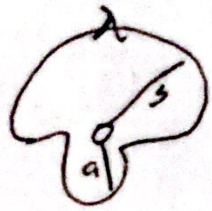
8.21



运动电荷 q 以速度 v 运动时，r 处的磁感应强度为

$$B=\frac{\mu_0}{4\pi}\frac{qv\times r}{r^3}$$

在带电回路上任取一 dq，在圆心 O 点的磁感应强度

$$dB=\frac{\mu_0}{4\pi}\frac{dq}{r^3}(v\times r)$$

因 $v\perp r$，且处同一平面

$$dB=\frac{\mu_0}{4\pi}\frac{dq}{r^2}v\sin\frac{\pi}{2}=\frac{\mu_0}{4\pi}\frac{dq}{r^2}v$$

对半径分别为 a 和 b 的圆弧段 $dq=\lambda r d\theta$，$v=r\omega$

$$dB=\frac{\mu_0}{4\pi}\frac{dq}{r^2}v=\frac{\mu_0}{4\pi}\lambda\omega d\theta=dB$$

对两个直线段 $dq=\lambda dr$，$v=r\omega$，有

$$dB=\frac{\mu_0}{4\pi}\frac{dq}{r^2}v=\frac{\mu_0}{4\pi}\frac{\lambda\omega dr}{r}$$

圆心 O 点处磁感应强度为

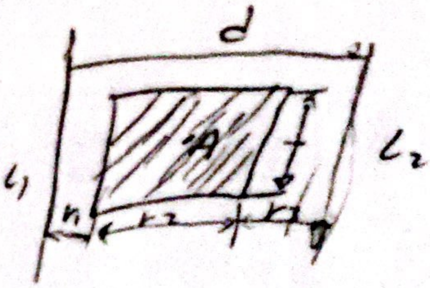
$$B=\int dB=2\int(dB_0+dB')$$

$$=\frac{\mu_0}{2\pi}\lambda\omega\left(\int_0^\pi d\theta+\int_a^b\frac{dr}{r}\right)=\frac{\mu_0\lambda\omega}{2\pi}\left(\pi+\ln\frac{b}{a}\right)$$

8.22

$d=40cm \quad I_1=I_2=20A$

$r_1=r_3=10cm \quad l=25cm$



(1) 取坐标轴 Ox。取平面内任意点 P，两电流在 P 点

$$B_P=B_{P_1}+B_{P_2}=\frac{\mu_0 I_1}{2\pi x}+\frac{\mu_0 I_2}{2\pi(d-x)}$$

在 A 点处，$x=\frac{d}{2}$ 有

$$B_A=\frac{\mu_0 I_1}{2\pi}\left(\frac{1}{x}+\frac{1}{d-x}\right)=\frac{2\mu_0 I_1}{\pi d}=4.0\times10^{-5}T$$

(2) 取矩形面积的法线方向垂直纸面向上，与 B 的方向一致，通过面积元 ds 的磁通量为

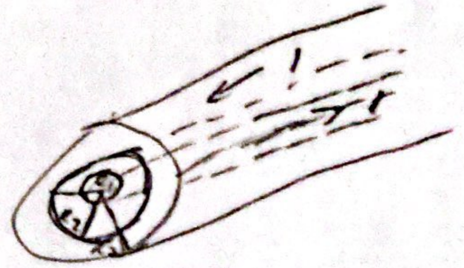
$$d\phi=B\cdot ds=Bds\cos0°=BdS=Blds$$

通过矩形面积的磁通量为

$$\phi=\int d\phi=\int_S B\cdot ds=\int_{r_1}^{r_1+r_2}Bl\,dx=\int_{r_1}^{r_1+r_2}\left[\frac{\mu_0 I_1}{2\pi x}+\frac{\mu_0 I_2}{2\pi(d-x)}\right]l\,dx$$

$$=\frac{\mu_0 I_1 l}{\pi}\ln\frac{r_1+r_2}{r_1}=2.2\times10^{-6}wb$$

8.25



(1) 在圆柱导体内，以 $r(r<R_1)$ 为半径，作同轴的闭合回路 L_1，令 L_1 的绕行方向与圆柱内的电流呈右手螺旋关系，运用安培环路定理，有

$$\oint_{L_1} B\cdot dl = B\cdot 2\pi r = \mu_0 I'$$

式中 I' 是环路 L_1 所围电流 $I'\frac{2\pi r^2}{\pi R^2} = \frac{Ir^2}{R_1^2}$

得圆柱内各点 $(r<R_1)$ 的磁感应强度的大小为

$$B=\frac{\mu_0 I r}{2\pi R_1^2} \quad (r<R_1)$$

(2) 在两导体之间，以 $r(R_1<r<R_2)$ 为半径，作同轴的闭合回路 L_2，使 L_2 的绕行方向与圆柱电流 I 呈右手螺旋关系

$$\oint_{L_2} B\cdot dl = B\cdot 2\pi r = \mu_0 I$$ 得 $B=\frac{\mu_0 I}{2\pi r} \quad (R_1<r<R_2)$

(3)

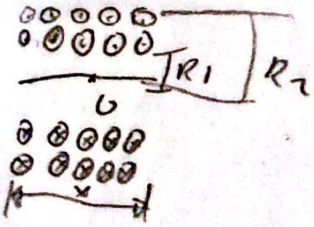
$$\oint_{L_3} B\cdot dl = B\cdot 2\pi r = \mu_0 (I-I')$$ 式中 I' 是环路 L 所围外圆筒导体内的电流，与圆柱电流 I 的流向相反

$$I'=I\frac{r^2-R_2^2}{R_3^2-R_2^2} \Rightarrow B=\frac{\mu_0 I}{2\pi r}\left(1-\frac{r^2-R_2^2}{R_3^2-R_2^2}\right)$$

(4) $\oint_{L_4} B\cdot dl = 0$ 在电缆外空间有 $B=0$

7.28

$$B=\mu_0 nI\cos\beta=\mu_0 nI\frac{\frac{L}{2}}{\sqrt{R^2+(\frac{L}{2})^2}}=\frac{\mu_0 NI}{\sqrt{(2R)^2+L^2}}$$



在多层密绕螺线管中取厚度为dr的薄层螺线管

$$IdN=I\frac{N}{(R_2-R_1)}dr$$

作代换，$B\to dB$，$NI\to IdN$，$R\to r$，磁感应强度为

$$dB=\frac{\mu_0 NIdr}{(R_2-R_1)\sqrt{(2r)^2+L^2}}$$

直接积分

$$B=\int dB=\frac{\mu_0 NI}{R_2-R_1}\int_{R_1}^{R_2}\frac{dr}{\sqrt{(2r)^2+L^2}}=\frac{\mu_0 NI}{2(R_2-R_1)}\ln\frac{R_2+\sqrt{R_2^2+(\frac{L}{2})^2}}{R_1+\sqrt{R_1^2+(\frac{L}{2})^2}}$$