

海淀区高三年级第一学期期末练习

物 理

2016.1

说明：本试卷共 8 页，共 100 分。考试时长 90 分钟。考生务必将答案写在答题纸上，在试卷上作答无效。考试结束后，将本试卷和答题纸一并交回。

题号	一	二	三						总分
			13	14	15	16	17	18	
分数									

一、本题共 10 小题，每小题 3 分，共 30 分。在每小题给出的四个选项中，有的小题只有一个选项是正确的，有的小题有多个选项是正确的。全部选对的得 3 分，选不全的得 2 分，有选错或不答的得 0 分。把你认为正确的答案填涂在答题纸上。

1. 如图 1 所示，真空中有两个点电荷分别位于 M 点和 N 点，它们所带电荷量分别为 q_1 和 q_2 。已知在 M 、 N 连线上某点 P 处的电场强度为零，且 $MP=3PN$ ，则

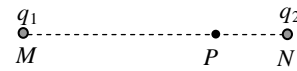


图 1

- A. $q_1=3q_2$ B. $q_1=9q_2$ C. $q_1=\frac{1}{3}q_2$ D. $q_1=\frac{1}{9}q_2$

2. 如图 2 所示，带箭头的实线表示某电场的电场线，虚线表示该电场的等势面。其中 A 、 B 、 C 三点的电场强度大小分别为 E_A 、 E_B 、 E_C ，电势分别为 φ_A 、 φ_B 、 φ_C 。关于这三点的电场强度大小和电势高低的关系，下列说法中正确的是

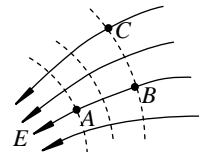


图 2

- A. $E_A=E_B$ B. $E_A>E_C$ C. $\varphi_A=\varphi_B$ D. $\varphi_B=\varphi_C$

3. 如图 3 所示，在空间直角坐标系 $Oxyz$ 中存在有沿 x 轴正方向的匀强磁场，在直角坐标系中选取如图所示的 $abc-a'b'c'$ 棱柱形空间。通过面积 S_1 ($abb'a'$ 所围的面积)、 S_2 ($acc'a'$ 所围的面积) 和 S_3 ($cbb'c'$ 所围的面积) 的磁通量分别为 Φ_1 、 Φ_2 和 Φ_3 ，则

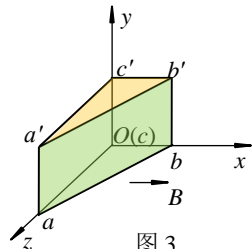


图 3

4. 在如图 4 所示电路中，电源内阻不可忽略。开关 S 闭合后，在滑动变阻器 R_2 的滑动端由 a 向 b 缓慢滑动的过程中，

- A. 电压表的示数增大，电流表的示数减小
 B. 电压表的示数减小，电流表的示数增大
 C. 电容器 C 所带电荷量减小
 D. 电容器 C 所带电荷量增大

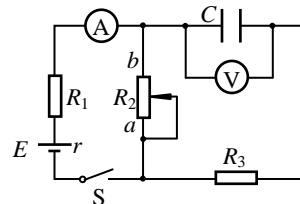


图 4

5. 如图 5 所示, 理想变压器原线圈两端的输入电压为 220V, 副线圈两端接有两只标有“12V, 24W”字样的灯泡, 当开关 S_1 和 S_2 都闭合时, 两灯泡均正常发光。下列说法中正确的是

- A. 该变压器原、副线圈的匝数之比应为 55: 3
- B. 该变压器原、副线圈的匝数之比应为 3: 55
- C. 将开关 S_1 断开, 则通过该变压器原线圈的电流将变小
- D. 将开关 S_1 断开, 则该变压器原线圈的输入功率将变小

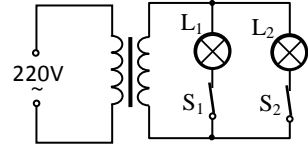


图 5

6. 图 6 是用电流传感器 (电流传感器相当于电流表, 其电阻可以忽略不计) 研究自感现象的实验电路, 电源的电动势为 E , 内阻为 r , 自感线圈 L 的自感系数足够大, 其直流电阻值大于灯泡 D 的阻值, 在 $t=0$ 时刻闭合开关 S , 经过一段时间后, 在 $t=t_1$ 时刻断开开关 S 。在图 7 所示的图象中, 可能正确表示电流传感器记录的电流随时间变化情况的是

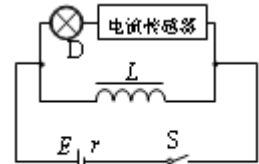


图 6

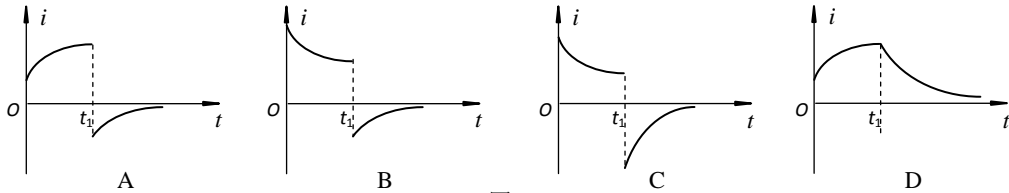


图 7

7. 如图 8 甲所示, 带缺口的刚性金属圆环在纸面内固定放置, 在圆环的缺口两端引出两根导线, 分别与两块垂直于纸面正对固定放置的平行金属板 P 、 Q 连接。圆环内有垂直于纸面变化的磁场, 变化规律如图 8 乙所示 (规定磁场方向垂直于纸面向里为正方向)。图 9 中可能正确表示 P 、 Q 两极板间电场强度 E (规定电场方向由 P 板指向 Q 板为正方向) 随时间 t 变化情况的是

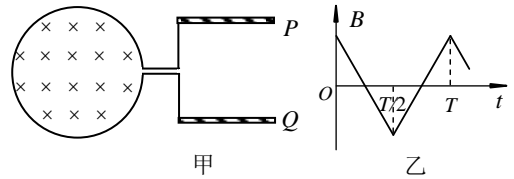


图 8

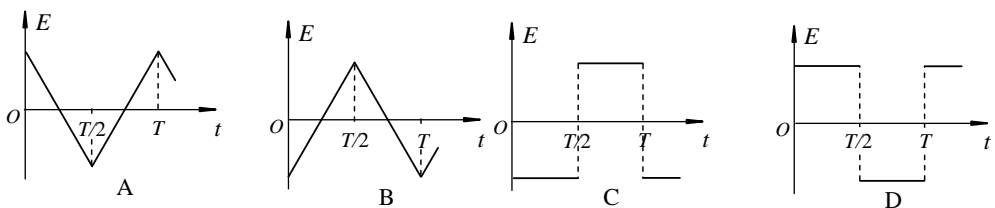


图 9

8. 如图 10 所示, 水平放置的两个正对的带电金属板 MN 、 PQ 间存在相互垂直的匀强电场和匀强磁场, 电场强度为 E , 磁感应强度为 B 。在 a 点由静止释放一带正电的微粒, 释放后微粒沿曲线 acb 运动, 到达 b 点时速度为零, c 点是曲线上离 MN 板最远的点。已知微粒的质量为 m , 电荷量为 q , 重力加速度为 g , 不计微粒所受空气阻力, 则下列说法中正确的是

- A. 微粒在 a 点时加速度方向竖直向下
- B. 微粒在 c 点时电势能最大

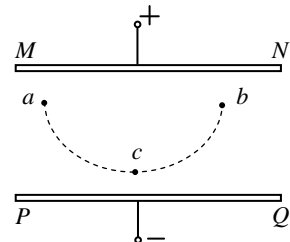


图 10

C. 微粒运动过程中的最大速率为 $\frac{mg+qE}{qB}$

D. 微粒到达 b 点后将沿原路径返回 a 点

9. 如图 11 甲所示, 在某电场中建立 x 坐标轴, A 、 B 为 x 轴上的两点, x_A 、 x_B 分别为 A 、 B 两点在 x 轴上的坐标值。一电子仅在电场力作用下沿 x 轴运动, 该电子的电势能 E_p 随其坐标 x 变化的关系如图 11 乙所示, 则下列说法中正确的是

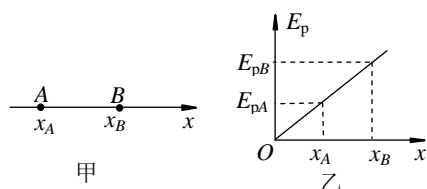


图 11

- A. 该电场一定不是孤立点电荷形成的电场
- B. A 点的电场强度小于 B 点的电场强度
- C. 电子由 A 点运动到 B 点的过程中电场力对其所做的功 $W=E_{pA}-E_{pB}$
- D. 电子在 A 点的动能小于在 B 点的动能

10. 半导体内导电的粒子—“载流子”有两种: 自由电子和空穴(空穴可视为能自由移动带正电的粒子), 以自由电子导电为主的半导体叫 N 型半导体, 以空穴导电为主的半导体叫 P 型半导体。

图 12 为检验半导体材料的类型和对材料性能进行测试的原理图, 图中一块长为 a 、宽为 b 、厚为 c 的半导体样品板放在沿 y 轴正方向的匀强磁场中, 磁感应强度大小为 B 。当有大小为 I 、沿 x 轴正方向的恒定电流通过样品板时, 会在与 z 轴垂直的两个侧面之间产生霍尔电势差 U_H , 霍尔电势差大小满足关系

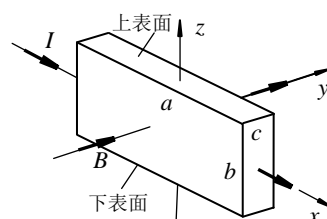


图 12

$U_H = k \frac{IB}{c}$, 其中 k 为材料的霍尔系数。若每个载流子所带电量的绝对值为 e , 下列说法中正确的是

- A. 如果上表面电势高, 则该半导体为 P 型半导体
- B. 如果上表面电势高, 则该半导体为 N 型半导体
- C. 霍尔系数较大的材料, 其内部单位体积内的载流子数目较多

D. 样品板在单位体积内参与导电的载流子数目为 $\frac{IB}{ceU_H}$

二、本题共 2 小题，共 15 分。

11. (10 分) 在描绘一个标有“6.3V 0.3A”小灯泡的伏安特性曲线的实验中，要求灯泡两端的电压由零逐渐增加到 6.3V，并便于操作。

已选用的器材有：

学生电源（电动势为 9V，内阻约 1Ω）；

电流表（量程为 0~0.6A，内阻约 0.2Ω；量程为 0~3A，内阻约 0.04Ω）；

电压表（量程为 0~3V，内阻约 3kΩ；0~15V，内阻约 15kΩ）；

开关一个、导线若干。

(1) 实验中还需要选择一个滑动变阻器，现有以下两个滑动变阻器，则应选其中的 _____（选填选项前的字母）。

A. 滑动变阻器（最大阻值 10Ω，最大允许电流 1A）

B. 滑动变阻器（最大阻值 1500Ω，最大允许电流 0.3A）

(2) 实验电路图应选用图 13 中的 _____（选填“甲”或“乙”）。

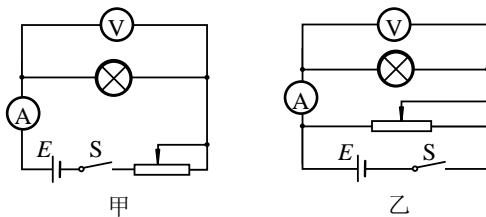


图 13

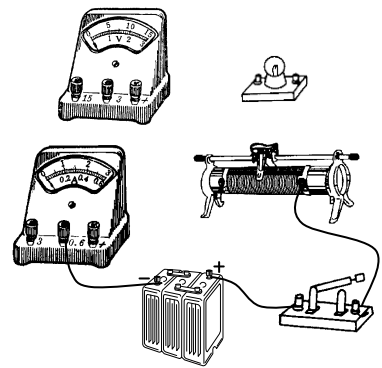


图 14

(3) 请根据 (2) 中所选的电电路图，补充完成图 14 中实物电路的连线。

(4) 接闭合关，改变滑动变阻器滑动端的位置，并记录对应的电流表示数 I 、电压表示数 U 。某次测量中电流表选择 0~0.6A 量程，电压表选择 0~15V 量程，电流表、电压表示数如图 15 所示，可知该状态下小灯泡电阻的测量值 $R_x = \frac{U}{I} =$ _____ Ω（计算结果保留两位有效数字）。

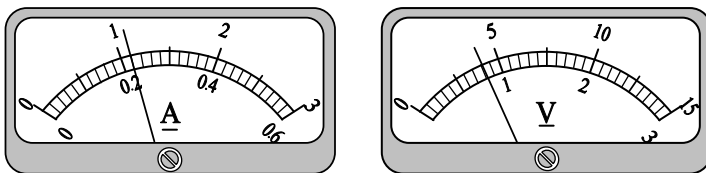


图 15

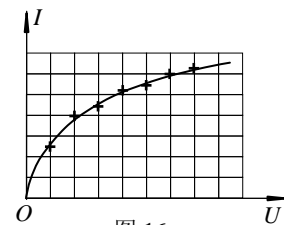


图 16

(5) 根据实验数据，画出的小灯泡 $I-U$ 图线如图 16 所示。由此可知，当小灯泡两端的电压增加时，小灯泡的电阻值将 _____（选填“变大”或“变小”）。

12. (5分) 某科技小组的同学通过查找资料动手制作了一个电池。

(1) 甲同学选用图 17 所示的电路图测量该电池的电动势和内阻。在他测量与计算无误的情况下, 他得到的电源电动势 E 的测量值比真实值偏小。 E 的测量值比真实值偏小的原因可能是_____ (选填选项前的字母) 造成的。

- A. 电压表的分流 B. 电流表的分压

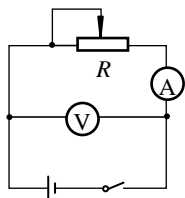


图 17

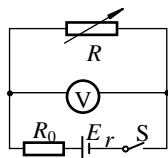


图 18

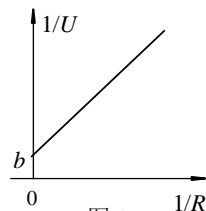


图 19

(2) 乙同学选用图 18 所示的电路图测量该电池的电动势和内阻, 其中定值电阻的阻值为 R_0 , 根据实验电路图连接好电路闭合开关, 逐次改变电阻箱接入电路中电阻的阻值 R , 读出与 R 对应的电压表的示数 U , 并作记录。根据多组实验数据绘出如图 19 所示的 $\frac{1}{U} - \frac{1}{R}$ 图象, 若已知图线的斜率为 k , 纵轴截距为 b , 则这个实验中所测电池电动势的测量值 $E =$ _____, 内阻的测量值 $r =$ _____。

三、本题包括 6 小题, 共 55 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。

13. (8分) 如图 20 所示, P 、 Q 两平行金属板间存在着平行于纸面的匀强电场和垂直纸面向外的匀强磁场, 两板间的距离为 d , 电势差为 U ; 金属板下方存在一有水平边界、方向垂直纸面向外的匀强磁场, 磁感应强度为 B 。电荷量为 q 的带正电的粒子, 以速度 v 垂直于电场和磁场匀速通过 P 、 Q 两金属板间, 并沿垂直磁场方向进入金属板下方的磁场, 做半径为 R 的匀速圆周运动。不计两极板电场的边缘效应及粒子所受的重力。求:

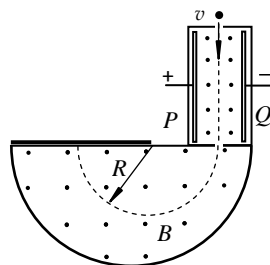


图 20

- (1) P 、 Q 两金属板间匀强电场场强 E 的大小;
- (2) P 、 Q 两金属板间匀强磁场磁感应强度 B_0 的大小;
- (3) 粒子的质量 m 。

14. (8分) 如图 21 所示, 真空中有平行正对金属板 A 、 B , 它们分别接在输出电压恒为 $U=91V$ 的电源两端, 金属板长 $L=10cm$ 、两金属板间的距离 $d=3.2cm$, A 、 B 两板间的电场可以视为匀强电场。现使一电子从两金属板左侧中间以 $v_0=2.0 \times 10^7 m/s$ 的速度垂直于电场方向进入电场, 然后从两金属板右侧射出。已知电子的质量 $m=0.91 \times 10^{-30} kg$, 电荷量 $e=1.6 \times 10^{-19} C$, 两极板电场的边缘效应及电子所受的重力均可忽略不计。求: (计算结果保留两位有效数字)

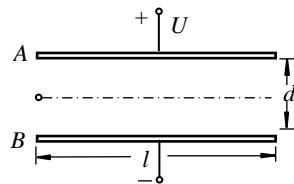
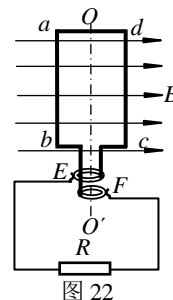


图 21

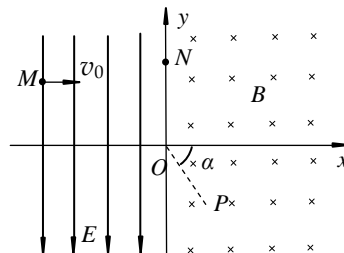
- (1) 电子在电场中运动的加速度 a 的大小;
- (2) 电子射出电场时在沿电场线方向上的侧移量 y ;
- (3) 从电子进入电场到离开电场的过程中, 其动量增量的大小。

15. (9分) 如图 22 所示, 交流发电机的矩形金属线圈 $abcd$ 的边长 $ab=cd=50\text{cm}$, $bc=ad=30\text{cm}$, 匝数 $n=100$, 线圈的总电阻 $r=10\Omega$, 线圈位于磁感应强度 $B=0.050\text{T}$ 的匀强磁场中, 线圈平面与磁场方向平行。线圈的两个末端分别与两个彼此绝缘的铜环 E 、 F (集流环) 焊接在一起, 并通过电刷与阻值 $R=90\Omega$ 的定值电阻连接。现使线圈绕过 bc 和 ad 边中点、且垂直于磁场的转轴 OO' 以角速度 $\omega=400\text{rad/s}$ 匀速转动。电路中其他电阻以及线圈的自感系数均可忽略不计。求:



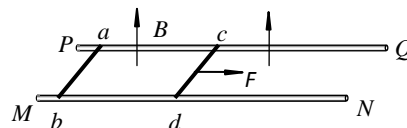
- (1) 线圈中感应电流的最大值;
- (2) 线圈转动过程中电阻 R 的发热功率;
- (3) 从线圈经过图示位置开始计时, 经过 $\frac{1}{4}$ 周期时间通过电阻 R 的电荷量。

16. (10分) 在科学研究中, 可以通过施加适当的电场和磁场来实现对带电粒子运动的控制。如图 23 所示, 某时刻在 xOy 平面内的第 II、III 象限中施加沿 y 轴负方向、电场强度为 E 的匀强电场, 在第 I、IV 象限中施加垂直于 xOy 坐标平面向里、磁感应强度为 B 的匀强磁场。一质量为 m , 电荷量为 q 的带正电的粒子从 M 点以速度 v_0 沿垂直于 y 轴方向射入该匀强电场中, 粒子仅在电场力作用下运动到坐标原点 O 且沿 OP 方向进入第 IV 象限。在粒子到达坐标原点 O 时撤去匀强电场 (不计撤去电场对磁场及带电粒子运动的影响), 粒子经过原点 O 进入匀强磁场中, 并仅在磁场力作用下, 运动一段时间从 y 轴上的 N 点射出磁场。已知 OP 与 x 轴正方向夹角 $\alpha=60^\circ$, 带电粒子所受重力及空气阻力均可忽略不计, 求:



- (1) M 、 O 两点间的电势差 U ;
- (2) 坐标原点 O 与 N 点之间的距离 d ;
- (3) 粒子从 M 点运动到 N 点的总时间 t 。

17. (10分) 如图 24 所示, PQ 和 MN 是固定于水平面内间距 $L=1.0\text{m}$ 的平行金属轨道, 轨道足够长, 其电阻可忽略不计。两相同的金属棒 ab 、 cd 放在轨道上, 运动过程中始终与轨道垂直, 且接触良好, 它们与轨道形成闭合回路。已知每根金属棒的质量 $m=0.20\text{kg}$, 每根金属棒位于两轨道之间部分的电阻值 $R=1.0\Omega$; 金属棒与轨道间的动摩擦因数 $\mu=0.20$, 且与轨道间的最大静摩擦力等于滑动摩擦力。整个装置处在竖直向上、磁感应强度 $B=0.40\text{T}$ 的匀强磁场中。取重力加速度 $g=10\text{m/s}^2$ 。



- (1) 在 $t=0$ 时刻, 用垂直于金属棒的水平力 F 向右拉金属棒 cd , 使其从静止开始沿轨道以 $a=5.0\text{m/s}^2$ 的加速度做匀加速直线运动, 求金属棒 cd 运动多长时间金属棒 ab 开始运动;
- (2) 若用一个适当的水平外力 F' 向右拉金属棒 cd , 使其达到速度 $v_1=20\text{m/s}$ 沿轨道匀速运动时, 金属棒 ab 也恰好以恒定速度沿轨道运动。求:
 - ① 金属棒 ab 沿轨道运动的速度大小;
 - ② 水平外力 F' 的功率。

18. (10 分) 如图 25 甲为科技小组的同学们设计的一种静电除尘装置示意图, 其主要结构有一长为 L 、宽为 b 、高为 d 的矩形通道, 其前、后板使用绝缘材料, 上、下板使用金属材料。图 25 乙是该主要结构的截面图, 上、下两板与输出电压可调的高压直流电源(内阻可忽略不计)相连。质量为 m 、电荷量大小为 q 的分布均匀的带负电的尘埃无初速度地进入 A 、 B 两极板间的加速电场。已知 A 、 B 两极板间加速电压为 U_0 , 尘埃加速后全都获得相同的水平速度, 此时单位体积内的尘埃数为 n 。尘埃被加速后进入矩形通道, 当尘埃碰到下极板后其所带电荷被中和, 同时尘埃被收集。通过调整高压直流电源的输出电压 U 可以改变收集效率 η (被收集尘埃的数量与进入矩形通道尘埃的数量的比值)。尘埃所受的重力、空气阻力及尘埃之间的相互作用均可忽略不计。在该装置处于稳定工作状态时:

- (1) 求在较短的一段时间 Δt 内, A 、 B 两极板间加速电场对尘埃所做的功;
- (2) 若所有进入通道的尘埃都被收集, 求通过高压直流电源的电流;
- (3) 请推导出收集效率 η 随电压直流电源输出电压 U 变化的函数关系式。

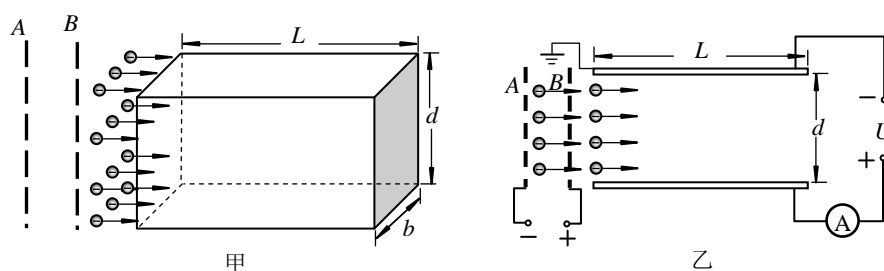


图 25

海淀区高三年级第一学期期末练习参考答案及评分标准

物 理

2016.1

一、本题共 10 小题，每小题 3 分，共 30 分。在每小题给出的四个选项中，有的小题只有一个选项是符合题意的，有的小题有多个选项是符合题意的。全部选对的得 3 分，选不全的得 2 分，有选错或不答的得 0 分。

题号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
答案	B	BD	AC	BC	ACD	B	D	A	AC	AD

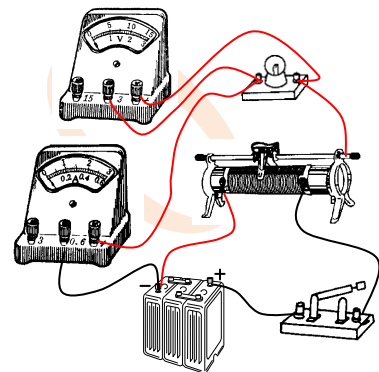
二、本题共 2 小题，共 15 分。

11. (10 分)

- (1) A (2 分); (2) 乙 (2 分);
 (3) 如答图 1 所示 (2 分); 量程选择 0~15V 同样得分
 (4) 18 (2 分); (5) 变大 (2 分)

12. (5 分)

- (1) A (2 分) (2) $\frac{1}{b}$ (2 分); $\frac{k}{b} - R_0$ (1 分)



答图 1

三、本题包括 6 小题，共 55 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。

说明：计算题提供的参考解答，不一定是惟一正确的。对于那些与此解答不同的正确解答，同样得分。

13. (8 分)

- (1) 根据匀强强度和电势差的关系有： $E = \frac{U}{d}$ (2 分)
 (2) 因为粒子匀速通过 P 、 Q 两金属板间，则有： $qvB_0 = qE = \frac{qU}{d}$ (2 分)

解得： $B_0 = \frac{U}{vd}$ (1 分)

(3) 粒子进入下方的匀强磁场做匀速圆周运动，洛伦兹力提供向心力，

根据牛顿第二定律有： $qvB = \frac{mv^2}{R}$ (2 分)

可得： $m = \frac{BqR}{v}$ (1 分)

14. (8 分)

(1) 设金属板 A 、 B 间的电场强度为 E ，则 $E = \frac{U}{d}$

根据牛顿第二定律有： $Ee = ma$ (2 分)

解得： $a = 5.0 \times 10^{14} \text{m/s}^2$ (1 分)

(2) 电子以速度 v_0 进入金属板 A 、 B 间，在垂直于电场方向做匀速直线运动，沿电场方向做初速度为零的匀加速直线运动。

电子在电场中运动的时间为 $t = \frac{L}{v_0}$ (1分)

电子射出电场时在沿电场线方向的侧移量 $y = \frac{1}{2}at^2$ (1分)

解得: $y = 0.63\text{cm}$ (1分)

(3) 设电子从进入电场到离开电场时间 $t = \frac{L}{v_0}$ 内, 其动量的改变量的大小为 Δp ,

根据动量定理有: $\frac{eUt}{d} = \Delta p$ (1分)

解得: $\Delta p = 2.3 \times 10^{-24} \text{kg}\cdot\text{m/s}$ (1分)

15. (9分)

(1) 线圈产生感应电动势的最大值 $E_m = nB\omega ab \times bc = 300\text{V}$ (1分)

根据闭合电路欧姆定律可知, 线圈中感应电流的最大值 $I_m = \frac{E_m}{R+r}$ (1分)

解得: $I_m = 3.0\text{A}$ (1分)

(2) 通过电阻 R 的电流的有效值 $I = \frac{I_m}{\sqrt{2}}$ (1分)

线圈转动过程中电阻 R 的热功率 $P = I^2 R$ (1分)

解得: $P = 405\text{W}$ (1分)

(3) 根据法拉第电磁感应定律有: $\bar{E} = n \frac{\Delta\phi}{\Delta t} = n \frac{B\Delta S}{\Delta t}$ (1分)

根据闭合电路欧姆定律有: $\bar{I} = \frac{\bar{E}}{R+r} = \frac{nB\Delta S}{(R+r)\Delta t}$ (1分)

解得: $q = \bar{I}\Delta t = 7.5 \times 10^{-3} \text{C}$ (1分)

16. (10分)

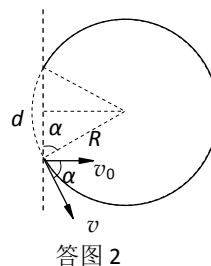
(1) 设粒子经过 O 点的速度为 v , 则 $\cos\alpha = \frac{v_0}{v}$ (1分)

对于电子经过电场的过程, 根据动能定理有: $qU = \frac{1}{2}mv^2 - \frac{1}{2}mv_0^2$ (1分)

解得: $U = \frac{3mv_0^2}{2q}$ (1分)

(2) 设粒子在磁场中做匀速圆周运动的半径为 R , 运动轨迹如答图 2 所示。

洛伦兹力提供向心力, 根据牛顿第二定律有: $qvB = \frac{mv^2}{R}$ (1分)



答图 2

解得： $R = \frac{2mv_0}{qB}$ (1分)

根据几何关系可知， O 与 N 之间的距离 $d = R = \frac{2mv_0}{qB}$ (1分)

(3) 设粒子在电场中从 M 点运动至 O 点所用时为 t_1 ，
根据牛顿第二定律可知：粒子在电场中的加速度 $a = \frac{qE}{m}$ (1分)

粒子通过 O 点时竖直方向速度 $v_y = \sqrt{3}v_0$ ，根据运动学公式有： $v_y = at_1$

解得： $t_1 = \frac{\sqrt{3}mv_0}{qE}$ (1分)

设粒子在磁场中从 O 点运动至 N 点用时为 t_2 ，粒子在磁场中运动的周期 $T = \frac{2\pi R}{v}$

$t_2 = \frac{2\pi - \alpha}{2\pi} T = \frac{5\pi m}{3qB}$ (1分)

解得：粒子从 M 点运动到 N 点的总时间 $t = t_1 + t_2 = \frac{\sqrt{3}mv_0}{qE} + \frac{5\pi m}{3qB}$ (1分)

17. (10分)

(1) 设金属棒 cd 运动 t 时间金属棒 ab 开始运动，
根据运动学公式可知：此时金属棒 cd 的速度 $v = at$

金属棒 cd 产生的电动势 $E_1 = BLv$ ，通过金属棒的电流 $I_1 = \frac{E_1}{2R} = \frac{BLat}{2R}$... (1分)

金属棒 ab 所受安培力 $F_{A1} = BI_1L = \frac{B^2L^2at}{2R}$ (1分)

金属棒 ab 开始运动时刻， $F_{A1} = \mu mg$ (1分)

解得： $t = 1.0s$ (1分)

(2) ① 设金属棒 cd 以速度 $v_1 = 20m/s$ 沿轨道匀速运动时，金属棒 ab 沿轨道匀速运动的速度大小为 v_2 。

此时通过 ab 、 cd 两金属棒的电流 $I_2 = \frac{E_2}{2R} = \frac{BL(v_1 - v_2)}{2R}$ (1分)

金属棒 ab 所受安培力 $F_{A2} = BI_2L = \frac{B^2L^2(v_1 - v_2)}{2R} = \mu mg$ (1分)

解得： $v_2 = 15m/s$ (1分)

② 以金属棒 cd 为研究对象，其所受水平外力 F' 、滑动摩擦力 F_f 以及安培力 F_{A3} 三个力

的合力为零。即： $F' - F_{A3} - F_f = 0$ ；其中 $F_{A3} = F_{A2}$ (1分)

$$F_f = \mu mg \dots\dots\dots (1分)$$

解得：水平外力 F' 的功率 $P = F'v_1 = 16W$ (1分)

18. (10分)

(1) 设电荷经过极板 B 的速度大小为 v_0 ，对于一个尘埃通过加速电场过程中，加速电场所做的功 $W_0 = qU_0$ (1分)

在 Δt 时间内从加速电场出来的尘埃总体积是 $V = bdv_0\Delta t$ ，

其中的尘埃的总个数 $N_{\text{总}} = nV = n(bdv_0\Delta t)$ ，..... (1分)

故 A 、 B 两极板间的加速电场对尘埃所做的功 $W = N_{\text{总}} qU_0 = n(bdv_0\Delta t) qU_0$

对于一个尘埃通过加速电场过程，根据动能定理有 $qU_0 = \frac{1}{2}mv_0^2$

$$\text{解得： } W = N_{\text{总}} qU_0 = nbd\Delta tqU_0 \sqrt{\frac{2qU_0}{m}} \dots\dots\dots (1分)$$

(2) 若所有进入矩形通道的尘埃都被收集，则 Δt 时间内碰到下极板的尘埃的总电荷量 $\Delta Q = N_{\text{总}} q = nq(bdv_0\Delta t)$ (1分)

通过高压直流电源的电流 $I = \frac{\Delta Q}{\Delta t} = nqbv_0$ (1分)

$$\text{解得： } I = nqbv_0 \sqrt{\frac{2qU_0}{m}} \dots\dots\dots (1分)$$

(3) 对某一尘埃，其在高压直流电源形成的电场中运动时，在垂直电场方向做速度为 v_0 的匀速直线运动，在沿电场方向做初速度为 0 的匀加速直线运动。

根据运动学公式有：垂直电场方向位移 $x = v_0t$ ，沿电场方向位移 $y = \frac{1}{2}at^2$

$$\text{根据牛顿第二定律有： } a = \frac{F}{m} = \frac{qE}{m} = \frac{qU}{md}$$

距下板 y 处的尘埃恰好到达下板的右端边缘，则 $x = L$ ，..... (1分)

$$\text{解得： } y = \frac{L^2 U}{4dU_0} \dots\dots\dots (1分)$$

若 $y < d$ ，即 $\frac{L^2 U}{4dU_0} < d$ ，则收集效率 $\eta = \frac{y}{d} = \frac{L^2 U}{4d^2 U_0}$ ($U < \frac{4U_0 d^2}{L^2}$)..... (1分)

若 $y \geq d$ 则所有的尘埃都到达下极板，收集效率 $\eta = 100\%$ ($U \geq \frac{4U_0 d^2}{L^2}$)..... (1分)