

# 第一次作业

- 1.请根据从低至高依次写出ISO制定的OSI网络体系结构的7层模型的每一层的名称。

第 1 层: 物理层;

第 2 层: 数据链路层;

第 3 层: 网络层;

第 4 层: 传输层;

第 5 层: 会话层;

第 6 层: 表达层;

第 7 层: 应用层。

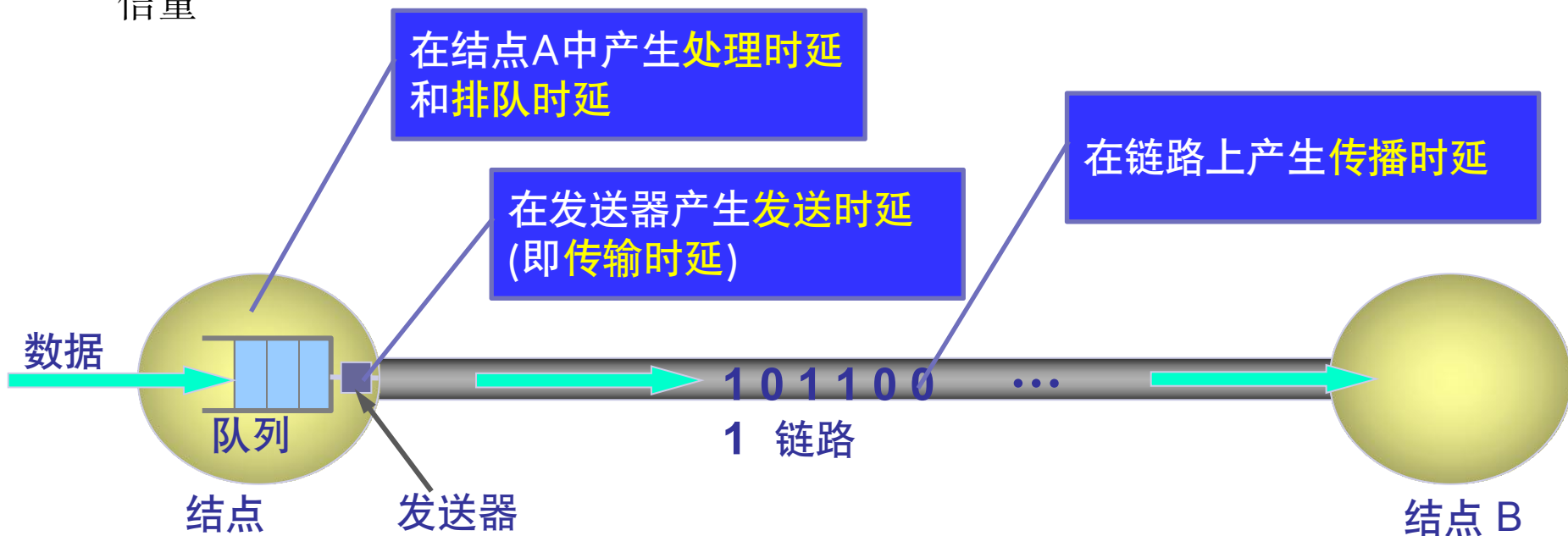
## ■ 2. 计算机网络中的时延分为哪几种？每种的意义是？

传播时延是指电磁波在信道中传输所需要的时间，它取决于电磁波在信道上的传输速率以及所传播的距离

发送/传输时延是发送数据所需要的时间，它取决于数据块的长度和数据在信道上的发送速率

处理时延是主机或路由器在收到分组时进行一些必要的处理所花费的时间，取决于结点的处理性能

排队时延是分组在结点缓存队列中所经历的时延，取决于网络中当时的通信量



- 3.数据长度为 $10^6$  b，数据发送速率为100kb/s，收发两端之间的传输距离为1000km，信号在媒体上的传播速率为 $2 \times 10^7$  m/s。试计算数据的发送时延和传播时延。

$$\text{发送时延} = \frac{\text{数据块长度}(b)}{\text{发送(传输)速率}(b/s)}$$

$$\text{发送时延} = 10^6 b / 100 \text{ kb/s} = 10 \text{ s}$$

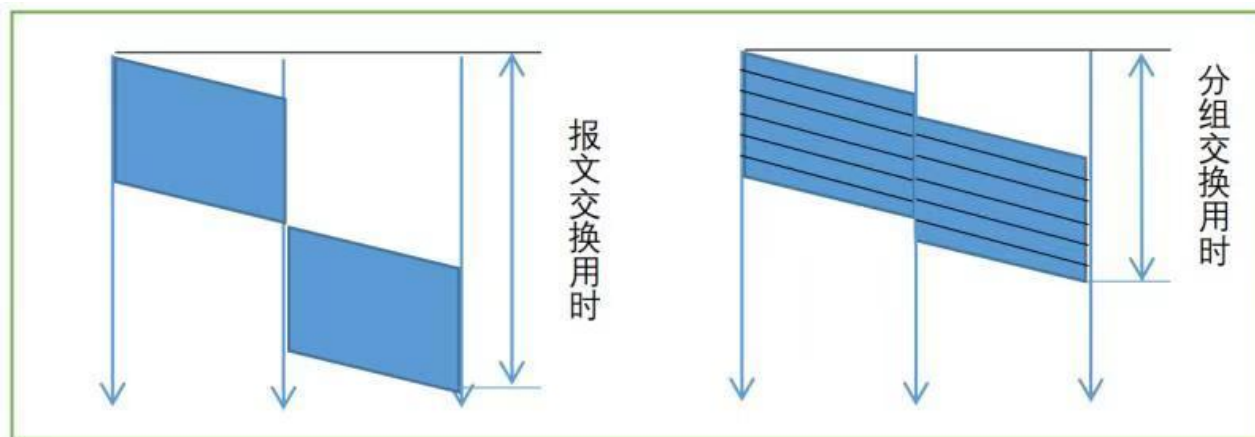
$$\text{传播时延} = \frac{\text{信道长度}(m)}{\text{信号在信道上的传播速率}(m/s)}$$

$$\text{传播时延} = 1000 \text{ km} / (2 \times 10^7 \text{ m/s}) = 0.005 \text{ s} = 50 \text{ ms}$$

- 4.主机甲通过1个路由器（存储转发方式）与主机乙互联，两段链路的数据传输速率均为10 Mbps，主机甲分别采用报文交换和分组大小为10 kb的分组交换向主机乙发送1个大小为7 Mb的数据。若忽略链路传播延迟、头部开销和分组拆装时间，则两种交换方式完成该数据传输所需的总时间分别为多少？

(1) 报文交换用时:  $2 \times 7\text{Mb} / 10\text{ Mbps} = 1.4\text{s}$

(2) 分组交换用时:  $7\text{Mb} / 10\text{ Mbps} + 10\text{kb} / 10\text{ Mbps} = 0.701\text{s}$



- 5.共有4个节点进行码分多址CDMA通信。假设4个节点的码片序列分别为：  
A  $(-1+1-1-1-1-1+1-1)$ ，B  $(-1-1-1+1+1-1+1+1)$ ，C  
 $(-1-1+1-1+1+1+1-1)$ ，D  $(-1+1-1+1+1+1-1-1)$ 。现  
收到这样的码片序列S  $(-1+1-3+3+1-1-1+1)$ ，请问节点A、B、  
C、D发送数据的情况？

A节点未发送，B节点发送1，C节点发送0，D节点发送1

A  $(-1+1-1-1-1-1+1-1)$

B  $(-1-1-1+1+1-1+1+1)$

C  $(-1-1+1-1+1+1+1-1)$

D  $(-1+1-1+1+1+1-1-1)$

S  $(-1+1-3+3+1-1-1+1)$

$S \cdot A = (+1+1+3-3-1+1-1-1)/8=0$  A未发送

$S \cdot B = (+1-1+3+3+1+1-1+1)/8=1$  B发送1

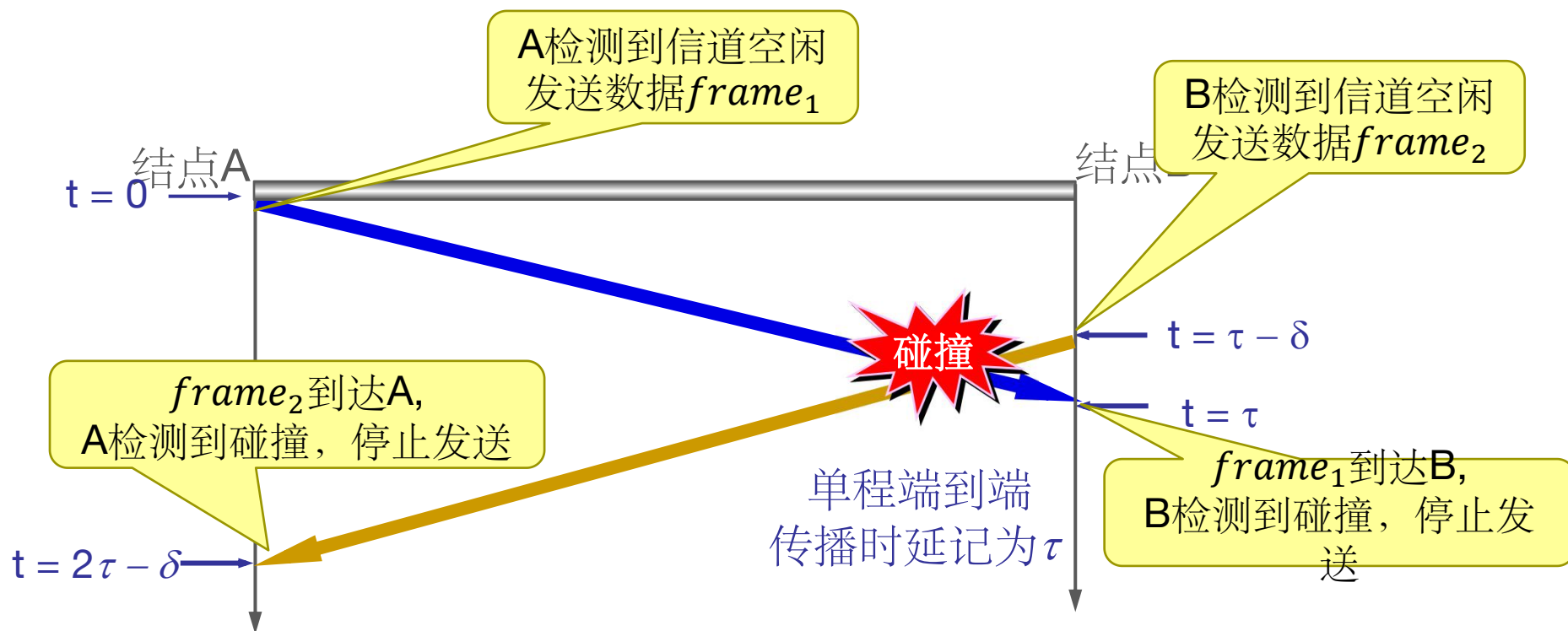
$S \cdot C = (+1-1-3-3+1-1-1-1)/8=-1$  C发送0

$S \cdot D = (+1+1+3+3+1-1+1-1)/8=1$  D发送1

- 6. 假定1km长的CSMA/CD网络的链路带宽为1Gb/s，设信号在链路上的传播速率是200000km/s，请问能够使用此协议的最短帧长为多少？

单程端到端传播时延为： $\tau = 1\text{km} / (200000\text{ km/s}) = 5\mu\text{s}$

在时间内数据帧未发送完，才能保证发送端能检测到碰撞，因此最短帧长应为： $2\tau \times 1\text{Gb/s} = 10\mu\text{s} \times 1\text{Gb/s} = 10\text{kb}$



- 7.对于带宽为40kHz的信道，若有4种不同的物理状态来表示数据，信噪比为30dB。按香农定理，信道的最大传输数据速率是多少？

因为 $30\text{dB} = 10 \log_{10} (S/N)$  所以 $S/N = 1000$

按香农公式，信道最大数据率 =  $40\text{k} * \log_2 (1+1000) \text{ bit/s} = 398.688\text{kbps}$

$$C = W \log_2 (1 + S/N)$$

其中， $C$ --信道容量( $\text{bps}$ )； $W$ -- 信道带宽( $\text{Hz}$ )； $S$ -- 信号平均功率； $N$ -- 高斯白噪声功率

$S/N$ --信噪比 $\text{SNR}(\text{dB})$ :  $\text{SNR} = 10 \log_{10} (S/N)$



- 8.某局域网采用 CSMA/CD 协议实现介质访问控制，数据传输速率为 5Mbps，主机甲和乙之间的距离为 4KM，信号传播速度是 400 000KM/S。请回答下列问题，并给出计算过程：
- (1) 若主机甲和主机乙发送数据时发生冲突，则从开始发送数据时刻起，到两台主机均检测到冲突时刻止，最短需经多长时间？最长需经过多长时间？（假设主机甲和主机乙发送数据过程中，其他主机不发送数据）
- (2) 若网络不存在任何冲突与差错，主机甲总是以标准的最长以太网数据帧（1518 字节）向主机乙发送数据，主机乙每成功收到一个帧后，立即发送下一个数据帧，此时主机甲的有效数据传输速率是多少？（不考虑以太网帧的前导码）

(1) 当甲乙同时向对方发送数据时，两台主机均检测到冲突所需时间最短：  
 $2 \times 2\text{km} / 400000\text{km/s} = 1 \times 10^{-5} \text{ s}$

当一方发送的数据马上要到达另一方时，另一方开始发送数据，两台主机均检测到冲突所需时间最长： $2 \times 4\text{km} / 400000\text{km/s} = 2 \times 10^{-5} \text{ s}$

(2) 发送一帧所需时间： $1518\text{b} / 5\text{Mbps} = 2.4288\text{ms}$

数据传播时间： $4\text{km} / 400\,000\text{km/s} = 1 \times 10^{-5} \text{ s} = 0.01\text{ms}$

总时延： $2.4288 + 0.01 = 2.4388 \text{ ms}$

有效的数据传输速率： $5\text{Mbps} \times 2.4288\text{ms} / 2.4388\text{ms} = 4.98\text{Mbps}$

- 9.假定4个活跃节点A, B, C和D都使用时隙ALOHA来竞争访问某信道。假设每个节点有无限个分组要发送。每个节点在每个时隙中以概率 $p$ 尝试传输。第一个时隙编号为时隙1, 第二个时隙编号为时隙2, 等等。
  - (1) 单个节点在任意一个时隙中成功发送的概率? 节点A在时隙5中首先成功的概率是多少?
  - (2) 某个节点 (A, B, C或D) 在时隙4中成功的概率是多少?
  - (3) 在时隙3中出现首个成功的概率是多少?
  - (4) 这个4节点系统的效率是多少?

时隙ALOHA: 若碰撞, 以概率 $p$ 在后续每个时隙发送该帧, 直到成功传输。

- (1) 单次成功传输概率:  $(1 - p)^3 * p$
- 结点A在时隙5首先成功概率:  $(1 - (1 - p)^3 * p)^4 ((1 - p)^3 * p)$
- (2) 某结点在时隙4成功概率:  $4p * (1 - p)^3$
- (3) 时隙3出现首个成功的概率:  $(1 - 4p * (1 - p)^3)^2 * (4p * (1 - p)^3)$
- (4) 4节点系统的效率:  $4p * (1 - p)^3$

- 10. 假设需要为卫星站的一条1Mbps的点到点链路设计一个滑动窗口协议，卫星在 $3 \times 10^4$  km的高度绕地球同步旋转。假设每帧携带1KB数据，发送窗口大小和接收窗口大小一样 ( $RWS = SWS$ )，请问需要多少比特作为标识数据帧的序号？（光速为 $3 \times 10^8$  m/s）

- $SWS = RWS$ 时

- $SWS + RWS < MaxSeqNum$  ( $MaxSeqNum = 2^n$ ,  $n$ 为序列号使用的比特数)
- 即  $SWS = RWS < 2^{n-1}$

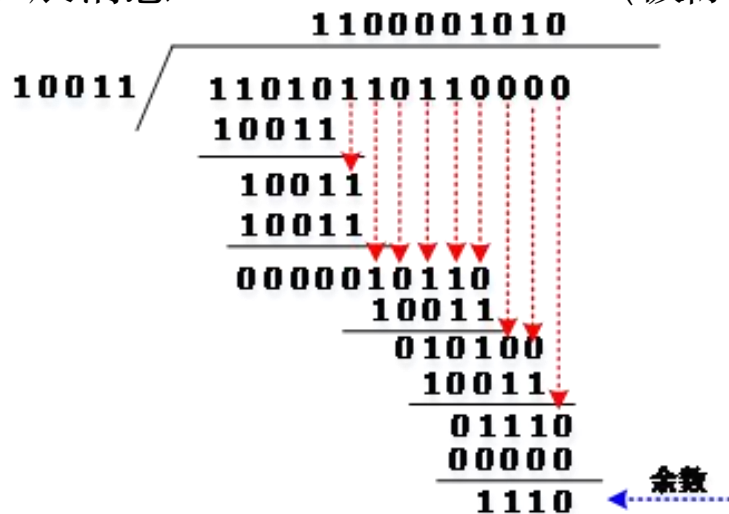
链路单程传播时延:  $\tau = (3 \times 10^4 \text{ km}) / (3 \times 10^8 \text{ m/s}) = 0.1 \text{ s}$

发送窗口大小:  $\text{带宽} \times 2\tau / 1\text{KB} = 1\text{Mbps} \times 0.2\text{s} / 1\text{KB} = 2 \times 10^5$

$\text{bit} / 1\text{KB} = (2 \times 10^5 \text{ b}) / (8 \times 1\text{KB}) = 25$  个数据帧

可用序号应为 $2 \times 25 = 50$ ,  $2^5 < 50 < 2^6$ , 因此, 应该用6比特标识数据帧的序号。

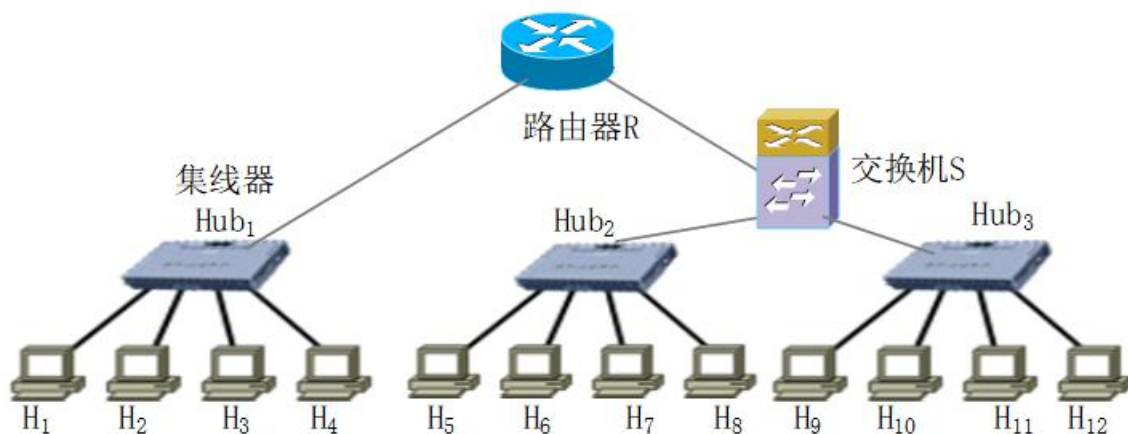
- 11. 采用循环冗余校验技术作为差错检测方案，要发送的数据为 1101011011，CRC生成多项式是  $P(x) = X^4 + X + 1$ 。
  - (1) 求应添加在数据后面的余数。
  - (2) 若数据在传输过程中数据部分的最后两个 1 都变成了 0，问接收端能否发现？
  - (3) 采用 CRC 检验后，数据链路层的传输是否就变成了可靠的传输？
- 1) CRC的生成多项式  $P(x) = X^4 + X + 1$ ，用二进制表示为  $P = 10011$ （除数）； $P(X)$  为 4 次幂，首先将消息  $M = 1101011011$  进行 0 扩展，得到零扩展消息  $T = 11010110110000$ （被除数）；



因此，应添加在消息后面的余数，即检测序列为：1110

- 2) 若数据在传输过程中最后两个 1 都变成了 0，即消息变为了  $M' = 1101011000$ 。接收端将检测序列“1110”添加在收到的消息  $M'$  后边，作为被除数，即 11010110001110；用除数  $P$  按照上述相同的方法对被除数进行除法运算，不能整除，接收端判断消息在传输过程中出错
- 3) 采用 CRC 检验后，数据链路层的传输并没有成为可靠的传输。差错检测技术只是让接收端实现了无差错接收，即通过检测判断消息无差错则接收该消息，若判断该消息出错，则丢弃该消息。无比特差错与无传输差错不同，差错检测技术并不能保证消息在传输过程中不发生帧丢失、重复、失序等错误，消息的可靠传输需要通过停等算法、滑动窗口算法等可靠传输机制实现。

- 12. 下图中包含三类网络节点：集线器、交换机、路由器，请回答以下问题：（1）简述交换机和路由器分别工作于网络体系结构中的哪一层，其基本功能是什么？（2）这个网络中有几个冲突域，几个广播域？



交换机：工作在数据链路层，其作用是根据MAC帧的目的地址对收到的帧进行转发，具有过滤帧的功能

路由器：工作在网络层，其作用是在互连网中完成路由选择的功能

网络中存在三个冲突域、两个广播域