若①②两条曲线对应的灯泡电阻分别为  $R_1$ 、 $R_2$ ，则其大小关系为\_\_\_\_\_。

12. (1)某小组同学先用半偏法通过如图甲所示的电路来测量灵敏电流计G的内阻，滑动变阻器 $R_1$ 应\_\_\_\_\_（填“远大于”或“远小于”） $R_g$ ；

实验步骤如下：

①实验时，先断开开关 $S_2$ ，闭合开关 $S_1$ ，调节滑动变阻器 $R_1$ ，使得G的示数为 $I_g$ ；

②保持 $R_1$ 的阻值不变，再闭合 $S_2$ ，调节电阻箱 $R_2$ ，使得G的示数为 $\frac{1}{2}I_g$ ，此时电阻箱 $R_2$ 的示数如图乙所示，则G的内阻为\_\_\_\_\_  $\Omega$ ；

根据实验方案可知：该实验中G的内阻测量值\_\_\_\_\_（选填“大于”或“小于”）真实值。

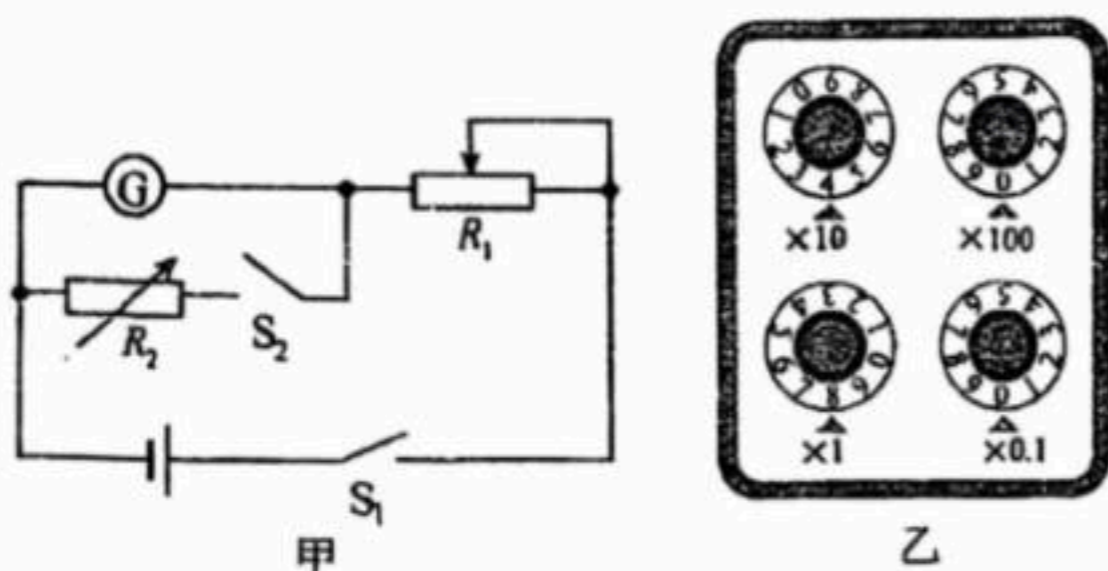


图1

(2)该小组同学又设计了图丙所示电路来测量某一电源电动势 $E$ 和内阻 $r$ ，其中 $E_1$ 是辅助电源。

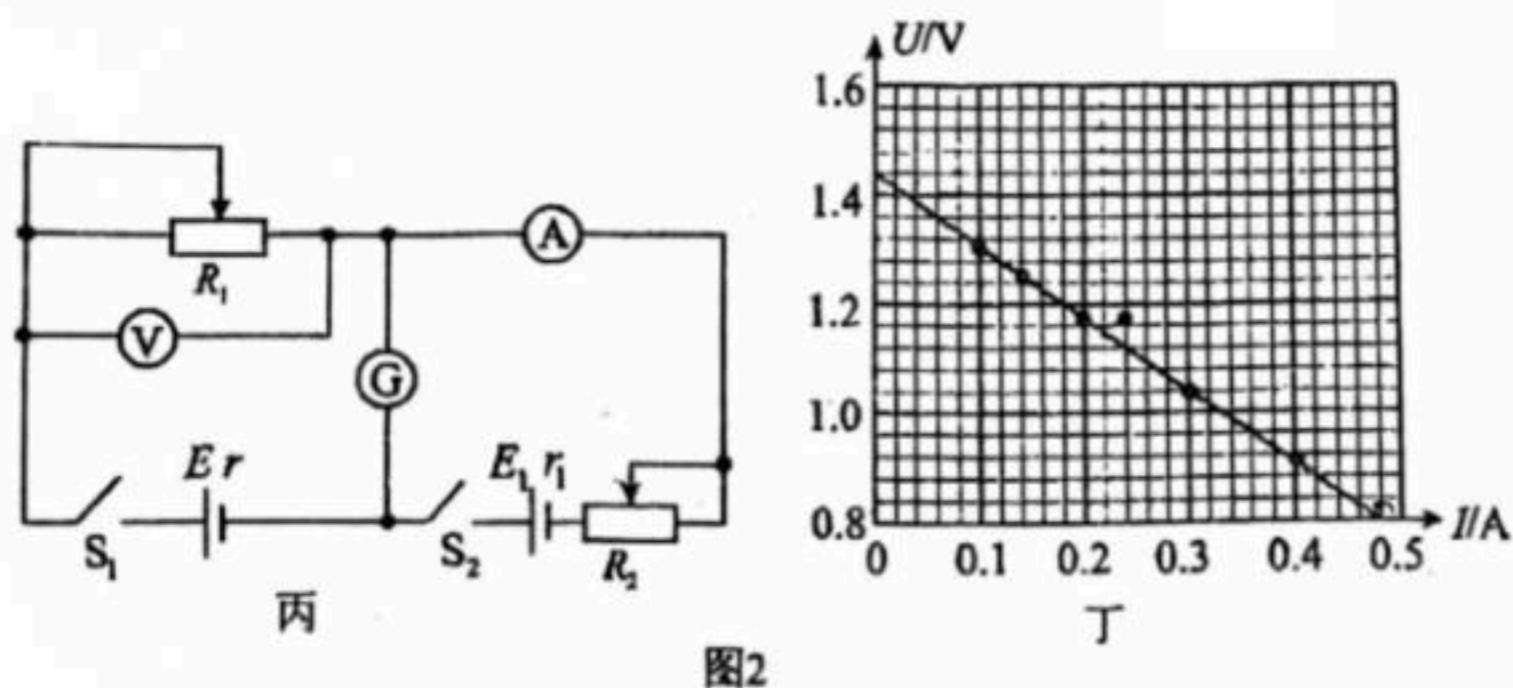


图2

实验步骤如下：

①闭合开关 $S_1$ 、 $S_2$ ，调节 $R_1$ 和 $R_2$ ，使灵敏电流计G的示数为零，读出电流表和电压表的示数 $I_1$ 和 $U_1$ ；

②改变 $R_1$ 、 $R_2$ 的阻值，\_\_\_\_\_，读出电流表和电压表的示数 $I_2$ 和 $U_2$ ；

③重复②中的操作，得到多组 $I$ 和 $U$ ，根据所得数据作出 $U-I$ 图像如图丁所示；

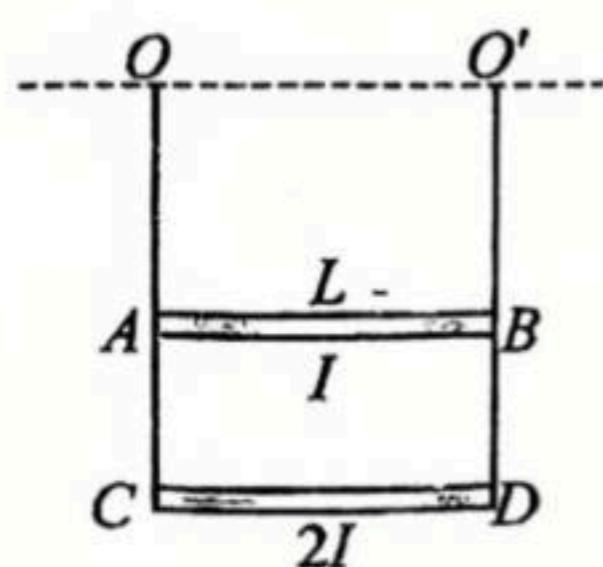
由图丁可得：电源电动势 $E =$ \_\_\_\_\_ V，内阻 $r =$ \_\_\_\_\_  $\Omega$ （结果均保留2位小数）。

#### 四、解答题

13. 如图所示, 分别固定在水平天花板  $O$ 、 $O'$  点的竖直绝缘细线上拴有两金属导体棒  $AB$ 、 $CD$ , 两导体棒的质量均为  $m$ 、长度均为  $L$ ,  $AB$ 、 $CD$  中通有大小分别为  $I$  和  $2I$  的恒定电流, 方向均水平向右, 现对整个装置加匀强磁场, 两棒能再次保持静止时, 细线  $OA$ 、 $O'B$  与竖直方向的夹角均为  $\theta$ 。已知两棒始终平行且保持水平, 重力加速度大小为  $g$ , 不计细线重力。

(1) 若施加竖直向上的匀强磁场, 求匀强磁场的磁感应强度  $B_1$  的大小;

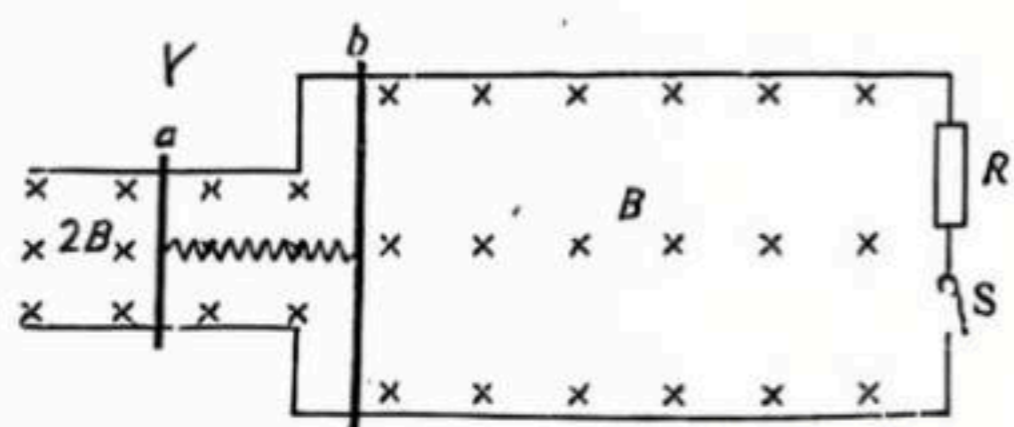
(2) 求所施加匀强磁场的最小磁感应强度  $B_2$  的大小。



14. 如图所示, 两根光滑平行金属导轨固定在绝缘水平面上, 左、右两侧导轨间距分别为  $L$  和  $2L$ , 分别处于磁感应强度大小为  $2B$  和  $B$  的竖直向下匀强磁场中, 导轨右端接一阻值为  $R$  的电阻。金属棒  $a$ 、 $b$  分别置于左、右两侧导轨上,  $a$  的电阻为  $r$ 、长度为  $L$ 、质量为  $m$ ,  $b$  的电阻为  $2r$ 、长度为  $2L$ 、质量为  $2m$ 。初始时刻开关  $S$  断开, 静止的两棒用绝缘丝线连接, 两棒间置有劲度系数为  $k$ 、压缩量为  $x_0$  的轻质绝缘弹簧, 弹簧与两棒不连接。

剪断丝线, 弹簧恢复原长时,  $a$  恰好脱离导轨,  $b$  速度大小为  $v_0$ , 此时闭合  $S$ 。已知弹簧弹性势能  $E_p = \frac{1}{2}kx^2$  ( $x$  为弹簧形变量), 整个过程中两棒与导轨垂直并接触良好, 右侧导轨足够长, 所有导轨电阻均不计, 求

- (1) 初始时刻  $a$  棒距导轨左端的距离  $x_0$ ;
- (2) 弹簧恢复原长过程中,  $a$  棒上产生的热量  $Q_0$ ;



15. 质谱仪是用来分离和检测同位素的科学仪器。某种质谱仪的原理如下图，加速电场的电压为  $U_1$ ；速度选择器中磁感应强度为  $B_1$ ，两板电压为  $U_2$ ，两板间距离为  $d$ ；磁分析器在  $xOy$  坐标系的第一、四象限中，其匀强磁场的磁感应强度为  $B_2$ ，各磁场方向如图中所示。一电荷量为  $q$  的粒子从容器 A 右侧小孔进入加速电场，恰能沿直线运动通过速度选择器，从小孔 S 出来后，进入磁分析器中偏转，轨迹如图中虚线所示，到达  $y$  轴上 P 点时纵坐标为  $l$ ，不计粒子重力，整个装置处于真空中，求：

- (1) 粒子经过小孔 S 的速度  $v$ ；
- (2) 粒子的质量  $m$  和刚进入加速电场时的初速度  $v_0$ ；
- (3) 粒子沿直线通过速度选择器后，若由于磁分析器漏气，粒子在磁分析器中受到与速率大小成正比的阻力，轨迹如实线所示，其运动到  $Q(a, b)$  点时速度方向刚好沿  $y$  轴正向，则粒子所受阻力与速率的比值  $k$  是多少？

