



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

- A. $E_A < E_B$
- B. $E_A > E_B$
- C. $\varphi_A < \varphi_B$
- D. $\varphi_A > \varphi_B$

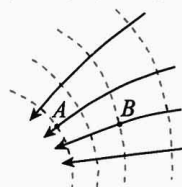


图 1

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

- 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

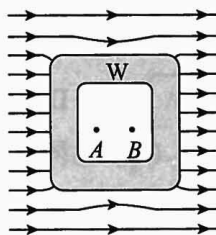


图 2

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

- 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

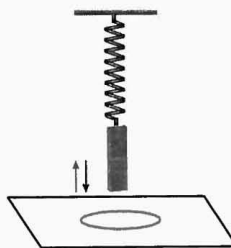
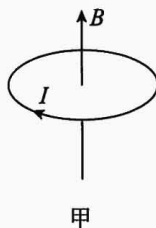


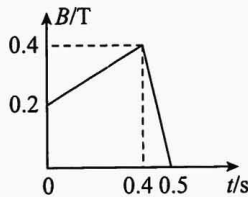
图 3

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

- 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



甲



乙

图 4



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

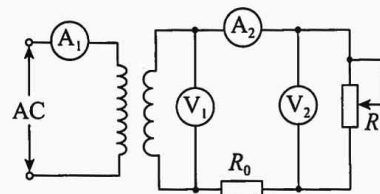


图 5

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

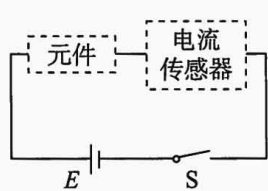


图 6

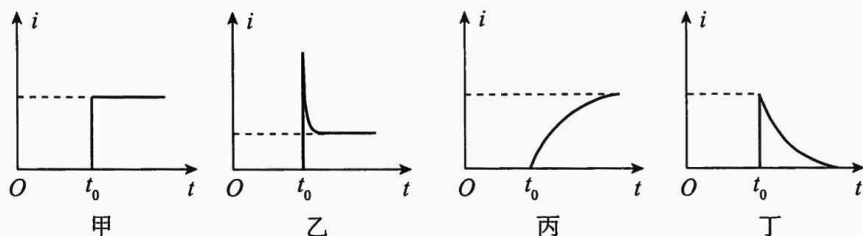


图 7

- 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

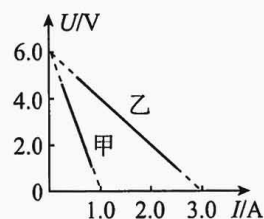


图 8

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

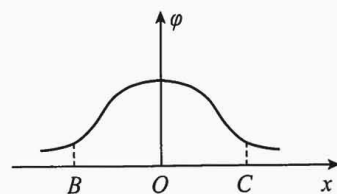


图 9



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

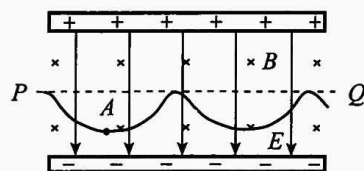


图 10

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

- 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

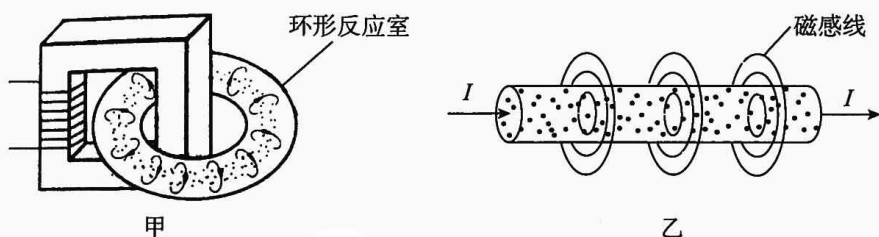


图 11

- 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 $0\sim 3V$ ，内阻约 $3k\Omega$ ）
- B. 电流表（量程 $0\sim 3A$ ，内阻约 0.02Ω ）
- C. 电流表（量程 $0\sim 0.6A$ ，内阻约 0.1Ω ）
- D. 滑动变阻器（ $0\sim 5\Omega$ ）
- E. 滑动变阻器（ $0\sim 200\Omega$ ）
- F. 电源（电动势为 $4.5V$ ）及开关和导线若干

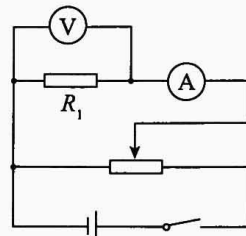


图 12

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

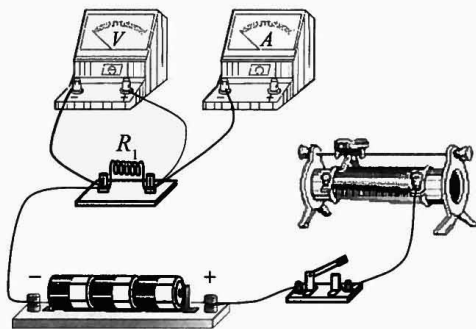


图 13

(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

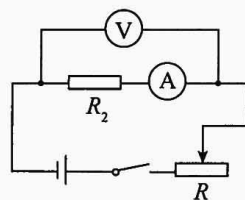


图 14

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_____。

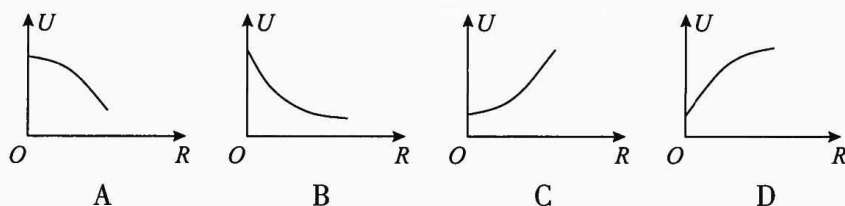


图 15



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。

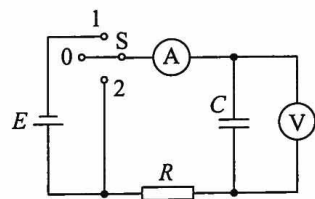


图 16

- (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 。

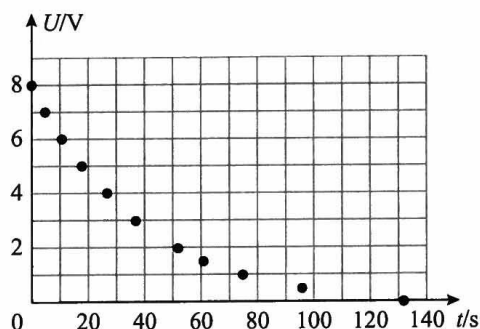


图 17

实验中, 所用电压表的量程为 15V, 内阻为 $15\text{k}\Omega$ 。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 。

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:

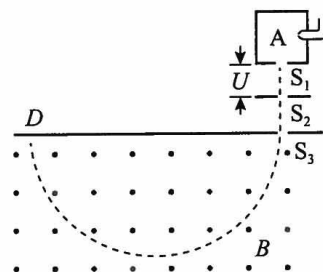


图 18

- (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 。

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。

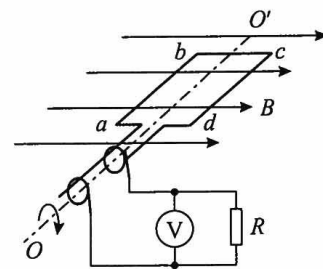


图 19

- (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 。



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。

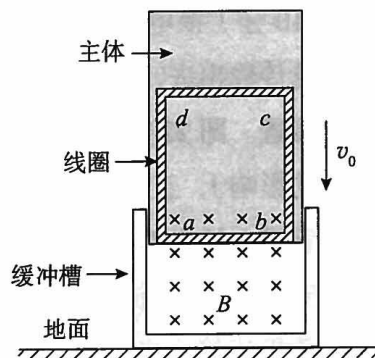


图 20

- (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。

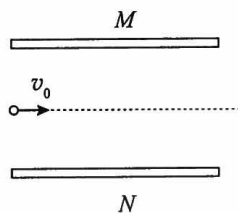


图 21

- 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。

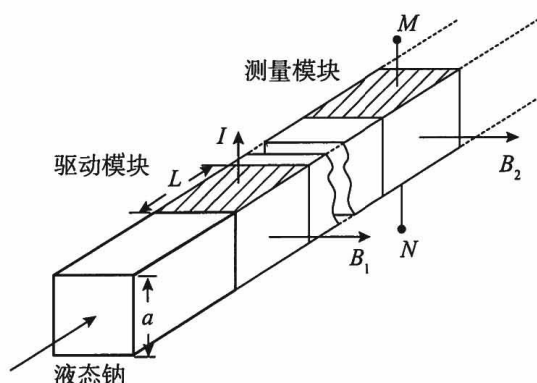


图 22

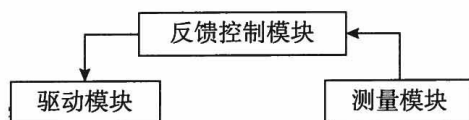


图 23

(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 $P_{\text{入}}$ 。

(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

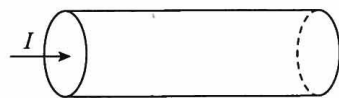


图 24

体内电场强度 E 的大小与电流 I 的关系为 $E = \rho \frac{I}{S}$ 。

- (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 。

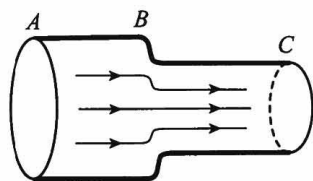


图 25

- (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过程中会与金属离子 (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 。

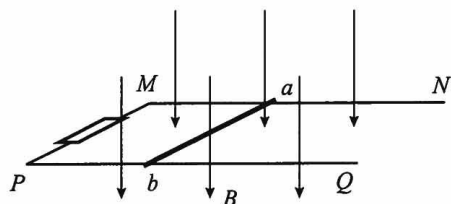


图 26

- 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)



海淀区2023—2024学年第一学期期末练习参考答案及评分标准

高三物理

2024.01

第一部分共 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符合题意的，有的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	BC	C	CD	ACD	D	CD	AD	AC	ABD	AD

第二部分共 8 题，共 70 分。

11. (1) ①C, D (2 分)

②见图 1 (2 分)

③D (2 分)

(2) ① C (2 分)

② B (3 分)

12. (1) AD (2 分)

(2) 2300 (2000~2600) (2 分)

13. (8 分)

解：(1) 根据动能定理有

$$qU = \frac{1}{2}mv^2 - 0$$

$$\text{解得 } U = \frac{mv^2}{2q}$$

(2) 设粒子在磁场做匀速圆周运动的半径为 R ，根据牛顿第二定律有 $qvB = \frac{mv^2}{R}$

$$\text{解得 } R = \frac{mv}{qB}$$

$$S_3 \text{ 到 } D \text{ 点的距离 } L = 2R, \text{ 解得 } L = 2 \frac{mv}{qB}$$

$$(3) \text{ 粒子在磁场中运动的周期为 } T = \frac{2\pi R}{v} = \frac{2\pi m}{qB}$$

$$\text{粒子在磁场中运动的时间 } t = \frac{T}{2}, \text{ 解得 } t = \frac{\pi m}{qB}$$

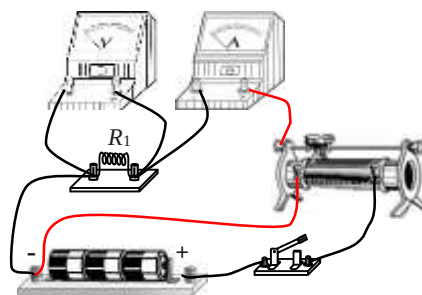


图 1



14. (8 分)

解: (1) 从图示位置开始计时, 矩形线圈的磁通量 $\Phi = \Phi_m \sin \omega t$, 其中 $\Phi_m = BS$

$$\text{磁通量 } \Phi = BS \sin \omega t = 0.02 \sin 50t \text{ Wb}$$

(2) 线圈产生感应电动势的最大值 $E_m = nBS\omega$

$$\text{根据闭合电路欧姆定律有 } U_m = \frac{R}{R+r} E_m$$

$$\text{有效值 } U = \frac{U_m}{\sqrt{2}}$$

$$\text{解得 } U = 45\sqrt{2} = 63 \text{ V}$$

(3) 根据电流的定义, 通过电阻 R 的电荷量 $q = \bar{I} \Delta t$

$$\text{根据闭合电路欧姆定律 } \bar{I} = \frac{\bar{E}}{R+r}, \text{ 法拉第电磁感应定律 } \bar{E} = n \frac{\Delta \Phi}{\Delta t}$$

$$\text{可得 } q = \frac{n \Delta \Phi}{R+r}$$

线圈由图示位置转过 90° 的过程中磁通量变化量为 $\Delta \Phi = BS - 0$

$$\text{解得 } q = 0.02 \text{ C}$$

15. (8 分)

解: (1) 线圈中感应电动势的最大值 $E_m = nBLv_0$

$$\text{线圈中感应电流的最大值 } I_m = \frac{nBLv_0}{R}, \text{ 方向由 } a \text{ 向 } b。$$

(2) 设主体加速度大小为 $\frac{g}{2}$ 时线圈中的感应电流为 I , 线圈受到的安培力 $F = nBIL$

$$\text{对火箭主体, 根据牛顿第二定律有 } F - mg = \frac{mg}{2}$$

$$\text{解得 } I = \frac{3mg}{2nBL}$$

$$\text{线圈中的发热功率 } P = I^2 R = \left(\frac{3mg}{2nBL} \right)^2 R$$

(3) 主体减速过程中, 根据动能定理有 $mgh + W_A = \frac{1}{2}mv^2 - \frac{1}{2}mv_0^2$

线圈中产生的热量 $Q = |W_A|$

$$\text{解得 } Q = mgh + \frac{3}{8}mv_0^2$$



16. (9 分)

解: (1) 电场强度定义 $E = \frac{F}{q}$; 磁感应强度定义 $B = \frac{F}{IL}$

(2) ① 小于 大于

② 设平行金属板 M 、 N 长度为 L , 间距为 d , 其间的电场强度为 E , 磁感应强度为 B , 带电粒子质量为 m , 电荷量为 q , 初速度为 v_0 。

当 MN 间只有电场时, 粒子做匀变速曲线运动, 有

初速度方向: $L = v_0 t_1$

电场力方向: $\frac{d}{2} = \frac{1}{2} a t_1^2$

且 $a = \frac{qE}{m}$

综合上述 3 式可求得 $qE = \frac{mdv_0^2}{L^2}$

当 MN 间只有磁场时, 粒子做匀速圆周运动, 其运动半径为 R , 如图所示,

有 $R^2 = (R - \frac{d}{2})^2 + L^2$, 解得 $R = \frac{L^2 + \frac{d^2}{4}}{d}$

又根据洛伦兹力充当向心力, 有 $qv_0 B = \frac{mv_0^2}{R}$

结合上述两式可求得 $qv_0 B = \frac{mdv_0^2}{L^2 + \frac{d^2}{4}}$

比较 qE 和 $qv_0 B$ 可知, $qE > qv_0 B$, 因而若 M 、 N 板间同时存在上述电场和磁场, 带电粒子不能做匀速直线运动, 而是做变速曲线运动。

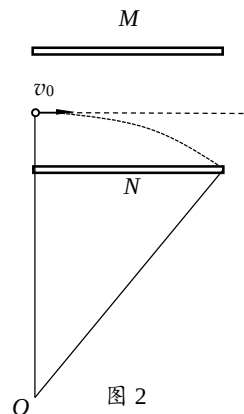


图 2



17. (10 分)

解：(1) ①根据左手定则，可知正离子受到的洛伦兹力指向管道下侧，正离子向下侧集聚，因此， N 端电势高。

$$\textcircled{2} M、N \text{ 两端电压 } U = B_2 av$$

$$\text{流量 } Q = a^2 v$$

$$\text{解得 } Q = \frac{a}{B_2} U$$

$$(2) \textcircled{1} \text{ 压力 } F = F_{\text{安}} = B_1 I a$$

$$\text{压强 } p = \frac{F}{a^2} = \frac{B_1 I}{a}$$

$$\textcircled{2} \text{ 动力功率 } P_1 = pQ = \frac{B_1 IQ}{a}$$

$$\text{热功率 } P_2 = I^2 R$$

$$\text{电阻 } R = \rho \frac{a}{aL} = \frac{\rho}{L}$$

$$\text{可得 } P_2 = \frac{I^2 \rho}{L}$$

$$\text{输入功率 } P_{\lambda} = P_1 + P_2 = \frac{B_1 IQ}{a} + \frac{I^2 \rho}{L}$$

$$(3) \text{ 液态钠沿管道匀速运动，有 } F_{\text{安}} = f_{\text{阻}} = kv$$

$$\text{流量 } Q = a^2 v$$

$$F_{\text{安}} = B_1 I a$$

$$\text{可得 } Q = \frac{B_1 I a^3}{k}$$

要减小流量，可以减小电流 I ，或减小磁场 B_1 。



18. (12 分)

解: (1) 设导体两端的电压为 U , 导体长为 L

$$\text{根据欧姆定律 } R = \frac{U}{I} = \rho \frac{L}{S}, \text{ 场强 } E = \frac{U}{L}$$

$$\text{联立得 } E = \rho \frac{I}{S}$$

(2) 通过导体的恒定电流 AB 段场强 $E_{AB} = \rho j$

$$AB \text{ 段电压 } U_{AB} = E_{AB} L_1 = \rho j L_1$$

流经两段的电流相同, AB 段截面积是 BC 段截面积的 2 倍, 因此 BC 段的场强

$$E_{BC} = 2E_{AB}$$

$$BC \text{ 段电压 } U_{BC} = E_{BC} L_2 = 2\rho j L_2$$

$$\text{整段导体的电压 } U = U_{AB} + U_{BC} = \rho j (L_1 + 2L_2)$$

$$\text{整段导体消耗的电能为恒定电场做功, } W = Uq = \rho j q (L_1 + 2L_2)$$

(3) ①, 由上问知, M 、 P 间的金属材质的定值电阻内的电场强度 $E_1 = \rho_1 j_1$, 电子在移动过程中受力平衡, 有 $f_1 = E_1 e = \rho_1 j_1 e$

② 设 ab 的长度为 L 、横截面积为 S 、电阻为 r 、两端的电压为 U (路端电压)、运动速率为 v , 磁感应强度为 B

$$\text{电子匀速运动, 有 } evB = f_2 + \frac{U}{L} e, \text{ 即 } f_2 L = BLv \cdot e - Ue = Ir \cdot e$$

$$\text{得 } f_2 = \frac{Ir}{L} e = \frac{j_2 S \cdot \rho_2 \frac{L}{S}}{L} e = \rho_2 j_2 e$$