2018 年电磁场与波期末试题

Deschain

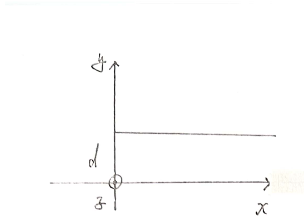
2021 年 6 月 26 日

1

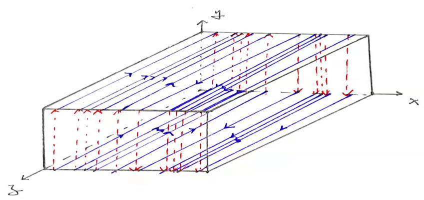
两无限大磁壁，300MHz 的电磁场沿 x 轴正向传播。

1.1

d=5mm 时，可以传播电磁波吗？如果可以，画出 $[0, \lambda_x]$ 的三维电磁场结构；如果不可以，请说明理由。



解答可以传播 TEM 波。



1.2

若要传播 300MHz 的 TE 波，d 的最小尺寸是多少？

$$d \geq \frac{\pi}{k} = 0.5m$$

1.3

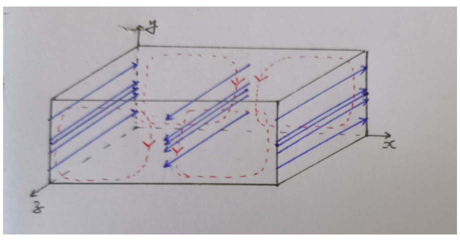
写出 TE 基模的复数表达式（包含波动项，时谐项）。

解答

$$\vec{E} = \hat{z}jsin(\frac{n\pi}{d}y)e^{j(\omega t-kx)}$$
$$\vec{H} = (\hat{x}cos(\frac{n\pi}{d}y) + \hat{y}jsin(\frac{n\pi}{d}y))e^{j(\omega t-kx)}$$

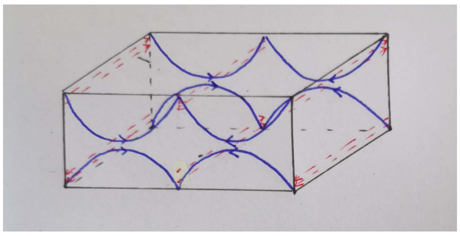
1.4

画出 $[0, \lambda_x]$ 的 TE 基模三维电磁场结构（电场用实线，磁场用虚线）。



1.5

画出 $[0, \lambda_x]$ 的 TM 基模三维电磁场结构（电场用实线，磁场用虚线）。



2

2.1

静电场在 Z 轴远离原点处产生方向为 $\frac{\sqrt{3}}{3}\hat{x} + \frac{\sqrt{3}}{3}\hat{y} + \frac{\sqrt{3}}{3}\hat{z}$ 的磁场。写出磁偶极子方向、相对大小。

沿 x 轴正向：沿 y 轴正向：沿 z 轴正向 =2:2:1

2.2

时变电磁场是否能在 Z 轴远离原点处产生方向为 $\frac{\sqrt{3}}{3}\hat{x} + \frac{\sqrt{3}}{3}\hat{y} + \frac{\sqrt{3}}{3}\hat{z}$ 的磁场分量？为什么？

解答不能。辐射场没有 $\hat{r}$ 分量。

2.3

在 $\pm y$ 轴、$\pm z$ 轴远处产生左旋圆极化波，需要在原点附近怎样放置磁偶极子？

解答沿 x 轴正向放置电偶极子和磁偶极子，两者在 y 轴同一位置产生的电场等大，且电偶极子的电场超前磁偶极子的电场 $\frac{\pi}{2}$。

2.4

写出 Z 轴负向远处的左旋圆极化波表达式。

解答

$$\vec{E} = E_0(\hat{x} - j\hat{y})e^{j(\omega t + kz)}$$

3

如右图，长宽高为 $20 \times 20 \times 30$，五面均为 5V。Z=0 平面 Y>0 时 $\varphi = 10V$，Z=0 平面 Y<0 时 $\varphi = 0V$。

解答φ_1 相当于：“Z=0 平面上，Y>0 时 $\varphi = 5V$，Y<0 时 $\varphi = -5V$”。

$$\varphi_1(x, y, z) = \sum_n \sum_m A_{mn} sin(\frac{n\pi}{a}x) sin(\frac{m\pi}{b}y) sh(\sqrt{\frac{n\pi}{a}^2 + \frac{m\pi}{b}^2}(c - z))$$

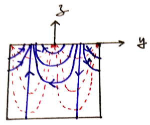
$$n = 1, 3, 5, \cdots \qquad m = 2, 4, 6, \cdots$$

$$\varphi = \varphi_1 + 5$$

3.1

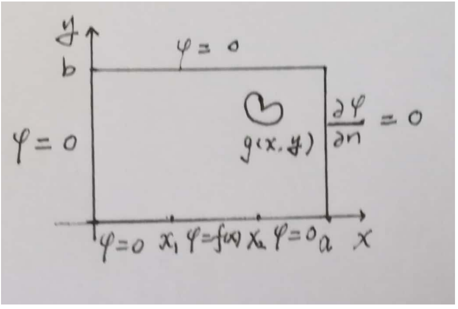
求区域内电势 $\varphi(\vec{r})$。

画出 X=10 的平面电力线（实线）和电位线（虚线）。



4

右图是一个二维静电场。



4.1

求格林函数 G 满足的偏微分方程。

解答

$$\nabla^2 G(\vec{r},\vec{r'}) = -\delta(\vec{r},\vec{r'})$$

4.2

求 G 满足的边界条件。

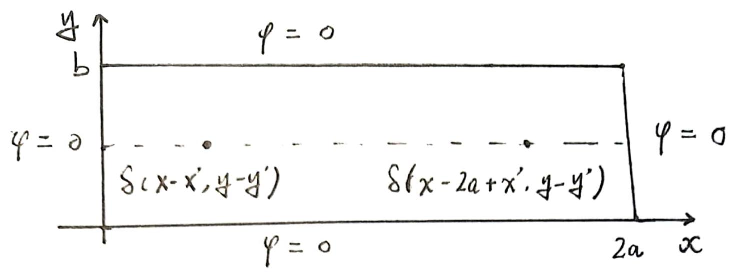
解答将原区域以 $x = a$ 为轴做对称。

$$G|_{y=b}= 0, G|_{y=0}= 0, G|_{x=2a}= 0, G|_{x=0}= 0$$

4.3

求 G 的解析式。

解答$0 < y < y'$ 为 1 区，$y' < y < b$ 为 2 区。



$$G^1(x, x', y, y') = sum_n^\infty A_n sin(\frac{n\pi}{2a}x)sh(\frac{n\pi}{2a}y), n = 1, 3, 5\cdots$$
$$G_2(x, x', y, y') = sum_m^\infty B_m sin(\frac{m\pi}{2a}x)sh(\frac{m\pi}{2a}(b-y)), m = 1, 3, 5\cdots$$
$$\frac{\partial G_1}{\partial y} - \frac{\partial G_2}{\partial y}|_{y=y'}= \delta(x-x') + \delta(x-2a+x')$$
$$G_1 - G_2|_{y=y'}= 0$$

4.4

写出化简后 φ 的表达式。

解答

$$\varphi(\vec{r})=\int_S \frac{\rho G}{\varepsilon}dS-\int_{x_1}^{x_2} f(x)Gdx$$

其中 S 是 g(x,y) 存在的区域。

4.5

格林函数点电荷在 (x',y') 处时，画出区域内的电力线（实线）和电位线（虚线）。