

北京市朝阳区

2016 届高三上学期期末联考

物理试题

(考试时间 90 分钟 满分 100 分)

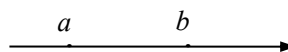
一、本题共 13 小题，每小题 3 分，共 39 分。在每小题给出的四个选项中，只有一个选项是符合题目要求的。把答案用 2B 铅笔填涂在答题卡上。

1. 以下属于磁感应强度单位的是

- A. 特斯拉 B. 韦伯
C. 法拉 D. 亨利

2. 如图所示，为某点电荷电场中的一条电场线，其上两点 a 、 b 相距为 d ，电势差为 U ， a 点的场强大小为 E ，把电荷量为 q 的试探电荷从 a 点移到 b 点，电场力做功为 W ，该试探电荷在 b 点所受的电场力大小为 F 。下列关系式正确的是

- A. $E = \frac{F}{q}$ B. $W = qU$
C. $E = \frac{kq}{d^2}$ D. $U = Ed$

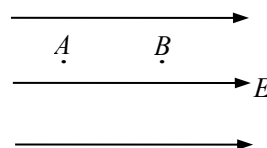


3. 小芳家正在使用的电器有电灯、洗衣机、电冰箱，小芳从家里的总电能表中测得在时间 t 内消耗的电能为 W 。设小芳家的供电电压为 U ，总电流为 I ，上述电器的总电阻为 R ，总功率为 P 。下列关系式正确的是

- A. $P = \frac{U^2}{R}$ B. $W = I^2 R t$ C. $P = \frac{W}{t}$ D. $I = \frac{U}{R}$

4. 如图所示，在匀强电场中 A 、 B 两点分别放入两个带正电的点电荷 q_1 和 q_2 ，且 $q_1 = q_2$ 。已知 q_1 在 A 点的电势能为 E_{P1} ， q_2 在 B 点的电势能为 E_{P2} 。下列说法正确的是

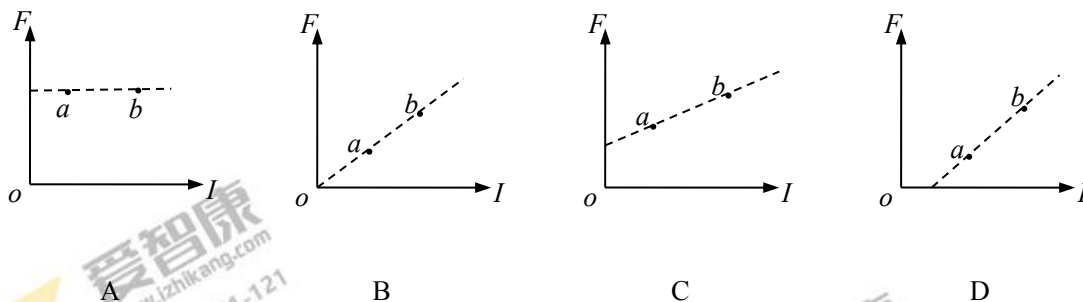
- A. 只有当零电势点选在 A 点时才有 $E_{P1} > E_{P2}$
B. 只有当零电势点选在 B 点时才有 $E_{P1} > E_{P2}$
C. 只有当零电势点选在无穷远时才有 $E_{P1} > E_{P2}$
D. 无论零电势点选在何处总有 $E_{P1} > E_{P2}$



5. 已知干电池的电动势为 1.5V。下列说法正确的是

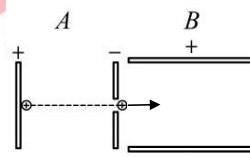
- A. 用电压表直接连接干电池的两极，测量得到的电压就是该电池的电动势
B. 当外电路闭合时，每当 1C 的电荷量通过干电池，则该电池就能提供 1.5J 的电能
C. 当外电路闭合时，在 1s 内有 1.5C 的电荷量通过该电池
D. 当外电路闭合时，在 1s 内该电池能提供 1.5J 的电能

6. 在匀强磁场中的某一位置放置一条直导线，导线的方向与磁场方向垂直。先后在导线中通入不同的电流，导线所受的力也不同。以下图象描述的是导线受力的大小 F 与通过导线的电流 I 的关系， a 、 b 两点各代表一组 F 、 I 的数据。其中正确的是



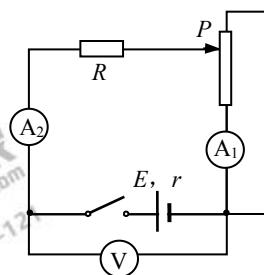
7. 如图所示，让大量的一价氢离子、一价氦离子和二价氦离子从同一位置经过同一加速电场A由静止开始加速，然后在同一偏转电场B里偏转。忽略离子的重力及离子间的相互作用力。下列说法正确的是

- A. 它们始终为一股离子束
B. 它们会分离为二股离子束
C. 它们会分离为三股离子束
D. 它们会分离为无数股离子束

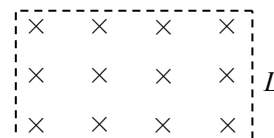
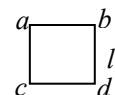


8. 在图示的电路中，闭合开关后，当滑动变阻器的滑动触头P从最上端逐渐滑向最下端的过程中，电压表V的读数变化量为 ΔU ，电流表 A_2 的读数变化量为 ΔI_2 （电表均视为理想电表）。则

- A. 电压表V的读数先变小后变大
B. 电流表 A_1 的读数先变大后变小
C. 电流表 A_2 的读数变大
D. ΔU 与 ΔI_2 的比值为定值

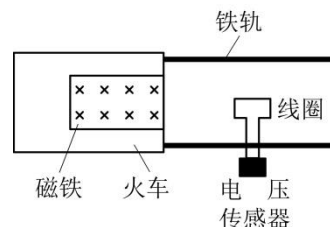


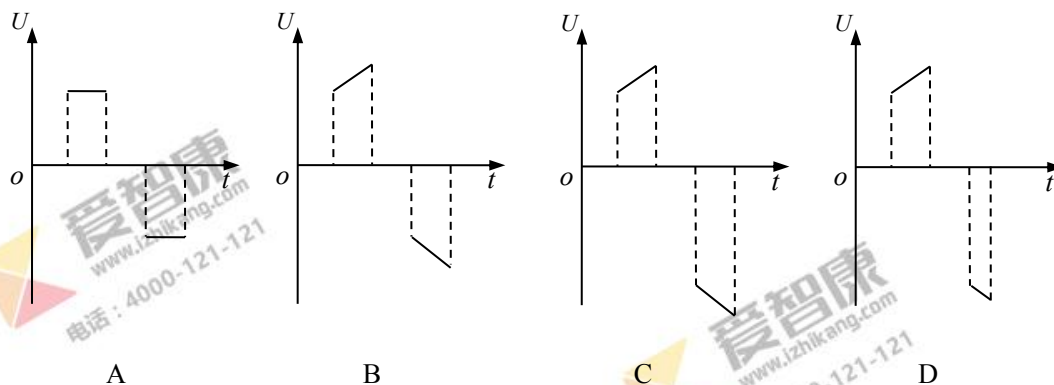
9. 如图所示，匀强磁场的上下边界水平，宽度为L，方向垂直纸面向里。质量为m、边长为l（ $l < L$ ）的正方形导线框abcd始终沿竖直方向穿过该磁场，已知cd边进入磁场时的速度为 v_0 ，ab边离开磁场时的速度也为 v_0 ，重力加速度的大小为g。下列说法正确的是



- A. 线框进入和离开磁场时产生的感应电流方向相同
B. 线框进入和离开磁场时受到的安培力方向相反
C. 线框穿过磁场的过程中克服安培力所做的功为 $mg(L + l)$
D. 线框穿过磁场的过程中可能先做加速运动后做减速运动
10. 电场中M、N两点场强的大小分别为 E_M 、 E_N ，电势分别为 φ_M 、 φ_N 。某带电粒子仅在电场力作用下从M点运动到N点，若此过程中带电粒子的动能始终保持不变，下列判断正确的是
- A. $E_M > E_N$ ， $\varphi_M > \varphi_N$
B. $E_M < E_N$ ， $\varphi_M = \varphi_N$
C. $E_M = E_N$ ， $\varphi_M = \varphi_N$
D. $E_M < E_N$ ， $\varphi_M < \varphi_N$

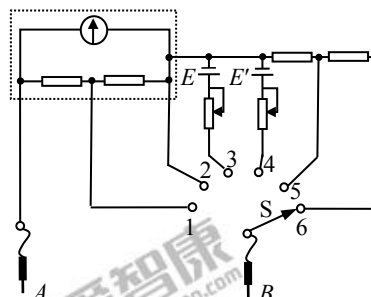
11. 铁路上使用一种电磁装置向控制中心传输信号以确定火车的位置。如图所示（俯视图），能产生匀强磁场的磁铁被安装在火车首节车厢下面，当它经过安放在两铁轨间的线圈时，便会产生一个电信号，通过和线圈相连的电压传感器被控制中心接收，从而确定火车的位置。若一列火车匀加速驶来，则电压信号U随时间t的变化图象为





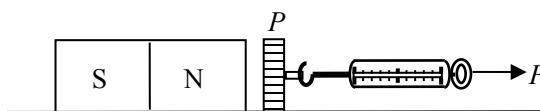
12. 如图所示，是一个多量程多用电表的简化电路图。测电流和测电压时各有两个量程，还有两个挡位用来测电阻。下列说法正确的是

- A. 当开关S调到1、2两个位置上时，多用电表测量的是电流，且调到1位置上时的量程比2位置的大
B. 当开关S调到3、4两个位置上时，多用电表测量的是电阻，且A为黑表笔
C. 当开关S调到5、6两个位置上时，多用电表测量的是电压，且调到5位置上时的量程比6位置的大
D. 当开关S调到任意位置上时，都需要把A、B两表笔短接，对电表进行调零



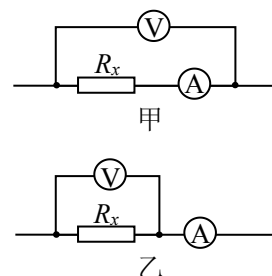
13. 磁场具有能量，磁场中单位体积所具有的能量叫做能量密度，其值为 $\frac{B^2}{2\mu}$ ，式中B是磁感应强度， μ 是磁导率，在空气中 μ 为一已知常数。以通电螺线管（带有铁芯）为例，将衔铁吸附在通电螺线管的一端，若将衔铁缓慢拉动一小段距离 Δd ，拉力所做的功就等于间隙 Δd 中磁场的能量。为了近似测得条形磁铁磁极端面附近的磁感应强度B，某研究性学习小组用一根端面面积为A的条形磁铁吸住一相同面积的铁片P，再用力缓慢将铁片与磁铁拉开一段微小距离 ΔL ，并测出拉力大小为F，如图所示。由此可以估算出该条形磁铁磁极端面附近的磁感应强度B为

- A. $\sqrt{\frac{AF}{\mu}}$ B. $\sqrt{\frac{\mu F}{A}}$
C. $\sqrt{\frac{\mu A}{2F}}$ D. $\sqrt{\frac{2\mu F}{A}}$



二、本题共3小题，共20分。把答案填在答题卡相应的位置。

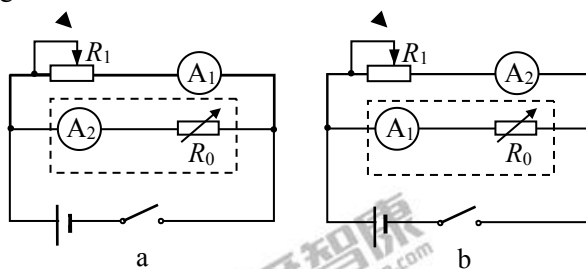
14. 在“伏安法测电阻”的实验中，待测电阻 R_x 约为 200Ω ，电压表V的内阻约为 $2k\Omega$ ，电流表A的内阻约为 1Ω ，测量电路如图甲或图乙所示，电阻测量值由公式 $R_x = \frac{U}{I}$ 计算得出，式中U与I分别为电压表和电流表的示数。若将图甲和图乙电路电阻的测量值分别记为 R_{x1} 和 R_{x2} ，则_____（选填“ R_{x1} ”或“ R_{x2} ”）更接近待测电阻的真实值；该测量值_____（选填“大于”、“等于”或“小于”）待测电阻的真实值。



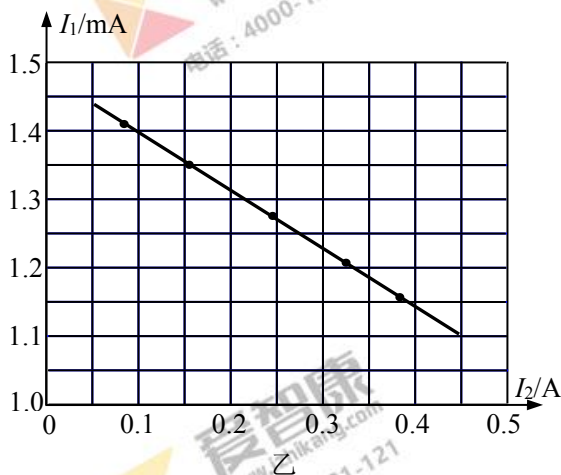
15. 在“测定电源的电动势和内电阻”的实验中，备有下列器材：

- A. 待测的干电池一节
 B. 电流表 A_1 (量程 $0 \sim 3 \text{ mA}$, 内阻 $R_{g1} = 10 \Omega$)
 C. 电流表 A_2 (量程 $0 \sim 0.6 \text{ A}$, 内阻 $R_{g2} = 0.1 \Omega$)
 D. 滑动变阻器 R_1 ($0 \sim 20 \Omega$, 1.0 A)
 E. 电阻箱 R_0 ($0 \sim 9999.9 \Omega$)
 F. 开关和若干导线

- (1) 某同学发现上述器材中没有电压表, 他想利用其中的一个电流表和电阻箱改装成一块电压表, 其量程为 $0 \sim 3 \text{ V}$, 并设计了图甲所示的 a、b 两个参考实验电路 (虚线框内为改装电压表的电路), 其中合理的是 _____ (选填“a”或“b”) 电路; 此时 R_0 的阻值应取 _____ Ω 。



- (2) 图乙为该同学根据合理电路所绘出的 I_1 - I_2 图象 (I_1 为电流表 A_1 的示数, I_2 为电流表 A_2 的示数)。根据该图线可得被测电池的电动势 $E =$ _____ V , 内阻 $r =$ _____ Ω 。

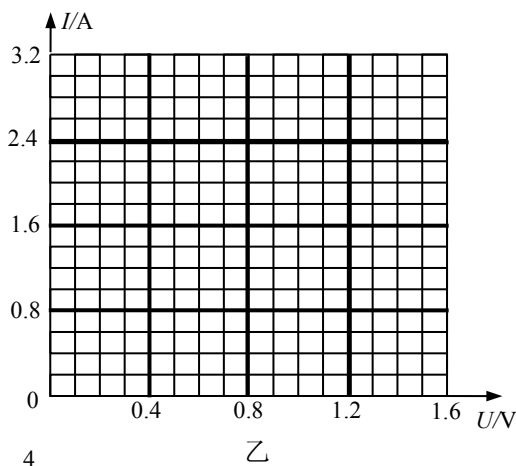
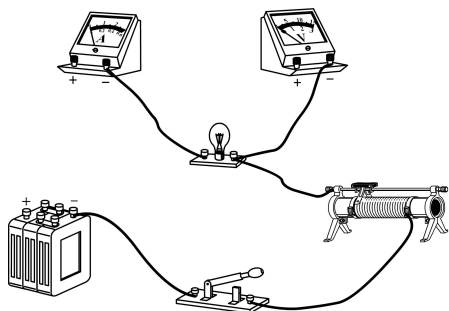


16. 在“描绘小灯泡的伏安特性曲线”的实验中, 小灯泡的规格为“ 2.0 V , 0.5 A ”。备有下列器材:

- A. 电源 E (电动势为 3.0 V , 内阻不计)
 B. 电压表 V_1 (量程 $0 \sim 3 \text{ V}$, 内阻约 $1 \text{ k}\Omega$)
 C. 电压表 V_2 (量程 $0 \sim 15 \text{ V}$, 内阻约 $4 \text{ k}\Omega$)
 D. 电流表 A_1 (量程 $0 \sim 3 \text{ A}$, 内阻约 0.1Ω)
 E. 电流表 A_2 (量程 $0 \sim 0.6 \text{ A}$, 内阻约 0.6Ω)
 F. 滑动变阻器 R_1 ($0 \sim 5 \Omega$, 3.0 A)
 G. 滑动变阻器 R_2 ($0 \sim 200 \Omega$, 1.25 A)
 H. 开关和若干导线

为了尽可能准确地描绘出小灯泡的伏安特性曲线, 请完成以下内容。

- (1) 实验中电压表应选用 _____, 电流表应选用 _____, 滑动变阻器应选用 _____ (请填写选项前对应的字母)。
 (2) 图甲是实物电路, 请你不要改动已连接的导线, 把还需要连接的导线补上。



甲

乙

- (3) 某同学完成该实验后，又找了另外两个元件，其中一个是由金属材料制成的，它的电阻随温度的升高而增大，而另一个是由半导体材料制成的，它的电阻随温度的升高而减小。他又选用了合适的电源、电表等相关器材后，对其中的一个元件进行了测试，测得通过其中的电流与加在它两端的电压数据如下表所示：

U/V	0.40	0.60	0.80	1.00	1.20	1.50	1.60
I/A	0.20	0.45	0.80	1.25	1.80	2.81	3.20

请根据表中数据在图乙中作出该元件的 $I-U$ 图线；

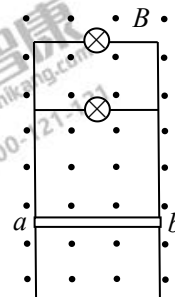
该元件可能是由_____（选填“金属”或“半导体”）材料制成的。

- (4) 在 (3) 的基础上，该同学进一步分析，如果让一节电动势为 $1.5V$ 、内阻为 0.5Ω 的干电池只对该元件供电，则该元件消耗的功率为_____W（结果保留两位有效数字）。

三、本题共5小题，共41分。解答应写出必要的文字说明、方程式和重要的演算步骤。只写出最后答案的不能得分，有数值计算的题，答案中必须明确写出数值和单位。把答案填在答题卡相应的位置。

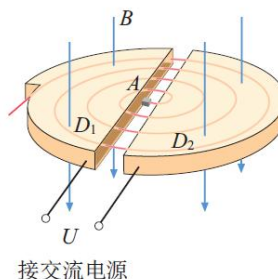
17. (6分) 如图所示，足够长的光滑导轨竖直放置，匀强磁场的磁感应强度 $B=2.0T$ ，方向垂直于导轨平面向外，导体棒 ab 长 $L=0.2m$ （与导轨的宽度相同，接触良好），其电阻 $r=1.0\Omega$ ，导轨电阻不计。当导体棒紧贴导轨匀速下滑时，两只均标有“ $3V, 1.5W$ ”字样的小灯泡恰好正常发光。求：

- (1) 通过导体棒电流的大小和方向；
- (2) 导体棒匀速运动的速度大小。



18. (6分) 如图所示，为一回旋加速器的示意图，其核心部分为处于匀强磁场中的 D 形盒，两 D 形盒之间接交流电源，并留有窄缝，离子在窄缝间的运动时间忽略不计。已知 D 形盒的半径为 R ，在 D_1 部分的中央 A 处放有离子源，离子带正电，质量为 m 、电荷量为 q ，初速度不计。若磁感应强度的大小为 B ，每次加速时的电压为 U 。忽略离子的重力等因素。求：

- (1) 加在 D 形盒间交流电源的周期 T ；
- (2) 离子在第3次通过窄缝后的运动半径 r_3 ；
- (3) 离子加速后可获得的最大动能 E_{km} 。

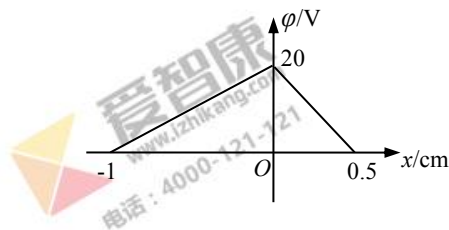


19. (8分) 反射式速调管是常用的微波器件之一，它利用电子团在电场中的振荡来产生微波，其振荡原理与下述过程类似。已知静电场的方向平行于 x 轴，其电势 φ 随 x 的分布如图所示。一质量 $m=1.0 \times 10^{-20} \text{kg}$ ，电荷量 $q=1.0 \times 10^{-9} \text{C}$ 的带负电的粒子从 $(-1, 0)$ 点由静止开始，仅在电场力作用下在 x 轴上往返运动。忽略粒子的重力等因素。求：

(1) x 轴左侧电场强度 E_1 和右侧电场强度 E_2 的大小之比 $\frac{E_1}{E_2}$ ；

(2) 该粒子运动的最大动能 E_{km} ；

(3) 该粒子运动的周期 T 。



20. (9分) 如图所示，竖直平面 MN 与纸面垂直， MN 右侧的空间存在着垂直纸面向内的匀强磁场和水平向左的匀强电场， MN 左侧的水平面光滑，右侧的水平面粗糙。质量为 m 的物体 A 静止在 MN 左侧的水平面上，已知该物体带负电，电荷量的大小为 q 。一质量为 $\frac{1}{3}m$ 的不带电的物体 B 以速度 v_0 冲向物体 A 并发生弹性碰撞，碰撞前后物体 A 的电荷量保持不变。求：

(1) 碰撞后物体 A 的速度大小 v_A ；

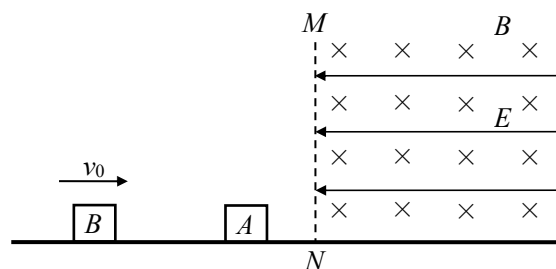
(2) 若 A 与水平面的动摩擦因数为 μ ，重力加速度的大小为 g ，磁感应强度的大小为 $B = \frac{3mg}{qv_0}$ ，

电场强度的大小为 $E = \frac{4\mu mg}{q}$ 。已知物体 A 从 MN 开始向右移动的距离为 l 时，速度增加到最

大值。求：

a. 此过程中物体 A 克服摩擦力所做的功 W ；

b. 此过程所经历的时间 t 。

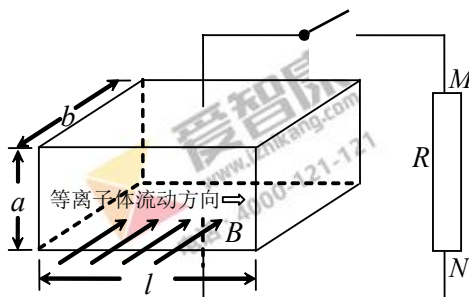


21. (12 分) 磁流体发电具有结构简单、启动快捷、环保且无需转动机械等优势。如图所示，是正处于研究阶段的磁流体发电机的简易模型图，其发电通道是一个长方体空腔，长、高、宽分别为 l 、 a 、 b ，前后两个侧面是绝缘体，上下两个侧面是电阻可忽略的导体电极，这两个电极通过开关与阻值为 R 的某种金属直导体 MN 连成闭合电路，整个发电通道处于匀强磁场中，磁感应强度的大小为 B ，方向垂直纸面向里。高温等离子体以不变的速率 v 水平向右喷入发电通道内，发电机的等效内阻为 r ，忽略等离子体的重力、相互作用力及其他因素。

(1) 求该磁流体发电机的电动势大小 E ；

(2) 当开关闭合后，整个闭合电路中就会产生恒定的电流。

- a. 要使等离子体以不变的速率 v 通过发电通道，必须有推动等离子体在发电通道内前进的作用力。如果不计其它损耗，这个推力的功率 P_T 就应该等于该发电机的总功率 P_D ，请你证明这个结论；
- b. 若以该金属直导体 MN 为研究对象，由于电场的作用，金属导体中自由电子定向运动的速率增加，但运动过程中会与导体内不动的粒子碰撞从而减速，因此自由电子定向运动的平均速率不随时间变化。设该金属导体的横截面积为 s ，电阻率为 ρ ，电子在金属导体中可认为均匀分布，每个电子的电荷量为 e 。求金属导体中每个电子所受平均阻力的大小 f 。



参考答案

一、本题共 13 小题，每小题 3 分，共 39 分。

题号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
答案	A	B	C	D	B	B	A	D	C	C	D	A	D

二、本题共 3 小题，共 20 分。

14. (4分)

R_{x1} (2分); 大于 (2分)

15. (6分)

(1) b (1分); 990 (1分)

(2) 1.48 (1.46~1.49 之间) (2 分); 0.84 (0.82~0.87 之间) (2 分)

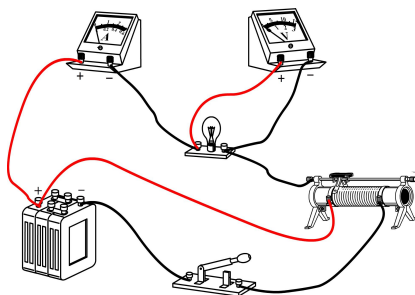
16. (10分)

(1) B (1分); E (1分); F (1分)

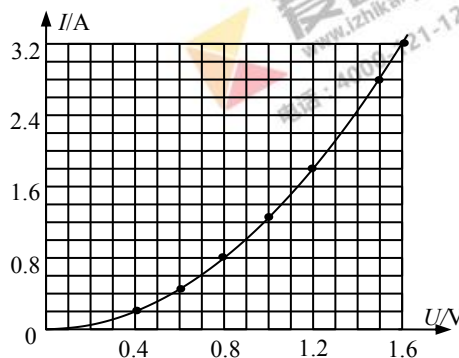
(2) 如图所示 (2分)

(3) I—U图如图所示 (2分); 半导体 (1分)

(4) 1.0 (0.98~1.1之间) (2分)



甲



乙

三、本题共 5 小题，共 41 分。解答应写出必要的文字说明、方程式和重要的演算步骤。只写出最后答案的不能得分，有数值计算的题，答案中必须明确写出数值和单位。

17. (6 分)

解：(1) 每个小灯泡中的电流为 $I_1 = \frac{P}{U} = 0.5\text{A}$

则导体棒中的电流为 $I = 2I_1 = 1.0\text{A}$

方向为 $b \rightarrow a$ (3 分)

(2) ab 产生的感应电动势 $E = U + Ir = (3 + 1 \times 1.0) \text{ V} = 4 \text{ V}$

由 $E = BLv$ 可得:

$$\text{导体棒匀速运动的速度 } v = \frac{E}{BL} = 10 \text{ m/s} \quad (3 \text{ 分})$$

18. (6 分)

解: (1) 加在 D 形盒间交流电源的周期 T 等于粒子在磁场中的运行周期。

$$\text{在磁场中洛伦兹力提供向心力, 则有: } qvB = \frac{mv^2}{r} \quad (1)$$

$$T = \frac{2\pi r}{v} \quad (2)$$

$$\text{联立(1)(2)可得: } T = \frac{2\pi m}{qB} \quad (2 \text{ 分})$$

$$(2) \text{ 设第 3 次通过窄缝后粒子的速度为 } v_3, \text{ 则有: } 3qU = \frac{1}{2}mv_3^2 \quad (3)$$

$$\text{在磁场中洛伦兹力提供向心力, 则有: } qv_3B = \frac{mv_3^2}{r_3} \quad (4)$$

$$\text{联立(3)(4)可得: } r_3 = \frac{1}{B} \sqrt{\frac{6mU}{q}} \quad (2 \text{ 分})$$

(3) 设粒子的最大速度为 v_m , 对应着粒子的最大运动半径即 R , 则有:

$$qv_m B = \frac{mv_m^2}{R} \quad (5)$$

$$E_{km} = \frac{1}{2}mv_m^2 \quad (6)$$

$$\text{联立(5)(6)可得: } E_{km} = \frac{q^2 B^2 R^2}{2m} \quad (2 \text{ 分})$$

19. (8 分)

解: (1) 由图可知:

$$\text{左侧电场强度: } E_1 = \frac{20}{1 \times 10^{-2}} \text{ V/m} = 2.0 \times 10^3 \text{ V/m} \quad (1)$$

$$\text{右侧电场强度: } E_2 = \frac{20}{0.5 \times 10^{-2}} \text{ V/m} = 4.0 \times 10^3 \text{ V/m} \quad (2)$$

$$\text{所以: } \frac{E_1}{E_2} = \frac{1}{2} \quad (2 \text{ 分})$$

(2) 粒子运动到原点时速度最大, 根据动能定理有:

$$qE_1 \cdot x = E_{km} \quad (3) \quad \text{其中 } x = 1.0 \times 10^{-2} \text{ m}$$

$$\text{联立(1)(3)并代入相关数据可得: } E_{km} = 2.0 \times 10^{-8} \text{ J} \quad (3 \text{ 分})$$

(3) 设粒子在原点左右两侧运动的时间分别为 t_1 、 t_2 , 在原点时的速度为 v_m , 由运动学公式有

$$v_m = \frac{qE_1}{m} t_1 \quad (4)$$

$$v_m = \frac{qE_2}{m} t_2 \quad (5)$$

$$E_{km} = \frac{1}{2} m v_m^2 \quad (6)$$

$$T = 2(t_1 + t_2) \quad (7)$$

联立①②④⑤⑥⑦并代入相关数据可得： $T = 3.0 \times 10^{-8} \text{ s}$ (3分)

20. (9分)

解：(1) 设 A 、 B 碰撞后的速度分别为 v_A 、 v_B ，由于 A 、 B 发生弹性碰撞，动量、动能守恒，则有：

$$\frac{1}{3} m v_0 = \frac{1}{3} m v_B + m v_A \quad (1)$$

$$\frac{1}{2} \cdot \frac{1}{3} m v_0^2 = \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{3} m v_B^2 + \frac{1}{2} m v_A^2 \quad (2)$$

联立①②可得： $v_A = \frac{1}{2} v_0$ (3分)

(2) a. A 的速度达到最大值 v_m 时合力为零，受力如图所示。

竖直方向合力为零，有： $N = q v_m B + mg$ (4)

水平方向合力为零，有： $qE = \mu N$ (5)

根据动能定理，有： $qEl - W = \frac{1}{2} m v_m^2 - \frac{1}{2} m v_A^2$ (6)

联立③④⑤⑥并代入相关数据可得： $W = 4\mu mgl - \frac{3}{8} m v_0^2$ (3分)

b. 方法一：

在此过程中，设 A 物体运动的平均速度为 \bar{v} ，根据动量定理有：

$$qEt - \mu \bar{N} t = m v_m - m v_A \quad (7)$$

$$\bar{N} = mg + q \bar{v} B \quad (8)$$

依题意有： $\bar{v} t = l$ (9)

联立③④⑤⑦⑧⑨并代入相关数据可得： $t = \frac{l}{v_0} + \frac{v_0}{6\mu g}$ (3分)

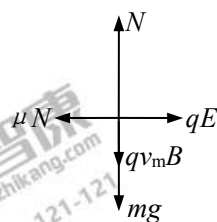
方法二：

设任意时刻 A 物体运动的速度为 v ，取一段含此时刻的极短时间 Δt ，设此段时间内速度的改变量为 Δv ，根据动量定理有：

$$\sum qE \Delta t - \sum \mu(mg + qvB) \Delta t = \sum m \Delta v \quad (7)$$

$$\text{而 } \sum v \Delta t = l \quad (8)$$

$$\sum m \Delta v = m v_m - m v_A \quad (9)$$



联立③④⑤⑦⑧⑨并代入相关数据可得： $t = \sum \Delta t = \frac{l}{v_0} + \frac{v_0}{6\mu g}$ (3分)

21. (12分)

解：(1) 当外电路断开时，极板间的电压大小等于电动势。此时，发电通道内电荷量为 q 的离子受力平衡。有：

$$qvB = q \frac{E}{a} \quad ①$$

可得： $E = Bav$ ② (3分)

(2) a. 当电键闭合，由欧姆定律可得： $I = \frac{E}{R+r}$ ③

该电流在发电通道内受到的安培力大小为： $F_A = BLa$ ④

要使等离子体做匀速直线运动，所需的推力为： $F_T = F_A$ ⑤

推力 F 的功率为： $P_T = F_T v$ ⑥

联立②③④⑤⑥可得： $P_T = \frac{B^2 a^2 v^2}{R+r}$ ⑦

闭合电路中发电机的总功率为： $P_D = IE$ ⑧

联立②③⑧可得： $P_D = \frac{B^2 a^2 v^2}{R+r}$ ⑨

由⑦⑨可得： $P_T = P_D$

可见，推力的功率 P_T 就等于该发电机的总功率 P_D 。(5分)

b. 方法一：

设金属导体 R 内电子运动的平均速率为 v_1 ，单位体积内的电子数为 n ， t 时间内有 N 个电子通过电阻的横截面，则：

$$N = v_1 t s n \quad ⑩$$

t 时间内通过横截面的电荷量为： $Q = Ne$

电流为： $I = \frac{Q}{t}$ ⑪

联立②③⑩⑪⑫式可得： $v_1 = \frac{Bav}{(R+r)nes}$ ⑫

设金属导体中的总电子数为 N_1 ，长度为 d ，由于电子在金属导体内可视为匀速直线运动，所以电场力的功率（电功率）应该等于所有电子克服阻力 f 做功的功率，即：

$$I^2 R = N_1 f v_1 \quad ⑬$$

$$N_1 = d s n \quad ⑭$$

由电阻定律得： $R = \frac{\rho S}{d}$ ⑦

联立②③⑦⑧⑨⑩式可得： $f = \frac{Bave\rho}{(R+r)s}$ (4分)

方法二：

设金属导体的长度为 d ，电阻为 R ，由电阻定律得： $R = \frac{\rho S}{d}$ ⑦

金属导体两端的电压为： $U_R = IR$ ⑧

金属导体内的电场可看作匀强电场，设场强大小为 E_0 ，则： $U_R = E_0 d$ ⑨

电子在金属导体内匀速直线运动，阻力等于电场力，则： $f = eE_0$ ⑩

联立②③⑦⑧⑨⑩式可得： $f = \frac{Bave\rho}{(R+r)s}$ (4分)

说明：

若用其他方法解答正确，给相应分数。