

本本  
做题本集结地

联系我: benbteam@126.com

WD · CN 考研408 课后题 2026  
综合题 做题本

安 静 做 题 · 认 真 提 分

## 目 录

1.1 计算机网络概述应用题(原书 P10)	2
2.1 通信基础应用题(原书 P37)	3
3.2 组帧应用题(原书 P57)	3
3.3 差错控制应用题(原书 P61)	4
3.4 流量控制与可靠传输机制应用题(原书 P71)	4
3.5 介质访问控制应用题(原书 P92)	8
4.2 IPV4 应用题(原书 P158)	10
4.4 路由算法与路由协议应用题(原书 P197)	21
4.5 多播应用题(原书 P208)	26
4.7 网络层设备应用题(原书 P215)	26
5.2 UDP 应用题(原书 P230)	28
5.3 TCP 应用题(原书 P249)	30
6.2 域名系统应用题(原书 P271)	36
6.3 文件传输协议应用题(原书 P276)	36
6.4 电子邮件应用题(原书 P284)	38
6.5 万维网应用题(原书 P293)	39

注：所有题目已有偿拜托专人核查并修正错误。

本文件是「做题本集结地」账号制作并免费分享。如您觉得它对您有帮助，欢迎将该文件分享给其他需要的朋友。打个小广：如果您还没有找到信任的打印店铺，可以来公众号小铺子看一眼。质量好价格便宜，并且相对于免费分享版，会有额外的氪金福利。欢迎选购。

### 1.1 计算机网络概述应用题(原书 P10)

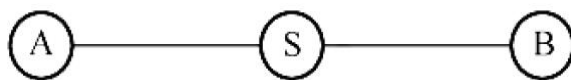
(01) 假定有一个通信协议,每个分组都引入 100 字节的开销用于首部和组帧。现在使用这个协议发送  $10^6$  字节的数据,但在传送过程中有 1 字节被破坏,因而包含该字节的那个分组被丢弃。试对 1000 字节和 20000 字节的分组的有效数据大小分别计算“开销 + 丢失”字节的总数量。为使“开销 + 丢失”字节的总数量最小,分组数据大小的最佳值是多少?

(02) 考虑一个最大距离为 2 km 的局域网,当带宽为多大时,传播时延(传播速率为  $2 \times 10^8 \text{m/s}$ ) 等于 100B 分组的发送时延? 对于 512B 分组,结果又如何?

(03) 在两台计算机之间传输一个文件有两种可行的确认策略。第一种策略将文件截成分组,接收方逐个确认分组,但就整体而言,文件没有得到确认。第二种策略不确认单个分组,但当文件全部收到后,对整个文件予以确认。讨论这两种方式的优缺点。

## 2.1 通信基础应用题(原书 P37)

(01) 如下图所示, 主机  $A$  和  $B$  都通过  $10\text{Mb/s}$  的链路连接到交换机  $S$ 。



做题本集结地排版制作

每条链路上的传播时延都是  $20\mu\text{s}$ 。  $S$  是一个存储转发设备, 它在接收完一个分组  $35\mu\text{s}$  后开始转发收到的分组。试计算将  $10000$  比特从  $A$  发送到  $B$  所需的总时间。

- 1) 作为单个分组。
- 2) 作为两个  $5000$  比特的分组一个紧接着另一个发送。

(02) 一个分组交换网采用虚电路方式转发分组, 分组的首部和数据部分分别为  $h$  位和  $p$  位。现有  $L$  ( $L \gg p$  且  $L$  为  $p$  的倍数) 位的报文通过该网络传送, 源点和终点之间的线路数为  $k$ , 每条线路上的传播时延为  $d$  秒, 数据传输速率为  $b$   $b/s$ , 虚电路建立连接的时间为  $s$  秒, 每个中间节点有  $m$  秒的平均处理时延。求源点开始发送数据直至终点收到全部数据所需的时间。

## 3.2 组帧应用题(原书 P57)

(01) 在一个数据链路协议中使用下列字符编码:

$A$  0100 0111;     $B$  1110 0011;     $ESC$  1110 0000;     $FLAG$  0111 1110

在使用下列组帧方法的情况下, 说明为传送 4 个字符  $A$ 、 $B$ 、 $ESC$ 、 $FLAG$  所组织的帧而实际发送的二进制位序列 (使用  $FLAG$  作为首尾标志,  $ESC$  作为转义字符)。

- 1) 字符计数法。
- 2) 使用字节填充法。
- 3) 使用零比特填充法。

### 3.3 差错控制应用题(原书 P61)

(01) 在数据传输过程中,若接收方收到的二进制比特序列为 10110011010,收发双方采用的生成多项式为  $G(x) = x^4 + x^3 + 1$ , 则该二进制比特序列在传输中是否出错? 若未出错, 则发送数据的比特序列和 CRC 检验码的比特序列分别是什么?

### 3.4 流量控制与可靠传输机制应用题(原书 P71)

(01) 在选择重传协议中, 设序号用 3 比特编号, 发送窗口  $W_T = 6$ , 接收窗口  $W_R = 3$ 。试找出一种情况, 使得在此情况下协议不能正确工作。

(02) 假设一个信道的数据传输速率为  $5kb/s$ , 单向传播时延为  $30ms$ , 那么帧长在什么范围内, 才能使用于差错控制的停止 — 等待协议的效率至少为 50%? (忽略确认帧的发送时延。)

(03) 假定信道的数据传输速率为  $100\text{kb/s}$ , 单程传播时延为  $250\text{ms}$ , 每个数据帧的长度均为  $2000$  位, 且不考虑确认帧长、首部和处理时间等开销, 为了达到最大的传输效率, 试问帧的序号应为多少位? 此时的信道利用率是多少?

(04) 在数据传输速率为  $50\text{kb/s}$  的信道上传送长度为  $1\text{kbit}$  的帧, 总是采用捎带确认, 帧序号长度为  $3\text{bit}$ , 单向传播延迟为  $270\text{ms}$ 。对于下面三种协议, 信道的最大利用率是多少?

- 1) 停止 - 等待协议。
- 2) 后退  $N$  帧协议。
- 3) 选择重传协议 (假设发送窗口和接收窗口相等)。

(05) 对于下列给定条件,不考虑差错重传,停止 - 等待协议的实际数据传输速率是多少?

$R$  = 传输速率 ( $16\text{Mb/s}$ )

$S$  = 信号传播速率 ( $200\text{m}/\mu\text{s}$ )

$D$  = 接收主机和发送主机之间传播距离 ( $200\text{m}$ )

$T$  = 创建帧的时间 ( $2\mu\text{s}$ )

$F$  = 每帧的长度 ( $500\text{bit}$ )

$N$  = 每帧中的数据长度 ( $450\text{bit}$ )

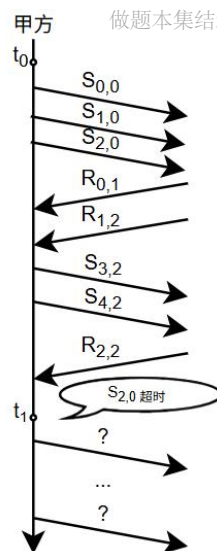
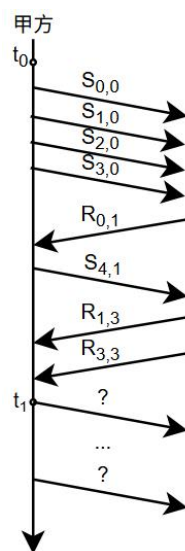
$A$  = 确认帧  $ACK$  的帧长 ( $80\text{bit}$ )

(06) 在数据传输速率为  $64\text{kb/s}$  的卫星信道上, 甲方发送长度为  $512\text{B}$  的数据帧, 乙方返回一个很短的确认帧 (忽略确认帧的发送时延)。信道的单向传播时延为  $270\text{ms}$ , 对于发送窗口大小分别为 1、7、17 和 117 的情况, 甲方的实际数据传输速率分别为多少?

(07) 【2017 统考真题】甲乙双方均采用后退  $N$  帧协议 (GBN) 进行持续的双向数据传输, 且双方始终采用捎带确认, 帧长均为  $1000B$ 。  $S_{x,y}$  和  $R_{x,y}$  分别表示甲方和乙方发送的数据帧, 其中  $x$  是发送序号,  $y$  是确认序号 (表示希望接收对方的下一帧序号), 数据帧的发送序号和确认序号字段均为 3 比特。信道传输速率为  $100Mb/s$ ,  $RTT = 0.96ms$ 。下图给出了甲方发送数据帧和接收数据帧的两种场景, 其中  $t_0$  为初始时刻, 此时甲方的发送和确认序号均为 0,  $t_1$  时刻甲方有足够多的数据待发送。请回答下列问题。

- 1) 对于图 (a),  $t_0$  时刻到  $t_1$  时刻期间, 甲方可以断定乙方已正确接收的数据帧数是多少? 正确接收的是哪几个帧 (请用  $S_{x,y}$  形式给出)?
- 2) 对于图 (a), 从  $t_1$  时刻起, 甲方在不出现超时且未收到乙方新的数据帧之前, 最多还可以发送多少个数据帧? 其中第一个帧和最后一个帧分别是哪个 (请用  $S_{x,y}$  形式给出)?
- 3) 对于图 (b), 从  $t_1$  时刻起, 甲方在不出现新的超时且未收到乙方新的数据帧之前, 需要重发多少个数据帧? 重发的第一个帧是哪个帧 (请用  $S_{x,y}$  形式给出)?
- 4) 甲方可以达到的最大信道利用率是多少?

注: 左图为图(a), 右图为图(b).



做题本集结地手绘图



### 3.5 介质访问控制应用题(原书 P92)

(01) 以太网使用的 *CSMA/CD* 协议是以争用方式接入共享信道的,与传统的时分复用 (*TDM*) 相比, 其优缺点如何?

(02) 长度为 1km、数据传输速率为 10Mb/s 的 *CSMA/CD* 以太网, 信号在电缆中的传播速率为 200000km/s。试求能够使该网络正常运行的最小帧长。

(03) 考虑建立一个 *CSMA/CD* 网, 电缆长 1km, 运行速率为 1Gb/s, 电缆中的信号速率是 200000km/s, 最小帧长是多少?

(04) 构造一个 *CSMA/CD* 总线网, 速率为  $100\text{Mb/s}$ , 信号在电缆中的传播速率为  $2 \times 10^5\text{km/s}$ , 数据帧的最小长度为 125 字节。试求总线电缆的最大长度 (假设总线电缆中无中继器)。

(05) 【2010 统考真题】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  $10\text{Mb/s}$ , 主机甲和主机乙之间的距离是  $2\text{km}$ , 信号传播速率是  $200000\text{km/s}$ 。请回答下列问题, 要求说明理由或写出计算过程。

- 1) 若主机甲和主机乙发送数据时发生冲突, 则从开始发送数据的时刻起, 到两台主机均检测到冲突为止, 最短需要经过多长时间? 最长需要经过多长时间 (假设主机甲和主机乙在发送数据的过程中, 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, 主机乙成功收到一个数据帧后, 就立即向主机甲发送一个 64 字节的确认帧, 主机甲收到确认帧后方可发送下一个数据帧。此时主机甲的有效数据传输速率是多少 (不考虑以太网的前导码)?

## 4.2 IPV4 应用题(原书 P158)

(01) 一个数据报长度为  $4000B$ (首部长度固定为  $20B$ )。现经过一个网络传送,但此网络能够传送的最大数据长度为  $1500B$ 。 $IP$  分片时,首部长度不变。试问应当划分为几个短一些的数据报片? 各数据报片的数据字段长度、片段偏移字段和  $MF$  标志应为何值?

(02) 某网络的一台主机产生了一个  $IP$  数据报,首部长度为  $20B$ ,数据部分长度为  $2000B$ 。该数据报需要经过两个网络到达目的主机,这两个网络所允许的数据链路层的最大传输单位 ( $MTU$ ) 分别为  $1500B$  和  $576B$ 。问原  $IP$  数据报到达目的主机时分成了几个  $IP$  小报文? 每个报文的数据部分长度分别是多少?

(03) 若到达的分组的片偏移值为  $100$ ,分组首部中的首部长度字段值为  $5$ ,总长度字段值为  $100$ ,则数据部分第一个字节的编号是多少? 能确定数据部分最后一个字节的编号吗?

(04) 在 4 个“/24”地址块中进行最大可能的聚合:212.56.132.0/24、212.56.133.0/24、212.56.134.0/24、212.56.135.0/24。

(05) 现有一公司需要创建内部网络,该公司包括工程技术部、市场部、售后部、财务部和办公室 5 个部门,每个部门有 20~30 台计算机。试问:

1) 若要将几个部门从网络上分开,且分配给该公司使用的地址为一个 C 类地址,网络地址为 192.168.161.0,则如何划分网络? 可以将几个部门分开?

2) 确定各部门的网络地址和子网掩码,并写出分配给每个部门网络中的主机 IP 地址范围。

(06) 某路由器具有表中所示的路由表项。

- 1) 假设路由器收到两个分组: 分组 *A* 的目的地址为 131.128.55.33, 分组 *B* 的目的地址为 131.128.55.38。确定路由器为这两个分组选择的下一跳,并加以说明。
- 2) 在路由表中增加一个路由表项, 它使以 131.128.55.33 为目的地址的 *IP* 分组选择“*A*”作为下一跳,而不影响其他目的地址的 *IP* 分组的转发。
- 3) 在路由表中增加一个路由表项, 使所有目的地址与该路由表中任何路由表项都不匹配的 *IP* 分组被转发到下一跳“*E*”。
- 4) 将 131.128.56.0/24 划分为 4 个规模尽可能大的等长子网, 给出子网掩码及每个子网的可分配地址范围。

网络前缀	下一跳
131.128.56.0/24	A
131.128.55.32/28	B
131.128.55.32/30	C
131.128.0.0/16	D

这是最后一个水印  
希望你坚持做完题目并有所收获。

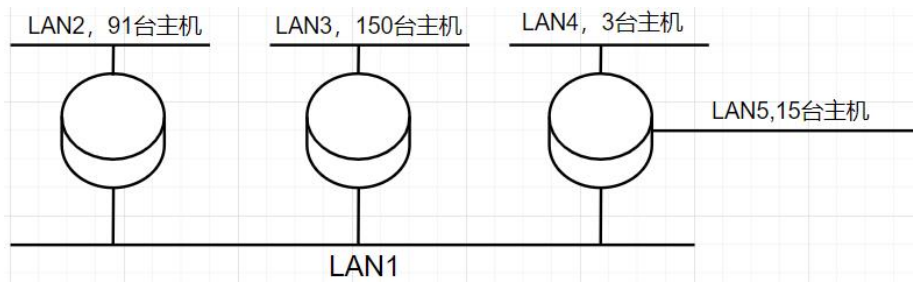
(07) 下表是使用无类别域间路由选择 (*CIDR*) 的路由选择表,地址字段是用十六进制表示的,试指出具有下列目标地址的 *IP* 分组将被投递到哪个下一站?

网络/掩码长度	下一站地
C4.50.0.0/12	A
C4.5E.10.0/20	B
C4.60.0.0/12	C

C4.68.0.0/14	D
80.0.0.0/1	E
40.0.0.0/2	F
00.0.0.0/2	G

- 1) C4.5E.13.87
- 2) C4.5E.22.09
- 3) C3.41.80.02
- 4) 5E.43.91.12

(08) 一个自治系统有 5 个局域网,如下图所示,LAN2 至 LAN5 上的主机数分别为 91、150、3 和 15,该自治系统分配到的 IP 地址块为 30.138.118.0/23,试给出每个局域网的地址块(包括前缀)。



(09) 某个网络地址块 192.168.75.0 中有 5 台主机 A、B、C、D 和 E, 主机 A 的 IP 地址为 192.168.75.18, 主机 B 的 IP 地址为 192.168.75.146, 主机 C 的 IP 地址为 192.168.75.158, 主机 D 的 IP 地址为 192.168.75.161, 主机 E 的 IP 地址为 192.168.75.173, 共同的子网掩码是 255.255.255.240。请回答:

- 1) 5 台主机 A、B、C、D、E 分属几个网段? 哪些主机位于同一网段? 主机 D 的网络地址为多少?
- 2) 若要加入第 6 台主机 F, 使它能与主机 A 属于同一网段, 则其 IP 地址范围是多少?
- 3) 若在网络中另加入一台主机, 其 IP 地址为 192.168.75.164, 则它的广播地址是多少? 哪些主机能够收到?

(10) 一个 IPv4 分组到达一个节点时,其首部信息 (以十六进制表示) 为:0x 45 00 00 54 00 03 58 50 20 06 FF F0 7C 4E 03 02 B4 0E 0F 02。IP 分组的首部格式见图。请回答:

- 1) 分组的源 IP 地址和目的 IP 地址各是什么 (点分十进制表示法)?
- 2) 该分组数据部分的长度是多少?
- 3) 该分组是否已经分片? 若有分片, 则偏移量是多少?



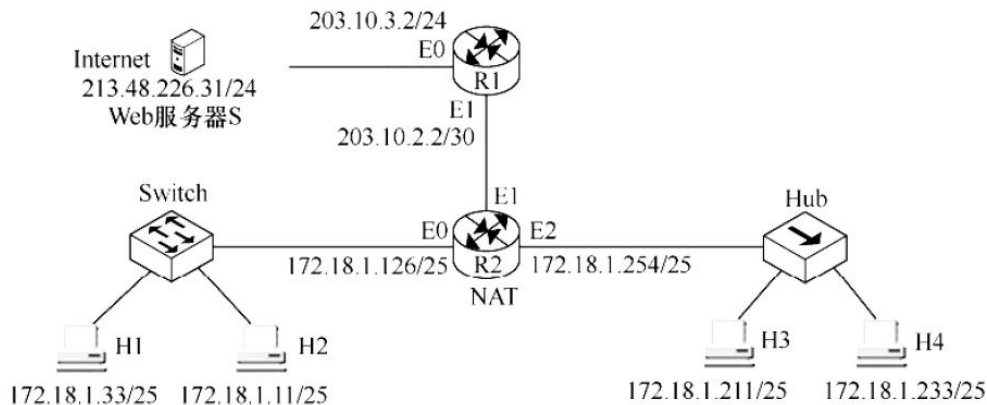
(11) 主机 A 的 IP 地址为 218.207.61.211, MAC 地址为 00:1d:72:98:1d:fc。A 收到一个帧, 该帧的前 64 个字节的十六进制形式和 ASCII 形式如下图所示。

0000	00 1d 72 98 1d fc 00 00	5e 00 01 01 88 64 11 00	..r.....^....d..
0010	75 89 01 92 00 21 45 00	01 90 f9 bf 40 00 33 06	u....!E. ....@.3.
0020	f3 15 da c7 66 28 da cf	3d d3 00 50 c4 8f dc a6	....f(.. =..P....
0030	a2 96 23 4c 44 69 50 18	00 0f 76 3d 00 00 90 b5	..#LDiP. ..v=....

IP 分组的首部格式见图 4.5,以太网帧的格式参见 3.6.2 节。问:

- 1) 主机 A 所在网络的网关路由器的相应端口的 MAC 地址是多少?
- 2) 该 IP 分组所携带的数据量为多少字节?
- 3) 若该分组需要被路由器转发到一条 MTU 为 380B 的链路上, 则路由器将做何种操作?

(12) 某网络拓扑见下图,  $R1$  和  $R2$  为路由器,  $R2$  实现了 NAT 功能,  $Switch$  为交换机,  $Hub$  为集线器,  $Web$  服务器  $S$ , 主机  $H1 \sim H4$  和路由器各接口的 IP 地址配置见图中标注。

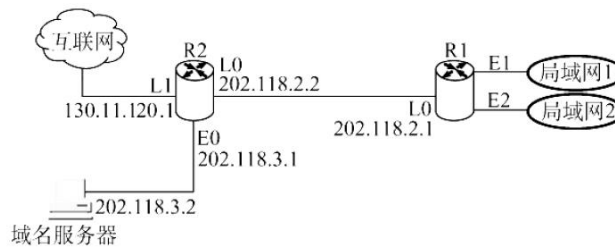


回答下列问题:

- 1)  $R2$  的  $E1$  接口的 IP 地址是什么?  $H1$  配置的默认网关是什么?
- 2) 假设  $H1$  和  $R2$  的 ARP 缓存初始均为空, 交换机的交换表初始也为空,  $H1$  向  $H3$  发送一个 IP 分组  $A$ ,  $H3$  收到  $A$  后向  $H1$  发送一个响应 IP 分组  $B$ , 则能收到封装  $A$  的以太网帧的主机有哪些? 能收到封装  $B$  的以太网帧的主机有哪些?
- 3)  $H1$  发出的封装有 HTTP 请求报文的 IP 分组  $C$ , 首部中的源 IP 地址和目的 IP 地址分别是什么? 当  $C$  从  $R2$  转发出去时, 首部中的源 IP 地址和目的 IP 地址分别是什么?



(13) 【2009 统考真题】某网络拓扑图如下图所示, 路由器  $R1$  通过接口  $E1$ 、 $E2$  分别连接局域网 1、局域网 2, 通过接口  $L0$  连接路由器  $R2$ , 并通过路由器  $R2$  连接域名服务器与互联网。  $R1$  的  $L0$  接口的  $IP$  地址是 202.118.2.1;  $R2$  的  $L0$  接口的  $IP$  地址是 202.118.2.2,  $L1$  接口的  $IP$  地址是 130.11.120.1,  $E0$  接口的  $IP$  地址是 202.118.3.1; 域名服务器的  $IP$  地址是 202.118.3.2。

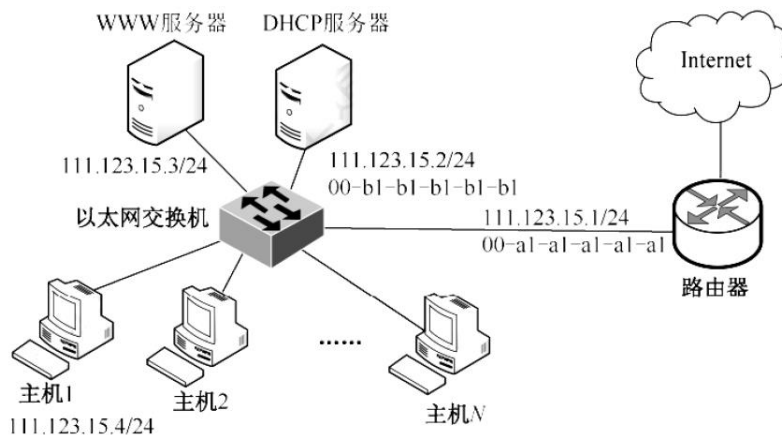


$R1$  和  $R2$  的路由表结构如下:

目的网络 IP 地址	子网掩码	下一跳 IP 地址	接口
------------	------	-----------	----

- 1) 将  $IP$  地址空间 202.118.1.0/24 划分为两个子网, 分别分配给局域网 1 和局域网 2, 每个局域网需分配的  $IP$  地址数不少于 120 个。请给出子网划分结果, 说明理由或给出必要的计算过程。
- 2) 请给出  $R1$  的路由表, 使其明确包括到局域网 1 的路由、局域网 2 的路由、域名服务器的主机路由和互联网的路由。
- 3) 请采用路由聚合技术, 给出  $R2$  到局域网 1 和局域网 2 的路由。

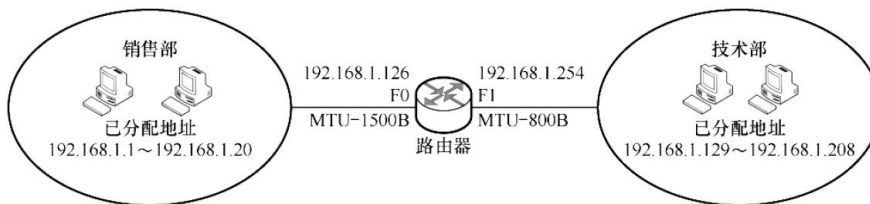
(14) 【2015 统考真题】某网络拓扑如下图所示,其中路由器内网接口、*DHCP* 服务器、*WWW* 服务器与主机 1 均采用静态 *IP* 地址配置,相关地址信息见图中标注;主机 2~ 主机 *N* 通过 *DHCP* 服务器动态获取 *IP* 地址等配置信息。



回答下列问题:

- 1) *DHCP* 服务器可为主机 2~*N* 动态分配 *IP* 地址的最大范围是什么? 主机 2 使用 *DHCP* 获取 *IP* 地址的过程中,发送的封装 *DHCP Discover* 报文的 *IP* 分组的源 *IP* 地址和目的 *IP* 地址分别是多少?
- 2) 若主机 2 的 *ARP* 表为空,则该主机访问 *Internet* 时,发出的第一个以太网帧的目的 *MAC* 地址是什么? 封装主机 2 发往 *Internet* 的 *IP* 分组的以太网帧的目的 *MAC* 地址是什么?
- 3) 若主机 1 的子网掩码和默认网关分别配置为 255.255.255.0 和 111.123.15.2, 则该主机是否能访问 *WWW* 服务器? 是否能访问 *Internet*? 请说明理由。

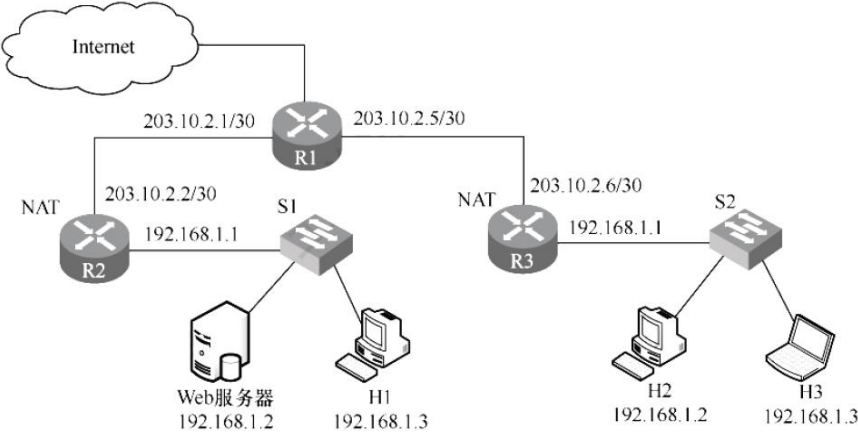
(15) 【2018 统考真题】某公司的网络如下图所示。IP 地址空间 192.168.1.0/24 均分给销售部和技术部两个子网,并已分别为部分主机和路由器接口分配了 IP 地址,销售部子网的  $MTU = 1500B$ , 技术部子网的  $MTU = 800B$ 。



回答下列问题:

- 1) 销售部子网的广播地址是什么? 技术部子网的子网地址是什么? 若每台主机仅分配一个 IP 地址,则技术部子网还可以连接多少台主机?
- 2) 假设主机 192.168.1.1 向主机 192.168.1.208 发送一个总长度为 1500B 的 IP 分组, IP 分组的首部长度为 20 B, 路由器在通过接口 F1 转发该 IP 分组时进行了分片。若分片时尽可能分为最大片,则一个最大 IP 分片封装数据的字节数是多少? 至少需要分为几个分片? 每个分片的片偏移量是多少?

(16) 【2020 统考真题】某校园网有两个局域网, 通过路由器  $R1$ 、 $R2$  和  $R3$  互连后接入  $Internet$ ,  $S1$  和  $S2$  为以太网交换机。局域网采用静态  $IP$  地址配置, 路由器部分接口以及各主机的  $IP$  地址如下图所示。



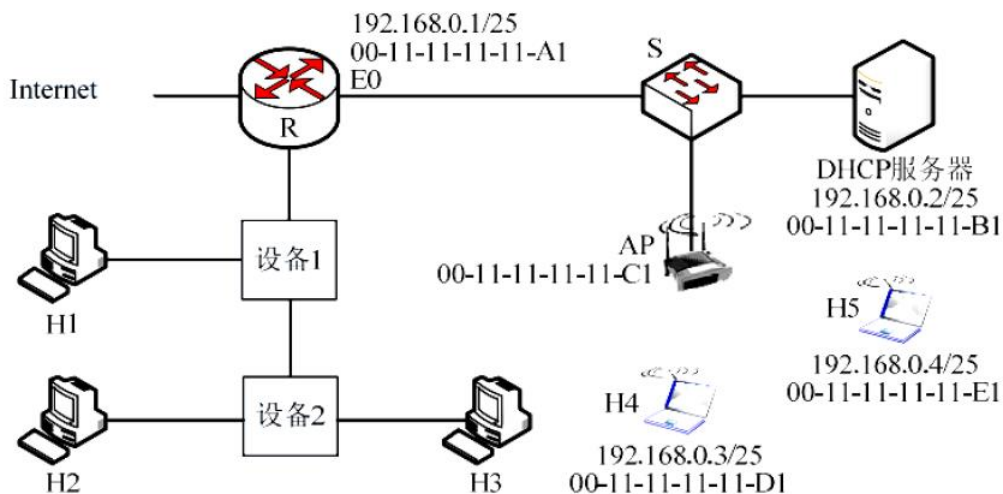
假设  $NAT$  转换表结构为

外网		内网	
IP 地址	端口号	IP 地址	端口号

请回答下列问题:

- 为使  $H2$  和  $H3$  能够访问  $Web$  服务器 (使用默认端口号), 需要进行什么配置?
- 若  $H2$  主动访问  $Web$  服务器时, 将  $HTTP$  请求报文封装到  $IP$  数据报  $P$  中发送, 则  $H2$  发送的  $P$  的源  $IP$  地址和目的  $IP$  地址分别是什么? 经过  $R3$  转发后,  $P$  的源  $IP$  地址和目的  $IP$  地址分别是什么? 经过  $R2$  转发后,  $P$  的源  $IP$  地址和目的  $IP$  地址分别是什么?

(17) 【2022 统考真题】某网络拓扑如下图所示,  $R$  为路由器,  $S$  为以太网交换机,  $AP$  是 802.11 接入点, 路由器的  $E0$  接口和  $DHCP$  服务器的  $IP$  地址配置如图中所示;  $H1$  与  $H2$  属于同一个广播域, 但不属于同一个冲突域;  $H2$  和  $H3$  属于同一个冲突域;  $H4$  和  $H5$  已经接入网络, 并通过  $DHCP$  动态获取了  $IP$  地址。现有路由器、100BaseT 以太网交换机和 100BaseT 集线器 (Hub) 三类设备各若干。



请回答下列问题。

- 1) 设备 1 和设备 2 应该分别选择哪类设备?
- 2) 若信号传播速度为  $2 \times 10^8 \text{m/s}$ , 以太网最小帧长为  $64\text{B}$ , 信号通过设备 2 时会产生额外的  $1.51\mu\text{s}$  的时延, 则  $H2$  与  $H3$  之间可以相距的最远距离是多少?
- 3) 在  $H4$  通过  $DHCP$  动态获取  $IP$  地址过程中,  $H4$  首先发送了  $DHCP$  报文  $M$ ,  $M$  是哪种  $DHCP$  报文? 路由器  $E0$  接口能否收到封装  $M$  的以太网帧?  $S$  向  $DHCP$  服务器转发的封装  $M$  的以太网帧的目的  $MAC$  地址是什么?
- 4) 若  $H4$  向  $H5$  发送一个  $IP$  分组  $P$ , 则  $H5$  收到的封装  $P$  的 802.11 帧的地址 1、地址 2 和地址 3 分别是什么?

#### 4.4 路由算法与路由协议应用题(原书 P197)

(01) *RIP* 使用 *UDP*, *OSPF* 使用 *IP*, 而 *BGP* 使用 *TCP*。这样做有何优点? 为什么 *RIP* 周期性地和邻站交换路由信息而 *BGP* 却不这样做?

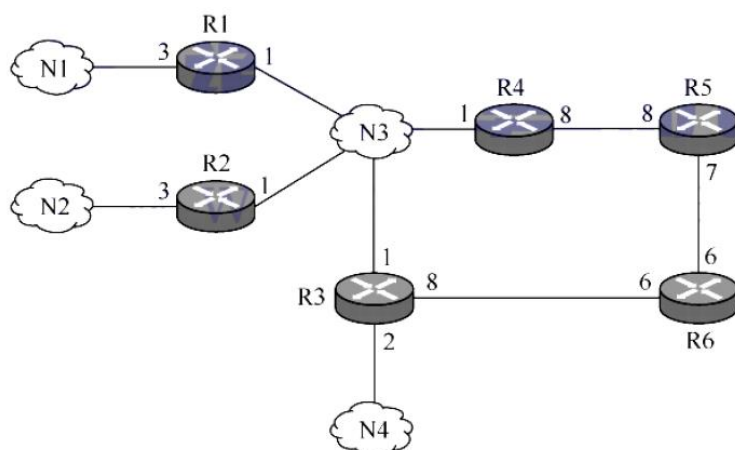
(02) 在某个使用 *RIP* 的网络中, *B* 和 *C* 互为相邻路由器, 其中表 1 为 *B* 的原路由表, 表 2 为 *C* 广播的距离向量报文 < 目的网络, 距离 >。

目的网络	距 离	下 一 跳
N1	7	A
N2	2	C
N6	8	F
N8	4	E
N9	4	D

目的网络	距 离
N2	15
N3	2
N4	8
N8	2
N7	4

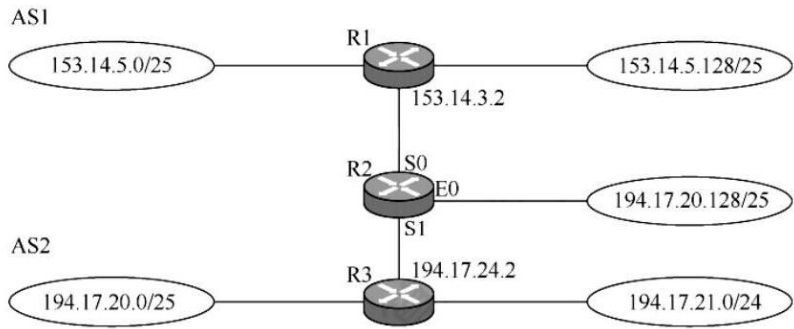
- 1) 试求路由器 *B* 更新后的路由表并说明主要步骤。
- 2) 当路由器 *B* 收到发往网络 *N2* 的 *IP* 分组时, 应该做何处理?

(03) 互联网中的一个自治系统的内部结构如下图所示。路由选择协议采用 *OSPF* 协议时, 计算 *R6* 的关于网络 *N1* *N2* *N3* *N4* 的路由表。



注: 端口处的数字是该路由器向该链路转发分组的代价。

(04) 【2013 统考真题】假设 *Internet* 的两个自治系统构成的网络如下图所示, 自治系统 *AS1* 由路由器 *R1* 连接两个子网构成; 自治系统 *AS2* 由路由器 *R2*、*R3* 互连并连接 3 个子网构成。各子网地址、*R2* 的接口名、*R1* 与 *R3* 的部分接口 *IP* 地址如下图所示。



请回答下列问题.

1) 假设路由表结构如下表所示。利用路由聚合技术, 给出 *R2* 的路由表, 要求包括到达图中所有子网的路由, 且路由表中的路由项尽可能少。

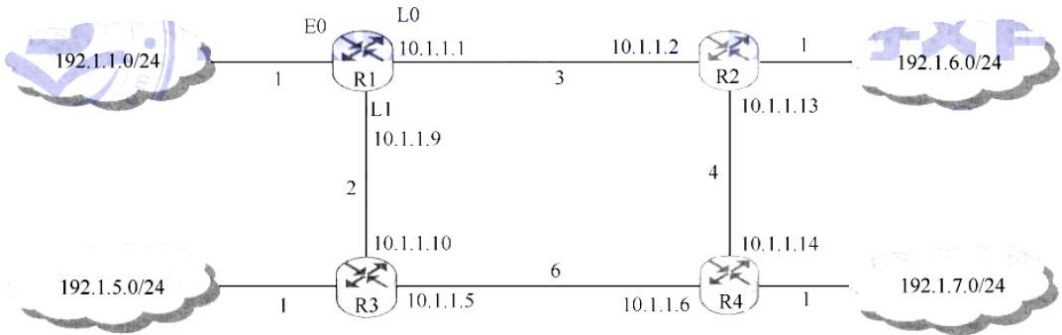
目的网络	下一跳	接口
------	-----	----

- 2) 若 *R2* 收到一个目的 *IP* 地址为 194.17.20.200 的 *IP* 分组, *R2* 会通过哪个接口转发该 *IP* 分组?
- 3) *R1* 与 *R2* 之间利用哪个路由协议交换路由信息? 该路由协议的报文被封装到哪个协议的分组中进行传输?



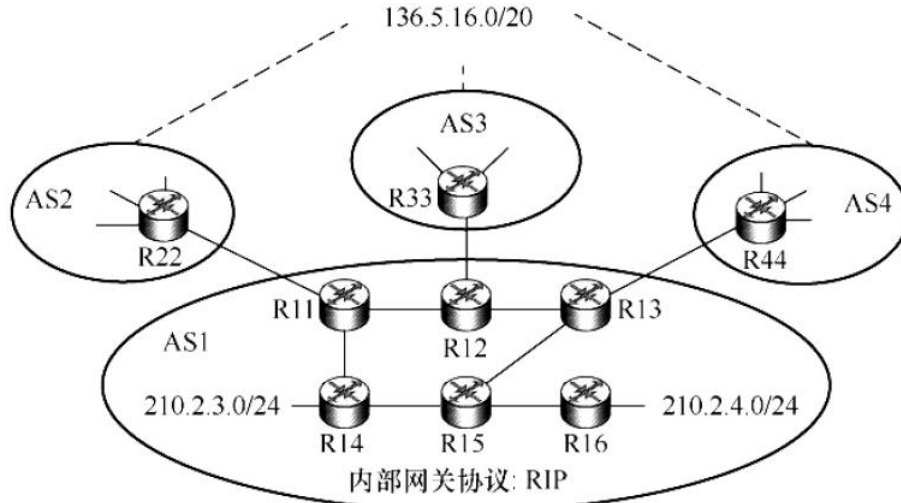
(05) 【2014 统考真题】某网络中的路由器运行 *OSPF* 路由协议, 下表是路由器 *R1* 维护的主要链路状态信息 (*LSI*), 下图是根据该表及 *R1* 的接口名构造的网络拓扑。

		R1 的 LSI	R2 的 LSI	R3 的 LSI	R4 的 LSI	备 注
Router ID		10.1.1.1	10.1.1.2	10.1.1.5	10.1.1.6	标识路由器的 IP 地址
Link1	ID	10.1.1.2	10.1.1.1	10.1.1.6	10.1.1.5	所连路由器的 Router ID
	IP	10.1.1.1	10.1.1.2	10.1.1.5	10.1.1.6	Link1 的本地 IP 地址
	Metric	3	3	6	6	Link1 的费用
Link2	ID	10.1.1.5	10.1.1.6	10.1.1.1	10.1.1.2	所连路由器的 Router ID
	IP	10.1.1.9	10.1.1.13	10.1.1.10	10.1.1.14	Link2 的本地 IP 地址
	Metric	2	4	2	4	Link2 的费用
Net1	Prefix	192.1.1.0/24	192.1.6.0/24	192.1.5.0/24	192.1.7.0/24	直连网络 Net1 的网络前缀
	Metric	1	1	1	1	到达直连网络 Net1 的费用



- 请回答下列问题:
- 1) 假设路由表结构如下表所示, 给出图中 *R1* 的路由表, 要求包括到达图中子网 192.1.x.x 的路由, 且路由表中的路由项尽可能少。
- | 目的网络 | 下一跳 | 接口 |
|------|-----|----|
|------|-----|----|
- 2) 当主机 192.1.1.130 向主机 192.1.7.211 发送一个  $TTL = 64$  的 *IP* 分组时, *R1* 通过哪个接口转发该 *IP* 分组? 主机 192.1.7.211 收到的 *IP* 分组的 *TTL* 是多少?
- 3) 若 *R1* 增加一条 *Metric* 为 10 的链路连接 *Internet*, 则表中 *R1* 的 *LSI* 需要增加哪些信息?

(06) 【2024 统考真题】网络空间是继陆海空天之后的“第五疆域”，网络技术是网络疆域建设与治理的基础。路由算法与协议是网络核心技术之一，对其准确认知、合理选择与应用，对于网络建设十分重要。假设现有互联网中的 4 个自治系统互连拓扑示意图如下图所示。其中， $AS1$  运行内部网关协议  $RIP$ ； $AS3$  规模较小，自治系统内任意两个主机间通信，经过路由器的数量不超过 15 个； $AS4$  规模较大，自治系统内任意两个主机间通信，经过路由器的数量可能超过 20 个。请回答下列问题。



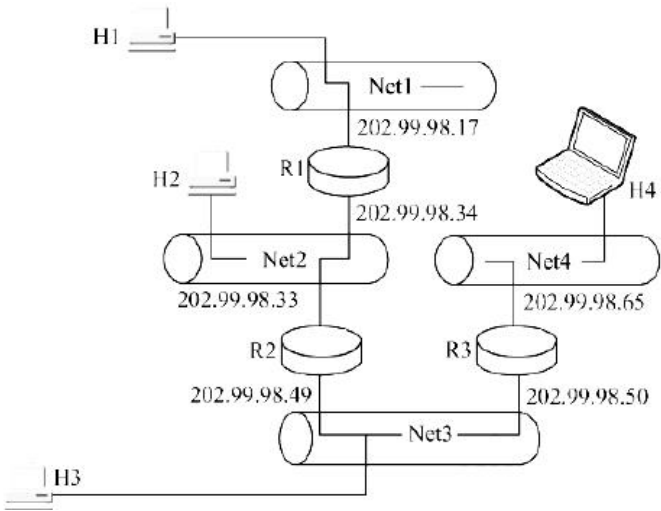
- 1) 若仅有  $RIP$  和  $OSPF$  内部网关协议供选择，则  $AS4$  应该选择哪个协议？
- 2) 若  $AS3$  中的某主机向本自治系统内的另一主机发送 1 个  $IP$  分组，为确保该  $IP$  分组能够被正常接收，则该  $IP$  分组的初始  $TTL$  值应该至少设置为多少？
- 3) 假设  $AS1$  中的路由器同一时刻启动，启动后立即构建并交换初始距离向量，之后每隔 30s 交换一次最新的距离向量，则从交换初始距离向量时刻算起， $R11 \sim R16$  路由器均获得到达网络 210.2.3.0/24 的正确路由至少需要多长时间？均获得到达网络 210.2.4.0/24 的正确路由至少需要多长时间？
- 4)  $R44$  向  $R13$  通告到达网络 136.5.16.0/20 路由时，由  $BGP$  哪类会话完成？通过哪个  $BGP$  报文通告？ $R13$  通过  $BGP$  的哪类会话将该网络可达性信息通告给  $R14$  和  $R15$ ？
- 5) 若  $R14$  和  $R15$  均收到分别由  $R11$ 、 $R12$ 、 $R13$  通告的到达网络 136.5.16.0/20 的可达性信息如下。  
 目的网络：136.5.16.0/20,       $AS$  路径： $AS2$   $AS8$   $AS19$ ,      下一跳： $R11$   
 目的网络：136.5.16.0/20,       $AS$  路径： $AS3$   $AS7$   $AS11$   $AS19$ ,      下一跳： $R12$   
 目的网络：136.5.16.0/20,       $AS$  路径： $AS4$   $AS10$   $AS19$ ,      下一跳： $R13$   
 则在无策略约束情况下， $R14$  和  $R15$  更新路由表后，各自路由表中到达网络 136.5.16.0/20 路由的下一跳分别是什么（用路由器名称表示）？

4.5 多播应用题(原书 P208)

(01) 互联网的多播是怎样实现的? 为什么互联网上的多播比以太网上的多播复杂得多?

4.7 网络层设备应用题(原书 P215)

(01) 某个单位的网点由 4 个子网组成,结构如下图所示,其中主机  $H1$ 、 $H2$ 、 $H3$  和  $H4$  的 IP 地址和子网掩码见下表。

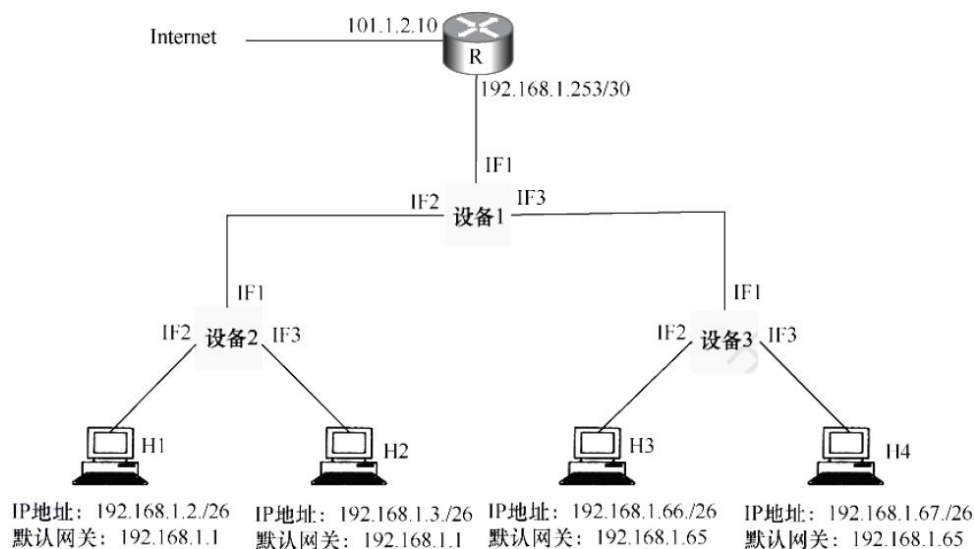


主 机	IP 地址	子 网 掩 码
H1	202.99.98.18	255.255.255.240
H2	202.99.98.35	255.255.255.240
H3	202.99.98.51	255.255.255.240
H4	202.99.98.66	255.255.255.240

- 1) 请写出路由器  $R1$  到 4 个子网的路由表。
- 2) 试描述主机  $H1$  发送一个  $IP$  数据报到主机  $H2$  的过程 (包括物理地址解析过程)。

(02) 试简述路由器的路由功能和转发功能。

(03) 【2019 统考真题】某网络拓扑如下图所示, 其中  $R$  为路由器, 主机  $H1 \sim H4$  的  $IP$  地址配置以及  $R$  的各接口  $IP$  地址配置如图中所示。现有若干以太网交换机(无  $VLAN$  功能) 和路由器两类网络互连设备可供选择。请回答下列问题:



- 1) 设备 1、设备 2 和设备 3 分别应选择什么类型的网络设备?
- 2) 设备 1、设备 2 和设备 3 中, 哪几个设备的接口需要配置  $IP$  地址? 为对应的接口配置正确的  $IP$  地址。
- 3) 为确保主机  $H1 \sim H4$  能够访问  $Internet$ ,  $R$  需要提供什么服务?
- 4) 若主机  $H3$  发送一个目的地址为 192.168.1.127 的  $IP$  数据报, 网络中哪几个主机会接收该数据报?

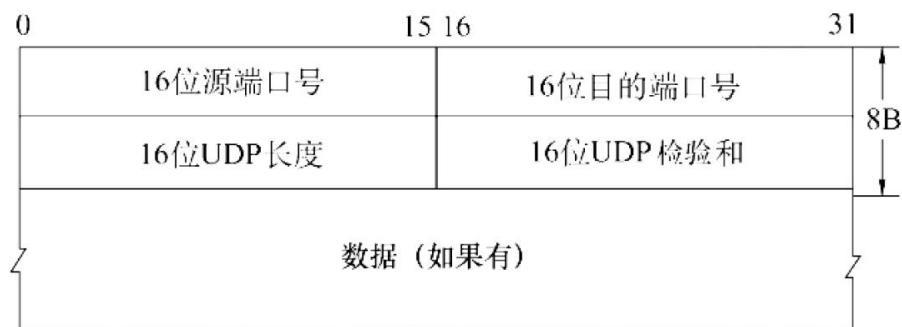
## 5.2UDP 应用题(原书 P230)

(01) 为什么要使用 *UDP*? 让用户进程直接发送原始的 *IP* 分组不就足够了吗?

(02) 使用 *TCP* 对实时语音数据的传输是否有问题? 使用 *UDP* 传送数据文件时有什么问题?

(03) 一个应用程序用 *UDP*,到了 *IP* 层将数据报再划分为 4 个数据报片发送出去。结果前两个数据报片丢失,后两个到达目的站。过了一段时间应用程序重传 *UDP*,而 *IP* 层仍然划分为 4 个数据报片来传送。结果这次前两个到达目的站而后两个丢失。试问:在目的站能否将这两次传输的 4 个数据报片组装成为完整的数据报? 假定目的站第一次收到的后两个数据片仍然保存在目的站的缓存中。

(04) 一个 *UDP* 首部的信息 (十六进制表示) 为  $0x\ F7\ 21\ 00\ 45\ 00\ 2C\ E8\ 27$ 。*UDP* 数据报的格式如下图所示。试问:



- 1) 源端口、目的端口、数据报总长度、数据部分长度分别是什么?
- 2) 该 *UDP* 数据报是从客户发送给服务器还是从服务器发送给客户? 使用该 *UDP* 服务的程序使用的是哪个应用层协议?

(05) 一个 *UDP* 用户数据报的数据字段为  $8192B$ , 要使用以太网来传送。假定 *IP* 数据报无选项。试问应当划分为几个 *IP* 数据报片? 说明每个 *IP* 数据报片的数据字段长度和片段偏移字段的值。

### 5.3 TCP 应用题(原书 P249)

(01) 在使用 *TCP* 传输数据时,若有一个确认报文段丢失,则也不一定会引起与该确认报文段对应的数据的重传。试说明理由。

(02) 若收到的报文段无差错,只是报文段失序,则 *TCP* 对此未做明确规定,而是让 *TCP* 的实现者自行确定。试讨论两种可能的方法的优劣:

- 1) 将失序报文段丢弃。
- 2) 先将失序报文段暂存于接收缓存内,待所缺序号的报文段收齐后再一起上交应用层。

(03) 一个 *TCP* 连接要发送 3200B 的数据。第一个字节的编号为 10010。若前两个报文段各携带 1000B 的数据,最后一个报文段携带剩下的数据,写出每个报文段的序号。

(04) 设 *TCP* 发送窗口的最大尺寸为  $64KB$ , 网络的平均往返时间为  $20ms$ , 问 *TCP* 所能得到的最大数据传输速率是多少?(只考虑单向传输,且假设信道带宽不受限)

(05) 在一个 *TCP* 连接中, 信道带宽为  $100Mb/s$ , 单个报文大小为  $1000B$ , 发送窗口固定为  $60$ , 端到端时延为  $20ms$ 。 *TCP* 最多能达到的平均数据传输速率是多少? 信道利用率是多少?(只考虑单向传输,确认报文的发送时延、各层协议的首部开销均忽略不计。)

(06) 主机 *A* 基于 *TCP* 向主机 *B* 连续发送 3 个 *TCP* 报文段。第一个报文段的序号为  $90$ , 第二个报文段的序号为  $120$ , 第三个报文段的序号为  $150$ 。

1) 第一、二个报文段中有多少数据?

2) 假设第二个报文段丢失而其他两个报文段到达主机 *B*, 在主机 *B* 发往主机 *A* 的确认报文中, 确认号应是多少?



(07) 考虑在一条 *TCP* 连接上采用慢开始拥塞控制而不发生网络拥塞的情况下,接收窗口为  $24KB$ , *RTT* 为  $10ms$ , 最大段长为  $2KB$ , 则需要多长时间才能发送第一个完全窗口?

(08) 设 *TCP* 拥塞窗口的慢开始门限值初始为  $12MSS$ , 当拥塞窗口达到 16 时出现超时, 再次进入慢开始阶段,则从此时起恢复到超时时的拥塞窗口大小,需要多少个往返时延?

(09) 假定 *TCP* 报文段载荷是  $1500B$ , 最大分组存活时间是  $120s$ , 要使得 *TCP* 报文段的序列号不会循环回来而重叠,线路允许的最快速度是多大?(不考虑帧长限制)

(10) 一个 *TCP* 连接使用  $256\text{ k/s}$  的链路, 其端到端时延为  $128\text{ms}$ 。经测试发现吞吐率只有  $128\text{kb/s}$ 。问窗口是多少? 忽略 *PDU* 封装的协议开销及接收方应答分组的发送时间 (假定应答分组长度很小)。

(11) 假定 *TCP* 最大报文段的长度是  $1\text{KB}$ , 拥塞窗口被置为  $18\text{KB}$ , 并且发生了超时事件。若接着的 4 次进发量传输都是成功的, 则该窗口将是多大?

(12) 一个 *TCP* 首部的数据信息 (十六进制表示) 为  $0x\ 0D\ 28\ 00\ 15\ 50\ 5F\ A9\ 06\ 00\ 00\ 00\ 00\ 70\ 02\ 40\ 00\ CO\ 29\ 00\ 00$ 。 *TCP* 首部的格式如下图所示。请回答:



- 1) 源端口号和目的端口号各是多少?
- 2) 发送的序列号是多少? 确认号是多少?
- 3) *TCP* 首部的长度是多少?
- 4) 这是一个使用什么协议的 *TCP* 连接? 该 *TCP* 连接的状态是什么?

(13) 【2012 统考真题】主机  $H$  通过快速以太网连接  $Internet$ ,  $IP$  地址为 192.168.0.8, 服务器  $S$  的  $IP$  地址为 211.68.71.80。  $H$  与  $S$  使用  $TCP$  通信时, 在  $H$  上捕获的其中 5 个  $IP$  分组如表 1 所示。

编号	IP 分组的前 80B 内容(16进制)				
1	45 00 00 30 0b d9 13 88	01 9b 40 00 84 6b 41 c5	80 06 1d e8 00 00 00 00	c0 a8 00 08 70 02 43 80	d3 44 47 50 5d b0 00 00
2	45 00 00 30 13 88 0b d9	00 00 40 00 e0 59 9f ef	31 06 6e 83 84 6b 41 c6	d3 44 47 50 70 12 16 d0	c0 a8 00 08 37 e1 00 00
3	45 00 00 28 0b d9 13 88	01 9c 40 00 84 6b 41 c6	80 06 1d ef e0 59 9f f0	c0 a8 00 08 50 f0 43 80	d3 44 47 50 2b 32 00 00
4	45 00 00 38 0b d9 13 88	01 9b 40 00 84 6b 41 c6	80 06 1d de e0 59 9f f0	c0 a8 00 08 50 18 43 80	d3 44 47 50 e6 55 00 00
5	45 00 00 28 13 88 0b d9	68 11 40 00 e0 59 9f f0	31 06 06 7a 84 6b 41 d6	d3 44 47 50 50 10 16 d0	c0 a8 00 08 5d d2 00 00

- 1) 表 1 中的  $IP$  分组中, 哪几个是由  $H$  发送的? 哪几个完成了  $TCP$  连接建立过程? 哪几个在通过快速以太网传输时进行了填充?
- 2) 根据表 1 中的  $IP$  分组, 分析  $S$  已经收到的应用层数据字节数是多少。
- 3) 若表 1 中的某个  $IP$  分组在  $S$  发出时的前 40B 如表 2 所示, 则该  $IP$  分组到达  $H$  时经过了多少个路由器?

表 2

来自 S 的分组	45 00 00 28	68 11 40 00	40 06 ec ad	d3 44 47 50	ca 76 01 06
	13 88 a1 08	e0 59 9f f0	84 6b 41 d6	50 10 16 d0	b7 d6 00 00

$IP$  分组头和  $TCP$  段头结构分别如图 1 和图 2 所示。

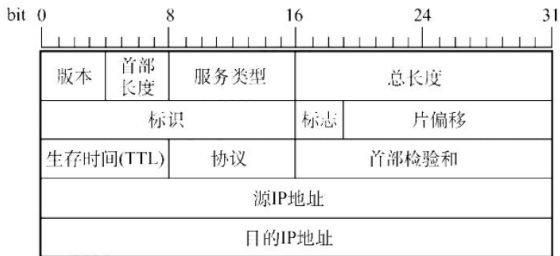
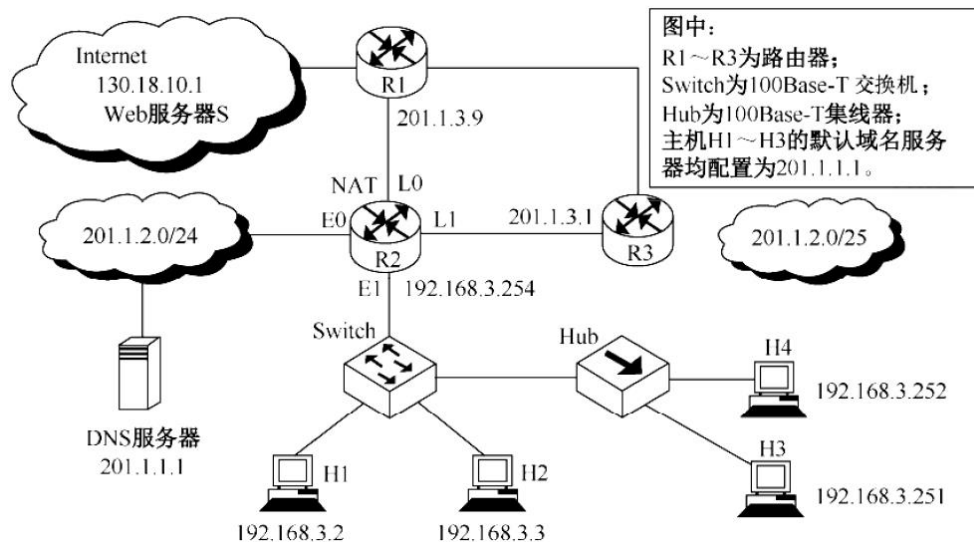


图 1 IP 分组头结构



图 2 TCP 段头结构

(14) 【2016 统考真题】假设下图中的  $H3$  访问 Web 服务器  $S$  时,  $S$  为新建的 TCP 连接分配了 20KB ( $K=1024$ ) 的接收缓存, 最大段长  $MSS=1KB$ , 平均往返时间  $RTT=200ms$ 。  $H3$  建立连接时的初始序号为 100, 且持续以  $MSS$  大小的段向  $S$  发送数据, 拥塞窗口初始阈值为 32KB;  $S$  对收到的每个段进行确认, 并通告新的接收窗口。假定 TCP 连接建立完成后,  $S$  端的 TCP 接收缓存仅有数据存入而无数数据取出。请回答下列问题:



- 1) 在 TCP 连接建立过程中,  $H3$  收到的  $S$  发送过来的第二次握手 TCP 段的 SYN 和 ACK 标志位的值分别是多少? 确认序号是多少?
- 2)  $H3$  收到的第 8 个确认段所通告的接收窗口是多少? 此时  $H3$  的拥塞窗口变为多少?  $H3$  的发送窗口变为多少?
- 3)  $H3$  的发送窗口等于 0 时, 下一个待发送的数据段序号是多少?  $H3$  从发送第 1 个数据段到发送窗口等于 0 时刻为止, 平均数据传输速率是多少?(忽略段的传输时延。)
- 4) 若  $H3$  与  $S$  之间通信已经结束, 在  $t$  时刻  $H3$  请求断开该连接, 则从  $t$  时刻起,  $S$  释放该连接的最短时间是多少?

## 6.2 域名系统应用题(原书 P271)

(01) *DNS* 使用 *UDP* 而非 *TCP*, 若一个 *DNS* 分组丢失, 没有自动恢复, 则这会引起问题吗? 若会, 则应如何解决?

(02) 为何要引入域名的概念? 举例说明域名转换过程。域名服务器中的高速缓存有何作用?

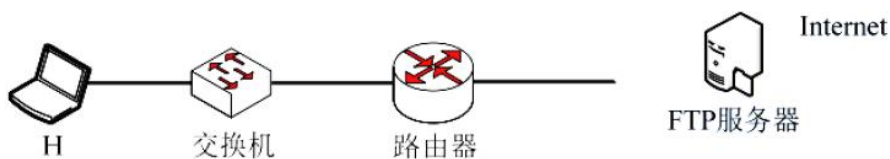
## 6.3 文件传输协议应用题(原书 P276)

(01) 文件传输协议的主要工作过程是怎样的? 主进程和从属进程各起什么作用?

(02) 为什么 *FTP* 要使用两个独立的连接, 即控制连接和数据连接?

(03) 主机  $A$  想下载文件  $flip://ftp.abc.edu.cn/file$ , 大致描述下载过程中主机和服务器的交互过程。

(04) 【2023 统考真题】某网络拓扑如题 04 图所示, 主机  $H$  登录  $FTP$  服务器后, 向服务器上传一个大小为  $18000B$  的文件  $F$ 。假设  $H$  为传输  $F$  建立数据连接时, 选择的初始序号为  $100$ ,  $MSS = 1000B$ , 拥塞控制初始阈值为  $4MSS$ ,  $RTT = 10ms$ , 忽略  $TCP$  段的传输时延; 在  $F$  的传输过程中,  $H$  均以  $MSS$  段向服务器发送数据, 且未发生差错、丢包和乱序现象。



题 04 图

请回答下列问题。

- 1)  $FTP$  的控制连接是持久的还是非持久的?  $FTP$  的数据连接是持久的还是非持久的? 当  $H$  登录  $FTP$  服务器时, 建立的  $TCP$  连接是控制连接还是数据连接?
- 2) 当  $H$  通过数据连接发送  $F$  时,  $F$  的第一个字节的序号是多少? 在断开数据连接过程中,  $FTP$  服务器发送的第二次挥手  $ACK$  段的确认序号是多少?
- 3) 在  $H$  通过数据连接发送  $F$  的过程中, 当  $H$  收到确认序号为  $2101$  的确认段时,  $H$  的拥塞窗口调整为多少? 收到确认序号为  $7101$  的确认段时,  $H$  的拥塞窗口调整为多少?
- 4)  $H$  从请求建立数据连接开始, 到确认  $F$  已被服务器全部接收为止, 至少需要多长时间? 期间应用层数据平均发送速率是多少?

## 6.4 电子邮件应用题(原书 P284)

(01) 电子邮件系统使用 *TCP* 传送邮件,为什么有时会遇到邮件发送失败的情况? 为什么有时对方会收不到发送的邮件?

(02) *MIME* 与 *SMTP* 的关系是怎样的?

(03) 用户主机上的电子邮件用户代理与邮件服务器建立了连接,现截获一个 *TCP* 报文段,如下图所示。图中显示了该报文段的前 126 个字节的十六进制及 *ASCII* 码内容。 *TCP* 首部长度为 20B。请回答:

0020		c0 e6 00 19 b0 ca d5 6f eb c9 10 e9 50 18	..... .O....P.
0030	f9 98 51 bd 00 00 4d 65 73 73 61 67 65 2d 49 44	..Q...Me ssage-ID	
0040	3a 20 3c 34 44 43 45 39 32 42 41 2e 32 30 31 30	: <4DCE9 2BA.2010	
0050	39 30 32 40 31 36 33 2e 63 6f 6d 3e 0d 0a 44 61	902@163. com>..Da	
0060	74 65 3a 20 53 61 74 2c 20 31 34 20 4d 61 79 20	te: Sat, 14 May	
0070	32 30 31 31 20 32 32 3a 33 33 3a 33 30 20 2b 30	2011 22: 33:30 +0	
0080	38 30 30 0d 0a 46 72 6f 6d 3a 20 63 73 6b 61 6f	800..Fro m: cskao	
0090	79 61 6e 32 30 31 32 40 31 36 33 2e 63 6f 6d 0d	yan2012@ 163.com.	

1) 用户代理和服务端之间使用的应用层协议是什么?

2) 用户代理使用的端口号是多少?

3) 该邮件的发件人邮箱是什么?

### 6.5 万维网应用题(原书 P293)

(01) 在浏览器中输入 `http://cskaoyan.com` 并按回车,直到王道论坛的首页显示在其浏览器中,请问在此过程中,按照 *TCP/IP* 模型,从应用层到网络层都用到了哪些协议?

(02) 在如下条件下,计算使用非持续方式和持续方式请求一个 *Web* 页面所需的时间:

- 1) 测试的 *RTT* 的平均值为  $150ms$ , 一个 *gif* 对象的平均发送时延为  $35ms$ 。
- 2) 一个 *Web* 页面中有 10 幅 *gif* 图片, *Web* 页面的基本 *HTML* 文件、*HTTP* 请求报文、*TCP* 握手报文大小忽略不计。
- 3) *TCP* 三次握手的第三步中捎带一个 *HTTP* 请求。
- 4) 使用非流水线方式。



(03) 【2011 统考真题】某主机的 *MAC* 地址为  $00-15-C5-C1-5E-28$ , *IP* 地址为  $10.2.128.100$  (私有地址)。图 1 是网络拓扑, 图 2 是该主机进行 *Web* 请求的一个以太网数据帧前 80B 的十六进制及 *ASCII* 码内容。

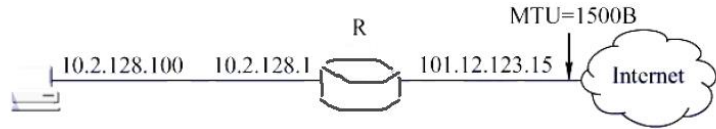


图 1 网络拓扑

0000	00 21 27 21 51 ee 00 15	c5 c1 5e 28 08 00 45 00	..! Q... ^(..E.
0010	01 ef 11 3b 40 00 80 06	ba 9d 0a 02 80 64 40 aa	...:@.....d@.
0020	62 20 04 ff 00 50 e0 e2	00 fa 7b f9 f8 05 50 18	b...P...{...P.
0030	fa f0 1a c4 00 00 47 45	54 20 2f 72 66 63 2e 68	.....GET/rfc.h
0040	74 6d 6c 20 48 54 54 50	2f 31 2e 31 0d 0a 41 63	tml HTTP/1.1...Ac

图 2 以太网数据帧（前 80B）

- 请参考图中的数据回答以下问题。
- 1) *Web* 服务器的 *IP* 地址是什么? 该主机的默认网关的 *MAC* 地址是什么?
  - 2) 该主机在构造图 2 的数据帧时, 使用什么协议确定目的 *MAC* 地址? 封装该协议请求报文的以太网帧的目的 *MAC* 地址是什么?
  - 3) 假设 *HTTP/1.1* 协议以持续的非流水线方式工作, 一次请求一响应时间为 *RTT*, *rfc.html* 页面引用了 5 幅 *JPEG* 小图像。问从发出图 2 中的 *Web* 请求开始到浏览器收到全部内容为止, 需要多少 *RTT*?
  - 4) 该帧封装的 *IP* 分组经过路由器 *R* 转发时, 需修改 *IP* 分组头中的哪些字段?
- 注: 以太网数据帧结构和 *IP* 分组头结构分别如图 3 和图 4 所示。

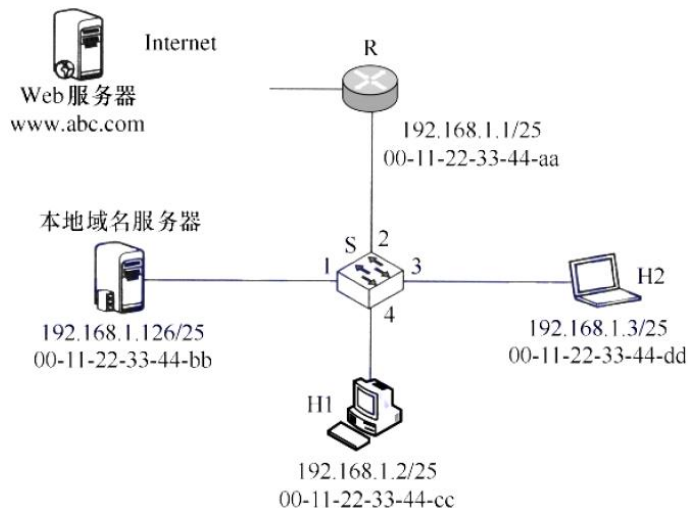
6B	6B	2B	46~1500B	4B
目的 MAC 地址	源 MAC 地址	类型	数据	CRC

图 3 以太网帧结构

比特 0	8	16	24	31
版本	首部长度	服务类型	总长度	
标识		标志	片偏移	
生存时间(TTL)		协议	首部检验和	
源IP地址				
目的IP地址				

图 4 IP 分组头结构

(04) 【2021 统考真题】某网络拓扑如下图所示,以太网交换机  $S$  通过路由器  $R$  与  $Internet$  互连。路由器部分接口、本地域名服务器、 $H1$ 、 $H2$  的  $IP$  地址和  $MAC$  地址如图中所示。在  $t_0$  时刻  $H1$  的  $ARP$  表和  $S$  的交换表均为空,  $H1$  在此刻利用浏览器通过域名  $www.abc.com$  请求访问  $Web$  服务器, 在  $t_1$  时刻 ( $t_1 > t_0$ )  $S$  第一次收到了封装  $HTTP$  请求报文的以太网帧, 假设从  $t_0$  到  $t_1$  期间网络未发生任何与此次  $Web$  访问无关的网络通信。



请回答下列问题。

- 1) 从  $t_0$  到  $t_1$  期间,  $H1$  除了  $HTTP$ , 还运行了哪个应用层协议? 从应用层到数据链路层, 该应用层协议报文是通过哪些协议进行逐层封装的?
- 2) 若  $S$  的交换表结构为  $\langle MAC \text{ 地址}, \text{端口} \rangle$ , 则  $t_1$  时刻  $S$  交换表的内容是什么?
- 3) 从  $t_0$  到  $t_1$  期间,  $H2$  至少接收到几个与此次  $Web$  访问相关的帧? 接收的是什么帧? 帧的目的  $MAC$  地址是什么?