海淀区 2023—2024 学年第一学期期末练习

高三物理

2024. 01

本试卷共8页，100分。考试时长90分钟。考生务必将答案答在答题纸上，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。

第一部分

本部分共 10 题，每题 3 分，共 30 分。在每题给出的四个选项中，有的题只有一个选项是正确的，有的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。把正确的答案填涂在答题纸上。

1. 图 1 中实线表示某静电场的电场线，虚线表示该电场的等势面。A、B 两点的电场强度大小分别为 E_A、E_B，电势分别为 φ_A、φ_B。下列说法正确的是

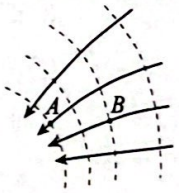


图 1

A. $E_A < E_B$

B. $E_A > E_B$

C. $\varphi_A < \varphi_B$

D. $\varphi_A > \varphi_B$

2. 将一个不带电的空腔导体放入匀强电场中，达到静电平衡时，导体外部电场线分布如图 2 所示。W 为导体壳壁，A、B 为空腔内两点。下列说法正确的是

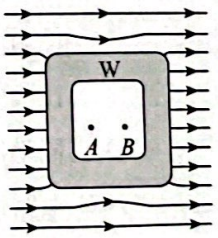


图 2

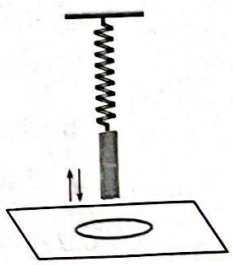
A. 导体壳壁 W 的外表面和内表面感应出等量的异种电荷

B. 空腔导体上的感应电荷在 B 点产生的场强为零

C. 空腔内的电场强度为零

D. 空腔内 A 点的电势高于 B 点的电势

3. 如图 3 所示，弹簧上端固定，下端悬挂一个磁铁，在磁铁正下方有一个固定在水平桌面上的闭合铜质线圈。将磁铁竖直向下拉至某一位置后放开，磁铁开始上下振动。下列说法正确的是


图 3

A. 磁铁振动过程中，线圈中电流的方向保持不变

B. 磁铁振动过程中，线圈对桌面的压力始终大于线圈的重力

C. 磁铁振动过程中，弹簧和磁铁组成系统的机械能一直减小

D. 磁铁靠近线圈时，线圈有收缩的趋势

4. 在竖直方向的匀强磁场中，水平放置一个 100 匝、面积为 0.01m^2 的圆形导体线圈。规定线圈中电流和磁场的正方向如图 4 甲所示。磁感应强度 B 随时间 t 按图 4 乙变化，下列说法正确的是

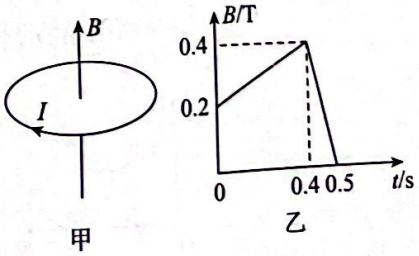


图 4

A. 0~0.4s 内线圈中的感应电流方向为正

B. 0.4~0.5s 内线圈中的感应电流在轴线处的磁场方向向下

C. 0.4~0.5s 内线圈中的感应电动势大小为 4V

D. 0~0.4s 内与 0.4~0.5s 内线圈中的感应电流大小之比为 1：8

5. 图 5 是街头变压器通过降压给用户供电的示意图。变压器的输入电压是市区电网的电压，负载变化时输入电压不会有大的波动。输出电压通过输电线输送给用户，输电线的总电阻用 R_0 表示，变阻器 R 代表用户用电器的总电阻，当用电器增加时，相当于 R 的阻值减小。如果变压器上的能量损失可以忽略，当用户的用电器增加时，下列说法正确的是

A．电压表 V_1 的示数减小

B．电压表 V_2 的示数增大

C．电流表 A_1 的示数减小

D．电流表 A_2 的示数增大

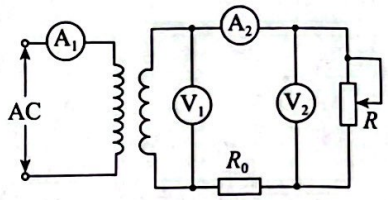


图 5

6. 某同学用如图 6 所示的电路，借助电流传感器研究不同元件通电时的电流变化情况，实验室提供的元件有小灯泡、定值电阻、电感线圈和电容器。t_0 时刻闭合开关 S，测得通过不同元件的电流随时间变化的图像如图 7 所示，下列说法正确的是

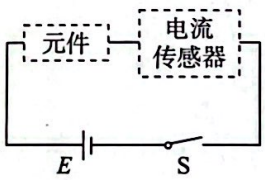


图 6

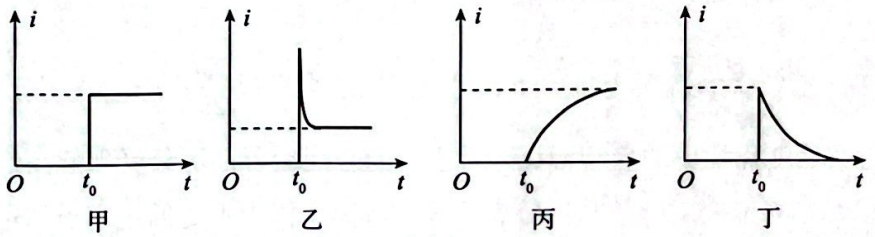


图 7

A．图甲对应的元件为小灯泡

B．图乙对应的元件为定值电阻

C．图丙对应的元件为电感线圈

D．图丁对应的元件为电容器

7. 有甲、乙两个电源，其路端电压 U 与通过电源的电流 I 的关系图像如图 8 所示。将一个 6Ω 的定值电阻分别与甲、乙电源的两极相接，下列说法正确的是

A．接电源乙时，路端电压较大

B．接电源甲时，电路的总功率较大

C．接电源甲时，定值电阻消耗的功率较大

D．接电源乙时，电源的效率较高

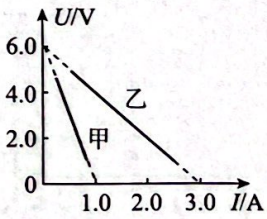


图 8

8. 某静电场的电势 φ 在 x 轴上的分布如图 9 所示，B、C 是 x 轴上关于坐标原点 O 对称的两点。一个带负电的粒子仅在电场力作用下，以 O 点为中心、沿 x 轴方向在 B、C 两点间做周期性往复运动。下列说法正确的是

A．从 B 运动到 C 的过程中，电场力先做正功，后做负功

B．从 B 运动到 O 的过程中，粒子的加速度先减小后增大

C．粒子在 O 点的电势能最小

D．粒子的运动是简谐运动

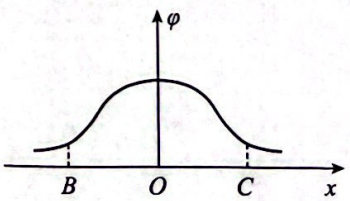


图 9

9. 如图 10 所示，两平行极板水平放置，两板间有垂直纸面向里的匀强磁场和竖直向下的匀强电场，磁场的磁感应强度为 B。一束质量均为 m、电荷量均为 $+q$ 的粒子，以不同速率沿着两板中轴线 PQ 方向进入板间后，速率为 v 的甲粒子恰好做匀速直线运动；速率为 $\frac{v}{2}$ 的乙粒子在板间的运动轨迹如图 10 中曲线所示，A 为乙粒子第一次到达轨迹最低点的位置，乙粒子全程速率在 $\frac{v}{2}$ 和 $\frac{3v}{2}$ 之间变化。研究一般的曲线运动时，可将曲线分割成许多很短的小段，这样质点在每一小段的运动都可以看作圆周运动的一部分，采用圆周运动的分析方法来处理。不计粒子受到的重力及粒子间的相互作用，下列说法正确的是

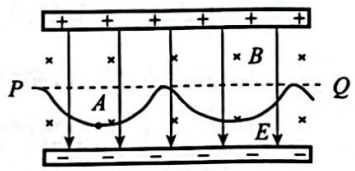


图 10

A．两板间电场强度的大小为 vB

B．乙粒子从进入板间运动至 A 位置的过程中，在水平方向上做加速运动

C．乙粒子偏离中轴线的最远距离为 $\frac{mv}{2qB}$

D．乙粒子的运动轨迹在 A 处对应圆周的半径为 $\frac{9mv}{2qB}$

10. 核聚变需要的温度很高，地球上没有任何容器能够经受如此高的温度，但可以利用磁场来约束参与聚变反应的高温等离子体。等离子体由大量的正离子和电子组成，是良好的导体。图 11 甲是一种设计方案：变压器的原线圈通过开关与充电后的高压电容器相连（图中未画出），充入等离子体热核燃料的环形反应室作为变压器的副线圈。从环形反应室中取一小段（可看作圆柱体）来研究，如图 11 乙所示。闭合开关，高压电容器放电，等离子体会定向运动形成如图 11 乙所示的电流，产生类似通电直导线周围的磁场，不但圆柱体外有磁场，而且圆柱体内也有绕行方向相同的磁场。下列说法正确的是

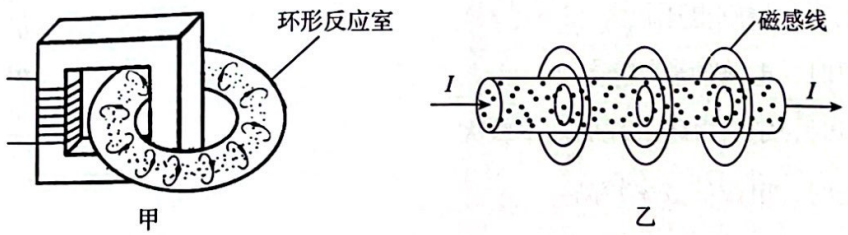


图 11

A．闭合开关，环形反应室中会产生电场

B．本装置能实现对等离子体的加热作用，是由于洛伦兹力做了功

C．从左向右看，图 11 乙中圆柱体外的磁感线沿逆时针方向

D．图 11 乙所示圆柱体内，正离子、电子由于定向移动受到的洛伦兹力都指向圆柱体的内部

第二部分

本部分共 8 题，共 70 分。

11.（11 分）甲、乙两同学分别通过如下实验研究测量电阻的不同实验方案。

（1）甲同学用图 12 所示电路测量阻值约为 6Ω 的电阻 R_1，可选用的器材有：

A．电压表（量程 0~3V，内阻约 3kΩ）

B．电流表（量程 0~3A，内阻约 0.02Ω）

C．电流表（量程 0~0.6A，内阻约 0.1Ω）

D．滑动变阻器（0~5Ω）

E．滑动变阻器（0~200Ω）

F．电源（电动势为 4.5V）及开关和导线若干

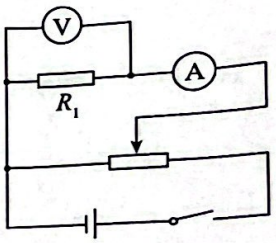


图 12

①为了调节方便、测量准确，实验中电流表应选择_____，滑动变阻器应选择_____。（选填实验器材前的字母）

②请用笔画线表示导线，在图 13 中完成电路连接。

③若只考虑电流表和电压表内阻的影响，关于本实验的误差分析，下列说法正确的是_____。

A．电阻的测量值大于真实值，属于偶然误差

B．电阻的测量值小于真实值，属于偶然误差

C．电阻的测量值大于真实值，属于系统误差

D．电阻的测量值小于真实值，属于系统误差

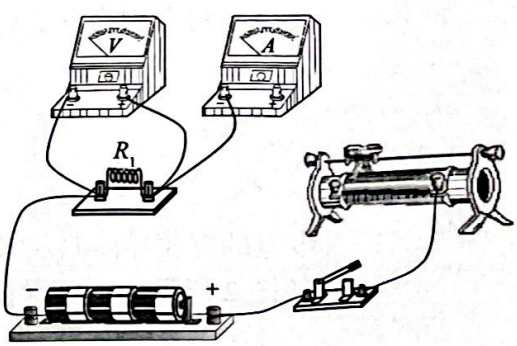


图 13

（2）乙同学用图 14 所示电路测量另一个电阻 R_2。

①电路连好后，闭合开关，无论如何移动滑动变阻器的滑片，发现电压表有示数且几乎不变，电流表始终没有示数。若电路中仅有一处故障，则可能的故障是_____。

A．滑动变阻器短路

B．滑动变阻器断路

C．待测电阻 R_2 与电流表 A 之间的导线断路

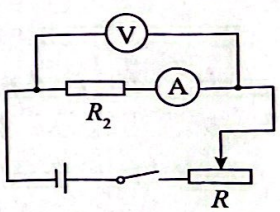


图 14

②故障解决后，乙同学研究电压表示数 U 和滑动变阻器连入电路中阻值 R 的关系。若待测电阻、电流表内阻、电压表内阻、电源电动势和内阻都保持不变，图 15 中可以正确反映 U-R 关系的示意图是_____。

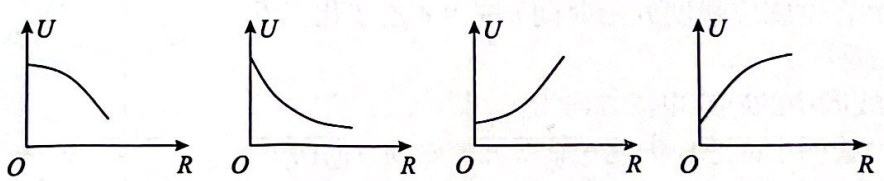


图 15

12.（4分）图16所示为“观察电容器的充、放电现象”的实验电路，其中E为电源，C为电容器，R为定值电阻，S为单刀双掷开关，电流表A的零刻线在中央。

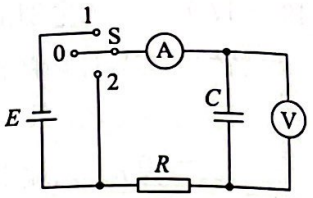


图16

（1）开关S接1时，给电容器充电；开关接2时，电容器对电阻R放电。下列说法正确的是_____。

A．充电过程中，电压表示数先迅速增大，然后逐渐增大并稳定在某一数值

B．充电过程中，电流表示数先迅速增大，然后逐渐增大并稳定在某一数值

C．放电过程中，电压表的示数均匀减小至零

D．放电过程中，电流表中的电流方向从左到右

（2）用上述电路还可以粗测电容器的电容：开关S接1，给电容器充电；一段时间后开关S接0，记下此瞬间电压表的示数，并以此时为计时起点，利用手机的秒表功能，电压表示数U每减小1V或0.5V记录一次对应的时间t。

实验中，所用电压表的量程为15V，内阻为15kΩ。实验数据所对应的点已描绘在图17所示的U–t图中，则可知该电容器的电容值约是_____μF。

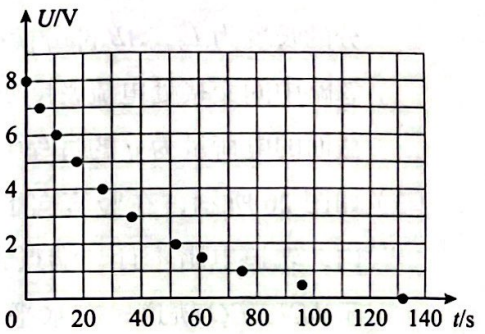


图17

13.（8分）如图18所示，质量为m、电荷量为q的粒子，从容器A下方的小孔S_1飘入S_1、S_2之间的加速电场，其初速度可视为0，加速后经小孔S_3以速度v沿与磁场垂直的方向进入磁感应强度为B的匀强磁场中，最后垂直打到照相底片上的D点。不计粒子所受的重力，求：

（1）加速电场的电势差U。

（2）S_3到D点的距离L。

（3）粒子在磁场中运动的时间t。

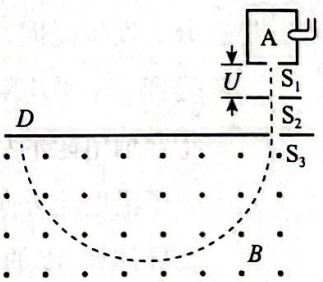


图18

14.（8分）图19为小型旋转电枢式交流发电机的原理图，其矩形线圈$abcd$在匀强磁场中绕垂直于磁场方向的固定轴OO'匀速转动，转动角速度$\omega=50\text{rad/s}$，线圈的匝数$n=100$、总电阻$r=10\Omega$，线圈围成的面积$S=0.1\text{m}^2$。线圈两端经集流环与电阻R连接，电阻$R=90\Omega$，交流电压表可视为理想电表。已知磁场的磁感应强度$B=0.2\text{T}$，图示位置矩形线圈和磁感线平行。

（1）从图示位置开始计时，写出通过矩形线圈的磁通量Φ随时间t变化的关系式。

（2）求电路中交流电压表的示数U。（取$\sqrt{2}=1.4$）

（3）线圈由图示位置转过90°的过程中，求通过电阻R的电荷量q。

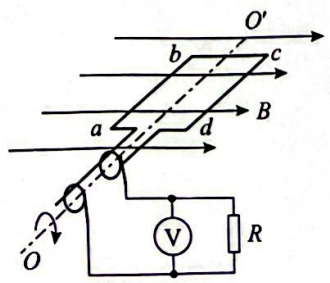


图19

15.（8分）近年来，垂直起降作为一种可重复使用火箭的技术得到了大力发展。某同学设计了一个具有电磁缓冲功能的火箭模型，结构示意图如图20所示。闭合矩形线圈 $abcd$ 固定在主体下部，线圈的总电阻为 R，匝数为 n，ab 边长为 L。模型外侧安装有由高强度绝缘材料制成的缓冲槽，槽中有垂直于线圈平面、磁感应强度为 B 的匀强磁场。假设模型以速度 v_0 与地面碰撞后，缓冲槽立即停止，此后主体在线圈与缓冲槽内磁场的作用下减速，从而实现缓冲。已知主体与线圈总质量为 m，重力加速度为 g，不计摩擦和空气阻力。

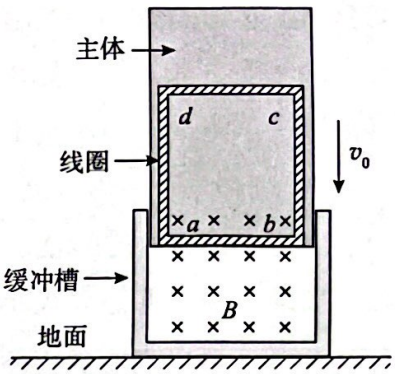


图20

（1）求线圈中感应电流的最大值并说明 ab 边中电流的方向。

（2）当主体减速下落的加速度大小为 $\frac{g}{2}$ 时，求线圈中的发热功率 P。

（3）已知缓冲槽停止后主体下落距离为 h 时，主体速度减为 $\frac{v_0}{2}$，此时主体和缓冲槽未相碰。求该过程中线圈产生的热量 Q。

16.（9分）比较是一种重要的学习方法，通过比较可以加深对知识的理解。电场和磁场有相似的地方，也有很多的不同。

（1）电场的基本性质是对放入其中的电荷有力的作用，磁场的基本性质是对放入其中的磁体、通电导线和运动电荷有力的作用。请写出电场强度和磁感应强度的定义式。

（2）电荷在电场和磁场中受力的特点不同，导致电荷运动性质不同。如图21所示，M、N 是一对平行金属板，板长为 L，板间距离为 d。一带电粒子从 M、N 左侧中央以平行于极板的速度 v_0 射入。若仅在 M、N 板加恒定电压，则粒子恰好从 M 板右侧边沿以速率 v_1 射出，其运动时间为 t_1；若仅在 M、N 板间加垂直纸面的匀强磁场，则粒子恰好从 N 板右侧边沿以速率 v_2 射出，其运动时间为 t_2。不计粒子受到的重力。

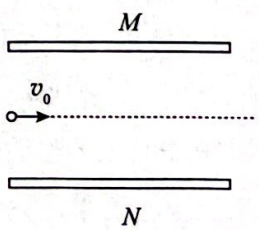


图21

①可知 t_1_____t_2，v_1_____v_2。（选填“大于”“小于”或“等于”）

②若 M、N 板间同时存在上述电场和磁场，请通过计算说明该带电粒子能否在 M、N 板间做匀速直线运动。

（**注意**：解题过程中需要用到、但题目没有给出的物理量，要在解题时做必要的说明）

17.（10 分）核电站正常工作时，使液态金属钠在核反应堆内外循环流动，可把核裂变释放的能量传输出去，用于发电。某校综合实践小组设计了一个项目：通过安培力驱动输送液态钠的装置。图 22 所示是输送液态钠的绝缘管道，液态钠的电阻率为 ρ（不计温度、压力对电阻率的影响），正方形管道截面的边长为 a，在输送管道上有驱动模块和测量模块。驱动模块：在管道上长为 L 的部分施加垂直于管道、磁感应强度为 B_1 的匀强磁场，在管道的上下两侧分别安装电极，并通以大小为 I 的电流。测量模块：在管道的上下两端安装电极 M、N，M、N 两极连接由电压表（图中未画出）改装的流量计（单位时间通过管道横截面的液体体积叫做流量），施加垂直于管道、磁感应强度为 B_2 的匀强磁场。当装置工作时，液态钠充满管道并沿管道匀速流动。

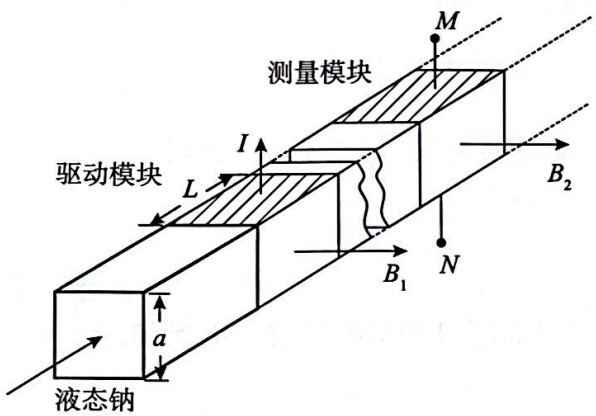


图 22

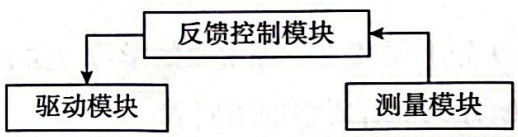


图 23

（1）关于测量模块

①比较 M 和 N 端电势的高低。

②推导流量 Q 和 M、N 两端电压 U 的关系式。

（2）关于驱动模块

①求由安培力产生的压强 p。

②当流量计示数为 Q 时，求驱动模块需要输入的电功率 $P_{入}$。

（3）关于反馈控制模块

如图 23 所示，在驱动模块和测量模块之间还有反馈控制模块，当测得的流量异常时，反馈模块会通过调整驱动模块实现矫正。已知液态钠在流动过程中所受阻力与其流动方向相反，大小正比于流动的速率，比例系数为 k。当流量计示数大于正常值时，请分析说明在驱动模块结构确定的情况下可采取哪些措施。

18.（12 分）接入电源的导体内存在恒定电场，其性质与静电场相同，电流的形成及电路的基本特性都与导体内的恒定电场有关。

（1）如图 24 所示，圆柱形长直金属导体，横截面积为 S，电阻率为 ρ，两端电压恒定，内部有分布均匀的电流。证明：导体内电场强度 E 的大小与电流 I 的关系为 $E=\rho\frac{I}{S}$。

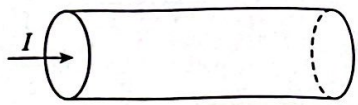


图 24

（2）上式中，$\frac{I}{S}$ 描述导体内电流的分布情况，定义为“电流密度”，用字母 j 表示，即 $j=\frac{I}{S}$。

如图 25 所示，一段电阻率为 ρ、粗细不均匀的导体两端电压恒定，AB 部分的长度为 L_1，其内部电流密度为 j，BC 部分的长度为 L_2，AB 部分横截面积是 BC 部分横截面积的 2 倍，忽略中间交接处电流密度变化的影响。求：在通过 AB 左端横截面的电荷量为 q 的过程中，整段导体消耗的电能 W。

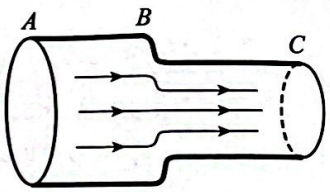


图 25

（3）如图 26 所示，在竖直向下的匀强磁场中，两根平行金属轨道 MN、PQ 固定在水平面内，轨道电阻不计，端点 M、P 间接有一个金属材质的定值电阻。金属导体棒 ab 垂直于 MN、PQ 轨道，在水平外力的作用下向右匀速运动。运动过程中，导体棒与轨道接触良好，且始终保持与轨道垂直。金属内的自由电子在定向运动中会与金属离子（即金属原子失去电子后的剩余部分）发生碰撞，对每个电子而言，其效果可等效为受到一个平均阻力。已知电子的电量为 e。

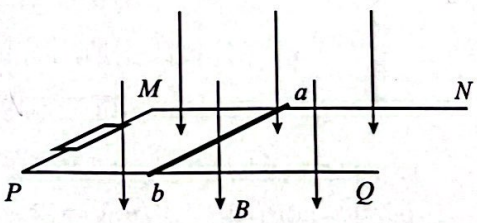


图 26

①定值电阻的材质的电阻率为 ρ_1，求当其内部电流密度为 j_1 时，定值电阻内一个自由电子沿电流方向所受平均阻力的大小 f_1。

②导体棒 ab 的电阻率为 ρ_2，求当其内部电流密度为 j_2 时，导体棒内一个自由电子沿电流方向所受平均阻力的大小 f_2。

（**注意**：解题过程中需要用到、但题目没有给出的物理量，要在解题时做必要的说明）