

计算机网络作业参考答案

CH3 物理层

一、填空题

- 1) 信号变换方法分别编码与调制，其中，用数字信号承载数字或模拟数据叫编码；用模拟信号承载数字或模拟数据叫调制。数字信号实现模拟传输时，数字信号变成音频信号的过程称为调制。音频信号变成数字信号的过程称为解调。
- 2) 正弦波是基本的连续信号。一般可以用三个参数描述：幅度、频率和相角。相应地，调制的基本方法有调幅、调频、调相。
- 3) PCM 的三个步骤是：采样、量化、编码。
PCM的误差主要由量化引起。
- 4) 物理层的主要任务是确定与传输媒体的接口的一些特性，包括：机械特性、功能特性、电气特性和过程特性。
- 5) 综合布线系统分为建筑群、垂直干线、水平、工作区、管理（或配线间）、设备间六个子系统
- 6) 多路复用技术的几种形式：时分多路复用、频分多路复用、波分多路复用、码分多路复用。
- 7) 在网络传输过程中，每经过一跳均会产生下列四个时延：处理时间、排队时延、报文传输时间和信道的传播时延。
报文的传输时间=报文长度 / 报文的发送速率；信道的传播时延=链路长度 / 信号的传播速度。
- 8) 存储转发交换包括报文交换和分组交换。
- 9) 常用的导向型传输介质有双绞线、同轴电缆和光纤；同轴电缆分为基带同轴电缆和宽带同轴电缆。
- 10) 常见的网络拓扑结构有总线型、环型、星型、网状。
- 11) 通信控制规程主要分为两大类，即面向字符型和面向比特型。在因特网拨号上网协议中，SLIP 属于面向字符协议，PPP 属于面向比特协议。
- 12) E1 采用的多路复用技术是时分多路复用（或 TDM），它的数据速率是2.048 Mbps。
- 13) 一个信道的频率范围是 300MHz~300GHz，该信道的带宽是299700 MHz。

- 14) 有噪声信道的信道容量定理是 香浓定理，该定理的计算公式是 $C=B\log_2(1+S/N)$
- 15) T1 速率为 1.54Mbps；E1 速率为 2.048Mbps。
- 16) 在双绞线中，UTP 表示 非屏蔽双绞线；STP 表示 屏蔽双绞线。

二、单项选择题（在四个备选答案中，选出一个正确的答案，并将其号码填在题干的括号内。）

1) T1的速率为（ 3 ）

- | | |
|---------------|----------------|
| (1) 56 Kbps | (2) 96 Kbps |
| (3) 1.544Mbps | (4) 2.048 Mbps |

2) E1速率为（ 4 ）

- | | |
|---------------|----------------|
| (1) 56 Kbps | (2) 96 Kbps |
| (3) 1.544Mbps | (4) 2.048 Mbps |

3) （B）通信的双方都可以发送信息，但不能同时发送（也不能同时接收）。这种通信方式是一方发送另一方接收，过一段时间后再反过来。

- A. 单工通信
- B. 半双工通信
- C. 全双工通信
- D. 以上都不是

4) 物理层的 4 个特性中，指明接口所用接线器的形状和尺寸、引线数目和排列、固定和锁定装置等等的是（A）。

- A. 机械特性
- B. 电气特性
- C. 功能特性
- D. 规程特性

5) 将模拟数据转换为数字信号的过程，称为（A）。

- A. 调制
- B. 解调
- C. 转换
- D. 以上都不是

6) 在链路上产生的时延是（ C ）

- A.发送时延 B.排队时延 C.传播时延 D.处理时延

7) X.25 网络是一种（ C ），X.25 对于 OSI 的（ C ）层

- A.信元交换网，2层 B.电路交换网，1层 C.通信子网，3层 D.资源子网，4层
- 8) 两台计算机通过电话线路通信时必须的设备是 (A)
- A.调制解调器 B.网卡 C.中继器 D.集线器
- 9) 在串口通信中，DTE 指的是 (C)，DCE 指的是 (A)
- A.调制解调器 B.电缆 C.计算机 D.串口
- 10) 物理层的主要职责是 (B)
- A.报文传输 B.比特传输 C.信号变换 D.差错控制
- 11) (A) 通信的双方都可以发送信息，但不能同时发送（也不能同时接收）。这种通信方式是一方发送另一方接收，过一段时间后再反过来。
- A. 单工通信
B. 半双工通信
C. 全双工通信
D. 以上都不是

三、判断正误：（正确打√，错误打×）

- 1) 通过改进编码技术，可以无限提高数据传输速率。 (×)
- 2) 单模光纤比多模光纤细，所以传输速率低。 (×)
- 3) 同轴电缆既可用于计算机通信，又可用于传输有线电视信号。(√)
- 4) 光纤通信采用的多路复用技术叫做 WDM。(√)
- 5) 传输速率单位“bps”代表 BAUD PER SECOND。(×)
- 6) 理想信道的最高速率由香浓定理决定。(×)
- 7) 比特率总是等于波特率。(×)

四、简答及计算题

1. 解释以下名词：基带传输；宽带传输；带宽；多路复用技术；调制；编码

参考答案：

基带传输：基于数字信号的传输方式；

宽带传输：基于模拟信号的传输方式；

带宽：是信道传输能力的度量。

在传统的通信工程中： $BW \approx f_{\max} - f_{\min}$ 单位：赫兹（Hz）

在计算机网络中，一般用每秒允许传输的二进制位数作为带宽的计量单位；

多路复用技术：在同一个信道上传输多路信号；

调制：用模拟信号来表示原来的信号；

编码：用数字信号来表示原来的信号

2. 以数字方式传输电话信号（如 IP 电话）时，使用何种调制方式？要经历哪些处理步骤？为什么一条 8 位编码的语音线路 PCM 信号速率是 64Kbps。

答：使用 PCM（脉冲编码调制）

要经历 3 个步骤：采样、量化、编码

因为：语音的频率范围是 4KHZ，根据 Nyquist 采样定理，采样频率最高只需 8KHz；8 位编码，所以 PCM 信号速率为：

$$8 \times 8 = 64 \text{ Kbps}$$

3. 数字信号在模拟信道上传输时，要进行何种处理？有哪几种调制方式？

答：D/A 调制（调制解调）

主要有三种调制方式：调幅、调频、调相

4. 理想信道的最大速率由什么计算？实际信道的最高速率由什么计算？

参考答案：

理想信道的最高速率由 Nyquist 理论计算：

$$D = 2 B \log_2 K$$

其中

D 为最大数据速率

B 为硬件带宽

K 信号电平级数

实际信道的最高速率由 Shannon 公式计算：

$$\text{最大数据传输速率 } D = H \log_2(1 + S/N)$$

其中

D 为最大数据速率

H 为硬件带宽

S/N 为信噪比

5. 电视频道的带宽是 6MHz，若使用 4 级数字信号，每秒能发送多少比特。（不考虑信道噪声）

解：适用 Nyquist 定理

$$\text{最大数据传输速率 (bps)} = 2H \log_2 V = 2 * 6M * \log_2 4 = 24 \text{Mbps}$$

6. 一个用于发送二进制信号的 3KHz 信道，其信噪比为 20dB，最大的信道传输速率是多少？

解： $10 \lg(S/N) = 20$ $S/N = 100$

由 Shannon 公式

$$\text{最大数据传输速率} = H \log_2(1 + S/N) = 3K * \log_2(1 + 100) \approx 19.98 \text{Kbps}$$

根据 Nyquist 定理

$$\text{最大数据传输速率} = 2H \log_2 V = 2 * 3K * \log_2 2 = 6 \text{Kbps}$$

∴ 最大数据传输速率由 Nyquist 定理决定，为 6Kbps

7. T1 载波的速率为 1.544Mbps，在 50KHz 的线路上发送 T1 信号，需要多大的信噪比？

解：由 Shannon 公式

$$\text{最大数据传输速率} = H \log_2(1 + S/N) = 50K * \log_2(1 + S/N) = 1.544 * 10^3 \text{Kbps}$$

$$\rightarrow S/N \approx 2^{31} - 1 \quad \rightarrow 10 \lg(S/N) \approx 93 \text{dB}$$

8. 信道传播时延、报文发送时间、处理时延和排队时延各自的含意是什么？

答：传播时延：表示信号在传输通道上产生的时延，包括线路时延和中间节点的时延；

$$\text{线路上的传播时延} = \text{线路长度} / \text{信号的速度}$$

报文的发送时间：以一定的速率发送完一个一定长度的报文所需的时间；

$$\text{报文的发送时间} = \text{报文长度} / \text{报文的发送速率}$$

处理时延：节点进行报文存储转发处理所产生的时间；

排队时延：报文发送前在发送队列中排队的时间。排队时延根据排队论来计算。

9. 设需在两台计算机间经两个中间节点传送100兆字节的文件，假定：

(A) 各跳的通信线路的通信速率皆为8Kbps；

(B) 不考虑中间节点存储转发等处理时间和排队时间；

(C) 每一段线路的传播时延均为10ms

试计算采用甲、乙两种方案传送此文件所需时间。其中：

方案甲：将整个文件逐级存储转发。

方案乙：将文件分为1000字节长的帧再进行逐级存储转发，假定帧头和帧尾的开销各为10字节。假定分组之间连续发送，连续到达中间节点。

参考答案：

依据题意，两台计算机之间的路径共有3跳

方案甲传送此文件所需时间：

每一段线路的报文发送时间为： $(100 \times 10^6 \times 8) / (8 \times 10^3) = 100000\text{s}$

每一段线路的传播时延为： $10\text{ms} = 10 \times 10^{-3}\text{s}$

总时间为： $(10 \times 10^{-3} + 100000) \times 3 = 300000.03\text{s}$

方案乙传送此文件所需时间：

文件一共分为 $100 \times 10^6 / 1000 = 10^5$ （个）帧

1个帧长为1020字节，节点发送1个帧的时间为：

$1020 \times 8 / (8 \times 1000) = 1.02\text{s}$

传送1个帧所需时间：

$(1.02 + 0.01) \times 3 = 3.09\text{s}$

传送所有帧所需时间：

$3.09 + 1.02 \times (10^5 - 1) = 102002.07\text{s}$

10. 如果声音数据限于 4000Hz 以下的频率，那么每秒采样多少次可满足完整地表示声音信号的特征?如果使用 7 位二进制编码表示采样，允许有多少个量化级?这种情况下数据传输率是多少?

参考答案:

8000 (Hz) (采样定理)

128 个(2^7)

数据传输速率 (bps) = $8000 \log_2 V = 8000 \log_2 128 = 5600 \text{bps}$

11. 物理层的接口有哪几个方面的特性? 各包含些什么内容?

答: 物理层的四个重要特性

机械特性 (mechanical characteristics)

电气特性 (electrical characteristics)

功能特性 (functional characteristics)

规程特性 (procedural characteristics)

机械特性

主要定义物理连接的边界点，即接插装置。规定物理连接时所采用的规格、引脚的数量和排列情况。

电气特性

规定传输二进制位时，线路上信号的电压高低、阻抗匹配、传输速率和距离限制。

功能特性

主要定义各条物理线路的功能。

线路的功能分为四大类：数据、控制、定时、地

规程特性

主要定义各条物理线路的工作规程和时序关系。

12. 有 600 MB (兆字节) 的数据，需要从南京传送到北京。一种方法是将数据写到磁盘上，然后托人乘火车 (需 10 小时) 将这些磁盘捎去。另一种方法是用计算机通过长途电话线 (设信息传送的速率是 24 kb/s) 传送此数据。试比较这两种方法的优劣。若信息传送速率为 1 Mb/s ，其结果又如何?

答：磁盘传送的速率=600*106*8 比特/ 10*60*60 秒 =4/3 *105bps

该速率快于24 k b / s，但慢于1M b / s

13. 波特（Baud）和比特 / 秒（b / s）两单位所表示的是什么量，它们之间有什么关系。

参考答案：波特（Baud）率：表示单位时间内传送的信号波形数。

比特率：单位时间内传送的比特数。

$$S = B \log_2 N$$

S — 信息速率 bps (比特率)

B — 波形（电信号）速率 Baud （波特率）

N — 波形的状态数

14. 参照图 1 说明虚（零/空）调制解调器的工作原理。

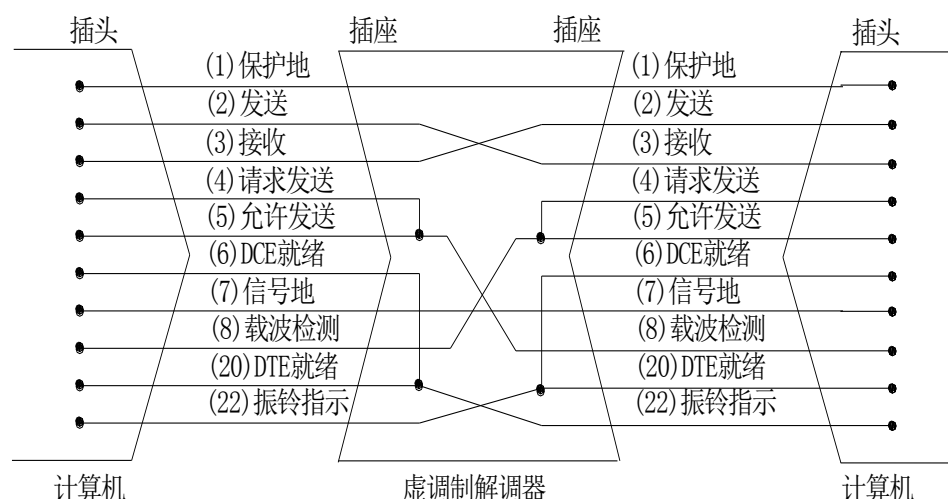


图 1 两台计算机采用虚调制解调器直接相连

参考答案：

- (1) 信号地（7）和保护地（1）直连，使两台计算机的参考电平相同；
- (2) 发送（2）与接收（3）连接，一端的发送信号直接送达另一端的接收端；
- (3) 信号线 6（DCE 就绪）和信号线 20（DTE 就绪）相连后，再与对方 DTE 的信号线 22（振铃指示）相连，当 DTE 就绪信号出现时，另一方即振铃，表示有呼叫进来，此时 DCE 就绪信号也产生，因此，只要双方 DTE 就绪，就同时给双方提供 DCE 就绪信号。
- (4) 由于信号线 4（请求发送）和信号线 5（允许发送）接在一起，因此只要有请

求就允许发送，同时对方信号线 8（载波检测）也收到信号。

15. 分析发送时间与传播延迟的关系，主机 1 与主机 2 经速率为 $R\text{bps}$ 的链路直接相连，两机相距 K 千米，电磁信号在链路上的传播速率为 V 千米/秒，主机 1 发送长 L 比特的分组给主机 2。

- (1) 用 K 和 V 来计算传播延迟 T_{prop} ;
- (2) 用 L 和 R 来计算分组的发送时间 T_{trans} ;
- (3) 给出端到端延迟的表达式（不考虑在主机中的处理和排队时间）;
- (4) $t=0$ 时，主机 1 开始发送，求 $t= T_{\text{trans}}$ 时，该分组最后 1 比特所在位置;
- (5) 若 $T_{\text{prop}} > T_{\text{trans}}$ ，当 $t= T_{\text{trans}}$ 时，该分组的第 1 比特在何处?
- (6) 若 $T_{\text{prop}} < T_{\text{trans}}$ ，当 $t= T_{\text{trans}}$ 时，该分组的第 1 比特在何处?
- (7) 设 $V=20$ 万 $\text{km}/\text{小时}$ ， $L=100$ 比特， $R=28\text{kbps}$ ，求使 $T_{\text{prop}} = T_{\text{trans}}$ 的 K 值。

参考答案:

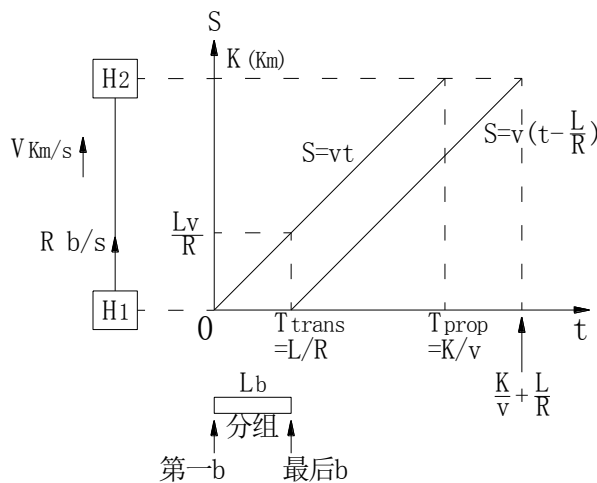
发送延迟与传播延迟的关系如下图所示:

(1) (电磁信号) 传播延迟 $T_{\text{prop}} = K(\text{km})/V(\text{km/s}) = \frac{K}{V}(s)$

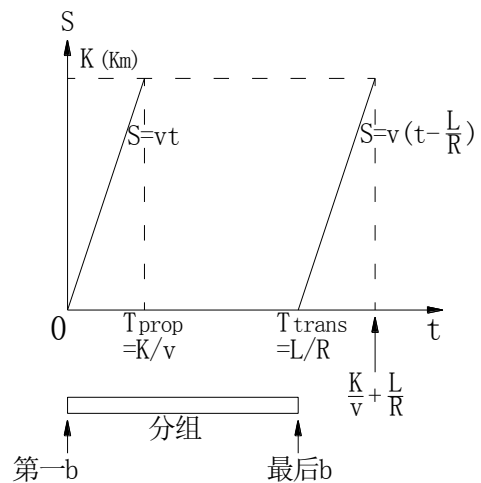
(2) 分组的发送时间 $T_{\text{trans}} = L(\text{b})/R(\text{b/s}) = \frac{L}{R}(s)$

(3) 端到端延迟（不考虑主机处理和排队时间） $T = T_{\text{prop}} + T_{\text{trans}} = \frac{K}{V} + \frac{L}{R}(s)$

(4) 当 $t = T_{\text{trans}}$ 时，最后 1 比特刚发出，即 $S = 0$ 。



(1) $T_{\text{prop}} > T_{\text{trans}}$



(2) $T_{\text{prop}} < T_{\text{trans}}$

图 发送延迟与传播延迟的关系图

- (5) 若 $T_{\text{prop}} > T_{\text{trans}}$ ，当 $t = T_{\text{trans}}$ 时，

$$\text{第 1b 位于 } S = V \bullet T_{\text{trans}} = \frac{LV}{R} (\text{km}) \text{ 处}$$

- (6) 若 $T_{\text{prop}} < T_{\text{trans}}$ ，当 $t = T_{\text{trans}}$ 时，

该分组第 1b 早已到达 H_2 ，不再向前传了。

第 1b 位于 $S = K$ (km) 千米处

- (7) 当 $T_{\text{prop}} = T_{\text{trans}}$ ，即 $\frac{K}{V} = \frac{L}{R}$ ，

$$\begin{aligned} K &= \frac{VL}{R} = \frac{2 \times 10^5 (\text{km/s}) \times 100 \text{b}}{28 (\text{kb/s})} \\ &= \frac{2 \times 10^5 \times 100}{28} = 7 \frac{1}{7} \times 10^5 (\text{m}) \\ &= 7 \frac{1}{7} \times 100 (\text{km}) \end{aligned}$$

16. E1 线路的 2.048Mb/s 中，有多少速率不能被最终用户所用？

参考答案：

E1 线路由 32 个等长时隙组成，用户话路占用其中 30 个（1~15，17~31），时隙 0 用于帧同步，时隙 16 用于传送信令，即 E1 的 2.048Mb/s 中不能被最终用户所用的为

$$64 \text{kbps} \times 2 = 128 \text{kbps}。$$