•平 时 作 业 答 题 纸

课程名称	计算机网络原理		
作业名称	第 04 次平时作业——第 4 章 网络层-参考答案		
任课教师		年级专业	
学生学号		学生姓名	

1. 名词解释：CIDR（5 分）

答：无类别域间路由选择，是一种无分类的 IP 地址编址方法。用任意长度的网络前缀表示网络号，把网络前缀都相同的所有连续的 IP 地址组成一个地址块，在给用户分配 IP 地址时，采用地址块的分配方式，从而使 IP 地址的分配更加灵活。

2. 名称解释：SDN（5 分）

答：软件定义网络，是一种新型网络架构和设计理念。它强调将网络层中的控制层面和数据层面分离开来，在网络的控制层面构建一个逻辑上集中的远程控制器，可通过软件编程的形式定义和控制网络，从而实现对网络行为的灵活配置和管理。

3. 名词解释：ICMP（5 分）

答：网际控制报文协议，是一个 TCP/IP 协议族的子协议。主机和路由器通过 ICMP 报告通信过程中的差错情况和提供有关异常情况的报告。

4. 名词解释：AS（5 分）

答：自治系统，是在单一技术管理下的许多网络、IP 地址以及路由器，而这些路由器使用一种自治系统内部的路由选择协议和共同的度量。每一个 AS 对其他 AS 表现出的是一个单一的和一致的路由选择策略。

5. 简答：分类 IP 地址中，IP 地址被分为几类？每一类中，可指派的网络数量分别是多少？分类 IP 地址中，如何判断一个地址的网络号？ （5 分）

答：分为 5 类，分别是 A 类、B 类、C 类、D 类、E 类。
A 类地址：可指派的网络数量有 126 个。
B 类地址：可指派的网络数量有 2^{14}=16384 个。
C 类地址：可指派的网络数量有 2^{21} 个。
D 类地址：是多播地址。
E 类地址：是保留地址。
对于 A、B、C 类地址，仅从地址本身就可以判断出网络号和主机号，不必再参考其他外部信息。具体方式如下：
若 IP 地址第一位是 0，表示是 A 类地址，前 8 位是网络号。
若 IP 地址前 2 位是“10”，表示是 B 类地址，其前 16 位是网络号。
若 IP 地址前 3 位是“110”，表示是 C 类地址，其前 24 位是网络号。

6. 简答：IP 地址与 MAC 地址有何区别？为什么要使用这两种不同的地址？（5 分）

区别：

1) 网卡在出厂时就将 MAC 地址固化在 ROM 中，而 IP 地址是由网络管理员后期分配的，是可以更改的。
2) IPv4 地址是 32 位长，MAC 地址的长度是 48 位。
3) 从工作层次的角度看，在报文传送过程中，IP 地址放在 IP 数据报的首部，是网络层使用的地址，路由器依据目的 IP 地址实现不同网络之间的分组转发。MAC 地址则是放在 MAC 帧的首部，是数据链路层使用的地址，用来在局域网中寻址目的主机。

原因：

在互联网的通信中，IP 地址和 MAC 地址都是必需的，他们在不同的层面上发挥着自己的作用。全世界存在着各式各样的网络，它们使用不同的 MAC 地址。要使这些异构网络能够互相通信就必须进行非常复杂的 MAC 地址转换工作，因此由用户或用户主机来完成这项工作几乎是不可能的事。但统一的 IP 地址把这个复杂问题解决了。连接到互联网的主机只需拥有统一的 IP 地址，它们之间的通信就像连接在同一个网络上那样简单方便。

在网络层，每个分组的首部都包括一个源 IP 地址和一个目的 IP 地址，当该分组在互联网中传输时，路由器可依据 IP 地址进行转发。在数据链路层，每个帧的首部都包括一个源 MAC 地址和目的 MAC 地址，用于在局域网内部定位主机。

7. IGP 和 EGP 分别表示什么意思？它们的主要区别是什么？（5 分）

答：IGP 是指内部网关协议，EGP 是指外部网关协议。

IGP 是在一个自治系统内部使用的路由选择协议，如 RIP 和 OSPF 协议。EGP 是在不同自治系统之间使用的路由协议。若源主机和目的主机处在不同的自治系统中，当数据报传到一个自治系统的边界时，就需要使用一种协议将路由选择信息传递到另一个自治系统中，在外部网关协议中目前使用最多的是 BGP-4。

8. RIP，OSPF 和 BGP 分别表示什么意思？简述它们的主要特点。（5 分）

答：RIP：路由信息协议，一种分布式的基于距离向量的路由选择协议，属于内部网关协议。
OSPF：开放最短路径优先，是分布式的链路状态协议，也属于内部网关协议。
BGP：边界网关协议，属于外部网关协议。是不同自治系统的路由器之间交换路由信息的协议。
特点：
RIP：①仅和相邻路由器交换信息。②交换的信息是当前本路由器所知道的全部信息，即自己的路由表。③按固定的时间间隔交换路由信息，例如，每隔 30 秒，然后路由器根据收到的路由信息更新路由表。当网络拓扑发生变化时，路由器也及时向相邻路由器通告拓扑变化后的路由信息。
OSPF：①采用洪泛法，路由器向所有相邻路由器发送信息，而每一个相邻路由器再将此信息发往其所有的相邻路由器，最终本自治系统中所有路由器都得到了这个信息的一个副本。②发送的信息是与本路由器相邻的所有路由器的链路状态。链路状态用来说明本路由器都和哪些路由器相邻，以及该链路的度量。③当链路状态发生变化时或每隔一段时间，路由器才用洪泛法向所有路由器发送此信息。最终所有的路由器最终都能建立一个全网的拓扑结构图。
BGP：①用来实现不同自治系统之间的路由信息交换。由于不同 AS 所选用的度量不同，所以交换的是“可达性”信息；②必须考虑有关策略（控制路由），自治系统之间的路由选择必须考虑有关策略，包括政治、安全或经济方面的考虑，所以，只能是力求选择出一条能够到达目的网络且比较好的路由，而并非要计算出一条最佳路由。③采用 TCP 协议发送，域间路由要保证可靠，协议稳定性要高。目的端口号 179。

9. 计算题（本题 10 分）
某单位分配到一个地址块为 211.69.32.0/20。该单位有 800 台机器，平均分布在 8 个不同的地点。试给每一个地点分配一个地址块（尽量节约 IP 地址），并算出每个地址块中 IP 地址的最小值和最大值。
【要求】按照 IP 地址的值，从小到大进行分配。写出计算分析过程。

解：根据题意，该单位 800 台机器，平均分布在 8 个不同的地点，即每个地点有 100 台机器，因为要求尽量节约 IP 地址，所以为每个地点分配 128 个 IP 地址。
每个地点所在子网，其地址掩码都是：/25，即 255.255.255.128

第 1 个地点：
地址块：211.69.32.0/25
最小值：211.69.32.0　　最大值：211.69.32.127

第 2 个地点：
地址块：211.69.32.128/25
最小值：211.69.32.128　　最大值：211.69.32.255

第 3 个地点：
地址块：211.69.33.0/25
最小值：211.69.33.0　　最大值：211.69.33.127

第 4 个地点：
地址块：211.69.33.128/25
最小值：211.69.33.128　　最大值：211.69.33.255

第 5 个地点：
地址块：211.69.34.0/25
最小值：211.69.34.0　　最大值：211.69.34.127

第 6 个地点：
地址块：211.69.34.128/25
最小值：211.69.34.128　　最大值：211.69.34.255

第 7 个地点：
地址块：211.69.35.0/25
最小值：211.69.35.0　　最大值：211.69.35.127

第 8 个地点：
地址块：211.69.35.128/25
最小值：211.69.35.128　　最大值：211.69.35.255

注意
（1）剩余地址不参与分配。
（2）题目中要求的是地址块最小值和最大值，不是最小的可用地址和最大可用地址，因此不用“掐头去尾”

10. 计算题：（本题 10 分）
一个 4000 位长的 TCP 报文传到 IP 层，加上 160 位的首部后成为数据报（固定首部长度）。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 位。因此数据报在路由器中必须进行分片。试问第二个局域网中
（1）应当把该 TCP 报文划分为几个短些的数据报片？
（2）各数据报片的数据字段长度分别是多少位？
（3）各数据报片的片偏移字段和 MF 标志的值分别是什么？
（4）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）
【要求：以上各问写出计算分析过程】

解：题目中所述第二个局域网所能传送的最长数据帧中的数据部分只有 1200bit，由于帧中的数据部分就是 IP 数据报（即网络层的 PDU），所以每一个 IP 数据报的最大长度就是 1200bit，所以 IP 数据报的数据部分最多为 1200-160=1040bit，此处的 160 指的是 IP 数据报的首部长度。
（1）根据题意，TCP 交给 IP 的数据共计 4000bit，超过了第二个局域网所能传送的最大数据片 1040bit，所以必须将其划分成多个数据片（不是数据报片），且每个片的长度<=1040bit。又因为片偏移字段的值的单位是 8 字节（即 64bit），即每个分片的长度必须是 8 字节（即 64bit）的整数倍，所以，第 1 个分片的长度是 1024bit（而不是 1040bit，因为 1040 不能整除 64），据此计算，需要将 4000bit 的报文划分为 4 个分片。
（2）每个划分出来的分片就是 IP 数据报的数据部分，根据题意，其长度分别是 1024bit、1024bit、1024bit、928bit。

（3）第一个数据报片的片偏移字段为 0，MF=1；第二个数据报片的片偏移字段为 1024/64=16，MF=1；第三个数据报片的片偏移字段为 2048/64=32，MF=1；第四个数据报片的片偏移字段为 3072/64=48，MF=0。

【注意】:

1. 片偏移的值，指的是本 IP 数据报中的数据部分，在原始 TCP 报文（即分片之前的报文 4000bit）中，距离起始位的偏移量。
2. 此处 1024 的单位是 bit，所以片偏移的值用 1024/64bit，而不是 1024/8 字节

（4）这四个分片在传送时，都要加上 IP 数据报的首部（即 160 位），所形成的四个 IP 数据报的长度分别为 1184 位，1184 位，1184 位，1088 位。也就是说，在经过第 2 个局域网时，原来的 4000bit 的 TCP 报文，在传送时要被分为 4 个 IP 数据报，这 4 个 IP 数据报的总长度是 1184+1184+1184+1088=4640bit。因此，第二个局域网向上层传送的数据总量是 4640bit。

11. 计算题（本题 10 分）

有如下的 4 个/24 地址块，试进行最大可能的聚合。

192.56.64.0/24

192.56.65.0/24

192.56.66.0/24

192.56.67.0/24

【写出计算分析过程】

解：这几个地址块的前两个字节都一样，因此，只需要比较第三个字节

192.56.64.0/24 的第三个字节的二进制表示是 01000000

192.56.65.0/24 的第三个字节的二进制表示是 01000001

192.56.66.0/24 的第三个字节的二进制表示是 01000010

192.56.67.0/24 的第三个字节的二进制表示是 01000011

这四个地址块的共同前缀是 22 位：11000000 00111000 010000

则最大可能的聚合 CIDR 地址块是：192.56.64.0/22。

12. 计算题（本题 10 分）

设路由器 M 建立了如表 1 的路由表：

表 1　路由器 M 的路由表信息

目的网络/地址掩码	下一跳
112.40.153.0/26	R3
122.9.3.0/25	接口 m0
122.9.3.128/25	接口 m1
211.96.40.0/25	R2
（默认）	R4

现共收到 3 个分组，其目的地址分别为：

（1）112.9.3.33

（2）112.9.3.200

（3）211.96.40.135

求：每个分组的下一跳

【要求】写出计算分析过程

解：（1）路由器收到的分组的目的地址 D1=112.9.3.33，将该 IP 地址与路由表中的前 4 条记录的地址掩码进行按位相与运算，结果没有直接匹配的路由表项，所以使用默认路由。因此，该分组的下一跳是 R4。

（2）路由器收到的分组的目的地址 D1=112.9.3.200，将该 IP 地址与路由表中的前 4 条记录的地址掩码进行按位相与运算，结果没有直接匹配的路由表项，所以使用默认路由。因此，该分组的下一跳是 R4。

（3）路由器收到的分组的目的地址 D1=211.96.40.135，将该 IP 地址与路由表中的前 4 条记录的地址掩码进行按位相与运算，结果没有直接匹配的路由表项，所以使用默认路由。因此，该分组的下一跳是 R4。

【注意】211.96.40.135 与/25（即 255.255.255.128）按位相与运算，其结果是 211.96.40.128，与路由表中的第 4 条记录的目的网络 211.96.40.0 并不相同，即不匹配。

13. 分析题：（本题 10 分）

某园区网中的路由器采用 RIP 协议。假设其中路由器 A 的路由表如表 3 所示。

表 3 路由器 A 的原路由表

目的网络	距离	下一跳路由器
NET1	4	B
NET2	3	C
NET5	2	F
NET7	5	E

现路由器 A 收到从相邻路由器 C 发来的 RIP 报文，报文中的路由信息如表 4 所示

表 4 从路由器 C 发来的路由信息

目的网络	距离（跳数）
NET1	2
NET2	3
NET3	4
NET5	2

求：路由器 A 更新后的路由表信息。

【要求】说明计算分析步骤。

答：

步骤 1：对从路由器 C 发来的路由信息进行处理，更改跳数和下一跳。其中，“跳数”在原数值上+1，因为增加了从 C 进行转发的这一跳。“下一跳”变为 C。结果如表 5：

表 5 对路由器 C 发来的路由信息进行处理

目的网络	距离（跳数）	下一跳
NET1	3(原数值+1)	C
NET2	4(原数值+1)	C
NET3	5(原数值+1)	C
NET5	3(原数值+1)	C

步骤 2：路由器 A 根据表 5 中的路由信息，更新自己的路由表，结果如表 6：

表 6 路由器 A 的新路由表

目的网络	距离	下一跳路由器

NET1	3	C
NET2	4	C
NET3	5	C
NET5	2	F
NET7	5	E

路由更新分析：

NET1：下一跳不同，选择距离小的路由；

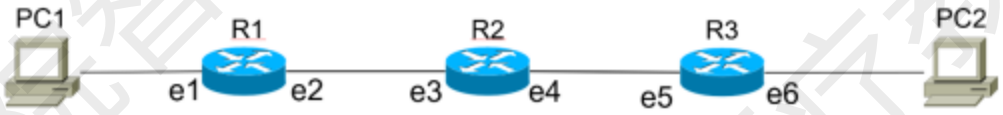
NET2：下一跳相同，选择新收到的路由；

NET3：新增的路由

NET5：下一跳不同，选择距离小的路由；。

NET7：没有收到相关路由信息，保持原状。

14. 论述题（本题 10 分）



如图所示，主机 PC1 发送 IP 数据报给主机 PC2，途中经过了 3 个路由器（R1、R2、R3,e1——e6 是路由器上的接口）。假设 PC1 ping PC2，问 PC1 发出的 ICMP 回送请求报文到达 PC2 的过程中：

（1）帧首部的源 MAC 地址和目的 MAC 地址的变化情况，IP 数据报首部的源 IP 地址和目的 IP 地址变化情况。

（2）IP 数据报的发送过程中总共使用了几次 ARP？要求说清楚每一次使用 ARP 的原因，以及每一次 ARP 请求报文中的 Sender MAC address、Sender IP address、Target MAC address、Target IP address 四个字段的内容分别是什么。假设 PC1 是第一次访问 PC2。

答：（1）PC1 发出的 ICMP 回送请求报文到达 PC2 的过程中，IP 数据报首部的源 IP 地址为 PC1 的 IP 地址，目的 IP 地址为 PC2 的 IP 地址，源 IP 和目的 IP 在整个过程中保持不变。

帧首部的源 MAC 地址和目的 MAC 地址会随着报文在不同设备之间的传输而变化。具体如下：

- 从 PC1 发送到 R1 时：源 MAC 地址为 PC1 的 MAC 地址，目的 MAC 地址为 R1 的 e1 接口的 MAC 地址；
- 从 R1 转发到 R2 时：源 MAC 地址为 R1 的 e2 接口的 MAC 地址，目的 MAC 地址变为 R2 的 e3 接口的 MAC 地址；
- 从 R2 转发到 R3 时，源 MAC 地址为 R2 的 e4 接口的 MAC 地址，目的 MAC 地址为 R3 的 e5 接口的 MAC 地址；
- 从 R3 转发到 PC2 时，源 MAC 地址为 R3 的 e6 接口的 MAC 地址，目的 MAC 地址变为 PC2 的 MAC 地址；

（2）在 IP 数据报的发送过程中，总共使用了 4 次 ARP。

【注意】路由器接口具有独立的 IP 地址和 MAC 地址，可以作为所连接网络的默认网关，也可作为路由转发的下一跳。

第 1 次 ARP：PC1 发现目的 IP 与自己不在同一网段内，因此需要将报文首先发给自己的默认网关，此处指 R1 的 e1 接口的 IP 地址。但是 PC1 不知道 e1 接口的 MAC 地址，所以 PC1 发出 ARP 请求，以获取 e1 接口的 MAC 地址。

此 ARP 请求报文中：
Sender MAC address：PC1 的 MAC 地址
Sender IP address：PC1 的 IP 地址
Target MAC address：广播地址（或全 0）
Target IP address：e1 的 IP 地址

第 2 次 ARP：R1 收到 PC1 发来的 ICMP 报文，根据路由表，其下一跳是 R2 的 e3 接口，并从自身的 e2 接口发出去。在从 e2 接口发出时，需要重新封装帧，由于 R1 不知道 e3 接口的 MAC 地址，所以 e2 接口发出 ARP 请求，以获取 e3 的 MAC 地址。此时 ARP 请求报文中：
Sender MAC address：e2 的 MAC 地址
Sender IP address：e2 的 IP 地址
Target MAC address：广播地址（或全 0）
Target IP address：e3 的 IP 地址
第 3 次 ARP：R2 收到 R1 发来的 ICMP 报文，根据路由表，其下一跳是 R3 的 e5 接口，并从自身的 e4 接口发出去。在从 e4 接口发出时，需要重新封装帧，由于 R2 不知道 e5 接口的 MAC 地址，所以 e4 接口发出 ARP 请求，以获取 e5 的 MAC 地址。此时 ARP 请求报文中：
Sender MAC address：e4 的 MAC 地址
Sender IP address：e4 的 IP 地址
Target MAC address：广播地址（或全 0）
Target IP address：e5 的 IP 地址
第 4 次 ARP：R3 收到 R2 发来的 ICMP 报文，根据路由表，其下一跳是 PC2，并从自身的 e6 接口发出去。在从 e6 接口发出时，需要重新封装帧，由于 R3 不知道 PC2 的 MAC 地址，所以 e6 接口发出 ARP 请求，以获取 PC2 的 MAC 地址。此时 ARP 请求报文中：
Sender MAC address：e6 的 MAC 地址
Sender IP address：e6 的 IP 地址
Target MAC address：广播地址（或全 0）
Target IP address：PC2 的 IP 地址