

天线第一次作业

刘洋

201428007326027

liuyang614@mails.ucas.ac.cn

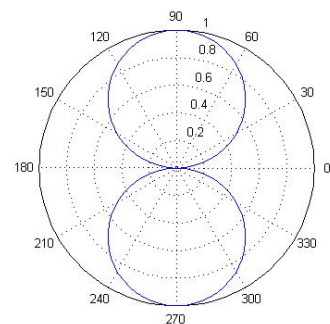
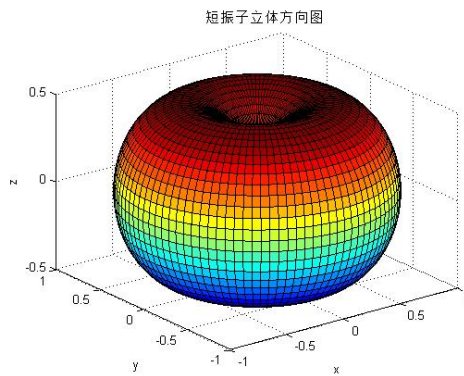
空间中心

2015-03-08

第一题

用 Matlab 编程画出短振子的立体方向图 and 主平面极坐标的方向图。

```
theta=0:pi/50:pi;
phi=0:pi/50:2*pi;
r=sin(theta);
for i=1:length(phi)
    x(i,:)=r.*sin(theta)*cos(phi(i));
    y(i,:)=r.*sin(theta)*sin(phi(i));
    z(i,:)=r.*cos(theta);
end
figure(1);
surf(x,y,z);
title('短振子立体方向图');
xlabel('x'),ylabel('y'),zlabel('z');
theta1=0:pi/50:2*pi;
r1=sin(theta1);
figure(2);
polar(theta1,abs(r1));
```



第二题

1 题 1.2.4

电流元最大方向 2 km 电场强度 $E_0 = 1\text{ mV/m}$ 。

1) 最大方向 4 km 处的电场强度 E_1

2) E 面偏离最大方向 30° , 4 km 处的磁场强度 H_2 。

解: 1) 电流元在远场产生的电场的振幅为

$$E = \frac{60\pi IL}{\lambda r} \sin\theta$$

可见电场强度和距离成反比, 当 $r = 2\text{ km}$ 时, $E_0 = 1\text{ mV/m}$, 故当 $r = 4\text{ km}$ 时, 电场 $E_1 = 0.5\text{ mV/m}$ 。

2) E 面偏离最大方向 30° 且当 $r = 4\text{ km}$ 时, 电场强度的幅值为

$$E_\theta = E_1 \sin 30^\circ = 0.5 \times 0.5 = 0.25\text{ mV/m}$$

又有

$$H_\phi = \frac{E_\theta}{120\pi}$$

故磁场

$$H_2 = \frac{0.25 \times 10^{-3}}{120\pi} = 1.33\text{ }\mu\text{A/m}$$

2 题 1.2.5

电流元 $L = 0.08\lambda$, 电流为 5 mA 时辐射功率。

解: 电流元的辐射功率为

$$\begin{aligned} P_r &= 40\pi^2 \left(\frac{IL}{\lambda}\right)^2 \\ &= 40\pi^2 (5 \times 10^{-3} \times \frac{0.08\lambda}{\lambda})^2 \\ &= 6.317 \times 10^{-5}\text{ W} \end{aligned}$$

3 题 1.2.6

短振子长 $L = 1\text{ m}$, $f = 30\text{ MHz}$, 最大辐射方向 $r = 5\text{ km}$ 处磁场振幅 $H_0 = 5 \times 10^{-4}\text{ A/m}$, 求电流振幅 I_0 和辐射功率。

解: 短振子远场区磁场振幅为

$$H_0 = \frac{I_0 L}{4\lambda r} \sin\theta$$

由题意知, $L = 1\text{ m}$, $\lambda = \frac{v}{f} = \frac{3 \times 10^8}{30 \times 10^6} = 10\text{ m}$, $\sin\theta = 1$, $r = 5 \times 10^3\text{ m}$
故代入 H_0 得

$$\begin{aligned} I_0 &= \frac{4H_0\lambda r}{L\sin\theta} \\ &= \frac{4 \times 5 \times 10^{-4} \times 10 \times 5 \times 10^3}{1 \times 1} \\ &= 100\text{ A} \end{aligned}$$

辐射功率为

$$\begin{aligned} P_r &= 10\pi^2 \left(\frac{I_0 L}{\lambda} \right)^2 \\ &= 10\pi^2 \left(\frac{100 \times 1}{10} \right)^2 \\ &= 9869.6\text{ W} \end{aligned}$$

4 题 1.2.7

全长为 $L = \frac{\lambda}{2}$ 的半波对称振子的有效长度为 $L_e = \frac{\lambda}{\pi}$, 与全长为 $L = 0.1\lambda$ 的短振子相比, 二者输入端电流 I_0 相同时, 在远区相同距离处的最大场强比 $E_M(\text{半})/E_M(\text{短})$ 。

解: 短振子的有效长度为其实际长度的一半, 即 $L_{es} = \frac{L}{2} = \frac{0.1\lambda}{2} = 0.05\lambda$ 。
又有

$$E_M = \frac{60\pi I_0 L_e}{\lambda r}$$

半波对称振子的有效长度和短振子的有效长度之比为 $\frac{L_e}{L_{es}} = \frac{\lambda/2}{0.05\lambda} = 10$,
由电场表达式知,

$$\frac{E_M(\text{半})}{E_M(\text{短})} = \frac{L_e}{L_{es}} = 10$$

5 题 1.2.8

短振子, 全长 $L = 1.8 \text{ m}$, 半径 $a_0 = 2 \text{ mm}$, $\sigma = 1.3 \times 10^7 \text{ S/m}$ 。求 $f = 1 \text{ MHz}$ 时辐射效率 e_r 及输入电阻 R_{in} 。

解: 波长 $\lambda = \frac{v}{f} = \frac{3 \times 10^8}{10^6} = 300 \text{ m}$,

辐射电阻为 $R_{r0} = 20\pi^2 \left(\frac{L}{\lambda}\right)^2 = 20\pi^2 \left(\frac{1.8}{300}\right)^2 = 0.0071 \Omega$

$$R_s = \sqrt{\frac{\pi\mu f}{\sigma}} = \sqrt{\frac{\pi \times 4\pi \times 10^{-7} \times 10^6}{1.3 \times 10^7}} = 5.511 \times 10^{-4} \Omega$$

损耗电阻为 $R_{\sigma 0} = \frac{R_s}{2\pi a_0} \frac{L}{3} = \frac{5.511 \times 10^{-4}}{2\pi \times 2 \times 10^{-3}} \times \frac{1.8}{3} = 0.0263 \Omega$

辐射效率为 $e_r = \frac{P_r}{P_r + P_\sigma} = \frac{R_{r0}}{R_{r0} + R_{\sigma 0}} = \frac{0.0071}{0.0071 + 0.0263} = 21.3\%$

输入电阻为 $R_{in} = \frac{P_{in}}{I_0^2/2} = \frac{P_r + P_\sigma}{I_0^2/2} = R_{r0} + R_{\sigma 0} = 0.0334 \Omega$