

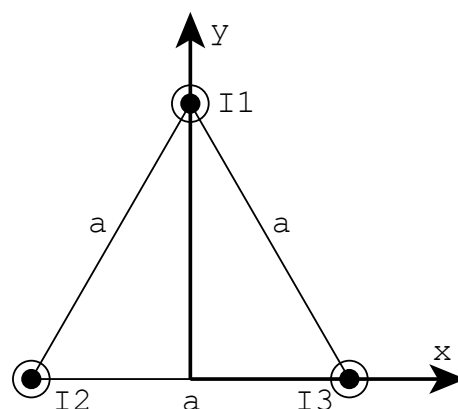
期末考试试卷

一、【18 分】一个理想螺线管 A ，管长为 l ，半径为 R_1 ，绕有线圈 n_1 匝，载有电流 I_1 ，其中铁芯的相对磁导率为 μ_r 。

1. 计算螺线管 A 的自感系数。
2. 计算螺线管 A 的磁能密度。
3. 假设螺线管 A 连接一个电阻 R 放电（电流由 I_1 衰减到 0），求能流密度与放电时的输出功率。
4. 假设螺线管 A 外套有共轴螺线管 B ，半径为 R_2 ($R_2 > R_1$)， B 绕有线圈 n_2 匝， A, B 分别载有电流 I_1, I_2 ，两个螺线管完全耦合，并且磁通互相增强。计算两个螺线管储存的总磁能。

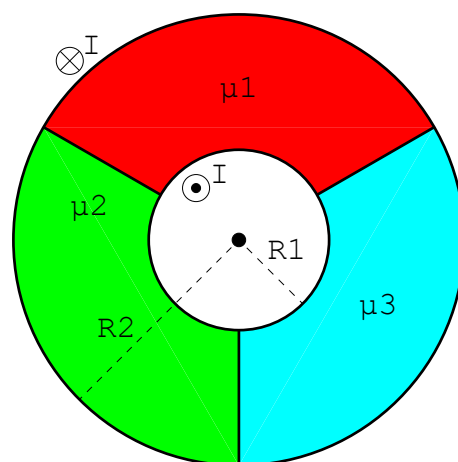
二、【10 分】如图所示，三根无限长导线平行排布，设导线的半径为 R ，每两根导线的距离都是 a ($R \ll a$)。三根导线通有电流 $I = I_0 \sin \omega t$ ，求

1. I_1 处的磁感应强度 \mathbf{B} 。
2. I_1 上单位长度导线长时间平均受力 $\bar{\mathbf{F}}$ 。

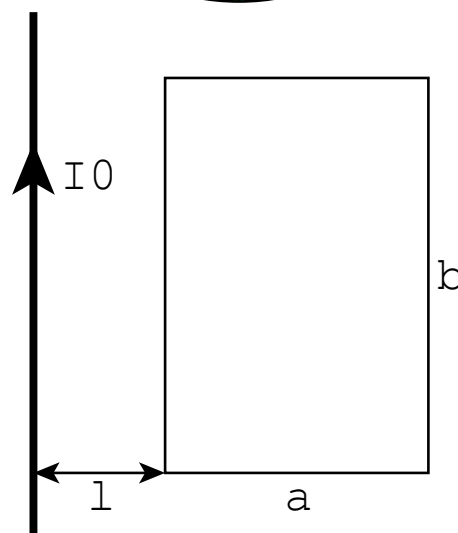


三、【10 分】如图所示，两个同轴圆柱面通有相反电流 I ，内外半径分别为 R_1, R_2 ，两柱面之间充满绝对磁导率为 μ_1, μ_2, μ_3 的三种磁介质，且三种介质各占 $1/3$ 空间。求

1. 空间磁感应强度，磁场强度分布。
2. 介质 1 内部及其界面上的磁化电流密度。



四、【15 分】一根直导线通有稳恒电流 I_0 ，旁边有一个长方形的导线框架，边长分别为 a, b ，质量为 m ，总电阻为 R ，初始静止在距离直导线为 l 处，如图所示。若直导线上由于开关断开使其电流 I_0 变为 0，求此时线圈的运动速度（不考虑重力）。



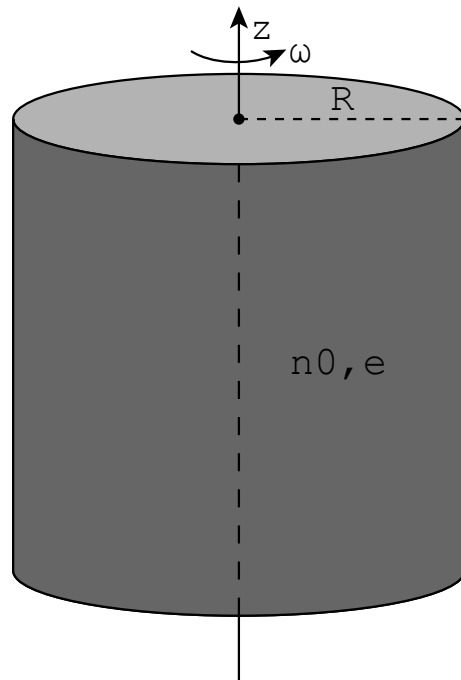
五、【15 分】

1. 计算一个磁化强度为 \mathbf{M} 的均匀磁化球球内任意一点的磁感应强度（因为一个均匀磁化球的磁化电流在球内各处的磁感应强度处处相等，因此只需计算其在球心处所产生的磁感应强度）。
2. 一个相对磁导率为 μ_r 的顺磁性介质球，半径为 R ，放置在均匀外磁场 B_0 中，外磁场方向沿 z 轴，磁介质球被均匀磁化，求该磁介质球的磁化强度 \mathbf{M} 。

六、【20 分】

考虑一个无限长的圆柱形离子云（等离子体），半径为 R ，离子数密度均匀且大小为 n_0 ，每个离子的电荷量为 $+e$ ，质量为 m 。离子云由真空包围，离子云绕中心轴（ z 轴）以匀角速度 ω 转动，假设转动是非相对论的。

1. 半径为 r ($r < R$) 的电场强度和磁感应强度。
2. 半径为 r ($r < R$) 的一个离子受到的总作用力，并求电场力和磁场力的比值。



七、【12 分】

1. 写出麦克斯韦方程组的积分形式。
2. 真空中沿 x 轴正向传播的平面电磁波，磁场分量平行于 z 轴，其波动表达式为 $H = H_0 \cos(kx - \omega t + \phi_0)$ ，其中频率为 ω ，波数为 k ，幅值为 H_0 ，初相位为 ϕ_0 ，在 $t = 0$ 时波形如图，求电场振幅 E_0 ，并尝试在图中定性画出电场 $t = 0$ 时的波形。
3. 求 t_1 时间内该电磁波辐射到垂直于 x 轴的平面上单位面积的平均能量。

