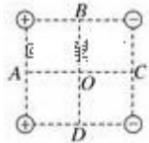


## 2019 北安一中物理期中试题

注意事项:

1. 答题前填写好自己的姓名、班级、考号等信息
2. 请将答案正确填写在答题卡上

1. (本题 4 分) 如上图所示, 有四个等量异种电荷, 放在正方形的四个顶点处, A、B、C、D 为正方形四个边的中点, O 为正方形的中心, 下列说法中正确的是



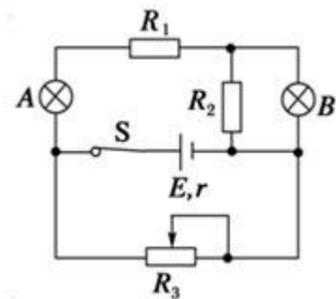
- A. A、C 两个点的电场强度方向相反
- B. 将一带正电的试探电荷匀速从 B 点沿直线移动到 D 点, 电场力做功为零
- C. O 点电场强度为零
- D. 将一带正电的试探电荷匀速从 A 点沿直线移动到 C 点, 试探电荷具有的电势能增大

2. (本题 4 分) 激光闪光灯的电路原理如图所示, 电动势为 300V 的电源向电容为  $6000\mu\text{F}$  的电容器 C 充电完毕后, 通过外加高压击穿“火花间隙”间空气, 使电容器一次性向激光闪光灯放电, 提供所有能量使闪光灯发出强光, 则电容器放电过程释放的电量和通过闪光灯的电流方向为



- A.  $1.8\text{C}$  向左
- B.  $1.8\text{C}$  向右
- C.  $2 \times 10^{-5}\text{C}$  向左
- D.  $2 \times 10^{-5}\text{C}$  向右

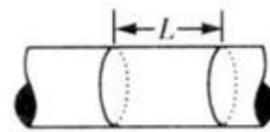
3. (本题 4 分) 如图所示的电路中, 灯泡 A 和灯泡 B 原来都是正常发光的, 现在突然灯泡 A 比原来变暗了些, 灯泡 B 比原来变亮了些, 则电路中出现的故障可能是 ( )



- A.  $R_3$  断路
- B.  $R_1$  短路
- C.  $R_2$  断路
- D.  $R_1$ 、 $R_2$  同时短路

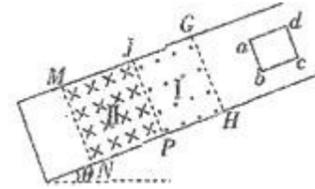
4. (本题 4 分) 如图所示为一通电直导线, 设导线中每米长度内有  $n$  个自由电荷, 每个自由电荷的电荷量为  $e$ ,

它们的定向移动速度均为  $v$ , 现加一磁场, 其方向与导线垂直, 磁感应强度为  $B$ , 则磁场对长度为  $L$  的一段导线的安培力的大小应是 ( )



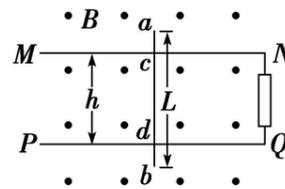
- A.  $neBLv$
- B.  $meBL/v$
- C.  $eBv/nL$
- D.  $eBLv/n$

5. (本题 4 分) 如图所示, 在倾角为  $\theta$  的光滑斜面上, 存在着两个磁感应强度大小均为  $B$  的匀强磁场, 区域 I 的磁场方向垂直斜面向上, 区域 II 的磁场方向垂直斜面向下, 磁场的宽度均为  $L$ 。一个质量为  $m$ 、电阻为  $R$ 、边长也为  $L$  的正方形导线框由静止开始沿斜面下滑, 当  $ab$  边刚越过  $GH$  进入磁场 I 区时, 恰好以速度  $v_1$  做匀速直线运动; 当  $ab$  边下滑到  $JP$  与  $MN$  的中间位置时, 线框又恰好以速度  $v_2$  做匀速直线运动; 从  $ab$  进入  $GH$  到  $MN$  与  $JP$  的中间位置的过程中, 线框的动能变化量大小为  $\Delta E_k$ , 重力对线框做功大小为  $W_1$ , 安培力对线框做功大小为  $W_2$ , 下列说法中正确的有 ( )



- A. 在下滑过程中, 由于重力做正功, 所以有  $v_2 > v_1$
- B.  $ab$  从进入  $GH$  到  $MN$  与  $JP$  的中间位置的过程中, 机械能守恒
- C. 从  $ab$  进入  $GH$  到  $MN$  与  $JP$  的中间位置的过程, 有  $(W_1 + \Delta E_k)$  机械能转化为电能
- D. 从  $ab$  进入  $GH$  到  $MN$  与  $JP$  的中间位置的过程中, 线框动能的变化量大小为  $\Delta E_k = W_1 - W_2$

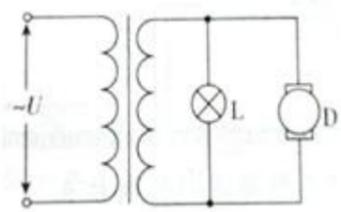
6. (本题 4 分) 如图所示, 在一磁感应强度  $B=0.5\text{T}$  的匀强磁场中, 垂直于磁场方向水平放置着两根相距  $h=0.1\text{m}$  的平行光滑金属导轨  $MN$  和  $PQ$ , 导轨电阻忽略不计, 在两根导轨的端点  $N$ 、 $Q$  之间连接一阻值  $R=0.3\Omega$  的电阻. 导轨上跨放着一根长为  $L=0.2\text{m}$ 、电阻  $\lambda=2.0\Omega/\text{m}$  的金属棒  $ab$ , 与导轨正交放置, 交点为  $c$ 、 $d$ . 当金属棒  $ab$  在水平拉力作用下以速度  $v=4.0\text{m/s}$  向左做匀速运动时, 下列说法正确的是 ( )



- A. 金属棒  $ab$  两 endpoint 间的电势差为  $0.2\text{V}$
- B. 金属棒  $ab$  两 endpoint 间的电势差为  $0.32\text{V}$
- C. 水平拉金属棒  $ab$  的力大小为  $0.02\text{N}$
- D. 回路中的发热功率为  $0.06\text{W}$

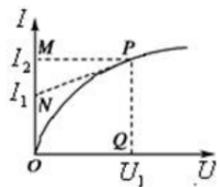
7. (本题 4 分) 如图是一个小型电风扇电路简图, 其中理想变压器的原、副线圈的匝数比为  $n$ , 原线圈接电

压有效值为  $U$  的交流电源, 输出端接有一个电阻为  $R$  的  $L$  和风扇电动机  $D$ , 电动机线圈电阻为  $r$ . 接通电源后, 电风扇正常运转, 测出通过风扇电动机的电流为  $I$ , 则下列说法正确的是 ( )



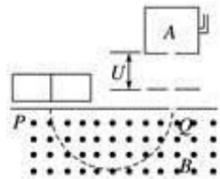
- A. 风扇电动机  $D$  两端的电压为  $Ir$
- B. 理想变压器的输入功率为  $\frac{UI}{n}$
- C. 风扇电动机  $D$  输出的机械功率为  $\frac{UI}{n} - I^2r$
- D. 若风扇由于机械故障被卡住, 则通过原线圈的电流为  $\frac{U(R+r)}{n^2Rr}$

8. (本题 4 分) 小灯泡通电后其电流  $I$  随所加电压  $U$  变化的图线如图所示,  $P$  为图线上一点,  $PN$  为图线过  $P$  点的切线,  $PQ$  为  $U$  轴的垂线,  $PM$  为  $I$  轴的垂线. 则下列说法中正确的是 ( )



- A. 随着所加电压的增大, 小灯泡的电阻减小
- B. 对应  $P$  点, 小灯泡的电阻为  $R = \frac{U_1}{I_2}$
- C. 对应  $P$  点, 小灯泡的电阻为  $R = \frac{U_1}{I_2 - I_1}$
- D. 对应  $P$  点, 小灯泡的功率为图中梯形  $PQON$  所围的面积

9. (本题 4 分) 质谱仪是一种测定带电粒子质量和分析同位素的重要仪器, 如图所示: 从粒子源中放出的质量为  $m$ 、电荷量为  $q$  的正离子(初速为零, 重力不计), 经电势差为  $U$  的加速电场加速, 刚出电场时测得离子束的电流为  $I$ , 之后从  $Q$  处垂直进入一个磁感应强度为  $B$  的匀强电场, 之后打到底片上  $P$  处,  $P$ 、 $Q$  两点距离为  $R$ . 根据已知条件可知 ( )



- A. 该离子的质量为  $m = \frac{qB^2R^2}{8U}$
- B. 该离子在磁场中的运动时间为  $t = \frac{\pi BR^2}{4U}$

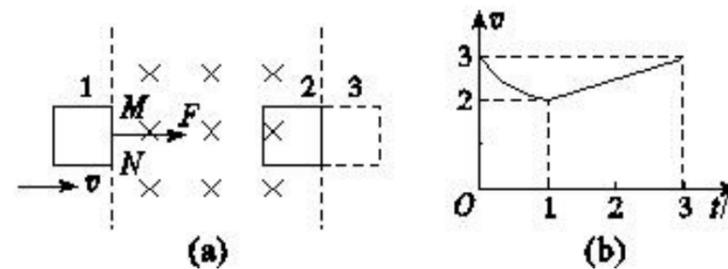
C. 在离子从  $Q$  处进入磁场至到达  $P$  的时间内, 射到底片上的离子数目为  $N = \frac{\pi ml}{2q^2 B}$

D. 假如粒子源放出初速为零的氕( ${}^1_1\text{H}$ )、氘( ${}^2_1\text{H}$ )、氚( ${}^3_1\text{H}$ )三种离子, 这三种离子会打在底片上三个不同位置

10. (本题 4 分) 一台发电机最大输出功率为  $4000\text{kW}$ , 电压为  $4000\text{V}$ , 经变压器  $T_1$  升压后向远方输电. 输电线路总电阻  $R = 1\text{k}\Omega$ . 到目的地经变压器  $T_2$  降压, 负载为多个正常发光的灯泡( $220\text{V}$ 、 $60\text{W}$ ). 若在输电线路中消耗的功率为发电机输出功率的  $10\%$ , 变压器  $T_1$  和  $T_2$  的损耗可忽略, 发电机处于满负荷工作状态, 则 ( )

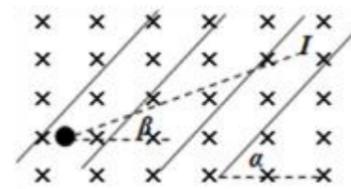
- A.  $T_1$  原、副线圈电流分别为  $10^3\text{A}$  和  $20\text{A}$
- B.  $T_2$  原、副线圈电压分别为  $1.8 \times 10^5\text{V}$  和  $220\text{V}$
- C.  $T_1$  和  $T_2$  的变压比分别为  $1:50$  和  $40:1$
- D. 有  $6 \times 10^4$  盏灯泡( $220\text{V}$ 、 $60\text{W}$ )正常发光

11. (本题 4 分) 如图(a)所示, 在光滑水平面上用恒力  $F$  拉质量  $1\text{kg}$  的单匝均匀正方形铜线框, 在 1 位置以速度  $v_0 = 3\text{m/s}$  进入匀强磁场时开始计时  $t = 0$ , 此时线框中感应电动势为  $1\text{V}$ , 在  $t = 3\text{s}$  时刻线框到达 2 位置开始离开匀强磁场. 此过程中  $v-t$  图象如图(b)所示, 那么 ( )



- A. 在  $t = 3\text{s}$  时刻线框右侧的边两端  $MN$  间电压为  $0.25\text{V}$
- B. 恒力  $F$  的大小为  $1.0\text{N}$
- C. 线框完全离开磁场的瞬间位置 3 速度为  $2\text{m/s}$
- D. 线框完全离开磁场的瞬间位置 3 速度为  $1\text{m/s}$

12. (本题 4 分) 如图所示, 实线表示在竖直平面内的电场线, 电场线与水平方向成  $\alpha$  角, 水平方向的匀强磁场与电场线正交, 有一带电液滴沿虚线斜向上做直线运动,  $L$  与水平方向成  $\beta$  角, 且  $\alpha > \beta$ , 则下列说法中正确的是 ( )



- A. 液滴一定带负电
- B. 液滴一定做匀速直线运动
- C. 电场线方向一定斜向上
- D. 液滴有可能做匀变速直线运动

### 三、实验题

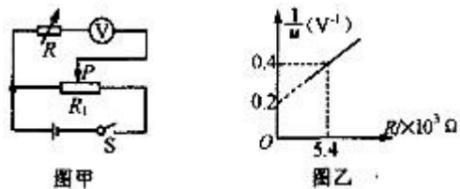
13. (本题 4 分) 为了测量某电学元件的额定功率, 一小组利用下列器材进行实验

- A. 待测元件(额定电压 5V, 额定功率约 2.5W)
- B. 电压表 V(量程 3V, 内阻约 5kΩ)
- C. 电流表 A(量程 0.6A, 内阻约 1.5Ω)
- D. 电阻箱 R(0~9999Ω)
- E. 滑动变阻器(0~1kΩ)
- F. 滑动变阻器(0~20Ω)
- G. 电池(8V)
- H. 开关, 导线若干

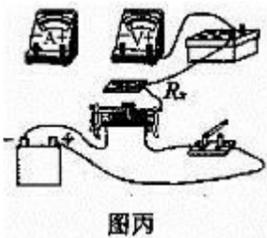
(1) 测定电压表内阻, 扩大电压表量程

- i. 在图甲中闭合 S, 滑动变阻器  $R_1$  的滑片 P 置于某一位置。调节电阻箱, 记录此时电阻箱阻值 R 及电压表示数 U
- ii. 保持滑片 P 位置不变, 改变电阻箱阻值 R, 记录多组 R、U 值。以  $\frac{1}{U}$  为纵轴, R 为横轴, 作  $\frac{1}{U}-R$  图象如图乙所示。

- ① 实验中滑动变阻器  $R_1$  应选择 \_\_\_\_\_ (填写器材前序号);
- ② 电压表内阻  $R_V =$  \_\_\_\_\_ kΩ;
- ③ 为使电压表指针指在满偏处, 电阻箱的阻值  $R =$  \_\_\_\_\_ kΩ。



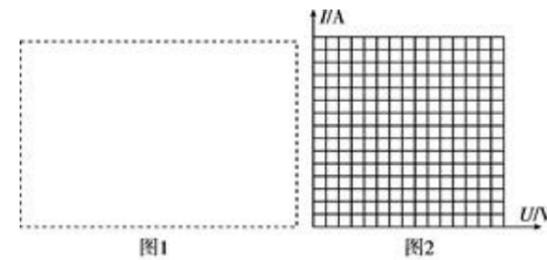
(2) 用改装后的电压表及其他器材进行测量  $R_x$ , 请用笔画线代替导线, 将图丙中的实物电路连接完整 \_\_\_\_\_。



14. (本题 4 分) 有一只标识为“2.5 V, 0.5 A”的小灯泡, 小华想测定其伏安特性曲线, 实验室所供选择的器材除了导线和开关外, 还有以下一些器材可供选择:

编号	器材名称	规格与参数
A	电源 E	电动势为 3.0 V, 内阻不计
B	电流表 $A_1$	量程 0~10 mA, 内阻 200 Ω
C	电流表 $A_2$	量程 0~600 mA, 内阻 2 Ω
D	电阻箱 R	阻值 999.99 Ω
E	滑动变阻器 $R_1$	最大阻值 10 Ω
F	滑动变阻器 $R_2$	最大阻值 2 kΩ

- (1) 为了达到实验目的需要组装一个量程为 3.0 V 的电压表, 那么电阻箱的阻值应调到 \_\_\_\_\_ Ω;
- (2) 为了减小实验误差, 实验中滑动变阻器应选择 \_\_\_\_\_ (选填器材前面的编号);
- (3) 请帮助小华设计一个电路, 要求使误差尽量小, 并将电路图画在图 1 虚线框内 \_\_\_\_\_;



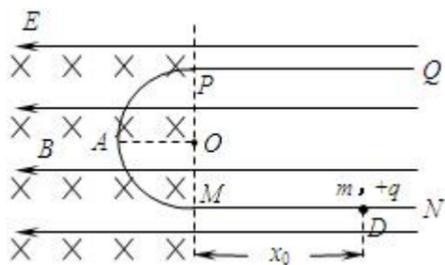
(4) 小华在实验中用电流表和改装后的电压表测得数据并记录在下表中, 请根据表格中的数据在图 2 方格纸上作出该小灯泡的伏安特性曲线 \_\_\_\_\_;

电压 U/V	0	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5
电流 I/A	0	0.17	0.30	0.39	0.45	0.49

(5) 将一个电动势为 1.5 V, 内阻为 3 Ω 的电源直接接在该小灯泡的两端, 则该小灯泡的实际功率为 \_\_\_\_\_ W(结果保留 1 位有效数字).

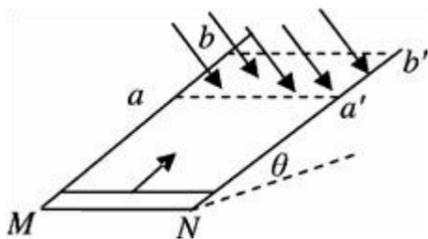
#### 四、解答题

15. (本题 10 分) 如图所示的竖直平面内有范围足够大、水平向左的匀强电场, 在虚线的左侧有垂直纸面向里的水平的匀强磁场, 磁感强度大小为 B, 一绝缘轨道由两段直杆和一半径为 R 的半圆环组成, 固定在纸面所在的竖直平面内, PQ、MN 水平且足够长, 半圆环 MAP 在磁场边界左侧, P、M 点在磁场边界线上, NM 段光滑, PQ 段粗糙。现在有一质量为 m、带电荷量为 +q 的小环套在 MN 杆上, 它所受电场力为重力的  $\frac{3}{5}$  倍。现将小环从 M 点右侧的 D 点由静止释放, D 点到 M 点的水平距离  $x_0 = \frac{10R}{3}$ 。求:



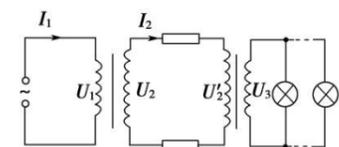
- (1) 小环第一次到达圆弧轨道最高点 P 时的速度大小；
- (2) 小环第一次通过与 O 等高的 A 点时半圆环对小环作用力的大小；
- (3) 若小环与 PQ 间摩擦因数为  $\mu$  (设最大静摩擦力与滑动摩擦力大小相等), 现将小环移至 M 点右侧  $4R$  处由静止开始释放, 通过讨论, 求出小环在整个运动过程中克服摩擦力所做的功。

16. (本题 10 分) 如图所示, 间距为  $L=1\text{m}$  的两条足够长的平行金属导轨与水平面的夹角为  $\theta=37^\circ$ , 底端用电阻为  $R=0.8\Omega$  的导体 MN 相连接, 导轨电阻忽略不计. 磁感应强度为  $B=1\text{T}$  的匀强磁场与导轨平面垂直, 磁场区域上下边界距离为  $d=0.85\text{m}$ , 下边界  $aa'$  和导轨底端相距为  $3d$ . 一根质量为  $m=1\text{kg}$ 、电阻为  $r=0.2\Omega$  的导体棒放在导轨底端, 与导轨垂直且接触良好, 并以初速度  $v_0=10\text{m/s}$  沿斜面向上运动, 到达磁场上边界  $bb'$  时, 恰好速度为零. 已知导轨与棒之间的动摩擦因数为  $\mu=0.5$ ,  $g=10\text{m/s}^2$ ,  $\sin 37^\circ=0.6$ ,  $\cos 37^\circ=0.8$ . 求:



- (1) 导体棒通过磁场过程中产生的焦耳热;
- (2) 导体棒从进入磁场到达上边界所用的时间和回路中产生的感应电流的有效值;
- (3) 微观上导体中的电子克服因碰撞产生的阻力做功, 宏观上表现为产生焦耳热. 试从微观角度推导: 当棒运动到磁场中某一位置时(感应电流为  $I$ ), 其电阻的发热功率为  $P_{\text{热}}=I^2r$  (推导过程用字母表示)

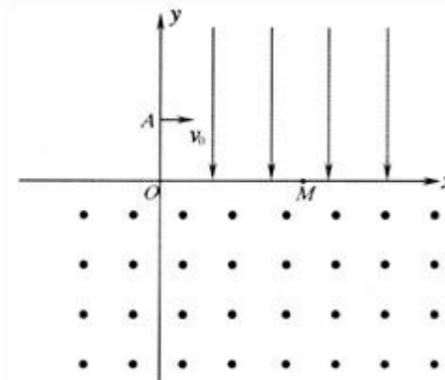
17. (本题 14 分) 利用太阳能电池这个能量转换器件将辐射能转变为电能系统称为光伏发电系统, 光伏发电系统的直流供电方式有其局限性, 绝大多数光伏发电系统均采用交流供电方式. 有一台内阻为  $1\Omega$  的太阳能发电机, 供给一个学校照明用电, 如图 10 所示, 升压变压器的匝数比为  $1:4$ , 降压变压器的匝数比为  $4:1$ , 输电线的总电阻  $R=4\Omega$ , 全校共 22 个班, 每班有“220V 40W”的电灯 6 盏. 若全部电灯都正常发光, 求:



- (1) 发电机的输出功率为多大?
- (2) 发电机的电动势为多大?

- (3) 输电效率为多少?
- (4) 若使灯数减半并正常发光, 发电机的输出功率又为多大?

18. (本题 10 分) 在平面坐标系内, 在第 I 象限内有沿 y 轴负方向的匀强电场, 在第 III、IV 象限内有垂直坐标平面向外的匀强磁场. 在 y 轴上  $y=l$  处沿正 x 方向发射一比荷为  $\frac{q}{m}$ 、速度为  $v_0$  的带正电粒子, 从  $x=2l$  的 M 点离开电场, 经磁场后再次到达 x 轴时刚好从坐标原点 O 处经过. 不计粒子重力. 求:



- (1) 匀强电场的场强  $E$  和匀强磁场的磁感应强度  $B$  的大小;
- (2) 粒子从 A 运动到 O 经历的时间;
- (3) 若让该粒子从 y 上  $y>0$  的任意位置 P 处沿正 x 方向发射(发射速度  $v_0$  不变), 求它第二次通 x 轴时的横坐标

... .. 外 ... .. 内 ... .. 装 ... .. 订 ... .. 线 ... ..

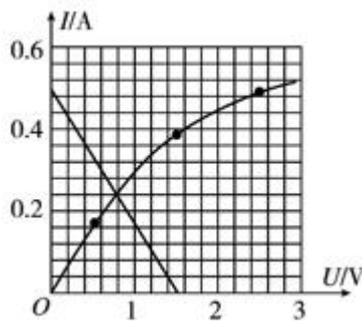
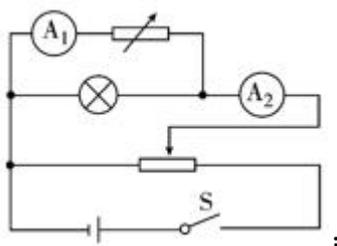
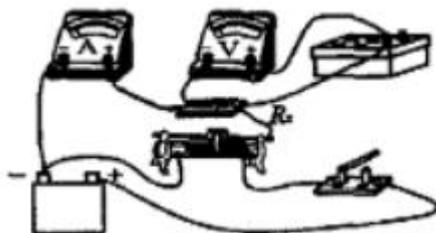
学校: \_\_\_\_\_ 姓名: \_\_\_\_\_ 班级: \_\_\_\_\_ 考号: \_\_\_\_\_

... .. 外 ... .. 内 ... .. 装 ... .. 订 ... .. 线 ... ..

### 参考答案

1. B 2. B 3. C 4. A 5. CD 6. BC 7. CD 8. BD 9. AD 10. ABD 11. AC 12. BC

13. F 5.4 3.6



14. 100;  $R_1$ ;

; 0.2;

15. (1) 0 (2)  $N = \frac{19mg}{5} + \frac{4Bq\sqrt{5gR}}{5}$  (3) 若  $\mu \geq \frac{3}{5}$ , 则  $W_f = \frac{2\mu mgR}{5\mu+3}$ ; 若  $\mu < \frac{3}{5}$ , 则  $W_f = \frac{2}{5}mgR$

(1) 由动能定理得:  $qEx_0 - 2mgR = \frac{1}{2}mv_p^2$

$$qE = \frac{3mg}{5}$$

$$x_0 = \frac{10R}{3} \quad \text{得 } v_p = 0$$

(2) 小环在 A 点时的速度为  $v_A$ , 由动能定理

$$qE(x_0 + R) - mgR = \frac{1}{2}mv_A^2 - 0$$

$$\text{得: } v_A = \frac{4}{5}\sqrt{5gR}$$

$$\text{在 A 点: } N - qv_A B - qE = m \frac{v_A^2}{R}$$

$$\text{联立得: } N = \frac{19mg}{5} + \frac{4Bq\sqrt{5gR}}{5}$$

(3) 若  $f = \mu mg \geq qE$  即  $\mu \geq \frac{3}{5}$

小环第一次到达 P 点右侧  $s_1$  距离处速度为零, 小环将停在此处不动, 由动能定理

$$qE(4R - s_1) - 2mgR - fs_1 = 0$$

$$f = \mu mg$$

$$\text{联立得: } s_1 = \frac{2R}{5\mu+3}$$

所以克服摩擦力所做的功为:  $W_f = \mu mgs_1 = \frac{2\mu mgR}{5\mu+3}$

若  $f = \mu mg < qE$  即  $\mu < \frac{3}{5}$

环经过来回往复运动, 最后只能在  $PD$  之间往复运动, 克服摩擦力功  $W_f$ , 由动能定理

$$qE(4R) - mg(2R) - W_f = 0$$

解得:  $W_f = \frac{2}{5}mgR$

16. (1) $Q=16J$  (2) $t=0.615s$  故  $I=\sqrt{26}A\approx 5A$  (3)见解析

(1)这一过程中, 棒的动能转化为重力势能和摩擦生热以及焦耳热  $Q$

由能量守恒得:  $\frac{1}{2}mv_0^2 = 4mgdsin\theta + 4\mu mgdcos\theta + Q$

解得:  $Q = \frac{1}{2}mv_0^2 - 4mgdsin\theta - 4\mu mgdcos\theta$

代入数据, 解得  $Q=16J$

(2) 棒从开始到运动到磁场边界, 由动能定理得:  $(-mgsin\theta - \mu mgcos\theta)3d = \frac{1}{2}mv^2 - \frac{1}{2}mv_0^2$

解得  $v = 7m/s$

在棒向上通过磁场的过程中, 选沿斜面向下为正, 由动量定理得:  $(\bar{B}IL + mgsin\theta + \mu mgcos\theta)t = 0 - (-mv)$

又  $\bar{I} = \frac{BLv}{R+r}$   $d = vt$

解得  $t=0.615s$

又  $Q = I^2(R+r)t$

故  $I = \sqrt{26}A \approx 5A$

(3)设导体棒中单位体积的电子数为  $n$ , 导体棒的横截面积为  $S$

则导体棒中的总电子数  $N = nLS$

当棒运动到磁场中某一位置时, 设电子相对导线定向移动的速率为  $v_e$

则导体棒中所有电子克服阻力做功的功率  $P_{\text{克}} = Nfv_e$

当棒运动到磁场中某一位置时, 设棒的速度大小为  $v$ , 棒两端电压为  $U$ 。在棒运动到磁场中某一位置时的极短时间内, 可认为电流不变, 电子相对导线定向移动的速率为  $v_e$  不变, 则棒

中某个电子受力在这一瞬时受力平衡, 故受的阻力  $f = evB - \frac{Ue}{L}$

又  $I = nv_eSe$

导体棒中所有电子克服阻力做功的功率 $P_{克}$ ，等于棒中电阻的发热功率 $P_{热}$ ，即 $P_{热} = P_{克}$

$$\text{联立得： } P_{热} = (BLv - U)I$$

$$\text{故 } P_{热} = IU_{内} = I^2r$$

17. (1)5 424 W (2)250 V (3)97% (4)2 676 W

(1)发电机的输出功率应为负载消耗的功率与输电线电阻损耗的功率之和，

$$\text{即 } P_{出} = nP_{灯} + I^2 R$$

$$\text{又 } I_2 = \frac{I_3}{4} = \frac{nI_{灯}}{4} = 6A$$

$$\text{所以 } P_{出} = 22 \times 6 \times 40 \text{ W} + 6^2 \times 4 \text{ W} = 5\,424 \text{ W};$$

(2)  $E = U_1 + I_1 \cdot r$ ， $r$  为发电机内阻，

$$U_1 = \frac{U_2}{4}$$

$$I_1 = 4I_2,$$

$$U_2 = 4U_3 + I_2 R = 4 \times 220 \text{ V} + 6 \times 4 \text{ V} = 904 \text{ V}$$

$$\text{所以 } E = \frac{904}{4} \text{ V} + 4 \times 6 \times 1 \text{ V} = 250 \text{ V};$$

$$(3) \text{ 输电效率 } \eta = \frac{P_{用}}{P_{总}} = \frac{nP_{灯}}{P_{总}} = \frac{22 \times 6 \times 40}{5424} \times 100\% = 97\%$$

$$(4) \text{ 电灯减少一半时， } n'P_{灯} = \frac{22 \times 6}{2} \times 40 \text{ W} = 2640 \text{ W}$$

$$I_2' = \frac{n'P_{灯}}{U_2'} = \frac{2640}{220 \times 4} \text{ A} = 3 \text{ A}$$

$$\text{所以 } P'_{出} = n'P_{灯} + I_2'^2 R = 2\,640 \text{ W} + 3^2 \times 4 \text{ W} = 2\,676 \text{ W}。$$

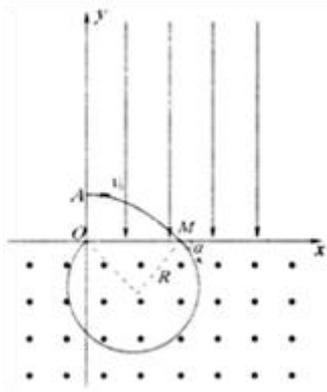
$$18. (1) B = \frac{mv_0}{ql} \quad (2) t_{AC} = \frac{(4+3\pi)l}{2v_0} \quad (3) \text{ 从坐标原点经过}$$

(1) 由于粒子在电场中做类平抛运动，设经历的时间为 $t_1$ ，则：

$$2l = v_0 t_1, \quad (1) \quad l = \frac{1}{2} \frac{qE}{m} t_1^2, \quad (2)$$

$$\text{整理得： } E = \frac{mv_0^2}{2ql} \quad (3)$$

设离开电场时的速度大小为 $v$ ，与 $x$ 轴的夹角为 $\alpha$ ，



则：

$$qEl = \frac{1}{2}mv^2 - \frac{1}{2}mv_0^2, \quad (4)$$

$$\cos\alpha = \frac{v_0}{v} \quad (5)$$

设立子在磁场中做圆周运动的半径为  $R$ ，则：

$$2R\sin\alpha = 2l, \quad (6)$$

$$qvB = m\frac{v^2}{R}, \quad (7)$$

$$\text{整理得： } B = \frac{mv_0}{ql} \quad (8)$$

$$(2) \text{ 由 (1) 知, } \alpha = \frac{\pi}{4} \quad (9)$$

$$\text{所以 } t_2 = \frac{3}{4} \frac{2\pi m}{qB} \quad (10)$$

$$t_{AC} = t_1 + t_2, \quad (11)$$

$$\text{整理得： } t_{AC} = \frac{(4+3\pi)l}{2v_0} \quad (12)$$

(3) 设粒子从纵坐标为  $y$  处发射，第一次经  $x$  轴时横坐标为  $x_1$ ，速度  $v$  与  $x$  轴夹角为  $\theta$ ，

$$\text{则由①②④得： } x_1 = 2\sqrt{yl} \quad (13) \quad v = v_0\sqrt{1 + \frac{y}{l}} \quad (14)$$

$$\sin\theta = \sqrt{\frac{y}{y+l}}, \quad (15)$$

设该粒子在磁场中运动的半径为  $r$ ，则第二次经  $x$  轴的横坐标：

$$x_2 = x_1 - 2r \sin \theta, \quad (16)$$

由 ⑦⑧⑭得:  $r = \sqrt{l^2 + y^2}$  (17)

整理得:  $x_2 = 0$  (18)

即粒子第二次经 x 轴时, 从坐标原点经过。

