

第 15 章与第 16 章思考题和补充习题

- 1、网络互联有何实际意义？进行网络互联时，有哪些共同的问题需要解决。
- 2、区别 internet 和 Internet。
- 3、作为中间系统，转发器（中继器）、网桥、路由器和网关有何区别？
- 4、试简单说明以下协议的作用：
IP、ICMP、IGMP 以及 ARP 和 RARP。
- 5、IP 地址分为几类？各如何表示？IP 地址的主要特点是什么？
- 6、试说明 IP 地址与网络硬件地址的区别。为什么要使用这两种不同的地址？
- 7、(1) 子网掩码为 255.255.255.0 代表什么意思？
(2) 一网络的当前掩码为 255.255.255.248，问该网络能够连接多少个主机？
(3) 一个 A 类网络和一 B 类网络的子网号分别为 16 位 1 和 8 位 1，问这两个网络的子网掩码有何不同？
(4) 一 A 类网络的子网掩码为 255.255.0.255，它是否为一个有效的子网掩码？
- 8、C 类网络使用子网掩码有无实际意义？为什么？
- 9、试辨认以下 IP 地址的网络类别。
(1) 128.36.199.3
(2) 21.12.240.17
(3) 183.194.76.253
(4) 192.12.69.248
(5) 89.3.0.1
(6) 200.3.6.2
- 10、某单位有 28 个部门，拥有 4000 多台计算机，每个部门最多不超过 250 台机器。现在打算接入 Internet，但只申请到了 5 个公开的合法 C 级 IP 地址。要使该单位所有机器都能访问外部网站，怎么办？
- 11、某集团公司的网络中心给其一个下属公司分配了一个 B 级 IP 子网地址 172.20.0.0/20。这个下属公司有 10 个部门，需要将该子网进一步分割成 10 个子网。其中软件开发部有 300 台机器需要分配 IP 地址，其余有两个部门各需要 100 个 IP，四个部门需要 50 个，三个部门需要 10 个。如何有效地分配地址？
- 12、南京大学计算机系所在的逸夫馆 6 楼至 10 楼要组建一个网络，现有 500 台机器要分配 IP 地址。学校给了我们可构成 2 个 C 类网络的 2 组 IP 地址 202.119.36.0~202.119.36.255 和 202.119.37.0~202.119.37.255，怎样利用它们构成一个支持 500 台机器的网络？
- 13、IP 数据报中的首部检验和并不检验数据报中的数据，这样做的最大好处是什么？坏处是什么？
- 14、一个 3200 比特长的 TCP 报文传到 IP 层，加上 160 比特的首部后成为数据报。下面的互联网由两个局域网通过路由器连接起来。但第二个局域网所能传送的最长数据帧中的数据部分只有 1200 比特。因此数据报在路由器必须进行分片。试问第二个局域网向其上层要传送多少比特的数据（这里的“数据”当然指的是局域网看见的数据）？
- 15、设某路由器建立了如表 1 所示的路由表：
此路由器可以直接从接口 0 和接口 1 转发分组，也可通过相邻的路由器 R2，R3 和 R4 进行转发。现共收到 5 个分组，其目的站 IP 地址分别为：
(1) 128.96.39.10
(2) 128.96.40.12
(3) 128.96.40.151

(4) 192.4.153.17

(5) 192.4.153.90

表1 题15的路由表

目的网络	子网掩码	下一跳
128.96.39.0	255.255.255.128	接口 0
128.96.39.128	255.255.255.128	接口 1
128.96.40.0	255.255.255.128	R ₂
192.4.153.0	255.255.255.192	R ₃
*(默认)		R ₄

试分别计算其下一跳。

16、某单位分配到一个 B 类 IP 地址，其网络号为 129.250.0.0。该单位有 4000 多台机器，分布在 16 个不同的地点。如选用子网掩码 255.255.255.0，试给每一个地点分配一个子网号码，并算出每个地点主机号码的最小值或最大值。

17、一个数据报长度为 4000 八比特组（固定首部长度）。现在经过一个网络传送，但此网络能够传送的最大数据长度为 1500 八比特组。试问应当划分为几个短些的数据报片？各数据报片的数据字段长度、片偏移字段和 M 标志应为何数值？

18、某个 IP 地址的十六进制表示是 C22F1481，试将其转换为点分十进制的形式。这个地址是哪一类 IP 地址？

19、有人认为：“ARP 协议向网络层提供了转换地址的服务，因此 ARP 应当属于数据链路层。”这种说法为什么是错误的？

20、ARP 和 RARP 都是将地址从一个空间映射到另一个空间。在这个意义上讲，它们是相似的。然而 ARP 和 RARP 在实现方面却有一点很不相同。请指出这个不同点。

21、在因特网上的一个 B 类地址的子网掩码是 255.255.240.0。试问在其中每一个子网上的主机数最多是多少？

22、在 IPv4 首部中有一个“协议”字段，但在 IPv6 的固定首部中却没有。这是为什么？

23、当使用 IPv6 时，是否 ARP 协议需要改变？如果需要改变，那么应当概念性的改变还是技术性的改变？

24、IPv6 使用 16 个八比特组地址空间。设每隔 1 微微秒就分配出 100 万个地址。试计算大约要用多少年才能将 IP 地址空间全部用完。可以和宇宙的年龄（大约有 100 亿年）进行比较。

25、在什么情况下需要使用源站选路？

26、IGP（IRP）和 EGP（ERP）这两类协议的主要区别是什么？

27、试叙述 RIP、OSPF 和 BGP 路由协议的主要特点。

28、ICMP 的协议的要点是什么？

29、IPv6 没有首部检查和，这样做的优缺点是什么？

30、当某个路由器发现一数据报的首部检查和有差错时，为什么采取丢弃的办法而不是要求源站重传此数据报？检验首部差错为什么不采用 CRC 检验码？

31、描述 IP 路由选择的要点。

32、有一个“严格源路由选择”选项的 IP 数据报必须被分片传送，你认为是要把该选项复制到每一个片段，还是仅拷贝到第一个片段就可以了呢？请解释理由。

33、假定 IP 的 B 类地址不是使用 16 位而是使用 20 位作为 B 类地址的网络号部分，那么将会有多少个 B 类网络？

34、有人说，“ARP 向网络层提供服务，因此它是数据链路层的一部分。”你认为他的这种

说法对吗？

35、给出在目的主机重组 IP 片段的一种方法。

36、大多数 IP 数据报重组算法都有一个计数器，避免因丢失一个片段而长期挂起一个重组缓冲区。假定一个数据报被分割成 4 个片段，并先期到达了 3 个片段，但中间某个片段被耽搁以致计数器超时，接收缓存中的 3 个片段也因此而丢弃。过了一段时间被耽搁的该片段蹒跚而至。那么应该如何处置这个片段？

37、针对一台通过以太网交换机连接到 TCP/IP 网络的 UNIX 或 Windows 主机，回答下列问题：

(1) 什么命令使用 ARP 协议获得远方一台主机的 MAC 地址？

(2) 什么命令使用 ICMP 协议测试本机与远方一台主机之间的连通性？

(3) 什么命令可以显示网络状态？

38、针对在一台通过以太网交换机连接到 TCP/IP 网络的 UNIX 主机，回答下列问题：

(1) 使用什么命令可以设置与主机的一个网络接口相关的选项和参数？

(2) 使用什么命令和守护程序来操纵路由选择信息？

39、通常，UNIX 主机的名字和 IP 地址可以在哪个文件中找到？

40、计算机 little-sister.cs.vu.nl 的 IP 地址是 130.37.62.23，那么该计算机是在 A 类、B 类还是在 C 类网络上？

第 15 章与第 16 章思考题和补充习题参考答案

1、网络互联有何实际意义？进行网络互联时，有哪些共同的问题需要解决。

解答

一、网络互联的实际意义

(1) 局域网的发展必然走向互联，异构网或非标准网的存在，也需互联。因为只有实现网络互联，才能使用户更好地实现资源共享；

(2) 网络互联可以带来一系列好处：

扩大网络物理范围，在更大范围内实现资源共享；

改善网络性能。若将一个大局域网分割成互联的若干个小的局域网，且每个小局域网内部通信量明显地高于网间通信量时，整个互联网的性能比大局域网好；

隔离故障和错误，提高网络可靠性；

在一个互联的局域网中可使用不同传输媒体；

可以实现不同类型的局域网（如 CSMA/CD、令牌环、令牌总线）的互联；

可增加接入网络的最大站点数目；

有利于网络的安全管理。

二、网络互联时需要解决以下共同问题

(1) 在网络之间至少提供一条物理上连接的链路以及控制这条链路的规程；

(2) 在不同网络的进程之间提供合适的路由；

(3) 有一个计费的服务，记录不同网络、网关的使用情况并维护这个状态信息；

(4) 尽可能不修改互联在一起的网络的体系结构，适应不同网络间的差别，包括不同的寻址方案、不同的最大分组长度、不同的超时控制、不同的差错恢复方法、不同的路由选择技术、不同的服务（面向连接服务和无连接服务）、不同的访问控制机制、不同的管理与控制方式、不同的状态报告方法，等等。

2、区别 internet 和 Internet。

解答

internet（互联网）是泛指多个计算机网络互联而成的计算机网络。使用大写字母 I 的 Internet（因特网）则是指当前全球最大的、开放的、由众多网络相互连接起来的特定计算机网络，其前身是美国的 ARPANET，它采用 TCP/IP 协议。

3、作为中间系统，转发器（中继器）、网桥、路由器和网关有何区别？

解答

按照 OSI 参考模型划分的网络分层体系结构，这些中间系统中，转发器是物理层中继系统，网桥是数据链路层中继系统，路由器是网络层中继系统，网络层以上的中继系统称为网关。值得注意的是，采用 TCP/IP 协议的网络中，将路由器也通常称为网关。

4、试简单说明以下协议的作用：

IP、ICMP、IGMP 以及 ARP 和 RARP。

解答

IP 网际互联协议是 TCP/IP 体系结构中最主要的两个协议之一，它是一种标准化协议，各种计算机网络可通过使用 IP 协议实现互联，形成一个更大规模的虚拟网络，即常说的互联网或 IP 网。

IP 协议经常会用到 ARP 和 RARP 这两个地址映射协议，ARP 地址解析协议将可根据一

个互联网 IP 地址找到对应的主机的物理网络硬件地址，ARP 采用动态的地址映射，不依赖固定的映射表，比较灵活。ARP 工作原理是，ARP 将映射表放于主机内存中，主要包含 32 位 IP 地址和 48 位物理网络硬件地址（如以太网 MAC 地址）。IP 模块可通过查表的方法找到对应的硬件地址；如果在 ARP 映射表中不包含某 IP 地址，则将包含该 IP 地址的 ARP 请求数据报向网络广播，IP 地址与之相同的主机收到该数据报后，发出 ARP 响应数据报返回其硬件地址。RARP 逆地址解析协议与 ARP 协议正好相反，用于将物理网络硬件地址翻译为 IP 地址。它使得只知道自己硬件地址的主机能够从 RARP 服务器获知自己的 IP 地址。ARP 能应用于 DNS 域名服务中，RARP 则可支持无盘工作站自举系统时获取自己的 IP 地址。无盘工作站启动时，自动以广播形式发出 RARP 请求数据报，并在其中写入自己的硬件地址，物理网络中只有 RARP 服务器才能处理该数据报，RARP 查找映射表找出该硬件地址对应的 IP 地址，并通过 RARP 响应数据报发回该无盘工作站。

ICMP 和 IGMP 都使用 IP 协议，依靠 IP 数据报来传递 ICMP 报文或 IGMP 报文。ICMP 允许主机或路由器报告差错和异常情况，还可实现网络通信量控制、路由重定向等控制功能，为网络管理提供了获取网络状态并进行相应控制处理的支持。一个主机使用 IGMP 的目的是让局域网中其他主机和所有路由器能够知道它是某个组的成员，IGMP 利用局域网广播特性组播主机与路由器之间高效率地交换信息，支持了 IP 网的组播功能。

5、IP 地址分为几类？各如何表示？IP 地址的主要特点是什么？

解答

IPv4 地址长 32 位，可分为 5 种类型，除最高 5 位状态为 11110 的 E 类地址保留外，最高位为 0 的 IP 地址属于 A 类地址；最高 2 位为 10，则属于 B 类；最高 3 位为 110 称为 C 类地址；D 类则作为组播地址，最高 4 位状态为 1110。下面进一步讨论 A、B、C 三类地址：

IP 地址分为网络号与主机号两部分，每个网络号标识一个网络，主机号标识每个网络中的某个主机。将 32 位 IP 地址分为 4 个 8 位码段，A 类 IP 地址的网络号占最高一个码段，其余三个码段代表主机号，因此使用 A 类 IP 地址的 A 类网络的特点是网络数少，每个网络支持的主机多。A 类网络的有效网络号范围为 00000001 到 01111110，网络地址的十进制表示为 1.x.x.x 到 126.x.x.x，x 取值 0 到 255。网络号 0 和 127 被保留，0 代表整个 Internet 网络，127 可用于任意一台主机的环回测试。另外，网络号 10 可用作内部专网。共有 125 个 A 类网络可供分配。

B 类地址的网络号和主机号各占两个码段，网络地址范围为 128.x.x.x 到 191.x.x.x，最多有 $2^{14}-2=16382$ 个 B 类网络。每个网络可支持 65534 台主机，主机号为 0 代表整个网络，全 1 为广播地址。网络号 172.16 至 172.31 共 16 个 B 类网络保留给内部专网使用。C 类地址和 A 类地址正好相反，主机号占地址最低 1 个码段，其余 3 个码段都表示网络号，网络地址范围为 192.x.x.x 到 223.x.x.x， $2^{21}-2=2097150$ 个 C 类网络。每个网络支持主机最多 254 个。共有 256 个 C 类网络保留给内部专网，网络号为 192.168.0 到 192.168.255。

可以使用子网掩码，动态调节网络号和主机号，比如，可以使用掩码 255.255.255.192 将一个 C 类网络划分成 4 个子网，也可使用掩码 255.255.254.0 通过无类别域间路由协议 CIDR 将两个 C 类网络合并为一个可支持 510 个主机的网络。

IP 地址具有以下一些特点：

- (1) IP 地址是一种非等级的地址结构，也就是说，和电话号码的结构不同，IP 地址不能反映任何有关主机位置的地理信息。
- (2) 当一个主机同时连接到两个网络时，该主机就必须具有两个相应的 IP 地址。其网络号 net-id 是不同的。这种主机称为多穴主机 (multihomed host)。
- (3) 由于 IP 地址中含有网络号，因此严格地讲，IP 地址不仅是指明一个主机（或路

由器), 而且指明了一个主机(或路由器)到一个网络的连接。

- (4) 与某个局域网相连接的主机或路由器的 IP 地址中的网络号都必须是一样的。
- (5) 路由器总是具有两个或两个以上的 IP 地址。
- (6) 按照 Internet 的观点, 用转发器或网桥连接起来的若干个局域网仍为一个网络, 因此这些局域网都具有相同的网络号。
- (7) 在 IP 地址中, 所有被分配了网络号的网络, 不管是地域很小的局域网还是覆盖了很大地理范围的广域网, 都是平等的。
- (8) IP 地址有时也可以用来指明单个网络的地址, 此时只要将该 IP 地址的主机号置为全 0 即可。

6、试说明 IP 地址与网络硬件地址的区别。为什么要使用这两种不同的地址?

解答

一台主机的 IP 地址是该主机在经过 IP 层抽象的互联网上的全局地址, 网络硬件地址也称 MAC 地址, 是该主机在具体物理网络上的地址。

在互联网上看到的是 IP 数据报, 执行 IP 协议的路由器根据数据报中的 IP 地址选择路由, 并通过该路由器将 IP 数据报转发到下一跳。具体的物理网络的链路层看到的是 MAC 帧, IP 数据报被封装进 MAC 帧中, 按照 MAC 帧中目的 MAC 地址寻址。因此两个地址同时都需要使用。

7、(1) 子网掩码为 255.255.255.0 代表什么意思?

- (2) 一网络的当前掩码为 255.255.255.248, 问该网络能够连接多少个主机?
- (3) 一个 A 类网络和一 B 类网络的子网号分别为 16 位 1 和 8 位 1, 问这两个网络的子网掩码有何不同?
- (4) 一 A 类网络的子网掩码为 255.255.0.255, 它是否为一个有效的子网掩码?

解答

- (1) 是 C 类地址对应的默认子网掩码。但也可能是 A 类地址或 B 类地址的掩码, 即代表将一个 A 类网络划分成了 65536 个子网, 或者将一个 B 类网络划分为 256 个子网。主机号由最低 8 位决定, 路由器根据高 24 位寻找网络。
- (2) 6 个主机。
- (3) 子网掩码是一样的, 与 (1) 的掩码相同。但子网数目不同。
- (4) 有效, 但不推荐这样的用法。

8、C 类网络使用子网掩码有无实际意义? 为什么?

解答

有, 可充分利用 IP 地址, 可方便地支持 VLAN。对于小网络, 这样做还能进一步简化路由表。

9、试辨认以下 IP 地址的网络类别。

- (1) 128.36.199.3
- (2) 21.12.240.17
- (3) 183.194.76.253
- (4) 192.12.69.248
- (5) 89.3.0.1
- (6) 200.3.6.2

解答

(1) 和 (3) 是 B 类地址 ; (2) 和 (5) 是 A 类 ; (4) 和 (6) 是 C 类。

10、某单位有 28 个部门，拥有 4000 多台计算机，每个部门最多不超过 250 台机器。现在打算接入 Internet，但只申请到了 5 个公开的合法 C 级 IP 地址。要使该单位所有机器都能访问外部网站，怎么办？

解答

大家可能想到的解决方案就是使用代理服务。除把合法 IP 地址分配给 WEB、E-mail、DNS、DHCP 等服务器外，至少必须分配一个 IP 地址给代理服务器。有可能的话，为多台代理服务器分配 IP 地址。那么给其它机器分配什么地址？

根据问题中的条件，你可以把每个部门构造为一个 C 级 IP 网络。随便找 28 组 C 级 IP 地址在单位内部使用，所有机器通过代理服务器进入 Internet。但在内部使用别人的地址，也是一种侵权行为，尽管人家不一定追究你。怎么办？

不要着急！IP 地址空间中，除了我们曾提到的 0.0.0.0 和 127.0.0.0 两个 A 类网络的 IP 地址保留外，还保留三个区域作为专用 IP 地址（Private IP）。这三个地址范围为：

10 . 0 . 0 . 0 . ~ 10 . 255 . 255 . 255	1 个 A 类网络
172 . 16 . 0 . 0 . ~ 172 . 31 . 255 . 255	16 个 B 类网络
192 . 168 . 0 . 0 . ~ 192 . 168 . 255 . 255	256 个 C 类网络

这些地址专门用来支持建设单位内部 Intranet，使用这些地址是合法的。比如，南京大学校园网就使用 172.16.0.0 来支持学生虚拟 IP 地址的分配，将这个 B 类网络通过分割子网的方法将这些地址按每个子网最多 254 台设备划分给不同的建筑物，最多 254 个子网。当然也可以按不均等分割子网划分方案，见下题。鼓楼校区逸夫馆的子网的主机 IP 地址范围是 172.16.28.1~172.16.28.254。

根据上面的问题，可以用专用 C 级 IP 地址把每个部门类网络设置成一个 C 类网络。也可采用南京大学类似的 B 级地址方案。

11、某集团公司的网络中心给其一个下属公司分配了一个 B 级 IP 子网地址 172.20.0.0/20。这个下属公司有 10 个部门，需要将该子网进一步分割成 10 个子网。其中软件开发部有 300 台机器需要分配 IP 地址，其余有两个部门各需要 100 个 IP，四个部门需要 50 个，三个部门需要 10 个。如何有效地分配地址？

解答

题中/20 是子网掩码的一种表示方法，表示 32 比特子网掩码中含有 20 个 1，该掩码也可写成 255.255.240.0。

由于软件开发部需要 300 个 IP，因此有 $2^8 < 300 < 2^9$ ， $32-9=23$ ，该开发部子网掩码为/23。网络有原来的/20 分割为/23，共分 $2^3=8$ 个子网，且只有 6 个可用（想必大家已经明白原因），按常规的子网分割方法无法应付 10 个子网的需求。需要采用“变长子网掩码”（VLSM—Variable Length Subnet Mask）技术来建立不均等分割子网。其做法如下：

- (1) 使用子网掩码/23，将子网 172.20.0.0/20 切分为 8 段，可用的 6 段各有 510 个有效 IP。将其中一段分配给软件开发部，足以满足其 300 个 IP 的需要。
- (2) 从余下的 5 段中将一段再细分为 4 个子网，子网掩码为/25，每个子网有 126 个有效 IP。将可用的两个子网分配给需求 100 个 IP 的部门。
- (3) 再从剩下的 4 段中取一段分割成 8 个子网，子网掩码/26。每个子网 62 个有效 IP。4 个子网分配给需要 50 个 IP 的四个部门。
- (4) 将余下的 2 个可用的/26 子网分别各自再分成 4 个/28 子网，总共 8 个子网中只有

4 个子网可用,每个子网 14 个有效 IP。分配给 3 个需要 10 个 IP 的部门,还余 1 个/28 子网。

按此法分配后,还余三段/23 子网和一段/28 子网未分配,可用于以后网络的扩展。从常规分割子网 IP 不够用到不均等分割子网 IP 富足有余,可以看出后者的优越性。但是需要注意的是,采用 VLSM 方法不能利用最简单的 RIP 路由协议(参阅 RFC1058),在网际互联时需要考虑兼容性。

12、南京大学计算机系所在的逸夫馆 6 楼至 10 楼要组建一个网络,现有 500 台机器要分配 IP 地址。学校给了我们可构成 2 个 C 类网络的 2 组 IP 地址 202.119.36.0~202.119.36.255 和 202.119.37.0~202.119.37.255,怎样利用它们构成一个支持 500 台机器的网络?

解答

我们已经知道,把一个默认大小的网络(如 C 类网络)分成几个范围更小的网络,称为“分割子网”。同样,如果把几个默认大小的网络合并成一个更大的网络,则我们将它称为“合并网络”。

合并网络通过一种“超网寻址”(Supernet Addressing)技术来实现,该技术由“无类别域间路由”(CIDR—Classless Inter-Domain Routing)协议所规范。

问题中提到的 202.119.36.0 和 202.119.37.0 两个 C 类网络可提供 508 个有效 IP 地址,能满足 IP 地址需求量,但按照默认的 C 级子网掩码(255.255.255.0 或/24),组成的是两个 C 类网络。系内分属于两个网络的机器不能直接沟通,需要使用路由器来转发数据。

如果子网掩码中默认的主机域向网络域借用 1 个比特,将 1 改成 0,则变成新的子网掩码 255.255.254.0 或/23。由此将两个 C 类网络组成一个无类别网络,网络中的任何成员主机之间通信无须使用路由器,只需要提供实现该网络内外数据交换所需的转发路由器。此外,还可多出两个 IP 地址供分配(202.119.36.255 和 202.119.37.0)。

需要指出的是,与此网络相连的所有路由设备必须支持而且启动 CIDR 协议。

13、IP 数据报中的首部检验和并不检验数据报中的数据,这样做的最大好处是什么?坏处是什么?

解答

在首部中的错误比在数据中的错误更严重。例如,一个坏的地址可能导致分组被投寄到错误的主机。许多主机并不检查投递给它们的分组是否确实是要投递给它们的。它们假定网络从来不会把本来是要前往另一主机的分组投递给它们。

数据不参与检验和的计算,是因为如果数据参与检验和,时间上的额外开销会大大增加,因为数据通常比首部要长得多。再则高层协议通常会对数据进行这种检验工作,IP 层对数据检验显得重复和多余。

因此,IP 数据报中的首部检验和不检验数据报中的数据,可以加快分组的转发。缺点是数据部分出现差错时不能及早发现。

14、一个 3200 比特长的 TCP 报文传到 IP 层,加上 160 比特的首部后成为数据报。下面的互联网由两个局域网通过路由器连接起来。但第二个局域网所能传送的最长数据帧中的数据部分只有 1200 比特。因此数据报在路由器必须进行分片。试问第二个局域网向其上层要传送多少比特的数据(这里的“数据”当然指的是局域网看见的数据)?

解答

进入本机 IP 层时报文长度为 $3200+160=3360$ 比特,然后封装在第一个局域网的数据帧中(如果第一个局域网的数据帧的数据部分最大长度小于 IP 数据报的长度,则要分片),到

达连接两个局域网的路由器后，将 IP 数据报取出（如果分片则需要重组合并成 IP 数据报），再送入第二个局域网。由于第二个局域网所能传送的最长数据帧中的数据部分只有 1200 比特，1200 数据部分扣除 160 比特 IP 首部开销，只能承载 1040 比特净负荷。3200 比特可分为 4 片，最后一片为 80 比特。4 片需要有 4 个 IP 首部，共计 640 比特，所以第二个局域网向其上层（IP 层）要传送 $3200+640=3840$ 比特的数据。

15、设某路由器建立了如表 1 所示的路由表：

此路由器可以直接从接口 0 和接口 1 转发分组，也可通过相邻的路由器 R2，R3 和 R4 进行转发。现共收到 5 个分组，其目的站 IP 地址分别为：

- (1) 128.96.39.10
- (2) 128.96.40.12
- (3) 128.96.40.151
- (4) 192.4.153.17
- (5) 192.4.153.90

表 1 题 15 的路由表

目的网络	子网掩码	下一跳
128.96.39.0	255.255.255.128	接口 0
128.96.39.128	255.255.255.128	接口 1
128.96.40.0	255.255.255.128	R ₂
192.4.153.0	255.255.255.192	R ₃
* (默认)		R ₄

试分别计算其下一跳。

解答

将上述 IP 地址与所有的子网掩码相与，结果如果与某一行的目的网络相同，下一站就是该行的最后一列的内容。具体答案为：

- (1) 接口 0 ; (2) R₂ ; (3) R₄ ; (4) R₃ ; (5) R₄。

16、某单位分配到一个 B 类 IP 地址，其网络号为 129.250.0.0。该单位有 4000 多台机器，分布在 16 个不同的地点。如选用子网掩码 255.255.255.0，试给每一个地点分配一个子网号码，并算出每个地点主机号码的最小值或最大值。

解答

因选用子网掩码 255.255.255.0，每个子网最多可支持 254 个主机。4000 个站点分布在 16 个不同的地点，可以平均每个地点连接 250 台主机，小于子网最大主机数。如不平均分布，每个地点主机号码的最小值为 1，最大值为 254。

17、一个数据报长度为 4000 八比特组（固定首部长度）。现在经过一个网络传送，但此网络能够传送的最大数据长度为 1500 八比特组。试问应当划分为几个短些的数据报片？各数据报片的数据字段长度、片偏移字段和 M 标志应为何数值？

解答

数据报长度为 4000 八比特组，去掉固定首部长度 20 八比特组，数据字段长度为 3980 比特，可分为 3 个短些的数据报片。每个数据字段长度分别为 1480、1480 和 1020 八比特组。片偏移字段的值分别为 0、185、370。M 标志字段的值分别为 1、1、0。

18、某个 IP 地址的十六进制表示是 C22F1481，试将其转换为点分十进制的形式。这个地址是哪一类 IP 地址？

解答

用点分十进制表示，该 IP 地址是 194.47.20.129，为 C 类地址。

19、有人认为：“ARP 协议向网络层提供了转换地址的服务，因此 ARP 应当属于数据链路层。”这种说法为什么是错误的？

解答

ARP 不是向网络层提供服务，它本身就是网络层的一部分，帮助向传输层提供服务。在数据链路层不存在 IP 地址的问题。数据链路层协议是象 HDLC 和 PPP 这样的协议，它们把比特串从线路的一端传送到另一端。

20、ARP 和 RARP 都是将地址从一个空间映射到另一个空间。在这个意义上讲，它们是相似的。然而 ARP 和 RARP 在实现方面却有一点很不相同。请指出这个不同点。

解答

在 RARP 的实现中有一个 RARP 服务器负责回答查询请求。在 ARP 的实现中没有这样的服务器，主机自己回答 ARP 查询。请参阅有关 ARP 和 RARP 书籍。

顺便指出，ARP 协议数据报可以通过 IP 路由器转发；而 RARP 则无法通过 IP 路由器转发，即只局限于单个广播域内。

21、在因特网上的一个 B 类地址的子网掩码是 255.255.240.0。试问在其中每一个子网上的主机数最多是多少？

解答

对于一个 B 类网络，高端 16 位形成网络号，低端 16 位是子网或主机域。在子网掩码的低 16 位中，最高有效 4 位是 1111，因此剩下 12 位（第 3 码段低 4 位和第 4 码段）用于主机号。因此，存在 4096 个主机地址，但由于全 0 和全 1 是特别地址，因此最大主机数目应该是 4094。

22、在 IPv4 首部中有一个“协议”字段，但在 IPv6 的固定首部中却没有。这是为什么？

解答

设置协议字段的目的是要告诉目的主机把 IP 分组交给哪一个高层协议处理程序（TCP 或 UDP）。中途的路由器并不需要这一信息，因此 IPv6 不必把它放在主首部中。实际上，这个信息存在主首部中，但被（下一首部字段）伪装了。最后一个扩展首部的下一首部字段就用于指向高层协议。

23、当使用 IPv6 时，是否 ARP 协议需要改变？如果需要改变，那么应当概念性的改变还是技术性的改变？

解答

从概念上讲，不需要改变。在技术上，由于被请求的 IP 地址现在变大了，因此需要比较大的域（也称段）。

24、IPv6 使用 16 个八比特组地址空间。设每隔 1 微微秒就分配出 100 万个地址。试计算大约要用多少年才能将 IP 地址空间全部用完。可以和宇宙的年龄（大约有 100 亿年）进行比较。

解答

使用 16 个八比特组，总的地址数为 2^{128} 或 3.4×10^{38} 。如果我们以每 10^{-12} 秒 10^6 （亦即每秒 10^{18} ）个地址的速率分配它们，这些地址将持续 3.4×10^{20} 秒，即大约 10^{13} 年的时间。这个数字是宇宙年龄的 1000 倍。当然，地址空间不是扁平的，因此它们的分配是非线性的，但这个计算结果表明，即使分配方案的效率为千分之一，这么多地址也永远都不会用完。

25、在什么情况下需要使用源站选路？

解答

可以在 IPv6 的路由选择扩展首部中给出到达目的站沿途经过的路由器，使用源站选路策略。当互联网路由器不保持路由表时，必须使用源站选路实现路由选择。

26、IGP（IRP）和 EGP（ERP）这两类协议的主要区别是什么？

解答

IGP 是自治系统内部的路由协议，为了计算自治系统内从给定的路由器到任意网络的最小费用路径，IGP 需要为自治系统内的路由器建立相当详细的路由器相互连接模式。

而 EGP 则是自治系统间的路由协议，在各自独立管理的不同自治系统上的路由器之间交换概要性的可达信息，通常比 EGP 更加简单，不如 IGP 使用的信息详细。

27、试叙述 RIP、OSPF 和 BGP 路由协议的主要特点。

解答

RIP（Routing Information Protocol）协议是一个基于距离向量的分布式路由选择协议，其最大优点是就是简单。RIP 将距离定义为目的网络所经过的路由器数目（跳数），每经过一个路由器，跳数加 1。RIP 认为一个好的路由就是跳数少，即距离短。主要特点有：（1）RIP 只适用于小型网络，最大跳数为 15，当跳数为 16 则认为不可达；（2）RIP 只能在两个网络之间选择一条路由，不能同时使用多条路由；（3）RIP 让互联网中所有路由器每隔 30 秒向相邻路由器广播自己的整个路由表，各路由器根据交换的距离信息，修改各自的路由表；（4）RIP 使用运输层的用户数据报 UDP 进行传送信息。

OSPF 克服了 RIP 限制网络规模、交换完整路由信息开销大、路由更新过程收敛时间过长等缺点，但要复杂得多。之所以称为开放最短路径优先，表明是一种公开发表的协议，并使用了 Dijkstra 最短路径算法。OSPF 最主要的特征就是它是一种分布式链路状态协议，而不是 RIP 那样的距离向量协议。OSPF 要点如下：（1）所有路由器都维持一个链路状态数据库，即整个互联网拓扑的有向图；（2）每个路由器使用链路状态数据库中的数据计算出自己的路由表；（2）只要网络拓扑发生变化，将引发链路状态数据库快速更新，各路由器重新计算出新的路由表，更新过程收敛快是 OSPF 主要优点；（3）OSPF 依靠各路由器之间交换更新的链路状态信息，维持全网范围内链路状态数据库的一致性（链路状态数据库同步）；（5）OSPF 不用 UDP 而是直接使用 IP 数据报来传送信息。

BGP 基本上也是一个距离向量协议，但与 RIP 这样的其它距离向量协议有很大区别。BGP 中将连接网络的路由器称为站，BGP 不是保留通往每个目的站的费用，而是保留到达该目的站的完整路由。BGP 也不是把每一个可能的目的站的费用周期性地通知其邻站，而是将它使用的每一个路由告诉邻站。邻站指接在同一个子网的两个路由器，若两个邻站分属于两个不同的自治系统，而其中一个邻站想和另一个邻站定期交换路由信息，则应该有一个商谈过程，该过程称为邻站获取（通过 Open 和 keepalive 报文实现）。一旦邻站关系建立，需要用邻站可达性过程（彼此周期性交换 keepalive 报文）来维持。每个路由器维护一张含有所能到达的子网以及到此子网的最佳路由的路由表，当路由表发生变化时，路由器执行网

络可达性过程,用广播方式对所有 BGP 路由器发出一个 Update 报文。BGP 解决了通常的距离向量路由选择算法中路由更新过程收敛慢的问题。

28、ICMP 的协议的要点是什么？

解答

ICMP 允许主机或路由器报告差错或异常情况,还可以提供通信量控制、改变路由、测试网络实体是否能够通信、询问地址掩码、测试路由时延等功能。

IP 是一种不可靠的网络服务协议,只能“尽最大努力”传送,可能会丢弃数据报,ICMP 则允许在数据报无法投递的情况下通知发送端。

ICMP 报文封装在 IP 数据报中传送,但它不是高层协议,而仍然是 IP 层的协议。

ICMP 报文分为差错报文和 ICMP 询问报文两类。改变路由 (Redirect—重定向) 是使用最频繁的 ICMP 差错报文,ICMP 询问报文的一个典型用例是,应用程序 PING (Packet InterNet Groper) 使用回送 (Echo) 请求和回送应答报文来测试两个主机之间是否可达。

29、IPv6 没有首部检查和,这样做的优缺点是什么？

解答

因为 IPv6 的扩展首部使得整个首部总长度是变化的,且主首部中只有净负荷长度,要知道主首部加上各扩展首部有多长需要经过较繁的计算。此外,有些扩展首部 (如路由选择首部) 的内容还需要修改,因此,首部检查和需要沿途路由器反复计算。

IPv6 没有首部检查和,优点是沿途路由器开销小,效率高。缺点是可能会因为首部出错而误操作,比如,将 IPv6 分组交付给不正确的目的主机。

30、当某个路由器发现一数据报的首部检查和有差错时,为什么采取丢弃的办法而不是要求源站重传此数据报?检验首部差错为什么不采用 CRC 检验码?

解答

因为其高层运输协议已经提供了丢包重传的功能,当数据报的首部检查和有差错时,互联网层采取丢弃策略,运输层协议会将按照数据报丢失一样来处理。

因为数据报首部有些参数可能不断改变,在从源主机到目的主机每一跳都要重新计算检验码,计算检查和比生成 CRC 检验码要快速得多。

31、描述 IP 路由选择的要点。

解答

一个 TCP/IP 网络是由多个物理网络互联而成的,连接这些物理网络的路由器常称为 IP 网关,每个网关都有两个或多个网络的直接连接。与网关不同,主机通常只连接到一个物理网络,当然,多穴主机 (multihomed host) 是一个例外。

选择 IP 分组通路的过程被称作路由选择。IP 路由选择基于目的网络,而不是目的主机,因此 IP 路由有直接和间接之分。位于同一物理网络的主机之间的通信称为直接路由通信。不在同一物理网络的主机之间的通信称为间接路由通信。直接路由选择由物理网络传输系统完成,而通过网关将 IP 分组转发到一个与源主机没有直接连接的网络所进行的路由选择则叫做间接路由选择。

判断目的地址是否与源主机同在一个直接相连的物理网络的方法是,发送者抽取目的 IP 地址的网络号,与自己 IP 地址的网络号相比较。如果相同,就直接投递。在本地网络划分子网的情况下,如果目的地址属于本地的另一个子网,那么这里所说的 IP 地址的网络号也包含子网号,也就是说,可以把本地不同的子网也当作不同的物理网络看待。

对于跨越不同物理网络的间接路由，源主机发出的 IP 分组一旦通过本物理网络到达通往目的网络的一个网关，软件就从物理网络的数据帧中抽出分组，路由选择程序可以选择通向目的网络的下一网关，IP 分组再一次被封装进帧中，并在第二个物理网络上发往该网关，如此继续下去，直至到达目的物理网络，将分组放入该物理网络的数据帧中直接投递给目的主机。这样，互联网中的网关形成了一个合作的互连结构，IP 分组从一个网关转发到另一个网关，直到分组到达一个能直接投递的网关。

使用相同路由协议的网关构成的这种互连结构，称为一个自治系统。一个自治系统内使用的路由协议称为内部网关协议（IGP）。采用不同路由协议的自治系统，也需要通过网关使用某种路由协议实现互联。支持自治系统之间路由选择和分组转发的网关使用的路由协议称为外部网关协议（EGP）。

32、有一个“严格源路由选择”选项的 IP 数据报必须被分片传送，你认为是要把该选项复制到每一个片段，还是仅拷贝到第一个片段就可以了呢？请解释理由。

解答

由于为每一个分割的片段选择路由时都需要该选项信息，因此该选项必须包含在每一个片段中。

33、假定 IP 的 B 类地址不是使用 16 位而是使用 20 位作为 B 类地址的网络号部分，那么将会有多少个 B 类网络？

解答

扣除作为前缀 10 的 2 位，将剩余的 18 位表示网络，网络数目可以有 $2^{18} = 262144$ 个。因全 0 和全 1 分别代表网络和广播地址，所以有 262142 个网络可供分配。

34、有人说，“ARP 向网络层提供服务，因此它是数据链路层的一部分。”你认为他的这种说法对吗？

解答

不对。ARP 不是向网络层提供服务，它本身就是网络层的一部分，帮助向传输层提供服务。数据链路层采用如像 HDLC 和 PPP 这样的协议，将比特流以数据帧的结构化形式可靠地从链路一端传送到另一端，不存在 IP 地址的问题。

35、给出在目的主机重组 IP 片段的一种方法。

解答

通常，片段有可能不是按序到达，有的还可能中途丢失。而且，在最后一个片段到达之前，难以确定 IP 数据报被分割成多少个片段。处理重组的一种方法是缓存所有的片段，直至最后一个片段到达。并维持一张位图，记录并监控哪些片段已经接收并放进了缓存。

36、大多数 IP 数据报重组算法都有一个计数器，避免因丢失一个片段而长期挂起一个重组缓冲区。假定一个数据报被分割成 4 个片段，并先期到达了 3 个片段，但中间某个片段被耽搁以致计数器超时，接收缓存中的 3 个片段也因此而丢弃。过了一段时间被耽搁的该片段蹒跚而至。那么应该如何处置这个片段？

解答

接收方会将其作为一个新的 IP 数据报的一部分放入缓存，并等待其它片段的到来。显然其余片段不可能再来了，该片段也最终因计数器超时而丢弃。

37、针对一台通过以太网交换机连接到 TCP/IP 网络的 UNIX 或 Windows 主机，回答下列问题：

- (4) 什么命令使用 ARP 协议获得远方一台主机的 MAC 地址？
- (5) 什么命令使用 ICMP 协议测试本机与远方一台主机之间的连通性？
- (6) 什么命令可以显示网络状态？

解答

- (1) arp
- (2) ping
- (3) netstat

38、针对在一台通过以太网交换机连接到 TCP/IP 网络的 UNIX 主机，回答下列问题：

- (1) 使用什么命令可以设置与主机的一个网络接口相关的选项和参数？
- (2) 使用什么命令和守护程序来操纵路由选择信息？

解答

- (1) ifconfig 命令
- (2) route 命令和 routed 守护程序

39、通常，UNIX 主机的名字和 IP 地址可以在哪个文件中找到？

解答

/etc/hosts 文件。

40、计算机 little-sister.cs.vu.nl 的 IP 地址是 130.37.62.23，那么该计算机是在 A 类、B 类还是在 C 类网络上？

解答

由于该计算机 IP 地址的开头 8 位是十进制 130，因此它在 B 类网络上。