

· 03 ·

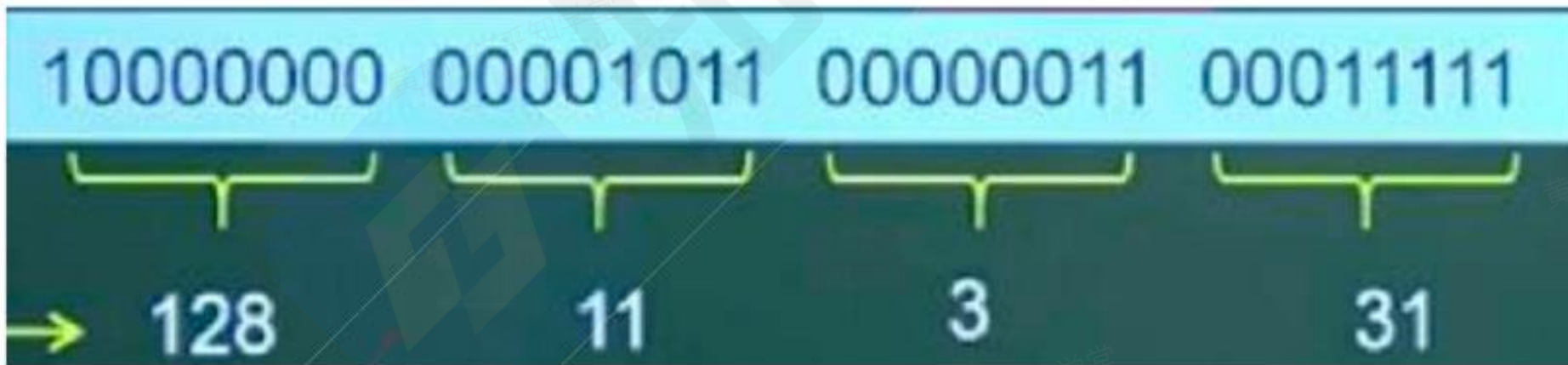
## IP 地址及子网

---



## IP地址表示

- ◆ IP (IPv4) 地址是一个32位的二进制数的逻辑地址，为了表示方便，一般会采用点分十进制 法来表示：将32位二进制代码每8位二进制转换成十进制，就变成了4个十进制数，而后在每个十进制数间隔中插入“.”，比如128.11.3.31。
- ◆ 因为每个十进制数都是由8个二进制数转换而来，因此IP地址每个部分取值范围为0-255 (掌握二进制转十进制的快速计算方法，牢记2的幂指数值，实现快速转换)。





## IP地址表示

在逻辑上，IP 地址分为网络号和主机号，依据网络号位数的不同，可以将 IP 地址分为以下几类：

| 类别   | 点分十进制           | 二进制 |                                            |
|------|-----------------|-----|--------------------------------------------|
| A类   | 0.0.0.0         | 最低  | <u>00000000</u> 00000000 00000000 00000000 |
|      | 127.255.255.255 | 最高  | <u>01111111</u> 11111111 11111111 11111111 |
| B类   | 128.0.0.0       | 最低  | <u>10000000</u> 00000000 00000000 00000000 |
|      | 191.255.255.255 | 最高  | <u>10111111</u> 11111111 11111111 11111111 |
| C类   | 192.0.0.0       | 最低  | <u>11000000</u> 00000000 00000000 00000000 |
|      | 223.255.255.255 | 最高  | <u>11011111</u> 11111111 11111111 11111111 |
| D类组播 | 224.0.0.0       | 最低  | <u>11100000</u> 00000000 00000000 00000000 |
|      | 239.255.255.255 | 最高  | <u>11101111</u> 11111111 11111111 11111111 |
| E类保留 | 240.0.0.0       | 最低  | <u>11110000</u> 00000000 00000000 00000000 |
|      | 255.255.255.255 | 最高  | <u>11111111</u> 11111111 11111111 11111111 |



## IP地址表示

◆ **无分类编址**：即不按照A B C类规则，自动规定网络号，无分类编址格式为：IP地址/网络号，示例：  
128.168.0.11/20表示的IP地址为128.168.0.11，其网络号占20位，因此主机号占 $32-20=12$ 位，也可以划分子网。

◆ 特殊 IP地址：

◆ **公有地址**：通过它直接访问因特网。是全网唯一的IP地址。

◆ **私有地址**：属于非注册地址，专门为组织机构内部使用，不能直接访问因特网，下表所示为私有地址范围：

| 类 别 | IP地址范围                      | 网 络 号                 | 网 络 数 |
|-----|-----------------------------|-----------------------|-------|
| A   | 10.0.0.0~10.255.255.255     | 10                    | 1     |
| B   | 172.16.0.0~172.31.255.255   | 172.16~172.31         | 16    |
| C   | 192.168.0.0~192.168.255.255 | 192.168.0~192.168.255 | 256   |

| 网络号     | 主机号      | 源地址使用 | 目的地址使用 | 代表的意思                |
|---------|----------|-------|--------|----------------------|
| 0       | 0        | 可以    | 不可     | 在本网络上的本主机            |
| 全1      | 全1       | 不可    | 可以     | 在本网络上进行广播            |
| Net-ID  | 全1       | 不可    | 可以     | 对net-ID上的所有主机进行广播    |
| 127     | 非全0或全1的数 | 可以    | 可以     | 用作本地软件环回测试之用         |
| 169.254 | 非全0或全1的数 | 可以    | 可以     | Windows主机DHCP服务器故障分配 |



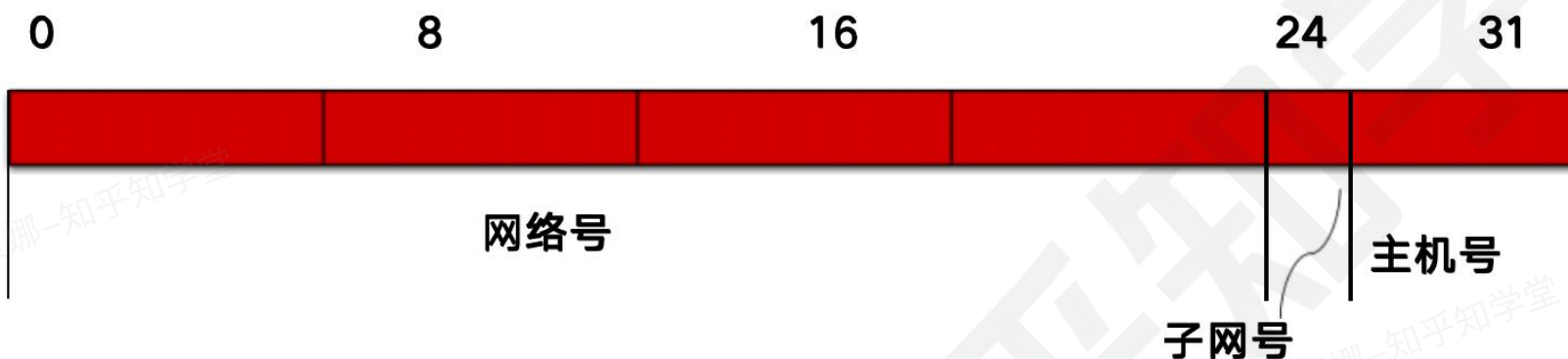
## 子网及子网掩码

- ◆ 子网划分：一般公司在申请网络时，会直接获得一个范围很大的网络，如一个B类地址，因为主机数之间相差的太大了，不利于分配，我们一般采用子网划分的方法来划分网络，即自定义网络号位数，就能自定义主机号位数，就能根据主机个数来划分出最适合的方案，不会造成资源的浪费。
- ◆ 因此就有子网的概念，一般的IP地址按标准划分为A B C类后，可以进行再一步的划分，将主机号拿出几位作为子网号，就可以划分出多个子网，此时IP地址组成为：网络号+子网号+主机号。
- ◆ 网络号和子网号都为1，主机号都为0，这样的地址为子网掩码。
- ◆ 要注意的是：子网号可以为全0和全1，主机号不能为全0或全1，因此，主机数需要-2，而子网数不用。
- ◆ 还可以聚合网络为超网，就是划分子网的逆过程，将网络号取出几位作为主机号，此时，这个网络内的主机数量就变多了，成为一个更大的网络。



## 子网及子网掩码

三级IP地址： 网络号+子网号+主机号



网络与子网标识全为1，主机标识全部为0

A类地址的子网掩码： 255.0.0.0

B类地址的子网掩码： 255.255.0.0

C类地址的子网掩码： 255.255.255.0



## 子网及子网掩码

将IP地址和其对应的子网掩码逐位进行“与”运算，可得到对应的子网的网络地址。

例如：某主机的IP地址为136.34.5.56，子网掩码为255.255.255.0。进行与运算后，得出该主机所在子网的网络号为136.34.5.0。

因此路由器在相互之间交换信息的时候，除了要给出目的地址和下一跳地址外，还需要给出该目的网络的子网掩码。

例如：IP地址：131.1.123.24/27与IP地址：131.1.123.43/27是否在同一网段？

解析：/27代表前27位都是网络号，主机号是5位，因此将24与43分别转换成二进制：

|     |       |
|-----|-------|
| 000 | 11000 |
| 001 | 01011 |



# IPv6

主要是为了解决 IPv4地址空间耗尽、路由表急剧膨胀、缺乏对 QoS 的支持、本身并不提供任何安全机制、移动性差等问题而在95年提出的新的设计方案，称之为下一代 IP(IP Next Generation , IPNG)。IPv6具有以下特性：

- ◆ IPv6地址长度为128位，地址空间增大了 $2^{96}$ 倍；
- ◆ 灵活的 IP报文头部格式，使用一系列固定格式的扩展头部取代了 IPv4中可变长度的选项字段。  
IPv6中选项部分的出现方式也有所变化，使路由器可以简单撸过选项而不做任何处理，加快了报文处理速度；
- ◆ IPv6简化了报文头部格式，加快报文转发，提高了吞吐量；
- ◆ 提高安全性，身份认证和隐私权是 IPv6的关键特性；
- ◆ 支持更多的服务类型；
- ◆ 允许协议继续演变，增加新的功能，使之适应未来技术的发展。



## IPv6

下一代IP地址，共128位，以16位为一段，共为8段，每段的16位转换为一个4位的十六进制数，每段之间用“:”分开。

例如，2001:0da8:d001:0001:0000:0000:0000:0001，

还可以表示为：2001: da8: d001: 1: 0: 0: 0: 1与2001: da8: d001: 1: :1

与IPv4比，IPv6的优势：

IPv6有更大的地址空间

IPv6使用更小的路由表

IPv6增加了组播支持与对流支持

IPv6加入了自动配置的支持

IPv6具有更高的安全性



# IPv6

IPv4 / IPv6 过渡技术有：

- ① **双协议栈技术**：主机同时运行 IPv4和IPv6两套协议栈，同时支持两套协议，一般来说 IPv4和 IPv6地址之间存在某种转换关系，如 IPv6的低32位可以直接转换为 IPv4地址，实现互相通信。
- ② **隧道技术**：这种机制用来在IPv4网络之上建立一条能够传输 IPv6数据报的隧道，例如可以将 IPv6数据报当做 IPv4数据报的数据部分加以封装，只需要加 一个 IPv4的首部，就能在 IPv4网络中传输 IPv6报。具体的隧道技术包括：**6to4 隧道**；**6over4 隧道**；**ISATAP 隧道**。
- ③ **翻译技术**：利用一台专门的翻译设备（如转换网关），在纯 IPv4和纯 IPv6网络之间转换 IP报头的地址，同时根据协议不同对分组做相应的语义翻译，从而使纯 IPv4和纯 IPv6站点之间能够透明通信。



## 域名系统DNS

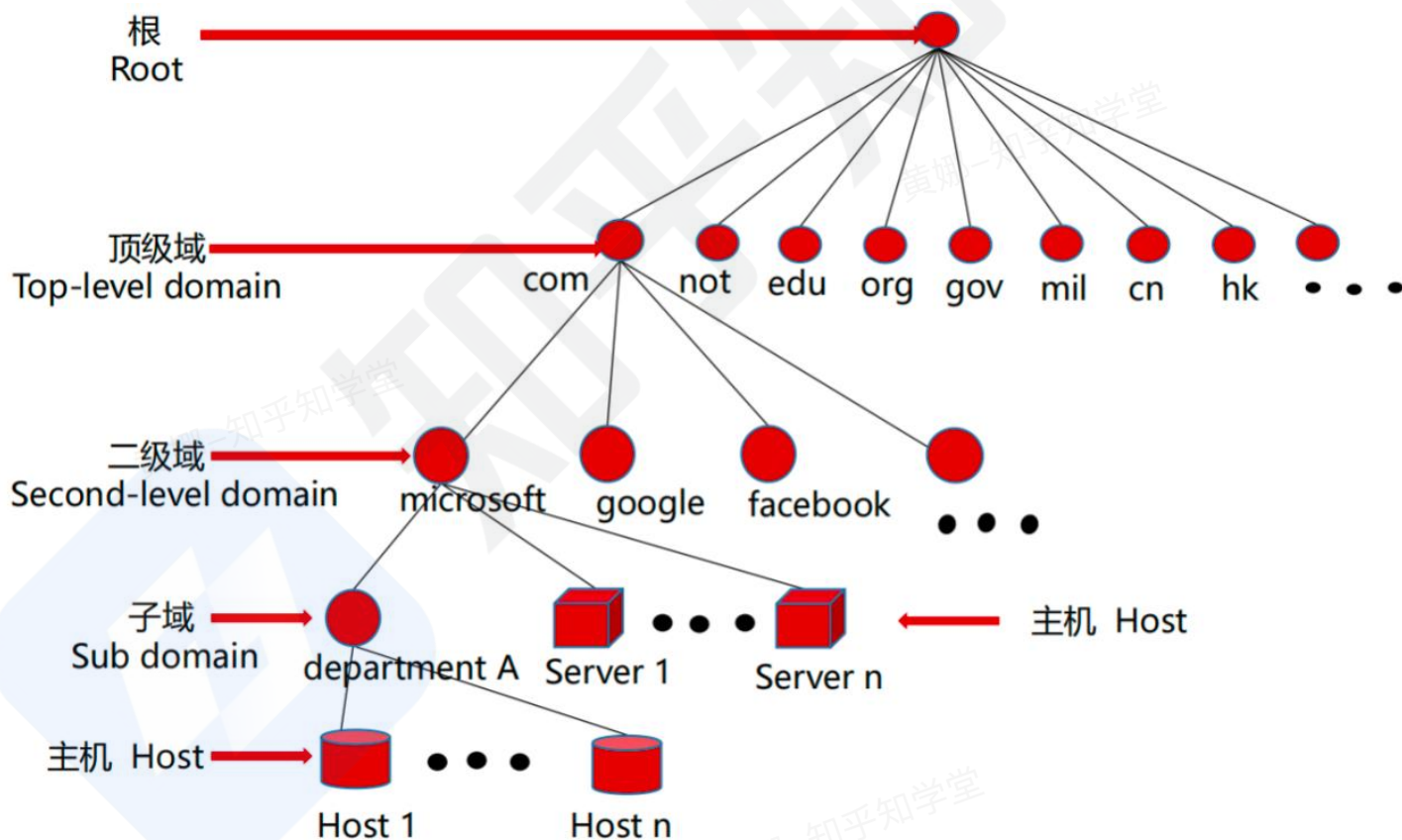
Internet 地址分为3级，可表示为“网络地址•主机地址.端口地址”的形式。其中，网络地址即IP地址；端口地址就是TCP 或UDP 地址，用于表示上层进程的服务访问点。TCP/IP 网络中的大多数公共应用进程都有专用的端口号，这些端口号是由 IANA 指定的，其值小于1024，而用户进程的端口号一般大于1024。

| 端 口 | 服 务           | 端 口 | 服 务               |
|-----|---------------|-----|-------------------|
| 20  | 文件传输协议（数据）    | 80  | 超文本传输协议（HTTP）     |
| 21  | 文件传输协议（控制）    | 110 | POP3 服务器（邮箱接收服务器） |
| 23  | Telnet 终端仿真协议 | 69  | 简单文件传输协议（TFTP）    |
| 67  | DHCP（服务端）     | 68  | DHCP（客户端）         |
| 25  | SMTP简单邮件发送协议  | 161 | SNMP（轮询）          |
| 53  | 域名服务器（DNS）    | 162 | SNMP（陷阱）          |



# 域名系统DNS

域名系统（Domain Name System，DNS）是把主机域名解析为IP地址的系统，解决了IP地址难记的问题。该系统是由解析器和域名服务器组成的。DNS使用UDP协议，较少情况下使用TCP协议。域名系统由三部分构成：DNS名字空间、域名服务器、DNS客户机。





## 域名系统DNS

- ① **域名根域**：根域处于Internet上域名空间结构树的最高端，是树的根，提供根域名服务。根域用“.”来表示。
- ② **顶级域名（Top Level Domain, TLD）**：顶级域名在根域名之下，分为三大类：**国家顶级域名、通用顶级域名和国际顶级域名**。
- ③ **主机**：属于最低层域名，处于域名树的叶子端，代表各类主机提供的服务。

| 通用顶级域名 |                          |
|--------|--------------------------|
| 域名     | 使用对象                     |
| com    | 商业机构等盈利性组织               |
| edu    | 教育机构、学术组织和国家科研中心等        |
| gov    | 美国非军事性的政府机关              |
| mil    | 美国的军事组织                  |
| net    | 网络信息中心（NIC）和网络操作中心（BIC）等 |
| org    | 非盈利性组织、例如技术支持小组、计算机用户小组等 |
| int    | 国际组织                     |



## 域名系统DNS

顶级域下面是二级域，这是正式注册给组织和个人的唯一名称，例如www.microsoft.com中的microsoft 就是微软注册的域名。

在二级域之下，组织机构还可以划分子域，使其各个分支部门都获得一个专用的名称标识，例如 www.sales.microsoft.com中的sales是微软销售部门的子域名称。划分子域的工作可以一直 延续下去，直到满足组织机构的管理需要为止。但是标准规定，一个域名的长度通常不超过63 个字符，最多不能超过255个字符。

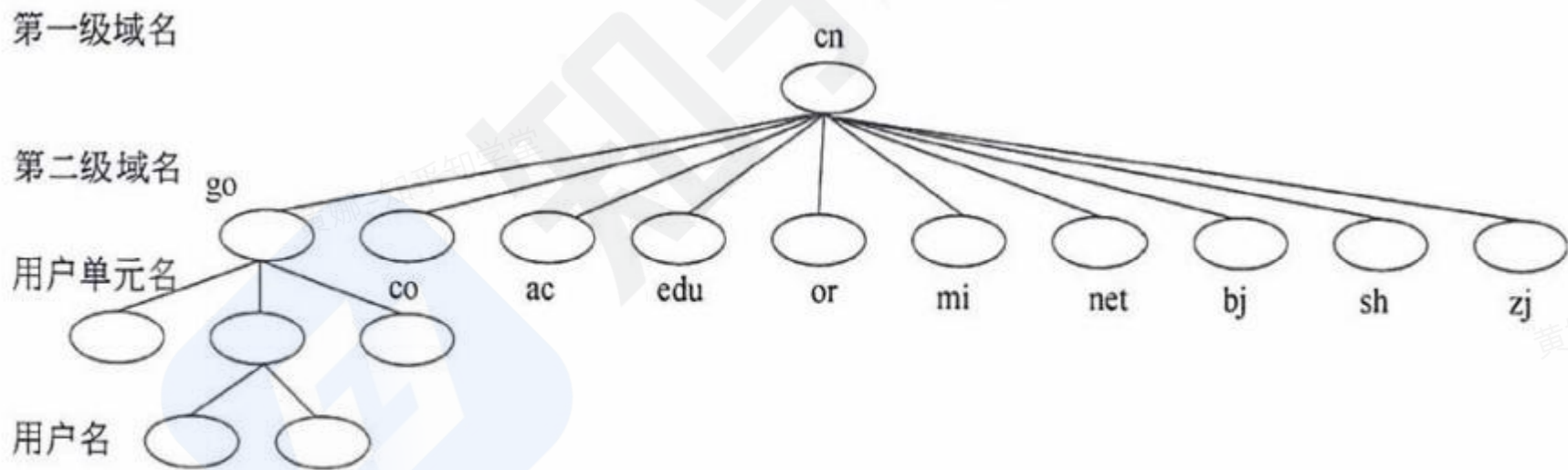


图 6-27 在 cn 域名下的域名树



## 域名查询

DNS协议：查询过程两种方法：

### (1)递归查询

当用户发出查询请求时，本地服务器要进行递归查询。这种查询方式要求服务器彻底地进行名字解析，并返回最后的结果——IP地址或错误信息。

### (2)迭代查询

服务器与服务器之间的查询采用迭代的方式进行，发出查询请求的服务器得到的响应可能不是目标的IP地址，而是其他服务器的引用（名字和地址），那么本地服务器就要访问被引用的服务器，做进一步的查询。如此反复多次，每次都更接近目标的授权服务器，直至得到最后的结果——目标的IP地址或错误信息。



## 考试真题

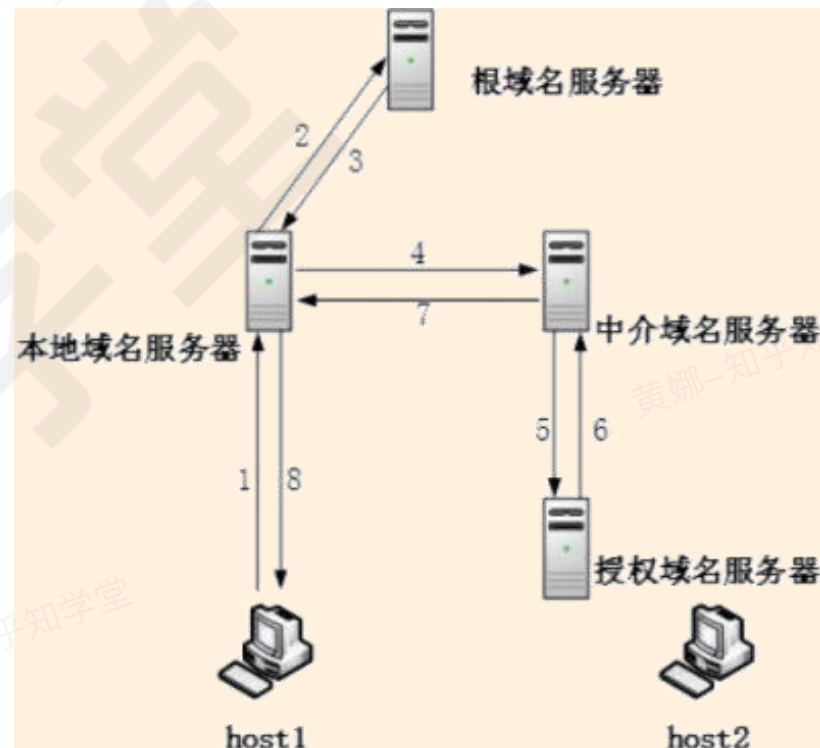
主机host1对host2进行域名查询的过程如右图所示，下列说法中正确的是（ ）。

- A.根域名服务器采用迭代查询，中介域名服务器采用递归查询
- B.根域名服务器采用递归查询，中介域名服务器采用迭代查询
- C.根域名服务器和中介域名服务器均采用迭代查询
- D.根域名服务器和中介域名服务器均采用递归查询

答案：A

试题解析：本题考查的是网络中DNS的相关知识，在DNS运行的过程中，常常涉及到两种类型的查询：**迭代查询和递归查询**。

- **迭代查询的基本思想**是：A服务器问B服务器：“host2的IP是多少？”，B服务器回答：“C服务器管这方面的事务，你问问他吧！”，此时A服务器根据B提供的线索找到C服务器，并问他“host2的IP是多少？”，C服务器回答“D服务器管这方面的事务，你问问他吧！”。依据这样的流程，一步步得到host2的地址，是**迭代查询**方式。
- **递归查询的基本思想**是：A服务器问B服务器：“host2的IP是多少？”，B服务器发现自己也不知道，但他知道，这个事情在C服务器管辖范围内，所以B服务器直接找到C服务器问“host2的IP是多少？”，C服务器发现自己也不清楚具体情况，但他辖区内的D服务器应该知道，此时他问D服务器“host2的IP是多少？”，当得到答案后，一层一层回复上去，直到A服务器。这种方式，就是**递归查询**。



## 考试真题

与在 OSI 参考模型中能实现路由选择、拥塞控制与互连功能的层是 ( ) 。

- A.传输层                  B.应用层                  C.网络层                  D.物理层

**答案：C**

在TCP/IP体系结构中，将 IP地址转化为MAC地址的协议是 ( )

- A. RARP                  B. ARP                  C. ICMP                  D. TCP

**答案：B**

**解析：**网络层协议**ARP**，地址转换协议，将网络层的 IP地址转换为物理**MAC**地址。

下列网络互连设备中，属于物理层的是 ( ) 。

- A.交换机                  B.中继器                  C.路由器                  D.网桥

**答案：B**



## 考试真题

与地址220.112.179.92匹配的路由表的表项是（ ）。

A. 220.112.145.32/22

B. 220.112.145.64/22

C. 220.112.147.64/22

D. 220.112.177.64/22

答案：D

试题解析：因为都是/22因此我们只看前22位既可，又因为选项中前两个数（16位）一样，因此我们直对比第三个数，将第三个数转换位二进制，对比其前6 位。

179→ 1011 0011

145→ 1001 0001

147→ 1001 0011

177→ 1011 0001

22 位掩码，除去前2组16位，还剩余6位，从左向右匹配177一致。



## 考试真题

把网络117.15.32.0/23划分为117.15.32.0/27，得到的子网是()个，每个子网中可使用的主机地址是() 个。

A. 4                      B.8                      C. 16                      D.32

A. 30                      B.31                      C. 32                      D.34

答案：C、A

解析：可知网络号从23变为27，说明拿出了4位主机号作为子网号，可以划分出 $2^4=16$ 个子网，此时，主机号是 $32-27=5$ 位，共 $2^5-2=30$ 个主机地址（主机地址不能为全0和全1）。



## 考试真题

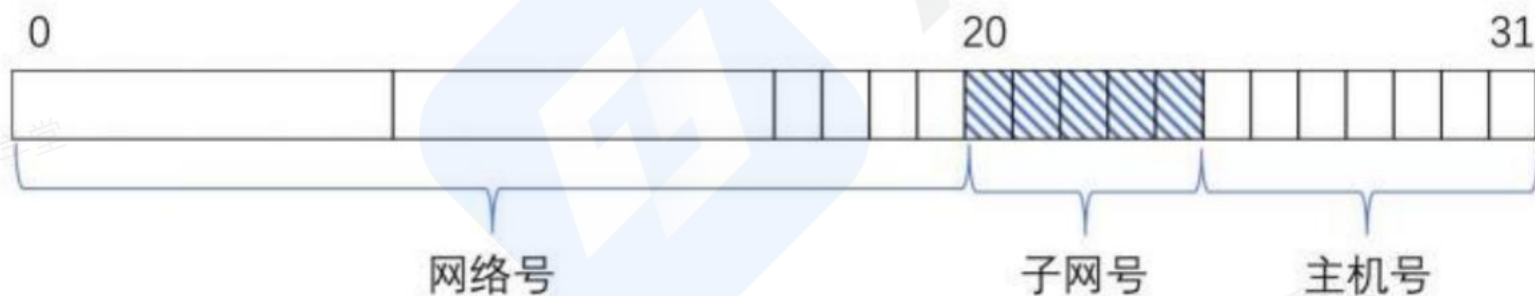
某公司网络的地址是192.168.192.0/20，把该网络分成 32 个子网，则对应的子网掩码应该是（ ），每个子网可分配的主机地址数是（ ）。

- A. 255.255.252.0                      B. 255.255.254.0  
C. 255.255.255.0                      D. 255.255.255.128  
A. 62                      B. 126                      C. 254                      D. 510

答案：D、B

试题解析：IPv4地址用4个字节即32位表示，前20位作为网络地址，第21至第24位为子网号（占5位），剩余第25至31位为主机号（占7位）。

因此子网掩码占25位，最后一个字节的左边第一位是1，即 $2^7 = 128$ ，子网掩码为255.255.255.128。主机号占7位，去掉全是0和全是1，实际为126。





## 考试真题

分配给某公司网络的地址块是220.17.192.0/20，该网络被划分为\_\_个C类子网，不属于该公司网络的子网地址是\_\_。

A. 4                      B. 8                      C. 16                      D. 32

A. 220.17.203.0                      B. 220.17.205.0

C. 220.17.207.0                      D. 220.17.213.0

答案：C、D

试题解析：220.17.192.0是一个C类网络地址，应该有24位子网掩码，现在仅采用20位子网掩码，少了4位，所以被划分成了 $2^4=16$ 个子网。16个子网号的第三个字段范围为192~207，因此D不属于该公司网络的子网地址。