

中山大学

2017 年攻读硕士学位研究生入学考试试题

科目代码: 907

科目名称: 光学原理

考试时间: 2016 年 12 月 25 日 下午

考生须知
全部答案一律写在答题纸
上, 答在试题纸上的不计分! 答
题要写清题号, 不必抄题。

1. (15 分) 由麦克斯韦方程组推导出各向同性均匀介质中的电场波动方程, 在此基础上推导出电场的亥姆霍兹方程。
2. (30 分) 设角频率分别为 ω_1 和 ω_2 的两列单色光波沿 z 方向传播, $E_1 = a \cos(\omega_1 t - k_1 z)$, $E_2 = a \cos(\omega_2 t - k_2 z)$,
 - (1) 证明: 合成光波的表达式为 $E = 2a \cos(\Delta\omega t - \Delta k z) \cos(\omega_0 t - k_0 z)$ 。其中: $\Delta\omega = (\omega_1 - \omega_2)/2$, $\Delta k = (k_1 - k_2)/2$, $\omega_0 = (\omega_1 + \omega_2)/2$, $k_0 = (k_1 + k_2)/2$;
 - (2) 试求: 等幅面的传播速度 (群速) v_g 及等相面的传播速度 (相速) v_p ;
 - (3) 证明: $\omega_1 - \omega_2 = \Delta\omega_m \ll \omega_1$, ω_2 时 $v_g = v_p - \lambda \frac{dv_p}{d\lambda}$ 。
3. (15 分) 写出平面波、球面波以及柱面波的波动方程并描述其传播特征。
4. (15 分) 从物理上分析讨论, 并利用数学公式分析比较倏逝波以及金属界面光场的反射、透射与传播特征。
5. (15 分) 分别描述并比较介质全反射与金属表面反射的光波传播特性, 光场穿透深度以及光场分布及损耗的基本特征。

6. (15分) 写出高斯光场基模电场分布的关系式, 并分析各个参量代表的物理意义。

7. (15分) 从 Maxwell 方程组出发, 证明在平面梯度折射率波导中, 即 $\varepsilon(x, z) = \varepsilon(x)$, 横

电场 TE 模满足的亥姆霍兹方程形式为: $\frac{d^2 E_y(x)}{dx^2} + k_x^2 E_y(x) = 0$

其中 $k_x^2 = n^2 k_0^2 - \beta^2$

这里, 假定入射面为 xz 平面, y 平面无限大, 传播方向沿 z 轴方向。

8. (15分) 完整地分析 KDP 晶体中 (单轴晶体, $\beta_x^0 = \beta_y^0 = 1/n_o^2$, $\beta_z^0 = 1/n_e^2$), 沿光轴方向施加电压 $E = E_z, E_x = E_y = 0$ 时新的标准椭球方程, 并在较弱电场条件下, 导出振动方向沿两个新的介电主轴分量产生的不同相位延迟与半波电压。线性电光张量的表示式为

$$[r_{ij}] = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \\ r_{41} & 0 & 0 \\ 0 & r_{41} & 0 \\ 0 & 0 & r_{63} \end{bmatrix}$$

9. (15分) 用折射率椭球面方法解释单轴晶体中光线沿光轴方向、垂直于光轴方向以及沿任意方向传播的规律 (需作图予以说明)。