

# 特别说明

此资料来自豆丁网(<http://www.docin.com/>)

您现在所看到的文档是使用**下载器**所生成的文档

此文档的原件位于

<http://www.docin.com/p-56656549.html>

感谢您的支持

抱米花

<http://blog.sina.com.cn/lotusbaob>

# 习题

1.阶跃型光纤和渐变型光纤的主要区别是什么？

答：阶跃型光纤的纤芯折射率 $n_1$ 沿半径方向保持一致，包层折射率 $n_2$ 沿半径方向也保持一定，而纤芯和包层的折射率在边界处呈阶段型变化。

渐变型光纤的纤芯折射率 $n_1$ 随半径加大而减小，而包层中的折射率 $n_2$ 是均匀的



## 2.什么是弱导波光纤？为什么标量近似解只适用于弱导波光纤？

答：纤芯折射率 $n_1$ 与包层折射率 $n_2$ 差极小时，这种光纤称为弱导波光纤

在弱导波光纤中，光射线几乎与光纤轴平行，因此弱导波光纤中的 $\mathbf{E}$ 和 $\mathbf{H}$ 几乎与光纤轴线垂直，所以对于弱波导光纤中的 $\mathbf{E}$ 和 $\mathbf{H}$ 分布是一种近似的TEM波，这种波具有横向场的极化方向在传输过程中保持不变的横电磁波，可以看成为线极化波。而 $\mathbf{E}$ 和 $\mathbf{H}$ 近似在横截面上，而且空间指向基本不变，这样就可把一个大小和方向都沿传输方向变化的空间矢量 $\mathbf{E}$ 变为沿传输方向其方向不变的标量 $E$ ，因此，它将满足标量的亥姆霍兹方程



**3.**什么是光纤的数值孔径？在阶跃型光纤中，数值孔径为什么等于最大射入角的正弦？

答：光纤捕捉光射线能力的物理量被定义为光纤的数值孔径

在阶跃型光纤中，由于纤芯中的折射指数 $n_1$ 是不变的，因此纤芯中的各点数值孔径不随半径 $r$ 变化，所以只要小于最大入射角的所有射线均可被光捕捉



#### 4.什么是光纤的归一化频率？如何判断某种模式能否在光纤中传输？

答：光纤的归一化频率是一个直接与光的频率成正比的无量纲的重要参量，它仅仅决定于光纤的结构参数和波长。定义为它的平方为导波的径向归一化相位常数与导波的径向归一化衰减常数的平方和

对于阶跃型光纤，运用标量解的特征方程解出方程中的 $\mathbf{U}$ （或 $\mathbf{W}$ ），从而确定传输常数 $\beta$ ，分析其传输特性；对于渐变型光纤，也是通过确定出传输常数 $\beta$ ，从而分析其传输特性



## 5.为什么说采用渐变型光纤可以减小光纤中的模式色散？

答：模式色散是由于不同模式的光功率脉冲沿不同轨迹传输，由于每个模式的轴向传输速度不同，于是它们在相同的光纤长度上到达某一点所需要的时间不同，从而使得沿光纤行进的脉冲在时间上展宽。而渐变型光纤利用了 $n$ 随 $r$ 变化的特点，消除了模式色散



6.试推导渐变型光纤子午线的轨迹方程

答: **P15**

如式: **2-2-18**



## 7. 什么是单模光纤？其单模传输条件是什么？

答：单模光纤是在给定的工作波长上，只传输单一基模的光纤

在阶跃单模光纤中，只传输 $\text{LP}_{01}$ （或称 $\text{HE}_{11}$ ）模。

因为  $\text{LP}_{01}$  模的归一化截至频率为

$$V_c(\text{LP}_{11}) = 2.40483$$

而模式的传输条件是  $V > V_c$  可传， $V \leq V_c$  截至，因此，要保证光纤中只传输  $\text{LP}_{01}$  一个模式则必须要求：

$$V_c(\text{LP}_{01}) < V < V_c(\text{LP}_{11})$$

即：

$$0 < V < 2.40483$$



## 8. 什么是单模光纤的双折射？

答：在单模光纤中，电场沿**x**方向或**y**方向偏振的偏振模**LP<sup>x</sup>**及**LP<sup>y</sup>**，当它们的相位常数不相等时（即  $\beta_x \neq \beta_y$ ），这种现象称为模式的双折射



**9. 什么是光纤的色散？色散的大小用什么来描述？色散的单位是什么？**

答：光纤中传送的信号是由不同的频率成分和不同的模式成分构成的，它们有不同的传输速度，将会引起脉冲波形的形状发生变化。从波形在时间上展宽的角度去理解，也就是光脉冲在光纤中传输，随着传输距离的加大，脉冲波形在时间上发生了展宽，这种现象称为光纤的色散



## 10.什么是模式色散？材料色散？波导色散？

答：模式色散：光纤中的不同模式，在同一波长下传输，各自的相位常数  $\beta_{mn}$  不同所引起的色散

材料色散：由于光纤材料本身的折射指数  $n$  和波长  $\lambda$  呈非线性关系，从而使光的传播速度随波长而变化所引起的色散

波导色散：光纤中同一模式在不同的频率下传输时，其相位常数不同所引起的色散



## 11.什么是光纤的非线性效应？

答：在强光场的作用下，光波信号和光纤介质相互作用的一种物理效应。主要包括两类：一类是由于散射作用而产生的非线性效应，如受激拉曼散射及布里渊散射；另一类是由于光纤的折射指数随光强度变化而引起的非线性效应



## 12. 什么是受激拉曼散射和受激布里渊散射？

答：如设入射光的频率为 $f_0$ ，介质分子振动频率为 $f_v$ ，则散射光的频率为： $f_s = f_0 \pm f_v$ ，这种现象称为受激拉曼散射

受激布里渊散射与受激拉曼散射相比较物理过程很相似，都是在散射过程中通过相互作用，光波与介质发生能量交换，但受激布里渊散射所产生的斯托克斯波在声频范围，其波的方向和泵浦光波方向相反，而受激拉曼散射所产生的斯托克斯波在光频范围，其波的方向和泵浦光波方向一致



### 13. 自相位调制、交叉相位调制以及四波混频的基本概念是什么？

答：光脉冲在传输过程中由于自身引起的相位变化而导致光脉冲频谱展宽的这种现象称为自相位调制

由光纤中某一波长的光强对同时传输的另一不同波长的光强度所引起的非线性相移，称为交叉相位调制

由三阶电极化率 $\chi^{(3)}$ 参与的三阶参量过程，由于光纤中非线性效应的存在，光波之间会产生能量交换，三阶电极化率将会引起第四种频率的光波出项，该光波可以是三个入射光波频率的各种组合，因而产生四波混频现象



## 14.什么是光孤子通信？

答：光孤子通信是利用光孤子来实现在光纤中所传输的光信号能够保持其脉冲波形的稳定，从而提高系统的传输距离



**15.弱导波阶跃光纤纤芯和包层的折射指数分别为  $n_1=1.5$ ,  $n_2=1.45$ , 试计算:**

**(1)** 纤芯和包层的相对折射指数差 $\Delta$

**(2)** 光纤的数值孔径**NA**

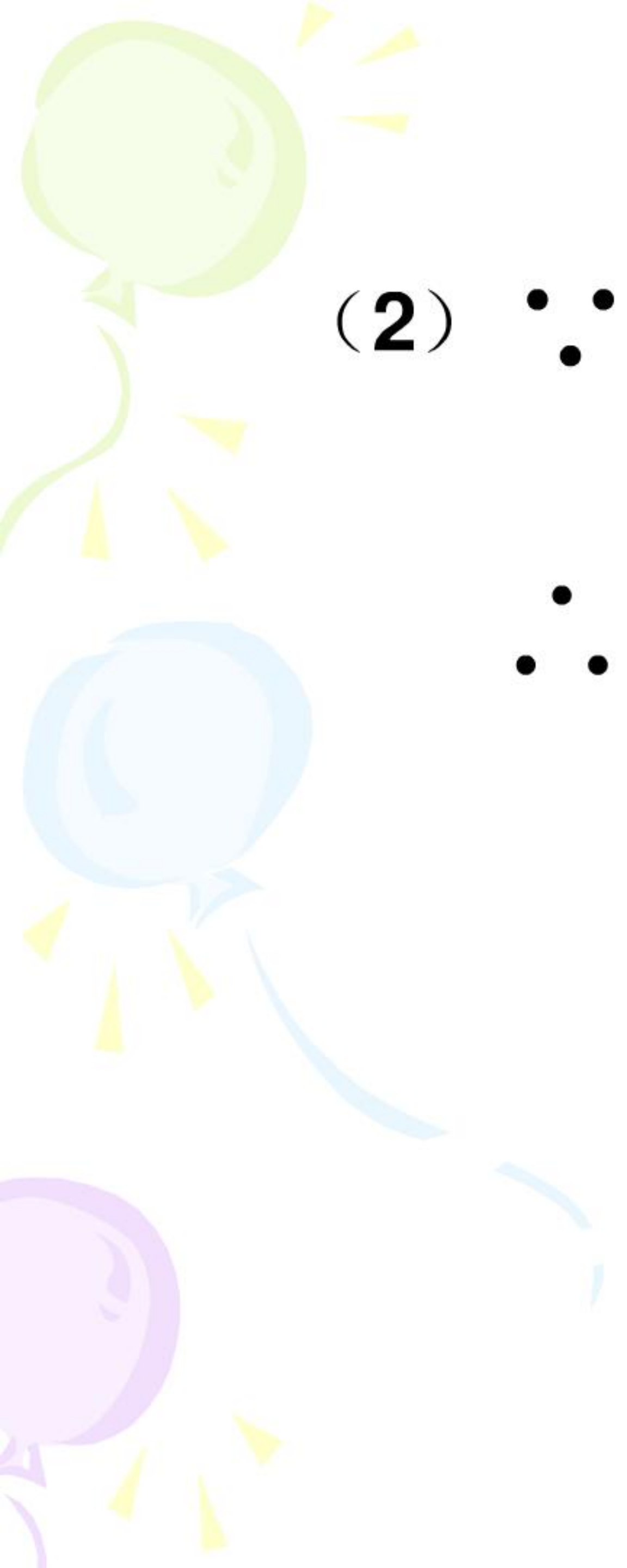
解: **(1)**  $\because$  是弱导波光纤

$\therefore$  可用公式:

$$\Delta \approx \frac{n_1^2 - n_2^2}{2n_1^2}$$

代入 **$n_1$** ,  **$n_2$** 得:  **$\Delta = 0.0333$**




$$(2) \quad \therefore \quad = \sqrt{1^2 - 2^2} = 1\sqrt{2\Delta}$$

$\therefore$  代入 (1) 中的  $\Delta$  可得:

$$= 0.3873$$



**16.** 已知阶跃光纤纤芯的折射指数为  $n_1=1.5$ ，相对折射指数差  $\Delta=0.01$ 、纤芯半径  $a=25\text{ }\mu\text{ m}$ ，若  $\lambda_0=1\text{ }\mu\text{ m}$ ，计算光纤的归一化频率值及其中传播的模数量。

解：

$$\therefore V = \sqrt{2\Delta} \frac{2\pi a}{\lambda_0}$$

$$\text{又 } \therefore \frac{2\pi a}{\lambda_0} = \frac{2\pi}{\lambda_0}$$

$\therefore$  代入数据可得归一化频率为：

$$= 32.3216$$




$$\therefore \max = \frac{2}{4}$$

代入数据可得：

$$\therefore \max = 261$$



**17.阶跃型光纤，若 $n_1=1.5$ ， $\lambda_0=1.31\ \mu\text{m}$ ，**

**(1) 若 $\Delta=0.01$ ，当保证单模传输时，纤芯半径 $a$ 应取多大？**

**(2) 若去纤芯半径 $a=5\ \mu\text{m}$ ，保证单模传输时， $\Delta$ 应怎样选择？**

解：(1)  $\because$  要保证单模传输，则要求：

$$0 < V < 2.40483$$

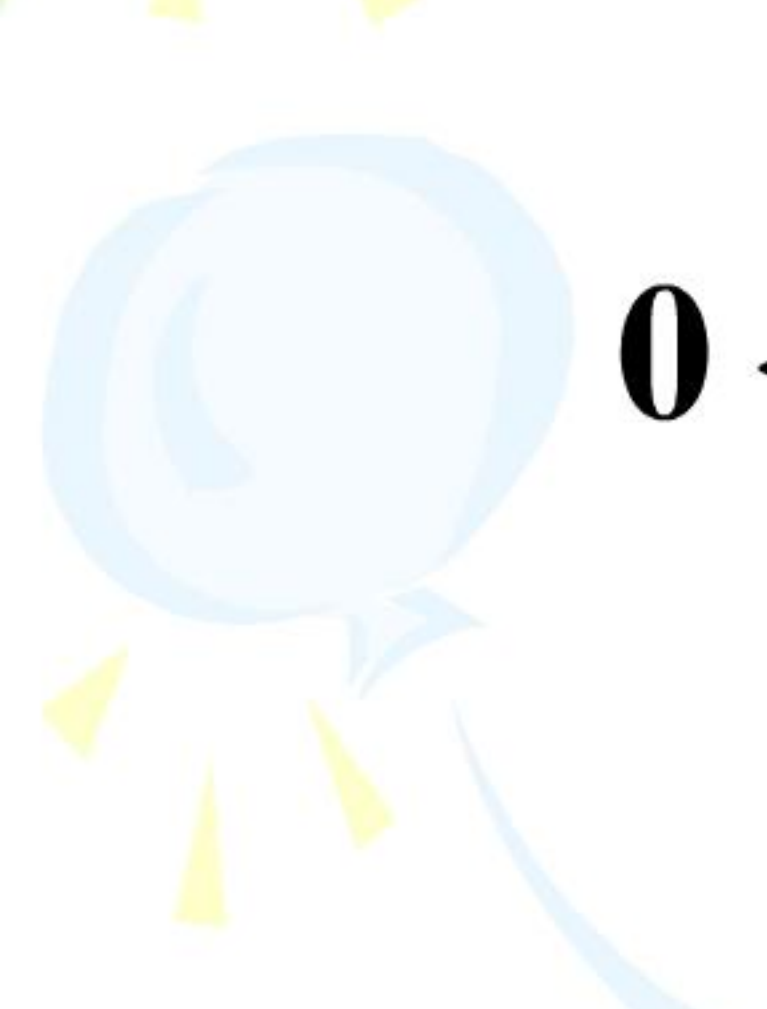
$$\therefore \quad = \sqrt{2\Delta} \quad 1 \quad 0$$





$$\therefore 0 < \sqrt{2\Delta_{10}} < 2.40483$$

代入数据可得：



$$0 < \sqrt{2 \times 0.01 \times 1.5} \times \frac{2\pi}{\lambda_0} < 2.40483$$



$$\therefore \text{得: } 0 < \quad < 2.36358 \text{ } (\mu \text{ )}$$



18. 渐变型光纤的折射指数分布为

$$n(r) = n(0) \left[ 1 - 2\Delta \left( \frac{r}{a} \right)^2 \right]^{\frac{1}{2}}$$

求出光纤的本地数值孔径

解:  $\because$   $NA(r) = \sqrt{n^2(r) - n_c^2}$

得:  $NA(r) = \sqrt{n^2(0) \left[ 1 - 2\Delta \left( \frac{r}{a} \right)^2 \right] - n_c^2}$





$$\therefore (\quad) = \sqrt{{}^2(\mathbf{0})[1 - 2\Delta(-)] - {}^2(\mathbf{0})[1 - 2\Delta(-)]}$$



$$\therefore (\quad) = \sqrt{2 {}^2(\mathbf{0})\Delta[1 - (-)]}$$

其中 $\mathbf{r}$ 为光纤纤芯中任一点到轴线之间的距离





# 习题

1.光与物质间的相互作用存在哪三种基本物理过程？它们各自的特点是什么？

答：三种基本物理过程：自发辐射、受激吸收以及受激辐射

自发辐射的特点：

(1) 这个过程是在没有外界作用的条件下自发产生的，是自发跃迁

(2) 由于发射出光子的频率决定于所跃迁的能级，而发生自发辐射的高能级不是一个，可以是一个系列的高能级，因此，辐射光子的频率亦不同，频率范围很宽



(3) 即使有些电子是在相同的能级差间进行跃迁的，也就是辐射出的光子的频率相同，但由于它们是独立地、自发地辐射，因此它们的发射方向和相位也是各不相同的，是非相干光

受激吸收的特点：

(1) 这个过程必须在外来光子的激发下才会产生

(2) 外来光子的能量等于电子跃迁的能级之差

(3) 受激跃迁的过程不是放出的能量，而是消耗外来光能

受激辐射的特点：

(1) 外来光子的能量等于跃迁的能级之差



(2) 受激过程中发射出来的光子与外来光子不仅频率相同，而且相位、偏振方向和传播方向都相同，因此称它们是全同光子

(3) 这个过程可以使光得到放大。因为受激过程中发射出来的光子与外来光子是全同光子，相叠加的结果使光增加，使入射光得到放大，所以受激辐射引起光放大，是产生激光的一个重要的基本概念



## 2. 什么是粒子数反转分布？怎样才能实现光放大？

答：低能级上的粒子密度大于表示高能级上的粒子密度，这种粒子数一反常态的分布称为粒子数反转分布。

为了使物质能够产生光的放大，就必须使受激辐射作用大于受激吸收作用，也就是必须使 $N_2 > N_1$ ，而在正常状态时 $N_2 < N_1$ （其中 $N_1$ 表示低能级上的粒子密度， $N_2$ 表示高能级上的粒子密度），所以粒子数反转分布状态是使物质产生光放大的必要条件。



### 3.构成激光器必须具备的条件是什么？

答：激光器必须包括以下三部分：能够产生激光的工作物质，能够使工作物质处于粒子数反转分布状态的激励源，能够完成频率选择及反馈作用的光学谐振腔。



#### 4.什么是激光器的阈值条件？

答：激光器需满足一定的条件才可以发出激光，要使激光器产生自激振荡，最低限度应要求激光器的增益刚好能抵消它的衰减。将激光器能产生激光振荡的最低限度称为激光器的阈值条件

阈值条件为：

$$= \alpha = \alpha + \frac{1}{2} \ln \frac{1}{1 \ 2}$$



## 5. 简述半导体的光电效应？

答：光照射到半导体的**P-N**结上，若光子能量足够大，则半导体材料中价带的电子吸收光子的能量，从价带越过禁带到达导带，在导带中出现光电子，在价带中出现光空穴，即光电子—空穴对，又称光电子载流子。

光生载流子在外加负偏压和内建电电场的作用下，在外电路中出现光电流，从而在电阻**R**上有信号电压产生。这样，就实现了输出电压跟随输入光信号变化的光电转换作用。



## 6.什么是雪崩增益效应？

答：在半导体的**P-N**结上加高反向电压，在结区形成一个强电场；在高场区内光生载流子被强电场加速，获得高的动能，与晶格的原子发生碰撞，使价带的电子得到了能量；越过禁带到导带，产生了新的-空穴对；新产生的电子-空穴对在强电场中又被加速，再次碰撞，又激发出新的电子-空穴对.....如此循环下去，像雪崩一样的发展，从而使光电流在管子内部获得了倍增，这种现象叫做雪崩增益效应



7.试比较**P-N**结光电二极管、**PIN**光电二极管以及**APD**雪崩光电二极管的优缺点

答：**P-N**结光电二极管优点：简单；缺点：**P76** 第一段

**PIN**光电二极管优点：**P76** 第二段；缺点：**P76** 第五段

**APD**雪崩光电二极管优点：**P76** 最后一段和**P77** 第一段；缺点：**P77** 倒数第二段



8.画出**EDFA**的结构示意图，并简述各部分的主要作用。

答：**P81 图3-27**

主要作用：在图**3-27**下的五段



## 9. 简述**EDFA**的工作原理

答：**P81-P82** （2） **EDFA**的工作原理中内容



**10.EDFA**的主要特征指标是什么？说明其含义。

答：**P83** “**3.EDFA**的主要特征参数”这一部分



11.为什么说**F-P**腔型滤波器具有频率选择性？

答：**P91** 第六段 由于两反射镜的反射系数.....



**12.**简述光定向耦合器、光隔离器、光环行器以及光开关在光纤通信系统中的作用

答： 光定向耦合器：**P88** 倒数第二段

光隔离器：**P89** 倒数第二段

光环行器：**P90** 最后一段



**13.**试用图说明光波长转换器的工作原理。

答：**P92 图3-45    P93 图3-46**



**14.**什么是波分复用技术？

答：**P93** 第一段



**15.**简述光波分复用器的工作原理。

答：**P94** “（1）光波分复用器的工作原理”的内容

**16. 简述RFA的工作原理。**

答：**P86** “**(2) RFA的工作原理**”的内容



**17.RFA**具有哪些特点？

答：**P85** “**1.RFA**的特点”的内容

# 习题

1.对光发射机有哪些要求？

答： **P99** “（2）对光发射机的要求”的内容



## 2.什么是消光比？

答：**P99** “③较好的消光比” 中

**3.**请画出**SDH**数字光纤通信系统中的光发射机基本组成方框图

答：**P100** 图**4-2** 光数字发射机原理图



4. 光纤通信中常用的线路码型是什么？

答： **P97 –P98** ”4.1.1 光纤通信中的线路码型“中内容

5.光电检测器在接收机中的作用是什么？

答：**P102** ”①光电检测器” 中的内容



6.请画出光纤通信系统的基本结构图。

答：**P108 图4-22 IM-DD**光纤通信系统原理方框图

## 7.1M-DD光纤通信系统中存在哪些噪声？

答：接收机噪声中主要有散粒噪声、暗噪声和热噪声三种。如果接收机中采用**APD**作为光电检测器，那么系统中还会存在雪崩噪声



8. 采用**EDFA**作为光中继器的**IM-DD**光通信系统中存在的主要噪声是什么？

答：**P117** 第**3**行开始的一段内容



9. 一个**622Mbit/s**单模光缆通信系统，系统中所采用的是**InGaAs**隐埋异质结构多纵模激光器，其标称波长 $\lambda_1 = 1310$ ，光脉冲谱线宽度 $\Delta\lambda_{\max} \leq 2$ 。发送光功率 $= 2$ 。如用高性能的**PIN-FET**组件，可在 $= 1 \times 10^{-10}$ 条件下得到接收灵敏度 $= -28$ 。光纤固有衰减系数**0.25dB/km**，光纤色散系数**D= 1.8ps/(km·nm)**，问系统中所允许的最大中继距离是多少？

注：若光纤接头损耗为**0.09dB/km**，活接头损耗**1dB**，设备富裕度取**3.8**，光纤线路富余度取**0.1dB/km**。光通道功率代价**1dB**。



答：先利用**P112**式（**4-2-1**）计算出由于衰减的影响所允许的最大中继距离，再利用**P114**式（**4-2-5**）计算出由于色散的影响所允许的最大中继距离，两结果的最小值即为最大中继距离。

$$\alpha = \frac{- \quad -2 \quad - \quad -}{+ \quad +} = \frac{2+28-2-1-3.8}{0.25+0.1+0.09} = 52.73$$

$$= \frac{\varepsilon \times 10^6}{\times \Delta\lambda \times} = \frac{0.115 \times 10^6}{622.080 \times 2 \times 1.8} = 51.35$$

最大中继距离取**51.35km**。

# 习题

**1.SDH网的基本特点是什么？**

**答： P125 “2.SDH网的特点”中的内容**



**2.SDH**帧中开销的含义是什么？各字节的用途是什么？

答：**P125**第二、三、四段

3. 怎样解释**DXC**的复用功能？

答：**P125**第二、三、四段



4.系统保护方式有哪几种？请简述各自的保护操作过程。

答：**P129** “①DXC的基本功能” 中的内容

5.请画出**SDH**的帧结构图。

答：**P125 图5-2 STM-N的帧结构**



6.简述波分复用的基本概念，并说明其与密集波分复用在概念上的区别。

答：波分复用的基本概念：**P134** 最后一段

与其余密集波分复用在概念上的区别：**P135** 第二段第二句话

7.与传统光纤通信系统相比，**WDM**系统中所使用的光源有哪些不同？

答：**P137** 最后一段



**8.**请画出光传送网的分层结构图，并简单介绍各层的功能。

答：**P152 图5-25** 传送网的分层模型

各层功能：**P151** ”1.基于**SDH**的光传送网”中的内容

9.什么是**OADM**? 其所具有的功能有哪些?

答: **OADM**: 光分插复用器

功能: **P141** ”(1) **OADM**的功能”中的内容



**10.试计算STM-1段开销的比特数？**

**答：利用P125中 图5-2 STM-N的帧结构来计算**

**STM-1 段开销的比特数 =  $8 \times 9 \times 8 = 576\text{bit}$**

**11.计算STM-16的码率。**

答：先利用**P125**中图**5-2**计算出其一帧比特数，再除以一帧的周期

$$\text{STM-16的码率} = \frac{270 \times 9 \times 8 \times 16}{125 \times 10^{-6}} = 2488.32 \text{ Mb/s}$$



**12.**已知某波分复用系统的信道间隔  $\Delta$  为**100GHz**。请计算该系统中所使用光源谱宽的最大值是多少？（取 **$f=193.10 \times 10^{12}\text{Hz}$** ）

答： 
$$\Delta\lambda = \frac{\Delta \times \lambda^2}{3 \times 10^8} = \frac{100 \times 10^{-9} \times (1552.52)^2}{3 \times 10^8} = 0.8$$



**13. 如果某WDM系统中的技术参数如下：**

中心波长为**1552.52nm**（对应中心频率为**193.10THz**），  
**OSNR= 7**（满足**BER=  $10^{-12}$** 时），**N= 10**，**N<sub>F</sub>= 5.5dB**，  
 **$\Delta \lambda = 0.1\text{nm}$** ，**L<sub>a</sub> = 15dB**，**BW<sub>eff</sub> = 2.5THz**。请算出实用**16路WDM**系统所要求的光放大器的输出光功率范围？

答：  $( ) = ( ) + ( ) + 10 \lg + 10 \lg( \cdot \Delta )$   
 $= 7 + 5.5 + 10 \lg 10 - 58 = -35.5( )$   
 $= 15 - 35.5 = -20.5( )$

$$P_0 = \sum + \cdot \cdot \cdot \cdot 10^{( + \alpha)/10}$$

$$= \sum -10 \times 2.5 \times 10^{12} \times 6.626 \times 10^{-34} \times 193.1 \times 10^{12} \times 10^{(5.5+15)/10}$$

$$= 1000 - 0.36/16 = 62.5$$

$$\Delta = 18 + 20.5 = 28.5( )$$





# 习题

1.城域网中可供使用的骨干传输技术有哪些？它们各自的特点是什么？

答： **P181** 第二段



## 2.简述光接入网的概念。

答： **P181**

光接入网（**OAN**）是指以光纤作为传输媒体来取代传统的双绞线接入网，具体地说就是指本地交换机或远程模块与用户之间采用光纤或部分采用光纤来实现用户接入的系统。

3.说明**APON**系统工作过程，并画出其帧结构。

答： **P185**

其帧结构如**p187**图**6-10**所示。



4.请分析**APON**与**EPON**系统的区别及特点。

答： **P185~192**

5.解释**EPON**中采用测距的原因，如何进行测距。

答：**EPON**中采用测距的原因——**p188**

如何进行测距——**p188**第**4、5**段。



**6.**请写出适于在光互联网中使用的几种传输技术的名称，它们的各自特点是什么？

**答：IP over SDH、IP over WDM、GE等。**

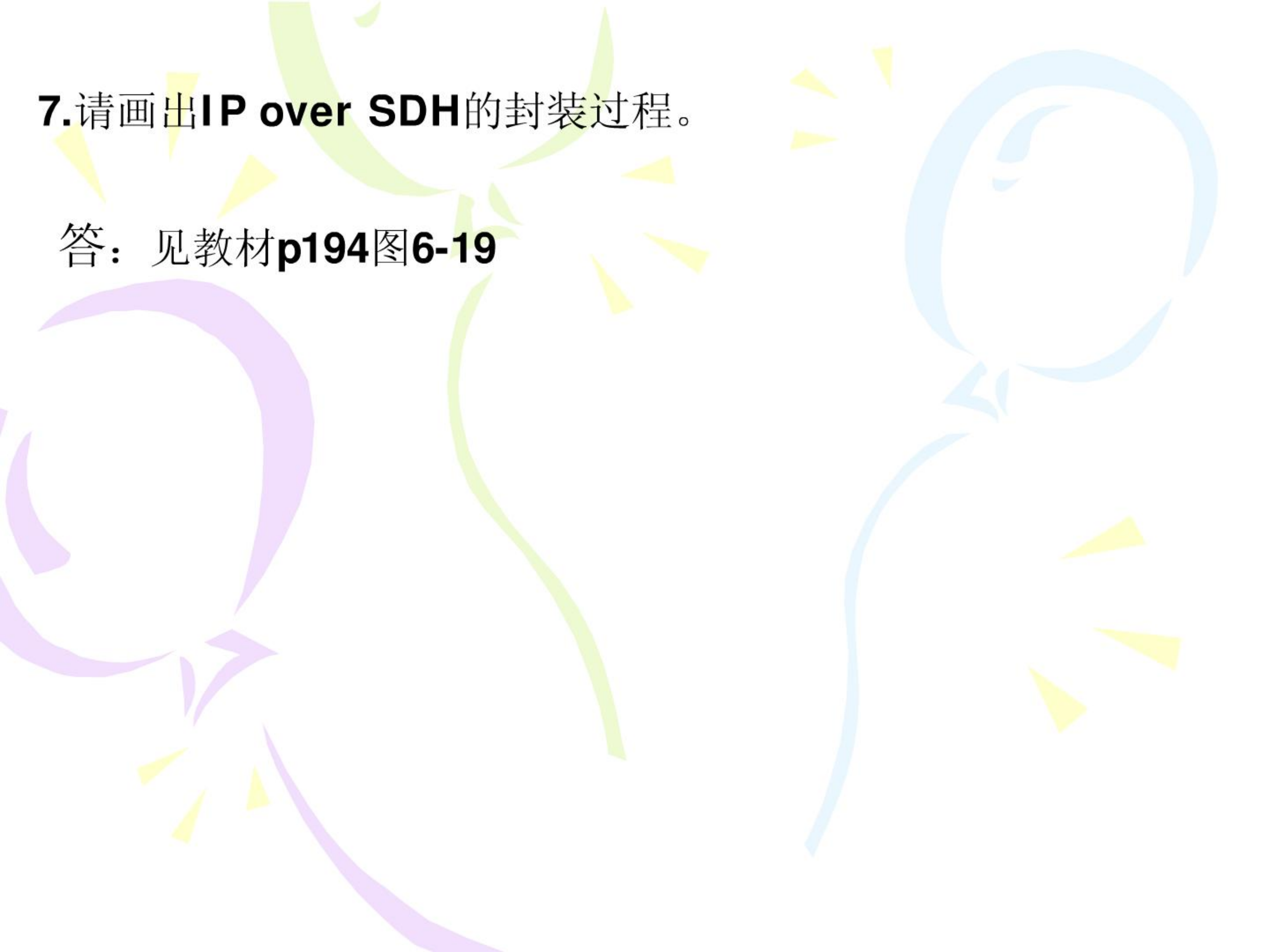
**IP over SDH的特点： p194**

**IP over WDM的特点： p199**

**GE的特点： 本书未介绍。**

7.请画出**IP over SDH**的封装过程。

答：见教材**p194图6-19**





8.请画出**IP over WDM**光网络分层体系结构。

答：见教材**p199图6-25**

**3.简述全光网络的概念，并说明实现全光网络过程中所存在的难点在哪里？**

答：全光网络的概念：**P251 “8.3.1 全光网的概念、结构及其特点”**中第一段

难点：**P252 “8.3.2 全光网络中的关键技术”**中的内

容



# 习题

1.简述**MSTP**的基本概念。

答： **P205** 第二段第一句话

**2.简述级联与虚级联的概念。**

答：**P206** “1.级联与虚级联的概念”中的内容



3.请说明**LCAS**协议的链路容量调整思路。

答：**P210** 最后六段

4.简述**MPLS**技术中的数据的转发过程。

答：**P218** 最后一段



5.论述空间重用技术原理。

答：**P228** 第二段

6. 阐述拓扑自动发现技术原理。

答： **P228** “（2）拓扑自动发现技术”中的内容



7. 阐述**RPR**中带宽公平调度思路。

答：**P229** “（4）带宽公平调度策略”中的内容

8. 阐述**RPR**中基于不同业务等级的自动保护倒换机制原理。

答：**P229** “**(3)** 基于不同业务等级的自动保护倒换机制”中的内容



# 习题

1.简述光网络的概念。

答： **P234** 第二段最后两句话

2.画出**ASON**控制平面的功能结构图。

答：**P239 图8-4 ASON控制平面的功能结构图**



**3.简述全光网络的概念，并说明实现全光网络过程中所存在的难点在哪里？**

答：全光网络的概念：**P251 “8.3.1 全光网的概念、结构及其特点”**中第一段

难点：**P252 “8.3.2 全光网络中的关键技术”**中的内

容