

# 北京大学信息科学技术学院

## 考试专用纸

姓名：\_\_\_\_\_ 学号：\_\_\_\_\_ 授课教师：边凯归

考试科目：计算机网络（实验班） 考试时间：2024年6月16日 上午

题号	一	二	三	四	五	六	七	八	九	十	总分
分数											

### 北京大学考场纪律

1、考生要按规定的考试时间提前5分钟进入考场，隔位就座或按照监考人员的安排就座，将学生证放在桌面。无学生证者不能参加考试；迟到超过15分钟不得入场；与考试无关人员不得进入考场。如考试允许提前交卷，考生在考试开始30分钟后可交卷离场；未交卷擅自离开考场，不得重新进入考场继续答卷；交卷后应离开考场，不得在考场内逗留或在考场附近高声喧哗。

2、除非主考教师另有规定，学生只能携带必要的文具参加考试，其它所有物品（包括空白纸张、手机和智能手表等电子设备）不得带入座位；已经带入考场的手机和智能手表等电子设备必须关机，并与其他物品一起集中放在监考人员指定位置，不得随身携带或带入座位及旁边。

3、考试使用的试题、答卷、草稿纸由监考人员统一发放和收回，考生不得带出考场。考生在规定时间内答完试卷，应举手示意请监考人员收卷后方可离开；答题时间结束监考人员宣布收卷时，考生应立即停止答卷，在座位上等待监考人员收卷清点无误后，方可离场。

4、考生要严格遵守考场规则，在规定时间内独立完成答卷。不准旁窥、交头接耳、打暗号或做手势，不准携带与考试课程内容相关的材料，不准携带具有发送、接收信息功能或存储有与考试课程内容相关材料的电子设备（如手机、智能手表、非教师允许的计算器等），不准抄袭或协助他人抄袭试题答案或者与考试课程内容相关的资料，不准窃取、索要、强拿、传、接或者交换试卷、答卷、草稿纸或其他物品，不准代替他人或让他人代替自己参加考试，等等。凡违反考试纪律或作弊者，按《北京大学本科考试工作与学习纪律管理规定》给予相应处分。

5、考生须确认填写的个人信息真实、准确，并承担信息填写错误带来的一切责任与后果。

得分

一、单选题（每小题 2 分，15 题，共 30 分）

1. 给定一个 HTTPS 客户端，尝试连接一个邮件服务器（比如 mail.pku.edu.cn 服务器），该服务器有固定的 URL 地址。在这个场景下，下面哪一个协议不是必须的？

答：（     ）

- (a) TCP
- (b) SSL
- (c) RTP
- (d) DNS

2. 下面关于 socket 的陈述哪一个是正确的？

答：（     ）

- (a) Socket 是一个网络协议，它规定了在应用层和传输层之间如何传输数据。
- (b) Socket 是一个网络协议，它规定了多路复用和解多路复用的操作行为。
- (c) Socket 是一个网络接口，它规定了 HTTP 和 TCP 的信息交换操作。
- (d) Socket 是一个网络接口，它规定了协议栈最上面两层的信息交换操作。

3. 网页缓存可以：

答：（     ）

- (a) 代表网页服务器在客户端机器上安装 cookies。
- (b) 代表网页服务器访问被客户端内存频繁访问的内容。
- (c) 代表网页服务器复制网页，并且分发给内用户。
- (d) 代表网页服务器回应 HTTP 请求，并返回网页内容。

4. 网络协议栈中，不同层协议有不同的 window control 的控制机制，下面说法正确的是？

答：（     ）

- (a) TCP 的 congestion window 调整是传输层协议中的机制，是进行文件、多媒体内容的可靠性传输的保障。
- (b) 视频传输的 congestion control 是传输层协议中的机制，是进行视频内容可靠性传输的保障机制。
- (c) 无线传输的 contention window 调整是链路层协议中的机制，是发生 collision 之后避免再次发生 collision 的一种避让保障机制。
- (d) 端到端 source 和 destination 的 flow control 是网络层协议中的机制，是 destination 端为了不让 source 端的 buffer 发生 overflow 的保障机制。

5. IPv4 不支持下列哪个选项？

答：（     ）

- (a) 基于 IP 地址的网页代理
- (b) 在 IP 包基础之上进行安全增强。
- (c) 通过 IP 地址进行 access control。
- (d) 多于 2 的 32 次方个 IP 地址可用。

6. 下面 LS 路由算法和 DV 路由算法说法正确的是？

答：（ ）

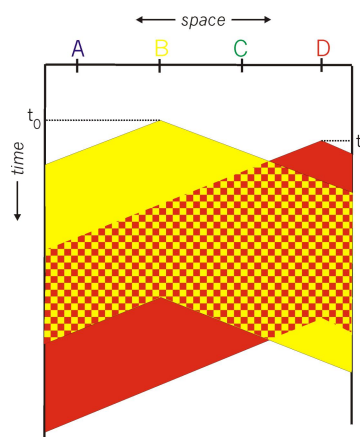
(a) LS 路由算法是中心化的，其带来的震荡 oscillation 问题的根本原因是中心化算法计算开销太大导致的；而 DV 是分布式的，其带来的 count-to-infinity 问题的根本原因是网络拓扑图动态变化造成的。

(b) LS 路由算法是分布式的，其带来的 count-to-infinity 问题的根本原因是网络拓扑图动态变化全局信息更新不及时造成的；而 DV 是中心化的，其带来的震荡 oscillation 问题的根本原因是局部信息如 link cost 不共享造成的。

(c) LS 路由算法是不一定收敛的，其带来的震荡 oscillation 问题的根本原因是中心化算法计算开销太大导致的；而 DV 是收敛的，其带来的 count-to-infinity 问题的根本原因是网络拓扑图动态变化造成的。

(d) LS 路由算法是收敛的，其带来的震荡 oscillation 问题的根本原因是网络拓扑图动态变化全局信息更新不及时造成的；而 DV 是不一定收敛的，其带来的 count-to-infinity 问题的根本原因是局部信息如 link cost 不共享造成的。

7. 图1中四个节点A、B、C、D一字排开，在同一个局域网下传输，距离 $|AB|=|BC|=|CD|$ ，从A到D的传输延迟为 $T_{prop}$ 。节点B和D是发送节点，并且其数据包长度相同，发送延迟为 $T_{trans}$ 。局域网中各个节点使用CSMA/CD协议，当节点B和D在发送时会产生冲突， $T_{trans}$ 和 $T_{prop}$ 需要符合下面哪个选项的关系，才能保证B和D可以检测到冲突？



答：（ ）

(a)  $T_{trans} > 3/4 T_{prop}$

(b)  $T_{prop} > 3/4 T_{trans}$

(c)  $T_{trans} > 2/3 T_{prop}$

(d)  $T_{prop} > 2/3 T_{trans}$

8. 多媒体网络传输协议中的 RTP 包和 RTCP 包的关系与下面哪一组最为相似，以及它们是用来做什么用的？

答：（ ）

(a) UDP 包和 ACK 包，用于流量控制。

(b) TCP 包和 ACK 包，用于拥塞控制。

(c) WiFi 包和 ACK 包，用于冲突控制。

(d) IP 包和 ICMP 包，用于消息控制。

9. 下面关于 CSMA/CA 协议中使用 RTS-CTS 机制正确的陈述是？

答：（ ）

- (a) RTS-CTS 机制当环境干扰较大时可以开启。
- (b) RTS-CTS 机制当环境干扰较大时可以关闭。
- (c) RTS-CTS 机制在 CSMA/CA 中是启动的。
- (d) RTS-CTS 机制在 CSMA/CA 中是关闭的。

10. 当前路由器中使用 Weighted Fair Queuing (WFQ) 对进出的数据包进行排队时，共有四种数据流，其标签分别为 W, X, Y, Z，对应的权重为 0.5, 0.25, 0.125, 0.125。

当四种数据流的包同时到达路由器，且随机进入当前路由器 buffer 时，下面哪种数据包序列最符合 WFQ 的输出序列？

答：（ ）

- (a) WWWWWWXXYYZZXY
- (b) WWWWWWXXZZYYXX
- (c) WXWYWXWZWZWZWXWYWX
- (d) XXYZXXYZWXWWWWW

11. 假设一个无线网络中，存在 A、B、C 三个节点设备连接到同一个 AP 的同一个无线信道上，使用的协议是 IEEE 802.11 即 CSMA/CA。这三台设备互相之间可以听到其他设备发送的数据信号，他们发送的数据包长度为 4 个时间槽。A、B、C 三个设备他们最初的 back-off 倒计时的值为 2、5、3。他们的竞争窗口大小是一样的，为 [1, 15]，并且该窗口不会变。因为节点设备数目较少，RTS-CTS 并不启用。问：8 个时间槽之后，下面选项中哪组数值是三台设备最有可能的 back-off 倒计时的数值？

答：（ ）

- (a) 14, 2, 2
- (b) 14, 3, 0
- (c) 12, 2, 0
- (d) 12, 3, 2

12. 下表列举了三类随机 MAC 协议在无线网络中的优缺点。

MAC category	Pros	Cons
A	Easy to design	Require synchronization
B	Listen before talk etiquette	Hidden terminal problem
C	Hidden terminal problem addressed	Exposed terminal problem

下面哪一种组合是正确的？

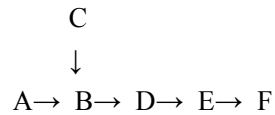
答：（ ）

- (a) X=Pure ALOHA, Y=CSMA/CA, Z=CSMA/CD
- (b) X=Slotted ALOHA, Y=CSMA, Z=CSMA/CA
- (c) X=ALOHA, Y=CSMA, Z=CSMA/CD
- (d) X=Unslotted ALOHA, Y=CSMA, Z=CSMA/CA

13. 假设一个无线网络中，存在 A、B、C、D、E、F 六个设备形成图所示的拓扑图，使用的协议是 IEEE 802.11 即 CSMA/CA，RTS-CTS 不启用，节点所发送的数据包为 DATA 等

长。图中箭头实线代表存在一条数据流（如  $C \rightarrow B$ ,  $A \rightarrow F$ ），图中实线相连的两个设备可以侦听彼此发出的无线信号，或发送的数据包可以互相干扰。共有三个信道（channel #0、#1、#2），可供分配给这些节点之间的 link 进行无线传输。问：以下哪种 link-based channel assignment 可以获得最高的 multiple access performance（多路访问性能）？

拓扑结构如图所示：



答：（ ）

- (a) CB 分配 channel #0; AB、BD、DE、EF 分配 channel #1
- (b) CB、AB、BD、DE、EF 分配 channel #1
- (c) CB、AB、BD、EF 分配 channel #0; DE 分配 channel #1
- (d) CB、AB、DE 分配 channel #0; BD、EF 分配 channel #1

14. 下面哪个网络或者网络安全相关技术/协议的发明者没有获得图灵奖？

答：（ ）

- (a) Ethernet
- (b) RSA
- (c) DH
- (d) Aloha

15. 下面哪一个选项中的技术和密码学算法关系最小？

答：（ ）

- (a) Digital signature of a message
- (b) DES of a message
- (c) Nonce of a message
- (d) Hash value of a message

得分

二、简答题（每小题 4 分，5 题，共 20 分）

16. 请画出五层协议栈，并标出每一层的名字。

17. 我们已经学习过自顶向下互联网协议栈中的众多协议，请将以下典型网络概念名词填入问题16你所画的协议栈中（如果觉得某个名词不属于协议，也可以不填写）：TCP、UDP、P2P、DNS、SMTP、CSMA、CSMA/CA、HTTP、IP、CSMA/CD、packet switching、circuit switching。

18. 针对问题16你所画的协议栈，请问：推荐系统、大语言模型，分别属于哪一层（请回答最相关的一层），并写出简短理由。

19. 设计一个安全的电子商务交易网站系统需要哪四个基本要求？

20. 为什么RTS-CTS机制可以解决隐藏终端问题？简要解释之，可以画图。

得分

三、计算题 （4 题，共 50 分）

21. TCP 拥塞控制 TCP congestion control （10 分）

图3所示为两个TCP连接A和B的拥塞控制窗口（Congestion Window）随时间变化的图示，A和B持续发送很大的文件，并且两个连接的丢包率互相独立。

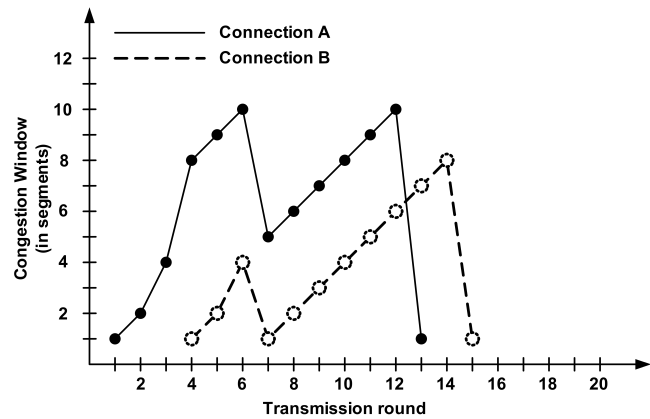


图3：两个TCP连接A和B的拥塞控制窗口随传输轮数（Transmission Round）变化的图示（实线代表Connection A，虚线代表Connection B）

a. （2分）

考虑图3中两条曲线的变化,是否能够确定TCP连接A和B的类型？分别回答TCP Tahoe、TCP Reno与无法确定。

b. （8分）

在图3中画出，以及在下表中写出两条曲线（实线、虚线）在timeslot=13到20的后续变化的Congestion Window（CW）大小，以及两条曲线的 threshold值。

Timeslot	13	14	15	16	17	18	19	20
实线 CW								
实线 threshold								
虚线 CW								
虚线 threshold								

## 22. 路由算法 Routing (15 分)

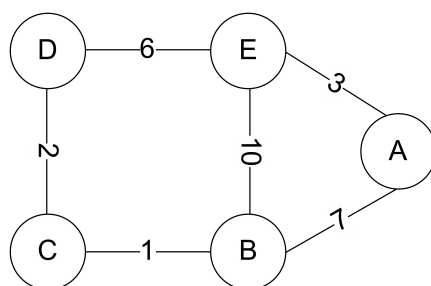


图 4：示例网络，每条边上的数字是该条边的路由开销

考虑图4中的网络，执行distance-vector算法。

- a. (5分) 图4中执行distance-vector算法，请在下表中填入node E的距离向量（不一定所有表格都需要填满）。假设该算法执行过程中，所有节点同时和周围节点交换距离向量，即交换distance vectors，然后计算新的距离向量，然后再发给周围节点，如此反复循环。请问该算法是否在图4中收敛？若收敛，请在下表中填入node E的最终距离向量。

		cost to				
from		A	B	C	D	E
	A					
	B					
	C					
	D					
	E					

- b. (5分) 振荡问题是link state路由算法（即Dijkstra 路由算法）中的一个问题，特别是当链路路由开销（link cost）动态变化的时候。图5(a)中，节点B, C, D分别接受数据速率为2, x, 2，如图3中箭头虚线所示，其中 $0 < x < 2$ 。请在图5(b)(c)(d)子图的边上（箭头实线上），或者下面的空格处，分别标出该条链接上的开销。

Figure 5(b):

cost of BA = \_\_\_\_ cost of CA = \_\_\_\_  
cost of BC = \_\_\_\_ cost of CB = \_\_\_\_

Figure 5(c):

cost of BA = \_\_\_\_ cost of CA = \_\_\_\_  
cost of BC = \_\_\_\_ cost of CB = \_\_\_\_

Figure 5(d):

cost of BA = \_\_\_\_ cost of CA = \_\_\_\_  
cost of BC = \_\_\_\_ cost of CB = \_\_\_\_

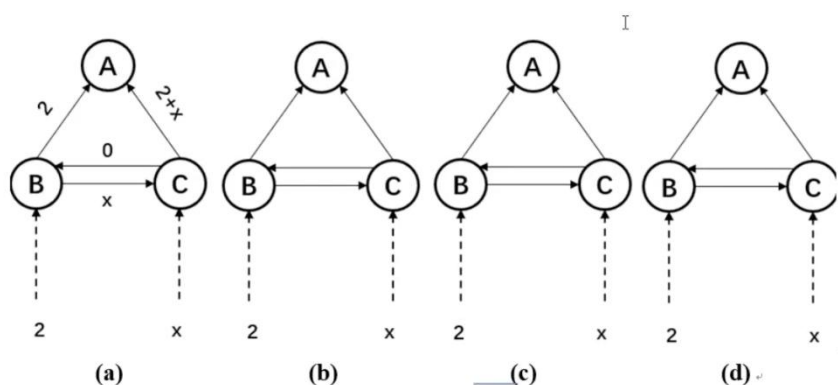


图5：Dijkstra 路由算法中的振荡问题示例。



c. (5分) 图6中展示的是计算机网络应用Distance Vector算法可能面临的问题，各个链路上的cost值如图所示。如果把从x到y的cost增加到30，会出现什么问题？需要多少次迭代才能回复稳定状态？请写出大致迭代过程。

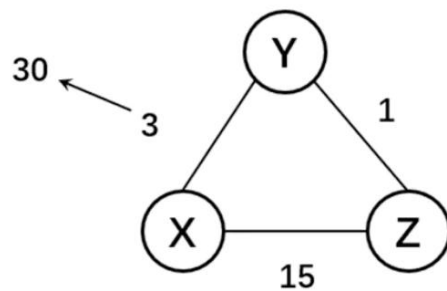


图6：计算机网络Distance Vector算法面临的问题

### 23. 路由器数据包队列（12 分）

请回答以下关于四个路由器组成的网络的问题。每条链路容量为 2 Mbps。您可以假设在访问链路上没有拥堵，或者对路由器资源没有竞争，也就是说，唯一的约束是路由器之间的链路容量。网络中有四个数据流，标记为 F1、F2、F3、F4，穿过图中标注的路由器。例如，F4 与其他所有数据流共享链接，遍历  $R3 \rightarrow R1 \rightarrow R2 \rightarrow R4$ ，如图 7 所示。

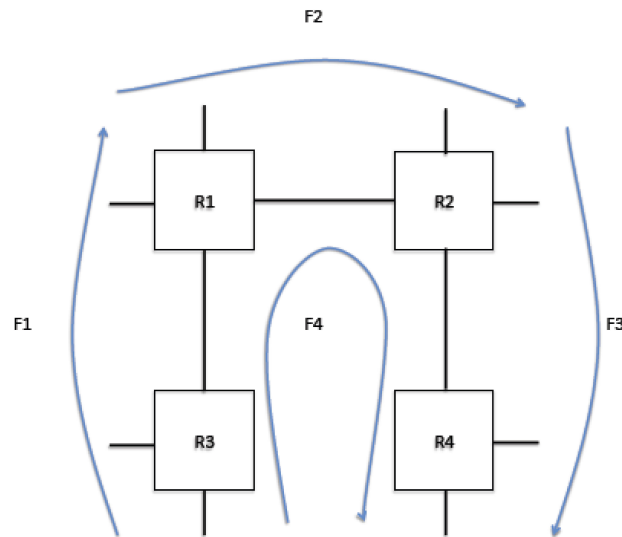


图 7：四个路由器与四个数据流的拓扑。

- 假设每个路由器执行 FIFO 排队。如果每个数据流由相同的 2Mbps 恒定比特率 UDP 流组成，具有相同的数据包大小，那么每个流的最终速率将是多少？给出简要计算过程。
- 现在考虑所有路由器都实现绝对公平排队的情况。那么每个数据流的吞吐量是多少？给出简要计算过程。
- 最后，假设所有路由器都实现 WFQ (weighted fair queuing)，并且每个数据流都被分配了与其编号相符的权值（例如：流 F1 的权值为 1，F2 的权值为 2，F3 的权值为 3，流 F4 的权值为 4），那么每个数据流的最终速率将是多少？给出简要计算过程。

#### 24. 无线网络信道分配（13 分）

考虑图8中的WiFi多跳网络。已知实线代表一跳无线链路，连接两个无线节点；链路长度代表相邻无线节点之间传输/干扰距离。带箭头的线代表一条数据流。假设节点之间不需要发送RTS、CTS包。假设有五个无线信道，编号为#1、#2、#3、#4、#5，每个信道的容量是1Mbps。当一个节点服务两个链路，且两个链路分配了不同的频道时，该节点需要做频道切换，频道切换会花费10毫秒，会带来一定的性能损失。例如图8（a）中，一条数据流经过ABC节点，另一条数据流经过ED节点。最优的无线信道分配如下：

- （1）ABC分配信道1，而ED分配信道2。
- （2）ABC和ED在不同信道上，因此不会互相干扰。

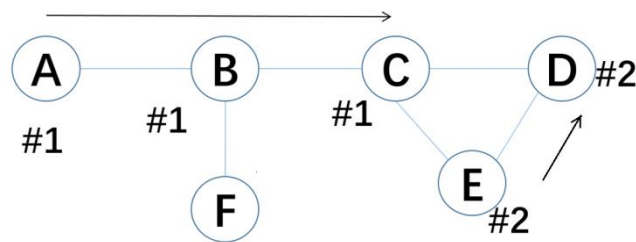


图 8：样例无线网络拓扑图、两条数据流、以及相应的最优信道分配。

a. 图 9 是一个由五台无线设备组成的基于 WiFi 的无线 ad hoc 网络。假设有一条数据流 A BCDE。请以图 8 为样例，画出图 9 对应的网络拓扑图，并且标注数据流。

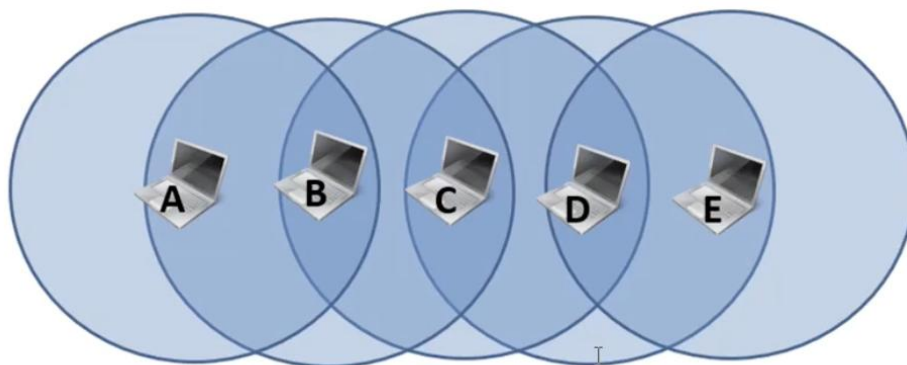


图 9：五台无线设备组成的基于 WiFi 的无线网络。每台设备的信号覆盖范围由一个圆形标出，这个设备位于这个圆形范围的圆心处。例如 A 和 B 处于彼此的圆形信号覆盖范围内，因此他们可以侦听到彼此发出的信号。

b. 根据问题 24.a 画出的网络拓扑图，以图 8 为样例，进一步画出最优信道分配情况。

c. 根据问题 24.b 给出的最优信道分配，计算每条数据流的吞吐量，并给出简要计算过程。

d. 图 10 是一个由六台无线设备组成的基于 WiFi 的无线 ad hoc 网络。假设由两条数据流 B AC 和 BCDEF。请以图 8 为样例，画出图 10 对应的网络拓扑图，并且标注数据流。

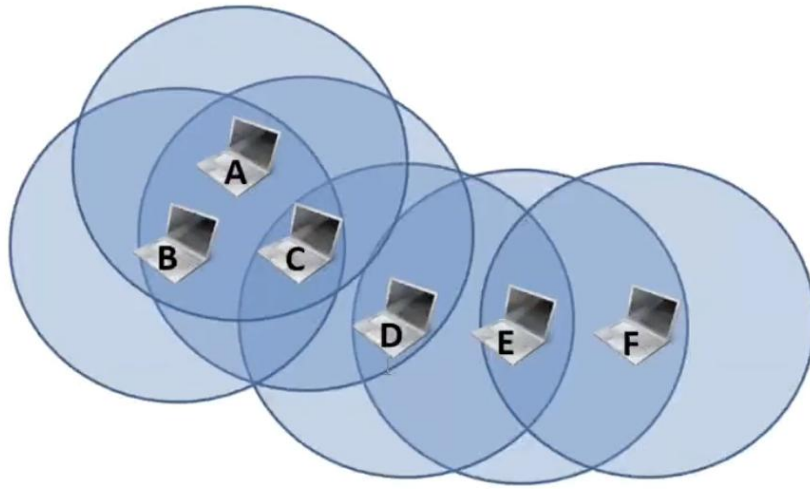


图 10: 六台无线设备组成的基于 WiFi 的无线网络。每台设备的信号覆盖范围由一个圆形标出，这个设备位于这个圆形范围的圆心处。例如 A 和 B 处于彼此的圆形信号覆盖范围内，因此他们可以侦听到彼此发出的信号。

e. 根据问题 24.d 画出的网络拓扑图，以图 8 为样例，进一步画出最优信道分配情况。

f. 根据问题 24.4 给出的最优信道分配，计算每条数据流的吞吐量，并给出简要计算过程。

(考生务必将答案答在答题卡上，在试卷上作答无效)