

第 1 题 得分：_____. 将 50 mW 的光注入 300 m 长的光纤中. 如果在另一端受到的功率为 30 mW, 试问每公里光纤的损耗是多少 (用 dB/km 表示)? 如果光纤长 5 公里, 输出功率将是多少?

解: 光纤的损耗为

$$\alpha = \frac{1}{L} 10 \lg \frac{I}{I_0} = \frac{1}{0.3 \text{ km}} 10 \lg \frac{30 \text{ mW}}{50 \text{ mW}} = -7.39 \text{ dB/km.} \quad (1)$$

若光纤长 5 km, 输出功率为

$$I = I_0 * 10^{-5 \text{ km} \times \alpha / 10} = 1.00 \times 10^{-2} \text{ mW} = 10.0 \mu\text{W}. \quad (2)$$

□

第 2 题 得分：_____. 用截去法测量光纤在 0.85 μm 波长的损耗. 若用光电接收器测得 2 公里长的光纤输出电压为 2.1 V, 当光纤被截去剩下 3 米时输出电压增加到 10.5 V, 求每公里该光纤在 0.85 μm 波长上的衰减, 并用公式不确定度 $= \pm 0.2 / (L_1 - L_2)$ dB/km 来估计测量精度.

解: 该光纤在 0.85 μm 波长上的衰减为

$$\alpha = \frac{10}{L_1 - L_2} \log_{10} \frac{I_2}{I_1} = -3.5 \text{ dB/km.} \quad (3)$$

测量精度为

$$\Delta\alpha = \pm \frac{0.2}{L_1 - L_2} \text{ dB/km} = \pm 0.1 \text{ dB/km.} \quad (4)$$

□

第 3 题 得分：_____. 分析影响单模光纤色散的各种因素, 如何减小单模光纤中的色散?

答: 影响单模光纤色散的各种因素:

- (1) **材料色散**: 材料本身的折射率依赖频率, 导致不同频率的光波在材料中传输的群速度不同, 从而引起的色散, 这种色散在单模光纤中占主要地位, 其造成的群时延差为

$$\Delta\tau_n = -\frac{L}{c} \lambda \left(\frac{d^2 n_1}{d\lambda^2} \right) \Delta\lambda. \quad (5)$$

- (2) **波导色散 (又称模内色散)**: 对于光纤的一个模式本身, 在不同频率下的传播常数 β 不同, 群速度不同, 从而引起的色散.

- (3) **偏振模色散**: 光纤轴的不对称时, 会导致单模光纤的 HE_{11} 模退简并为 HE_{11x} 模和 HE_{11y} 模, 两者传输的群速度不同, 从而引起的色散.

减小单模光纤中色散的方法:

- (1) 选用材料色散特性 $\frac{d^2 n_1}{d\lambda^2}$ 小的材料制备光纤可以减小材料色散.
(2) 选用单色性较好, 即波长展宽 $\Delta\lambda$ 较小的激光作为光源, 可以减小材料色散和波导色散.
(3) 选用轴对称性较好的光纤可以减小偏振模色散.

□