

对导电媒质分界面及理想导体平面的垂直入射

➤ 理想导体、理想介质、导电媒质

$$\sigma = \infty, \sigma = 0, 0 < \sigma < \infty$$

➤ 两种导电媒质

$$\text{反射系数 } \Gamma = \frac{E_{rm}}{E_{im}} = \frac{\eta_{2c} - \eta_{1c}}{\eta_{2c} + \eta_{1c}}$$

$$\text{透射系数 } \tau = \frac{E_{tm}}{E_{im}} = \frac{2\eta_{2c}}{\eta_{2c} + \eta_{1c}}$$

➤ 理想介质到理想导体

$$\sigma_2 = \infty \text{ 得 } \eta_{2c} = 0 \left(\eta_c = \sqrt{\frac{\mu}{\varepsilon}} \left(1 + \frac{\sigma}{j\omega\varepsilon} \right)^{-1/2} \right)$$

$\Gamma = -1, \tau = 0$ (全反射) 1 合成波是驻波

$\vec{E}_1, \vec{H}_1$ 时间上有 $\pi/2$ 的相移

$\vec{E}_1, \vec{H}_1$ 空间上错开 $\lambda/4$

对理想介质分界面的垂直入射

➤ 两种理想介质, 即 $\sigma_1 = \sigma_2 = 0$

$$\Gamma = \frac{\eta_2 - \eta_1}{\eta_2 + \eta_1}$$

$$\tau = \frac{2\eta_2}{\eta_2 + \eta_1}$$

➤ 合成波为由行波和纯驻波合成的波
称为行驻波 (混合波)

➤ 驻波系数 S : 电场强度振幅的最大

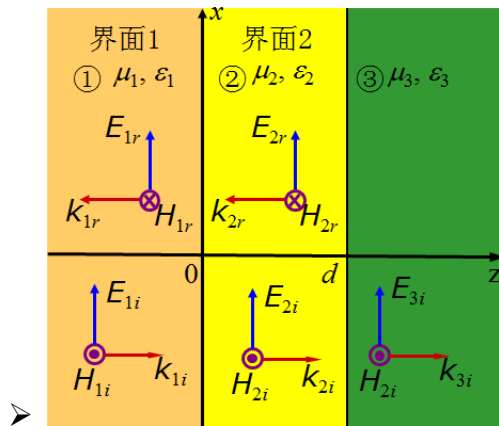
$$\text{值与最小值之比 } S = \frac{|\vec{E}|_{\max}}{|\vec{E}|_{\min}} = \frac{1 + |\Gamma|}{1 - |\Gamma|}$$

1) $\Gamma = 0$ 时, $S = 1$, 行波 全透射

2) $\Gamma = \pm 1$ 时, $S = \infty$, 驻波 全反射

3) $0 < |\Gamma| < 1$ 时, $1 < S < \infty$, 混合波

对多层介质分界平面的垂直入射



$$\eta_{ef} = \eta_2 \frac{\eta_3 + j\eta_2 \tan(\beta_2 d)}{\eta_2 + j\eta_3 \tan(\beta_2 d)}$$

$$\Gamma_1 = \frac{\eta_{ef} - \eta_1}{\eta_{ef} + \eta_1}$$

➤ 四分之一波长匹配层 $\eta_2 = \sqrt{\eta_1 \eta_3}$

➤ 半波长介质窗 $\eta_3 = \eta_1$, $d = \frac{\lambda_2}{2}$ 天线罩

反射定律折射定律及反射系数透射系数

➤ 入射角 θ_i 、反射角 θ_r 、折射角 θ_t

➤ 斯耐尔定律

反射定律: $\theta_r = \theta_i$

折射定律: $\frac{\sin \theta_i}{\sin \theta_t} = \frac{k_2}{k_1}$

其中 $k_1 = \omega \sqrt{\epsilon_1 \mu_1}$ $k_2 = \omega \sqrt{\epsilon_2 \mu_2}$

$$\begin{cases} \Gamma_{\perp} = \frac{\eta_2 \cos \theta_i - \eta_1 \cos \theta_t}{\eta_2 \cos \theta_i + \eta_1 \cos \theta_t} \\ \tau_{\perp} = \frac{2\eta_2 \cos \theta_i}{\eta_2 \cos \theta_i + \eta_1 \cos \theta_t} \end{cases} \text{垂直极化}$$

$$\begin{cases} \Gamma_{\parallel} = \frac{\eta_1 \cos \theta_i - \eta_2 \cos \theta_t}{\eta_1 \cos \theta_i + \eta_2 \cos \theta_t} \\ \tau_{\parallel} = \frac{2\eta_2 \cos \theta_i}{\eta_1 \cos \theta_i + \eta_2 \cos \theta_t} \end{cases} \text{水平极化}$$

全反射与全透射

➤ 全反射: $|\Gamma|=1$ ($\theta_i \geq \theta_c$)

1. $\sin \theta_i \geq \sqrt{\frac{\epsilon_2}{\epsilon_1}} = \sin \theta_c$

2. 稠密到稀疏, $\epsilon_1 > \epsilon_2$

$\theta_i < \theta_c$ 时, 无全反射

$\theta_i = \theta_c$ 时, 透射波沿 x 方向传播

$\theta_i > \theta_c$ 时, 透射波沿 x 方向传播,

z 方向指数衰减

➤ 全透射: $\Gamma = 0$ (定义)

$\Gamma_{//} = 0$ 平行极化波发生全透射

布儒斯特角 $\theta_b = \arctan \sqrt{\frac{\epsilon_2}{\epsilon_1}}$

$\theta_i = \theta_b$ 入射, 反射波只剩下垂直极化

对理想导体平面的斜入射

➤ 垂直极化波 理想导体 斜入射

$$\begin{cases} \Gamma_{\perp} = -1 \\ \tau_{\perp} = 0 \end{cases} \text{ 无论 } \theta_i = ? , \text{ 均发生全反射}$$

合成波是沿 x 方向的行波 (分界面)

振幅沿 z 方向成驻波分布

电场垂直于传播方向, TE
(Transverse Electric) 波

➤ 平行极化波 理想导体 斜入射

$$\begin{cases} \Gamma_{//} = 1 \\ \tau_{//} = 0 \end{cases} \text{ 无论 } \theta_i = ? , \text{ 均发生全反射}$$

合成波是沿 x 方向的行波 (分界面)

振幅沿 z 方向成驻波分布

磁场垂直于传播方向, TM
(Transverse Magnetic) 波