第八周作业答案

一、6,C　　9,C　　10,D　　11,B

二、3，$\frac{\mu_0 a\alpha}{2\pi R}$　　5, μnI　　$\frac{1}{2}\mu nI$　　6, 质子　电子
7, n型　　11, y轴负　　VB

三、2，证明：假设粒子进去时速度为v。根据洛伦兹力提供向心力，有$\frac{Mv^2}{R}=qvB$, 可得，$Mv=qBR$。

根据功能原理，电场力做功转化为粒子的动能，有$qV=\frac{1}{2}Mv^2$。

另有$x=2R$，联立以上式子计算可得粒子的质量为

$$M=\frac{(Mv)^2}{2qV}=\frac{qB^2x^2}{8V}.$$

四、3，解：由题意得电流密度$j=\frac{I}{\pi(R^2-r^2)}$（注意：电流方向已给定）

由磁场的叠加原理，空腔内一点P的磁感应强度等价于电流密度为j半径为R的圆柱体与半径为r的圆柱体（电流反向）在P点的叠加。

根据安培环路定理$\oint\vec{H}\cdot d\vec{l}=\sum I$以及电流强度与电流密度的关系$I=\int_S\vec{j}\cdot d\vec{S}$，可以计算：

半径为R的圆柱在P点的磁场强度的大小$H\cdot 2\pi\overline{OP}=j\pi\overline{OP}^2$，即$H=\frac{j\overline{OP}}{2}$，其方向为垂直OP直线（具体如图）；

半径为r的圆柱的磁场强度的大小$H'\cdot 2\pi\overline{O'P}=j\pi\overline{O'P}^2$，即$H'=\frac{j\overline{O'P}}{2}$，其方向为垂直O’P直线（具体如图）。

建立坐标系。考虑磁感应强度的方向，磁场强度在坐标轴上的分量为：

X轴，$-\frac{j\overline{OP}}{2}\sin\theta+\frac{j\overline{O'P}}{2}\sin\phi=-\frac{jh}{2}+\frac{jh}{2}=0$；

Y轴，$\frac{j\overline{OP}}{2}\cos\theta+\frac{j\overline{O'P}}{2}\cos\phi=\frac{j\overline{OO'}}{2}$。

所以，空腔内磁场强度为：$\vec{H}=\frac{\overline{OO'}}{2}\frac{I}{\pi(R^2-r^2)}\vec{j}$（这里$\vec{j}$表示y轴正向的单位矢量）。

故，空腔内磁感应强度大小为：$B=\mu\frac{\overline{OO'}}{2}\frac{I}{\pi(R^2-r^2)}$，方向为：y轴正向。

4，解：取轴心为圆心的同心圆为闭合积分回路，规定逆时针方向为正方向。

根据安培环路定理$\oint \vec{H} \cdot d\vec{l} = \sum I$，有：

$r < r_1$，$H_1 \cdot 2\pi r = \frac{I}{\pi r_1^2}\pi r^2$；

$r_1 < r < r_2$，$H_2 \cdot 2\pi r = I$；

$r_2 < r < r_3$，$H_3 \cdot 2\pi r = I + \frac{-I}{\pi(r_3^2 - r_2^2)}\pi(r^2 - r_2^2)$；

$r > r_3$，$H_4 \cdot 2\pi r = I + (-I)$。

所以，空间磁感应强度的分布为：

$$B = \begin{cases} \frac{\mu_0 I r}{2\pi r_1^2} & , r < r_1; \\ \frac{\mu_0 I}{2\pi r} & , r_1 < r < r_2; \\ \frac{\mu_0 I}{2\pi r}\frac{r_3^2 - r^2}{r_3^2 - r_2^2} & , r_2 < r < r_3; \\ 0 & , r > r_3. \end{cases}$$