

暑期强化课——计算机网络

WWW.CSKAOYAN.COM

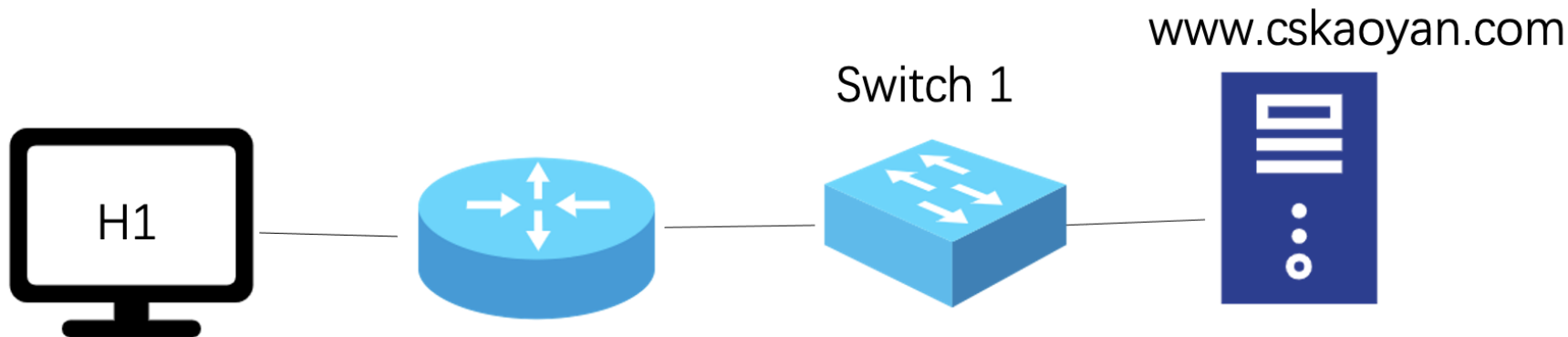
2. 链路层协议及大题解构



@王道楼楼老师-计算机考研

作业1：思考一下

你敢不敢详细描述一下你在电脑浏览器上访问www.cskaoyan.com服务器资源时所发生的过程？



1. DNS查询到IP地址
2. ARP查询到MAC地址
3. 主机与服务器建立TCP连接
4. 主机发送HTTP协议请求，服务器响应请求

输入域名后的路由转发过程

DNS: 域名->IP地址

ARP: IP地址->MAC地址

判断是否在同一网段 (IP地址&子网掩码)

● 是: 看ARP缓存中是否有其MAC地址

● 否: 看有没有默认网关

● 是: 直接封装成帧

● 否: 广播ARP请求分组 (MAC目的地址为全F)

单播响应ARP分组, 并返回对应的MAC地址

封装成帧

● 是: 看ARP缓存中是否有默认网关对应的MAC地址

● 否: 丢弃, 不可达

● 是: 直接封装成帧

● 否: 广播ARP请求分组

默认网关响应ARP分组, 并返回MAC地址

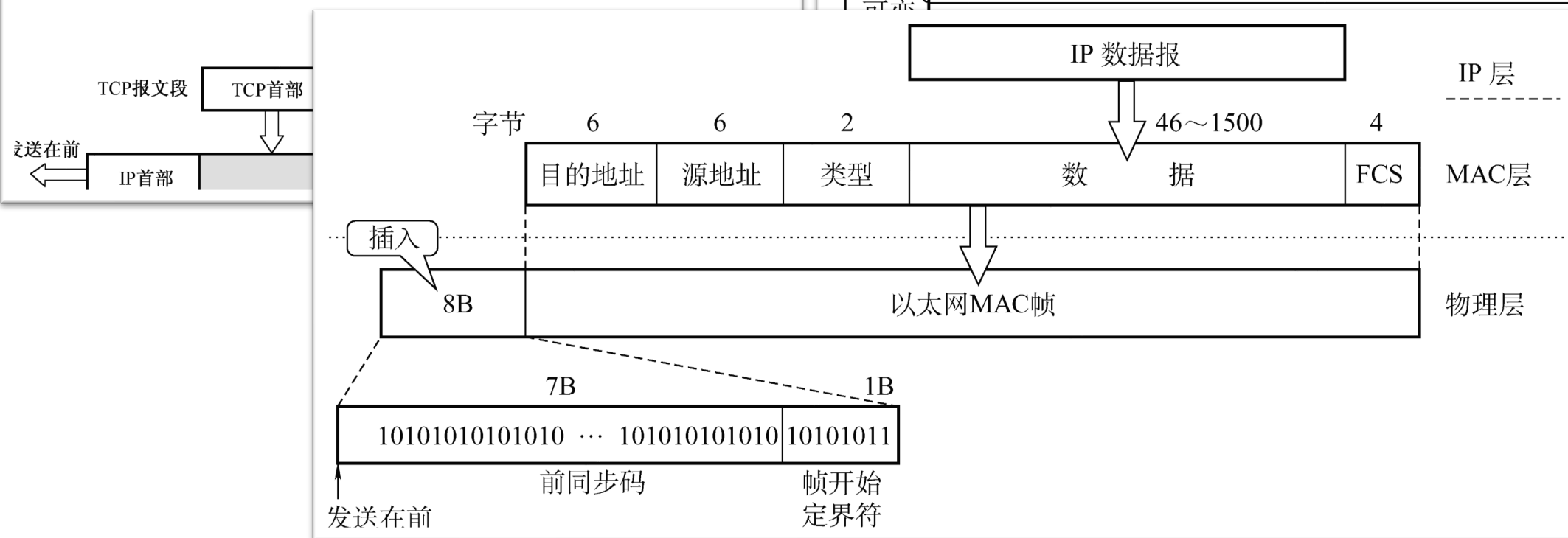
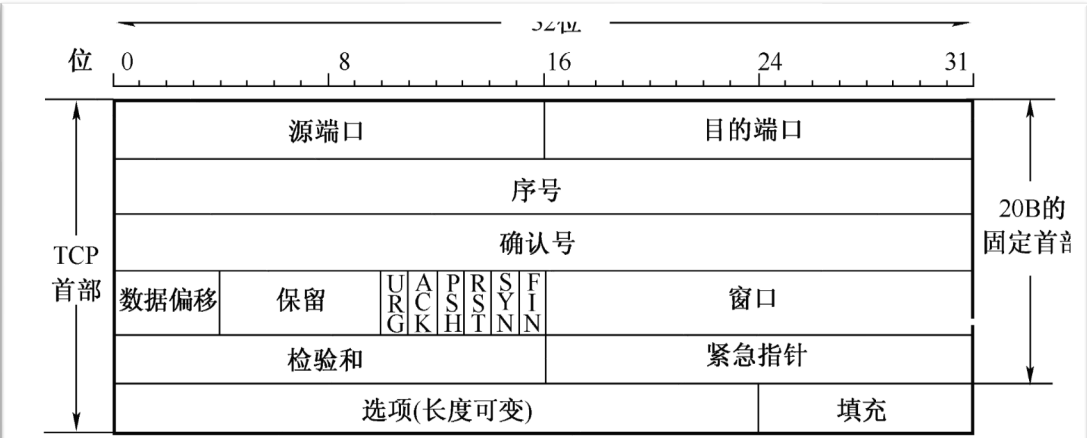
封装成帧

TCP报文段、IP分组、MAC帧



MAC帧首部+尾部=18B，数据部分为46B~1500B

TCP报文段、IP分组、MAC帧



附：各报文段需要记忆的内容

★	HTTP报文	HTTP报文分为请求报文&响应报文 请求报文： 1.请求行：请求方法（常用get/post）、请求URL、HTTP协议版本 2.首部行 3.请求体/实体主体 响应报文： 1.状态行 2.响应头部 3.响应体
★★	UDP数据报	1.首部8B，由4个字段组成（都是2B） 2.长度字段包括首部+数据部分 3.检验和检验首部+数据部分（可选）
★★★	TCP报文段	1.首部固定部分为20B，最大值为60B（和IP分组一样） 2.源端口和目的端口各占2B 3.序号（本报文段第一个字节的序号）和确认号（期望收到下一个的序号）各占4B 4.数据偏移=首部长度的4B整数倍 5.确认位ACK、同步位SYN、终止位FIN什么时候为0/1 6.窗口字段表示允许对方发送的数据量（流量控制用）
★★★★	IP分组	1.首部固定部分为20B，首部最大值为60B 2.总长度（1）+片偏移的单位（8）+首部长度的4（“一种八片首饰”） 3.标志位MF和DF在分片时的取值 4.生存时间TTL，经过一个路由器减去1，直到为0 5.首部校验和字段只校验首部 6.源地址和目的地址字段长度都为4B
★★★★	MAC帧	1.前同步码8B 2.MAC地址长度6B 3.数据长度为46-1500B，首部和尾部是18B，因此最短帧长64B。

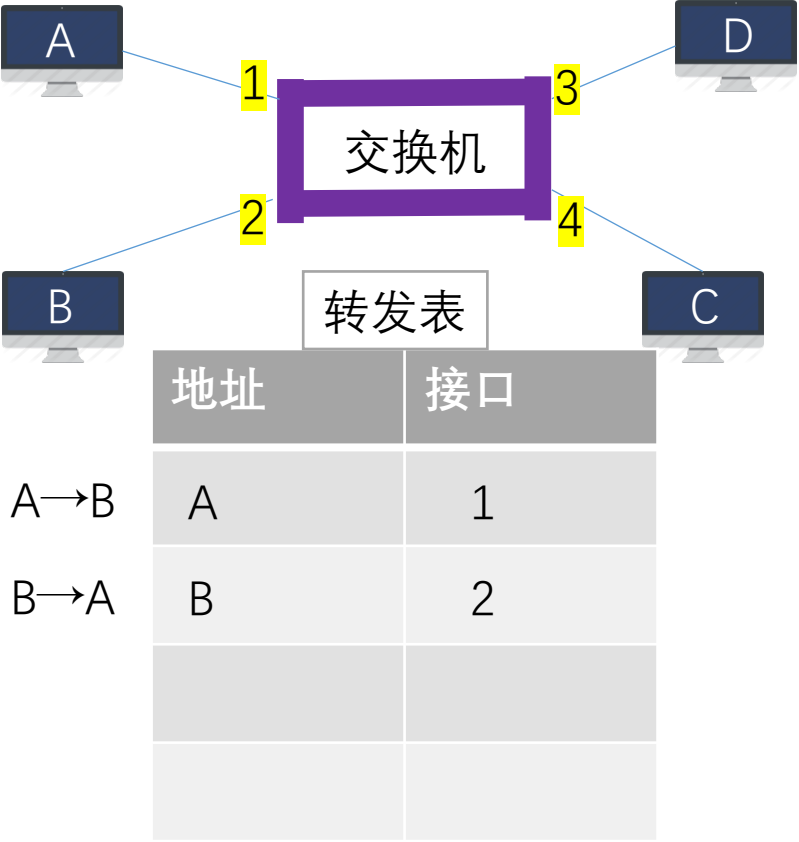
计算机网络中非常重要的3个表

- ✓ 转发表（二层设备：交换机）
- ✓ ARP表（三层设备：主机、路由器）
- ✓ 路由表（三层设备：主机、路由器）

我摸着良心说话



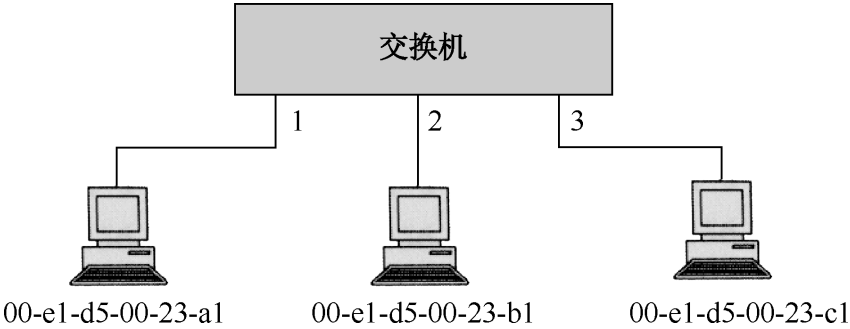
交换机的自学习功能



转发表建立过程——交换机



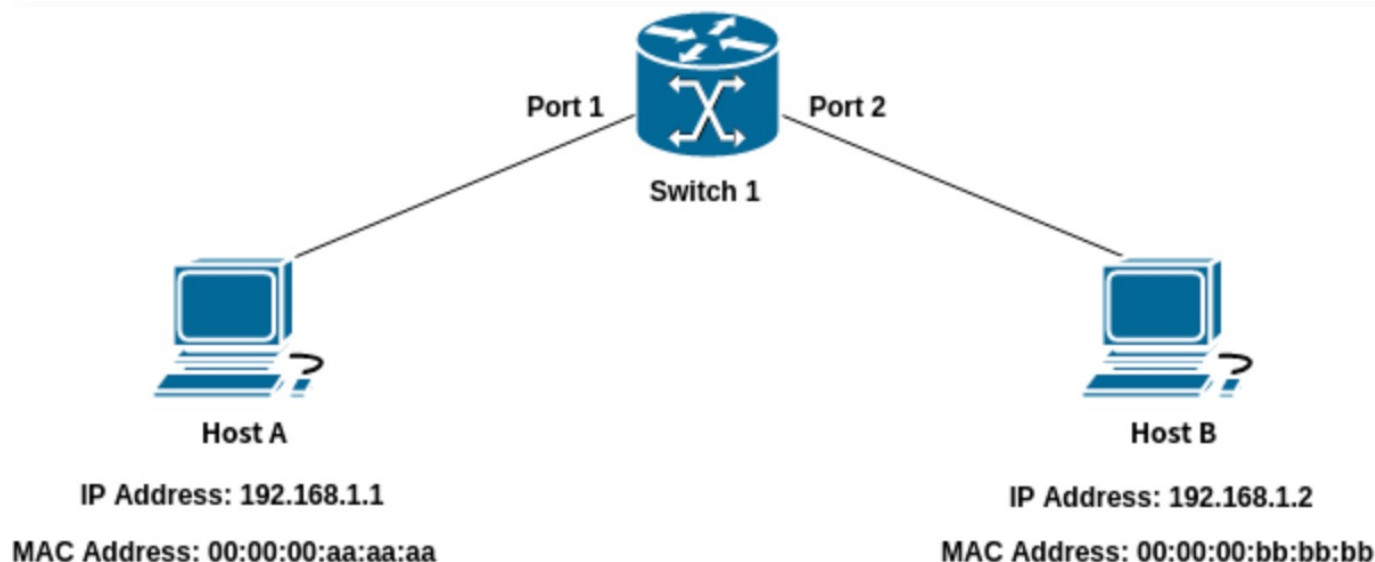
【2014联考真题】某以太网拓扑及交换机当前转发表如下图所示，主机00-e1-d5-00-23-a1向主机00-e1-d5-00-23-c1发送1个数据帧，主机00-e1-d5-00-23-c1收到该帧后，向主机00-e1-d5-00-23-a1发送1个确认帧，交换机对这两个帧的转发端口分别是_____。



目的地址	端口
00-e1-d5-00-23-b1	2

- A. {3}和{1} B. {2, 3}和{1} C. {2, 3}和{1, 2} D. {1, 2, 3}和{1}

ARP表建立过程



检查**ARP高速缓存**，有对应表项则写入MAC帧，没有则用目的MAC地址为FF-FF-FF-FF-FF-FF的帧封装并**广播ARP请求分组**，**同一局域网中**所有主机都能收到该请求。目的主机收到请求后就会向源主机**单播一个ARP响应分组**，源主机收到后将此映射**写入ARP缓存**（10-20min更新一次）。

路由表建立过程

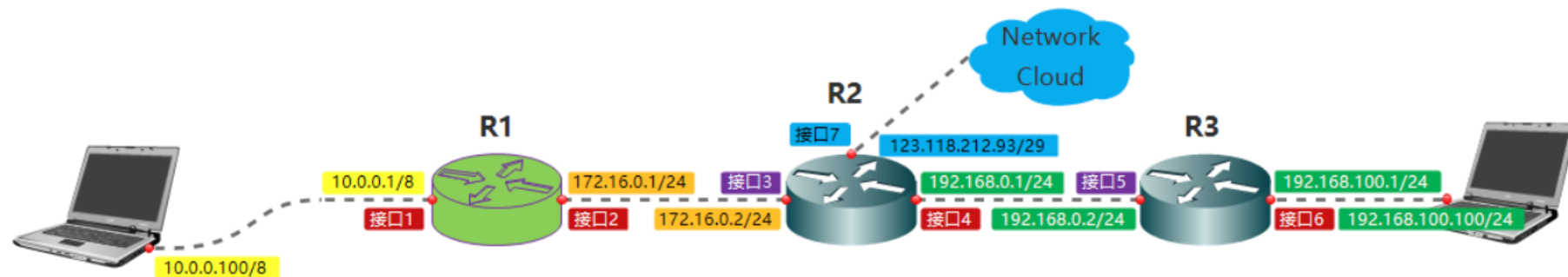


路由表

	目的网络IP地址	子网掩码	下一跳IP地址	接口
默认路由	0.0.0.0	0.0.0.0		

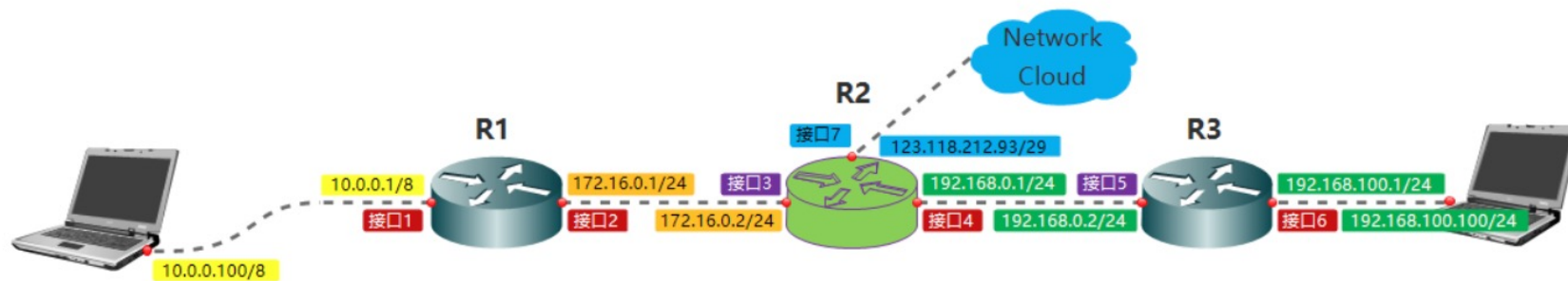
路由表建立方法：1.静态路由 2.动态路由（RIP、OSPF...）

📌 路由器 R1 路由表

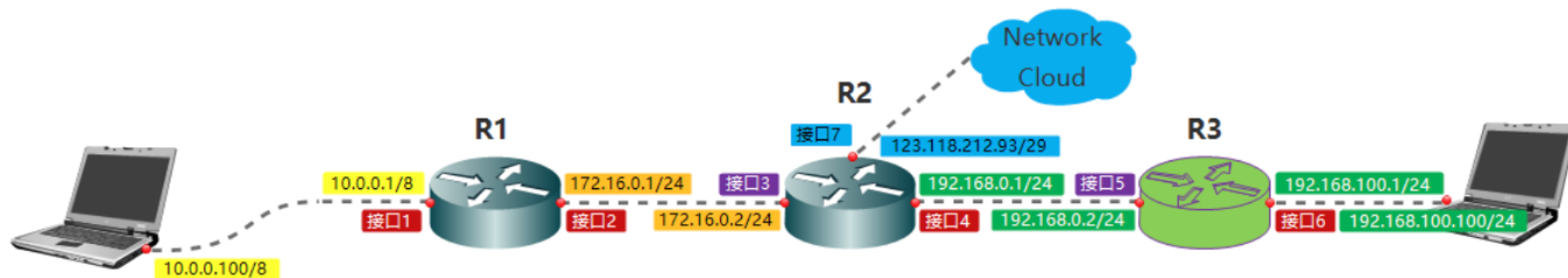


网络ID	子网掩码	接口	网关
10.0.0.0	255.0.0.0	1	-
172.16.0.0	255.255.0.0	2	-
192.168.0.0	255.255.255.0	2	172.16.0.2
192.168.100.0	255.255.255.0	2	172.16.0.2
0.0.0.0	0.0.0.0	2	172.16.0.2

📌 路由器 R2 路由表



📌 路由器 R3 路由表



网络ID	子网掩码	接口	网关
10.0.0.0	255.0.0.0	5	192.168.0.1
172.16.0.0	255.255.0.0	5	192.168.0.1
192.168.0.0	255.255.255.0	5	-
192.168.100.0	255.255.255.0	6	-
0.0.0.0	0.0.0.0	5	192.168.0.1

计算机网络选择篇——第二章



考点分布：

【2011】 【2013】 【2015】 【2021】 编码与调制

【2009】 【2014】 【2017】 【2016】 【2022】 奈氏准则和香农定理

【2010】 【2013】 【2020】 数据交换方式（常考数据传输总用时）

【2012】 【2018】 接口特性

【2019】 传输介质（双绞线）

【2020】 不同层次设备是否能隔离冲突域/广播域



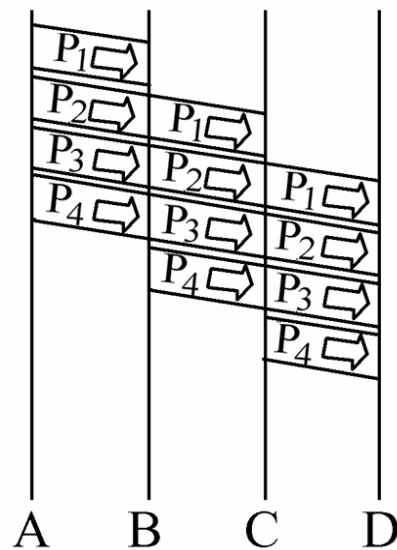
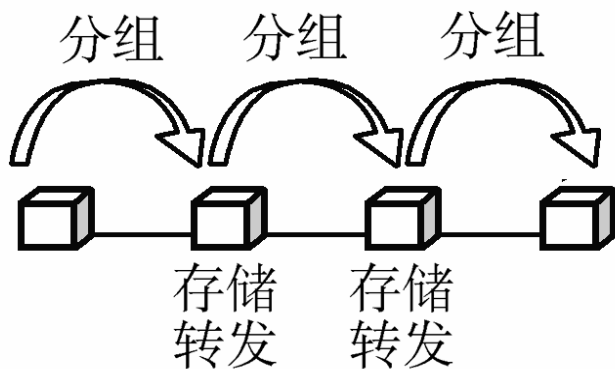
嗯我懂你的意思

数据交换方式

电路交换：在通信之前要在通信双方之间建立一条被双方独占的物理通路（由通信双方之间的交换设备和链路逐段连接而成）。

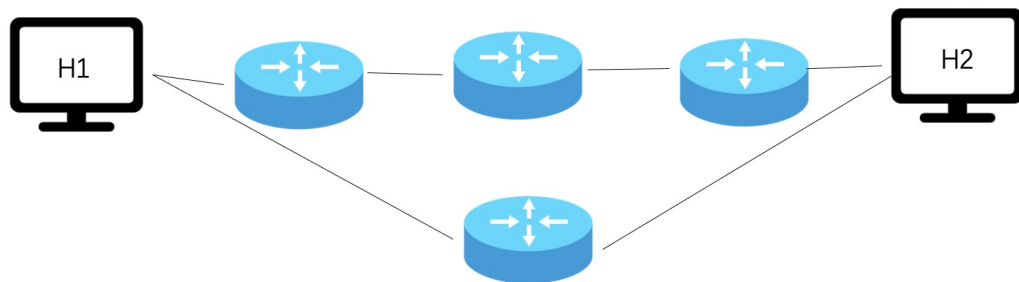
报文交换：以报文为数据交换的单位，报文携带有目的地址、源地址等信息，在交换结点采用存储转发的传输方式。

分组交换：仍采用存储转发方式，它将一个大的数据块分割成若干个小数据块，再加上一些必要的控制信息（如源地址、目的地址等），构成分组。网络结点根据控制信息把分组送到下一结点，下一结点接收到分组后，暂时保存下来并排队等待传输，然后根据分组控制信息选择它的下一个结点，直到到达目的结点。



数据交换方式例题

在下图所示的采用“存储-转发”方式的分组交换网络中，所有链路的数据传输速率为100 Mbps，分组大小为1000B，其中分组头大小为40B。若主机H1向主机H2发送一个大小为960 000B的文件，则在不考虑分组拆装时间和传播延迟的情况下，从H1发送开始到H2接收完为止，需要的时间至少是多少？



这种题目的关键在于找到**开始发送时刻**（刚开始发送第一个分组的时刻）和**接收完的时刻**（本题中也是下方路由器发送完最后一个分组的时刻），接下来有两种思考方式：

1.考虑第一个分组：总时间=第一个分组经历主机H1和路由器的两个传输延迟+剩下的分组依次经历路由器的传输延迟。

2.考虑最后一个分组：总时间=将全部分组经H1传输到链路上的延迟+最后一个分组经历路由器的传输延迟。

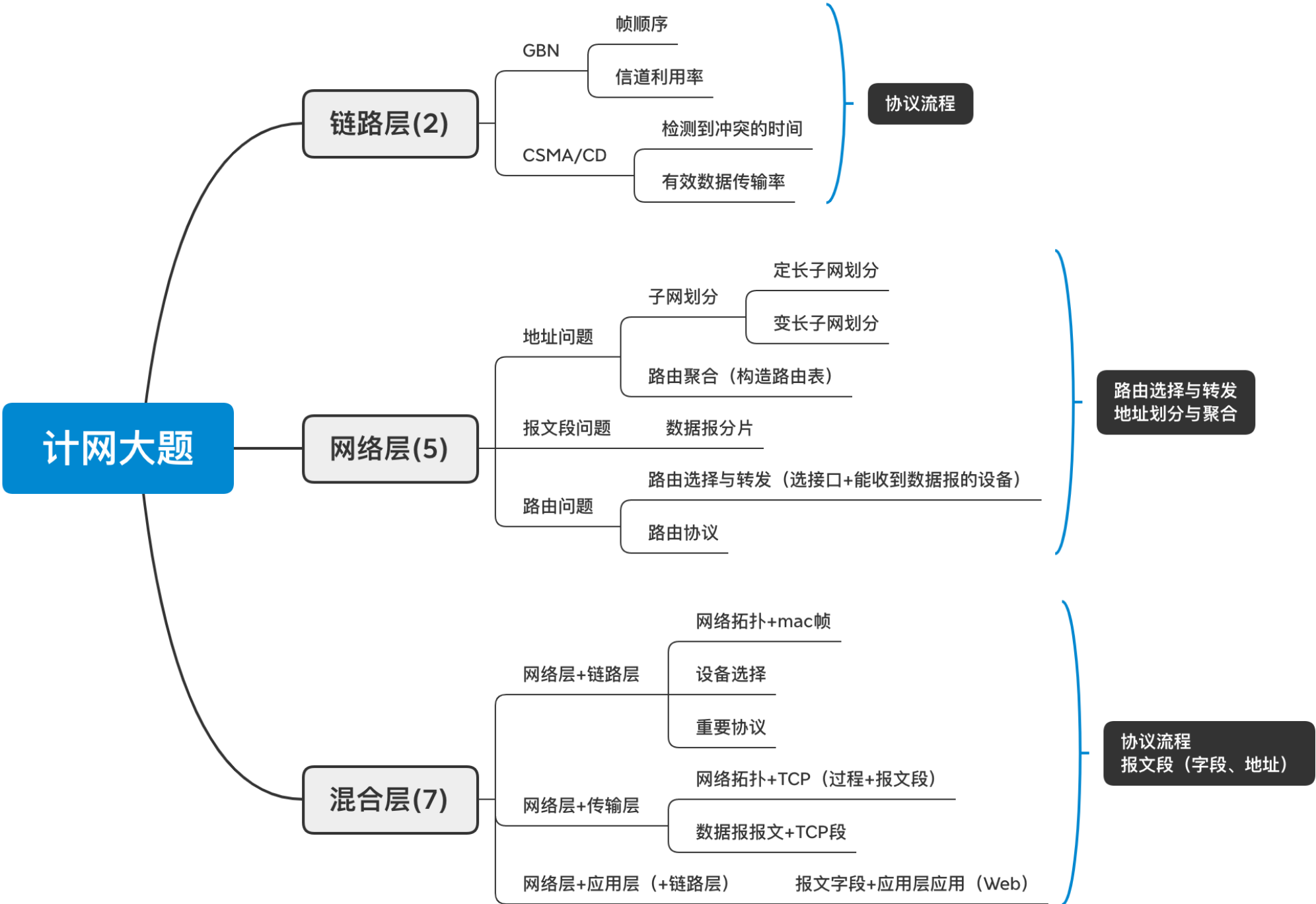
若采用第二种方法，计算过程如下：

(1) 先求出该文件可以分成多少个分组： $960000\text{B}/(1000\text{B}-40\text{B})=1000$ 个分组

(2) 求一个分组的传输延迟 $t_1=1000\text{B}/100\text{Mbps}=0.08\text{ms}$

(3) 总时间=1000个分组经H1传输到链路上的延迟+最后一个分组经历路由器的传输延迟 $=1000*t_1+1*t_1=1001*0.08=80.08\text{ms}$

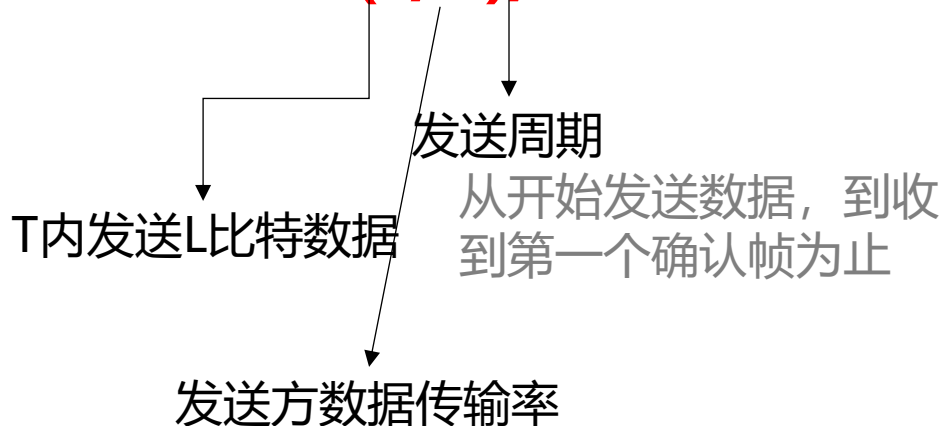




停等协议应用

发送方在一个发送周期内，有效地发送数据所需要的时间占整个发送周期的比率。

$$\text{信道利用率} = (L/C)/T$$



信道吞吐率 = 信道利用率 * 发送方的发送速率

例题：一个信道的数据传输率为4kb/s，单向传播时延为30ms，如果使停止-等待协议的信道最大利用率达到80%，要求的数据帧长度至少为（ ）。

$$\begin{aligned} 80\% &= \frac{L/4}{L/4 + 2 \times 30\text{ms}} \\ &= \frac{L}{L + 2 \times 30\text{ms} \times 4\text{kb/s}} \\ L &= 960\text{bit} \end{aligned}$$

后退N帧协议

上层要发送数据时，发送方先检查发送窗口是否已满，如果**未**满，则产生一个帧并将其发送；如果**窗口已满**，发送方只需将数据返回给上层，暗示上层窗口已满。上层等一会再发送。（实际实现中，发送方可以缓存这些数据，窗口不满时再发送帧）。

GBN协议中，对n号帧的确认采用**累积确认**的方式，标明接收方已经收到n号帧和它之前的全部帧。

协议的名字为后退N帧/回退N帧，来源于出现丢失和时延过长帧时发送方的行为。就像在停等协议中一样，定时器将再次用于恢复数据帧或确认帧的丢失。如果出现超时，发送方重传所有已发送但未被确认的帧。

若采用n个比特对帧编号，那么发送窗口的尺寸 W_T 应满足： $1 \leq W_T \leq 2^n - 1$ 。



选择重传协议 (SR)

从上层收到数据后，SR发送方检查下一个可用于该帧的序号，如果序号位于发送窗口内，则发送数据帧；否则就像GBN一样，要么将数据**缓存**，要么**返回给上层**之后再传输。

如果收到ACK，加入该帧序号在窗口内，则SR发送方将那个被确认的帧标记为已接收。如果该帧序号是窗口的下界（最左边第一个窗口对应的序号），则窗口向前移动到具有最小序号的未确认帧处。如果窗口移动了并且有序号在窗口内的未发送帧，则发送这些帧。



每个帧都有自己的定时器，一个超时事件发生后**只重传一个帧**。

CSMA/CD协议



载波监听多点接入/碰撞检测CSMA/CD (carrier sense multiple access with collision detection)

多点接入说明是总线型网络，计算机以多点接入的方式连接在一根总线上，协议的实质是“载波监听”和“碰撞检测”。

载波监听就是利用电子技术检测总线上有没有其他计算机也在发送。载波监听实际上就是检测信道。在发送前，每个站不停地检测信道，是为了获得发送权；在发送中检测信道，是为了及时发现有没有其他站的发送和本站发送的碰撞，这就是碰撞检测。总之，载波监听是全程都在进行的。

碰撞检测就是边发送边监听。就是网卡边发送数据边检测信道上的信号电压的变化情况，以便判断自己在发送数据的时候其他站是否也在发送数据。当几个站同时在总线上发送数据时，总线上的信号电压变化幅度将会增大（互相叠加），当网卡检测到的信号电压超过一定的门限值时，说明总线上至少有两个站同时在发送数据，表明产生了碰撞（冲突），所以也称为冲突检测。这时，由于接收的信号已经识别不出来，所以任何一个正在发送的站就会立即停止发送数据，然后等待一段随机事件以后再次发送。

传播时延对碰撞检测的影响：

因为网卡只有在接收到电压幅度不正常的信号以后才能判断是否产生了冲突，所以它在接收到信号之前会认为信道是空闲的。