

期末考试复习题

第五章

1. 求无限长直导线对长为 dl 、与导线平行的距离为 d 的电流元的作用力，假设导线与电流元中电流分别为 I_1, I_2 。
2. 求无限长直线电流 I ，在距离为 r_0 处一点 P 的磁场。
3. 求半径为 a 的圆形电流 I ，在轴线上距离为 x 的 P 点的磁场。
4. 求通有电流 I 的载流螺线管轴线上的磁场，螺线管单位长度上的匝数为 n 。
5. 一载有电流 I 的导线弯成抛物线状，焦点到顶点的距离为 a ，求焦点处的磁感应强度。
6. 一载有电流 I 的导线弯成椭圆状，半长轴、半短轴长分别为 a, b ，求焦点 F 处的磁感应强度。
7. 电流均匀地通过无限长的平面导体薄板，电流面密度为 i ，求两边的磁感应强度。
8. 求无限长螺线管内外的磁感应强度。设电流强度为 I ，单位长度的匝数为 n 。
9. 求螺线管末端的磁场径向分量，设螺线管半径为 R ，单位长度的匝数为 n ，电流为 I 。
10. 一同轴电缆，中心是半径为 a 的圆柱形导线，外部是由内半径为 b ，外半径为 c 的圆筒，内外导体电流相向流动，电流强度为 I ，求各个区域的磁感应强度。
11. 环形螺线管，内外半径分别为 a 和 b ，通有电流 I ，总匝数为 N ，求环内外的磁感应强度。
12. 在半径为 a 的圆柱形长直导线中挖有一个半径为 b 的空管部分 ($a > b$)，两轴平行，相距为 d ，当电流仍均匀分布在管的截面上求电流为 I 时，求：(1) 两个轴上的 B_1 ；(2) 求空管内的 B_2 。
13. 求均匀磁场 B_0 的磁矢势。
14. 求均匀无限长载流直导线产生的磁矢势，电流强度为 I_0 。
15. 求任意电流环在远离该环的任意一点 P 处产生的磁感应强度。

第六章

1. 半径为 R 的无限长圆柱面上沿轴向通有电流 I ，电流均匀分布，求一段长为 l 的半圆柱面上的面电流所受的力。
2. 计算均匀磁化介质球的磁化电流在轴线上所产生的磁场。
3. 若螺绕环内充满磁介质，磁化场的磁感应强度为 B_0 ，磁化强度为 M ，求磁感应强度 B 。

4. 在外磁场中的超导体，平衡后超导体内部的磁感应强度处处为零，超导体表面外侧的磁感应强度与表面平行，其中有一超导平板，位于 $z = 0$ 处，在 $z = h$ 处有一质量为 m 、半径为 r 、环心在 z 轴上、环平面为水平面的匀质金属圆环，且 $r \gg h$ 。在圆环内通以稳恒电流，刚好使圆环漂浮在 $z = h$ 。求：(1) 圆环中的电流强度；(2) 若使圆环保持水平，从平衡位置稍稍偏上或偏下，圆环将上、下振动，试求振动周期 T 。
5. 一圆环装磁介质与一无限长的直载流导线共轴，设磁介质的磁导率为 μ ，长直导线内的电流强度为 I ，求介质内外空间的磁感应强度的分布和介质表面的磁化电流。
6. 两同轴导体圆柱面通有反向的电流，两柱面间从 $R_1 \sim R_2$ 充满相对磁导率为 μ_1 的磁介质，从 $R_2 \sim R_3$ 充满相对磁导率为 μ_2 的磁介质，从 $R_3 \sim R_4$ 充满相对磁导率为 μ_3 的磁介质，求各区域的 B 。
7. 半径为 R_1 和 R_2 的导体构成同轴电缆。通一电流 I ，内充四种介质，各占 $\frac{1}{4}$ 。求介质内的 B 和 H 及磁化面电流分布。
8. 一无限大薄金属板上均匀地分布着电流，其面电流密度为 i_0 ，在金属板的两侧各紧贴一相对介电常数为 μ_{r1} 和 μ_{r2} 的无限长（有限厚度）的均匀介质板，试分别求两介质板内的磁场强度和两介质表面上的极化面电流密度。
9. * 一铁芯沿轴线插入一螺线管中，铁芯由两节拼凑而成，求两节之间的吸引力，设单位长度的匝数为 n ，电流强度为 I ，铁芯截面积为 S ，相对磁导率为 μ_r 。
10. * 一理想超导平面上方的真空中有一圆载流线圈，线圈平面与导体平面平行，相距为 d ，电流强度为 I ，线圈半径为 a ，求圆线圈所受的作用力 ($d \gg a$)。

第七章

1. 一个小磁铁质量为 m ，从一个空心的金属圆筒中掉下去，小磁铁几乎匀速下落，速度为 v 。金属圆筒的电阻为 R ，求圆筒上的感应电动势。
2. 半径为 R 和 r ，相距为 Z 的同轴平面线圈 a 和 b ，若 $R \gg r$ ， $Z \gg R$ ，在 b 中有电流 I ，线圈 a 沿 z 轴以 v 向上运动，求 a 中的 \mathcal{E} 。
3. 均匀带电圆盘，半径为 R ，总电量为 q ，以角速度 $\omega(t) = \alpha t$ 转动， α 为常数，求远处的涡旋电场。
4. 一半径为 R 的无限长载流螺线管中的电流随时间作线性变化，即 $\frac{dI}{dt} = k$ ，求：(1) 管内外的涡旋电场 $E_{\text{旋}}$ ；(2) 求管内一导体，长为 L ，离 O 点距离为 h 的感应电动势；(3) 求该导体两端的电压。
5. 长为 L 的轻质细杆可以绕中点转动，在杆的两端各有质量为 m ，电量为 q 的小球。细杆放在两个圆形电磁铁之间，磁极直径为 d ，磁场均匀分布并从 B_0 减弱到零，求消去磁场后杆具有的角速度。

6. 一个薄的圆柱形带电导体壳长为 l , 半径为 a , $l \gg a$, 壳表面的电荷密度为 σ , 此圆柱壳以 $\omega = kt$ 的角速度绕其中心轴转动, 其中 $k > 0$ 为常数, 忽略边缘效应, 求圆柱体内外的涡旋电场。

7. 一导体盘的半径为 a , 厚度为 d , 电导率为 σ , 将其放在相对盘轴 z 对称的磁场 B 中:

$$B = \begin{cases} B_0(t)\hat{z}, & 0 \leq r \leq R \\ 0, & r > R \end{cases}, \quad R < a$$

(1) 确定空间的感应电场;

(2) 确定导体盘的电流密度;

(3) 求盘耗散的总功率。

8. 在均匀磁场中电子在垂直于磁场的平面上做运动, 磁感应强度缓慢地随时间变化, 当磁场增加到原来的 3 倍时, 电子的轨道半径变化为多少倍?

9. 如图两个同心共面的圆线圈半径分别为 a, b ($a < b$), 其中 b 中通有电流 I , 设 b 中电流产生的磁场在 a 中近似为常数, 求: (1) 互感系数 M ; (2) 若 $I_a = I_0 \sin \omega t$, 则 \mathcal{E}_b 是多少?

10. 在横截面积为 S , 长为 l 的螺线管上, 重叠绕制两组线圈, 匝数为 N_1, N_2 , 求互感。

11. 一无限长直导线载有电流 I , 旁边有一个与它共面的圆线圈, 圆线圈半径为 R , 载有电流为 I_2 , 圆心到直导线的距离为 l , 求两者的互感系数。

12. 计算同轴电缆的自感, 内圆柱是实心的。

第八章

1. 一电容 C 蓄有电量 Q_0 , 在 $t = 0$ 时刻接通开关 K , 经自感为 L 的线圈放电, 求: (1) L 内的磁场能量第一次等于 C 内电场能量的时刻 t ; (2) L 内磁场能量第二次达到极大值的时刻 t_2 。

2. 一个同轴电缆, 中心半径为 a 的实心导线, 外部是内半径为 b , 外半径为 c 的导体圆筒, 内外导体之间充满相对磁导率为 μ_r 的介质, 电流在内外筒中等大反向且均匀分布, 求该电缆单位长度上的电感。

3. 一同轴电缆由半径为 a 的长直导线和半径为 b 的薄圆筒构成, 两者之间充满介电常数为 ϵ , 磁导率为 μ 的介质, 两者之间加一负载和电源时, 证明当

$$R = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{\mu}{\epsilon}} \ln \frac{b}{a}$$

时导线与圆筒间的电场能量等于磁场能量。

4. 求两块无限大载流平面单位面积上的作用力。电流面密度为 K , 方向相反。

5. 计算无限长直导线, 通有直流电 I_1 , 矩形电流环通有电流 I_2 , 尺寸如图, 求两者之间的作用力。

第九章

1. 对于一个给定的交流电源来说，它的电动势和内阻都是一定的，设它的内阻为

$$\tilde{Z}_i = X + jY$$

试证明：当负载的阻抗 $\tilde{Z} = \tilde{Z}_i^*$ ($z^* = \bar{z}$) 时，电源送到负载上的功率为最大。

第十章

1. 一无限长直螺线管，横截面的半径为 R ，单位长度的匝数为 n ，当导线中载有交流电流

$$I = I_0 \sin \omega t$$

试求管内外的位移电流密度。

2. 研究平行板电容器在充放电过程中，磁场与传导电流、位移电流的关系。
3. 一平行板电容器，由两个半径为 r 的圆板构成，中间距离 d ($d \ll r$)，两个极板分别带 $+Q_0$ 和 $-Q_0$ 的电荷，在 $t = 0$ 时刻，用电阻为 R (R 很大) 的导线把两个极板从中间接通，任一时刻两极板之间的电场保持均匀，且电感可以忽略。计算：(1) 极板间电荷随时间的变化；(2) 极板半径为 a 处的圆环总电流；(3) 两极板之间的磁场。
4. 细直导线中间被截去一段长度为 l 的小段。导线中通有低频交流电 $I(t)$ ，取一圆形环路，没有传导电流流过该环路，现计算位移电流。
5. 证明在给定的初始条件下，Maxwell 方程组的解是唯一的。
6. 半径为 a 的长直导线载有电流 I ， I 沿轴线方向并均匀地分布在横截面上，试证明：(1) 在导线表面上，能流密度处处垂直于表面向里；(2) 导线内消耗的焦耳热等于 S 输入的能量。
7. 已知电磁波的电场

$$\mathbf{E} = E_0 \cos(\omega \sqrt{\mu_0 \varepsilon_0} z - \omega t) \hat{x}$$

求：

- (1) 该电磁波的磁场 \mathbf{H} ；
 - (2) 能量密度的瞬时值和一个周期内的平均值；
 - (3) 能流密度的瞬时值和一个周期内的平均值。
8. 当太阳光垂直照射到地面上时，每分钟射到地面每平方厘米上的能量为 1.94cal ， $1\text{cal} = 4.1868\text{J}$ ，试求：(1) 地面上太阳光的电场强度 \mathbf{E} 和磁场强度 \mathbf{H} 的振幅 E_0 和 H_0 ；(2) 太阳光作用在整个地球上的力。