

2023.11.29 第 18 次作业

卢科政 夏业志

2023 年 12 月 17 日

题目 1. (课本 5.14) 两块无限大的导体平板上均匀地通有电流; 电流面密度为 i_0 , 两块板上的电流相互平行, 但方向相反, 板之间有两层相对磁导率为 μ_{r1} 和 μ_{r2} 的顺磁性介质. 求:(1) 各区域的磁感应强度;(2) 3 个分界面的磁化电流面密度.

解答. (1)

由边值关系可知切向 $H = i_0$ 相等, 所以介质 1,2 中的磁场大小分别为:

$$B_1 = \mu_0 \mu_{r1} H = \mu_0 \mu_{r1} i_0 \quad (1)$$

$$B_2 = \mu_0 \mu_{r2} H = \mu_0 \mu_{r2} i_0 \quad (2)$$

(2)

根据 H 的定义有:

$$M = (\mu_r - 1)H \quad (3)$$

导体平板的相对磁导率为 1, 所以 3 个分界面的磁化电流面密度分别为:

$$i_{m1} = (\mu_{r1} - 1)i_0 \quad (4)$$

$$i_{m2} = (\mu_{r1} - \mu_{r2})i_0 \quad (5)$$

$$i_{m3} = (\mu_{r2} - 1)i_0 \quad (6)$$

题目 2. (课本 5.15) 在真空中有两块很大的导电电介质平板平行放置, 载有相反方向的电流, 电流密度为 j_0 , 且均匀分布在截面上, 板的厚度为 d , 两个板的中心距离为 $2d$, 两块导电介质板的相对磁导率分别为 μ_{r1} 和 μ_{r2} , 求精简各区域的磁场分布.

解答.

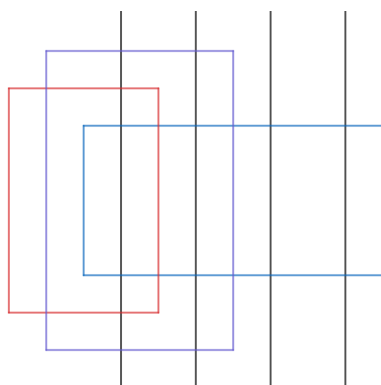


图 1: 题目 2 示意图

利用磁场环路定理以及对称性, 从淡蓝色框框可知:

当 $x < -\frac{d}{2}$ 或 $x > \frac{5d}{2}$ 时: $H = 0, B = 0$

从紫色框框可知:

当 $\frac{d}{2} < x < \frac{3d}{2}$ 时: $H = jd, B = \mu_0 jd$

从红色框框可知:

当 $-\frac{d}{2} < x < \frac{d}{2}$ 时: $H = j(\frac{d}{2} + x), B = \mu_0 \mu_{r1} j(\frac{d}{2} + x)$

同理:

当 $\frac{3d}{2} < x < \frac{5d}{2}$ 时: $H = j(\frac{5d}{2} - x), B = \mu_0 \mu_{r2} j(\frac{5d}{2} - x)$

注记. 注意 H 与 B 的方向

题目 3. (课本 5.16) 一块厚度为 b 的大导体平板中均匀地通有体密度为 j 的电流, 在平板两侧分别有相对磁导率为 μ_{r1} 和 μ_{r2} 的无限大各向同性均匀磁介质. 设导体平板的相对磁导率为 1, 求导体内外任一点的磁感应强度.

解答. 利用磁场环路定理以及对称性可知, $x = 0$ 处 $H = 0$ 在左边磁介质中, 利用环路定理可得:

$$H = -\frac{jb}{2} \quad (7)$$

$$B = -\mu_0 \mu_{r1} \frac{jb}{2} \quad (8)$$

在右边磁介质中, 利用环路定理可得:

$$H = -\frac{jb}{2} \quad (9)$$

$$B = -\mu_0 \mu_{r2} \frac{jb}{2} \quad (10)$$

在中间区域, 利用环路定理可得:

$$H = -jx \quad (11)$$

$$B = -\mu_0 jx \quad (12)$$

注记. 注意 H 与 B 的方向

题目 4. (课本 5.18) 已知一个电磁铁由绕有 N 匝载流线圈的 C 形铁片 ($\mu \gg \mu_0$) 所构成. 如果铁的横截面积为 A , 电流为 I , 气隙的宽度为 d , C 形的每边边长为 l , 求气隙中的磁感应强度.

解答. 磁路方程为:

$$NI = \Phi_B (R_{m1} + R_{m2}) = BA \left(\frac{4l - d}{\mu A} + \frac{d}{\mu_0 A} \right) \quad (13)$$

解得:

$$B = \frac{\mu \mu_0 NI}{(\mu - \mu_0)d + 4\mu_0 l} \quad (14)$$