

1、写出奈奎斯特公式和香农公式，解释其中各参数的含义。

【答案要点】

(1) 香农公式： $C = W \log_2(1 + S/N)$ (bit/s)

W 为信道的带宽 (以 Hz 为单位);

S 为信道内所传信号的平均功率;

N 为信道内部的高斯噪声功率。

信噪比 S/N 就是信号的平均功率和噪声的平均功率之比。

(2) 香农 (Shannon) 用信息论的理论推导出了带宽受限且有高斯白噪声干扰的信道的无差错的、极限信息传输速率;

香农公式给出了信道信息传送速率的上限 (比特每秒) 和信道信噪比及带宽的关系, 即信道的带宽或信道中的信噪比越大, 则信息的极限传输速率就越高。

若信道带宽 W 或信噪比 S/N 没有上限 (当然实际信道不可能是这样的), 则信道的极限信息传输速率 C 也就没有上限。

2、在无噪声情况下, 若某通信链路的带宽为 3KHZ, 采用 4 个相位, 每个相位具有 4 种振幅的 QAM 调制技术, 则该通信链路的最大数据传输速率是多少? 要求写出详细解题过程。

【答案要点】

根据奈奎斯特公式, 无噪声信道的最高码元传输速率为:

$$2W = 2 \times 3 \text{ KHz} = 6 \text{ KBaud}$$

因为采用的是 QAM 调制技术 (4 个相位, 每个相位具有 4 种振幅), 即有 16 种码元波形, 每个码元可含有 4bit 信息,

所以, 通信链路的最大数据传输速率是:

$$6 \text{ KBaud} \times 4 \text{ b/Baud} = 24 \text{ kbps}$$

3、某 CRC 的生成多项式 $G(x) = x^3 + x + 1$, 待发送信息为 11001101101, 求实际发送的信息是什么? 要求写出详细计算过程。

【答案要点】

除数 $G(x) = 1011$

被除数: $C(x) \times 2^3 = 11001101101000$

$11001101101000 \text{ 模 } 2 \text{ 除 } 1011 = 11101010011 \text{ 余 } 101$

实际发送的信息为 11001101101101

$$\begin{array}{r}
 11101010011 \\
 1011 \overline{) 11001101101000} \\
 \underline{1011} \\
 111 \\
 \underline{1011} \\
 100 \\
 \underline{1011} \\
 1001 \\
 \underline{1011} \\
 1010 \\
 \underline{1011} \\
 1100 \\
 \underline{1011} \\
 1110 \\
 \underline{1011} \\
 101
 \end{array}$$

4、有两个序列 $A = (+1, -1, +1, -1, +1, -1, +1, -1)$, $B = (+1, -1, -1, +1, -1, +1, +1, -1)$

(1) 请判断这两个序列是否满足八位的 CDMA 码片序列? 要求给出详细的判断过程

(2) 如果这两个序列作为码片序列分配给终端 A 和 B, 现收到叠加信号 $(0, 0, 0, 0, +2, -2, -2, +2)$, 试问 A 和 B 是否发送了信号? 如果发送了, 发送的是比特 0 还是比特 1?

【答案要点】

(1)

- 两个不同站的码片序列正交，就是向量 **S** 和 **T** 的规格化内积(inner product)都是 0:

$$\mathbf{S} \cdot \mathbf{T} \equiv \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m S_i T_i = 0$$

$$(+1, -1, +1, -1, +1, -1, +1, -1) \cdot (+1, -1, -1, +1, -1, +1, +1, -1) = 0$$

因为点积为 0，所以可以构成码片序列

(2)

假设 A 发送了信号，则

$$(+1, -1, +1, -1, +1, -1, +1, -1) \cdot (0, 0, 0, 0, +2, -2, -2, +2)$$

$$= 1/8 * (0 + 0 + 0 + 0 + 2 + 2 - 2 - 2)$$

$$= 0$$

表示 A 没有发送信号

假设 B 发送了信号，则

$$(+1, -1, -1, +1, -1, +1, +1, -1) \cdot (0, 0, 0, 0, +2, -2, -2, +2)$$

$$= 1/8 * (0 + 0 + 0 + 0 - 2 - 2 - 2 - 2)$$

$$= -1$$

表示 B 发送了信号，发送的是比特 0

5、什么是透明传输？PPP 协议的透明传输方法有哪两种，分别用于什么场景？

【答案要点】

(1) 透明传输是指在数据传输过程中，无论传输的数据内容如何(包括可能被误认为控制字符的比特组合)，发送方和接收方均不会对数据内容进行任何限制或处理，确保数据原样传输。

(2) 透明传输方法

在同步传输中，协议采用 0 比特填充方法解决问题

在发送端，只要数据部分中有五个连续的 1，就立即填充一个 0

在接收端，每当发现 5 个连续的 1，就将连续的 5 个 1 后面的 0 去掉

在异步传输中，采用字符填充的方法

将信息字段中的每一个 0x7E 字节转变为 2 字节序列 (0x7D, 0xE)

将信息字段中出现的一个 0x7D 的字节，将其转变成 2 字节序列 (0x7D, 0x5D)

若信息字段中出现 ASCII 码的控制字符 (数值小于 0x20 的字符)，则在该字符前面加上 0x7D，同时将该字符的编码改变。

6、关于 CIDR

(1) 什么是 CIDR 技术？

(2) 详述 CIDR 的路由器分组转发算法？

(3) 路由器 R0 的路由表如下：若进入路由器 R0 的分组的地址为 132.1.2.196，请问该分组应该被转发到哪一个下一跳路由器？要求写出详细的求解过程。

目的网络	下一跳
132.1.2.0/24	R1
132.1.2.128/25	R2
132.1.2.192/26	R3

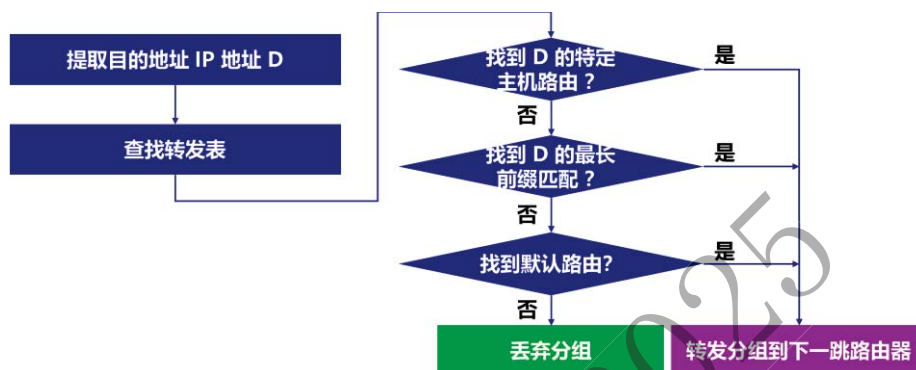
0.0.0.0/0

R4

【答案要点】

(1) CIDR 的正式名字是无分类域间路由选择 CIDR (Classless Inter-Domain Routing)，也称为无分类编址。CIDR 使用各种长度的“网络前缀”(network-prefix)来代替分类地址中的网络号和子网号，IP 地址从三级编址（使用子网掩码）又回到了两级编址。

(2) CIDR 的路由器转发分组算法



(3)

132.1.2.196 => 132.00000001.00000010.11000000

目的网络	与操作	是否匹配?	下一跳
132.1.2.0/24	132.1.2.0	✓	R1
132.1.2.10000000/25	132.1.1.128	✓	R2
132.1.2.11000000/26	132.1.2.192	✓	R3

根据最长前缀匹配原则，该分组被转发到下一跳路由器 R3。

7、某学校申请了一个 CIDR 地址块：218.111.68.0/23。该校有三个系，每个系包含的主机数分别为 120、62、25。要求设计一个地址利用效率最高的地址块分配方案。给出分配的每个地址块的最小地址、最大地址、可分配主机地址个数和掩码，以及剩余地址块。要求写出详细的地址块划分过程。

单位	地址块	最小地址	最大地址	可分配主机地址个数	掩码
一系					
二系					
三系					
剩余					

【答案要点】

思路：CIDR 地址下的子网划分是对地址块的划分，只要是按照 2 的幂次来划分，并且每个地址块能够满足主机数量要求，就可以进行多次划分，并且不需要排除子网号为全 0 和全 1 的情况。

为了提高地址利用率，从最小地址开始，先为最多主机数分配地址块

218.111.68.0/23 用二进制表示 218.111.01000100.00000000/23

第一次划分：

$$2^6 - 2 = 62 \leq 120 + 1 \leq 2^7 - 2 = 126$$

主机号需要 7 位，则前缀为 25 位，所以把地址块 218.111.68.0/23 一分为四

218.111.01000100.00000000/25 【218.111.68.0/25】 分配给 120 台主机的一系

剩下地址块为

218.111.01000100.10000000/25 【218.111.68.128/25】

218.111.01000101.00000000/25 【218.111.69.0/25】

218.111.01000101.10000000/25 【218.111.69.128/25】

第二次划分：

$$2^6 - 2 = 62 \leq 62 + 1 \leq 2^7 - 2 = 126$$

主机号需要 7 位，则前缀为 25 位

218.111.01000100.10000000/25 【218.111.68.128/25】 分配给 62 台主机的二系

剩下地址块为

218.111.01000101.00000000/25 【218.111.69.0/25】

218.111.01000101.10000000/25 【218.111.69.128/25】

第三次划分：

$$2^4 - 2 = 14 \leq 25 + 1 \leq 2^5 - 2 = 30$$

主机号需要 5 位，则前缀为 27 位，所以把地址块 218.111.69.0/25 一分为四

218.111.01000101.00000000/27 【218.111.69.0/27】 分配给 15 台主机的三系

剩下地址块为

218.111.01000101.00100000/27 【218.111.69.32/27】

218.111.01000101.01000000/27 【218.111.69.64/27】

218.111.01000101.01100000/27 【218.111.69.96/27】

上述后两个地址块可以合并为 【218.111.69.64/26】

最终地址分配方案

单位	地址块	最小地址	最大地址	可分配主机地址个数	掩码
一系	218.111.68.0/25	218.111.68.0	218.111.68.127	$2^7 - 2 = 126$	/25 或 255.255.255.128
二系	218.111.68.128/25	218.111.68.128	218.111.68.255	$2^7 - 2 = 126$	/25 或 255.255.255.128
三系	218.111.69.0/27	218.111.69.0	218.111.69.31	$2^5 - 2 = 30$	/27 或 255.255.255.224
剩余	218.111.69.32/27 218.111.69.64/26 218.111.69.128/25				

8、现在 B 收到其相邻路由器 C 发来的路由信息，请画出 B 更新后的路由表。

要求：

(1) 写出 C 路由表修改情况；

(2) 写出 B 路由表更新结果，给出更新后 B 路由表中每个条目的存在原因。

C 的路由信息

目的网络	距离
N ₂	1
N ₃	2
N ₅	1
N ₆	2
N ₇	2

B 的路由表

目的网络	距离	下一跳
N ₁	1	-
N ₂	3	E
N ₃	3	G
N ₅	3	C
N ₆	4	C

【答案要点】

C 的路由信息修改		
目的网络	距离	下一跳
N ₂	1+1=2	C
N ₃	2+1=3	C
N ₅	3+1=4	C
N ₆	2+1=3	C
N ₇	2+1=3	C

B 的路由表更新			
目的网络	距离	下一跳	
N ₁	1	-	保持不变
N ₂	2	C	被跳数更少的条目替代
N ₃	3	E	没有找到更好的，保持不变
N ₅	4	C	相同的下一跳，新的替代旧的
N ₆	3	C	相同的下一跳，新的替代旧的
N ₇	3	C	新增条目