

2. (11 年考研 47 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)。

题 47-a 图是网络拓扑, 题 47-b 图是该主机进行 Web 请求的 1 个以太网数据帧前 80 个字节的十六进制及 ASCII 码内容。

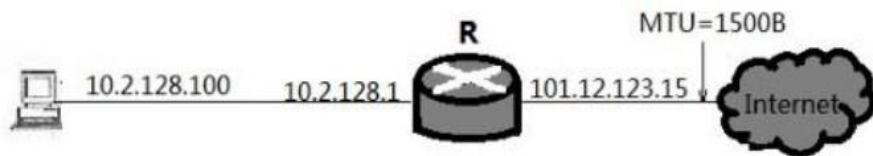


图 47-a 图 网络拓扑

| | | |
|------|---|--------------------|
| 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 |GE T /rfc.h |
| 0040 | 74 6d 6c 20 48 54 54 50 2f 31 2e 31 0d 0a 41 63 | tml HTTP /1.1..Ac |

题 47-b 图 以太网数据帧 (前 80 字节)

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?

【解答】 64.170.98.32 00-21-27-21-51-ee

以太网帧头部 $6+6+2=14$ 字节, IP 数据报首部目的 IP 地址字段前有 $4*4=16$ 字节, 从以太网数据帧第一字节开始数 $14+16=30$ 字节, 得目的 IP 地址 40 aa 62 20(十六进制), 转换为十进制得 64.170.98.32。以太网帧的前六字节 00-21-27-21-51-ee 是目的 MAC 地址, 本题中即为主机的默认网关 10.2.128.1 端口的 MAC 地址。

【考查知识点】以太网帧结构, 帧中封装的各个部分及长度。IP 分组的结构。

(2) 该主机在构造题 47-b 图的数据帧时, 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的目的 MAC 地址是什么?

【解答】 ARP FF-FF-FF-FF-FF-FF

ARP 协议解决 IP 地址到 MAC 地址的映射问题。主机的 ARP 进程在本以太网以广播的形式发送 ARP 请求分组, 在以太网上广播时, 以太网帧的目的地址为全 1, 即 FF-FF-FF-FF-FF-FF。

【考查知识点】ARP 协议

(3) 假设 HTTP/1.1 协议以持续的非流水线方式工作, 一次请求-响应时间为 RTT, rfc.html 页面引用了 5 个 JPEG 小图像, 则从发出题 47-b 图中的 Web 请

求开始到浏览器收到全部内容为止，需要多少个 RTT？

【解答】6

HTTP/1.1 协议以持续的非流水线方式工作时，服务器在发送响应后仍然在一段时间内保持这段连接，客户机在收到前一个响应后才能发送下一个请求。第一个 RTT 用于请求 web 页面，客户机收到第一个请求的响应后(还有五个请求未发送)，每访问一次对象就用去一个 RTT。故共 $1+5=6$ 个 RTT 后浏览器收到全部内容。

【考查知识点】HTTP/1.1 协议。

(4) 该帧所封装的 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：以太网数据帧的 IP 分组头结构分别如题 47-c 图，47-d 图所示。

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

题 47-c 图 以太网帧结构

| | | | | |
|------------|------|-------|-----|----|
| 比特 0 | 8 | 16 | 24 | 31 |
| 版本 | 头部长度 | 服务类型 | 总长度 | |
| 标识 | | 标志 | 片偏移 | |
| 生存时间 (TTL) | 协议 | 头部校验和 | | |
| 源 IP 地址 | | | | |
| 目的 IP 地址 | | | | |

题 47-d 图所示 IP 分组头结构

【解答】

源 IP 地址 0a 02 80 64 = 10.2.128.100 改为 65 0c 7b 0f = 101.12.123.15

生存时间(TTL)减 1

校验和字段重新计算

私有地址和 Internet 上的主机通信时，须有 NAT 路由器进行网络地址转换，把 IP 数据报的源 IP 地址(本题为私有地址 10.2.128.100)转换为 NAT 路由器的一个全球 IP 地址(本题为 101.12.123.15)。因此，源 IP 地址字段 0a 02 80 64 变为 65 0c 7b 0f。IP 数据报每经过一个路由器，生存时间 TTL 值就减 1，并重新计算首部校验和。若 IP 分组的长度超过输出链路的 MTU，则总长度字段、标志字段、片偏移字段也要发生变化。

2. (09 年考研 39 题) 一个 TCP 连接总是以 1KB 的最大段发送 TCP 段, 发送方有足够多的数据要发送。当拥塞窗口为 16KB 时发生了超时, 如果接下来的 4 个 RTT(往返时间)时间内的 TCP 段的传输都是成功的, 那么当第 4 个 RTT 时间内发送的所有 TCP 段都得到肯定应答时, 拥塞窗口大小是

- A. 7KB B. 8KB C. 9KB D. 16KB

【解答】选 C。发生超时, 下次的拥塞窗口值从 1KB 开始, 门限值为 $16KB/2=8KB$, 那么进入慢开始阶段, 没经历一个 RTT, 窗口值翻倍: 2KB、4KB、8KB, 此时达到门限值, 进入拥塞避免阶段, 窗口值每次增加 1KB, 因此, 此时拥塞窗口值应该是 9KB。

【考查知识点】TCP 拥塞控制算法。

8. (14 年考研 38 题) 主机甲和乙已建立了 TCP 连接, 甲始终以 $MSS=1KB$ 大小的段发送数据, 并一直有数据发送; 乙每收到一个数据段都会发出一个接收窗口为 10KB 的确认段。若甲在 t 时刻发生超时拥塞窗口为 8KB, 则从 t 时刻起, 不再发生超时的情况下, 经过 10 个 RTT 后, 甲的发送窗口是

- A. 10KB B. 12KB C. 14KB D. 15KB

【解答】选 A。TCP 的发送窗口受到拥塞窗口和接收窗口的控制, 取两者的最小值, 因此发送窗口的变化为: 1,2,4,5,6,7,8,9,10,10。

【考查知识点】TCP 拥塞控制和流量控制

6. (13 年考研 39 题) 主机甲与主机乙之间已建立一个 TCP 连接, 双方持续有数据传输, 且数据无差错与丢失。若甲收到 1 个来自乙的 TCP 段, 该段的序号为 1913、确认序号为 2046、有效载荷为 100 字节, 则甲立即发送给乙的 TCP 段的序号和确认序号分别是

- A. 2046、2012 B. 2046、2013
C. 2047、2012 D. 2047、2013

【解答】选 B。若甲收到 1 个来自乙的 TCP 段, 该段的序号 $seq=1913$ 、确认序号 $ack=2046$ 、有效载荷为 100 字节, 则甲立即发送给乙的 TCP 段的序号 $seq1=ack=2046$ 和确认序号 $ack1=seq+100=2013$, 答案为 B。

【考查知识点】TCP 的确认机制

1. 综合应用题 (12 年考研 47 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 分组如下表 a 所示。

表 a

| | IP 分组的前 40 字节内容 (十六进制) | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|------------------------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| 1 | 45 | 00 | 00 | 30 | 01 | 9b | 40 | 00 | 80 | 06 | 1d | c8 | c0 | a8 | 00 | 08 |
| | 06 | 8b | 11 | 88 | 84 | 6b | 41 | c5 | 00 | 00 | 00 | 00 | 70 | 02 | 43 | 80 |
| 2 | 43 | 00 | 00 | 30 | 00 | 00 | 40 | 00 | 31 | 06 | 6e | 83 | d3 | 44 | 47 | 50 |
| | 13 | 88 | 0b | d9 | e0 | 59 | 9f | ef | 84 | 6b | 41 | c6 | 70 | 12 | 16 | d0 |
| 3 | 45 | 00 | 00 | 28 | 01 | 9c | 40 | 00 | 80 | 06 | 1d | ef | c0 | a8 | 00 | 08 |
| | 0b | d9 | 13 | 88 | 84 | 6b | 41 | c6 | e0 | 59 | 9f | f0 | 50 | f0 | 43 | 80 |
| 4 | 45 | 00 | 00 | 38 | 01 | 9d | 40 | 00 | 80 | 06 | 1d | de | c0 | a8 | 00 | 08 |
| | 0b | d9 | 13 | 88 | 84 | 6b | 41 | c6 | e0 | 59 | 9f | f0 | 50 | 18 | 43 | 80 |
| 5 | 45 | 00 | 00 | 28 | 68 | 11 | 40 | 00 | 31 | 06 | 06 | 7a | d3 | 44 | 47 | 50 |
| | 13 | 88 | 0b | d9 | e0 | 59 | 9f | f0 | 84 | 6b | 41 | d6 | 50 | 10 | 16 | d0 |

表 b

| | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--------------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|------|
| 来自 S 的 分组 | 45 | 00 | 00 | 28 | 68 | 11 | 40 | 00 | 40 | 06 | ec | ad | d3 | 44 | 47 | 50 |
| | 13 | 88 | a1 | 08 | e0 | 59 | 9f | f0 | 84 | 6b | 41 | d6 | 50 | 10 | 16 | d0b7 |

| | | | | | | | | | |
|------------|--|------|--|-------|--|-----|--|----|--|
| 比特 0 | | 8 | | 16 | | 24 | | 31 | |
| 版本 | | 头部长度 | | 服务类型 | | 总长度 | | | |
| 标识 | | | | 标志 | | 片偏移 | | | |
| 生存时间 (TTL) | | 协议 | | 头部校验和 | | | | | |
| 源 IP 地址 | | | | | | | | | |
| 目的 IP 地址 | | | | | | | | | |

图 a IP 分组的首部

| | | | | | | | | | |
|---------------|-----|---|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-----|--|
| 0 | | 8 | | 16 | | 24 | | 31 | |
| 源 端 口 | | | | | 目的端口 | | | | |
| 序 号 | | | | | | | | | |
| 确 认 号 | | | | | | | | | |
| 数据 偏移 | 保 留 | | U R G | A C K | P S H | R S T | S Y N | 窗 口 | |
| 检 验 和 | | | | | 紧 急 指 针 | | | | |
| 选 项 (长 度 可 变) | | | | | | | | 填 充 | |

图 b TCP 报文段的首部

请回答下列问题。

(1) 表 a 中的 IP 分组中, 哪儿几个是由 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?

【解答】H 的 IP 地址为 192.168.0.8, 转换成十六进制表示为 C0 A8 00 08, 又由 IP 首部格式知, 源 IP 地址位于首部中的第 13~16 字节, 由此可以判定 H 发送的报文是表 a 中的 1、3、4 号分组。

TCP 连接建立过程中, 主机 H 发送连接建立请求时 (SYN=1、ACK=0), 所在字节的十六进制为 02, 1 号分组满足此要求, 它的 seq=846B41C5。

服务器 S 返回对主机 H 连接请求的确认 (SYN=1、ACK=1), 对应十六进制的 12, 同时 ack=846B41C6, 2 号分组满足此要求, 它的 seq=E0599FEF。

主机 H 再次发送对确认的确认 (SYN=0, ACK=1), 对应的十六进制 10, 同时 seq=846B41C6、ack=E0599FF0, 3 号分组满足此要求。

因此完成 TCP 连接的建立过程的为 1、2、3 号分组。

快速以太网的最短有效数据部分 46 字节, 即 IP 分组总长度小于 46 (2EH) 字节的应该填充, 题中 3、5 号分组长度 40 (28H) 字节, 需要填充。

【考查知识点】IP、TCP 首部格式, TCP 连接建立过程、MAC 有效帧长

(2) 根据表 a 中的 IP 分组, 分析 S 已经收到的应用层数据字节数是多少?

【解答】由 3 号分组可以知道起始数据字节编号 seq=846B41C6, 从 5 号分组知道 ack=846B41D6。所以 S 收到的应用层数据的字节数为:

$$846B41D6 - 846B41C6 = 10H = 16B$$

【考查知识点】序号与确认号的关系。

(3) 若表 a 中的某个 IP 分组在 S 发出前 40 字节如表 b 所示, 则该 IP 分组到达 H 时经过了多少个路由器?

【解答】由于 S 发出的 IP 分组的标识=6811H, 所以该分组所对应的是表 a 中的 5 号分组。S 发出的 IP 分组的 TTL=40H, 5 号分组中的 TTL=31H, $40H - 31H = FH = 15$, 即从 S 发出到 H 时共经历了 15 个路由器。

【考查知识点】IP 首部中的标号、TTL 生存时间的含义。

面向连接服务与无连接服务各自的特点是什么?

面向连接服务是在数据交换之前, 必须先建立连接。在通信过程中, 整个连接的情况一直可以被实时地监控和管理。当数据交换结束后, 则应终止这个连接。

在无连接服务的情况下, 两个实体之间的通信不需要先建立好一个连接, 需要通信的时候, 发送节点可以往“网络”上送出信息, 让信息自主地在网络上传输, 一般在传输的过程中不再加以监控。

无连接服务的优点是灵活方便和比较迅速。但无连接服务不能防止报文的丢失、重复或失序。无连接服务特别适合于传送少量零星的报文。

简述 CSMA/CD 协议的要点

- ① 适配器从网络层获得一个分组，加上以太网的首部和尾部组成以太网帧；
- ② 若检测到信道空闲（96 比特时间内没检测到信号），就发送；若信道忙则继续检测，直到信道空闲持续 96 比特时间就发送这个帧；
- ③ 发送过程中未发现碰撞，则发送成功；若检测到碰撞，则终止数据发送，并发送干扰信号；
- ④ 在终止发送后，适配器执行退避算法，等待 r 倍 512 比特时间后转②。

1) 慢开始阶段拥塞窗口的大小是如何变化的？满足什么条件时进入拥塞避免阶段？拥塞避免阶段拥塞窗口的大小如何变化？

(2) 在 TCP Reno 版本中，执行快重传算法的条件是什么？执行快重传算法后的 **ssthresh** 值及拥塞窗口值如何设置？

(3) 说出已废弃的 TCP Tahoe 版本与目前广泛使用的 TCP Reno 版本的不同点。

(1) 慢开始阶段拥塞窗口乘法增长，即每经过一个传输轮次窗口就加倍。当拥塞窗口达到慢开始门限 **ssthresh** 时开始执行拥塞避免算法。拥塞避免算法阶段的拥塞窗口按线性规律增长，即每经过一个往返时间 **cwnd** 增加 1 个 MSS（最大报文段长度）大小。

(2) 收到 3 个重复的确认执行快重传算法。快重传算法后执行快恢复算法，**ssthresh** 值设为当前拥塞窗口的一半，然后拥塞窗口值设为当前的慢开始门限值。

(3) TCP Tahoe 版本中，不采用快重传机制，当检测到拥塞发生时（网络出现超时），**ssthresh** 变为 **cwnd** 的一半，并将 **cwnd** 变为 1，然后重新开始慢开始算法

简述透明网桥是怎样进行路径选择的

透明网桥具有学习、过滤和帧转发等功能，每个透明网桥皆设有自己的路径选择表。当网桥刚接入时，转发表都为空，此时尚不知道如何选择路径。若有帧到达，则按照扩散法转发，即除了接收该帧的输入接口外，将帧送到所有其它接口。随后，透明网桥观察每一个到达的帧的源地址以及从哪一个局域网入桥，并记录到转发表中。以后的帧到达时，需要查找转发表中的目的地地址。如果查到，且其目的地址就在该帧进入的接口所在的同段局域网中，则将该帧过滤掉，不在同段局域网中，则转发至转发表指定的接口；若未查到，就按照扩散法处理。路径选择表有时效性，以适应网络可能的变动。

透明网桥的路径选择算法可归纳如下：(1) 若目的局域网和源局域网一样，则网桥将该帧删除。(2) 若源局域网和目的局域网是不同的网，则将该帧转发到目的局域网。(3) 若目的局域网不知道，则采用扩散法处理。

解释为什么 ARP 高速缓存每存入一个项目就设置 10—20 分钟的超时计时器？

当网络中某个 IP 地址和硬件地址的映射发生变化（例如，更换网卡）时，ARP 高速缓

存中的相应项目应该改变，超时时间设为 10 到 20 分钟是合理的，太长会使硬件地址变化后的主机迟迟无法与其它主机通信，太短则会使 ARP 请求和响应分组的通信量太频繁。

简述 OSPF 协议的要点

OSPF 即开放最短路径优先协议，其最主要特征是使用分布式链路状态协议。其要点包括（1）使用洪泛法向本自治系统内的所有路由器发送与本路由器相邻的所有路由器的链路状态信息；（2）只有当链路状态发生变化时，路由器才向所有路由器发送此信息；（3）每个路由器最终都能建立一个数据链路状态数据库，此数据库实际就是本自治系统的全网拓扑结构图；（4）每一个路由器使用链路状态数据库构造出自己的路由表。