浙江大学 20_16_－20_17_学年_春夏_学期

《 电磁场与电磁波 》课程期中考试试卷

课程号：___11120010_______，开课学院：___信电学院________

考试形式：一纸开卷，允许带一张 A4 大小手写稿入场

考试日期：_2017__年__4__月，考试时间：__120__分钟

诚信考试，沉着应考，杜绝违纪。

考生姓名：______________学号：______________所属专业：________________

题序	一	二	三	四	总 分
得分					
评卷人					

一、单项选择题(每题 2 分，共 30 分):

1. 关于位移电流和传导电流，下列说法错误的是（ B ）
   A. 传导电流会产生焦耳损耗　　B. 位移电流会产生功率损耗
   C. 位移电流是电位移矢量对时间的变化率
   D. 位移电流是为了消除电荷守恒定律与安培环路定理之间的矛盾而引入的。

2. 圆频率为ω的电磁波在各向异性介质中传播时，若$\bar{E},\bar{D},\bar{B},\bar{H}$仍按$e^{i(\bar{k}\cdot\bar{r}-\omega t)}$变化，但$\bar{D}$不再与$\bar{E}$平行，则不正确的是（ D ）
   A. $\bar{k}\cdot\bar{B}=0$　B. $\bar{k}\cdot\bar{D}=0$　C. $\bar{B}\cdot\bar{D}=0$　D. $\bar{k}\cdot\bar{E}=0$

3. 当两种绝缘介质的分界面上不带自由电荷时，电场线的曲折满足（ C ）(其中$\varepsilon_1,\varepsilon_2$分别为两种介质的介电常数，$\theta_1,\theta_2$分别为界面两侧的电场线与法线的夹角)。
   A. $\frac{\sin\theta_2}{\sin\theta_1}=\frac{\varepsilon_2}{\varepsilon_1}$　B. $\frac{\sin\theta_2}{\sin\theta_1}=\frac{\varepsilon_1}{\varepsilon_2}$　C. $\frac{\tan\theta_2}{\tan\theta_1}=\frac{\varepsilon_2}{\varepsilon_1}$　D. $\frac{\tan\theta_2}{\tan\theta_1}=\frac{\varepsilon_1}{\varepsilon_2}$

4. 在绝缘介质与导体的分界面上，在静电情况下，导体外表面的电场线总是_____导体表面；在恒定电流情况下，导体内表面电场线总是____导体表面

（ C ）

A. 垂直，垂直　B. 平行，平行　C. 垂直，平行　D. 平行，垂直

5. 一平面波以光轴垂直的方向入射单轴电各向异性介质，电磁波的极化方向与光轴成 45 度。已知各向异性介质的 o 光折射率为 n_o，e 光折射率为 n_e，$\Delta n = |n_o - n_e|$，则介质厚度为（ C ）时，出射的电磁波为圆极化波。

A. $\dfrac{\lambda}{2\Delta n}$ 的奇数倍　B. $\dfrac{\lambda}{2\Delta n}$ 的偶数倍　C. $\dfrac{\lambda}{4\Delta n}$ 的奇数倍　D. $\dfrac{\lambda}{4\Delta n}$ 的偶数倍

6. 一感性负载经过四分之一阻抗变换器变为(A) 。

A. 容性　B.感性　C.纯电阻性　D.纯电感性

7. 关于电磁波群速和相速的物理意义，下列说法错误的是（ C ）

A.相速是单一频率的正弦电磁波的等相面在介质中传播的速度。

B.群速是指波的包络传播的速度。

C.相速描述信号的能量传播速度。

D.在无色散介质中，群速等于相速。

8. 已知在介电常数为 $\varepsilon = 2\varepsilon_0$ 的均匀介质中存在电场强度分 $\bar{E} = \hat{x}x + \hat{y}(2y + x^2)$，则介质中的自由电荷体密度为（ D ）

A. $2\varepsilon_0$　B. $3\varepsilon_0$　C. $4\varepsilon_0$　D. $6\varepsilon_0$

9. 不符合理想介质中均匀平面波的传播特性是（ B ）

A. 电场与磁场同相位　B. 相速度与频率有关。

C. 振幅不变（无衰减）　D. TEM 波

10. 有关复介电常数 $\varepsilon' = \varepsilon - j\dfrac{\sigma}{\omega}$ 的描述错误的是（ C ）

A.实数部分代表位移电流的贡献

B.虚数部分是传导电流的贡献

C.实数部分引起电磁波功率的耗散

D.虚数部分引起电磁波功率的耗散

11. 关于波矢量 $\bar{k} = \bar{k}_r - j\bar{k}_i$，说法正确的是（ A ）

A. 电磁波从空间入射到导体表面，$\bar{k}_i$ 必垂直于金属表面。

B. $\bar{k}_r, \bar{k}_i$ 方向一定相同。

C. $\bar{k}_r$ 描述波幅的衰减。

D. $\bar{k}_i$ 描述波的传播的相位关系。

12. 传输线与负载匹配时，下列不正确的是（　D　）

A. 传输线任意位置的阻抗等于传输线的特征阻抗。

B. 传输线只有入射波。

C. 电压、电流沿传输线没有变化。

D. 驻波系数 VSWR=0。

13. 传输线特征阻抗为 Z_0，负载阻抗为 R_L，且 $Z_0 \neq R_L$，若用特性阻抗为 Z_{01} 的 $\lambda/4$ 阻抗变换器进行匹配，则匹配条件（　B　）

A. $Z_{01} = Z_0 R_L$　B. $Z_{01} = \sqrt{Z_0 R_L}$　C. $Z_0 = \sqrt{Z_{01} R_L}$　D. $Z_{01} = R_L$

14. 特征阻抗为 Z_0 的均匀无耗传输线上传输行驻波，驻波系数为ρ，其电压波腹处（电压最大处）的输入阻抗为(　C　)。

A. Z_0　B. ρ / Z_0　C. ρZ_0　D. Z_0/ρ

15、在传输线上当观察点由负载向信号源方向移动时，对应于阻抗圆图上（　A　）

A．沿等反射系数圆顺时针方向移动　B. 沿等电阻圆移动

C. 沿等反射系数圆逆时针方向移动　D. 沿等电抗圆移动

二、(25 分)已知自由空间中（$\varepsilon_r = 1, \mu_r = 1$）均匀平面波的电场为：

$\bar{E}(\bar{r}) = (\hat{x} + \hat{y}2 + j\hat{z}\sqrt{5})e^{-j(2x+by+cz)}$ V/m ,求

(1)电磁波传播方向的单位矢量 $\hat{k}$ (提示求出 b，c)　(4)

(2)电磁波的波长 λ　(3)

(3)该均匀平面波的角频率 ω　(3)

(4)极化状态　(5)

(5)磁场强度的复数表达式　(5)

(6)电场强度的瞬时表达式。　(5)

解：(1) 波矢量 $\bar{k} = \hat{x}2 + \hat{y}b + \hat{z}c$，因平面波的电场与传播方向垂直，故 $\bar{k} \cdot \bar{E} = 0$，即

$$\bar{k} \cdot \bar{E} = \left(\hat{x}2 + \hat{y}b + \hat{z}c\right) \cdot \left(\hat{x} + \hat{y}2 + j\hat{z}\sqrt{5}\right) = 2 + 2b + j\sqrt{5}c = 0$$

则：$b = -1,\ c = 0$

波矢量 $\bar{k} = \hat{x}2 - \hat{y}$，则波传播方向的单位矢量为：$\hat{k} = \dfrac{\bar{k}}{k} = \dfrac{1}{\sqrt{5}}(\hat{x}2 - \hat{y})$

(2) 波长为：$\lambda = \dfrac{2\pi}{k} = \dfrac{2\pi}{\sqrt{5}} = 2.81m$

(3) $k = \omega\sqrt{\mu_0 \varepsilon_0} = \dfrac{\omega}{c}$，　$\omega = kc = 3\sqrt{5} \times 10^8$

（4）左旋圆极化波

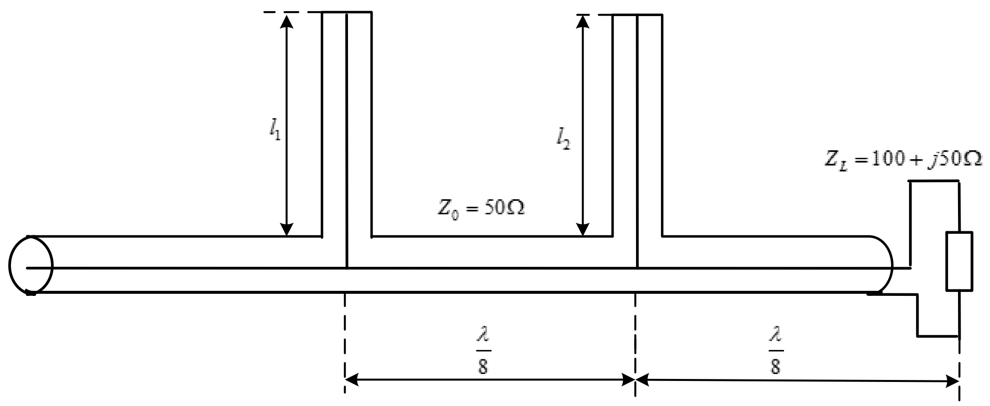
（5）$\bar{H}(\bar{r})=\dfrac{\nabla\times\bar{E}(\bar{r})}{-j\omega\mu}=\dfrac{\hat{k}\times\bar{E}(r)}{\eta_0}=\dfrac{1}{120\pi}\left(-j\hat{x}-\hat{y}j2+\hat{z}\sqrt{5}\right)e^{-j(2x-y)}$

(6) $\bar{E}(\bar{r},t)=(\hat{x}+\hat{y}2)\cos[\omega t-(2x-y)]-\hat{z}\sqrt{5}\sin[\omega t-(2x-y)]$

三、(20 分)如图所示，同轴双支节匹配器，特征阻抗 $Z_0=50\Omega$，负载阻抗 $Z_L=100+j50\Omega$。

（1）计算负载的导纳，并用 y_L 在下面的导纳圆图上标出其位置；（3）

（2）用圆图方法求支节长度 l_1,l_2。（17）



解：$Y_L=\dfrac{1}{50}(0.4-j0.2)\text{S}$。

归一化负载阻抗 $z_L=2+j$，其相对应的归一化负载导纳 $y_L=0.4-j0.2$，对应的波长数为 0.463。（3）

以 y_L 沿等 $|\Gamma|$ 圆顺时针旋转 $\lambda/8$ 得到 $y'_L=0.5+j0.5$，其对应的波长数为 0.088。（3）

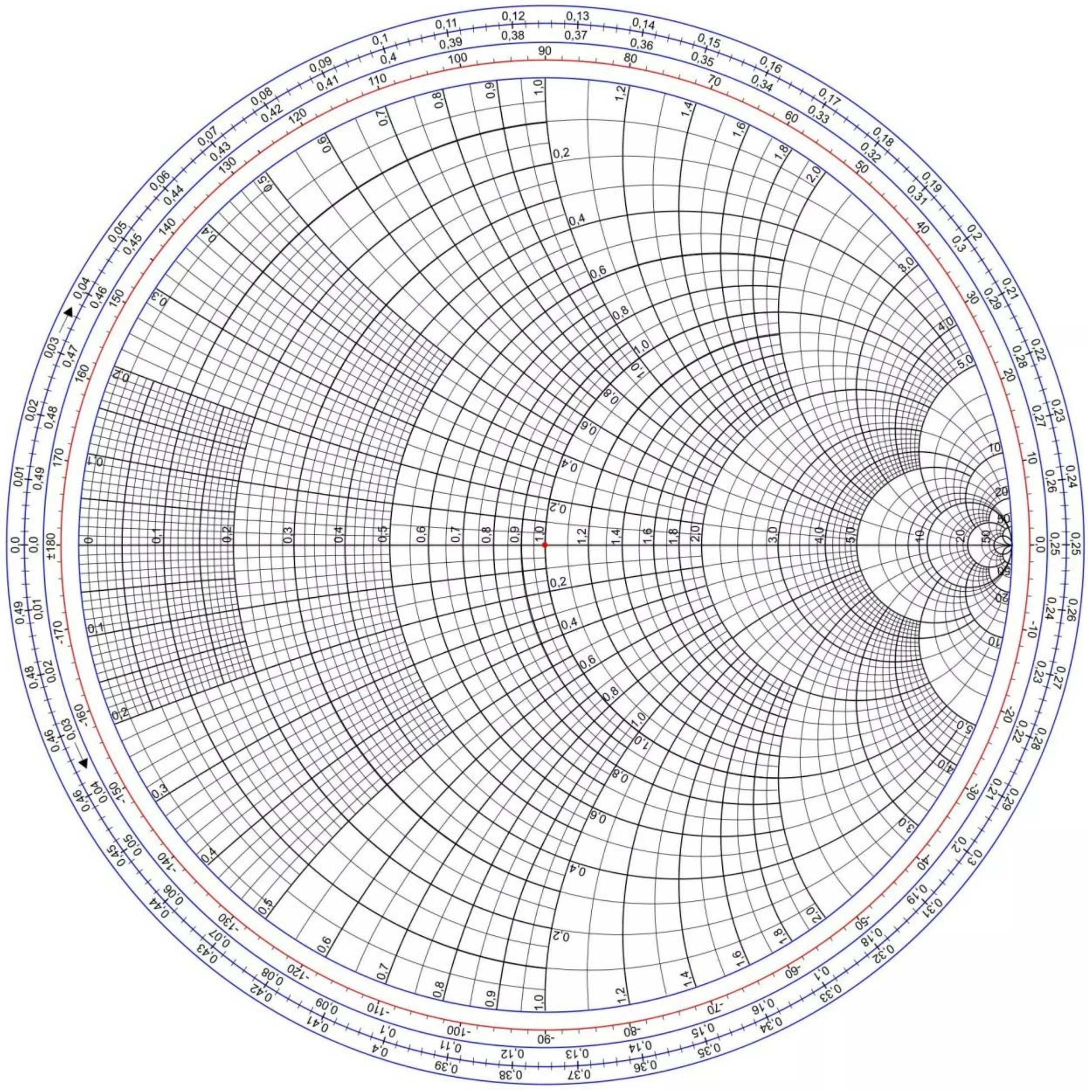
以 y'_L 沿等 $g_L=0.5$ 的圆旋转交辅助圆于 $y_1=0.5+j0.14$，于是 $jb_1=j0.14-j0.5=-j0.36$。（4）

由 jb_1 在圆图上的位置查的 $l_1=(0.445-0.25)\lambda=0.195\lambda$ （3）

以 y_1 沿等 $|\Gamma|$ 圆顺时针旋转 $\lambda/8$，得到 $y_2=1+j0.72$，于是 $jb_2=-j0.72$ （4）

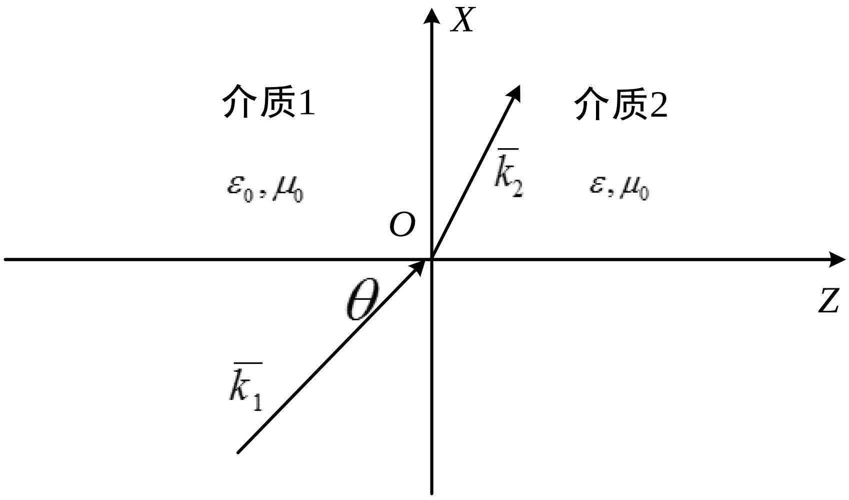
$l_2=(0.405-0.25)\lambda=0.155\lambda$ （3）

$l_1=0.195\lambda, l_2=0.155\lambda$



0
0.1
0.2
0.3
0.4
0.5
0.6
0.7
0.8
0.9
1.0
1.2
1.4
1.6
1.8
2.0
3.0
4.0
5.0
10
20
50

四、（25 分）如图所示，角频率为ω的平面波由介质 1（ε_0,μ_0）入射到介质 2，介质 2 为等离子体，其磁导率为μ_0，介电常数为$\varepsilon=\varepsilon_0(1-\frac{\omega_p^2}{\omega^2})$，其中，$\omega_p$为等离子体频率，并且$\omega=\frac{2\omega_p}{\sqrt{3}}$。



（1）计算入射波发生全发射的临界角θ_c。 （3）

（2）计算 TM 波发生全透射的布儒斯特角θ_b （3）

（3）通常情况下，对任意两种各向同性介质，是否存在一个角度满足$\theta=\theta_b>\theta_c$？如果存在这种情况，给出一个例子。如果不存在这种情况，解释为什么。（3）

（4）当$\theta=60^\circ$时，求$k_{x1},k_{z1},k_{x2},k_{z2}$（用$k_0=\omega\sqrt{\mu_0\varepsilon_0}$表示，$k_{x1}$表示 k 在介质 1 中在 x 方向投影的数值）。（10）

（5）当$\theta=60^\circ$时，在介质 2，求场衰减到$\frac{1}{e}$时离开交界面的距离。（6）

解（1） $\varepsilon_1=\varepsilon_0,\varepsilon_2=\varepsilon_0(1-\frac{\omega_p^2}{\omega^2})=\frac{\varepsilon_0}{4}$， $\sin\theta_c=\sqrt{\frac{\varepsilon_2}{\varepsilon_1}}$， $\theta_c=30^\circ$

（2） $\tan\theta_b=\sqrt{\frac{\varepsilon_2}{\varepsilon_1}}$， $\theta_b=26.57^\circ$

（3）不存在。对于任意$\theta=0^\circ-90^\circ$， $\sin\theta<\tan\theta$。 $\sin\theta_c=\tan\theta_b=\sqrt{\frac{\varepsilon_2}{\varepsilon_1}}$。

（4）$k_{x1}=k_1\sin\theta=k_0\sin 60^{\circ}=\frac{\sqrt{3}}{2}k_0$

$$k_{x2}=k_{x1}=\frac{\sqrt{3}}{2}k_0$$

$$k_{z1}=k_1\cos\theta=k_0\cos 60^{\circ}=\frac{k_0}{2}$$

$$k_2=\omega\sqrt{\varepsilon\mu_0}=\frac{\omega\sqrt{\varepsilon_0\mu_0}}{2}=\frac{k_0}{2}$$

$$k_{z2}=\sqrt{k_2^2-k_{x2}^2}=-\frac{\sqrt{2}}{2}jk_0$$

（5）$\bar{E}(\bar{r})=\bar{E}_0e^{-j(\bar{k}_2\cdot\bar{r}-\omega t)}=\bar{E}_0e^{-j(k_{2x}x+k_{2z}z-\omega t)}=\bar{E}_0e^{-\frac{\sqrt{2}}{2}k_0z}e^{-j(\frac{\sqrt{3}}{2}k_0x-\omega t)}$

由$\frac{\sqrt{2}}{2}k_0z=1$得$z=\frac{\sqrt{2}}{k_0}$。