

一、选择题（每题 2 分，共 40 分）：

1、WIFI（无线局域网）的其中一个工作频段是

- A. 900 MHz B. 1.6 GHz C. 2.4 GHz

2、如下哪一个参量可反应传输线的相位传输特性和衰减特性

- A. 传播常数 B. 特征阻抗 C. 反射系数

3、可以实现传输线的宽带阻抗匹配的是

- A. $\lambda/4$ 阻抗变换器 B. 单支节调配器 C. 多支节调配器

4、矩形波导和圆波导的基模分别是

- A. TE_{10}^0, TM_{01}^0 B. TE_{10}^0, TE_{11}^0 C. TM_{10}^0, TE_{11}^0

5、空心波导里不能传输的波型是

- A. TEM 波 B. TE 波 C. TM 波

6、微带线中主要传输的波型是

- A. TE 波 B. TEM 波 C. 准 TEM 波

7、双端口微波网络的散射参量 S_{12} 表示的意义为

- A. 端口“1”匹配，端口“2”到端口“1”的反向传输系数
B. 端口“2”匹配，端口“1”到端口“2”的正向传输系数
C. 端口“1”匹配，端口“1”到端口“2”的正向传输系数

8、短偶极天线的远区电磁场与距离 r 的关系是

- A. $\propto 1/r$ B. $\propto 1/r^2$ C. $\propto 1/r^3$

9、一个（dipole）振子天线，其长度最适宜的电尺寸大约是

- A. 0.25 B. 0.5 C. 1.0

10、下面几种天线中，增益最高的是

- A. 八木天线 B. 双极子天线 C. 单极子天线

11、下面几种天线中，工作带宽最大的是

- A. 偶极天线 B. 对数周期天线 C. 微带天线

12、下列哪种天线可产生圆极化波

- A. 振子天线 B. 螺旋天线 C. 圆锥天线

13、一个波束窄的天线必有的性能有

- A. 旁瓣电平低 B. 方向性系数大 C. 带宽大

14、卫星通信使用的天线极化方式最好选择

- A. 垂直极化 B. 水平极化 C. 圆极化

15、下面那种通信方式的能耗最低？

- A. 天波通信 B. 地波通信 C. 散射通信

一个天线阵，其元因子有 3 个零点，阵因子有 2 个零点，且各不重合，线阵的方向图有几个零点？

17. 将微波能量从主波导中分路接出的元件称为
 A. 选频元件 B. 功率分配器 C. 波导分支器
18. 我校的校园卡使用的是 RFID 技术, 其工作频率是
 A. 150kHz B. 13.56MHz C. 925MHz
19. 一个屏蔽失效的微波炉工作时, 除了对人体的伤害外, 还对下面那种无线通信系统的干扰最大?
 A. 移动 3G (TD-SCDMA) B. WIFI C. COMPASS (北斗)
20. 当位于海水下面的潜艇与远方的陆基基地通信时, 其天线的主波束应该
 A. 指向基地接收天线 B. 垂直指向海底 C. 垂直指向天空

二、计算题 (每题 10 分, 共 60 分):

1. 一根特性阻抗为 50Ω , 长度为 0.1875 m 的无耗均匀传输线 (该传输线中的相位常数等于自由空间波数), 其工作频率为 200 MHz , 终端接有负载 $Z_L = 40 + j30 \Omega$, 试求其输入阻抗。
2. 设特性阻抗为 Z_0 的均匀无耗传输线的驻波比为 ρ , 第一个电压波节点离负载的距离为 l_{\min} , 试证明此时终端负载为 $Z_L = Z_0 \frac{1 - j\rho \tan \beta l_{\min}}{\rho - j \tan \beta l_{\min}}$ 。
3. 尺寸为 $a \times b = 23 \times 10 \text{ mm}^2$ 的矩形波导传输线, 波长为 $2 \text{ cm}, 3 \text{ cm}, 5 \text{ cm}$ 的信号能否在其中传播? 可能出现那些传输波型?
4. 设矩形谐振腔的尺寸为 $a = 5 \text{ cm}, b = 3 \text{ cm}, c = 6 \text{ cm}$, 试求 TE_{101} 模式下的谐振频率。
5. 求两个二端口网络 $[S]$ 和 $[S']$ 级联后的散射矩阵 $[S'']$, 其中 $[S] = \begin{bmatrix} S_{11} & S_{12} \\ S_{21} & S_{22} \end{bmatrix}$, $[S'] = \begin{bmatrix} S'_{11} & S'_{12} \\ S'_{21} & S'_{22} \end{bmatrix}$ 。

某卫星地面站接收空间卫星所发射的信号, 卫星高度 $20,000 \text{ km}$, 工作频率 3 GHz , 发射功率 20 W , 发射天线增益 20 dBi , 卫星地面站天线增益 50 dBi 。假设电波是在自由空间传播, 卫星地面站天线接收到的功率。

一根特性阻抗为 50Ω ，长度为 0.1875 m 的无耗均匀传输线（该传输线中的相位常数等于自由空间波数），其工作频率为 200 MHz ，终端接有负载 $Z_L = 40 + j30 \Omega$ ，试求其输入阻抗。

$$\beta = \frac{2\pi}{\lambda} \quad \lambda = \frac{c}{f}, \quad z = 0.1875$$

$$Z_{in} = Z_0 \frac{Z_L + jZ_0 \tan \beta z}{Z_0 + jZ_L \tan \beta z}$$

$$\text{代入得} \quad Z_{in} = 170$$

设特性阻抗为 Z_0 的均匀无耗传输线的驻波比为 ρ ，第一个电压波节点离负载的距离为 l_{\min} ，试证明此时终端负载为 $Z_L = Z_0 \frac{1 - j\rho \tan \beta l_{\min}}{\rho - j \tan \beta l_{\min}}$ 。

$$\frac{Z_0}{\rho} = Z_0 \frac{Z_L + jZ_0 \tan \beta l_{\min}}{Z_0 + jZ_L \tan \beta l_{\min}}$$

$$\text{解得} \quad Z_L = Z_0 \frac{1 - j\rho \tan \beta l_{\min}}{\rho - j \tan \beta l_{\min}}$$

尺寸为 $a \times b = 23 \times 10 \text{ mm}^2$ 的矩形波导传输线，波长为 2 cm , 3 cm , 5 cm 的信号能否在其中传播？可能出现那些传输波型？

$$\lambda_{TE10} = 2a = 23 \text{ mm} > 2 \text{ cm}, 3 \text{ cm}$$

$$\lambda_{TE01} = 2b = 20 \text{ mm} > 2 \text{ cm}$$

$$\lambda_{TE11} = \frac{2ab}{\sqrt{a^2 + b^2}} = 18.36 \text{ mm}$$

$$\lambda_{TE20} = a = 23 \text{ mm} > 2 \text{ cm}$$

$2 \text{ cm}, 3 \text{ cm}$ 的信号可以传播

2cm. TE₁₀. TE₁₁. TE₂₀ 模

3cm. TE₁₀ 模

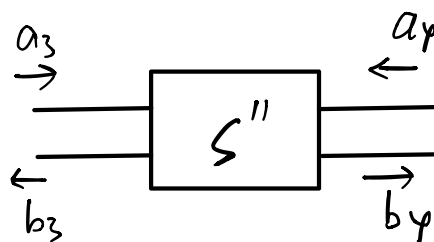
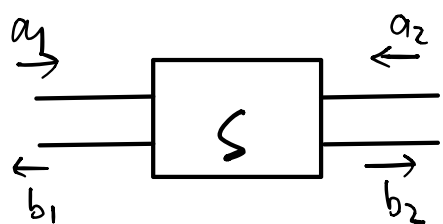
设矩形谐振腔的尺寸为 $a=5\text{ cm}$, $b=3\text{ cm}$, $c=6\text{ cm}$, 试求 TE₁₀₁ 模式下的谐振频率。

$$k_{mnp} = \sqrt{\left(\frac{m\pi}{a}\right)^2 + \left(\frac{n\pi}{b}\right)^2 + \left(\frac{p\pi}{c}\right)^2} = \frac{2\pi}{\lambda} = \frac{2\pi f}{c}$$

$m=1, n=0, p=1$ 时 $f = 6.346\text{ GHz}$

求两个二端口网络 $[S]$ 和 $[S']$ 级联后的散射矩阵 $[S'']$, 其中 $[S] = \begin{bmatrix} S_{11} & S_{12} \\ S_{21} & S_{22} \end{bmatrix}$,

$$[S'] = \begin{bmatrix} S'_{11} & S'_{12} \\ S'_{21} & S'_{22} \end{bmatrix}.$$



设 $S'' = T$

$$\begin{cases} b_1 = S_{11}a_1 + S_{12}a_2 \\ b_2 = S_{21}a_1 + S_{22}a_2 \end{cases}$$

$$\begin{cases} b_3 = T_{11}a_3 + T_{12}a_4 \\ b_4 = T_{21}a_3 + T_{22}a_4 \end{cases}$$

级联后, 其中

$$a_3 = -a_2$$

$$b_3 = -b_2$$

$$\Rightarrow \begin{cases} b_1 = S_{11}a_1 + S_{12}a_2 \\ b_2 = S_{21}a_1 + S_{22}a_2 \end{cases}$$

$$\begin{cases} -b_2 = -T_{11}a_2 + T_{12}a_p \\ b_p = -T_{21}a_2 + T_{22}a_p \end{cases}$$

$$\text{消掉 } b_2, a_2, \rightarrow \begin{cases} S_{11} \\ S_{22} \end{cases}$$

$$b_1 = \left[S_{11} + \frac{S_{12}S_{21}}{T_{11} - S_{22}} \right] a_1 + \left[\frac{S_{12}T_{12}}{T_{11} - S_{22}} \right] a_p$$

$$b_p = \left[\frac{-T_{21}S_{21}}{T_{11} - S_{22}} \right] a_1 + \left[T_{22} - \frac{T_{21}T_{12}}{T_{11} - S_{22}} \right] a_p$$

某卫星地面站接收空间卫星所发射的信号，卫星高度 20,000 km，工作频率 3 GHz，发射功率 20 W，发射天线增益 20 dBi，卫星地面站天线增益 50 dBi。假设电波是在自由空间传播，卫星地面站天线接收到的功率。

$$\lambda = \frac{c}{f} = 0.1 \text{ m}$$

$$P_{re} = \frac{P_t G_t}{4\pi r^2} \cdot \frac{\lambda^2 G_{re}}{4\pi}$$

$$= \frac{(20 \times 0.1)^2}{(4\pi \times 20000 \times 10^3)^2} \times 10^2 \times 10^5$$

$$= 3.166 \times 10^{-11} \text{ W}$$