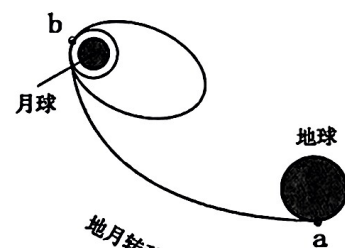


5. 新能源汽车越来越得到推广。某电动汽车自重 2t，其营销广告如下：电池额定容量为 50kW·h，电池瞬时功率最高可达 90kW，车行驶受到的阻力约为车重的 1/10，理论续航里程 400km。现有国家电网的充电桩可在电池额定容量的 30%~80%之间应用快充技术(500V, 50A)充电，而便携式充电器(220V, 16A)可以将电池容量从 0 充到 100%。不计充电损耗，当汽车电池剩余电量为额定值的 30%时，下列说法正确的是

- A. 汽车还能行驶 180km
 B. 用国家电网充电桩将电池容量充到其额定值的 80%，理论上需要 50min
 C. 用便携式充电器将电池容量充到其额定值的 80%，理论上需要 7h 以上
 D. 此电动汽车的最高行驶速度可超过 180km/h

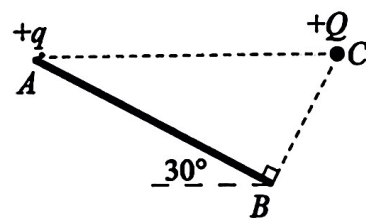
6. 如图所示为嫦娥六号探测器登月的简化过程，探测器从地球表面 a 点发射至地月转移轨道，在 b 点被月球捕获后沿椭圆轨道运动，进而在 b 点变轨后沿近月圆形轨道运动，则探测器



第 6 题图

- A. 探测器被月球捕获后在椭圆轨道上经过 b 点时应该加速才能进入圆形轨道
 B. 探测器在椭圆轨道上 b 点的速度大于月球的第一宇宙速度
 C. 探测器在地月转移轨道上远离地球时的速度均大于 7.9km/s
 D. 探测器在椭圆轨道上的周期小于圆形轨道上的周期

7. 如图所示，一根长为 D 的光滑金属导体板 AB 固定在绝缘水平面上，倾角 30°，在垂直 B 端右上方 C 处固定一带电荷量 +Q 的点电荷，AC 连线水平。现将一质量为 m、电荷量为 +q 的绝缘小球（可视为点电荷）从金属棒的 A 端静止释放，小球沿金属棒向下滑动。假设小球的电荷量始终不变且不计电场边缘效应，则小球从 A 端滑到 B 端的时间（已知重力加速度为 g）



第 7 题图

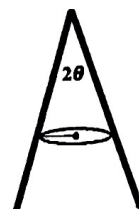
- A. $t < 2\sqrt{\frac{D}{g}}$ B. $t = 2\sqrt{\frac{D}{g}}$ C. $t > 2\sqrt{\frac{D}{g}}$ D. 不能确定

8. 杂技表演中，为了提高观赏性，摩托车手设计沿如图所示圆锥面的内壁做圆周运动，运动半径为 R，（假设摩托车视为质点）则

- A. 摩托车越重越不容易实现圆锥面的内壁做圆周运动
 B. 摩托车无法实现圆锥面的内壁做圆周运动

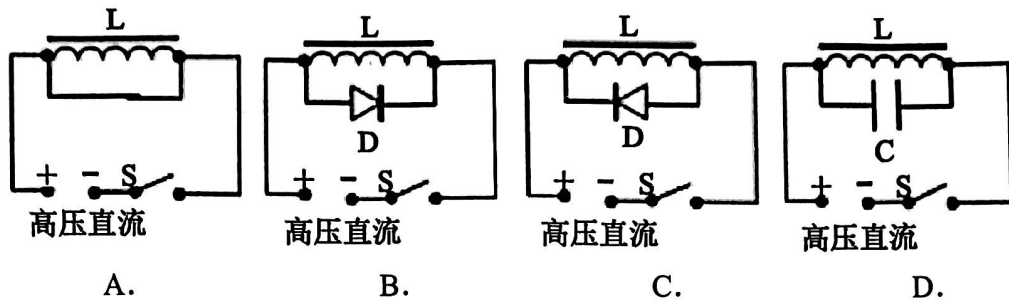
- C. 摩托车做圆周运动的角速度需要满足 $\omega > \sqrt{\frac{g \tan 2\theta}{R}}$

- D. 摩托车做圆周运动时车胎橡胶与圆锥内表面间的动摩擦因数 $\mu \geq \frac{g + \omega^2 R \tan \theta}{\omega^2 R - g \tan \theta}$

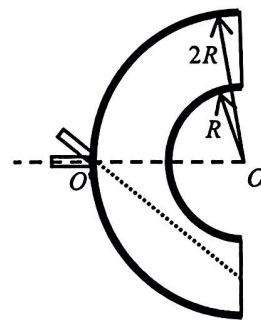


第 8 题图

9. 电动汽车快充技术需要比照明电压高的电压，在快充电路中往往有自感系数很大的线圈，操作不当时，当电路的开关 S 由闭合转为断开瞬间，线圈会产生很大的自感电动势，而使开关 S 处产生电弧，会危及操作人员的人身安全，下列设计电路中，可以解决上述问题的是



10. 有一透明材料制成的 C 型半圆柱体，内径是 R ，外径是 $2R$ ，其横截面如图所示， OO' 是对称轴。圆柱体内部弧面上均涂有特殊材料，使光到达时全部被吸收。



第 10 题图

- O' 处有一可以旋转的单色激光发射器，使发出的光线绕 O' 以角速度 ω 在纸面内匀速转动。已知单色光在透明材料中的折射率为 $\sqrt{2}$ ，真空中的光速为 c ，则下列说法正确的是
- A. 这束单色光可能在右侧截面上发生全反射
 - B. 光点在右侧截面移动的区域长度为 $\frac{(6-2\sqrt{3})}{3}R$
 - C. 光点在右侧截面即将消失时的瞬时速率为 $2\omega R$
 - D. 光在材料中传播的最长时间为 $\frac{2R}{c}$

二、选择题 II (本题共 3 小题，每小题 4 分，共 12 分。每小题列出的四个备选项中至少有一个是符合题目要求的。全部选对的得 4 分，选对但不全的得 2 分，有选错的得 0 分)

11. 氢原子的能级图如图 1 所示，大量处于某激发态的氢原子跃迁时，会产生四种频率的可见光。

氢原子从能级 6 跃迁到能级 2 产生可见光 I，从能级 3 跃迁到能级 2 产生可见光 II。用两种光分别照射如图 2 所示的实验装置，都能产生光电效应。下列说法正确的是

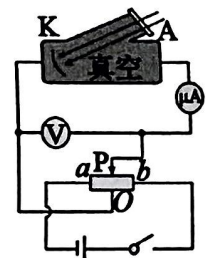
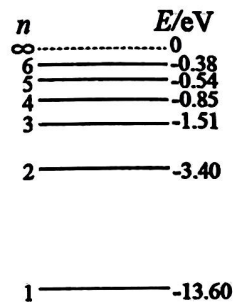


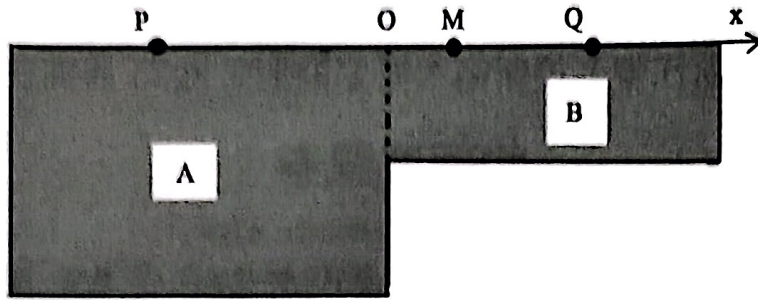
图 1

图 2

第 11 题图

- A. 光 I 比光 II 有更显著的波动性
- B. 两种光分别照射阴极 K 产生的光电子到达阳极 A 的最大动能之差为 $1.13eV$
- C. 滑片 P 向 a 移动，电流表示数为零时 I 对应的电压表示数比 II 的大
- D. 用 I 光和 II 光以相同入射角 $\theta(0^\circ < \theta < 90^\circ)$ 照射同一平行玻璃砖，I 光的侧移量小

12. 某水域剖面图，点 O 在两部分水面分界线上，两波源 P 、 Q 分别处于 A 、 B 两区域水面上的两点，以 O 点为坐标原点如图建立 x 轴， P 与 Q 的坐标分别为 $x=-3m$ 和 $x=3m$ 。 $t=0$ 时刻，两波源同时开始沿垂直 x 轴向水面上方作简谐振动。 $t=2s$ 时， A 区的波恰好传到分界线，此时两波源都刚好第 4 次回到平衡位置， $t=3s$ 时， B 区的波也刚好传到分界面。已知 A 、 B 的振幅均为 $4cm$ ，已知波速跟水深关系 $v = \sqrt{gh}$ ， h 为两区域水的深度， g 为重力加速度。不计波传播过程中的能量损失，则



第 12 题图

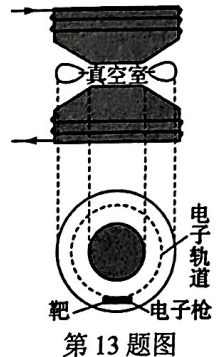
A. $h_A : h_B = 9:4$

B. $t=4.25s$ 时刻, Q 点经过平衡位置向上振动

C. 经足够长时间, 水面上 (在 x 轴上) $-3m < x < 3m$ 区间共有 9 个振动加强点

D. $0-4s$ 内 $x=1m$ 的 M 点通过的路程为 $32cm$

13. 麦克斯韦从场的观点出发, 认为变化的磁场会激发感生电场。电子感应加速器就是利用感生电场使电子加速的设备。如图所示, 上面为侧视图, 上、下为电磁体的两个磁极, 下面为磁极之间真空室的俯视图。若从上往下看电子在真空室中做圆周运动, 改变电磁体线圈中电流的大小可使电子加速, 轨道平面上的平均磁感应强度大小增加率为 b , (电子圆周运动平均半径为 r , 轨道位于真空管中) 磁感应强度方向与电子轨道平面垂直, 感生电场方向与电子轨道相切, 电子电量 e , 质量 m , 为了使电子在不断增强的磁场中沿着半径不变的圆轨道加速运动, 加上垂直轨道平面的磁场加以“轨道约束”, 已知电子做圆周运动的轨道上磁感应强度大小的增加率为 a , 则从上往下看电子看电子加速运动方向和 a 、 b 之间的关系满足



第 13 题图

A. 顺时针

B. 逆时针

C. $b=a/2$

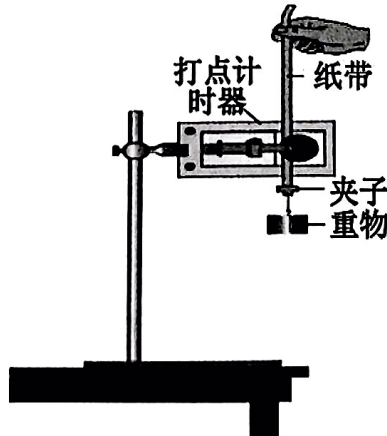
D. $b=2a$

非选择题部分

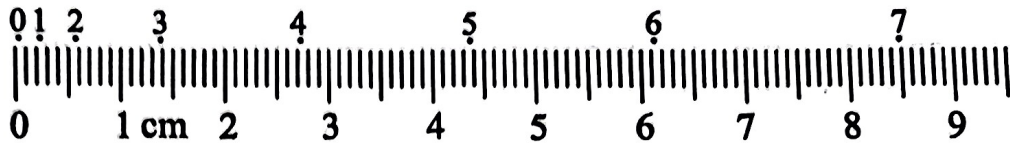
三、非选择题部分

14. 实验题 (I、II、III 三题共 14 分)

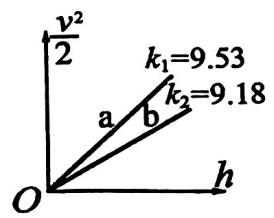
- 14-I. (6 分) 用如图所示的实验装置来验证机械能守恒定律。重锤从高处由静止开始落下, 重锤上拖着的纸带通过打点计时器打下一系列的点。挑出点迹清晰的一条纸带, 从点迹清晰处依次标出计数点 0, 1, 2, ..., 6, 纸带如图。



第 14 题图

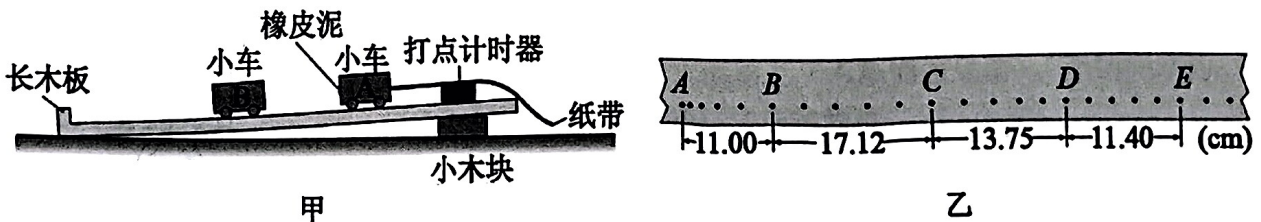


- (1) 观察纸带，连接重锤的夹子夹在纸带的 ▲ (选填“左端”或“右端”)
- (2) 为验证机械能是否守恒，需要比较重物下落过程中任意两点间的 ▲
- A. 速度变化量和高度变化量
B. 速度变化量和势能变化量
C. 动能变化量与势能变化量
- (3) 打点计时器接在频率为 50Hz 的交流电源上，打下 5 点时重锤的瞬时速度大小是 ▲ m/s (保留二位有效数字)
- (4) 某同学用两个形状相同、质量不同的重锤 *a* 和 *b* 进行实验，记录几组数据，画出 $\frac{v^2}{2} - h$ 图像，并求出图线的斜率 *k*，如图所示，由图像知，*a* 的质量 ▲ (选填“大于”或“小于”) *b* 的质量
- (5) 实验中，大多数学生的实验结果显示，重力势能的减少量大于动能的增加量，但某同学提交的结论显示，重锤的动能增加量大于重锤的重力势能减少量，出现这一问题的原因可能是 ▲ (多选)
- A. 该同学修改了实验数据
B. 重锤的质量测量错误
C. 交流电的频率不等于 50Hz
D. 重锤下落受到的阻力较小



第 14-I(4)题图

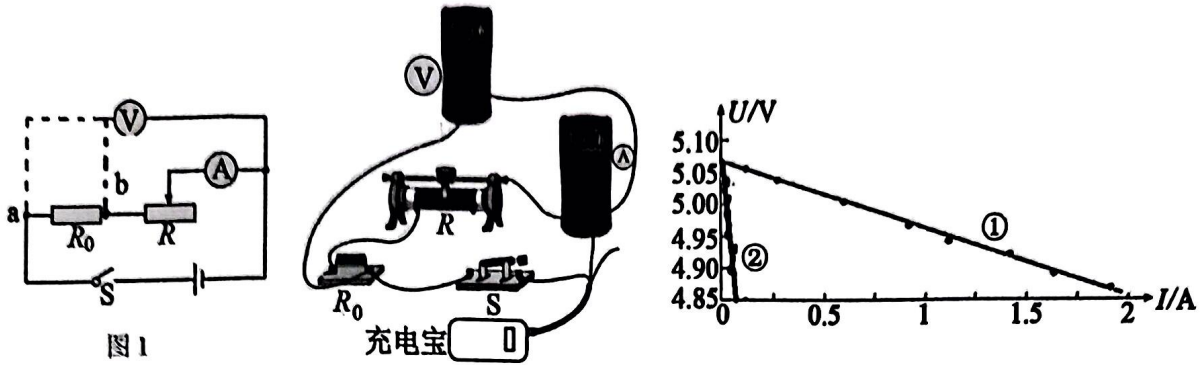
14-II. (3 分) 某同学设计了一个如图甲所示用打点计时器来验证动量守恒定律的实验：让前端贴有橡皮泥的小车 *A*，后端连一打点计时器纸带，以某速度做匀速直线运动，与置于木板上静止的小车 *B* 相碰并粘在一起，继续做匀速直线运动。打点计时器电源频率为 50Hz，接通打点计时器电源后，让小车 *A* 得到的纸带如图乙所示。小车 *A* 的质量为 0.4kg，小车 *B* 的质量为 0.2kg。



第 14-II 题图

- (1) 若要计算小车 *A* 碰撞前的速度大小应该选择 ▲
- A. *AB* 段 B. *BC* 段 C. *CD* 段 D. *DE* 段
- (2) 用你在 (1) 中的选择，对应的小车碰撞前的总动量大小 ▲ kg·m/s (保留三位有效数字)
- (3) 在 (1) 中你的选择理由是 ▲

14-III. (5分) 充电宝与普通电池类似, 为测量其电动势和内阻, 设计实验电路图如图1所示。

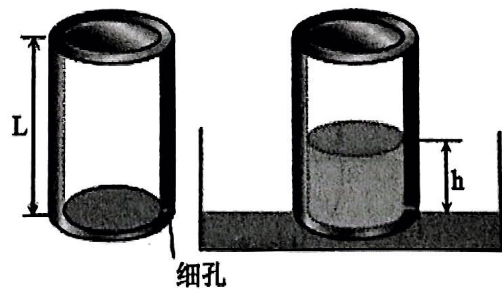


第 14-III 题图

- (1) 滑动变阻器 R 用于改变电路中的电流, R_0 是定值电阻, R_0 的主要作用是 ▲
- (2) 两只数字多用表分别作为电压表和电流表, 电路中的电源为充电宝, 通过充电宝的连接线接入电路剥开充电宝连接线的外绝缘层, 里面有四根导线, 红导线为充电宝的正极, 黑导线为负极, 其余两根导线空置不用。若用多用表直流电压档粗测其电动势, 多用表的红表笔应与充电宝的 ▲ (选填“红”或“黑”) 导线连接。
- (3) 采用图 1 电路测量, 记录被测充电宝实验时的电量百分比 (开始时的电量百分比为 100%)。定值电阻 $R_0=2.00\Omega$, 电压表的左接线头分别接在 a 、 b 点测得两组数据, 在 $U-I$ 图中描点、连线如图 2 所示, 则接 b 点对应 ▲ 线 (选填“①”或“②”), 充电宝的电动势 ▲ V (保留两位小数), 内阻 ▲ Ω 。(保留两位小数)

15. (8分) 某同学设计了一款可以喷水的小玩具。简要理想化如下: 一圆柱形导热容器, 容器底是由一定厚度的材料 (密度较大) 构成, 容器横截面积为 S , 容器高为 L , 底部侧面开有一尺寸可忽略的细孔, 容器内部气体可视为理想气体。开始温度为室温 T_0 , 现用热水淋在容器上, 使容器内气体温度迅速达到 T (未知), 然后迅速将容器放入一足够大的装水的容器中, 确保容器上的小孔恰好在水面下。当气体温度恢复为 T_0 时, 容器内外水面高度差为 h , 然后取出容器, 再将热水淋在容器上时, 玩具容器就会向外喷水。已知大气压强 p_0 , 液体密度 ρ , 重力加速度 g 。则

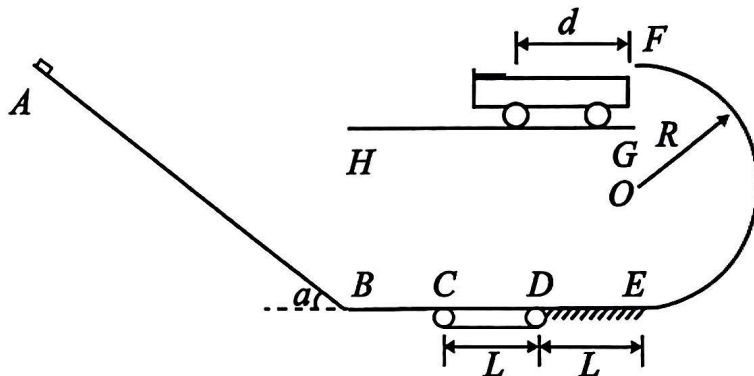
- (1) 热水淋在容器上过程中, 容器内气体分子的平均动能 ▲ (选填“增加”、“减小”或“不变”), 气体的分子数密度 ▲ (选填“增加”、“减小”或“不变”);
- (2) 求温度 T ;
- (3) 若在淋热水容器后喷水一段时间的过程中, 温度从 T 降到 T_0 , 气体的内能变化量 ΔU 与热力学温度变化量 ΔT 之间满足关系式: $\Delta U=C\Delta T$ (C 为已知常数), 气体对外做功 W_0 , 求该过程气体吸收或放出的热量 Q 。



第 15 题图

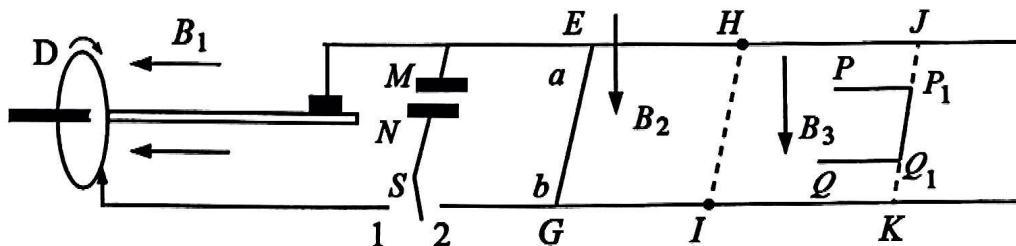
16. (11分) 如图所示, 倾角 $\alpha=37^\circ$ 的斜面 AB 通过平滑的小圆弧与水平直轨道 BC 连接, BC 右端与顺时针转动的传送带相连, DE 为水平长直轨道, 左端与该传送带相连, 右端与半径为 $R=0.4\text{m}$ 的竖着的光滑半圆弧轨道 EF 相切, 轨道最高点左侧有一小车放置在足够长的水平直轨道 GH , 小车右侧与 F 点相齐平, 小车左侧安装了一个轻弹簧装置 (质量不计)。 DE 轨道以及传送带长度均为 $L=1\text{m}$, DE 段铺设特殊材料, 其动摩擦因数 $\mu_1 = 0.2x + 0.2$ (x 表示 DE 上一点到 D 点的距离)。物块与 AB 、传送带和小车上表面之间 (除弹簧原长部分外) 的动摩擦因数均为 $\mu_2 = 0.5$, 其余部分均光滑。现在一质量为 $m=1\text{kg}$ 的小物块 (可视为质点) 从斜面上某点静止下滑。已知小车质量 $M=3\text{kg}$, $d=1.2\text{m}$, $\sin 37^\circ=0.6$, $\cos 37^\circ=0.8$

- (1) 物块恰好到达 F 点, 求物块进入圆弧 E 点时对轨道的压力;
- (2) 若物块释放的高度为 3m , 为让物块能到达 F 点, 求传送带的转动速度至少多大;
- (3) 物块滑上小车后, 与弹簧碰撞时机械能无损失, 若小车撞上弹簧弹性势能超过 18J 时会触发机关把物块锁定, 反之, 物块被弹回, 为使物块最终停留在小车上, 求物块到达 F 点时的速度应满足的条件。



第 16 题图

17. (12分) 如图所示, 半径 $r=0.5\text{m}$ 的均匀金属圆盘 D 垂直固定在水平金属转轴上, 圆盘中心位于转轴中心线上, 不计转轴粗细。 D 盘处存在方向平行转轴向左、大小 $B_1=0.5\text{T}$ 的匀强磁场。圆盘边缘和转轴分别通过电刷连接间距 $L=1\text{m}$ 的水平平行金属导轨。导轨 HI 处用绝缘材料平滑连接, 左侧接有电容 $C=0.5\text{F}$ 的电容器, EG 与绝缘点 HI 之间有方向竖直向下的匀强磁场 $B_2=0.5\text{T}$, JK 左侧、 HI 右侧区域有方向竖直向下、大小随 x 变化的磁场 (x 表示到 JK 的距离), 变化规律满足 $B_3=2\sqrt{x}$ (T) ($x\geq 0$), 同一位置垂直于轨道方向的磁场相同, 紧靠 JK 左侧附近放置质量 $m=0.5\text{kg}$ 、电阻 $R=0.5\Omega$ 、边长 $d=0.5\text{m}$ 的“ \sqcap ”缺边正方形金属框 PP_1Q_1Q , 质量也为 $m=0.5\text{kg}$ 的金属棒 ab 放置在 HI 的左侧 EG 处, 其单位长度的电阻 $R_0 = 1.0\Omega/\text{m}$, 保持金属圆盘按图示方向以 $\omega=16\text{rad/s}$ 的角速度匀速转动。不考虑电流产生的磁场影响, 除已知电阻外其他电阻不计, 忽略转动的摩擦阻力。 $E = \frac{1}{2}CU^2 = \frac{Q^2}{2C}$



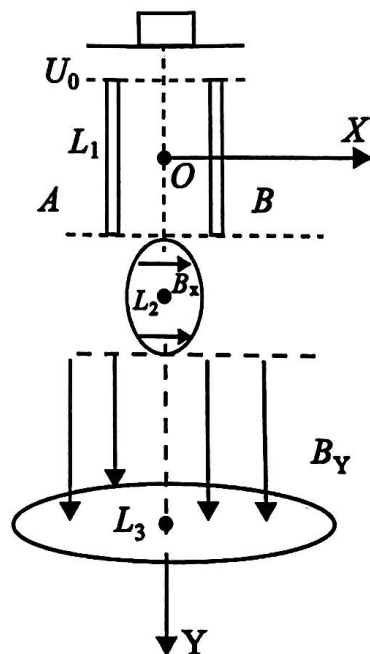
第 17 题图

- (1) 单刀双掷开关 S 接通 1 时, 电容器 M 板带正电还是负电荷, 带电量多少;
 (2) 稳定后 S 接通 2, 金属棒 ab 到达 HI 前已达到稳定速度, 求棒 ab 到 HI 过程中产生的热量;
 (3) 金属棒 ab 与缺边正方形金属框发生完全非弹性碰撞后,
 ①求碰后瞬间 U_{PQ} ;
 ②金属框出磁场过程中, 棒 ab 两端电压随 x 的关系。

18. (13 分) 芯片制造工艺中, 离子注入控制是一道重要的工序。某技术人员利用电磁场设计一种方案简要如图所示, 从离子源产生的离子 (初速度不计) 经匀强电场加速 U_0 后, 沿中轴线飞入平行金属板 A 、 B , 之后经需要先后进入由电流控制磁场的半径为 r (较小) 的圆形边界匀强磁场 B_x 和足够大的匀强磁场 B_y , 两磁场的磁感应强度分别由相应的电流 I_x 和 I_y 大小和方向控制, 磁感应强度与电流关系满足 $B=kI$, k 为常数, 忽略边缘效应, 以平行极板中心 O 为坐标原点, 建立 O - xyz 坐标系 (垂直纸面向外为 z 轴正方向), 平行极板长为 L_1 , 间距为 d , 圆形边界在 YOZ 平面内的匀强磁场 B_x 的圆心坐标 $(0, L_2, 0)$, 待制造芯片放置位置中心坐标 $(0, L_3, 0)$ 。已

知离子电量为 $+q$ 、质量为 m 。
$$\tan \theta = \frac{2 \tan \frac{\theta}{2}}{1 - \tan^2 \frac{\theta}{2}}$$

- (1) 若 $I_x=I_y=0$ 时, 离子恰好打到 $(R, L_3, 0)$ 点, 求 U_{AB} 的值;
 (2) 若 $U_{AB} = 0$, $I_y=0$ 时, 控制离子恰好打到 $(0, L_3, R)$ 点, 求 I_x 的值;
 (3) 若 $U_{AB} = 0$, I_x 为某值时, 离子经圆形磁场偏转 θ 角进入 B_y 磁场, 试导出离子打到芯片上位置 (X, Y, Z) 与 I_y 的关系式 (设离子转动不到 90°)。



第 18 题图