注 二、书本、参考资料、书包等物品一律放到考场指定位置。

三、学生不得另行携带、使用稿纸,要遵守《北京邮电大学考场规则》,有考场违纪或 事 作弊行为者,按相应规定严肃处理。

面 四、学生必须将答题内容做在试题答卷上,做在草稿纸上一律无效。

考试	计算机网络				考试时间			2023年 4 月 22 日			
题号				四	五.		1	1	九		总分
满分	10	10	12	12	12	12	12	10	10		
得分											
阅卷											
教师											

1、网络协议的三要素是什么?各有什么含义?协议与服务有何关系和区别?

答:协议是通信实体(如网络应用程序)之间通信所必须遵守的规则。协议定义了在两个或多个通信实体之间交换的报文格式和次序,以及在报文传输和/或接收或其他事件方面所采取的动作。

网络协议的组成三要素:

- (1) 语法:数据与控制信息的结构或格式 (共2分,要素和含义各1分)
- (2) 语义:需要发出何种控制信息,完成何种动作以及做出何种响应(共2分,要素和含义各1分)
- (3) 同步: 事件实现顺序的详细说明(共2分, 要素和含义各1分)

协议是控制两个对等实体(Peer Entity)进行通信的规则的集合。 在协议的控制下,两个对等实体间的通信使得本层能够向上一层提供服务。要实现本层协议,还需要使用下层所提供的服务。 (2分)

协议是"水平的",即协议是控制对等实体之间通信的规则。服务是"垂直的",即服务是由下层向上层通过层间接口提供的。(2分)

2、某网络的源主机到目的主机中间要经过两个节点交换机,即一共经过3段链路,每段链路长2000公里,带宽均为2Mbps,信号在链路上的传播速度为光速的2/3。源主机要发送一个长度为10<sup>7</sup> 比特的报文给目的主机,忽略节点上的排队时延和处理时延。

二级:

- (a). 如果采用报文交换,即整个报文不分段,问从源主机把报文传送到第一个节点交换机需要多少时间? 从源主机把报文传送到目的主机需要多少时间?
- (b). 如果采用分组交换,报文被划分成1000个等长的分组(忽略分组首部),并连续发送。问从源主机把第一个分组传送到第一个节点交换机需要多少时间? 从源主机把第一个分组传送到目的主机需要多少时间? 从源主机把1000个分组传送到目的主机需要多少时间?

答:

(a) 从源主机把报文传送到第一个节点交换机: 10<sup>7</sup> / (2\*10<sup>6</sup>) + 2\*10<sup>6</sup>/(2\*10<sup>8</sup>) = 5.01 s (2分)

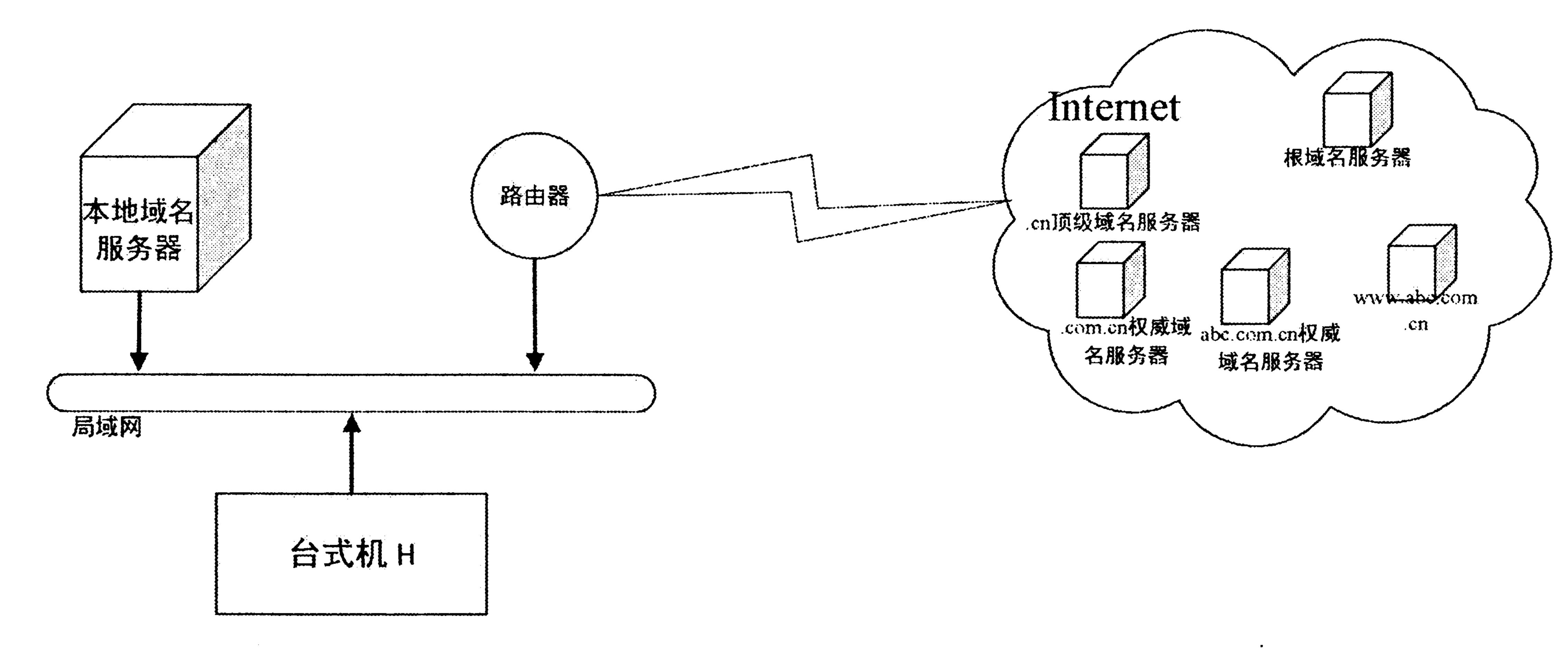
从源主机把报文传送到目的主机: 3\*5.01 = 15.03 s (2分)

(b) 每个分组长度为: 10<sup>7</sup> / 1000 = 10<sup>4</sup> 从源主机把第一个分组传送到第一个节点交换机: 10<sup>4</sup> / (2\*10<sup>6</sup>) + 2\*10<sup>6</sup> / (2\*10<sup>8</sup>) = 0.015 s (2分) 从源主机把第一个分组传送到目的主机: 3\*0.015 = 0.045s (2分) 从源主机把 1000 个分组传送到目的主机: 10<sup>7</sup> / (2\*10<sup>6</sup>) + 2\*10<sup>4</sup> / (2\*10<sup>6</sup>) + 3\*2\*10<sup>6</sup> / (2\*10<sup>8</sup>) = 5.04 s (2分)

3.假设下图所示网络中的本地域名服务器只提供递归查询服务,其他域名服务器均只提供选代查询服务;局域网内各主机之间的往返时间(RTT)为5ms,局域网内主机访问Internet上各服务器的往返时间(RTT)均为15ms,Internet中各主机互相访问的往返时间(RTT)均为10ms,忽略TCP连接等其他各种时延。若主机H通过超链接

http://www.abc.com.cn/index.html 请求浏览纯文本Web网页index.html,不考虑本地有缓存,则从点击超链接开始到浏览器接收到index.html页面为止,

- (a)所需时间最短的情况下,通信流程的顺序是什么?需要最短时间为多少?
- (b)所需时间最长的情况下,通信流程的顺序是什么?需要最长时间为多少?
- (c)若Internet上各域名服务器都改为采用递归查询服务,则从点击超链接开始到浏览器接收到index.html页面为止的最短和最长时间分别为多少?



答案: (a)(b)(c)三问各4分。分值划分如下:

(a) 最短时间情况: 本地域名服务器存在域名与 IP 地址的映射

通信流程: 主机 H 向本地域名服务器递归查询获得 www.abc.com.cn 服务器的 IP 地址,然后主机 H 向 www.abc.com.cn 服务器请求 index.html 纯文本网页文件。(2分,部分答对给1分)

最短时间: DNS 递归查询 1 次 5ms+纯文本网页文件传输 15ms=20ms (2 分, 部分答对给 1分)

以下情况也可按照这种情况给分:如果学生把"不考虑本地有缓存"理解为本地域名服务器没有缓存。则最短时间考虑为顶级域名服务器存在域名与IP地址的映射的情况。此时通信流程为: 主机 H 向本地域名服务器递归查询,然后本地域名服务器迭代查询根域名服务器获得获得 www.abc.com.cn 服务器的IP地址,然后主机 H 向www.abc.com.cn 服务器请求 index.html 纯文本网页文件。(2分,部分答对给1分)最短时间: DNS 递归查询 1次 5ms+DNS 迭代查询 1次 15ms+纯文本网页文件传输15ms=35ms (2分,部分答对给1分)

(b)最长时间情况:本地域名服务器不存在映射,需要迭代查询各级域名服务器 4 次,通信流程:主机 H 向本地域名服务器发起查询,然后本地域名服务器迭代查询根域名服务器、.com 顶级域名服务器、.com.cn 权威域名服务器、abc.com.cn 权威域名服务器获得 www.abc.com.cn 服务器的 IP 地址,然后主机 H 向 www.abc.com.cn 服务器请求 index.html 纯文本网页文件。(2 分,部分答对给 1 分)

最长时间: DNS 递归查询 1 次 5ms+DNS 迭代查询 4 次×15ms+纯文本网页文件传输 15ms=80ms (2 分,部分答对给 1 分)

(c)Internet 服务器都改为递归查询时,最短时间情况仍然是本地域名服务器有映射,最短时间还是 DNS 递归查询 1 次 5ms+纯文本网页文件传输 15ms=20ms, (2 分, 部分答对给 1 分)

最长时间则变成

DNS 递归查询 1 次 5ms (0.5 分)

- +本地域名服务器递归查询根域名服务器 15ms (0.5 分)
- +根域名服务器递归查询.com 顶级域名服务器 10ms (0.5 分)
- +.com 顶级域名服务器递归查询.com.cn 权威域名服务器 10ms(0.5 分)
- +.com.cn 权威域名服务器递归查询 abc.com.cn 权威域名服务器 10ms(0.5 分)
- +纯文本网页文件传输 15ms (0.5 分)
- =65ms (2 分, 部分答对时, 5ms、15ms、10ms 的计算各占 0.5 分, 如只给出了 1 个正确的 5ms 则只得 0.5 分)

以下情况也可按照这种情况给分:如果学生把"不考虑本地有缓存"理解为本地域名服务器没有缓存。则最短时间考虑为顶级域名服务器存在域名与IP地址的映射的情况。此时通信流程为:主机 H 向本地域名服务器递归查询,然后本地域名服务器递归查询根域名服务器 获得获得 www.abc.com.cn 服务器的IP地址,然后主机 H 向www.abc.com.cn 服务器请求 index.html 纯文本网页文件。(2分,部分答对给1分)最短时间: DNS 递归查询 1次 5ms+本地域名服务器递归查询根域名服务器 15ms +纯文本网页文件传输 15ms=35ms

最长时间是 DNS 递归查询 1 次 5ms

+本地域名服务器递归查询根域名服务器 15ms

- +根域名服务器递归查询.com 顶级域名服务器 10ms
- +.com 顶级域名服务器递归查询.com.cn 权威域名服务器 10ms
- +.com.cn 权威域名服务器递归查询 abc.com.cn 权威域名服务器 10ms
- +纯文本网页文件传输 15ms
- =65ms (2 分, 部分答对时, 5ms、15ms、10ms 的计算各占 0.5 分, 如只给出了 1 个正确的 5ms 则只得 0.5 分)
- 4. 假定用户在浏览器地址栏输入: www.abc.com/example.html, 该网页包含文本文件 example.html和一个图形 image.gif,用户主机到该Web 服务器的往返时延(RTT)为20ms, Web 服务器对文件的发送时延均为15ms,用户主机与服务器之间最多只能建立1个TCP 连接。忽略 TCP 连接消息和网页请求消息的发送时延及 TCP 关闭连接时延等。(a)非持久连接 HTTP 协议中,从发起 TCP 连接到收到该网页所有文件的总时延为多少?(b)持久连接 HTTP 协议中,从发起 TCP 连接到收到该网页所有文件的总时延为多少?(c)如果在用户访问该 Web 服务器时使用了一个具有条件 GET 功能的代理服务器,采用持久连接的 HTTP 协议,代理服务器缓存中只有 example.html 的文本文件部分(该部分服务器未进行更新),而没有图形 image.gif(该文件为服务器最近更新内容)。代理服务器到其他主机的往返时延(RTT)及对文件的发送时延都与 Web 服务器相同。忽略非文件传输消息的发送时延。则从发起 TCP 连接到收到该网页所有文件的总时延为多少?

答案: (a)(b)(c)三问各4分。分值划分如下:

- (a) 非持久连接 HTTP 协议中, 该段总时延为
- TCP 连接往返时延 20ms (0.5分)
- +example.html 请求传输往返时延 20ms (0.5 分)
- +example.html 发送时延 15ms (0.5 分)
- +TCP 连接往返时延 20ms (0.5分)
- +image.gif 请求传输往返时延 20ms (0.5分)
- +image.gif 发送时延 15ms (0.5分)
- =55ms×2=110ms (最后结果1分)
- (b)持久连接 HTTP 协议中, 该段总时延为
- TCP 连接往返时延 20ms (1分)
- +example.html 请求传输往返时延 20ms (0.5 分)
- +example.html 发送时延 15ms(0.5分)
- +image.gif 请求传输往返时延 20ms (0.5 分)
- +image.gif 发送时延 15ms (0.5分)
- =20+20+15+20+15=90ms (最后结果1分)
- (c)使用持久连接、条件 GET 的情况下, 该段总时延为:
- 用户主机到代理服务器的 TCP 连接往返时延 20ms
- +代理服务器到 Web 服务器的 TCP 连接往返时延 20ms (2 个 TCP 连接 1 分, 部分答对给 0.5 分)
- +用户到代理 example.html 请求传输往返时延 20ms
- +用户到代理 example.html 发送时延 15ms
- +代理到服务器 example.html 条件 GET 请求传输往返时延 20ms (HTML 文件请求+发送时延共1分,部分答对给 0.5 分)

- +用户到代理 image.gif 请求传输往返时延 20ms
- +用户到代理 image.gif 发送时延 15ms
- +代理到服务器 image.gif 请求传输往返时延 20ms
- +代理到服务器 image.gif 发送时延 15ms(GIF 文件请求+发送时延共 1 分, 部分答对给 0.5 分)
- =20+20+20+15+20+15+20+20+15=165ms (最后结果1分)
- 5. 同学小 A 打算从自己的邮箱 <u>aaa@bupt.edu.cn</u> 向另一个同学小 B 的邮箱 <u>bbb@163.com</u> 发送一封电子邮件。这一通信过程中,会包含小 A 的用户客户端(UAA)、小 A 的邮箱服务器(SA) +小 B 的邮箱服务器(SB) +小 B 的用户客户端(UAB)。
- (a)假设小A和小B都采用浏览器收发邮件,请描述小A发送电子邮件到小B看到电子邮件的过程包含几次通信,分别采用什么应用层协议?
- (b)假设小A和小B都采用Outlook邮件客户端软件作为自己的用户客户端(UAA和UAB),Outlook默认通过110端口接收邮件。请描述小A发送电子邮件到小B看到电子邮件的过程包含几次通信,分别采用什么应用层协议?
- (c)邮件客户端接收邮件的常见协议包括 POP3 和 IMAP,试比较两者在收件箱、发件箱、创建文件夹、草稿、垃圾文件夹、广告邮件等功能上的差异,并阐述采用浏览器接收的 Webmail 更接近于 POP3 还是 IMAP?

答案: (a)(b)(c)三问各4分。分值划分如下:

(a)3 次通信 (1分):

UAA-SA(Webmail/HTTP 协议)(1分)、SA-SB(SMTP 协议)(1分)、SB-UAB (Webmail/HTTP 协议)(1分)

(b)3 次通信 (1分):

UAA-SA (SMTP 协议) (1分)、SA-SB (SMTP 协议) (1分)、SB-UAB (POP3 协议) (1分)

(c)POP3 和 IMAP 协议的区别:

在收件箱操作方面, POP3 仅限客户端内进行操作, 而 IMAP 客户端与邮箱更新同步; (0.5分)

在发件箱操作方面, POP3 仅限客户端内进行操作, 而 IMAP 客户端与邮箱更新同步; (0.5分)

在创建文件夹操作方面, POP3 仅限客户端内进行操作, 而 IMAP 客户端与邮箱更新同步: (0.5 分)

在草稿操作方面, POP3 仅限客户端内进行操作, 而 IMAP 客户端与邮箱更新同步; (0.5分)

在垃圾文件夹操作方面, POP3 不支持接收误入垃圾文件夹的邮件, 而 IMAP 支持移入; (0.5 分)

在广告邮件操作方面, POP3 不支持接收误入广告邮件夹的邮件, 而 IMAP 支持移入; (0.5分)

Webmail 使用 HTTP 协议,是连接到服务器上 online 在线操作,更接近于 IMAP (1分)。

- 6、1)传输差错和包丢失是网络通信中的主要问题,简要解释在传输层如何解决这两个问题。
  - 2) 举例说明可靠的报文流服务与可靠的字节流服务的不同点。哪个协议提供可靠的字节流服务?
  - 3) 什么是伪报头? 它有什么作用?
  - 1) 传输差错的解决方法是: 使用校验和检查差错,使用重传纠正差错(两点各1分,共2分)

包丢失的解决方法是:定时器超时重传,并且用序号来判断重复包(两点各1分,共2分)

2) 可靠的报文流将上层的一个报文进行封装,可以保留报文的边界(1分); 提供可靠字节流服务的协议数据包中的数据是若干字节,跟报文无关,不能保 留报文的边界(1分)。

例如,当发送方先后发送两个1024字节的报文时,经过提供可靠的报文流服务的网络,接收方收到的仍然是两个1024字节的报文;而经过提供可靠的字节流服务的网络,接收方收到的是长度为2048个字节的数据,无法这个一个2048字节的报文,还是2个1024字节的报文。(1分,举例不一定和答案一样,合理即给分)

TCP提供可靠的字节流服务(2分)

- 3) 伪报头参与校验(1分),但不传输(1分)作用:加强对于IP地址的校验(1分)
- 7、一个卫星信道的数据率是1Mbps,地面到卫星的单程传播时延为270毫秒。若要从地面向卫星传输多个2000字节长的数据包,假定传输不出错,且ACK包长度和数据包头开销忽略不计,请计算
  - 1) 采用停等协议的最大的信道利用率
  - 2) 采用5位序号的Go-back-N协议的最大信道利用率
  - 3) 采用5位序号的选择重传协议的最大信道利用率
  - 4)对于选择重传协议,要达到最大信道利用率,发送窗口至少为多大?此时应该使用几位序号?

## 每小題3分

如果后面计算有误,则算出  $\alpha = 270/(2000*8/1M) \approx 17$  (1分) 算出  $1+2\alpha = 35$  (2分)

- 1) 停等协议的信道利用率 = 1/35≈ 2.9%
- 2) 5位序号的GBN: 31/35≈88.6%
- 3) 5位序号的选择重传: 16/35≈45.7%
- 4) 发送窗口至少为35, log<sub>2</sub>70 ≈ 7位
  - 8、设主机上某个TCP连接的拥塞窗口初始阀值为8KB,报文段最大长度为1KB。该连接上,在拥塞窗口首次达到10KB时、收到了三次重复的ACK,后续没有拥塞,请在下表中填出从连接建立开始,前10轮发送窗口的值(假定对端主机通知的接收窗口

## 值一直是12KB)。(每空1分)

第 1 轮	第2轮	第3轮	第 4 轮	第 5 轮
	2	4	8	9
第6轮	第7轮	第 8 轮	第9轮	第 10 轮
10	5	6		8KB

## 9、协议分析题

使用 Wireshark 在某主机上捕获到一些连续的 TCP 报文段,按先后顺序排列如下:

• • •	• • •									
6	00 19 c8 e4 03 45 af ca 5f 3a f4 02 50 10 00 e5 4a 41 00 00									
5	c8 e4 00 19 5f 3a f3 ec 03 45 af ca 50 18 02 05 9e 23 00 00									
4	00 19 c8 e4 03 45 af 88 5f 3a f3 ec 50 18 00 e5 37 e8 00 00									
3	c8 e4 00 19 5f 3a f3 ec 03 45 af 88 50 10 02 05 49 79 00 00									
2	00 19 c8 e4 03 45 af 87 5f 3a f3 ec 80 12 72 10 00 10 98 bf									
1	c8 e4 00 19 5f 3a f3 eb 00 00 00 00 80 02 fa f0 c2 97 00 00									
序号	TCP 报文段的前 20 字节									

## 1-3 题每空 1 分, 4-6 题每空 2 分

1)	本主机(客户机)的端口号(十进制);	是( 0xc8e4 = 51428	
	服务器的端口号(十进制)是(	25	
2)	连接响应(SYN/ACK)报文段的序号是(	( 2 )	
3)	这些报文段里传输的应用层协议是(	SMTP	
4)	TCP 连接建立后,发送第一个数据报文科	<b>设的是服务器端还是客户</b>	端?
	服务器)	端	
5)	头部有扩展选项的报文段的序号是(	1 和 2	
6)	4号报文段中包含的数据有( 0x034	5afca - 0x0345af88 = 66	)字节