《计算机网络教程》（第4版）

习题解答

习题及参考答案说明

习题中的某些问答题是为了方便学生课后理解书本知识，并不一定适合作为考试题目，给出的答案也仅供参考，学生不应该死记硬背。

第1章 概述

1-1 计算机网络向用户可以提供哪些服务？

解答：计算机网络是一种通信基础设施，向用户提供的最核心的服务就是信息交互服务和资源共享服务。虽然计算机网络与电信网络和有线电视网络一样，都是一种通信基础设施，但与这两个网络最大的不同在于计算机网络的端设备是功能强大且具有智能的计算机。利用计算机网络这个通信基础设施，计算机上运行的各种应用程序通过彼此间的通信能为用户提供更加丰富多彩的服务和应用，如文件传输、电子邮件、网络电视等待。

1-2 试简述分组交换的要点。

解答：分组交换采用存储转发技术，当需要发送数据时无需在源和目的之间先建立一条物理的通路，而是将要发送的报文分割为较小的数据段，将控制信息作为首部加在每个数据段前面（构成分组）一起发送给分组交换机。每一个分组的首部都含有目的地址等控制信息。分组交换网中的分组交换机根据分组首部中的控制信息，把分组转发到下一个分组交换机。用这种存储转发方式将分组转发到达最终目的地。

1-3 试从多个方面比较电路交换、报文交换和分组交换的主要优缺点。

解答：

电路交换通信双方独占端端固定传输带宽，其优点是适合传输大量连续实时的数据。其缺点是对于突发数据信道利用率低。

报文交换采用存储转发方式，其优点是简单，信道利用率高。其缺点是存储转发时延长，过长的报文误码率高不利于可靠传输，而且过长的报文占用链路时间太长，不利于资源共享。

分组交换将长的报文划分为多个短的分组减小的资源共享的粒度，提高了整个系统的平均响应时间，存储转发时延比报文交换要短，灵活的路由选择提高了网络的生存性。其缺点是分组在各结点转发时可能排队，端到端时延不确定，网络通信量过大时会导致网络拥塞。分组首部携带的控制信息造成一定的额外开销。

1-4 为什么说因特网是自印刷术以来人类通信方面最大的变革？

解答：因特网已成为仅次于全球电话网的世界第二大网络，缩小了人际交往的时间和空间，大大改变着我们工作和生活的各个方面。

1-5 因特网的发展大致分为哪几个阶段？请指出这几个阶段最主要的特点。

解答：因特网的基础结构大体上经历了三个阶段的演进。第一阶段——从单个网络ARPANET向互联网发展。第二阶段——逐步建成了三级结构的因特网。第三阶段——逐渐形成了多层次ISP结构的因特网。

1-6 试简述因特网标准制定的几个阶段。

解答：制订因特网的正式标准要经过以下的四个阶段：

（1）因特网草案（Internet Draft）——在这个阶段还不是RFC文档。

（2）建议标准（Proposed Standard）——从这个阶段开始就成为RFC文档。

（3）草案标准（Draft Standard）。

（4）因特网标准（Internet Standard）。

1-7 小写和大写开头的英文名字internet和Internet在意思上有何重要区别？

解答：以小写字母i开始的internet（互联网或互连网）是一个通用名词，它泛指由多个计算机网络互连而成的网络。在这些网络之间的通信协议（即通信规则）可以是任意的。

以大写字母I开始的Internet（因特网）则是一个专用名词，它指当前全球最大的、开放的、由众多网络相互连接而成的特定计算机网络，它采用TCP/IP协议族作为通信的规则，且其前身是美国的ARPANET。

1-8 计算机网络都有哪些类别？各种类别的网络都有哪些特点？

解答：见1.4.2节。

1-9 因特网的两大组成部分（边缘部分与核心部分）的特点是什么？它们的工作方式各有什么特点？

解答：因特网的拓扑结构虽然非常复杂，并且在地理上覆盖了全球，但从其工作方式上看，可以划分为以下的两大块：

（1）边缘部分 由所有连接在因特网上的主机组成。这部分是用户直接使用的，用来进行通信（传送数据、音频或视频）和资源共享。

（2）核心部分 由大量网络和连接这些网络的路由器组成。这部分是为边缘部分提供服务的（提供连通性和交换）。

1-10 试在下列条件下比较电路交换和分组交换。要传送的报文共x (bit)。从源点到终点共经过k段链路，每段链路的传播时延为d (s)，数据传输速率为b (bit/s)。在电路交换时电路的建立时间为s (s)。在分组交换时分组长度为p (bit)，假设x > p且各结点的排队等待时间可忽略不计。问在怎样的条件下，分组交换的时延比电路交换的要小？（提示：画一下草图观察k段链路共有几个结点。）

解答：分组交换时延为： 。电路交换时延为： 。因此，分组交换时延较电路交换时延小的条件为：

1-11 在上题的分组交换网中，设报文长度和分组长度分别为x和 (p  h) (bit)，其中p为分组的数据部分的长度，而h为每个分组所带的控制信息固定长度，与p的大小无关。通信的两端共经过k段链路。链路的数据传输速率为b (bit/s)，排队时间可忽略不计。若打算使总的时延为最小，问分组的数据部分长度p应取多大？

解答：假设每段链路的传播时延为d (s)，计算总时延D为：

，

求D对p的导数，令其为零。解出

1-12 从差错控制、时延和资源共享3个方面分析，分组交换为什么要将长的报文划分为多个短的分组进行传输？

答：（1）若报文太大在传输中出现差错的概率大，并且一旦出现差错可能要重传整个报文，而划分为小的分组，该分组出现差错的概率减小了，并且一次仅需要重传一个分组。（2）将长的报文划分为多个短的分组可以减小储存转发的时延。（3）太大的报文占用链路太长，不利于资源共享，将长的报文划分为多个短的分组减小的资源共享的粒度，提高整个系统的平均响应时间，例如如一台计算机在传输大的文件时，而另一台计算机通过同一链路可以上网浏览网页，而无需等待文件传输结束。

1-13 计算机网络有哪些常用的性能指标？

解答：速率、带宽、吞吐量、时延、利用率

1-14 收发两端之间的传输距离为1000 km，信号在媒体上的传播速率为 。试计算以下两种情况的发送时延和传播时延。

（1）数据长度为 bit，数据发送速率为100 kbit/s；

（2）数据长度为 bit，数据发送速率为1 Gbit/s。

从以上计算结果可得出什么结论？

解答：(1) 发送时延为100 s，传播时延为5 ms。发送时延远大于传播时延。

(2) 发送时延为1 s，传播时延为5 ms。发送时延远小于传播时延。

1-15 网络体系结构为什么要采用分层次的结构？试举出一些与分层体系结构的思想相似的日常生活中的例子。

解答：网络体系结构采用分层结构是因为“分层”可将庞大而复杂的问题，转化为若干较小的局部问题，而这些较小的局部问题就比较易于研究和处理。

在我们的日常生活中不乏层次结构的系统，例如邮政系统就是一个分层的系统，而且它与计算机网络有很多相似之处，如图所示。

1-16 协议与服务有何区别？有何关系？

解答：这些为进行网络中的数据交换而建立的规则或约定称为网络协议（network protocol）。网络协议也可简称为协议。协议是控制两个对等实体（或多个实体）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，还需要使用下面一层所提供的服务。

协议和服务在概念上是很不一样的。首先，协议的实现保证了能够向上一层提供服务。使用本层服务的实体只能看见服务而无法看见下面的协议。其次，协议是“水平的”，即协议是控制对等实体之间通信的规则。但服务是“垂直的”，即服务是由下层向上层通过层间接口提供的。另外，并非在一个层内完成的全部功能都称为服务。只有那些能够被高一层实体“看得见”的功能才能称之为“服务”。

1-17 试述具有五层协议的网络体系结构的要点，包括各层的主要功能。

解答：

(1) 物理层：在物理媒体上传送比特流。具体包括：与物理媒体的接口、比特的表示与同步、数据率、线路配置、物理拓扑等。

(2) 数据链路层：在两个相邻结点间（主机和路由器或路由器和路由器之间）的链路上传送以帧为单位的数据。具体包括：组帧、差错控制、物理编址、接入控制、流量控制等。

(3) 网络层：负责将分组从源主机（按照合适的路由）通过中间若干路由器的转发传送到目的主机。核心功能是逻辑编址、路由选择和分组转发。

(4) 运输层：负责主机中两个进程之间的逻辑通信（端到端通信）。具体包括：复用与分用、可靠数据传输、流量控制、拥塞控制等。

(5) 应用层：通过应用进程间的交互来实现特定网络应用，直接为用户或应用进程提供特定的应用服务，如文件传输、电子邮件等。

1-18 试解释以下名词：协议栈、实体、对等层、协议数据单元、客户、服务器、客户-服务器方式。

解答：协议栈：将网络协议几个层次画在一起很像一个栈的结构，因此将这些协议层称为协议栈。

实体：表示任何可发送或接收信息的硬件或软件进程。

对等层：通信双方实现同样功能的层。协议定义的就是对等层间的通信规则。

协议数据单元：OSI参考模型把对等层次之间传送的数据单位称为该层的协议数据单元PDU。

客户：在计算机网络中进行通信的应用进程中的服务请求方。

服务器：在计算机网络中进行通信的应用进程中的服务提供方。

客户-服务器方式：通常指的是一种网络应用程序的工作方式。客户-服务器方式所描述的是进程之间服务和被服务的关系。客户是服务请求方，服务器是服务提供方。服务器总是一直运行并被动等待通信，而客户总是主动发起通信。服务器可以同时处理多个客户的请求，而客户程序之间不直接进行通信。

1-19 试解释everything over IP和IP over everything的含义。

解答：TCP/IP协议可以为各式各样的应用提供服务，即IP协议之上可以运行各种各样的网络应用，这就是所谓的everything over IP。同时TCP/IP协议也允许IP协议互连各种各式各样的物理网络而构成的互联网，在IP层以上看不见下层不同的物理网络，这就是所谓的IP over everything。

1-20 判断以下正误。

（1）提高链路速率意味着降低了信道的传播时延。（×）

原因：提高链路速率是提高了将数据推送到链路的速率。而信道的传播时延仅跟信号的传播速率和信道长度有关，与发送速率无关。因此提高链路速率不会影响信道的传播时延。

（2）在链路上产生的传播时延与链路的带宽无关。（√）

原因：由于承载信息的电磁波在通信线路上的传播速率（这是光速的数量级）与数据的发送速率并无关系，因此在链路上产生的传播时延仅与信号传播速率和信道长度有关。

（3）跨越网络提供主机到主机的数据通信的问题属于运输层的功能。（×）

原因：跨越网络提供主机到主机的数据通信的问题属于网络层的功能。运输层为不同主机上的应用进程和应用进程间提供逻辑通信功能。

（4）发送时延是分组的第一个比特从发送方发出到该比特到达接收方之间的时间。（×）

原因：发送时延是主机或路由器将分组发送到通信线路上所需要的时间，也就是从发送分组的第一个比特算起，到该分组的最后一个比特发送到线路上所需要的时间。

（5）由于动态分配通信带宽和其他通信资源，分组交换能更好更高效地共享资源。（√）

（6）采用分组交换在发送数据前可以不必先建立连接，发送突发数据更迅速，因此不会出现网络拥塞。（×）

原因：由于分组交换不像电路交换那样通过建立连接来保证通信时所需的各种资源，因而无法确保通信时端到端所需的带宽，在通信量较大时可能造成网络拥塞。

1-21 一个系统的协议结构有N层，应用程序产生M字节长的报文，网络软件在每层都加上h字节的协议头，网络带宽中至少有多大比率用于协议头信息的传输？

解答：(N × h/(N × h + M)) × 100%。若应用程序产生的报文再分为多个小的分组则比率会更大。

第2章 物理层

1. 物理层要解决哪些问题？物理层协议的主要任务是什么？

解答：物理层考虑的是怎样才能在连接各种计算机的传输媒体上传输数据比特流，而不是指具体的传输媒体。因此物理层要考虑如何用电磁信号表示“1”或“0”；考虑所采用的传输媒体的类型，如双绞线、同轴电缆、光缆等；考虑与物理媒体之间接口，如插头的引脚数目和排列等；考虑每秒发送的比特数目，即数据率。

物理层协议的主要任务就是确定与传输媒体的接口有关的一些特性，即机械特性、电气特性、功能特性和过程特性。

1. 规程与协议有什么区别？

解答：用于物理层的协议也常称为物理层规程（procedure）。其实物理层规程就是物理层协议。只是在“协议”这个名词出现之前人们就先使用了“规程”这一名词。

1. 物理层的接口有哪几个方面的特性？各包含些什么内容？

解答：

（1）机械特性 指明接口所用接线器的形状和尺寸、引脚数目和排列、固定和锁定装置等。常见的各种规格的电源接插件都有严格的标准化的规定。

（2）电气特性 指明在接口电缆的各条线上出现的电压的范围。

（3）功能特性 指明某条线上出现的某一电平的电压表示何种意义。

（4）过程特性 指明对于不同功能的各种可能事件的出现顺序。

1. 试给出数据通信系统的模型并说明其主要组成构件的作用。

解答：一个数据通信系统可划分为三大部分，即源系统（或发送端、发送方）、传输系统（或传输网络）和目的系统（或接收端、接收方）。



源系统一般包括以下两个部分：

源点：源点设备产生要传输的数据，例如，从PC的键盘输入汉字，PC产生输出的数字比特流。源点又称为源站或信源。

发送器：通常源点生成的数字比特流要通过发送器编码后才能够在传输系统中进行传输。典型的发送器就是调制器。现在很多PC使用内置的调制解调器（包含调制器和解调器），用户在PC外面看不见调制解调器。

目的系统一般也包括以下两个部分：

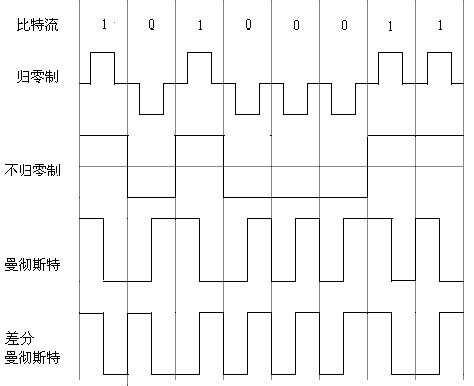
接收器：接收传输系统传送过来的信号，并把它转换为能够被目的设备处理的信息。典型的接收器就是解调器，它把来自传输线路上的模拟信号进行解调，提取出在发送端置入的消息，还原出发送端产生的数字比特流。

终点：终点设备从接收器获取传送来的数字比特流，然后进行信息输出（例如，把汉字在PC屏幕上显示出来）。终点又称为目的站或信宿。

在源系统和目的系统之间的传输系统可以是简单的传输线，也可以是连接在源系统和目的系统之间的复杂网络系统。

1. 请画出数据流1 0 1 0 0 0 1 1的不归零编码、曼彻斯特编码和差分曼彻斯特编码的波形（从高电平开始）。

解答：所求波形图如图所示。



题2-5之图

1. “比特/秒”和“码元/秒”有何区别？

解答：“比特/秒”和“码元/秒”是不完全一样的，信息的传输速率“比特/秒”与码元的传输速率“波特”（“码元/秒”）在数量上却有一定的关系。若1个码元只携带1 bit的信息量，则“比特/秒”和“波特”在数值上是相等的。但若使1个码元携带*n* bit 的信息量，则*M* Baud的码元传输速率所对应的信息传输速率为*M* × *n* bit/s。

1. 假定某信道受奈氏准则限制的最高码元速率为20000码元/秒。如果采用幅移键控，把码元的振幅划分为16个不同等级来传送，那么可以获得多高的数据率（b/s）？

解答：16个等级可以表达4位二进制数，每个码元可以表示4个比特，因此，可以获得80000 b/s的数据率。

1. 假定用3 kHz带宽的电话信道传送64 kb/s的数据，试问这个信道应具有多高的信噪比？

解答：根据香农公式：，



1. 试解释以下名词：数据，信号，模拟信号，基带信号，带通信号，数字信号，码元，单工通信，半双工通信，全双工通信，串行传输，并行传输。

解答：

数据：运送消息的实体。

信号：数据的电气或电磁表现。

模拟信号：连续信号，其特点是其代表消息的信号参数的取值是连续变化的。

基带信号：来自信源的信号（没有经过调制和搬移过频谱的信号），因为往往包含有较多的低频成分，甚至有直流成分，因此常被称为基带信号（即基本频带信号）。

带通信号：经过载波调制后的信号（把基带信号的频率范围搬移到较高的频段以便在信道中传输）称为带通信号（即仅在一段频率范围内能够通过信道）。

数字信号：离散信号，代表消息的信号参数的取值是离散的。

码元：在使用时间域（或简称为时域）的波形表示数字信号时，代表不同离散数值的基本波形就称为码元。码元是承载信息的基本信号单位。

单工通信：即只能有一个方向的通信而没有反方向的交互。

半双工通信：即通信的双方都可以发送信息，但不能双方同时发送（当然也就不能同时接收）。这种通信方式是一方发送另一方接收，过一段时间后再反过来。

全双工通信：即通信的双方可以同时发送和接收信息。

串行传输：数据在传输时是逐个比特按照时间顺序依次传输。

并行传输：数据在传输时采用n个并行的信道，一次同时传输n个比特。

1. 常用的传输媒体有哪几种？各有何特点？

解答：

双绞线，用两根绝缘铜线扭在一起的通信媒体，绞合在一起是为了减少相邻导线的电磁干扰。双绞线可分为屏蔽双绞线和非屏蔽双绞线。在数字传输时，若传输速率为每秒几个兆比特，则传输距离可达几公里。双绞线价格便宜，布线方便，主要用于电话用户线和局域网中。

同轴电缆，由内导体铜质芯线、绝缘层、网状编织的外导体屏蔽层以及保护塑料外层所组成。同轴电缆的这种结构和屏蔽性使得它有比双绞线高得多的带宽和更好的抗干扰特性。目前同轴电缆主要用在有线电视网的居民小区中。

光纤，是利用光导纤维传递光脉冲信号来进行通信，由于可见光的频率非常高（108MHz），因此一个光纤通信系统的传输带宽远远大于目前其他传输媒体的带宽。光纤可分为单模光纤和多模光纤。光纤不仅通信容量非常大，而且传输损耗小，抗干扰和保密性能好。光纤通常用在主干网络中和高速局域网中。

无线传输媒体，即利用自由空间传播电磁波。当通信距离很远，或跨越复杂地理环境时，铺设电缆既昂贵又费时，利用无线电波在自由空间传播，可以实现多种通信。无线传输所使用的频段很广。人们现在利用无线电、微波、红外线以及可见光这几个波段进行通信。无线传输媒体的最大缺点就是容易被干扰，保密性差。

1. 为什么要使用信道复用技术？常用的信道复用技术有哪些？

解答：许多用户可以通过复用技术共同使用一个共享的信道来进行通信。当网络中传输媒体的传输容量大于单一信道传输的通信量时，可利用复用技术在一条物理线路上建立多条通信信道来充分利用传输媒体的带宽。

常用的复用技术包括：频分复用、时分复用、波分复用、码分复用。

1. 试写出下列英文缩写的全文，并进行简单的解释。

FDM，TDM，STDM，WDM，DWDM，CDMA，SONET，SDH，STM-1，OC-48

解答：

FDM(Frequency Division Multiplexing)频分复用，将传输线路的可用频带分割为若干条较窄的子频带，每一条子频带传输一路信号，从而实现在同一条线路上传输多路信号。

TDM(Time Division Multiplexing)时分复用，将一条物理线路的传输时间分成若干个时间片（时隙），按一定的次序轮流给各个信号源使用，从而实现在同一条线路上传输多路信号。

STDM(Statistic TDM)统计时分复用，又称为异步时分复用，将线路的传输时间按需动态地分配给各个信号源，而不是给每个信号源分配固定的时隙。

WDM(Wavelength Division Multiplexing)波分复用，就是光的频分复用，将不同波长的光信号复用到同一根光纤上。

DWDM(Dense WDM)密集波分复用，最初，人们只能在一根光纤上复用两路光载波信号。这种复用方式称为波分复用WDM。随着技术的发展，在一根光纤上复用的光载波信号的路数越来越多。现在已能做到在一根光纤上复用几十路或更多路数的光载波信号。于是就使用了密集波分复用DWDM这一名词。DWDM的波长间隔很小，不到2 nm。

CDMA(Code Division Multiplex Access)码分多址，给每个用户分配一个唯一的正交码，在发送端，不同用户的数据用该正交码编码后复用到同一信道进行传输；在接收端，用同一正交码解码进行分用。CDMA主要用于无线通信，具有很强的抗干扰能力。

SONET(Synchronous Optical Network)同步光纤网，美国在1988年首先推出的一个在光纤传输基础上的数字传输标准。整个同步网络的各级时钟都来自一个非常精确的主时钟。SONET为光纤传输系统定义了同步传输的线路速率等级结构，其传输速率以51.84 Mbit/s为基础。

SDH(Synchronous Digital Hierarchy)同步数字系列，ITU-T以美国标准SONET为基础制定的国际标准，SDH的基本速率为155.52 Mbit/s。

STM-1(Synchronous Transfer Module-1)第1级同步传递模块，是SDH的一系列传输标准之一，规定了SDH的基本速率为155.52 Mbit/s。

OC-48(Optical Carrier-48) 第48级光载波，是SONET的一系列传输标准之一，其速率是SONET第1级光载波OC-1速率（51.84 Mbit/s）的48倍，即2488.32 Mbit/s。

1. 码分多址CDMA的复用方法有何优缺点？

解答：优点是容量大，有很强的抗干扰能力，发送功率小。缺点是技术相对复杂。

1. 共有4个用户进行CDMA通信。这4个用户的码片序列为：

A: (–1 –1 –1 +1 +1 –1 +1 +1)；B: (–1 –1 +1 –1 +1 +1 +1 –1)

C: (–1 +1 –1 +1 +1 +1 –1 –1)；D: (–1 +1 –1 –1 –1 –1 +1 –1)

现收到码片序列：(–1 +1 –3 +1 –1 –3 +1 +1)。问是哪些用户发送了数据？发送的是1还是0？

解答：A的内积为1，B的内积为–1，C的内积为0，D的内积为1。因此，A和D发送的是1，B发送的是0，而C未发送数据。

1. 试比较ADSL、HFC及FTTx接入技术的特点。

解答：ADSL最大好处是利用现有电话网中的用户线，改造成本低，每户独占该用户线，并可以同时上网和打电话，但接入速率与用户线的质量和长度有很大关系。

HFC的优点是利用现有的有线电视系统，传输带宽高，但要将现有单向传输的有线电视电缆改造为双向通信的电缆，小区用户共享同一媒体。

FTTx带宽高，是解决宽带接入最理想的方案，但需要铺设大量光纤，投入的建设成本较高。

1. 为什么在ADSL技术中，在不到1 MHz的带宽中可以传送的速率却可以高达每秒几个兆比特？

解答：采用先进的编码技术，每个码元携带多个比特，即每秒传送一个码元就相当于每秒传送多个比特。

1. 判断以下正误。

（1）DSL和电话网拨号接入技术都要通过电话网经过电话交换机连接到ISP的路由器的。（×）

原因：拨号上网使用拨号调制解调器，利用电话网（电路交换）在用户计算机与ISP的路由器之间建立一条物理链路（话音信道），使用这条话音信道传输数据。而DSL仅使用用户线，利用频分复用技术将用户线划分了数据信道和话音信道分离，上网的数据并不通过电话网。

（2）通过ADSL上网的同时可以利用同一电话线打电话。（√）

原因：ADSL仅使用用户线，利用频分复用技术将用户线划分了数据信道和话音信道分离，上网的数据并不通过电话网，因此可以同时上网和打电话。

（3）双绞线由两个具有绝缘保护层的铜导线按一定密度互相绞在一起组成，这样不容易被拉断。（×）

原因：双绞线由两个具有绝缘保护层的铜导线按一定密度互相绞在一起组成，这样可以降低信号干扰的程度。

（4）信道复用技术可以将多路信号复用到同一条传输线路上进行传输，而不会混淆，因此能将该传输线路的带宽成倍增加。（×）

1. 请比较电话网拨号上网和通过ADSL上网的区别。

解答：拨号上网使用拨号调制解调器，利用电话网（电路交换）在用户计算机与ISP的路由器之间建立一条物理链路（话音信道），使用这条话音信道传输数据，因此不能同时打电话和上网。而ADSL仅使用用户线，利用频分复用技术将用户线划分了数据信道和话音信道分离，上网的数据并不通过电话网，因此可以同时上网和打电话，并且因为不受话音信道频带宽度的限制可以提供更高的数据带宽。

第3章 数据链路层

1. 数据链路（即逻辑链路）与链路（即物理链路）有何区别？“电路接通了”与“数据链路接通了”的区别何在？

解答：所谓链路就是从一个结点到相邻结点的一段物理线路，而中间没有任何其他的交换结点。在进行数据通信时，两个计算机之间的通信路径往往要经过许多段这样的链路。可见链路只是一条路径的组成部分。

数据链路则是另一个概念。这是因为当需要在一条线路上传送数据时，除了必须有一条物理线路外，还必须有一些必要的通信协议来控制这些数据的传输（这将在后面几节讨论）。若把实现这些协议的硬件和软件加到链路上，就构成了数据链路。这样的数据链路就不再是简单的物理链路而是个逻辑链路了。

“电路接通了”仅仅是物理线路接通了通信双方可以在上面发送和接收0/1比特了，而“数据链路接通了”表明在该物理线路接通的基础上通信双方的数据链路层协议实体已达成了一致并做好了在该链路上发送和接收数据帧的准备（可能互相要协商某些数据链路层参数）。

1. 数据链路层包括哪些主要功能？试讨论数据链路层做成可靠的链路层有哪些优点和缺点。

解答：数据链路层的链路控制的主要功能包括：封装成帧、透明传输和差错检测，可选功能包括可靠传输、流量控制等。

在数据链路层实现可靠传输的优点是通过点到点的差错检测和重传能及时纠正相邻结点间传输数据的差错。若在数据链路层不实现可靠传输由高层如运输层通过端到端的差错检测和重传来纠正这些差错会产生很大的重传时延。

但是在数据链路层实现可靠传输并不能保证端到端数据传输的可靠，如由于网络拥塞导致路由器丢弃分组等。因此，即使数据链路层是可靠的，在高层如运输层仍然有必要实现端到端可靠传输。如果相邻结点间传输数据的差错率非常低，则在数据链路层重复实现可靠传输就会给各结点增加过多不必要的负担。

1. 网络适配器的作用是什么？网络适配器工作在哪一层？

解答：网络适配器的作用就是实现数据链路层和物理层的功能。适配器接收和发送各种帧时不使用计算机的CPU。这时CPU可以处理其他任务。当适配器收到有差错的帧时，就把这个帧丢弃而不必通知计算机。当适配器收到正确的帧时，它就使用中断来通知该计算机并交付给协议栈中的网络层。网络适配器工作在物理层和数据链路层。

1. 如果不解决透明传输问题会出现什么问题？

解答：如果不解决透明传输问题，如果传输的数据中有与帧定界符相同的比特组合，则会导致帧定界错误。

1. 要发送的数据为1101011011。采用CRC的生成多项式是。试求应添加在数据后面的余数。

数据在传输过程中最后一个1变成了0，问接收端能否发现？

若数据在传输过程中最后两个1都变成了0，问接收端能否发现？

采用CRC检验后，数据链路层的传输是否就变成了可靠的传输？

解答：根据CRC生成多项式，除数P=10011。用11010110110000，模2除P，余数即CRC检验序列为1110。

添加检验序列后为11010110111110，数据（注意是数据，不包括检验序列）在传输过程中最后一个1变成了0，则接收方收到的数据为11010110101110。除P得到的余数不为零（0011），发现差错。

若数据在传输过程中最后两个1都变成了0，则接收方收到的数据为11010110001110。除P得到的余数也不为零（0101），发现差错。

采用CRC检验仅能发现数据在传输过程中出现差错但并不能纠正差错，因此并不能实现可靠传输。

1. 要发送的数据为101110。采用CRC的生成多项式是。试求应添加在数据后面的余数。

解答：根据CRC的生成多项式，除数为1001，被除数为101110000，余数为011。

1. 停止等待协议需不需要为确认帧编号？试举例并画图说明理由。

解答：在往返时延很不确定的情况下，如果确认帧不编号，当超时重传时间大于实际的往返时延时，发送方会收到重复的确认帧，导致错误，如图所示的情况，会导致M2丢失。但在往返时延比较确定的情况下，由于超时时间总是大于往返时延，确认帧可无需编号。



1. 考虑0/1比特交替停止等待协议（序号只有一位的停止等待协议），假定发送方和接收方之间的链路会造成帧失序。请画图说明该协议将不能应对所有出错情况（协议错误地收下或丢弃数据）。

解答：如图所示，当链路造成帧失序时，0/1编号不足以区分迟到的失序帧，会导致错误。为解决该问题需要增大编号长度。（答案不唯一）



1. 信道带宽是4 kbit/s，传播延迟是20 ms，那么帧的大小在什么范围内时，停止等待协议才有至少50%的效率？

解答：帧大于160bit。

当发送一帧的时间等于信道传播延迟的2倍时，信道利用率是50%，也就是说，当发送一帧的时间等于来回路程的传播延迟时，效率是50%。由于20ms×2=40ms，现在发送速率是每秒4 000bit，即发送1bit需要0.25ms，40ms/(0.25ms/bit)=160bit。

1. 判断正误：“由于Go-Back-N协议采用的是累积确认，当某个确认分组丢失时，不一定会导致发送方重传”，并画图举例说明。

解答：正确。



1. 考虑GBN协议，当收到序号不对的分组，如果接收方仅仅将它们丢弃而不对最近按序接收的分组进行确认，会出现什么错误情况。请画图举例说明。

解答：假设窗口大小为4，发送方连续发送1, 2, 3, 4号帧，接收方全部正确接收，但返回的确认帧却全部丢失。当发送方超时重传1, 2, 3, 4号帧时，接收方会全部丢弃（接收方正等待接收5号帧），如果不对4号帧进行再确认，发送方会一直重传1, 2, 3, 4号帧。（图略）

1. 考虑在Go-Back-N协议中帧序号的长度问题，假设帧序号用3 bit，而发送窗口为8。试找出一种情况，使得在此情况下协议不能正确工作（考虑序号重用时造成的混乱，但不考虑信道失序情况）。

解答：设想在发送方的发送窗口内的序号为0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7，且全部发送出去了。而接收方的接收窗口内的序号为0。接收端若收到0号帧，则无法判断是新的0号帧还是重传的0号帧（当0到7号帧的确认帧全部丢失）。

1. 考虑选择重传协议中的上述问题，设编号用3 bit。再设发送窗口WT = 6 而接收窗口WR = 3。试找出一种情况，使得在此情况下协议不能正确工作。

解答：设想在发送窗口内的序号为0, 1, 2, 3, 4, 5，而接收窗口等待后面的6, 7, 0。接收端若收到0号帧，则无法判断是新帧或重传的（当确认帧丢失）。

1. 一条链路传输带宽为2 Mbps，长度为10000 km，信号传播速率为2.0 × 105 km/s，分组大小为100 B，忽略应答帧大小。如果采用停止等待协议，问最大吞吐率（实际可达的最高平均数据速率）是多少？信道利用率是多少？如果采用滑动窗口协议，要想达到最高吞吐率，发送窗口最小是多少？

解答：最大吞吐率7968 bps，信道利用率0.3984%。如果采用滑动窗口协议，要想达到最高吞吐率，发送窗口最小为251。

发送延迟=，传播延迟=(1000km)/(200km/ms)=50ms

1帧发送完后等待1个RTT，然后发另一帧。

周期长度=0.4ms+50ms×2=100.4ms，1个周期内发送1帧。

实际数据速率=(8×100b/帧×1帧)/100.4ms=7968bps。

信道利用率=7968bps/(2×106)bps=0.3984%。

如果采用滑动窗口协议，可连续发送的帧的个数为：

(周期长度)/(分组发送时间)=100.4ms/0.4ms=251。

所以，发送窗口最小为251。

1. 假定卫星信道的数据率为100 kbps，卫星信道的单程（即从发送方通过卫星到达接收方）传输时延为250 ms，每个数据帧长均为2000 b，忽略误码、确认字长、首部和处理时间等开销，为达到传输的最大效率，帧的序号至少多少位？此时信道最高利用率是多少？

解答：RTT=250×2ms=0.5s

1个帧的发送时间=2000b/100kbps=。

1个帧发送完后经过1个单程延迟到达接收方，再经过1个单程延迟发送方收到应答，从而可以继续发送，理想的情况是此时窗口信息刚发送完或还没有发送完。

假设窗口值等于x，令(2000bit×x)/(100kb/s)= +RTT=+0.5s=0.52s。

得x=26。

若要取得最大信道利用率，窗口值是26即可，在此条件下，可以不间断地发送帧，所以发送率保持在100kbps。

由于16<26<32，帧的顺序号应为5位。在使用后退N帧协议的情况下，最大窗口值是31，大于26，可以不间断地发送帧，此时信道利用率是100%。

1. 使用1个64 kbps的卫星通道（端到端的传输延迟是270 ms）发送512字节的数据帧（在一个方向上），而在另一方向上返回很短的确认帧。若滑动窗口协议的窗口大小分别为1、7、15和127时的最大吞吐率是多少？

解答：使用卫星信道，端到端的传输延迟是270ms，以64kbps发送，512字节长的数据帧占据通道的时间是，即64ms。

用t=0表示传输开始时间，那么在t=64ms时，第1帧发送完毕，t=64+270=334ms时，第1帧完全到达接收方，并开始返回很短的确认帧（发射时间忽略），t=334+270=604ms时，确认帧完全到达发送方。因此，周期等于604ms，需要窗口大小为604/64≈9个帧才能保持通道不空。

对于窗口值1，每604ms可发送4096位，吞吐率=4096/0.604≈6781bps，约为6.8kbps。

对于窗口值7，吞吐率=6781×7=47467bps，约为47.5kbps。

对于窗口值超过9帧（包括15帧和127帧的情况），吞吐率达到完全速率64kbps。

1. PPP协议的主要特点是什么？为什么PPP不使用帧的编号？PPP适用于什么情况？为什么PPP协议不能使数据链路层实现可靠传输？

解答：PPP协议的主要特点如下：

(1)简单，数据链路层的PPP协议非常简单，具有封装成帧、透明传输和差错检测功能，但向上不提供可靠传输服务。

(2)支持多种网络层协议，PPP协议能够在在同一条物理链路上同时支持多种网络层协议，如IP和IPX等。

(3)支持多种类型链路，PPP协议能够在多种类型的链路上运行。例如，串行的或并行的，同步的或异步的，低速的或高速的，电的或光的点对点链路。

(4)检测连接状态，PPP协议具有一种机制能够及时（不超过几分钟）自动检测出链路是否处于正常工作状态。

(5)网络层地址协商，PPP协议提供了一种机制使通信的两个网络层（例如，两个IP层）的实体能够通过协商知道或能够配置彼此的网络层地址。

帧的编号是可靠数据传输的基本机制，PPP不使用帧的编号是因为PPP不实现可靠数据传输。由于PPP没有编号和确认机制因此不能实现可靠数据传输，适用于线路质量较好的情况。

1. 一个PPP帧的数据部分（用十六进制写出）是7D 5E FE 27 7D 5D 7D 5D 65 7D 5E。试问真正的数据是什么（用十六进制写出）？

解答：转义符为7D，7D 5E还原为7E，7D 5D还原为7D，真正的数据为：7E FE 27 7D 7D 65 7E。

1. PPP协议使用同步传输技术传送比特串0110111111111100。试问经过零比特填充后变成怎样的比特串？若接收端收到的PPP帧的数据部分是0001110111110111110110，问删除发送端加入的零比特后变成怎样的比特串？

解答：填充比特后为011011111[0]11111[0]00（[]中是填充的比特）。删除比特后为000111011111[0]11111[0]110（[]中是删除的比特）。

1. PPP协议的工作状态有哪几种？当用户要使用PPP协议和ISP建立连接进行通信需要建立哪几种连接？每一种连接解决什么问题？

解答：PPP协议的工作状态有6种：链路静止、链路建立、鉴别、网络层协议、链路打开、链路终止。

首先要建立物理连接进入链路建立状态，然后是建立LCP链路，进行鉴别、NCP配置，最后进入链路打开状态，完成数据链路层连接的建立。

1. 局域网的主要特点是什么？为什么局域网采用广播通信方式而广域网不采用呢？

解答：局域网最主要的特点是：网络为一个单位所拥有，且地理范围和站点数目均有限。

由于局域网的该特点，采用广播信道方式十分简单方便。而广播通信方式需要解决共享信道问题，不利于连接覆盖地理范围非常大的大量用户，在广域范围内进行广播通信会造成通信资源的极大浪费，因此，广域网不采用广播通信方式。

1. 常用的局域网的网络拓扑有哪些种类？现在最流行的是哪种结构？

解答：常用的局域网的网络拓扑有星形网、环形网和总线网。现在最流行的是星形网。

1. 什么叫做传统以太网？以太网有哪两个主要标准？

解答：由于以太网的数据率已演进到每秒百兆比特、吉比特或甚至10吉比特，因此通常就用“传统以太网”来表示最早流行的10 Mbit/s速率的以太网。

以太网有两个标准：DIX Ethernet V2与IEEE的802.3标准。以太网是美国施乐(Xerox)公司的Palo Alto研究中心(简称为PARC)于1975年研制成功的。1980年9月，DEC公司、英特尔(Intel)公司和施乐公司联合提出了10 Mbit/s以太网规约的第一个版本DIX V1。1982年又修改为第二版规约，即DIX Ethernet V2，成为世界上第一个局域网产品的规约。在此基础上，IEEE 802委员会的802.3工作组于1983年制定了第一个IEEE的以太网标准IEEE 802.3，数据率为10 Mbit/s。

1. 试说明10BASE-T中的“10”、“BASE”和“T”所代表的意思。

解答：“10”代表10 Mbit/s 的数据率，BASE表示连接线上的信号是基带信号，T代表双绞线。

1. 以太网使用的CSMA/CD协议是以争用方式接入到共享信道。这与传统的时分复用TDM相比优缺点如何？

解答：当网络负载较轻，各站以突发方式发送数据时，碰撞的概率很小，CSMA/CD信道利用率和效率比较高，而TDM会浪费大量时隙，效率比较低。当网络负载很重时，采用CSMA/CD会导致大量碰撞，效率会大大下降，而TDM能保证每个站获得固定可用的带宽。

1. 在以太网帧中，为什么有最小帧长的限制？画图举例说明。

解答：CSMA/CD协议一个要点是当发送站正在发送时，若检测到冲突则立即中止发送，然后推后一段时间再发送。如果发送的帧太短，还没有来得及检测到冲突就已经发送完了，那么就无法进行冲突检测了，如图所示。因此，所发送的帧的最短长度应当要保证在发送完毕之前，必须能够检测到可能最晚来到的冲突信号。



1. 假设两个结点在一个速率为R的广播信道上同时开始传输一个长度为L的分组。用表示这两个结点之间的传播时延。如果，会出现信号冲突吗（信号的叠加）？这两个结点能检测到冲突吗？为什么？通过该问题你能得到什么结论？

解答：会出现冲突。在两结点中间的某段链路上这两个结点的发送的信号必然会叠加起来，导致在该段链路上的其它结点无法正确识别信号。但这两个结点自己却无法检测到冲突，因为已经发送完了分组以后另一结点发送的信号才能到达，即在这两结点的位置并无信号的叠加。为检测出碰撞，发送时延不能太短或传播时延不能太长。

1. 假定1 km长的CSMA/CD网络的数据率为1 Gbit/s。设信号在网络上的传播速率为200000 km/s。求能够使用此协议的最短帧长。

解答：端到端往返时延为(2 km) / (200000 km/s) = 10 μs，因此只有发送时延大于该往返时延才能保证检测出所有可能的碰撞。即，最短帧长为(1 Gbit/s)× (10 μs) = 10000 bit，即1250字节。

1. 以太网不要求收到数据的目的站发回确认，为什么？

解答：因为局域网信道的质量很好，因信道质量产生差错的概率是很小的，绝大多数的差错都来自媒体访问控制中的信号冲突，这通过冲突检测和重传来解决。其他差错的纠正由上面的高层来做。收端收到有差错的帧时，丢弃即可。

1. 有10个站连接到以太网上。试计算以下三种情况下每一个站所能得到的带宽。

(1) 10个站都连接到一个10 Mbit/s以太网集线器；

(2) 10个站都连接到一个100 Mbit/s以太网集线器；

(3) 10个站都连接到一个10 Mbit/s以太网交换机。

解答：若假定利用率为100%。(1)每个站平均得到1 Mbit/s带宽；(2)每个站平均得到10 Mbit/s带宽；(3)每个站可独占10 Mbit/s带宽；

1. 有一个使用集线器的以太网，每个站到集线器的距离为*d*，数据发送速率为*C*，帧长为12 500字节，信号在线路上的传播速率为 m/s。距离*d*为25 m或2500 m，发送速率为10 Mbit/s或10 Gbit/s。这样就有4种不同的组合。试利用式(3-4)分别计算这4种不同情况下参数*a*的数值，并进行简单讨论。

解答：

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | *d* = 25 m | | *d* = 2500 m | |
|  | *C* = 10 Mbit/s | *C* = 10 Gbit/s | *C* = 10 Mbit/s | *C* = 10 Gbit/s |
| *a* | 10–5 | 10–2 | 10–3 | 1 |

结果表明距离越大，速率越高则参数*a*越大。当帧长一定时，随着以太网的覆盖范围的增大和速率的提高，以太网的的信道利用率会降低。

1. 公式(3-5)表示，以太网的极限信道利用率与连接在以太网上的站点数无关。能否由此推论出：以太网的利用率也与连接在以太网上的站点数无关？请说明你的理由。

解答：以太网的极限信道利用率考虑的是一种最理想的情况，即假定以太网上的各站发送数据都不会产生碰撞。从概率上讲，最理想情况发生的概率极其小，因此是极限信道利用率。但实际上随着以太网上的站点数的增加，碰撞的概率会越来越大，信道的实际利用率也会越来越小。

1. 使用CSMA/CD协议时，若线路长度为100 m，信号在线路上传播速率为 m/s。数据的发送速率为1 Gbit/s。试计算帧长分别为512字节、1500字节和64 000字节时的参数*a*的数值，并进行简单讨论。

解答：参数*a*的数值分别为：0.122，0.0417和0.000 977。结果表明可用通过增大以太网的帧长来提高网络的信道利用率。但帧长过大会导致发送站占用信道时间过长，而其它站等待的时间太长，会降低系统的平均响应时间。因此标准的制定需要考虑各种因素。

1. 在以太网中，两个站发送数据冲突，不考虑其他站，它们再次冲突的概率是多少？最多两次重传就成功的概率是多少？

解答：再次冲突的概率为50%，需要两次重传才成功的概率为3/8 = 37.5%，因此最多两次重传就成功的概率为87.5%。

1. 在CSMA/CD中，为什么在检测到碰撞后要执行退避算法？再次重传碰撞为何要把随机选择退避时间的范围增加一倍？

解答：发生碰撞的站点不能在等待信道变为空闲后就立即再发送数据，因为会导致再次碰撞。因此，发生碰撞的站点在停止发送数据后，要推迟（这叫作退避）一个随机的时间再监听信道进行重传。如果连续多次发生冲突，往往表明可能有较多的站点参与争用信道，需要在比较大的范围内选择退避时间才能将各站点的选择的发送时间错开，避免再次冲突。因此，当重传又发生了碰撞，则将随机选择的退避时间范围扩大一倍，以减小再次碰撞的概率。

1. 简述局域网交换机与集线器的区别？

解答：(1)交换机工作在链路层，根据帧(链路层分组)的目的MAC地址进行转发；而集线器工作在物理层，仅是将端口接收到的比特转发到其他所有端口而不是对帧进行处理。(2) 集线器在转发一个帧中比特时，不对传输媒体进行检测，因此其连接起来的主机属于同一冲突域；但交换机在转发一个帧之前必须执行CSMA/CD算法（当连接集线器时），有隔离冲突域的功能。

1. 为什么集线器不能互连工作在不同速率的LAN网段，而以太网交换机却可以。

解答：集线器工作在物理层仅将电信号方大整形转发出去，不缓存整个以太网帧。而以太网交换机可以将整个以太网帧缓存到内存然后从输出端口以新的速率发送出去。

1. 10 Mbit/s以太网升级到100 Mbit/s、1 Gbit/s甚至40/100 Gbit/s时，都需要解决哪些技术问题？为什么以太网能够在发展的过程中淘汰掉自己的竞争对手，并使自己的应用范围从局域网一直扩展到城域网和广域网？

解答：首先是要规定新的物理层标准以提高发送速率。

其次，为了在数据发送速率提高时不降低网络的信道利用率（使参数*a*仍保持不变），同时为了向后兼容，不改变以太网的帧格式和最小帧长。100 Mbit/s以太网的争用期是5.12 μs，帧间最小间隔现在是0.96 μs，都是10 Mbit/s以太网的1/10，将一个网段的最大电缆长度减小到100m。而1 Gbit/s以太网为了不再减小最大电缆长度采用“载波延伸”和“分组突发”技术增大争用期，保持一个网段的最大电缆长度100m。10 Gbit/s以上以太网只工作在全双工方式，不再使用CSMA/CD协议，传输距离不再受碰撞检测的限制，因此可以将应用范围扩展到城域网和广域网。

以太网的以下特点使其在发展的过程中淘汰掉自己的竞争对手：

(1) 可扩展性（从10 Mbit/s到40/100 Gbit/s帧格式都保持不变）。

(2) 灵活性（支持多种媒体、全/半双工、共享/交换）。

(3) 易于安装。

(4) 稳健性好。

1. 以太网交换机有何特点？用它怎样组成虚拟局域网？

解答：以太网交换机实质上就是一个多接口网桥，和工作在物理层的转发器和集线器有很大的差别。此外，以太网交换机的每个接口通常都直接与一个单个主机或另一个交换机相连，并且一般都工作在全双工方式。当主机需要通信时，交换机能同时连通许多对的接口，使每一对相互通信的主机都能像独占通信媒体那样，无碰撞地传输数据。以太网交换机和透明网桥一样，也是一种即插即用设备，其内部的帧转发表也是通过自学习算法自动地逐渐建立起来的，能够隔离碰撞但转发所有的广播帧。以太网交换机由于使用了专用的交换结构芯片，其交换速率就较高。

虚拟局域网VLAN是由一些局域网网段构成的与物理位置无关的逻辑组。利用以太网交换机可以很方便地实现虚拟局域网VLAN，连接到同一交换机的不同主机可以被划分到不同的VLAN中（最常用的技术是根据交换机的端口来划分VLAN），这些VLAN在逻辑上看起来就像一些独立的LAN，互相不能直接通信。当VLAN跨越多个交换机时，需要在以太网的帧格式中插入一个4字节的标识符，称为VLAN标记(tag)，指明发送该帧的主机属于哪一个VLAN。

1. 网桥的工作原理和特点是什么？网桥与转发器以及以太网交换机有何异同？

解答：网桥工作在数据链路层，根据MAC帧的目的地址向目的主机所连接的端口进行转发，采用存储转发方式，转发时在接口执行CSMA/CD协议。网桥能隔离碰撞域，但转发所有的广播帧。

网桥与转发器最大的区别就是工作的层次不同。网桥工作在数据链路层，根据MAC帧的目的MAC地址进行转发；而转发器工作在物理层，用于连接电缆扩大网络覆盖范围，转发器仅仅将一个端口输入的信号放大整形转发到另一个端口，并不识别帧，也不执行CSMA/CD协议。

以太网交换机实质上就是一个多接口网桥，通常直接与主机或另一个交换机相连，并且一般都工作在全双工方式。而网桥通常用于将两个独立的局域网网段连接成一个局域网。

1. 图3-49表示有五个站分别连接在三个局域网上，并且用网桥B1和B2连接起来。每一个网桥都有两个接口（1和2）。在一开始，两个网桥中的转发表都是空的。以后有以下各站向其他的站发送了数据帧：A发送给E，C发送给B，D发送给C，B发送给A。试把有关数据填写在表3-3中。



图3-49 习题3-41的图

表3-3 习题3-41的表

解答：

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 发送的帧 | B1的转发表 | | B2的转发表 | | B1的处理  (转发？丢弃？登记？) | B2的处理  (转发？丢弃？登记？) |
| 地址 | 接口 | 地址 | 接口 |
| A → E | A | 1 | A | 1 | 转发，写入转发表 | 转发，写入转发表 |
| C → B | C | 2 | C | 1 | 转发，写入转发表 | 转发，写入转发表 |
| D → C | D | 2 | D | 2 | 写入转发表，丢弃不转发 | 转发，写入转发表 |
| B → A | B | 1 | ― | － | 写入转发表，丢弃不转发 | 接收不到这个帧 |

1. 网桥中的转发表是用自学习算法建立的。如果有的站点总是不发送数据而仅仅接收数据，那么在转发表中是否就没有与这样的站点相对应的项目？如果要向这个站点发送数据帧，那么网桥能够把数据帧正确转发到目的地址吗？

解答：如果有的站点总是不发送数据而仅仅接收数据，那么在转发表中就没有与这样的站点相对应的项目。如果要向这个站点发送数据帧，网桥通过向所有接口转发把数据帧正确转发到目的地址。

1. 假设结点A、B和C都连接到同一个共享式以太网上（通过它们的适配器）。如果A发送上千个IP数据报给B，每个封装的帧都是B的MAC地址，C的适配器会处理这些帧吗？如果会，C的适配器会将这些帧中的IP数据报传递给C的IP协议软件吗？如果A用MAC广播地址来发送帧，你的答案会有怎样的变化？

解答：第1问，会，因为同一个广播LAN上，所有适配器都会接收到这些帧，并检测该帧的目的MAC地址。第2问，不会，因为适配器仅将目的MAC地址为自己或广播地址的帧中的数据提交给主机。第3问，适配器会将广播帧中的IP数据报交给主机的IP协议软件去处理，但C的IP协议软件会丢弃该报文。

1. 在以太网帧结构中有一个“类型”字段，简述其作用，在PPP帧的首部中哪个字段的功能与之最接近？

解答：该字段指明了以太网帧中的数据部分应交给哪个网络层协议或上层协议，如是IP协议还是ARP协议。PPP帧的首部中的“协议”字段的功能与之最接近。

1. 无线局域网的MAC协议有哪些特点？为什么在无线局域网中不能使用CSMA/CD协议而必须使用CSMA/CA协议？结合隐蔽站问题说明RTS帧和CTS帧的作用。

解答：无线局域网的MAC协议是CSMA/CA（载波监听多点接入/碰撞避免）。不使用CSMA/CD的原因是：(1) 要实现碰撞检测，就必须在发送信号的同时接收也接收信号。这对于有线网络是很容易的事，但在无线网络中，接收信号的强度会远远小于发送信号的强度，因此实现碰撞检测的代价较大。(2) 另一方面，即使实现了碰撞检测，但由于隐蔽站问题发送站也无法检测到所有的碰撞。因此，无线局域网不使用CSMA/CD协议而是使用CSMA/CA协议，尽可能减少碰撞。由于不可能避免所有的碰撞，CSMA/CA通过确认机制实现可靠数据传输。

无线局域网的MAC协议的特点是：(1)由于不实现碰撞检测，要尽可能减少碰撞。因此在监听信道时，若信道忙要执行退避算法，而不是像CSMA/CD一直坚持监听直到信道空闲。(2)由于不可能避免所有的碰撞，同时无线信道误码率比较高，无线局域网的MAC协议采用停止等待协议，保证数据链路层数据传输的可靠性。(3)为进一步减少碰撞的概率，还采用了虚拟载波监听机制，让源站把它要占用信道的时间（包括目的站发回确认帧所需的时间）及时通知给所有其他站，以便使其他所有站在这一段时间都停止发送数据，这样就大大减少了碰撞的机会。(4)标准规定了不同长度的帧间间隔。高优先级帧需要等待的时间较短，低优先级帧等待的时间较长。若低优先级帧还没来得及发送而其他站的高优先级帧已发送到媒体，则媒体变为忙态因而低优先级帧就只能再推迟发送了。这样就减少了发生碰撞的机会。

隐蔽站问题如下图所示，站A和C同时向B发送数据。但A和C相距较远，彼此都接收不到对方发送的信号。当A和C都检测不到对方的无线信号时，就认为现在无线信道是空闲的，因而都向B发送数据。结果B同时收到A和C发来的数据，发生了碰撞。可见，在无线局域网中，即使在发送数据前未检测到传输媒体上有信号，也不能保证数据能够发送成功。为了更好地解决隐蔽站带来的碰撞问题，802.11允许要发送数据的站对信道进行预约。源站（如A）争取到信道后在发送数据帧之前先发送一个短的控制帧，叫做请求发送RTS（Request To Send），它包括源地址、目的地址和这次通信（包括相应的确认帧）所需的持续时间。若目的站（如B）正确收到源站发来的RTS帧，且媒体空闲，就发送一个响应控制帧，叫做允许发送CTS (Clear To Send)，它也包括这次通信所需的持续时间（从RTS帧中将此持续时间复制到CTS帧中）。源站收到CTS帧后，再等待一段时间SIFS后发送其数据帧。若目的站正确收到了源站发来的数据帧，在等待时间SIFS后，就向源站发送确认帧ACK。在A的作用范围内的所有其他站监听到RTS后，执行虚拟载波监听，在A和B通信期间不会发送数据。在A的作用范围外，但在B的作用范围内的其他站（如C），虽然收不到A的RTS，但能收到B的CTS，因此C知道A和B将要通信，并在A和B通信期间也不会发送数据。



1. 为什么在无线局域网上发送数据帧后要对方必须发回确认帧，而以太网就不需要对方发回确认帧？

解答：由于无线局域网的MAC协议不进行碰撞检测，而且无线信道易受干扰，导致大量帧因为碰撞或其他干扰不能被目的站正确接收，因此在无线局域网上发送数据帧后要对方必须发回确认帧，若超时收不到确认，则进行重传。而在以太网有线网络中，可以很容易实现碰撞检测，当信号碰撞时能及时检测到并进行重传。而如果信号不碰撞，在有线网络中误码率是非常低的，因此没有必要实现可靠数据传输。

1. 802.11的MAC协议中的SIFS和DIFS的作用是什么？

解答：标准规定两种长度的帧间间隔是为了实现不同类型帧的发送优先级。高优先级帧等待的时间较短，低优先级帧等待的时间较长。若低优先级帧还没来得及发送而其他站的高优先级帧已发送到媒体，则媒体变为忙态因而低优先级帧就只能再推迟发送了。

SIFS，即短帧间间隔，用来分隔开属于一次对话的各帧，保证一次会话不会被低优先级的帧所打断。使用SIFS的帧类型有ACK帧、CTS帧（在本节后面有介绍）、由过长的MAC帧分片后的数据帧，以及所有回答AP探询的帧和在PCF方式中接入点AP发送出的任何帧。DIFS，即分布协调功能帧间间隔，它比SIFS的帧间间隔要长得多，在DCF方式中用来发送数据帧和管理帧。

1. 试解释无线局域网中的名词：BSS、ESS、AP、DCF和NAV。

解答：

BSS (Basic Services Set)，基本服务集，是无线局域网的最小构件。一个基本一个BSS包括一个基站和若干个移动站。

ESS (Extended Service Set)，扩展的服务集。一个基本服务集可以通过接入点AP连接到一个分配系统DS (Distribution System)，然后再连接到另一个基本服务集，这样就构成了一个扩展的服务集。

AP (Access Point)，接入点，就是基本服务集BSS中的基站。所有站要和本BSS以外的站通信时都必须通过本BSS的基站，一个基本服务集可以通过接入点AP连接到一个分配系统DS (Distribution System)，然后再连接到另一个基本服务集，这样就构成了一个扩展的服务集。

DCF (Distributed Coordination Function)，分布协调功能。802.11的MAC层包括两个子层。在下面的一个子层是分布协调功能。DCF向上提供争用服务，让各个站通过争用信道来获取发送权。

NAV (Network Allocation Vector)，网络分配向量，是一个各站维护的内部状态变量，指出信道处于忙状态的持续时间。当一个站检测到正在信道中传送的MAC帧首部的“持续时间”字段时，就调整自己的网络分配向量NAV。

1. Wi-Fi和WLAN是完全相同的意思吗？请简单说明一下。

解答：在概念上并不完全相同。Wi-Fi（Wireless Fidelity，即无线保真度）是IEEE 802.11无线局域网的代名词。从理论上讲，不采用IEEE 802.11标准的无线局域网不能称为Wi-Fi，但实际上目前流行的无线局域网都是IEEE 802.11系列标准。因此，在当前，Wi-Fi几乎成为了无线局域网WLAN的同义词。