

Chapter 4

Making Networks Work

Standards and Standards Bodies

Learning Objectives



- สามารถบอกร่างมาตรฐานที่สำคัญได้
- สามารถอธิบายเกี่ยวกับกระบวนการของมาตรฐานได้
- บอกได้ว่าหน่วยงานใดทำการตัดสินใจในการสร้างมาตรฐานได้

Learning Objectives

00010101101110101
00110010101001001
001011010010010101

- เข้าใจและอธิบายรูปแบบการอ้างอิง OSI
- เข้าใจและอธิบายมาตรฐาน IEEE 802 เครือข่ายรูปแบบและมาตรฐานที่เกี่ยวข้อง
- อธิบายชั้นรูปแบบการอ้างอิง OSI และความสัมพันธ์กับเครือข่ายฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์

Standards Bodies



- ANSI
- CCITT
- EIA/TIA
- IAB/IETF
- IEEE
- ISO
- OMG
- TOG
- W3C

- American National Standards Institute
- เผยแพร่มาตรฐานภาษาคอมพิวเตอร์วิธีการสื่อสารและเทคโนโลยีเครือข่าย
- มาตรฐานที่สำคัญอื่น ๆ รวมถึงเครือข่าย:
 - X3.135 SQL Methods
 - X3.92 Encryption
 - SONET

- คณะกรรมการที่ปรึกษาด้านโทรศัพท์และโทรเลขระหว่างชาติ
(International Telephone and Telegraph Consultative Committee)
- องค์การมาตรฐานระหว่างประเทศ
- จัดทำมาตรฐานหลักด้านการสื่อสาร
 - X.25 Data Network, V.27 Fax, V.90 Modems
 - X.400 Message Handling, X.500 Directory Services
- หน่วยงานที่ดูแล CCITT คือ International Telecommunications Union (ITU) ได้เปลี่ยนชื่อ CCITT เป็น ITU-T แล้ว

- Internet Architecture Board
- ควบคุมระบบอินเทอร์เน็ตและรวมถึงกลุ่มอื่นๆ ที่สำคัญ
 - IETF – Requests for Comments
 - InterNIC – Domain Registration Services
 - IANA – IP Address Space

- Institute of Electrical and Electronics Engineers
- กำหนดมาตรฐานด้านเครือข่ายทางกายภาพและตรรกภาพจำนวนมาก
 - Ethernet, Token, Ring
 - โยแก้วนำแสงและใยสายน
 - Metropolitan
- ร่วมกับ ANSI และ ISO

- International Organization for Standardization
- มีการส่งตัวแทนของหลายประเทศเข้าร่วมเป็นคณะกรรมการ - โดยร่างมาตรฐานของตัวเอง
 - U.S. – ANSI
 - U.K. – British Standards Institute

- Object Management Group
- สร้างองค์กรจากภาคอุตสาหกรรมและภาคการศึกษา
- หน้าที่หลักเกี่ยวกับการกำหนดมาตรฐานการเขียนโปรแกรมภาษาที่รองรับแอปพลิเคชันไคลเอนต์เซิร์ฟเวอร์
- OMA & CORBA

- The Open Group
- ส่งเสริมข้อกำหนดซอฟต์แวร์ระบบเปิด
- SQL, DCE, DME, X-Windows, NFS, CDE

- World Wide Web Consortium
- มาตรฐาน Web programming
 - HTML, XML, HTTP, etc.



- อินเทอร์เน็ต Engineering Task Force (IETF) เป็นประชาคมเปิดระหว่างประเทศขนาดใหญ่ของนักออกแบบเครือข่ายผู้ประกอบการ ผู้ขายและนักวิจัย ที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาการของสถาปัตยกรรมอินเทอร์เน็ตและการดูแลระบบอินเทอร์เน็ต เปิดให้บุคคลที่สนใจเข้าร่วมได้
- งานทางเทคนิคที่เกิดขึ้นจริงของ IETF จะทำในขณะทำงาน ซึ่งมีการจัดตามหัวข้อลงในหลายพื้นที่ (เช่น routing, transport, security, etc.) การทำงานส่วนมากการดำเนินการผ่านทาง [mailing lists](#) IETF มีการประชุมสามครั้งต่อปี
- www.ietf.org



- การพัฒนามาตรฐานในกลุ่ม โดยมีการส่งคำร้องขอเริ่มต้นเพื่อให้แสดงความคิดเห็นที่นำเสนอสำหรับการอภิปราย
- ปัจจุบัน(ปี 2015) มีดัชนีของ RFC 7639
- รายการ RFC # 1 ลงวันที่ 7 เมษายน 1969

OSI and 802 Networking Models

OSI

- เสนอโดย International Standards Organization (ISO)
- ใช้กันอย่างแพร่หลาย
- อุปกรณ์เครือข่ายคำศัพท์ที่สำคัญ

IEEE 802

- ชุดมาตรฐานที่มีบทบาทสำคัญของมาตรฐานเครือข่าย
- ครอบคลุมทุกประเภทของเครือข่าย
- เป็นมาตรฐานแบบปลายเปิด; ช่วยให้การเพิ่มของชนิดใหม่ๆ ของเครือข่าย

Role of a Reference Model

100010101101110101
00110010101001001
001011010010010101



- ช่วยในเรื่องกำหนดกรอบของการอ้างอิง
- โดยแบ่งเครือข่ายออกเป็นชุดของการเชื่อมต่อระหว่างกัน แต่ไม่ต่อเนื่องกัน ในพื้นที่เฉพาะ

Protocol Stacks



- ให้ซอฟต์แวร์ที่ทำให้คอมพิวเตอร์ในการสื่อสารข้ามเครือข่าย
- โปรโตคอล + ไดรเวอร์ = การเข้าถึงเครือข่าย

Most Common Protocol Stacks



- Transmission Control Protocol/Internet Protocol (TCP/IP)
- Internetwork Packet eXchange/Sequenced Packet eXchange (IPX/SPX)
- NetBIOS Enhanced User Interface (NetBEUI)
- AppleTalk
- Systems Network Architecture (SNA)



- แบ่งเครือข่ายการสื่อสารเป็นชุดของงานและกิจกรรม (layers) ที่เชื่อมต่อกัน
- สร้างวิธีการที่จะแก้ปัญหาใหญ่ๆ โดยการแบ่งปัญหาไปเป็นชุดของปัญหามินิเจอร์ ที่มีวิธีการแก้ปัญหของแต่ละปัญหา

OSI Reference Model Structure

00010101101110101
00110010101001001
001011010010010101

- แต่ละชั้นมีการกำหนดชุดหน้าที่ของตัวเอง
- ชั้นสื่อสารและมีปฏิสัมพันธ์กับชั้นบนและด้านล่าง

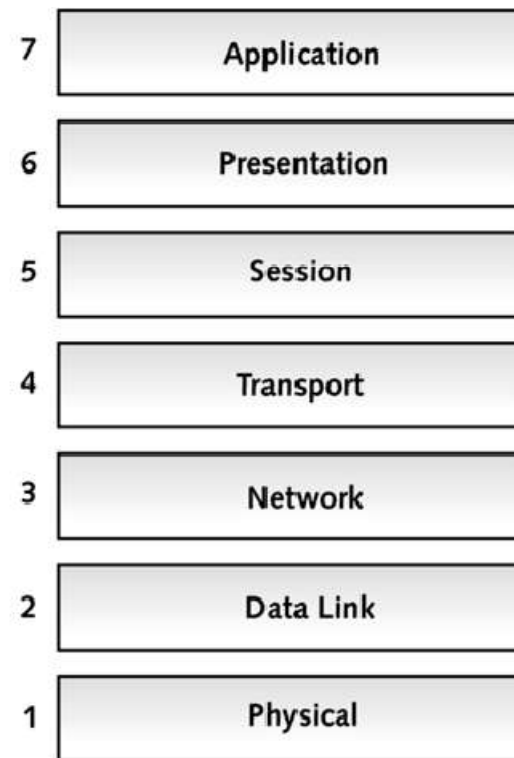
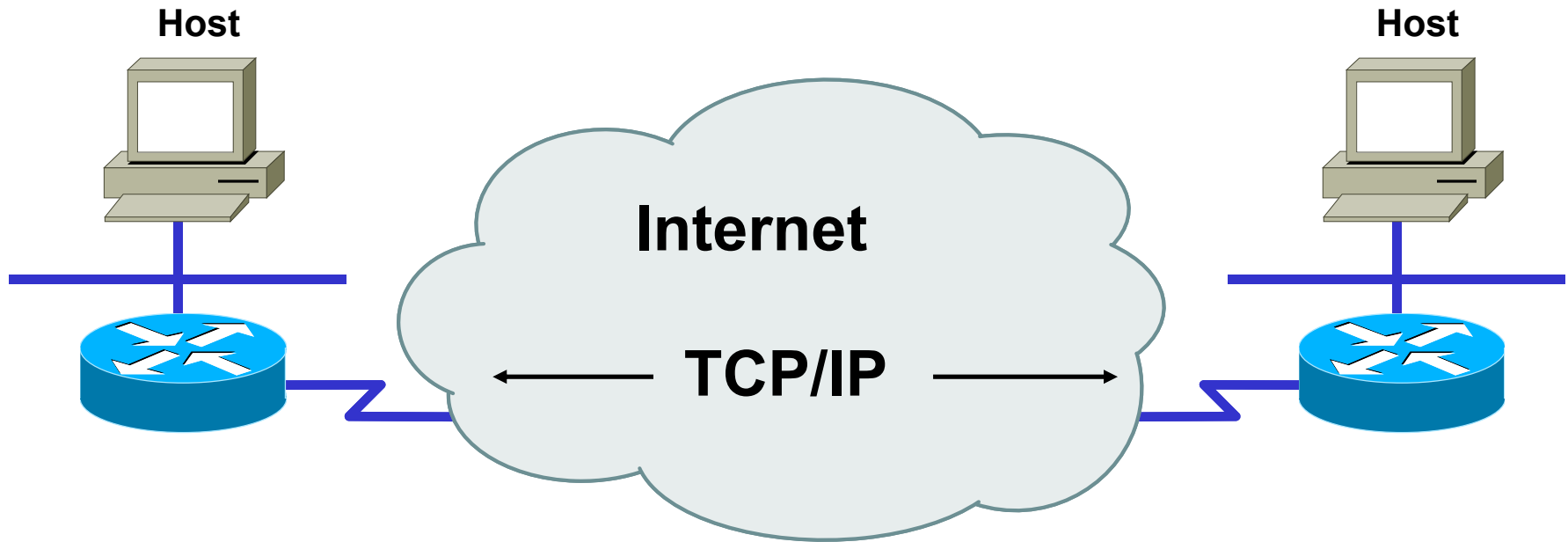
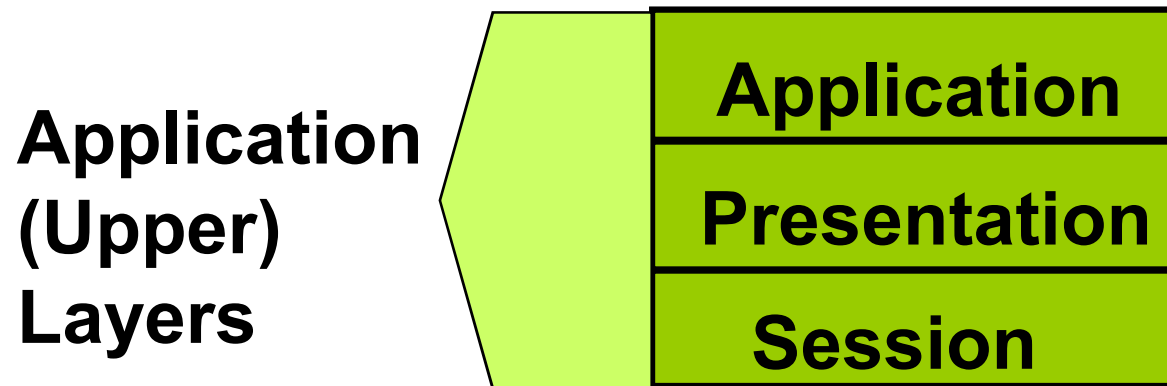


Figure 5-1 Seven layers of the OSI reference model

Introduction to TCP/IP

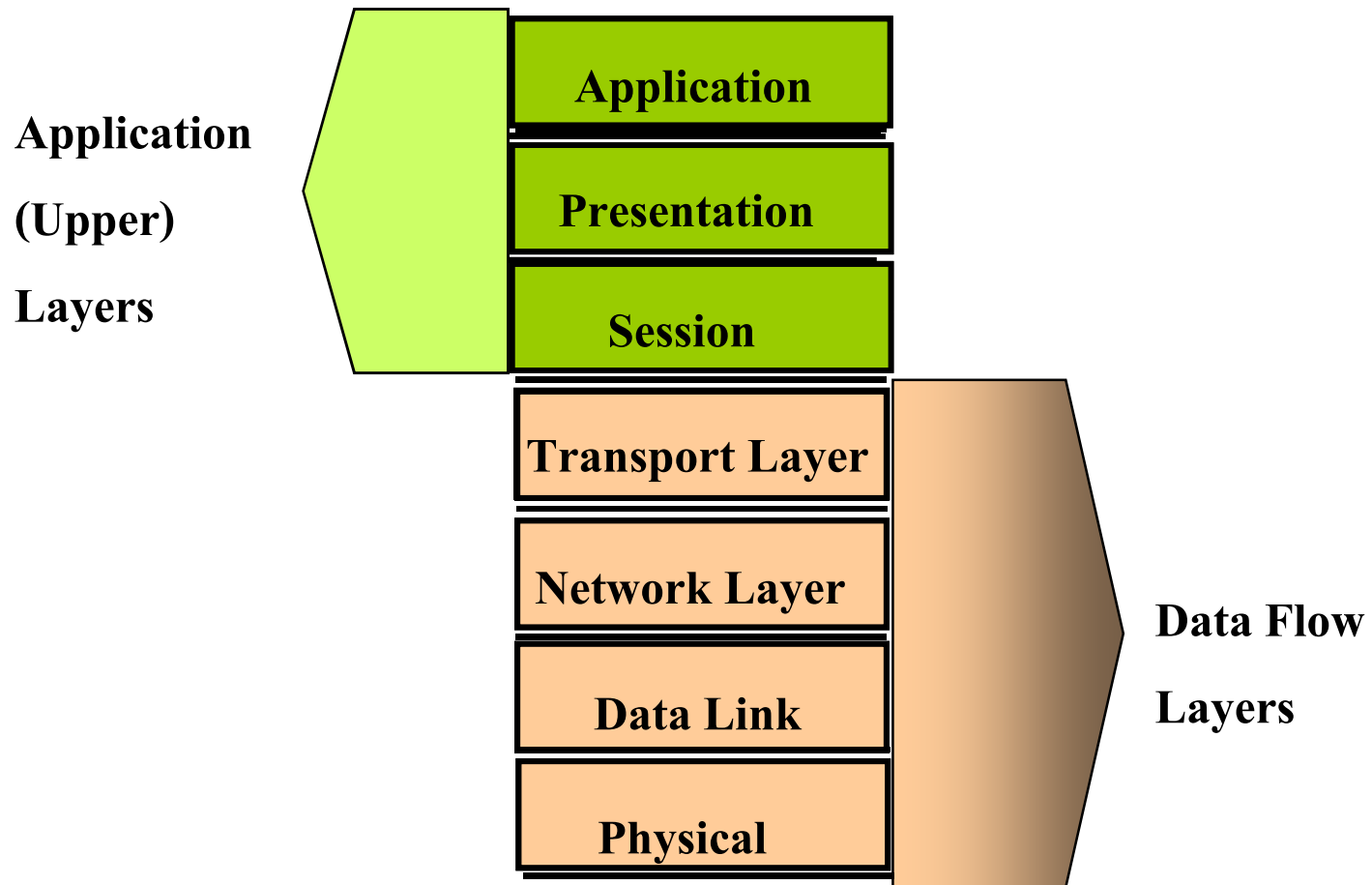


- Early protocol suite
- Universal



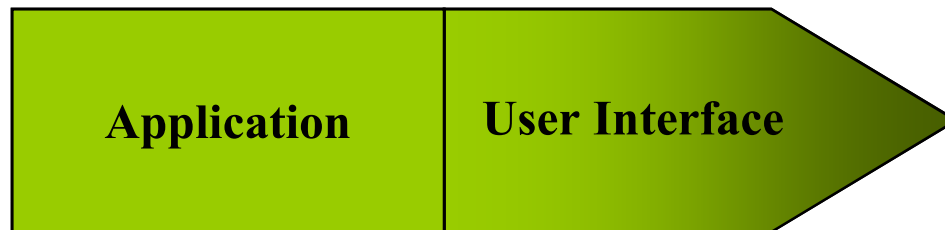
OSI Model Overview

00010101101110101
00110010101001001
001011010010010101



Role of Application Layers

0100010101101110101
100110010101001001
001011010010010101

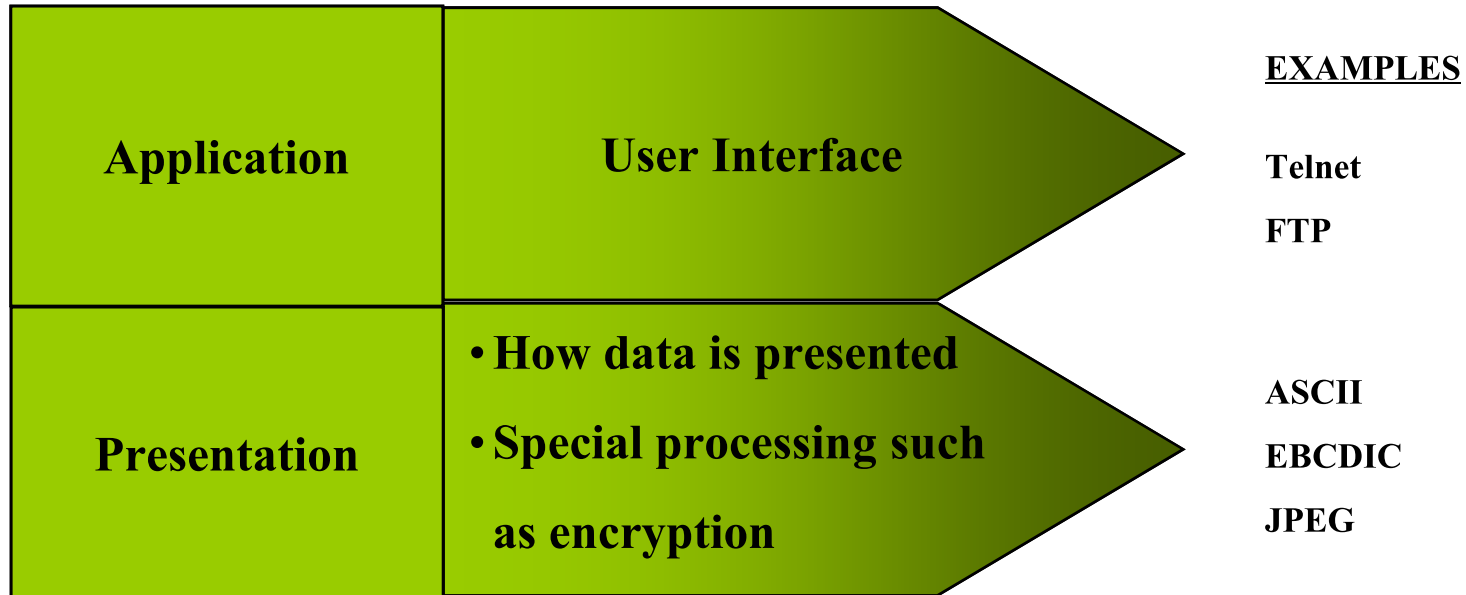


EXAMPLES

Telnet

FTP

Role of Application Layers



Role of Application Layers

EXAMPLES

Application	User Interface	Telnet FTP
Presentation	<ul style="list-style-type: none">• How data is presented• Special processing such as encryption	ASCII EBCDIC JPEG
Session	Keeping different applications' data separate	Operating System/ Application Access Scheduling

Role of Application Layers

EXAMPLES

Application	User Interface	Telnet FTP
Presentation	<ul style="list-style-type: none">• How data is presented• Special processing such as encryption	ASCII EBCDIC JPEG
Session	Keeping different applications' data separate	Operating System/ Application Access Scheduling
Transport Layer		
Network Layer		
Data Link		
Physical		



EXAMPLES



Role of Data Flow Layers



EXAMPLES

Data Link	<ul style="list-style-type: none">• Combines bits into bytes and bytes into frames• Access to media using MAC address• Error detection not correction	802.3 / 802.2 HDLC
Physical	<ul style="list-style-type: none">• Move bits between devices• Specifies voltage, wire speed and pin-out cables	EIA/TIA-232 V.35

Role of Data Flow Layers



EXAMPLES

Network	Provide logical addressing which routers use for path determination	IP IPX
Data Link	<ul style="list-style-type: none">• Combines bits into bytes and bytes into frames• Access to media using MAC address• Error detection not correction	802.3 / 802.2 HDLC
Physical	<ul style="list-style-type: none">• Move bits between devices• Specifies voltage, wire speed and pin-out cables	EIA/TIA-232 V.35

Role of Data Flow Layers

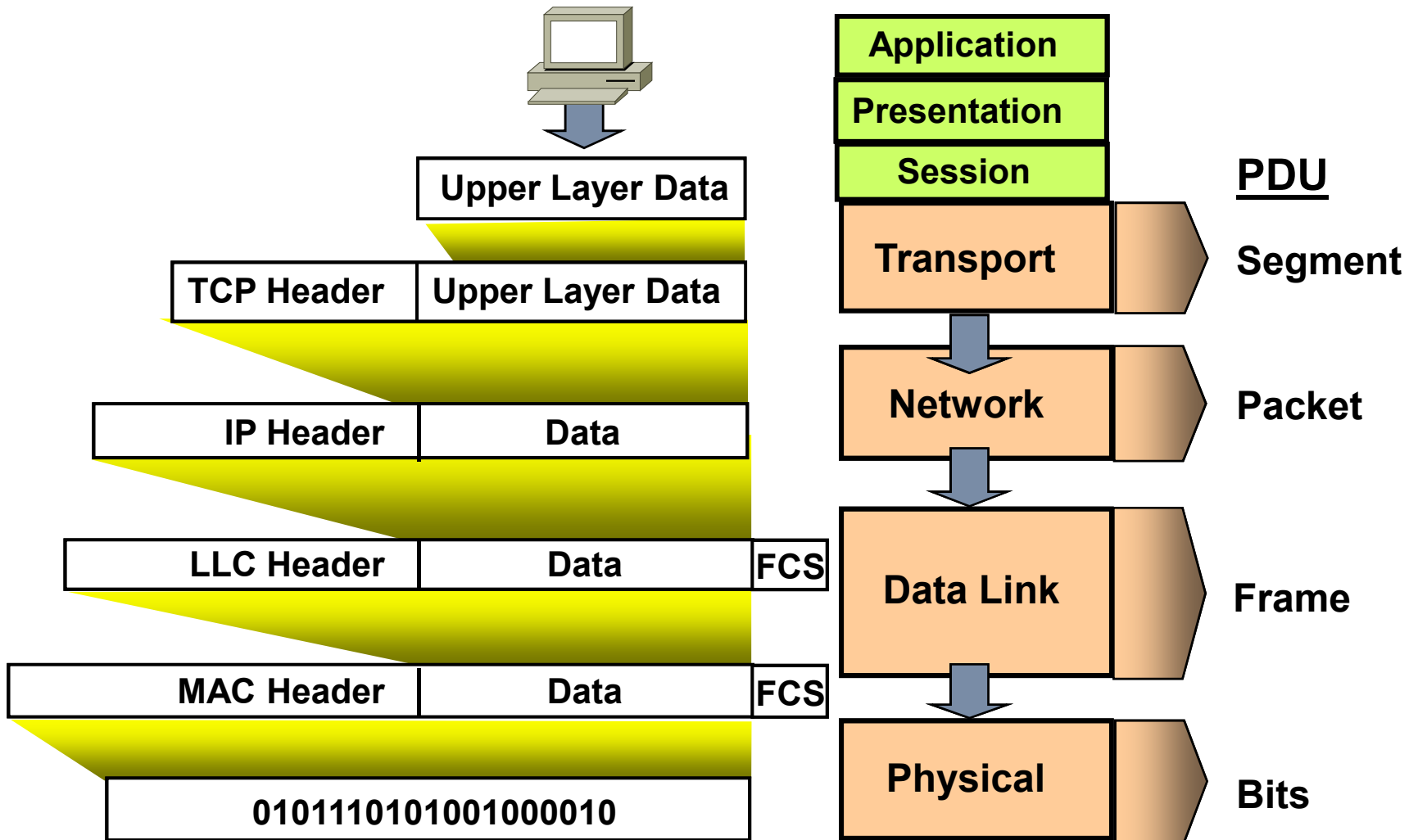
EXAMPLES

Transport	<ul style="list-style-type: none">• Reliable or unreliable delivery• Error correction before retransmit	TCP UDP SPX
Network	Provide logical addressing which routers use for path determination	IP IPX
Data Link	<ul style="list-style-type: none">• Combines bits into bytes and bytes into frames• Access to media using MAC address• Error detection not correction	802.3 / 802.2 HDLC
Physical	<ul style="list-style-type: none">• Move bits between devices• Specifies voltage, wire speed and pin-out cables	EIA/TIA-232 V.35

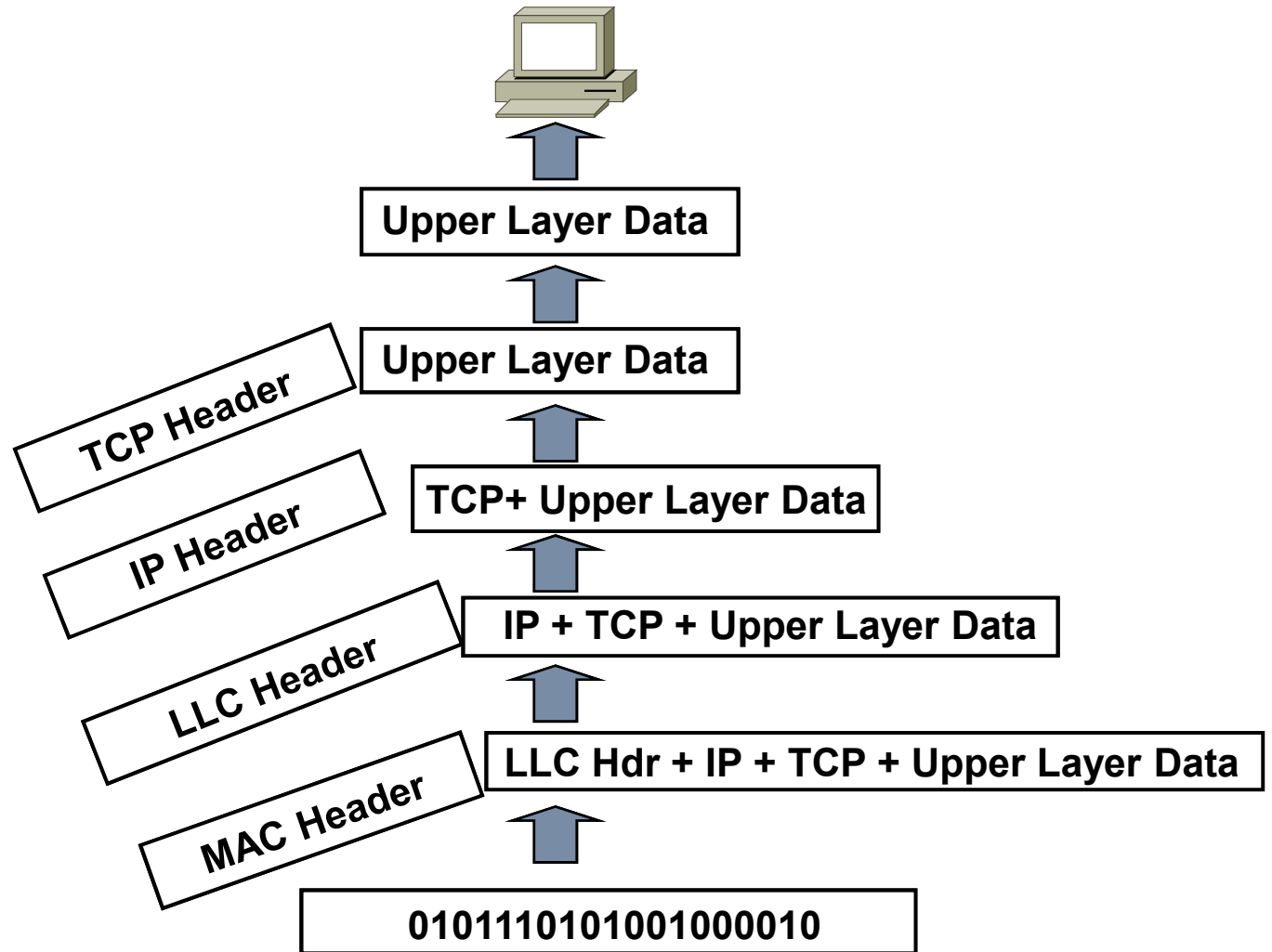
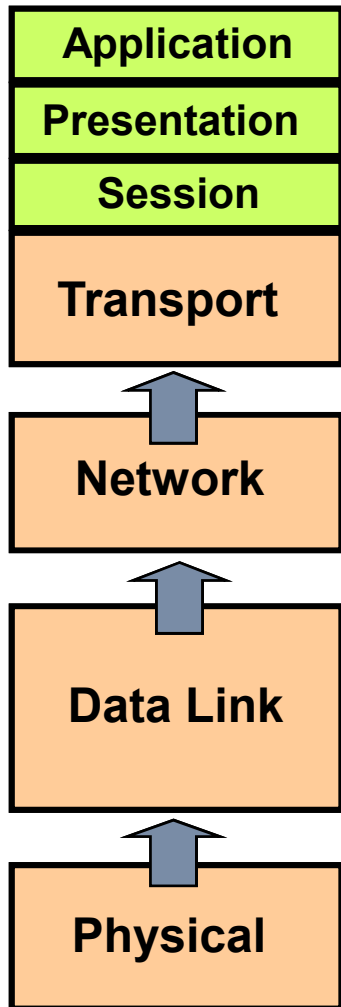
Role of Data Flow Layers

Application		
Presentation		
Session		<u>EXAMPLES</u>
Transport	<ul style="list-style-type: none">• Reliable or unreliable delivery• Error correction before retransmit	TCP UDP SPX
Network	Provide logical addressing which routers use for path determination	IP IPX
Data Link	<ul style="list-style-type: none">• Combines bits into bytes and bytes into frames• Access to media using MAC address• Error detection not correction	802.3 / 802.2 HDLC
Physical	<ul style="list-style-type: none">• Move bits between devices• Specifies voltage, wire speed and pin-out cables	EIA/TIA-232 V.35

Encapsulating Data



De-encapsulating Data



Written Exercise: OSI Model

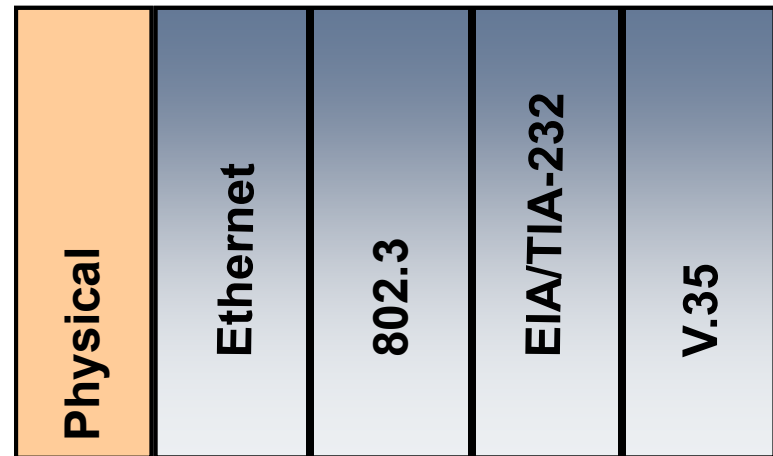
00010101101110101
00110010101001001
001011010010010101

OSI Model	PDU	Functional Responsibilities	Examples
Application			
Presentation			
Session			
Transport			
Network			
Data Link			
Physical			

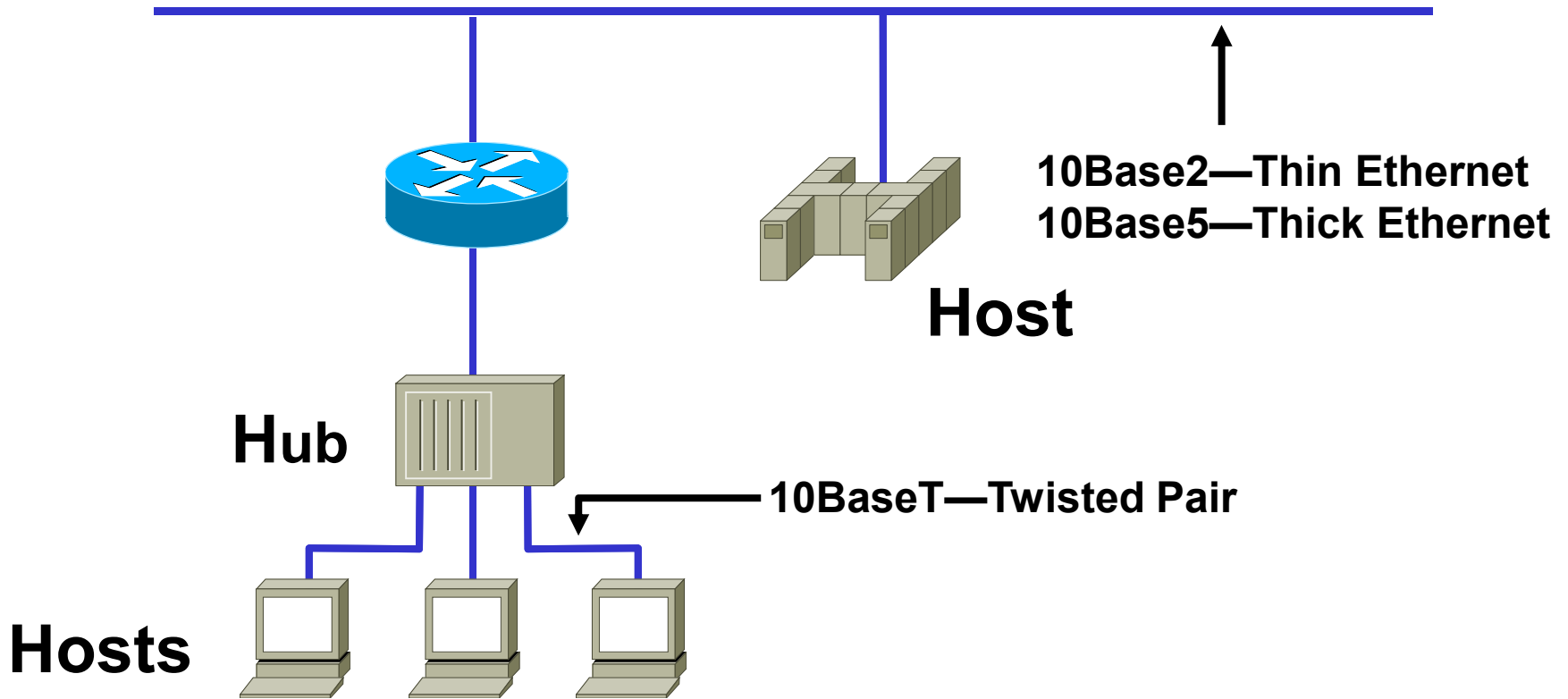


Defines

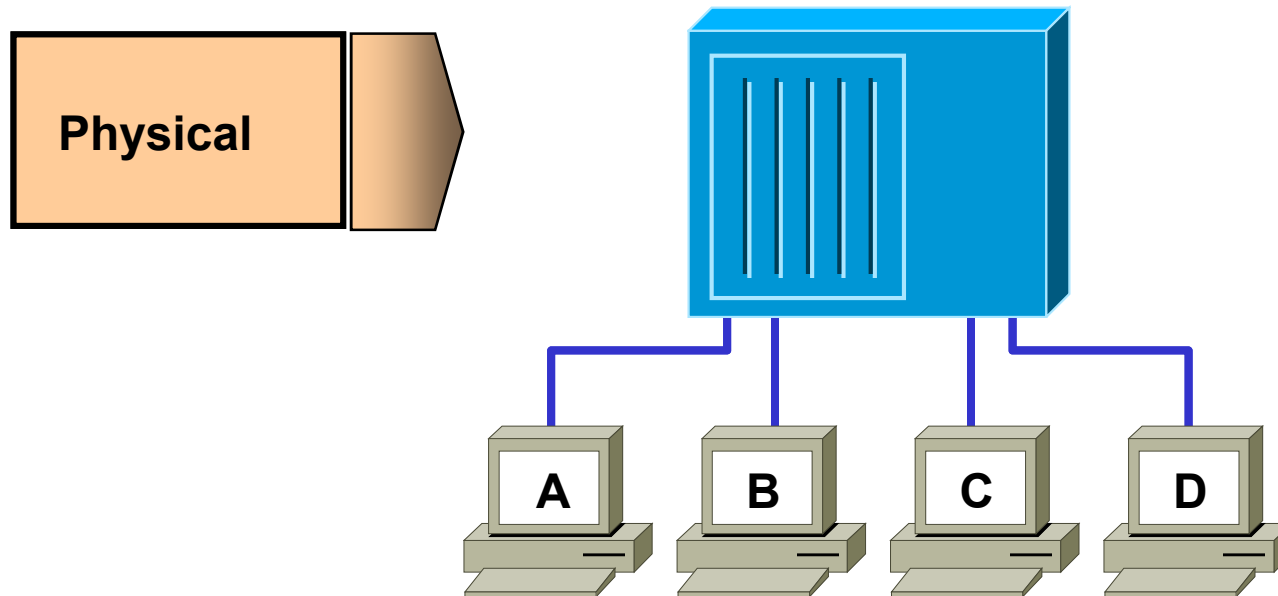
- **Media type**
- **Connector type**
- **Signaling type**



Physical Layer: Ethernet/802.3



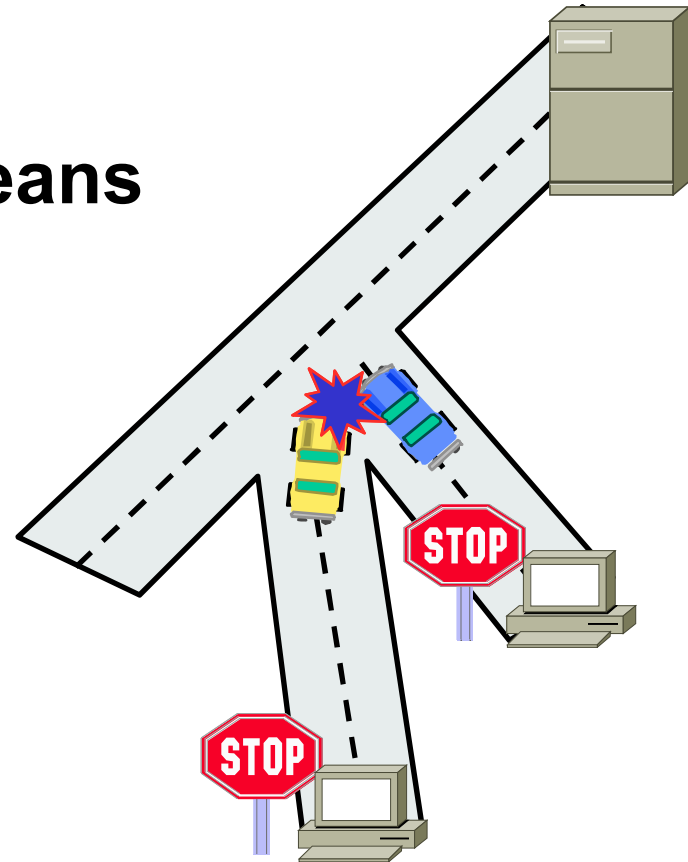
Hubs Operate at Physical layer



- **All devices in the same collision domain**
- **All devices in the same broadcast domain**
- **Devices share the same bandwidth**

Hubs: One Collision Domain

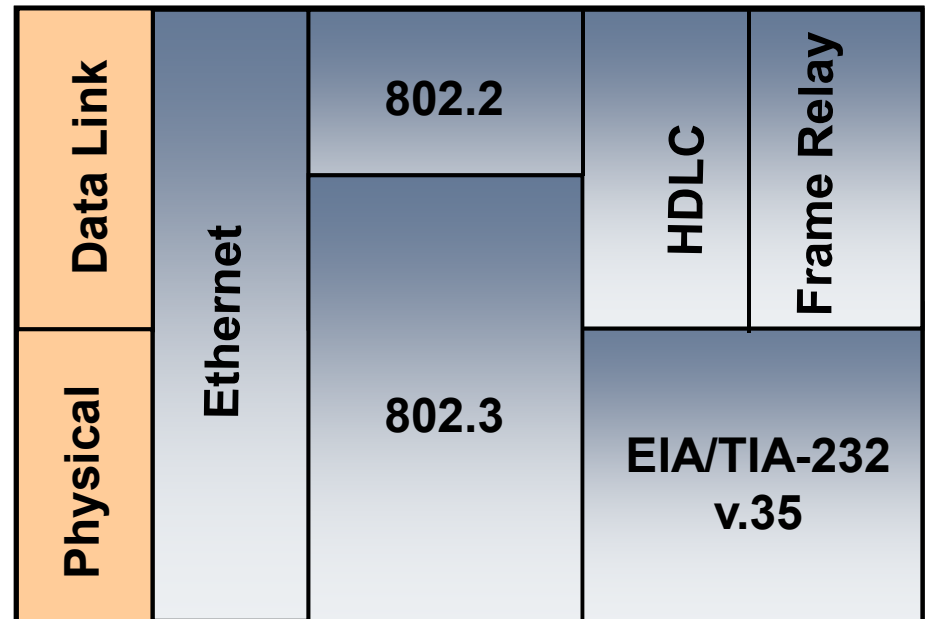
- More end stations means more collisions
- CSMA/CD is used



Data Link layer Functions

■ Defines

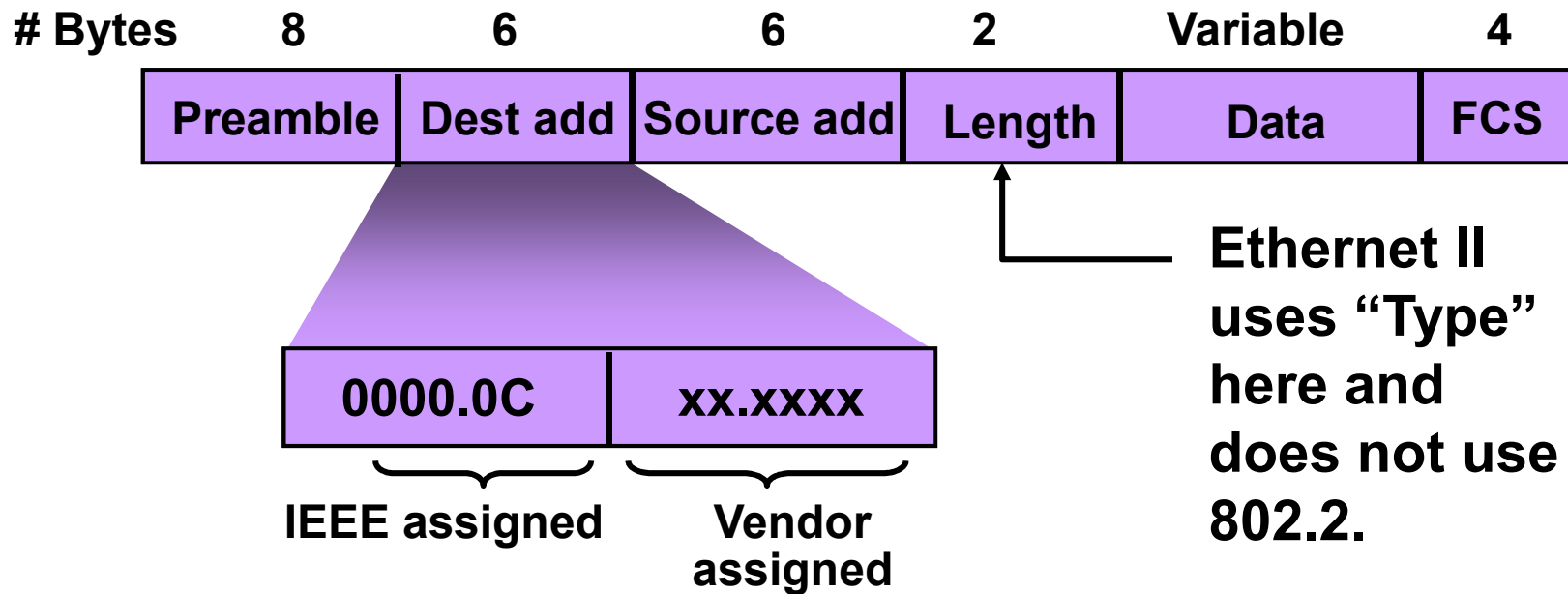
- Physical source and destination addresses
- Higher layer protocol (Service Access Point) associated with frame
- Network topology
- Frame sequencing
- Flow control
- Connection-oriented or connectionless



Data Link Layer Functions (cont.)

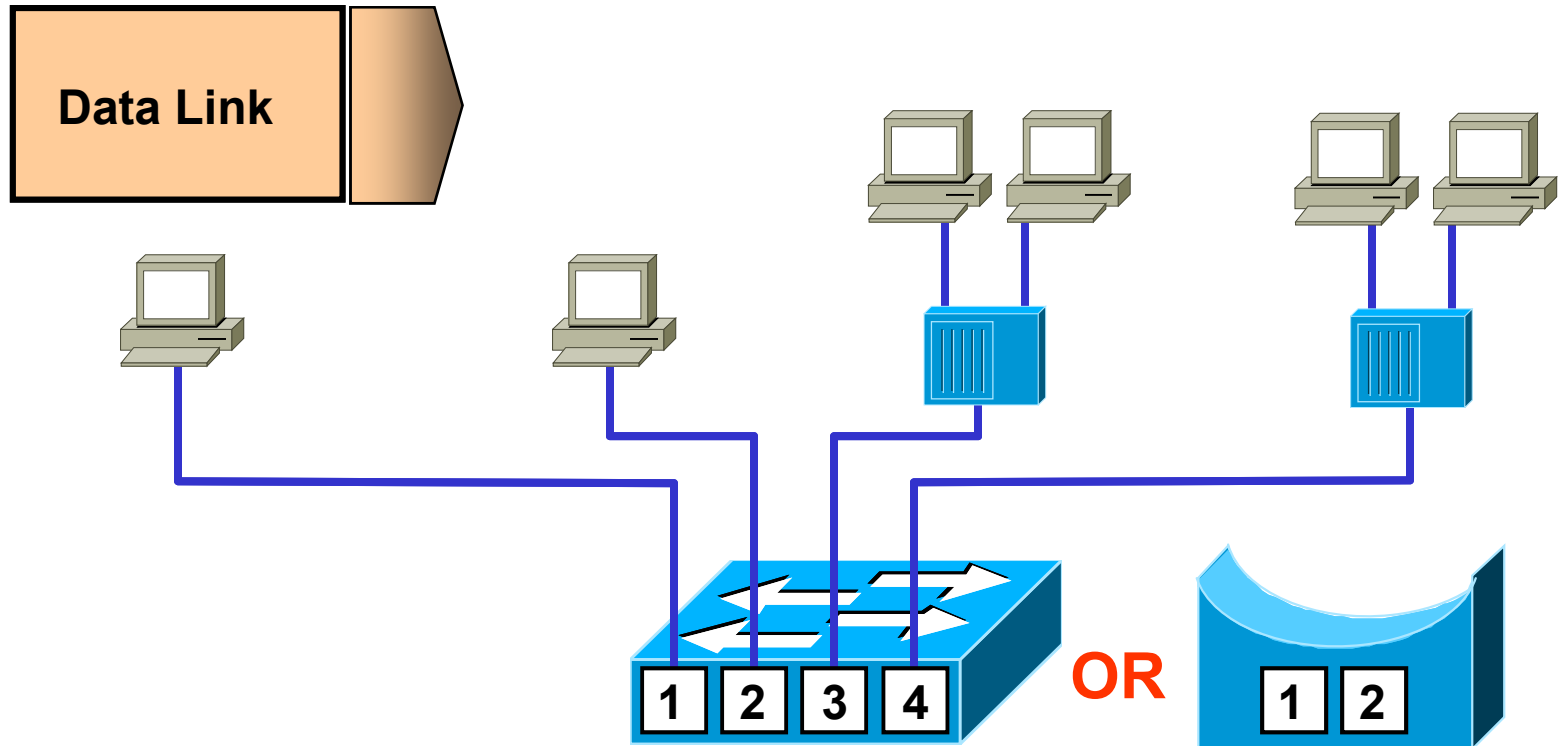
00010101101110101
00110010101001001
001011010010010101

MAC Layer - 802.3



MAC Address

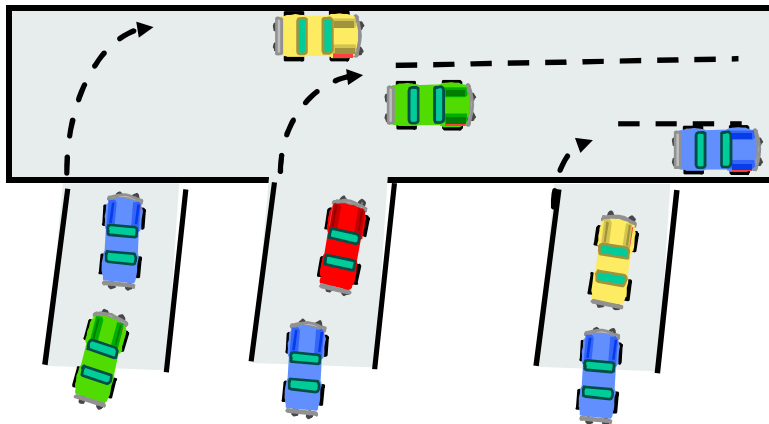
Switches and Bridges Operate at Data Link Layer



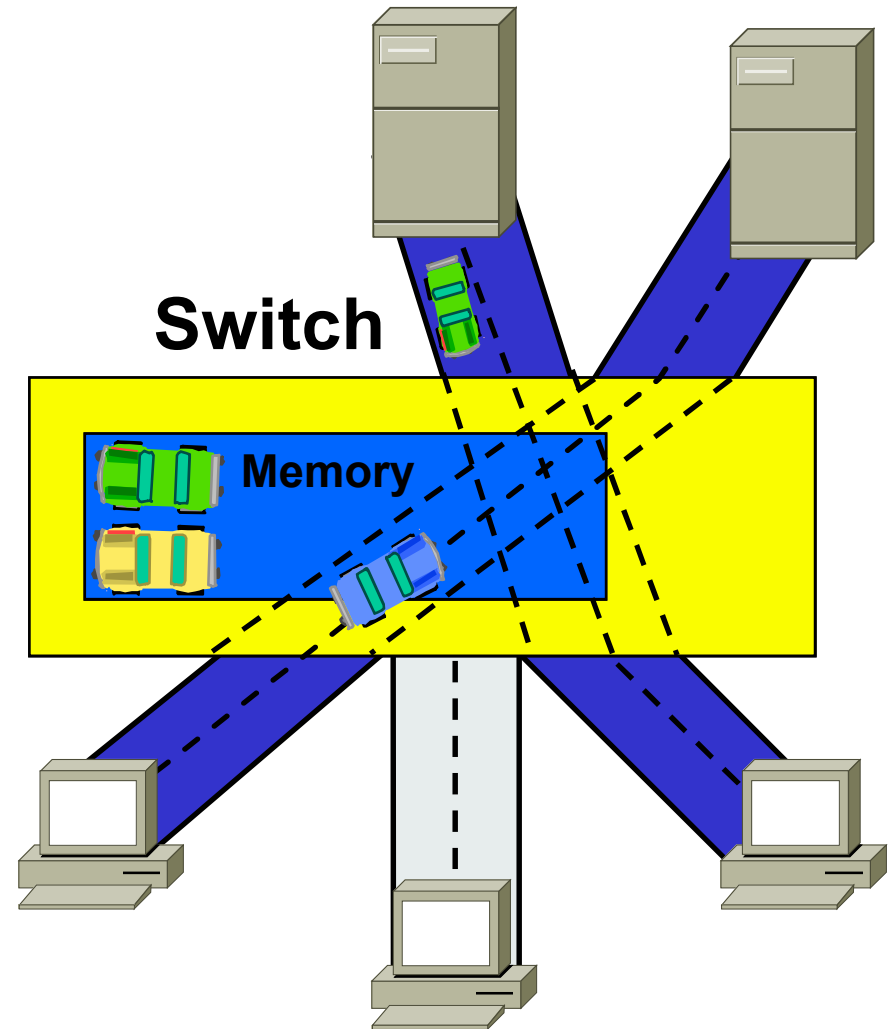
- Each segment has its own collision domain
- All segments are in the same broadcast domain

Switches

100010101101110101
00110010101001001
001011010010010101

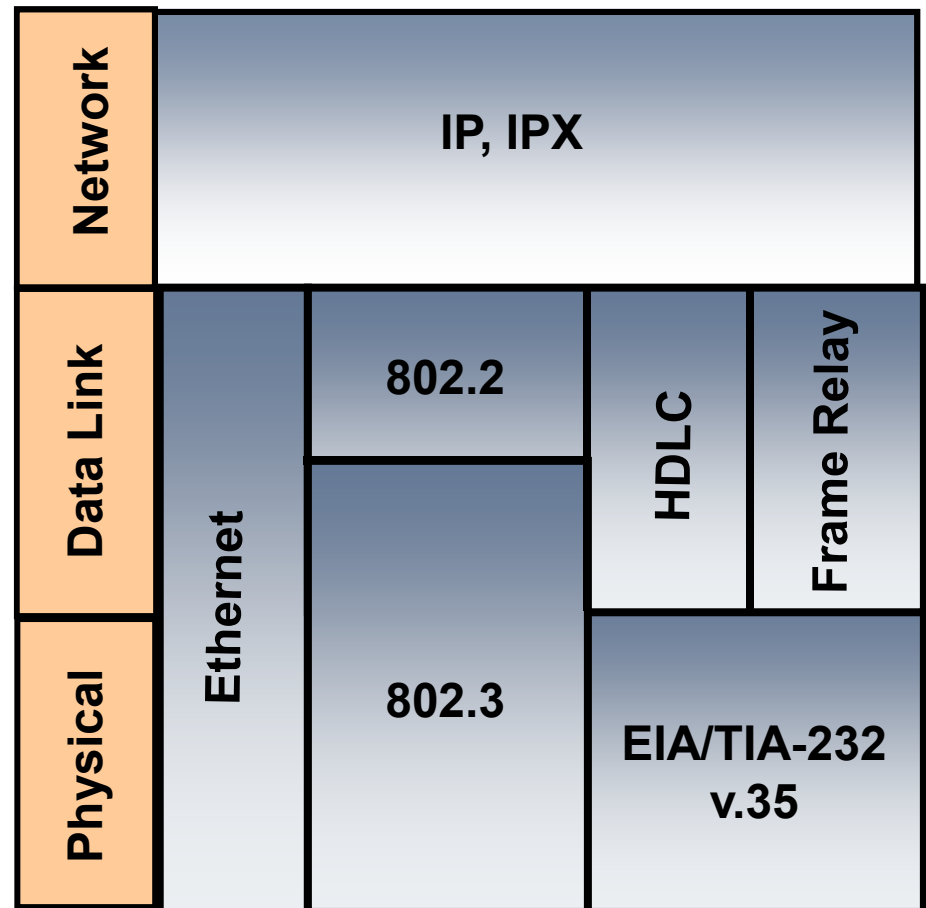


- Each segment has its own collision domain
- Broadcasts are forwarded to all segments



Network Layer Functions

- Defines logical source and destination addresses associated with a specific protocol
- Defines paths through network
- Interconnects multiple data links





Network Layer End Station Packet



Logical Address

172.15.1.1

Network

Node

Network Layer Functions (cont.)



Address **Mask**
172.16.122.204 255.255.0.0

172

16

122

204

**Binary
Address**

10101100	00010000	01111010	11001100
----------	----------	----------	----------

255

255

0

0

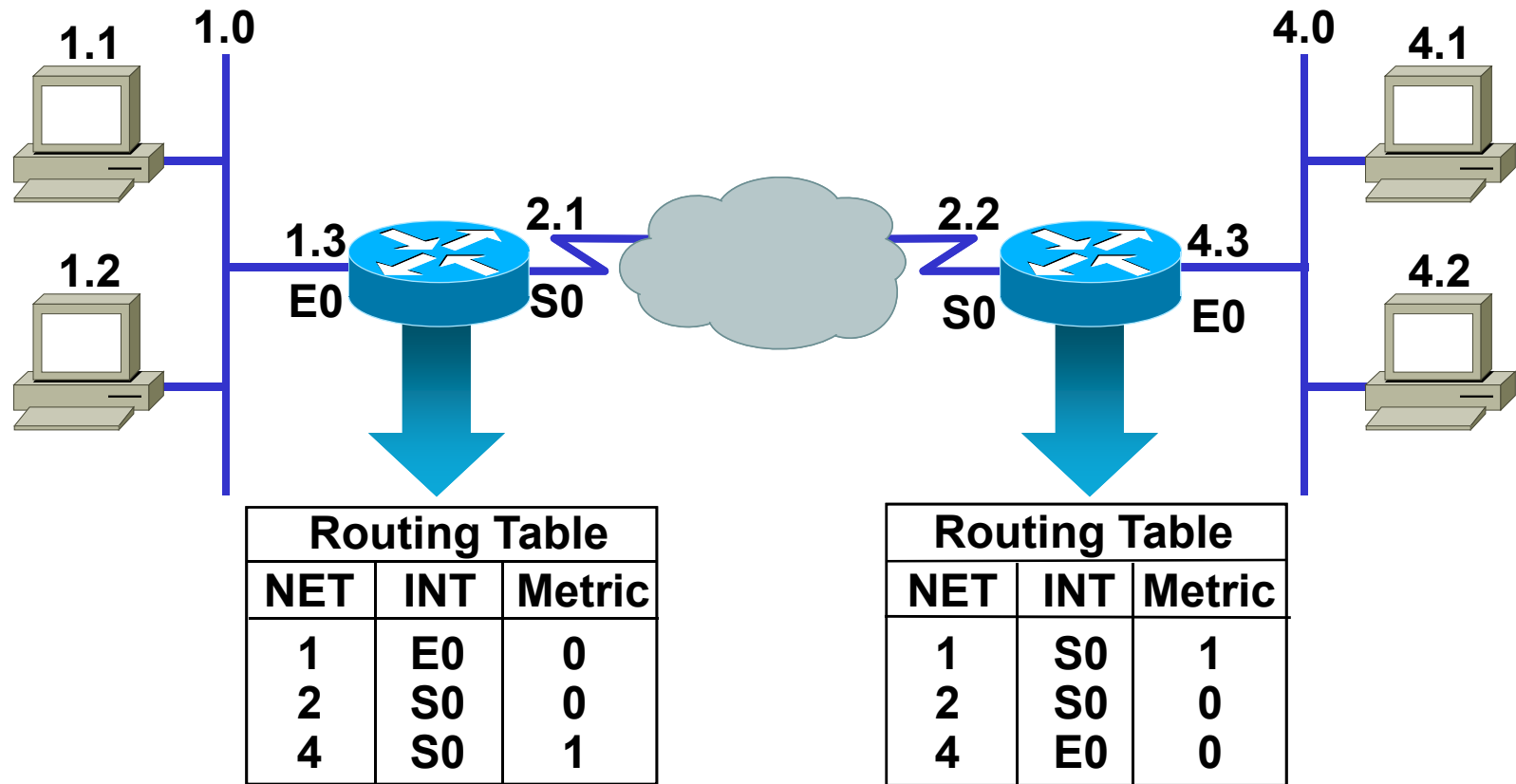
**Binary
Mask**

11111111	11111111	00000000	00000000
----------	----------	----------	----------

Network

Host

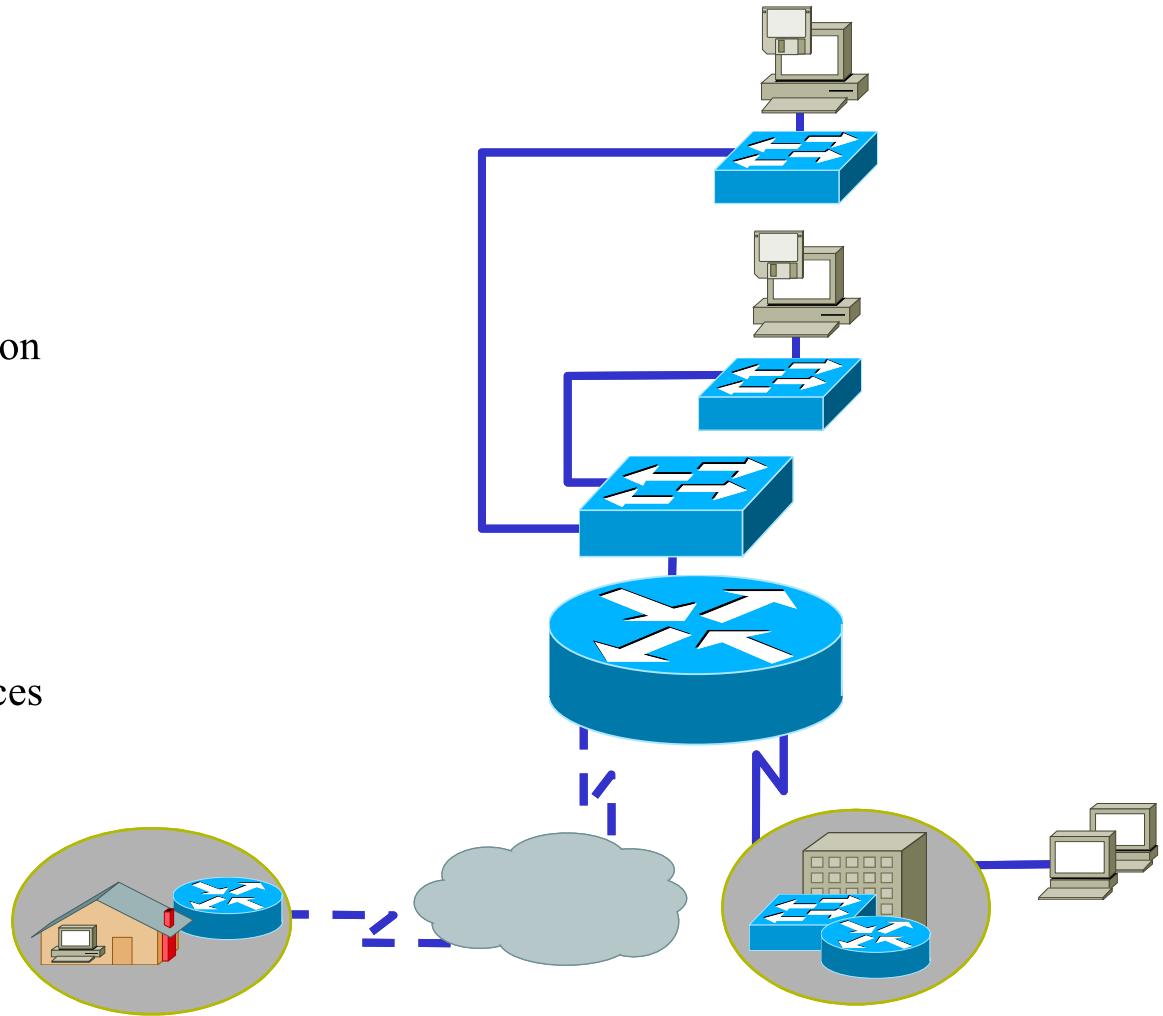
Network Layer Functions (cont.)



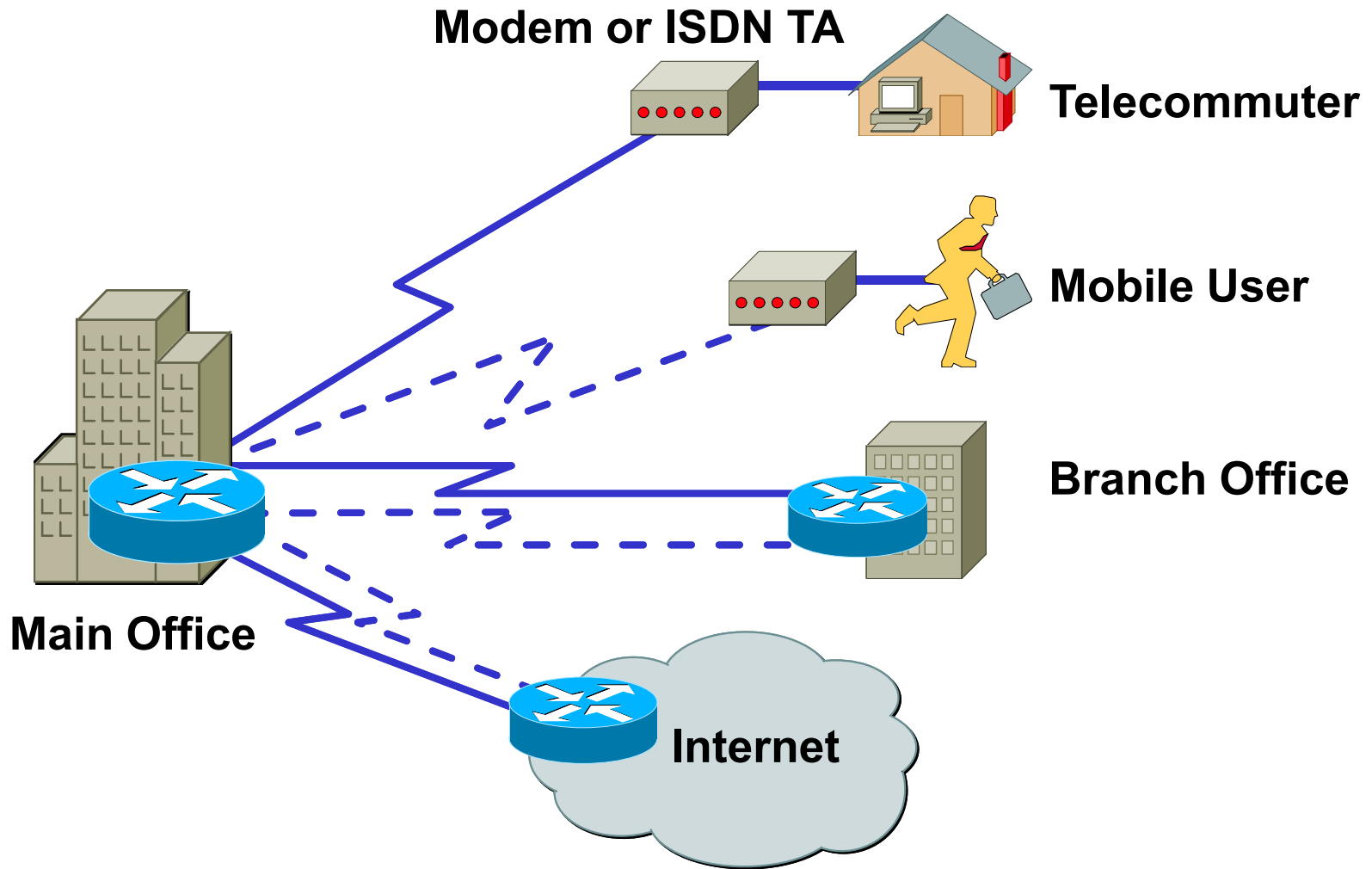
- Logical addressing allows for hierarchical network
- Configuration required
- Uses configured information to identify paths to networks

Routers: Operate at the Network Layer

- Broadcast control
- Multicast control
- Optimal path determination
- Traffic management
- Logical addressing
- Connects to WAN services



Using Routers to Provide Remote Access

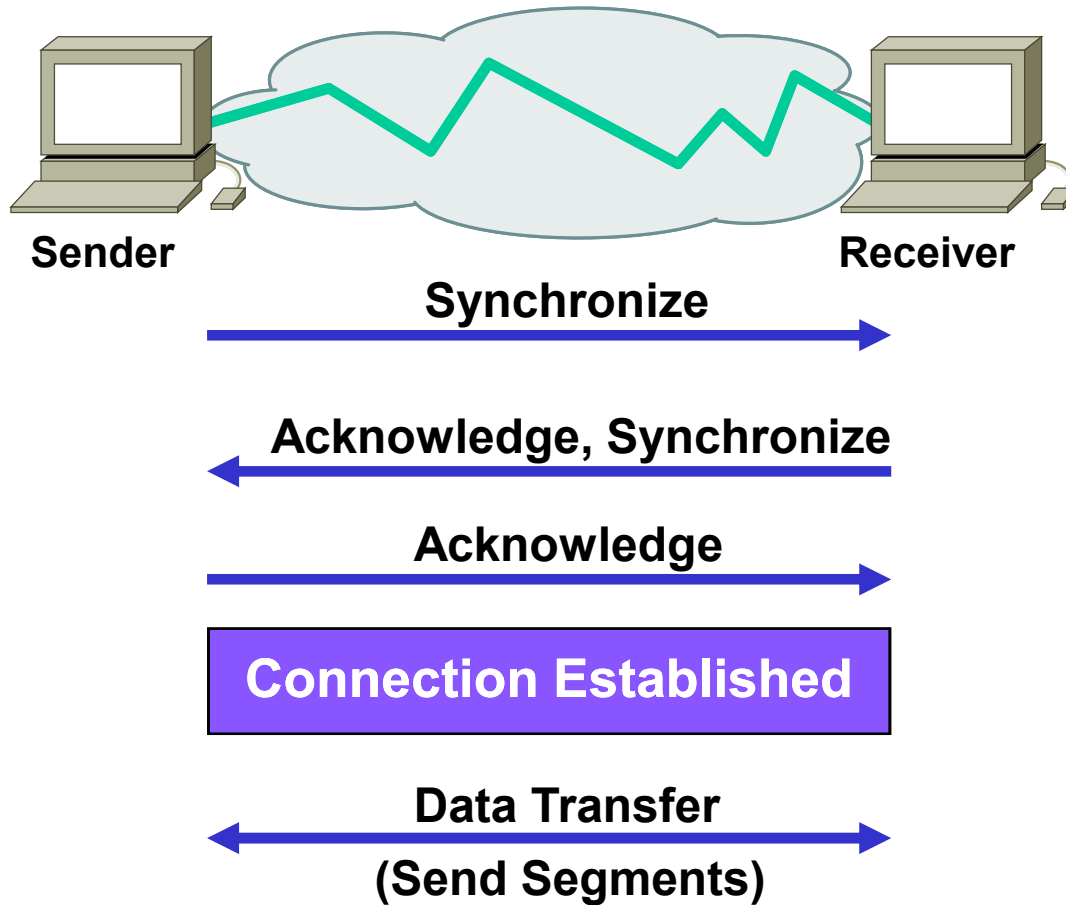


Transport Layer Functions

- Distinguishes between upper layer applications
- Establishes end-to-end connectivity between applications
- Defines flow control
- Provides reliable or unreliable services for data transfer

Transport	TCP	UDP	SPX
Network	IP		IPX

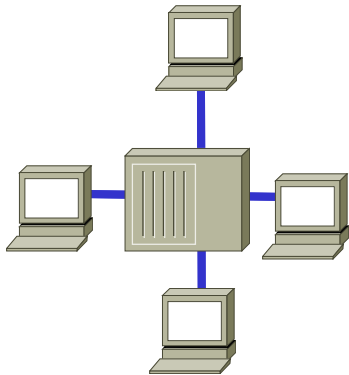
Reliable Transport Layer Functions



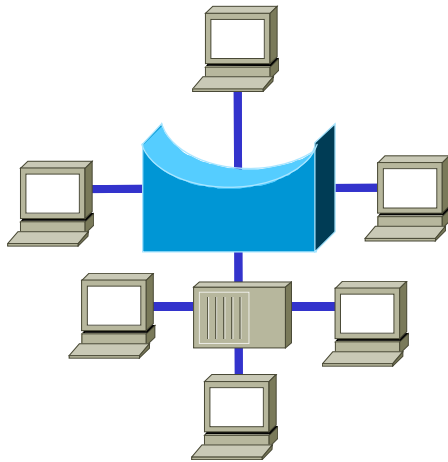
Network Device Domains

00010101101110101
00110010101001001
001011010010010101

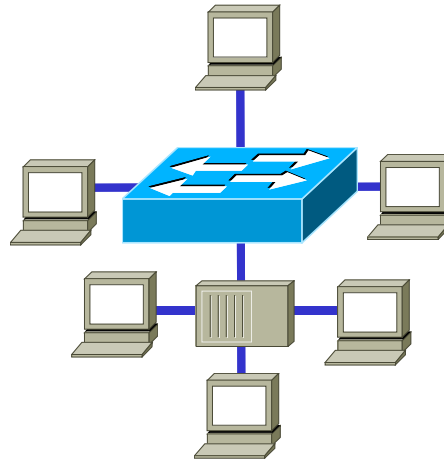
Hub



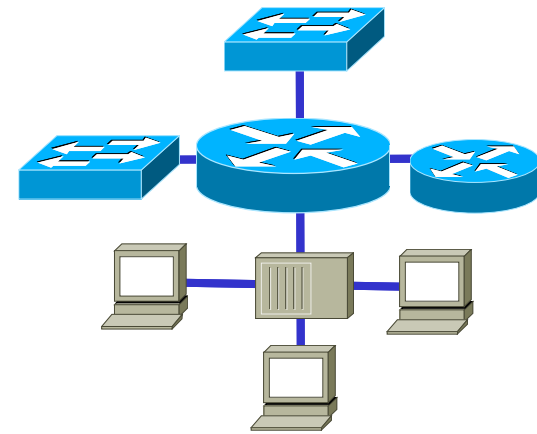
Bridge



Switch



Router



Collision Domains:

1

4

4

4

Broadcast Domains:

1

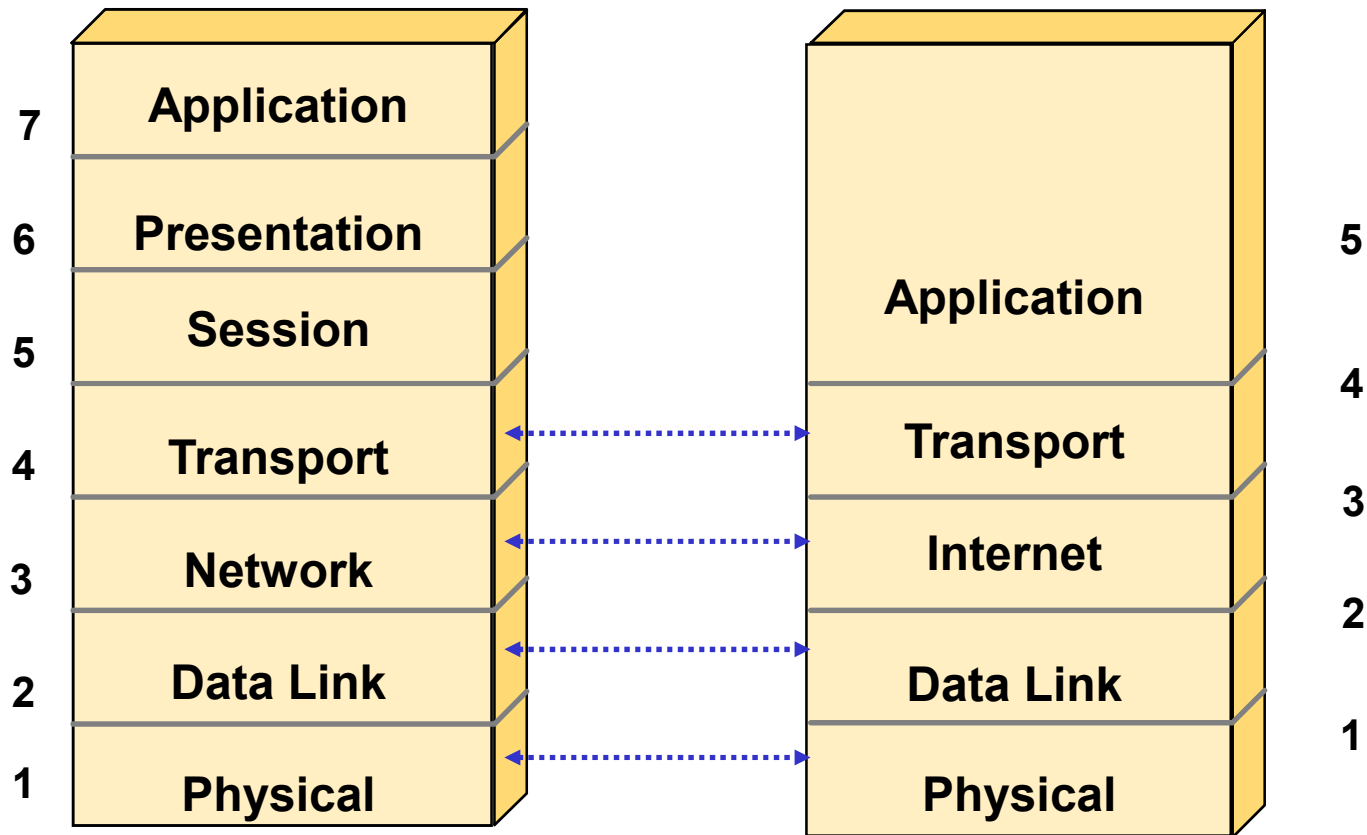
1

1

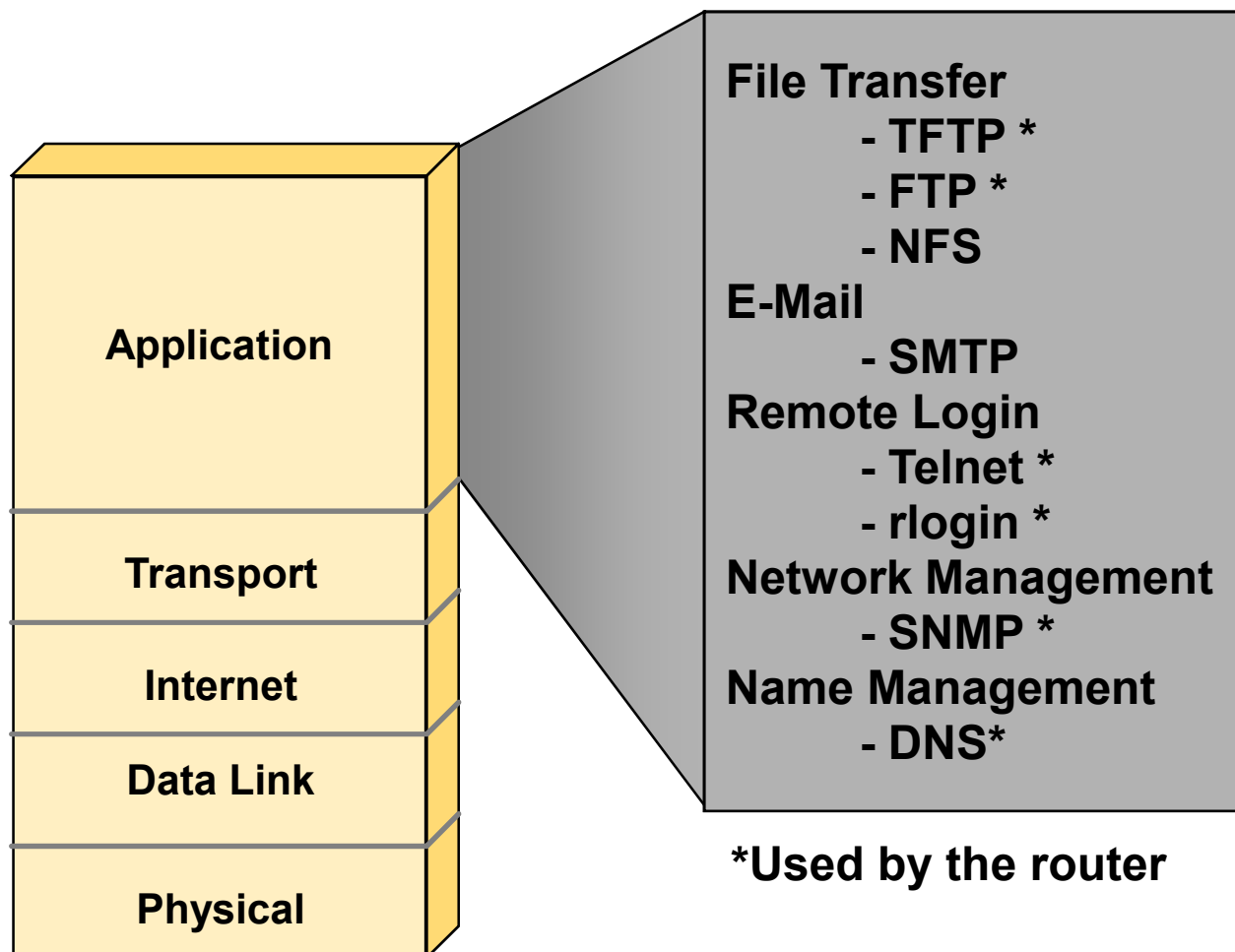
4

TCP/IP Protocol Stack

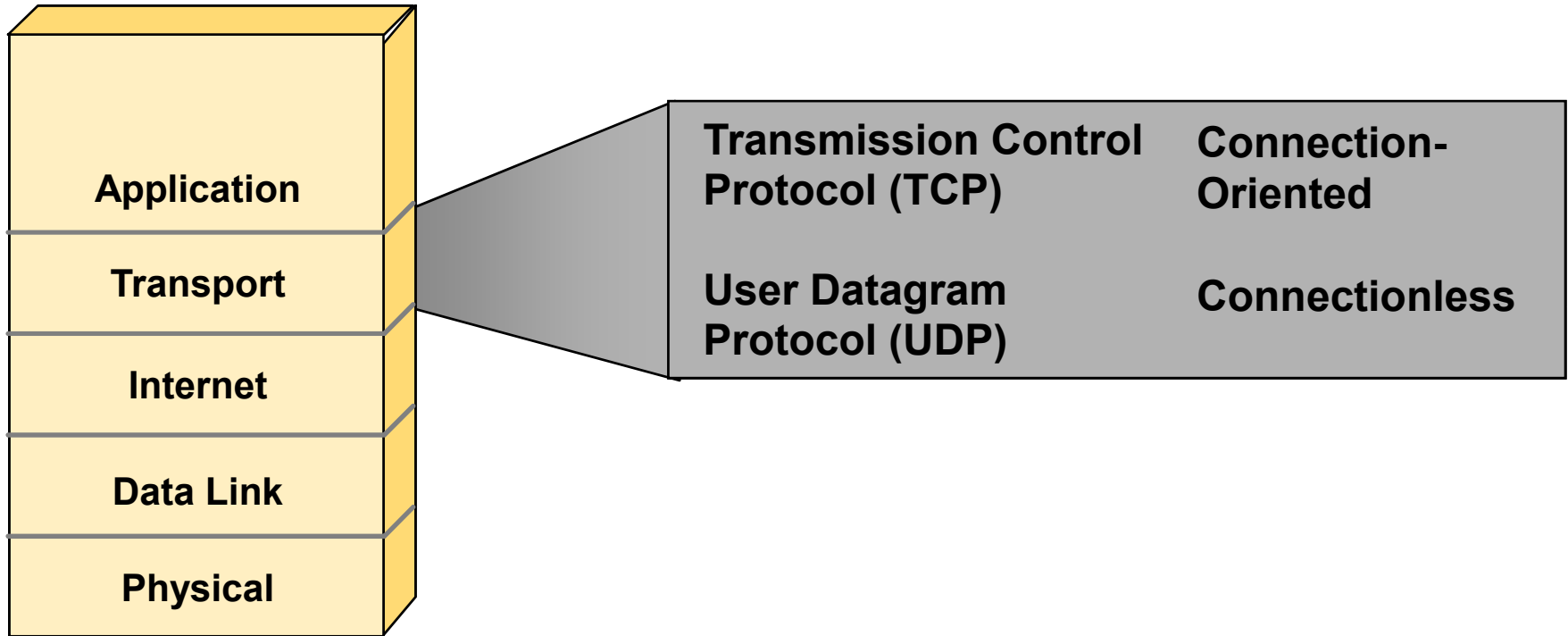
00010101101110101
00110010101001001
001011010010010101



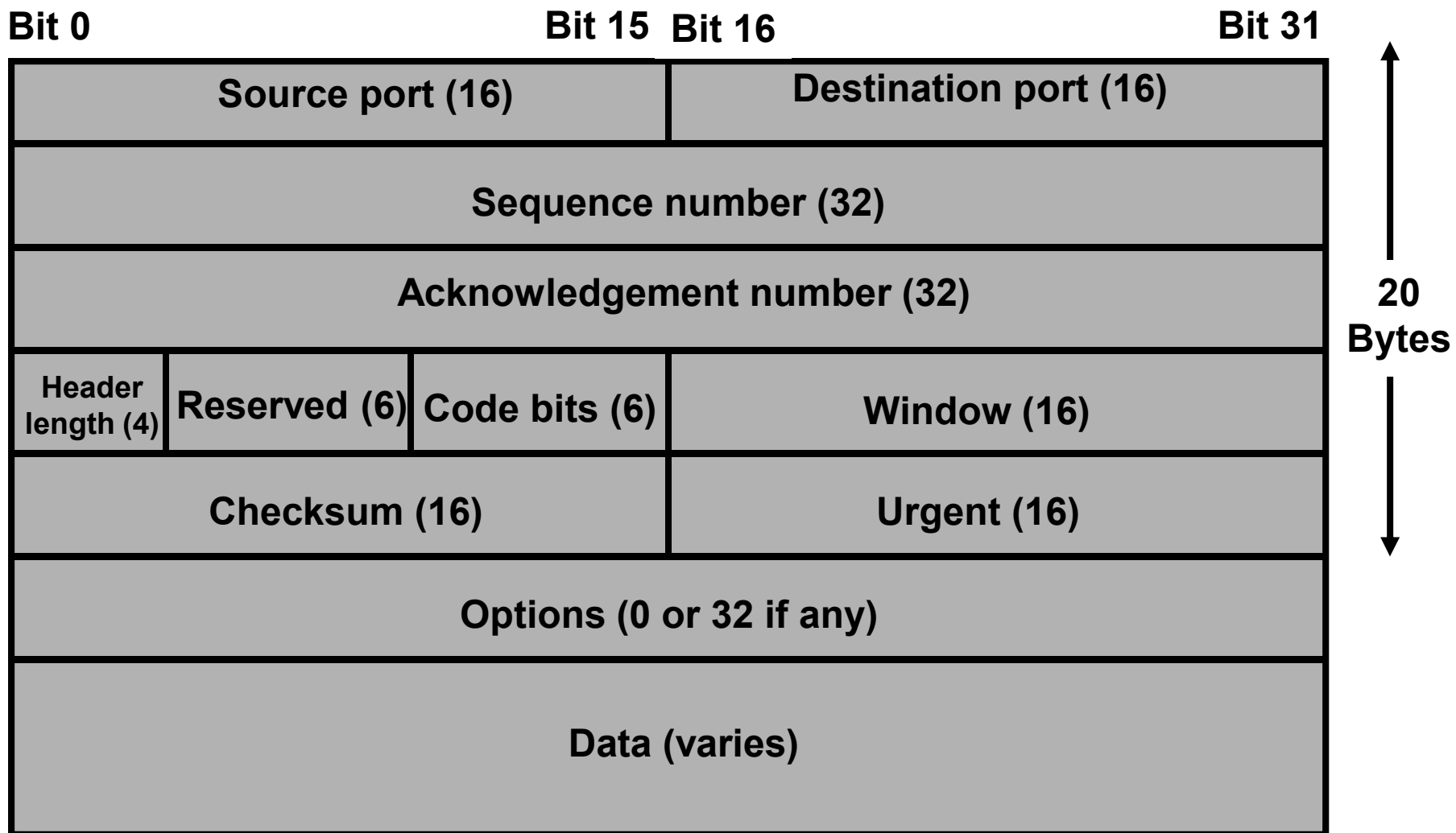
Application Layer Overview



Transport Layer Overview

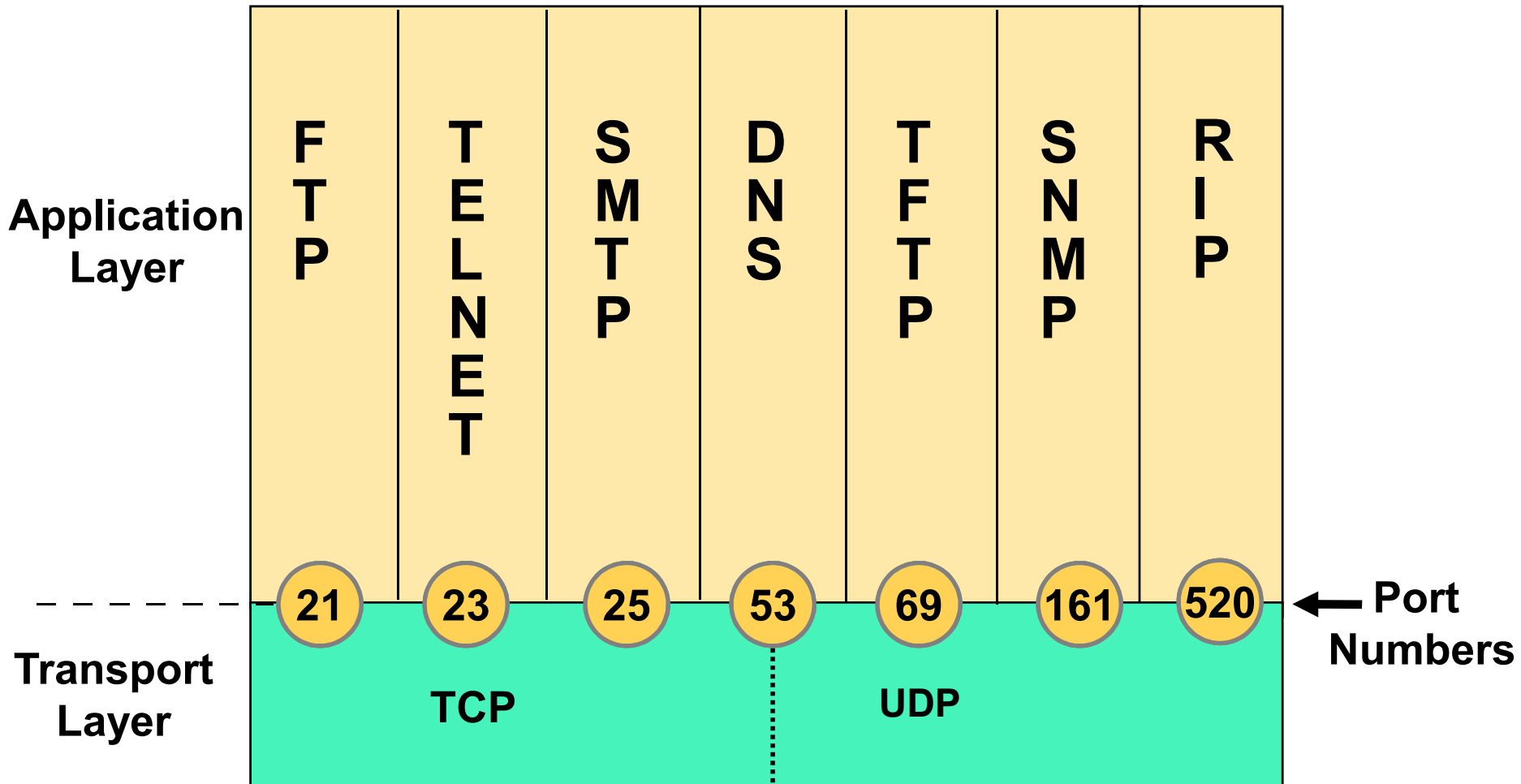


TCP Segment Format

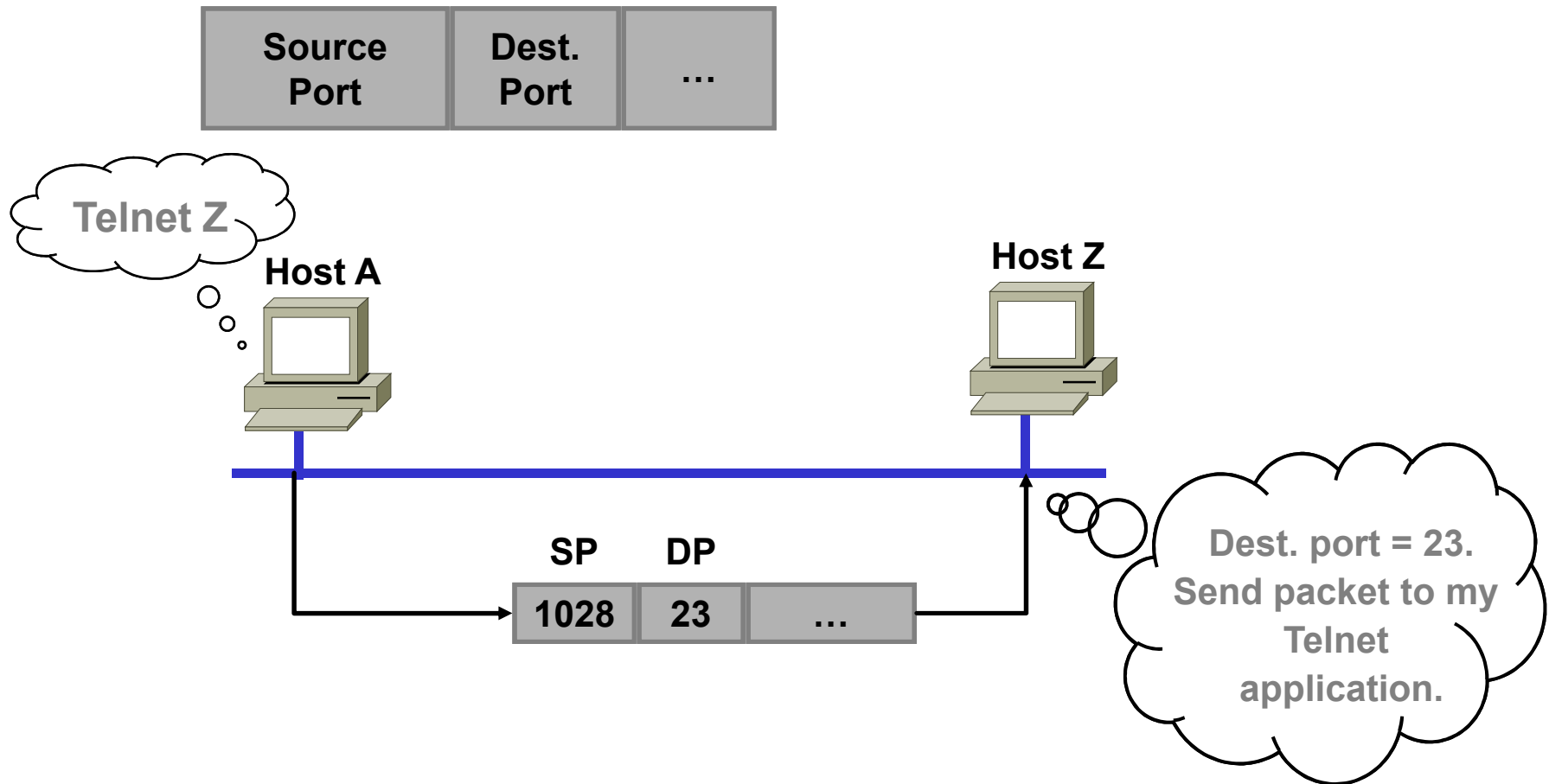


Port Numbers

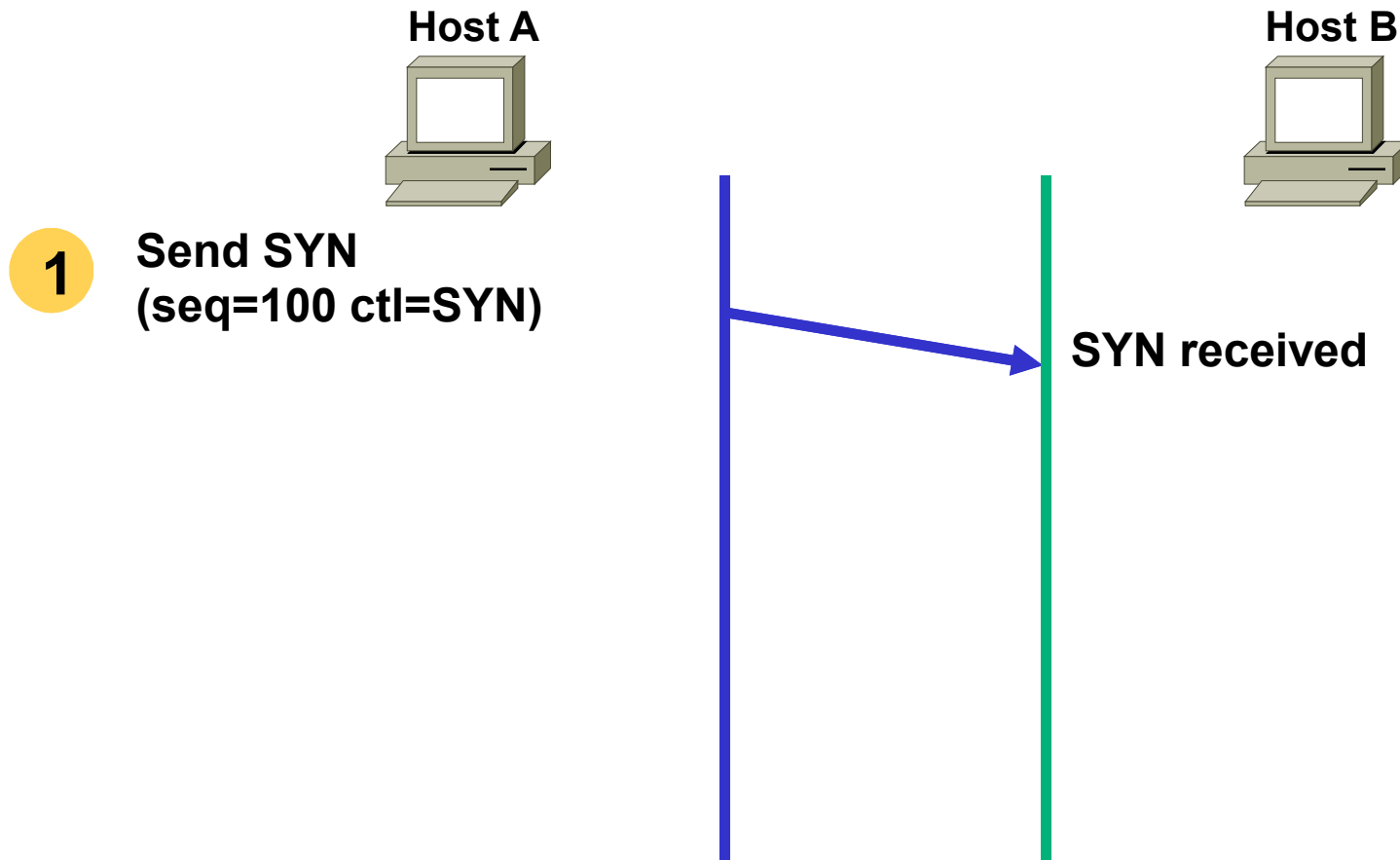
00010101101110101
00110010101001001
001011010010010101



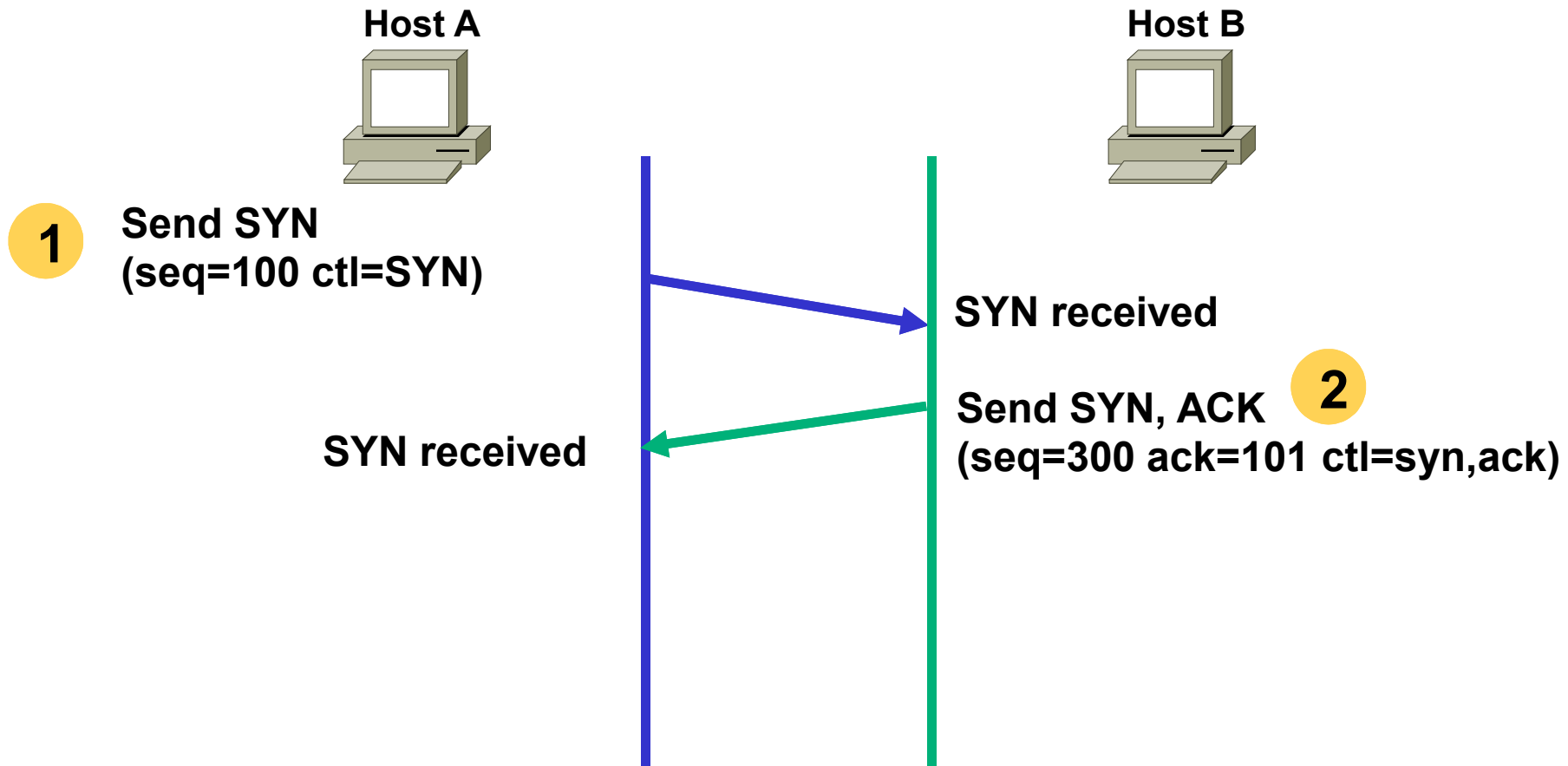
TCP Port Numbers



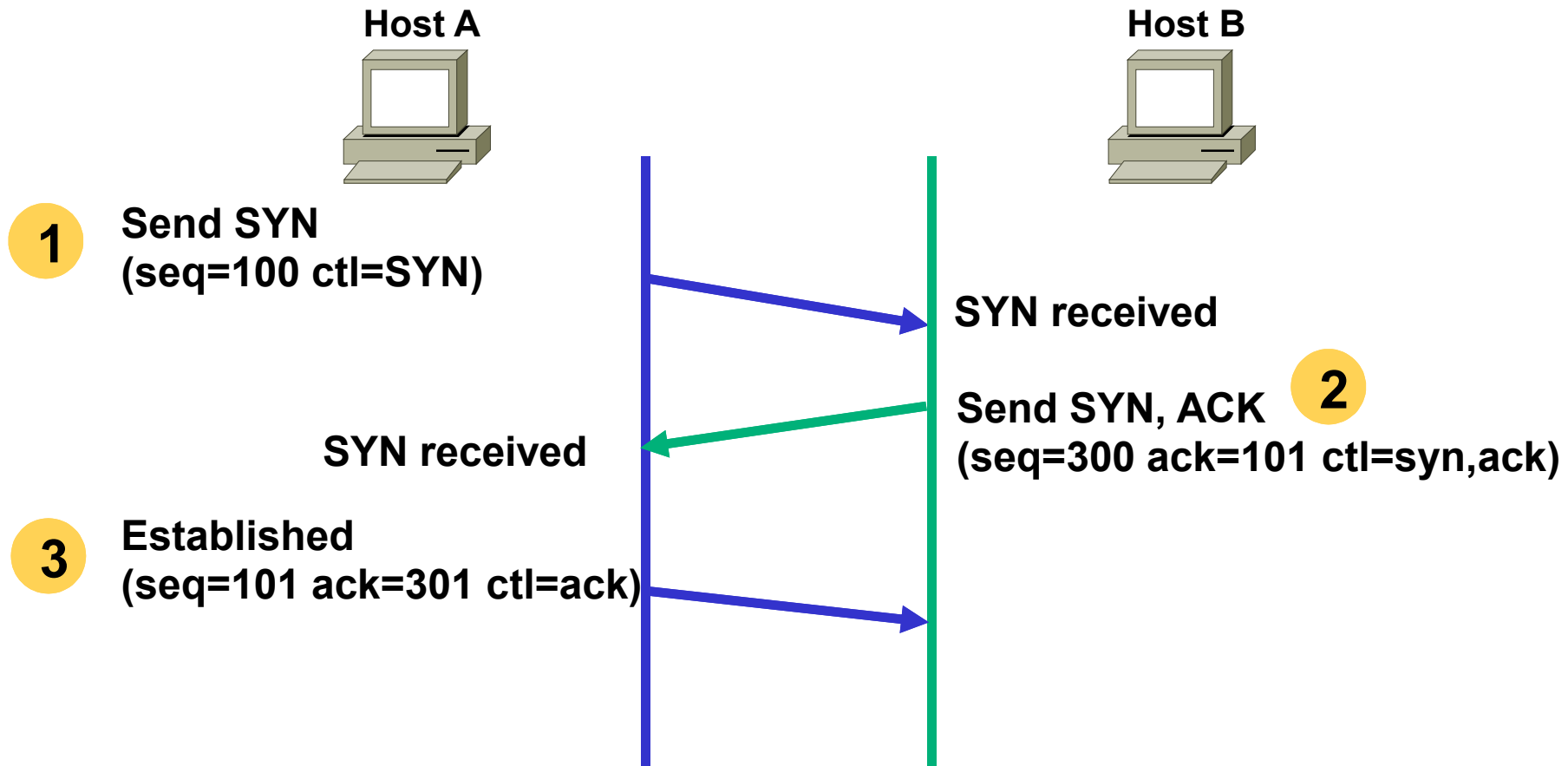
TCP Three Way Handshake/Open Connection



TCP Three Way Handshake/Open Connection

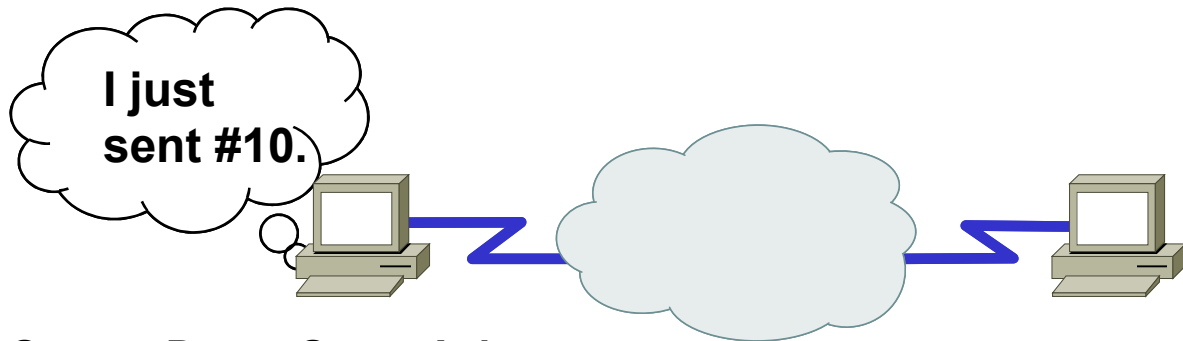


TCP Three Way Handshake/Open Connection



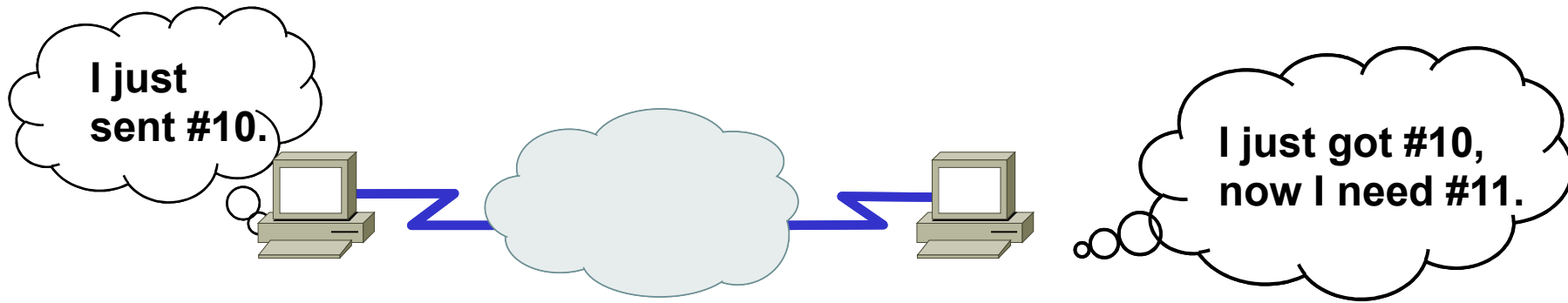
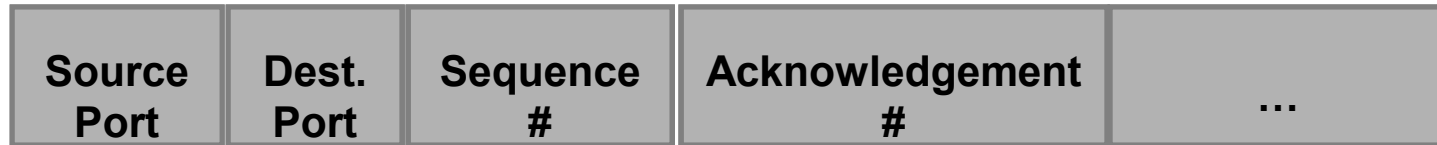
TCP Sequence and Acknowledgment Numbers

Source Port	Dest. Port	Sequence #	Acknowledgement #	...
-------------	------------	------------	-------------------	-----

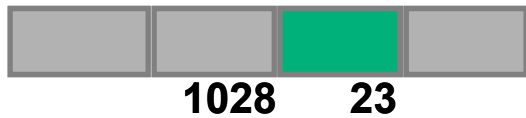
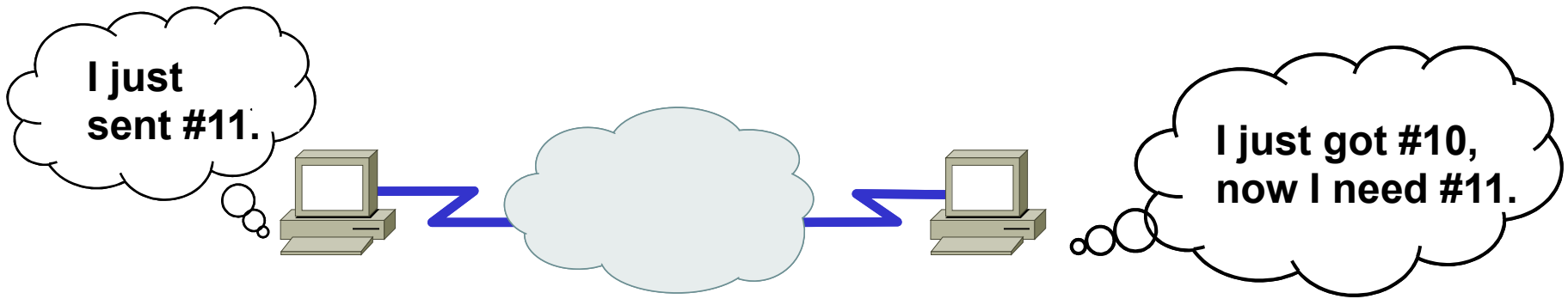
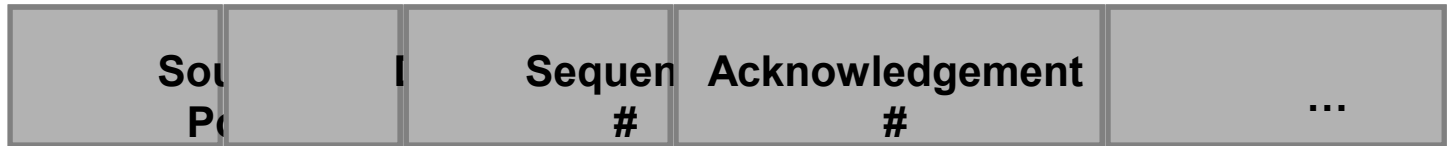


Source	Dest.	Seq.	Ack.
1028	23	10	1

TCP Sequence and Acknowledgment Numbers

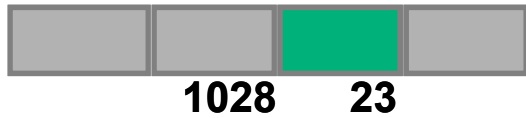
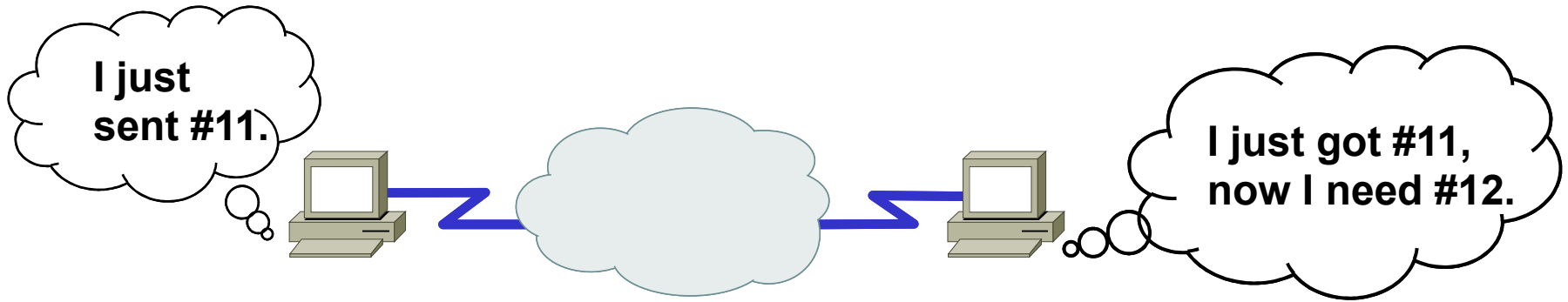
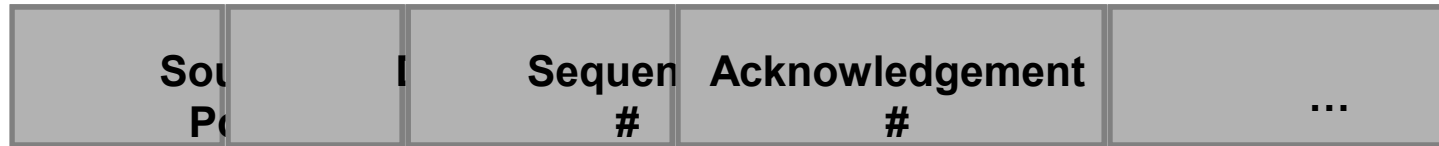


TCP Sequence and Acknowledgment Numbers



2

TCP Sequence and Acknowledgment Numbers

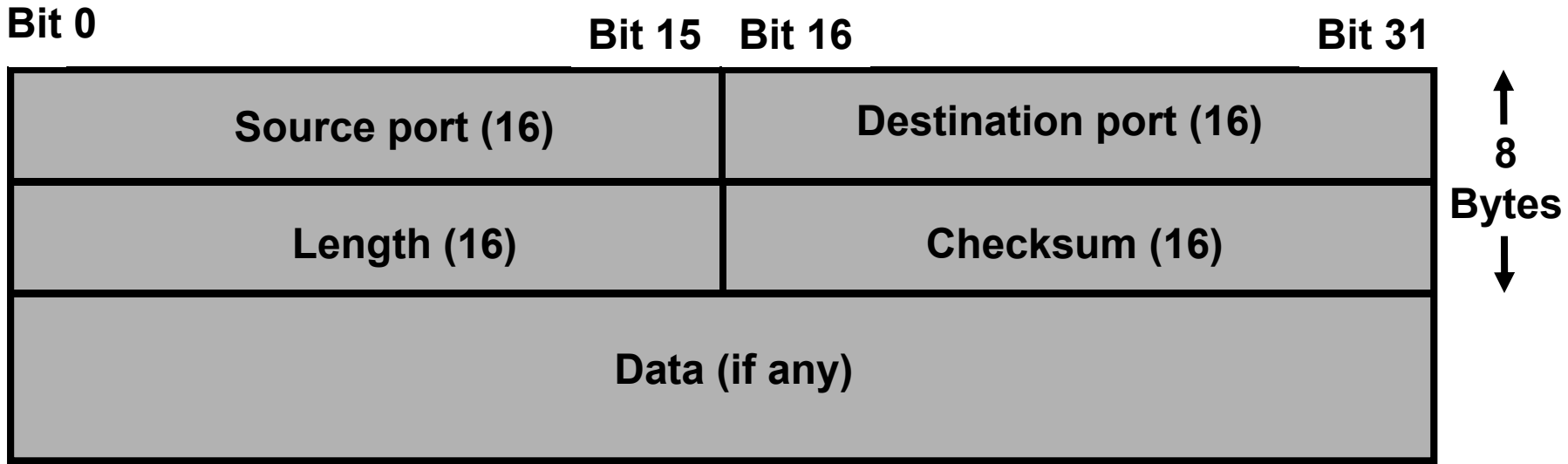


101



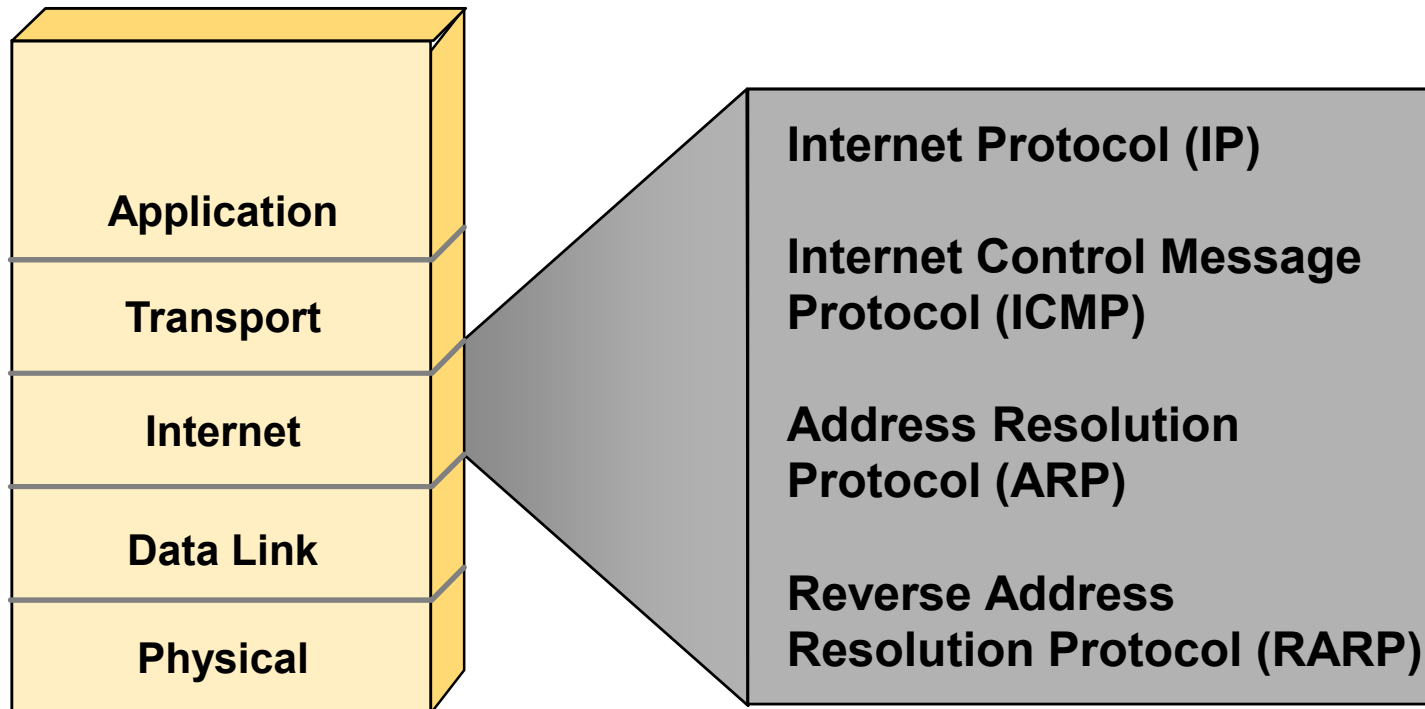
Source Dest. Seq. Ack.

UDP Segment Format



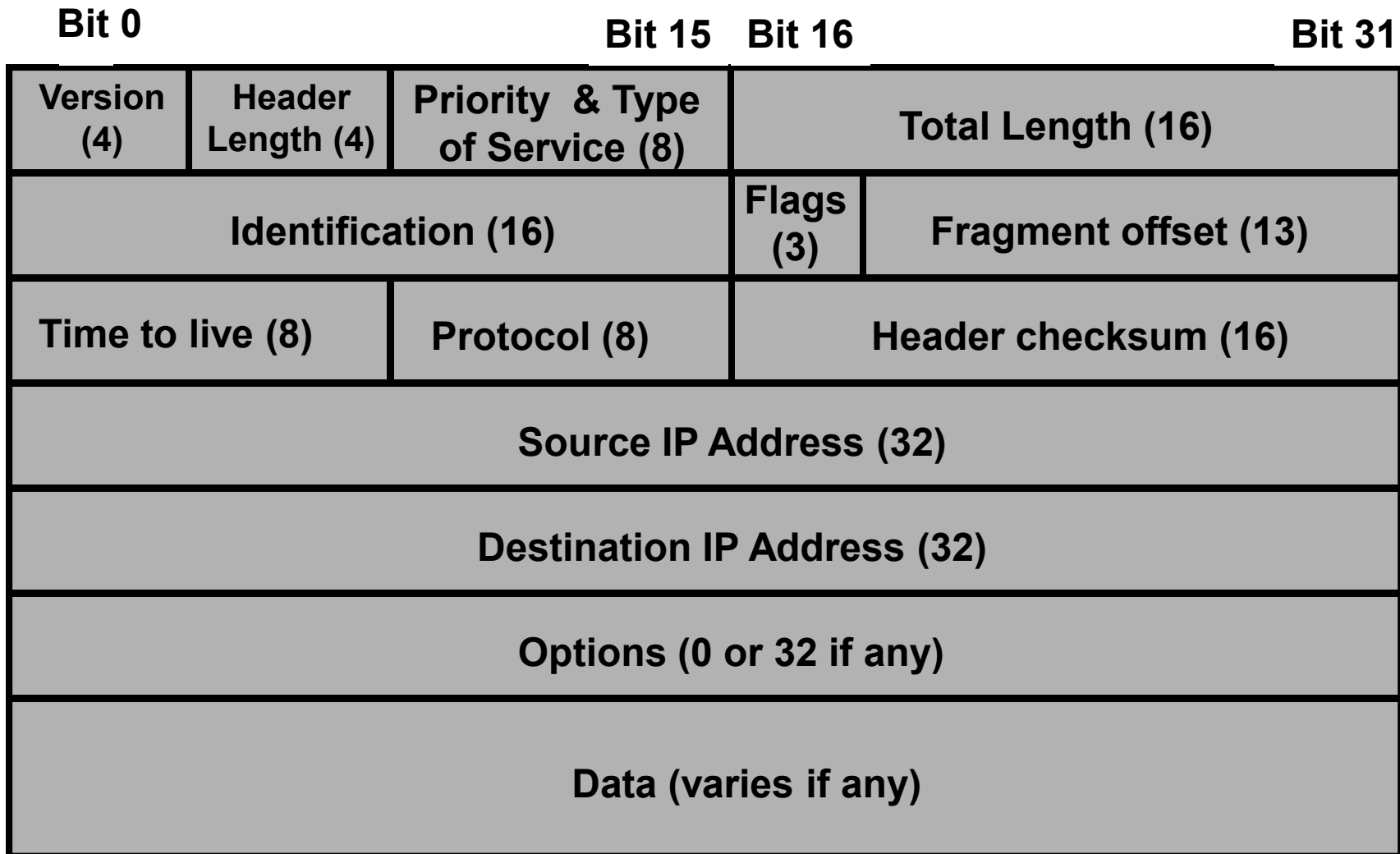
- No sequence or acknowledgment fields

Internet Layer Overview

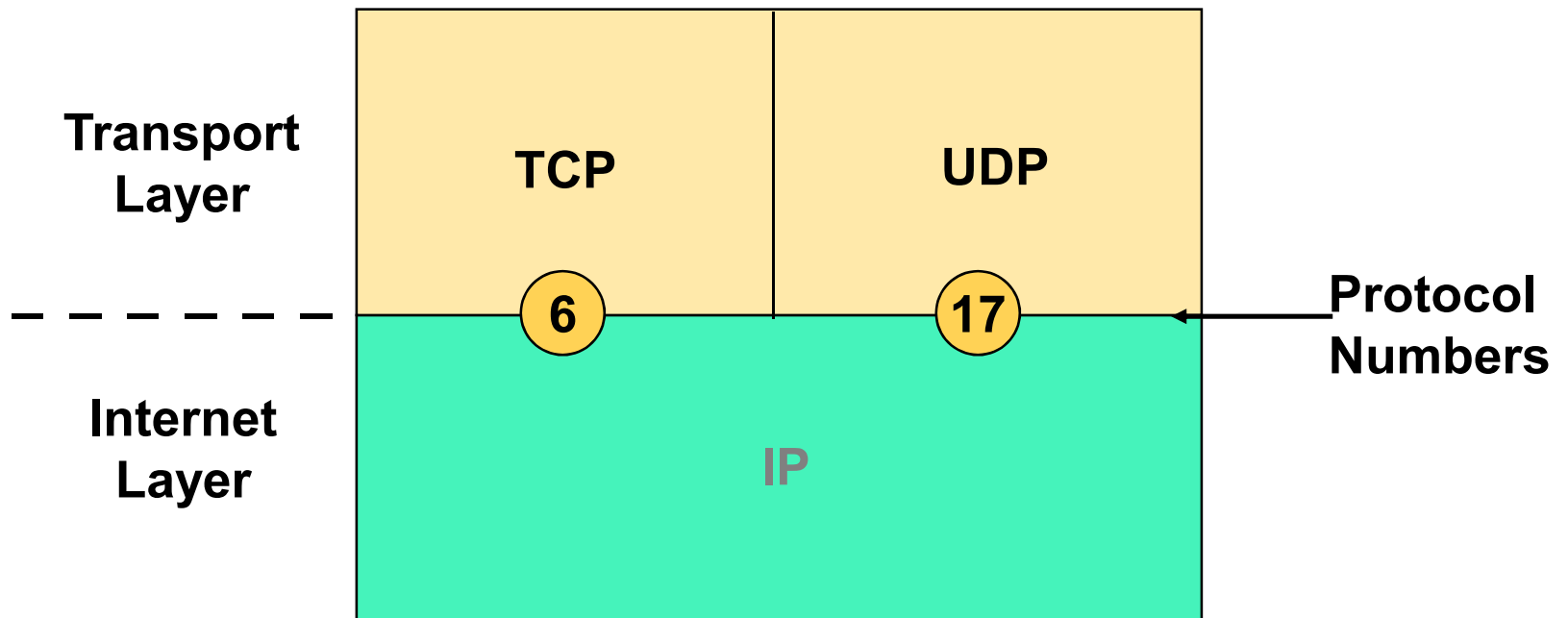


- OSI network layer corresponds to the TCP/IP internet layer

IP Datagram

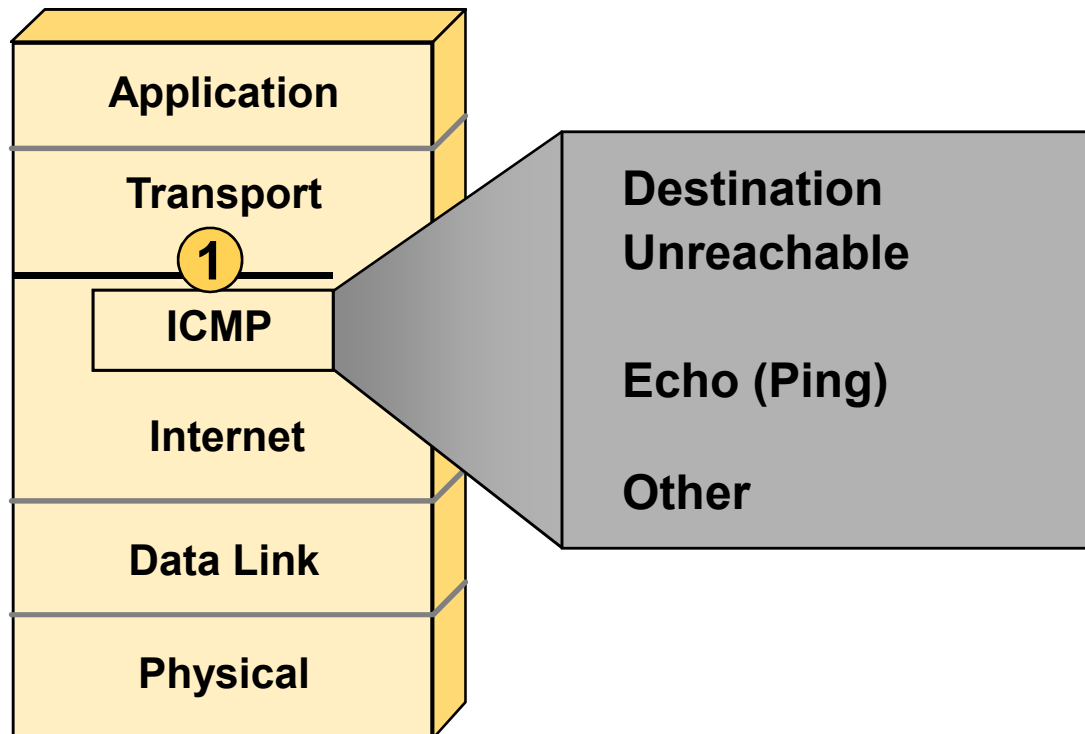


↑
20
Bytes
↓

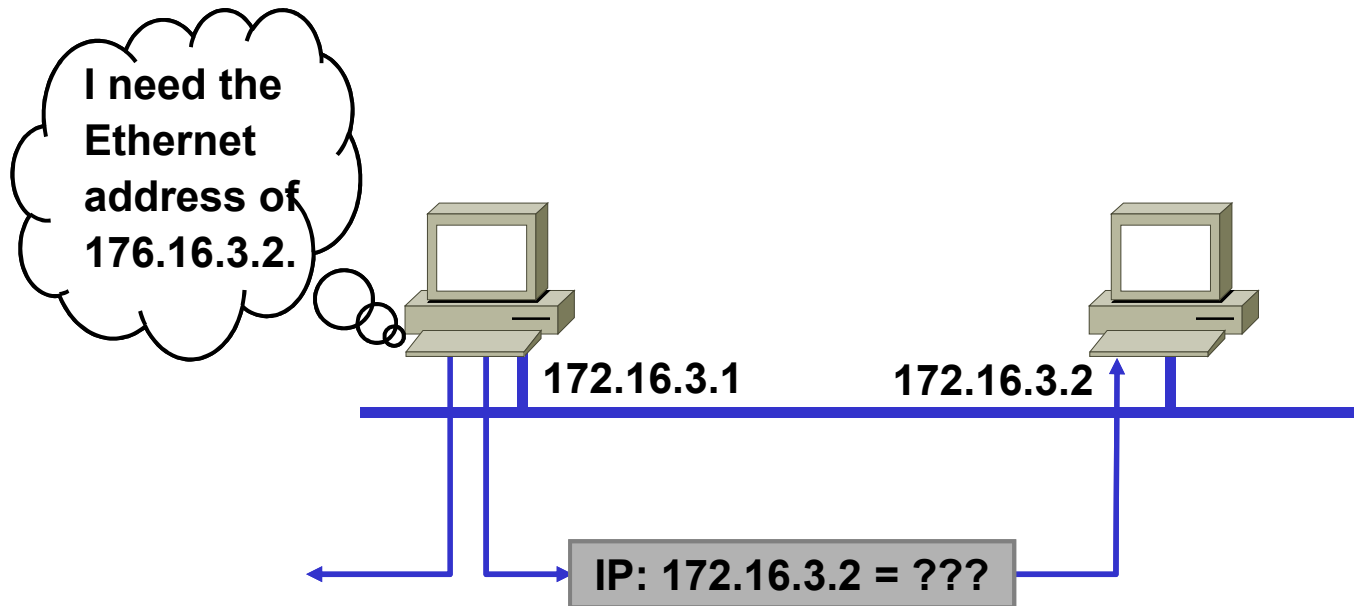


- Determines destination upper-layer protocol

Internet Control Message Protocol

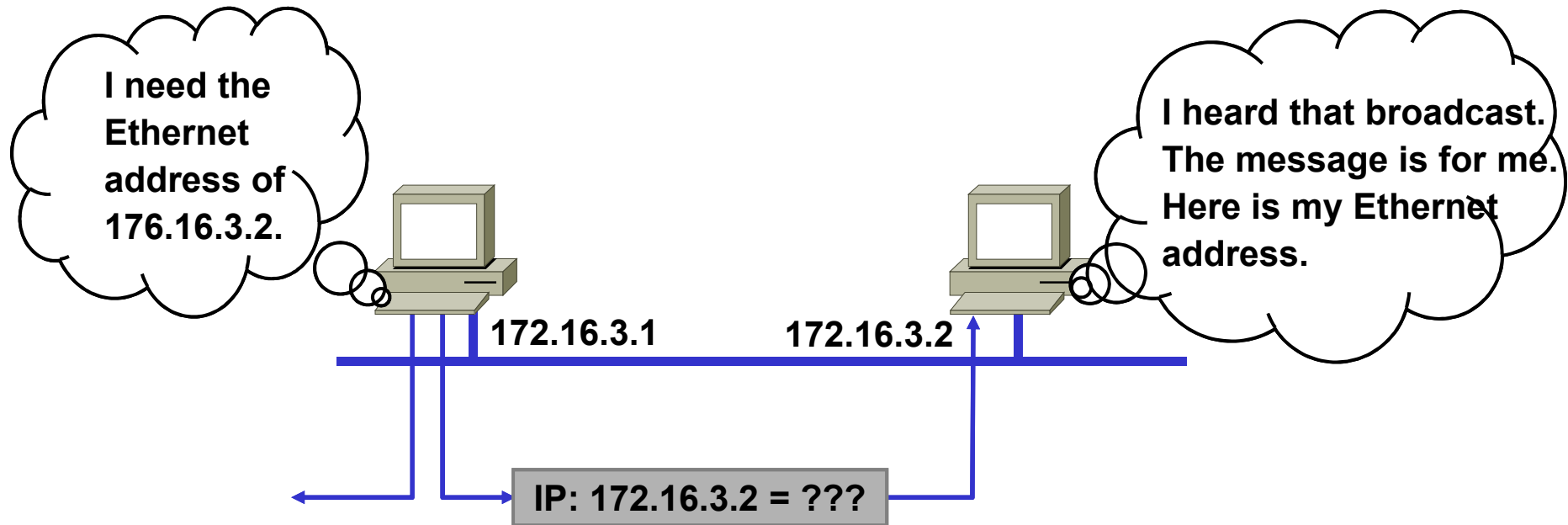


Address Resolution Protocol



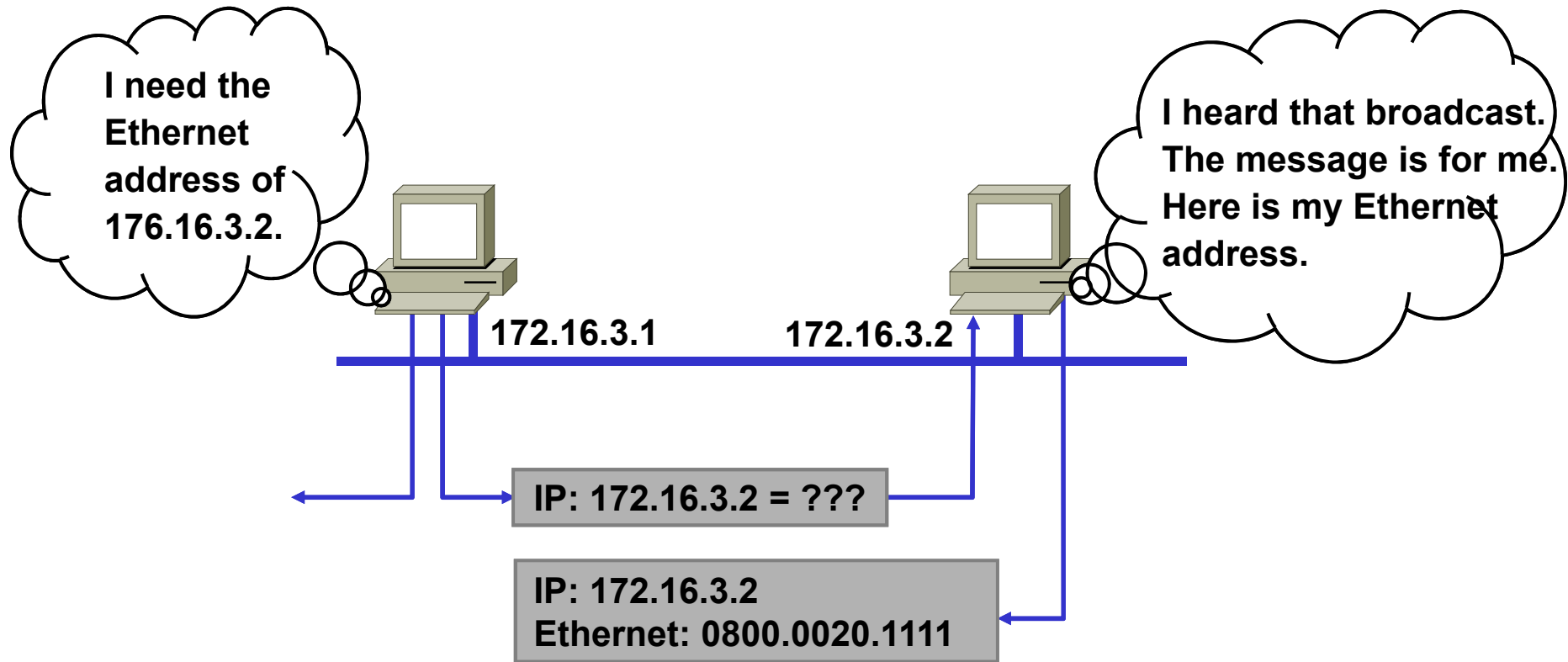
Address Resolution Protocol

00010101101110101
00110010101001001
001011010010010101

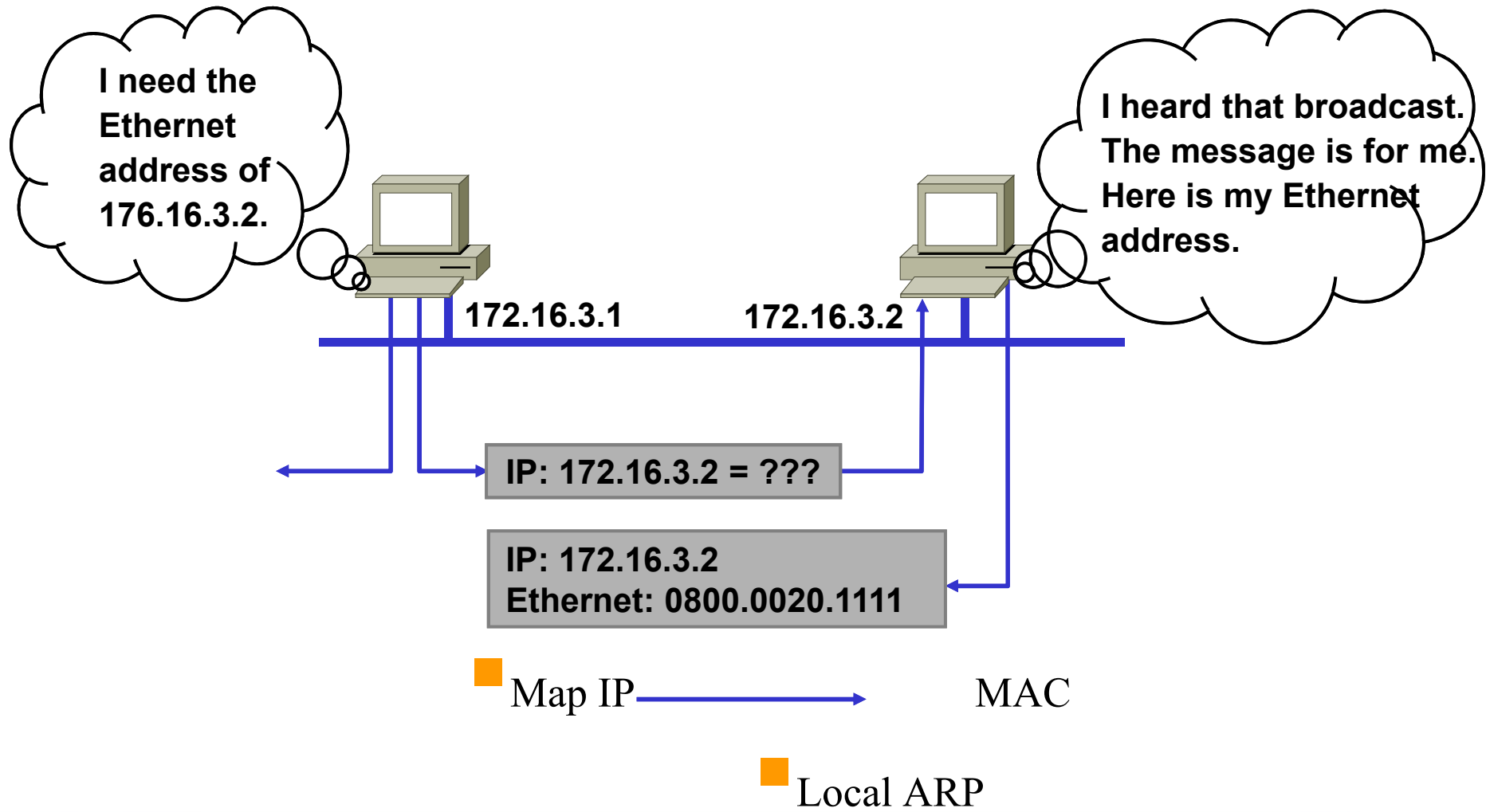


Address Resolution Protocol

00010101101110101
00110010101001001
001011010010010101

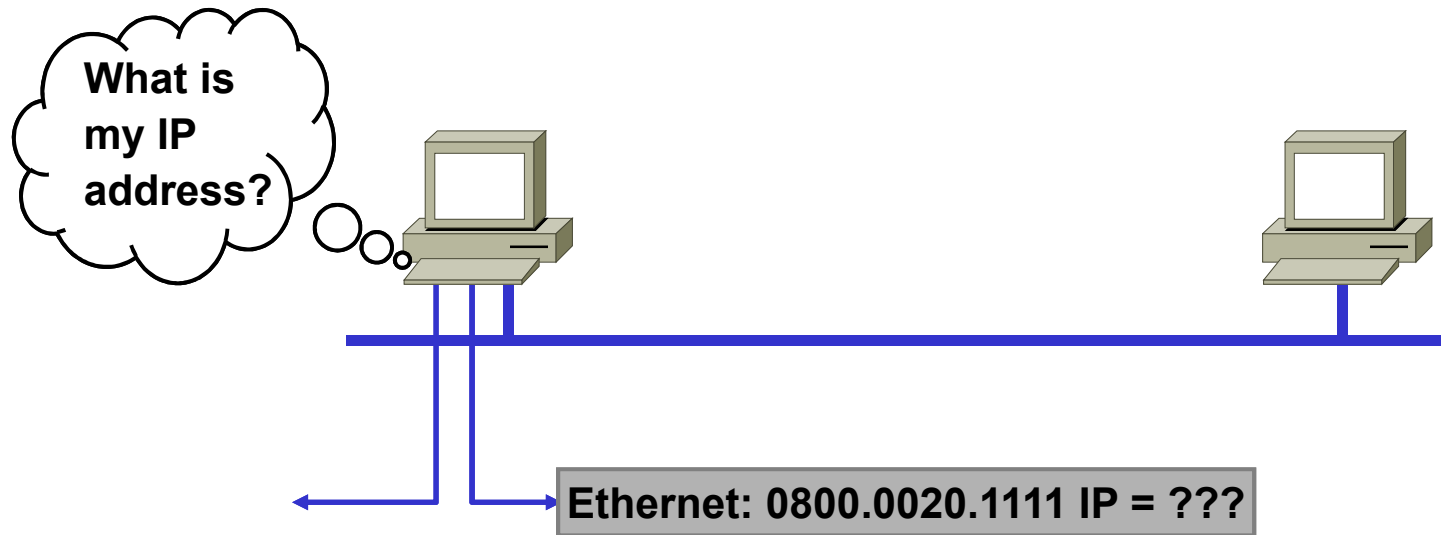


Address Resolution Protocol



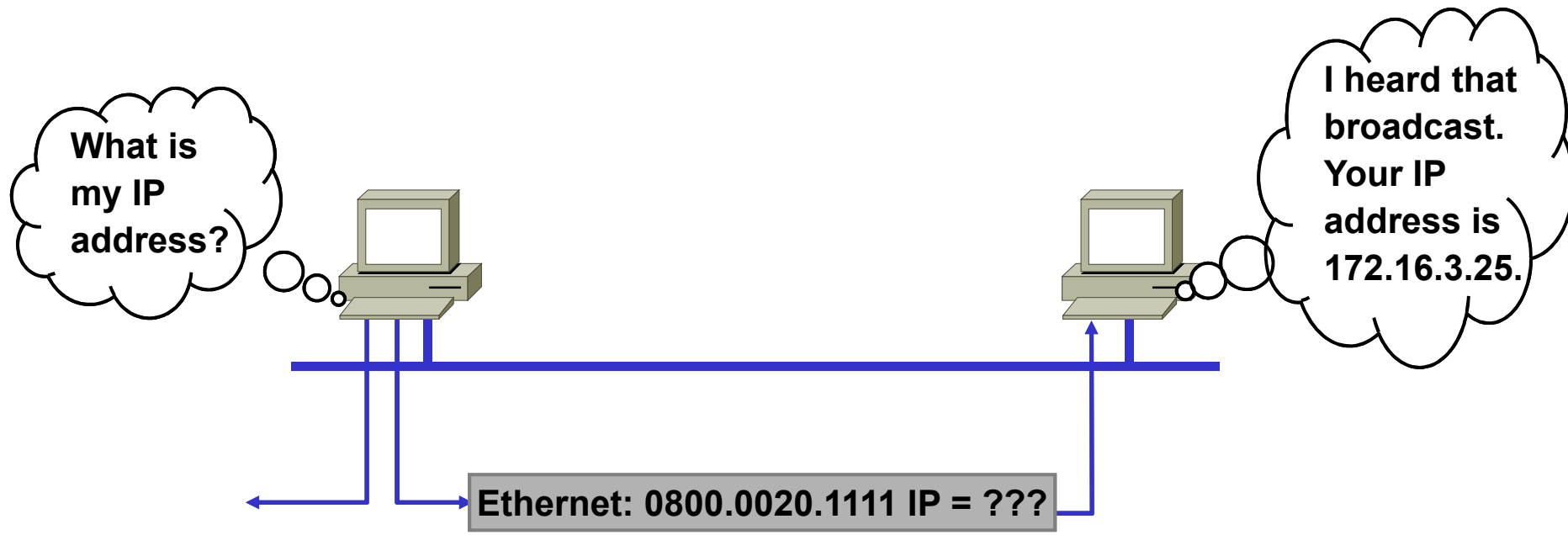
Reverse ARP

0100010101101110101
100110010101001001
1001011010010010101



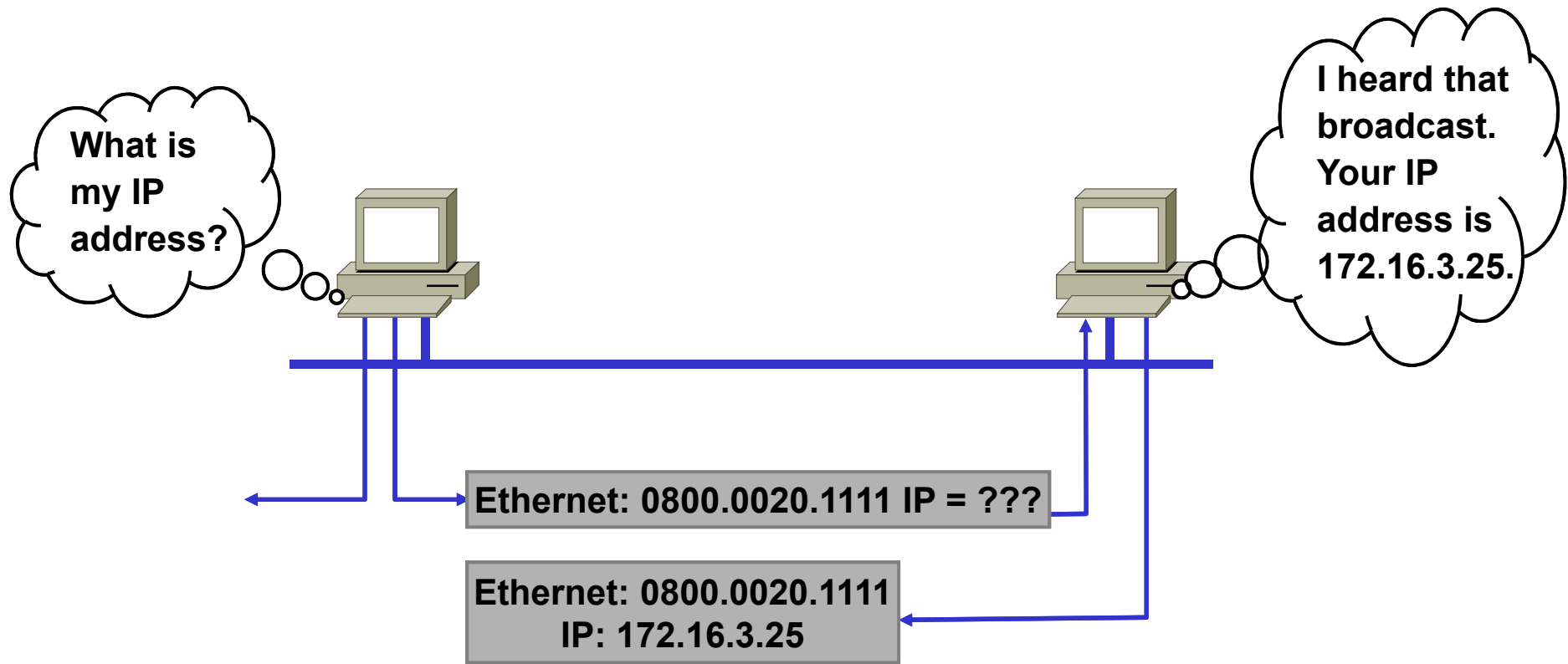
Reverse ARP

00010101101110101
00110010101001001
001011010010010101

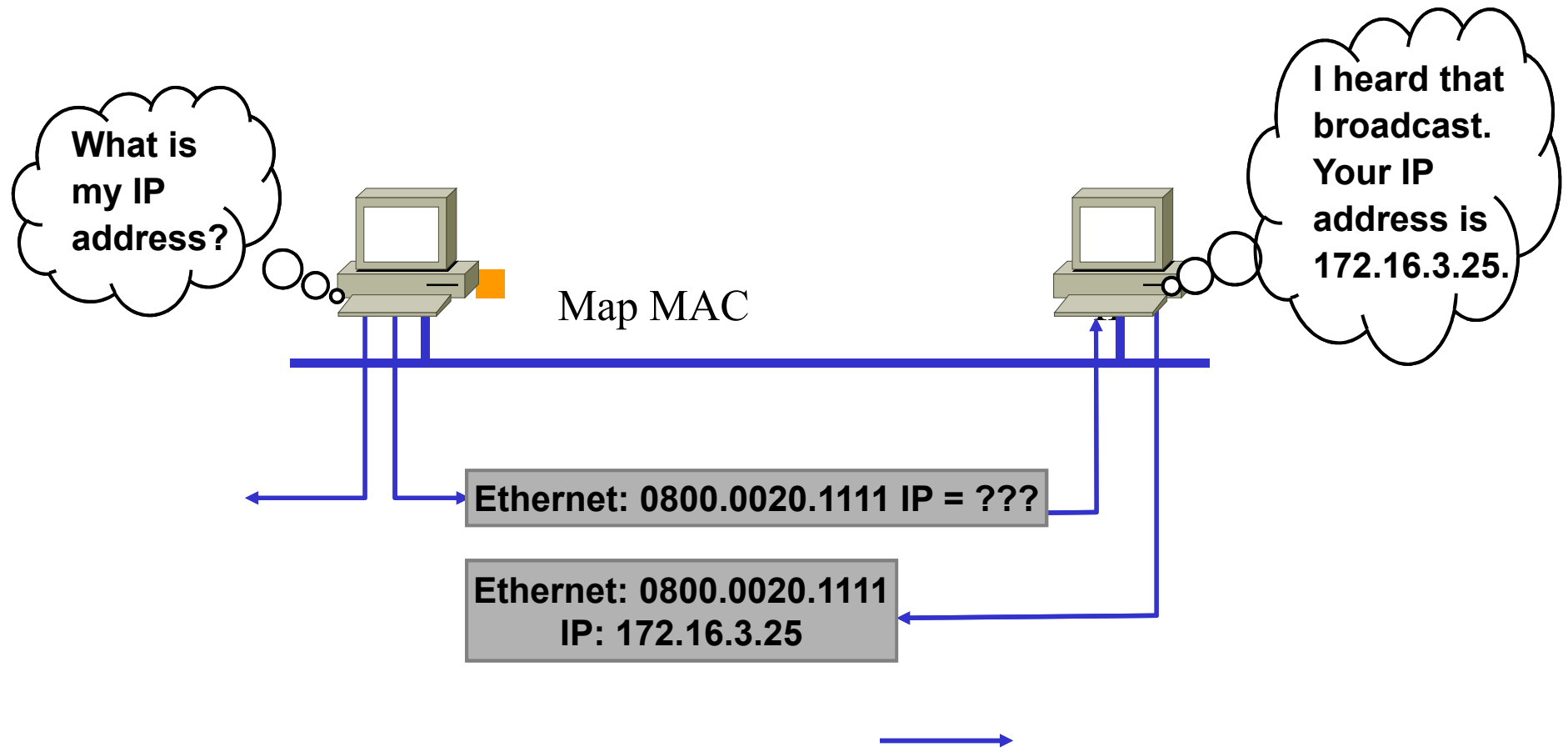


Reverse ARP

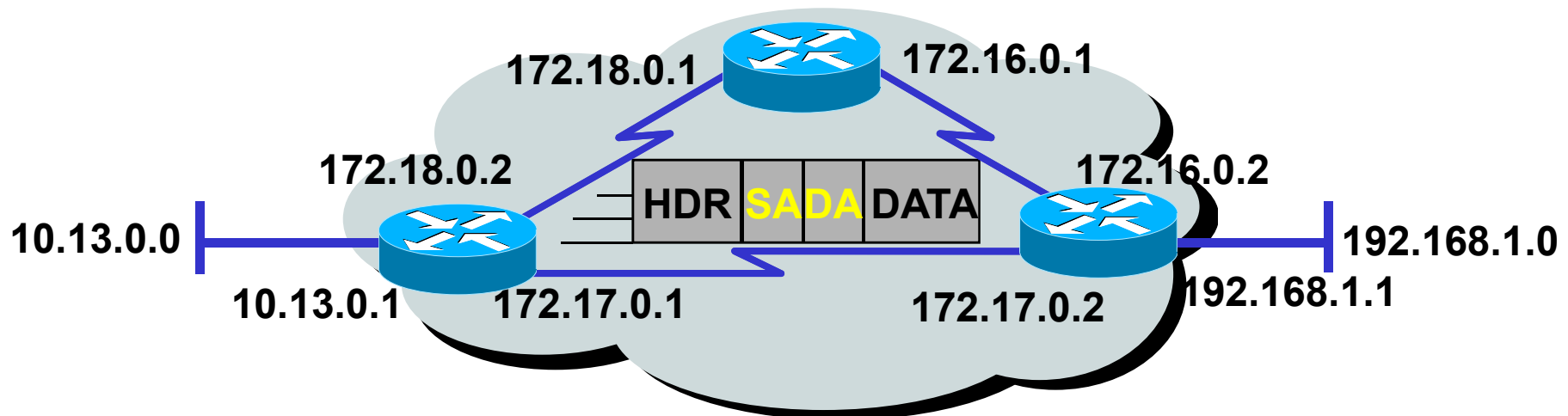
000010101101110101
000110010101001001
001011010010010101



Reverse ARP

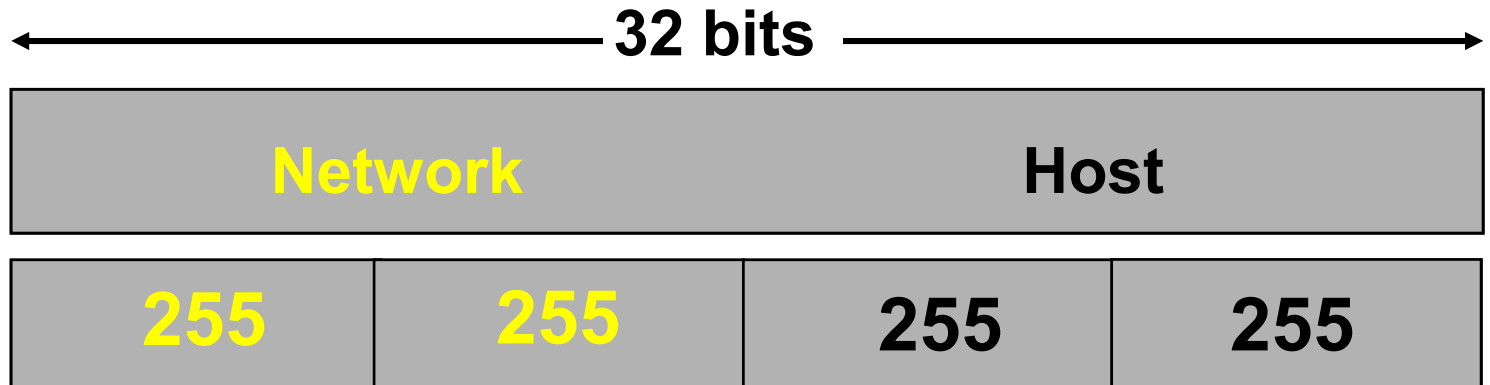


Introduction to TCP/IP Addresses

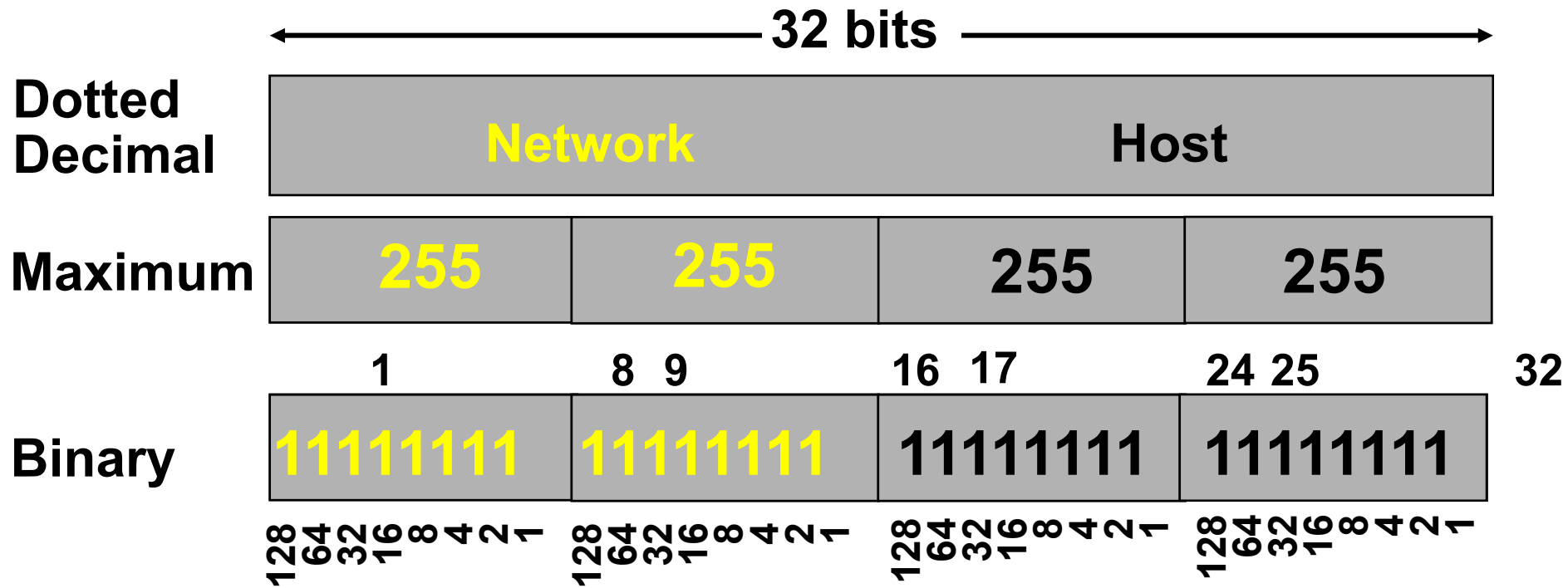


- Unique addressing allows communication between end stations
- Path choice is based on destination address

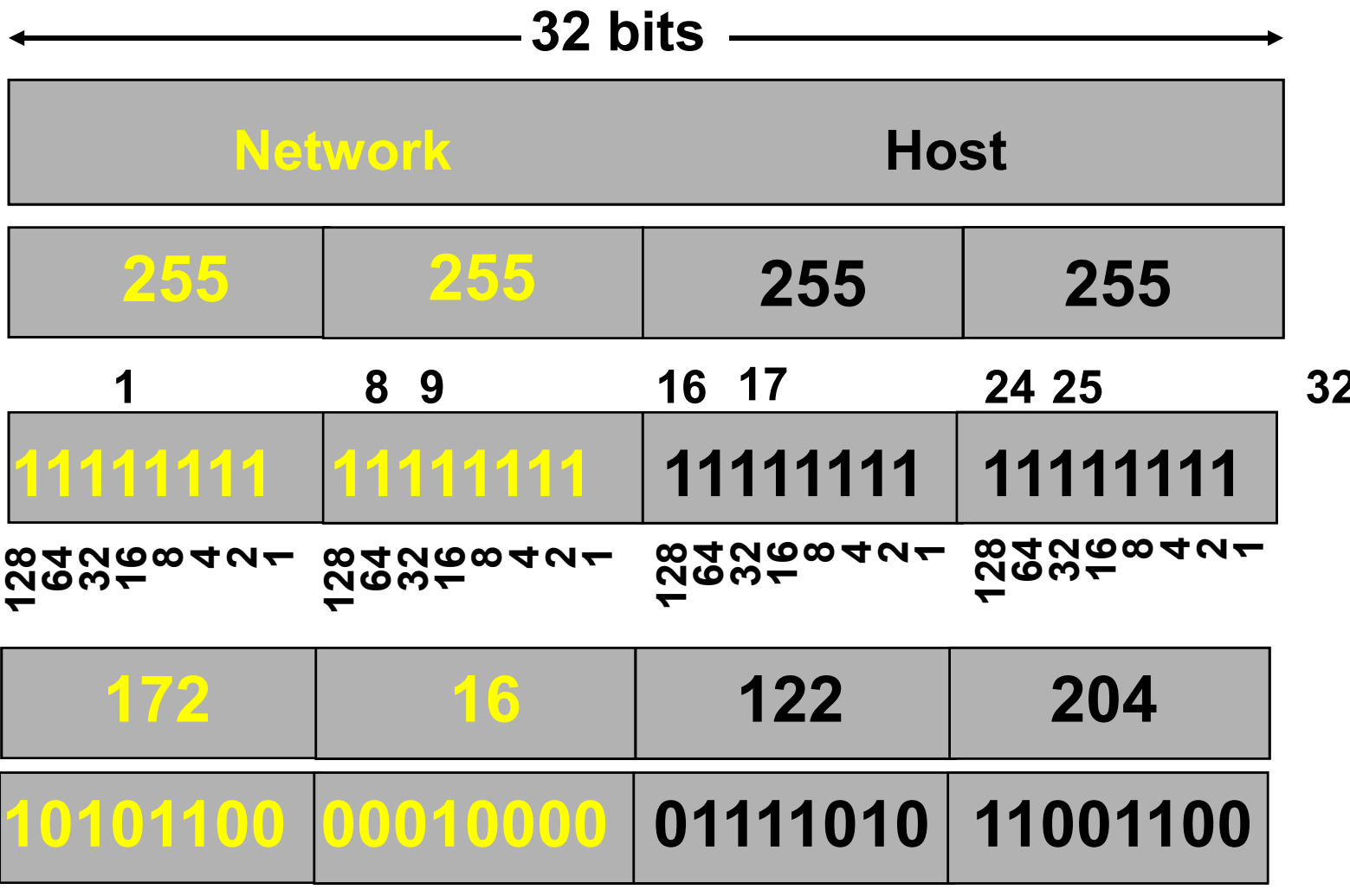
IP Addressing



IP Addressing

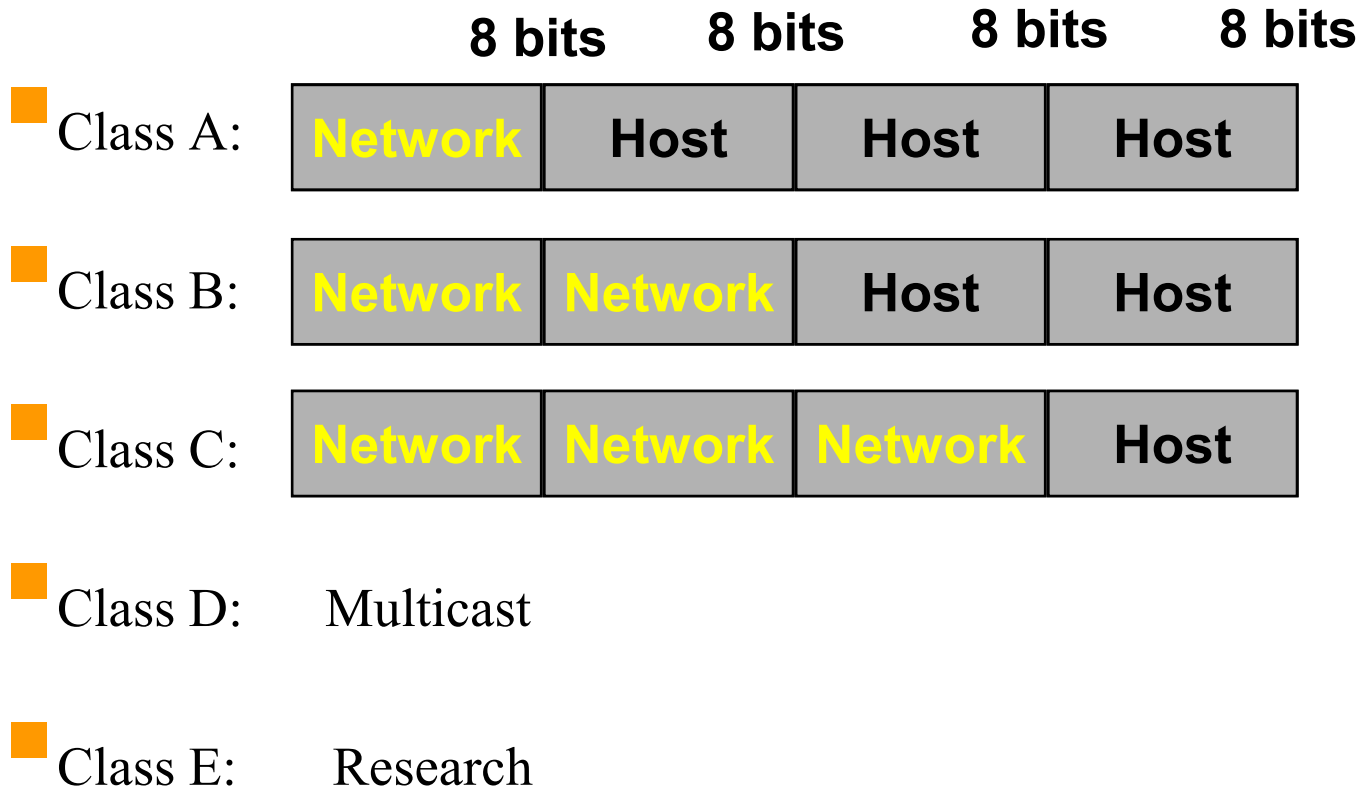


IP Addressing



IP Address Classes

00010101101110101
00110010101001001
001011010010010101



IP Address Classes



Class A:

Bits:	1	8 9	16 17	24 25	32
	0NNNNNNN	Host	Host	Host	
	Range (1-126)				

Class B:

Bits:	1	8 9	16 17	24 25	32
	10NNNNNN	Network	Host	Host	
	Range (128-191)				

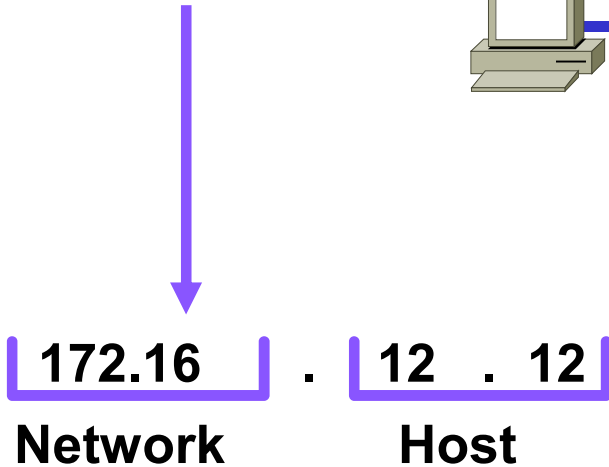
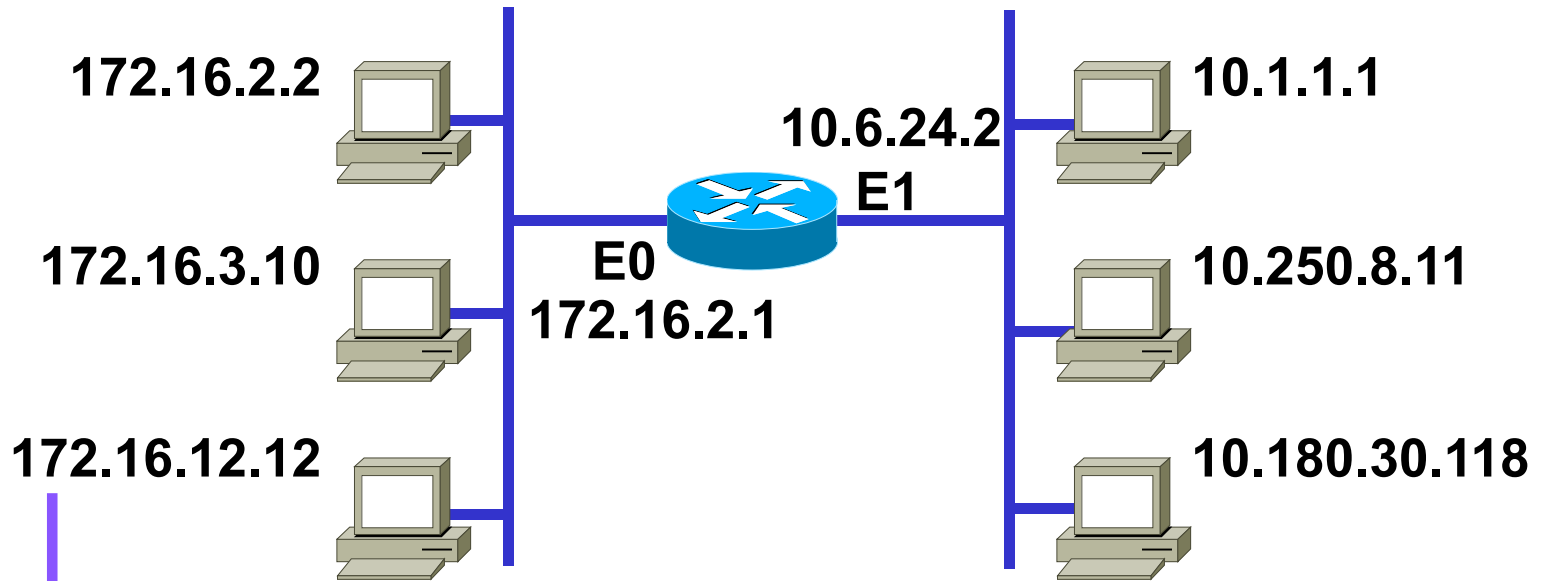
Class C:

Bits:	1	8 9	16 17	24 25	32
	110NNNN	Network	Network	Host	
	Range (192-223)				

Class D:

Bits:	1	8 9	16 17	24 25	32
	1110MMMM	Multicast Group	Multicast Group	Multicast Group	
	Range (224-239)				

Host Addresses



Routing Table	
Network	Interface
172.16.0.0	E0
10.0.0.0	E1

Determining Available Host Addresses

Network		Host		
172	16	0	0	
		16	15 14 13 12 11 10 9 8 7 6 5 4 3 2 1	N
10101100	00010000	00000000	00000000	1
		00000000	00000001	2
		00000000	00000011	3
		⋮	⋮	⋮
		11111111	11111101	65534
		11111111	11111110	65535
		11111111	11111111	65536
				- 2
				<u>65534</u>
$2^N - 2 = 2^{16} - 2 = 65534$				

IP Address Classes Exercise

0100010101101110101
00110010101001001
001011010010010101

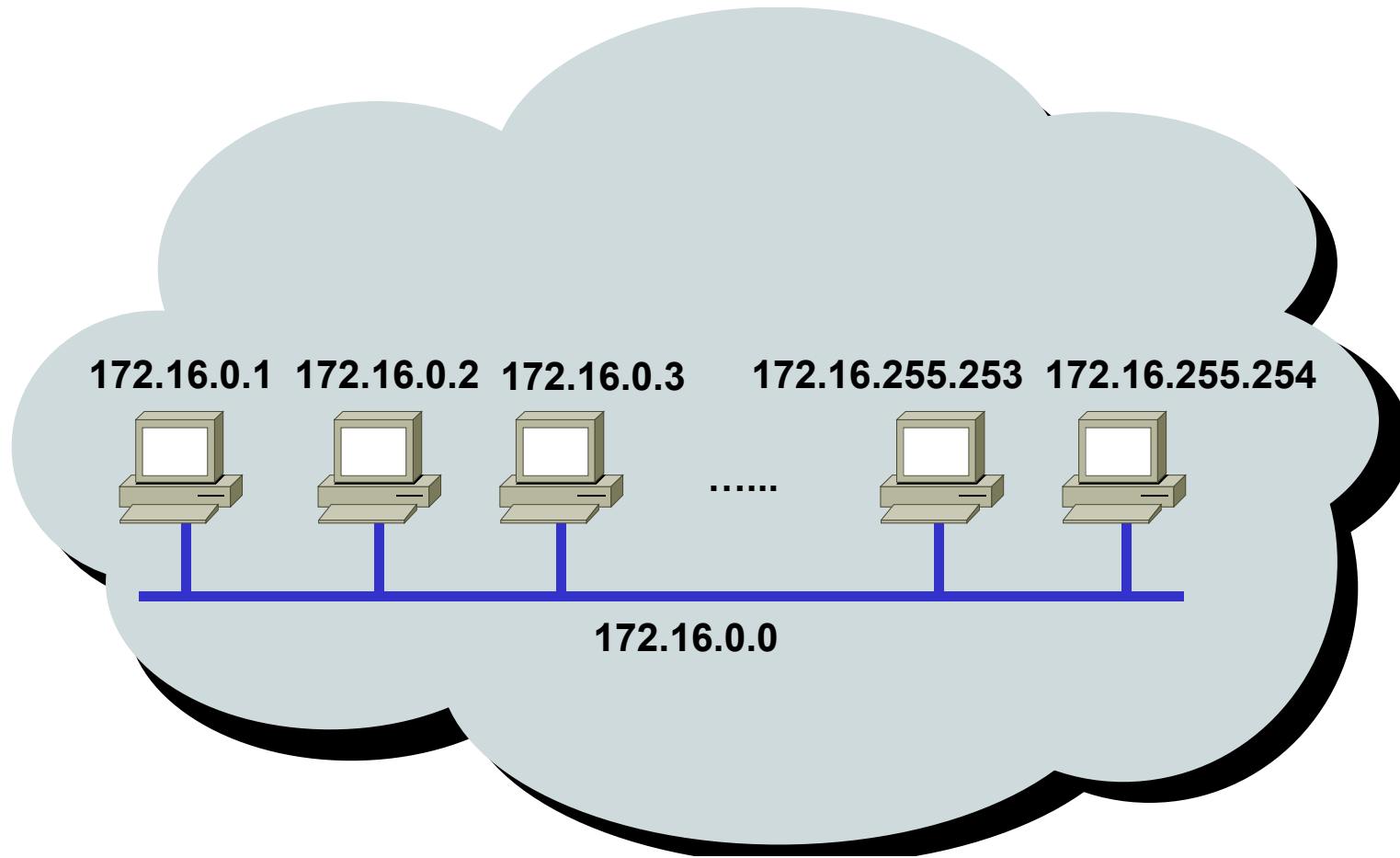
Address	Class	Network	Host
10.2.1.1			
128.63.2.100			
201.222.5.64			
192.6.141.2			
130.113.64.16			
256.241.201.10			

IP Address Classes Exercise Answers

Address	Class	Network	Host
10.2.1.1	A	10.0.0.0	0.2.1.1
128.63.2.100	B	128.63.0.0	0.0.2.100
201.222.5.64	C	201.222.5.0	0.0.0.64
192.6.141.2	C	192.6.141.0	0.0.0.2
130.113.64.16	B	130.113.0.0	0.0.64.16
256.241.201.10	Nonexistent		

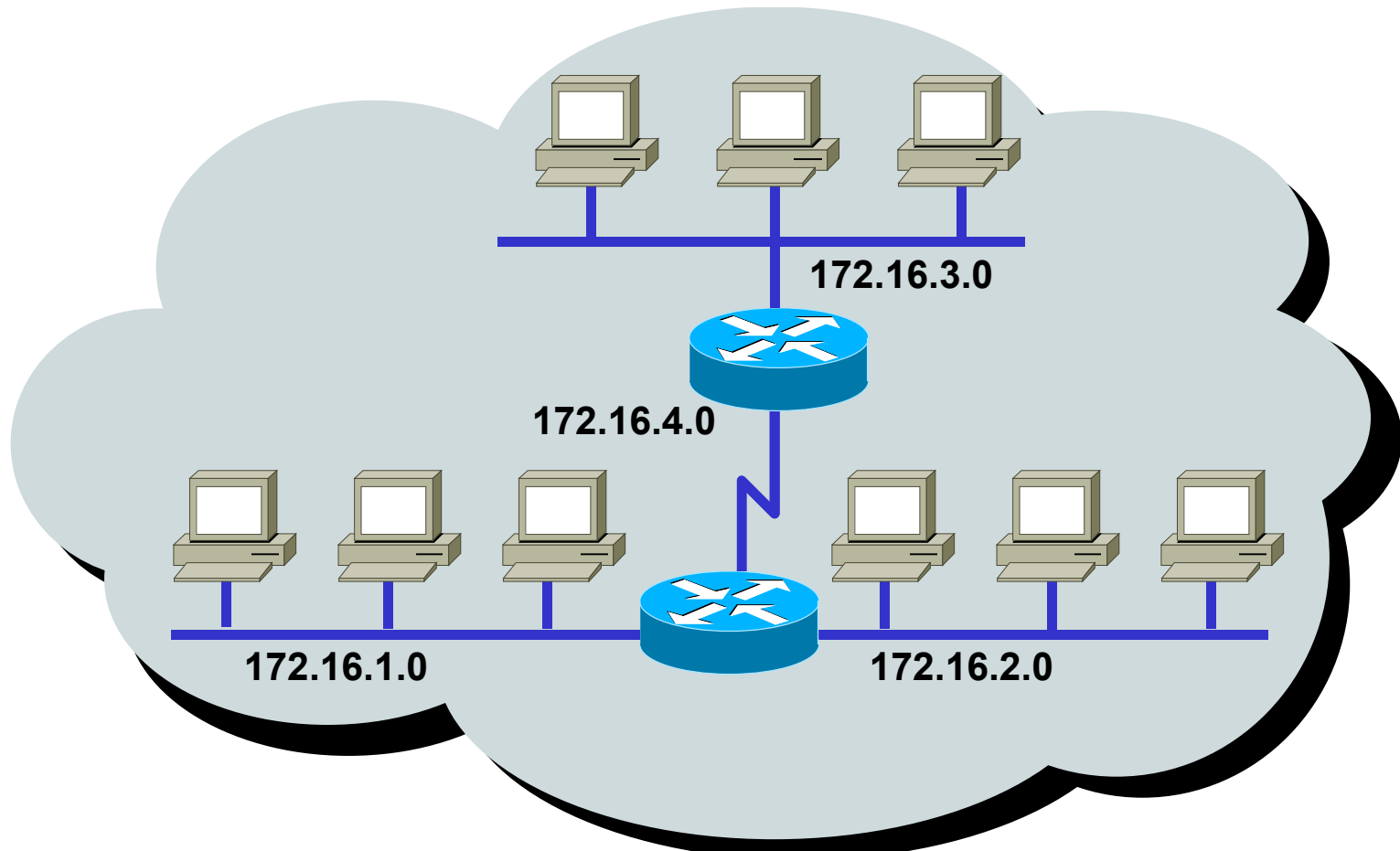
Addressing without Subnets

0100010101101110101
00110010101001001
001011010010010101

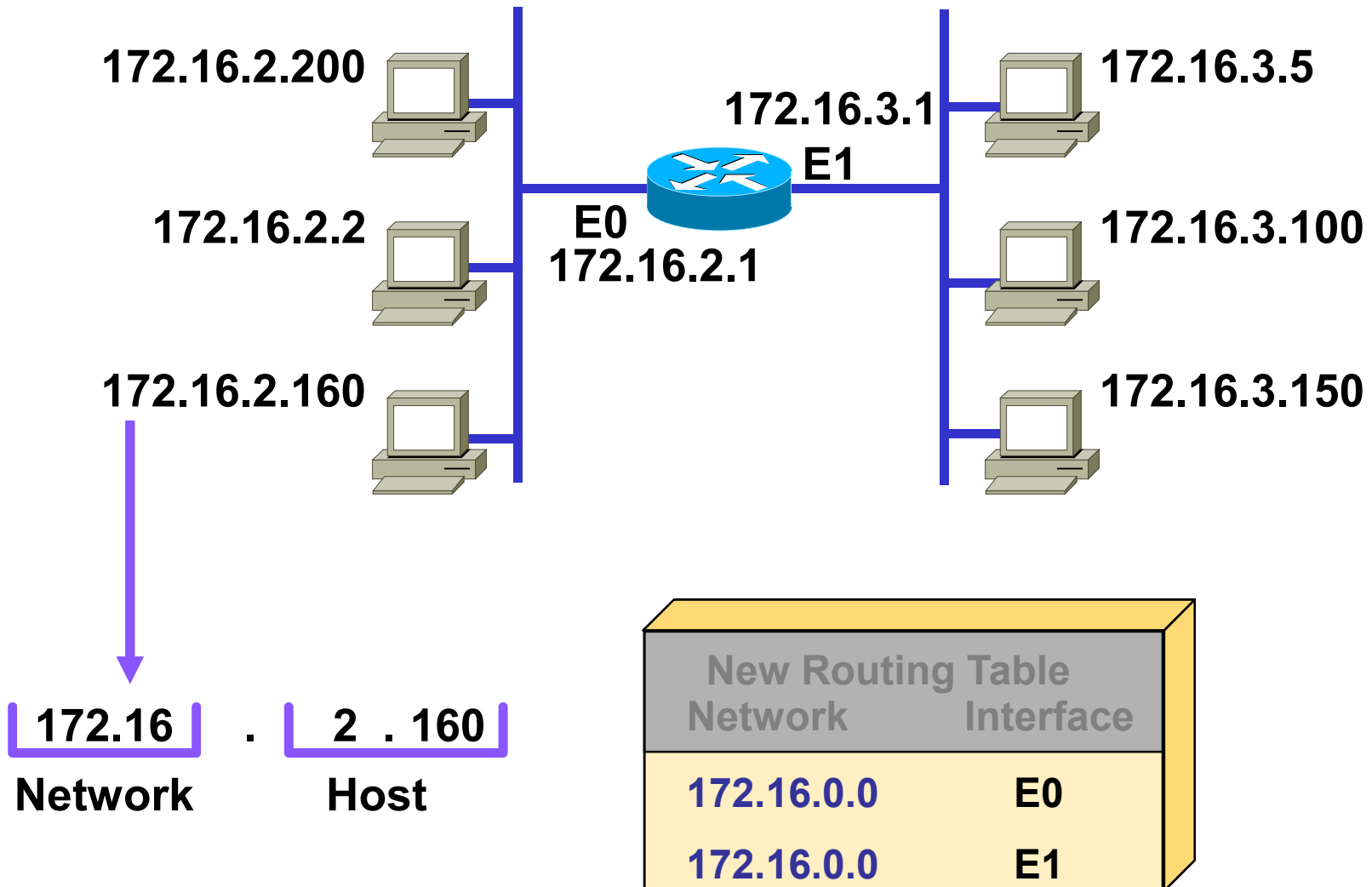


Addressing with Subnets

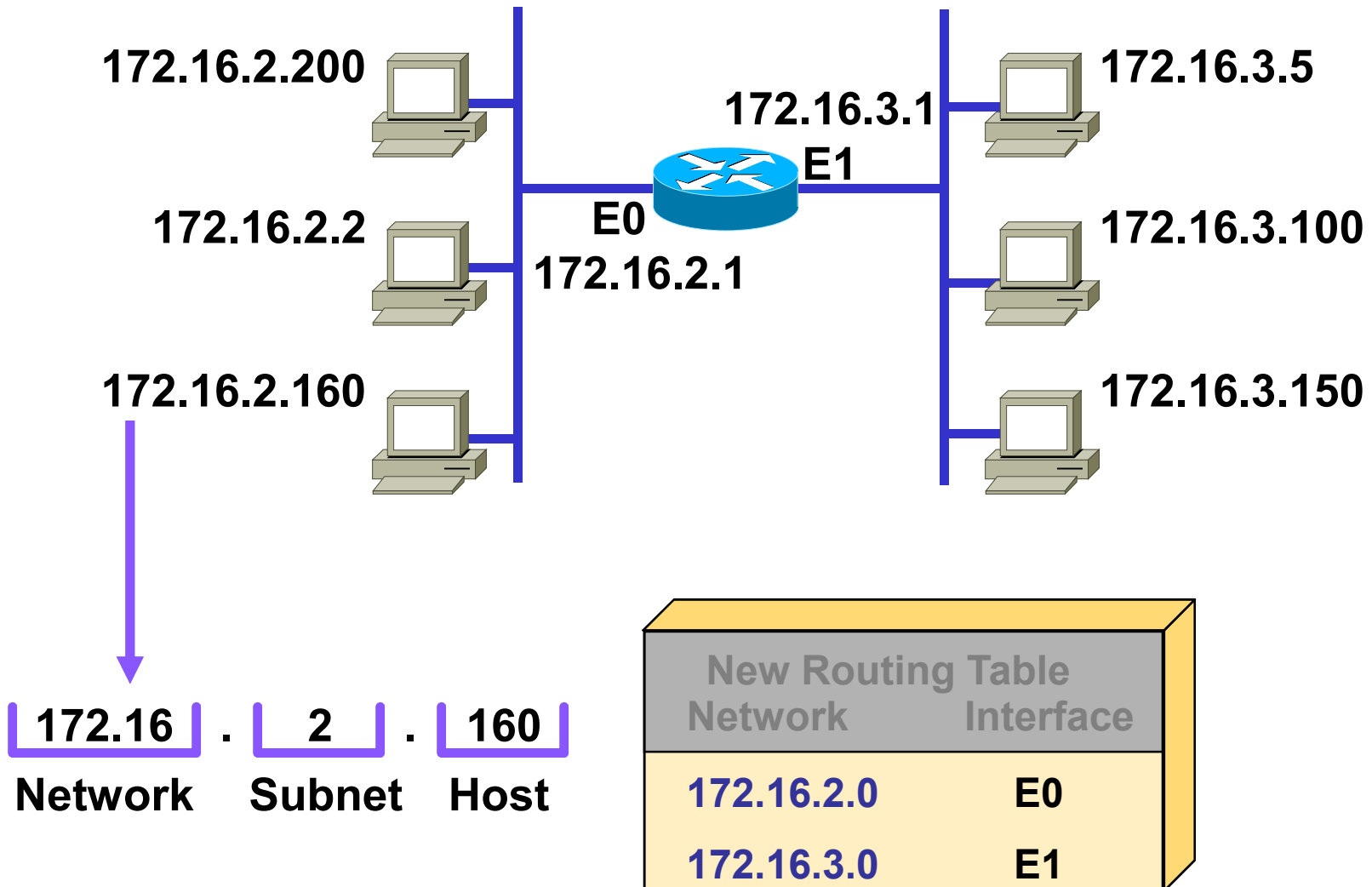
0100010101101110101
00110010101001001
001011010010010101



Subnet Addressing

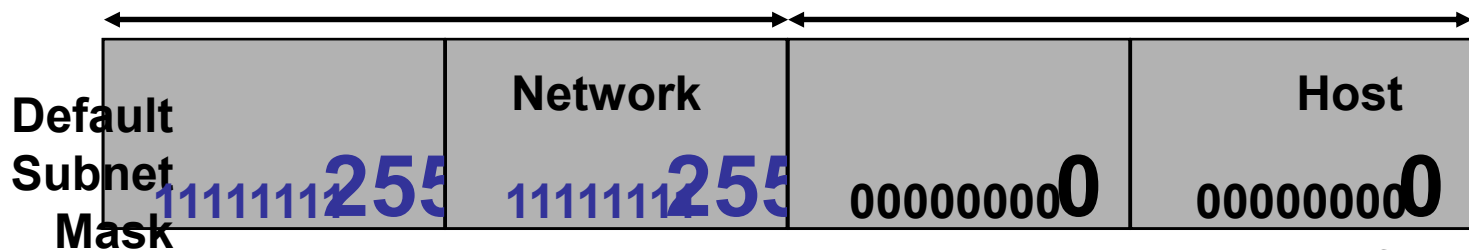
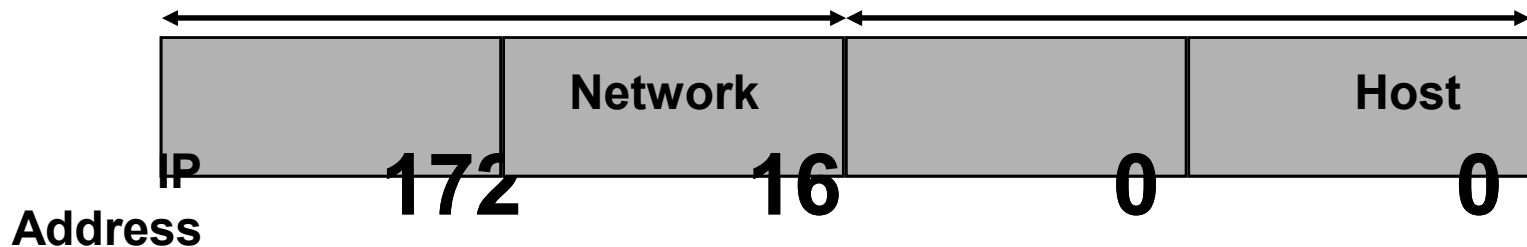


Subnet Addressing

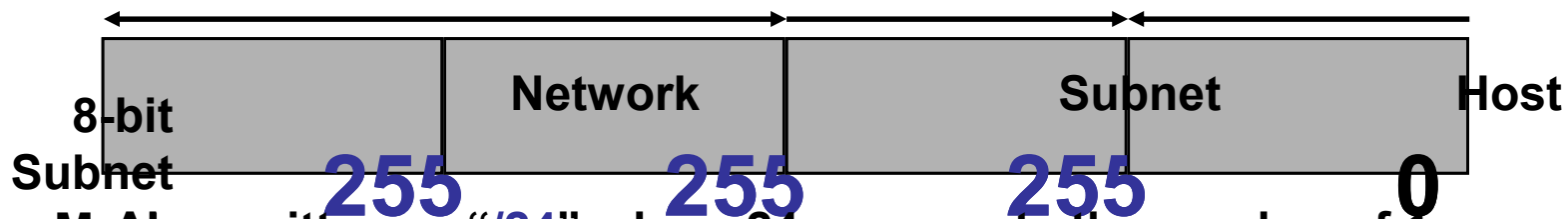


Subnet Mask

00010101101110101
00110010101001001
001011010010010101



Also written as **"/16"** where 16 represents the number of 1s in the mask.



Also written as **"/24"** where 24 represents the number of 1s in the mask.

Decimal Equivalents of Bit Patterns

128	64	32	16	8	4	2	1	
↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	
0	0	0	0	0	0	0	0	= 0
1	0	0	0	0	0	0	0	= 128
1	1	0	0	0	0	0	0	= 192
1	1	1	0	0	0	0	0	= 224
1	1	1	1	0	0	0	0	= 240
1	1	1	1	1	0	0	0	= 248
1	1	1	1	1	1	0	0	= 252
1	1	1	1	1	1	1	0	= 254
1	1	1	1	1	1	1	1	= 255

Subnet Mask without Subnets

00010101101110101
00110010101001001
00101101001001010

	Network		Host	
172.16.2.160	10101100	00010000	00000010	10100000
255.255.0.0	11111111	11111111	00000000	00000000
Network Number	172	16	0	0

- Subnets not in use—the default

Subnet Mask with Subnets



	Network		Subnet	Host
172.16.2.160	10101100	00010000	00000010	10100000
255.255.255.0	11111111	11111111	11111111	00000000
	10101100	00010000	00000010	00000000
			128 192 224 240 248 252 254 255	
Network Number	172	16	2	0

■ Network number extended by eight bits

Subnet Mask with Subnets (cont.)



172.16.2.160
 255.255.255.192

Network	Subnet	Host
10101100 11111111	00010000 11111111	00000010 11000000
10101100	00010000	00000010 10000000

128
192
224
240
248
252
254
255
 128
192
224
240
248
252
254
255

**Network
Number**

172	16	2	128
-----	----	---	-----

- Network number extended by ten bits

Subnet Mask Exercise



Address	Subnet Mask	Class	Subnet
172.16.2.10	255.255.255.0		
10.6.24.20	255.255.240.0		
10.30.36.12	255.255.255.0		

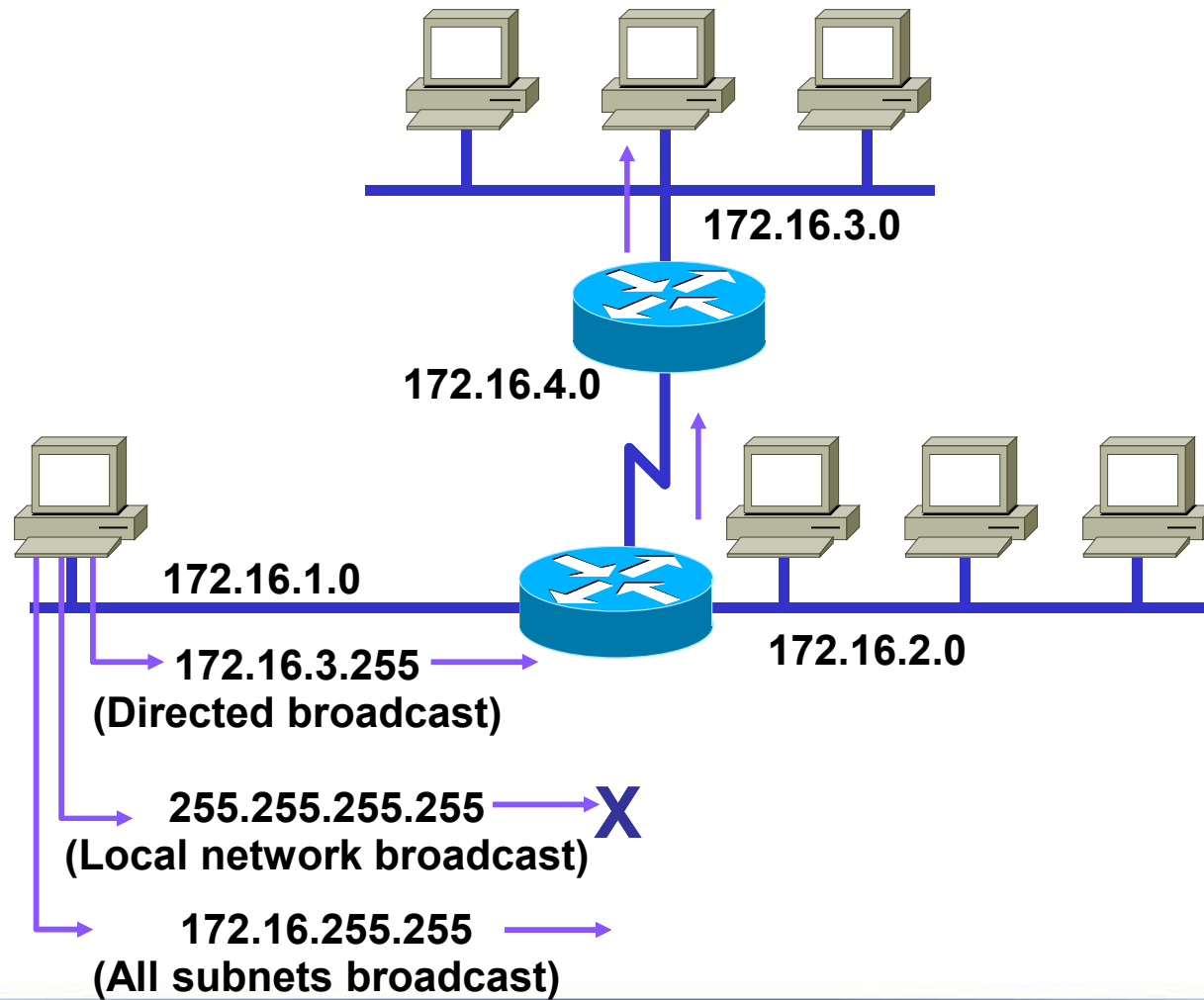
Subnet Mask Exercise Answers

0100010101101110101
00110010101001001
001011010010010101



Address	Subnet Mask	Class	Subnet
172.16.2.10	255.255.255.0	B	172.16.2.0
10.6.24.20	255.255.240.0	A	10.6.16.0
10.30.36.12	255.255.255.0	A	10.30.36.0

Broadcast Addresses



Addressing Summary Example



172	16	2	160
-----	----	---	-----

172.16.2.160	10101100	00010000	00000010	10100000	Host	1
255.255.255.192					Mask	
					Subnet	4
					Broadcast	
					First	
					Last	

Addressing Summary Example



172	16	2	160
-----	----	---	-----

172.16.2.160	10101100	00010000	00000010	10100000	Host	1
255.255.255.192	11111111	11111111	11111111	11000000	Mask	2
					Subnet	
					Broadcast	
					First	
					Last	

Addressing Summary Example

172	16	2	160
-----	----	---	-----

172.16.2.160

10101100 00010000 00000010 10100000

Host

1

255.255.255.192

11111111 11111111 11111111 11000000

Mask

2

Subnet

Broadcast

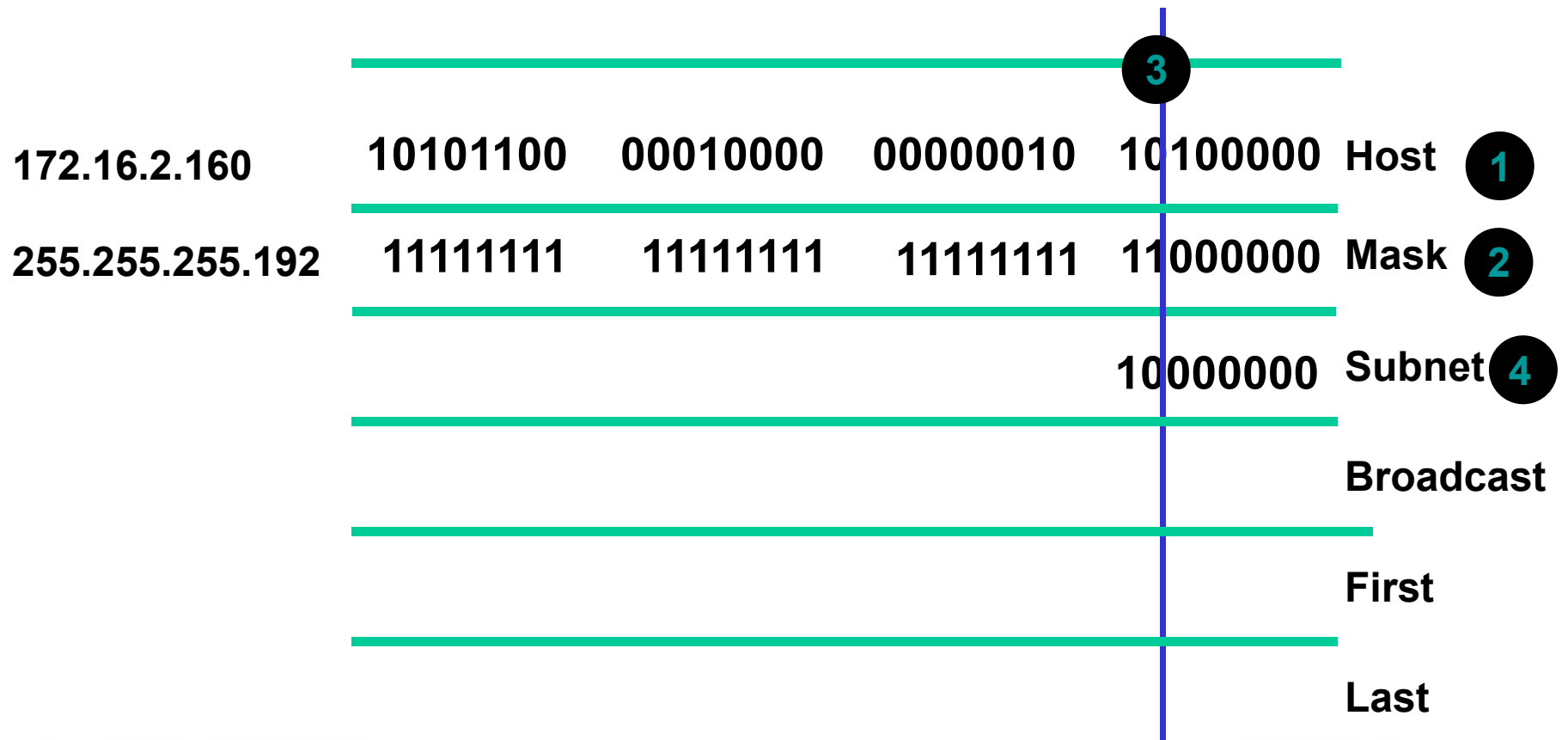
First

Last

7

Addressing Summary Example

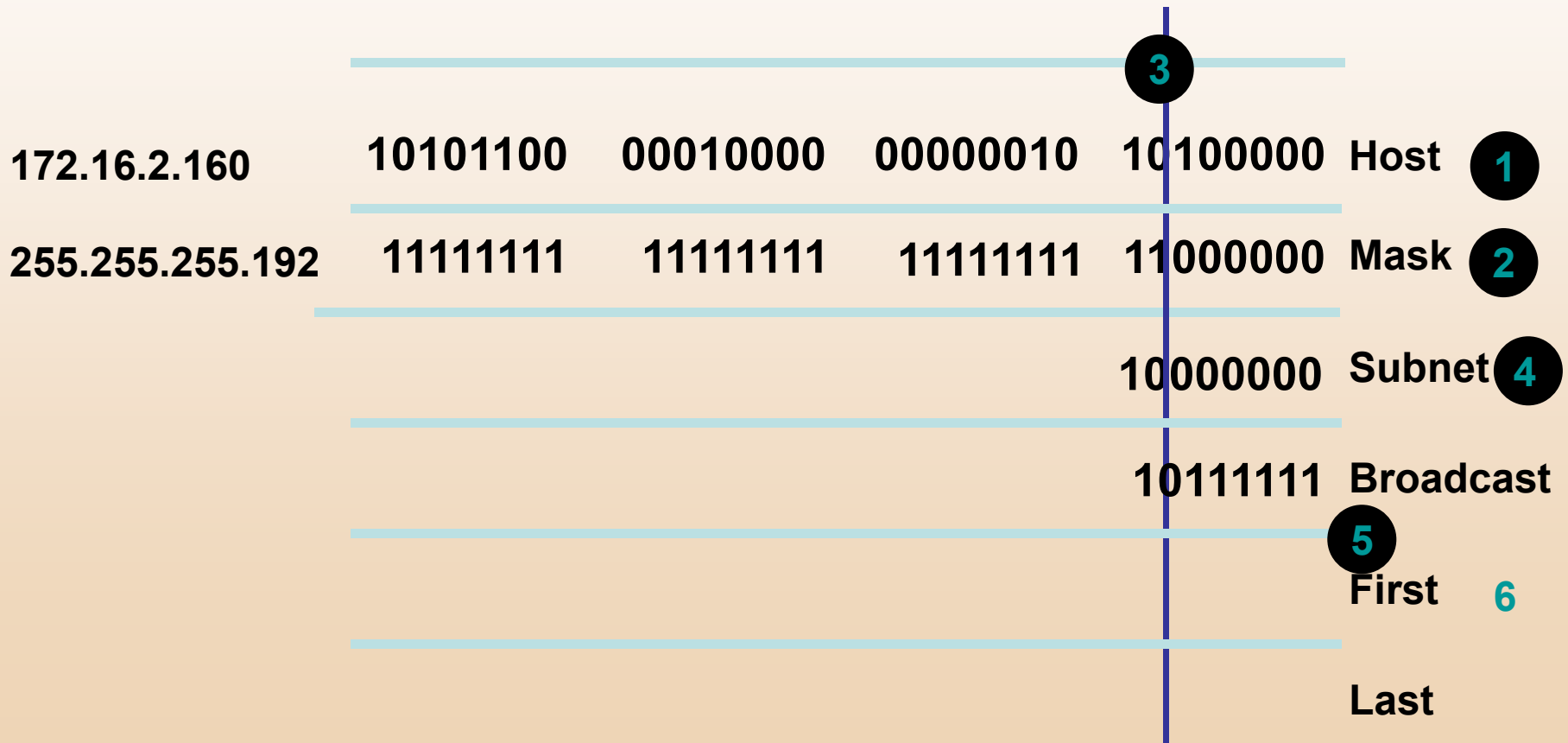
172	16	2	160
-----	----	---	-----





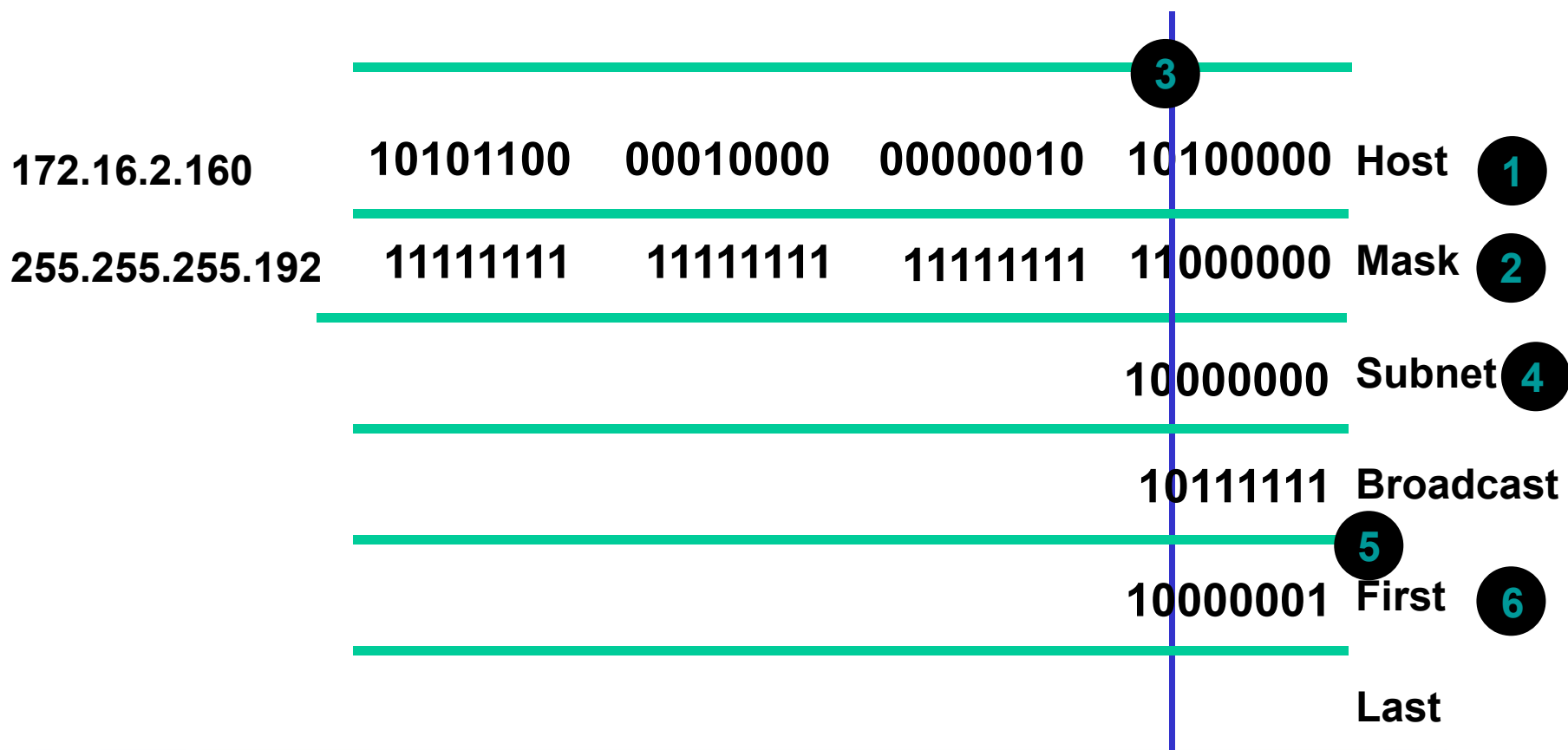
Addressing Summary Example

172	16	2	160
-----	----	---	-----



Addressing Summary Example

172	16	2	160
-----	----	---	-----



Addressing Summary Example

172	16	2	160
-----	----	---	-----

172.16.2.160

10101100 00010000 00000010 10100000

Host

1

255.255.255.192

11111111 11111111 11111111 11000000

Mask

2

10000000

Subnet

4

10111111

Broadcast

5

10000001

First

6

10111110

Last

7

Addressing Summary Example

172	16	2	160
-----	----	---	-----

	<hr/>					
				3		
172.16.2.160	10101100	00010000	00000010	10100000	Host	1
255.255.255.192	11111111	11111111	11111111	11000000	Mask	2
	<hr/>					
						8
	10101100	00010000	00000010	10000000	Subnet	4
	<hr/>					
	10101100	00010000	00000010	10111111	Broadcast	
	<hr/>					5
	10101100	00010000	00000010	10000001	First	6
	<hr/>					
	10101100	00010000	00000010	10111110	Last	7

Addressing Summary Example

172	16	2	160
-----	----	---	-----

				3		
172.16.2.160	10101100	00010000	00000010	10100000	Host	1
255.255.255.192	11111111	11111111	11111111	11000000	Mask	2
9	8					
172.16.2.128	10101100	00010000	00000010	10000000	Subnet	4
172.16.2.191	10101100	00010000	00000010	10111111	Broadcast	
					5	
172.16.2.129	10101100	00010000	00000010	10000001	First	6
172.16.2.190	10101100	00010000	00000010	10111110	Last	7

Class B Subnet Example

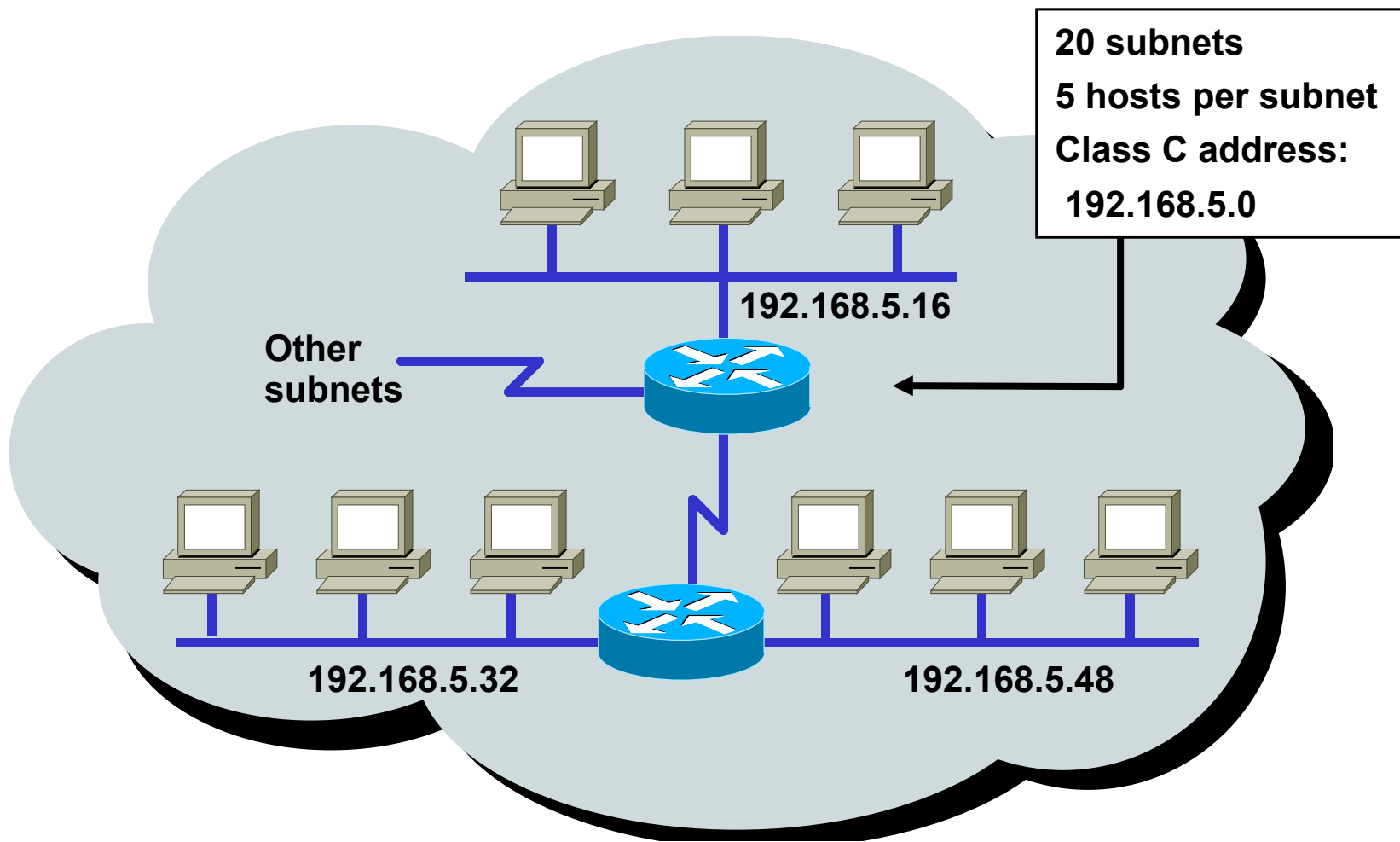
IP Host Address: 172.16.2.121
Subnet Mask: 255.255.255.0

	Network	Network	Subnet	Host
172.16.2.121:	10101100	00010000	00000010	01111001
255.255.255.0:	11111111	11111111	11111111	00000000
Subnet:	10101100	00010000	00000010	00000000
Broadcast:	10101100	00010000	00000010	11111111

- Subnet Address = 172.16.2.0
- Host Addresses = 172.16.2.1–172.16.2.254
- Broadcast Address = 172.16.2.255
- Eight bits of subnetting

Subnet Planning

00010101101110101
00110010101001001
001011010010010101



Class C Subnet Planning Example

IP Host Address: 192.168.5.121
Subnet Mask: 255.255.255.248

	Network	Network	Network	Subnet	Host
192.168.5.121:	11000000	10101000	00000101	01111001	
255.255.255.248:	11111111	11111111	11111111	11111000	
Subnet:	11000000	10101000	00000101	01111000	
Broadcast:	11000000	10101000	00000101	01111111	

- Subnet Address = 192.168.5.120
- Host Addresses = 192.168.5.121–192.168.5.126
- Broadcast Address = 192.168.5.127
- Five Bits of Subnetting

Broadcast Addresses Exercise



Address	Subnet Mask	Class	Subnet	Broadcast
201.222.10.60	255.255.255.248			
15.16.193.6	255.255.248.0			
128.16.32.13	255.255.255.252			
153.50.6.27	255.255.255.128			

Broadcast Addresses Exercise Answers



Address	Subnet Mask	Class	Subnet	Broadcast
201.222.10.60	255.255.255.248	C	201.222.10.56	201.222.10.63
15.16.193.6	255.255.248.0	A	15.16.192.0	15.16.199.255
128.16.32.13	255.255.255.252	B	128.16.32.12	128.16.32.15
153.50.6.27	255.255.255.128	B	153.50.6.0	153.50.6.127

IEEE 802 Networking Specifications

- กำหนดชุดของมาตรฐาน LAN เพื่อให้การเชื่อมต่อเครือข่ายและสายจากผู้ผลิตหลายจะเข้ากันได้
- กำหนดองค์ประกอบทางกายภาพของเครือข่าย
- กำหนดว่า NIC ที่สามารถเข้าถึงและถ่ายโอนข้อมูลข้ามสื่อเครือข่ายที่ต่างกันหลากหลายได้
- อธิบายสิ่งที่มีส่วนเกี่ยวข้องในการเชื่อมต่อ การจัดการและถอดอุปกรณ์ในระบบเครือข่าย

Relationships Among OSI Layers



- Each layer shields the higher layer from the details of how its services are implemented

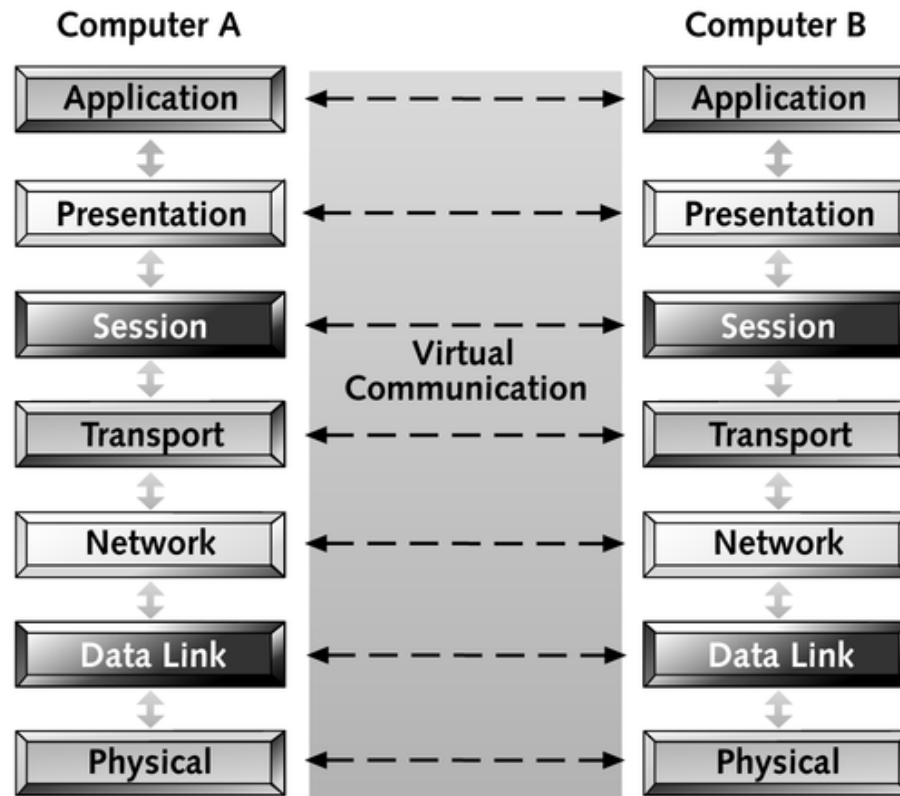


Figure 5-2 Relationships among OSI layers

OSI Reference Model Summary



Table 5-1 Actions for each layer of the OSI reference model

OSI Layer	Function
Application	Transfers information from program to program
Presentation	Handles text formatting and displays code conversion
Session	Establishes, maintains, and coordinates communication
Transport	Ensures accurate delivery of data
Network	Determines transport routes and handles the transfer of messages
Data Link	Codes, addresses, and transmits information
Physical	Manages hardware connections and handles sending and receiving of signals

Table 5-2 IEEE 802 standards

Standard	Name	Explanation
802.1	Internetworking	Covers routing, bridging, and internetwork communications
802.2	Logical Link Control	Relates to error- and flow-control over data frames
802.3	Ethernet LAN	Covers all forms of Ethernet media and interfaces, from 10 Mbps to 1 Gbps (Gigabit Ethernet)
802.4	Token Bus LAN	Covers all forms of token bus media and interfaces
802.5	Token Ring LAN	Covers all forms of token ring media and interfaces
802.6	Metropolitan Area Network	Covers MAN technologies, addressing, and services
802.7	Broadband Technical Advisory Group	Covers broadband networking media, interfaces, and other equipment
802.8	Fiber-optic Technical Advisory Group	Covers use of fiber-optic media and technologies for various networking types
802.9	Integrated Voice/Data Networks	Covers integration of voice and data traffic over a single network medium
802.10	Network Security	Covers network access controls, encryption, certification, and other security topics
802.11	Wireless Networks	Sets standards for wireless networking for many different broadcast frequencies and usage techniques
802.12	High-speed Networking	Covers a variety of 100 Mbps-plus technologies, including 100VG-AnyLAN

- Break the Data Link layer into two sublayers:
 - Logical Link Control (LLC) sublayer
 - Error correction
 - Flow control
 - Media Access Control (MAC) sublayer
 - Access control

IEEE 802 Extensions to the OSI Reference Model

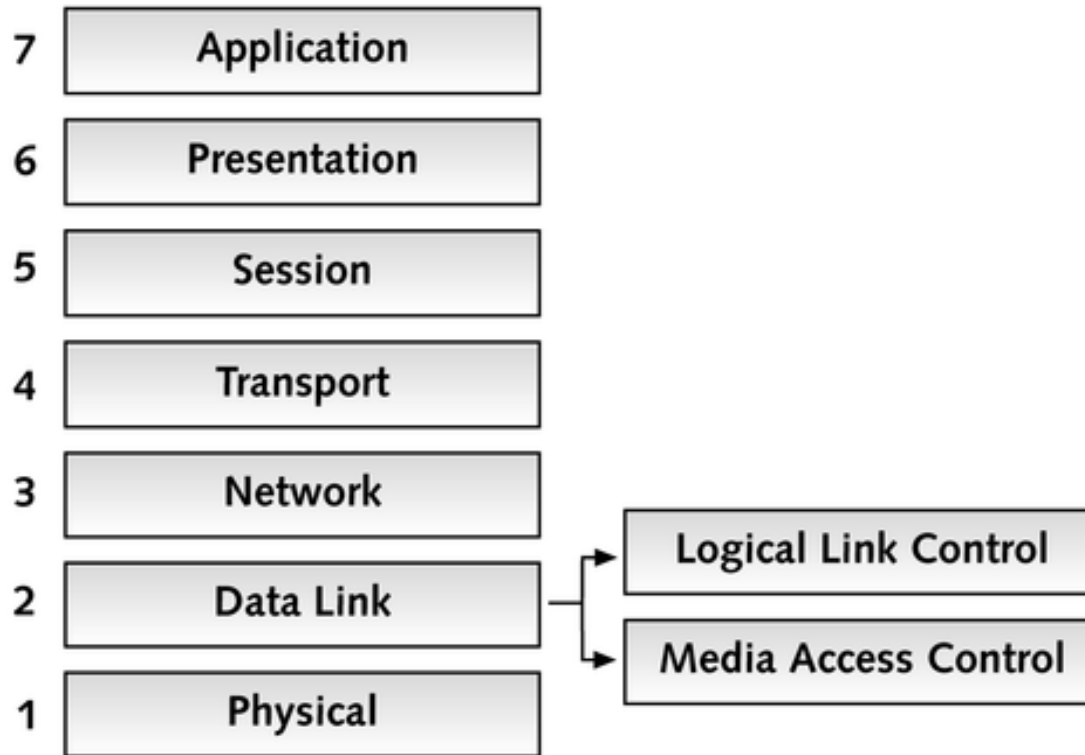


Figure 5-4 IEEE 802 standard divides the OSI Data Link layer into two sublayers

IEEE 802 Extensions to the OSI Reference Model

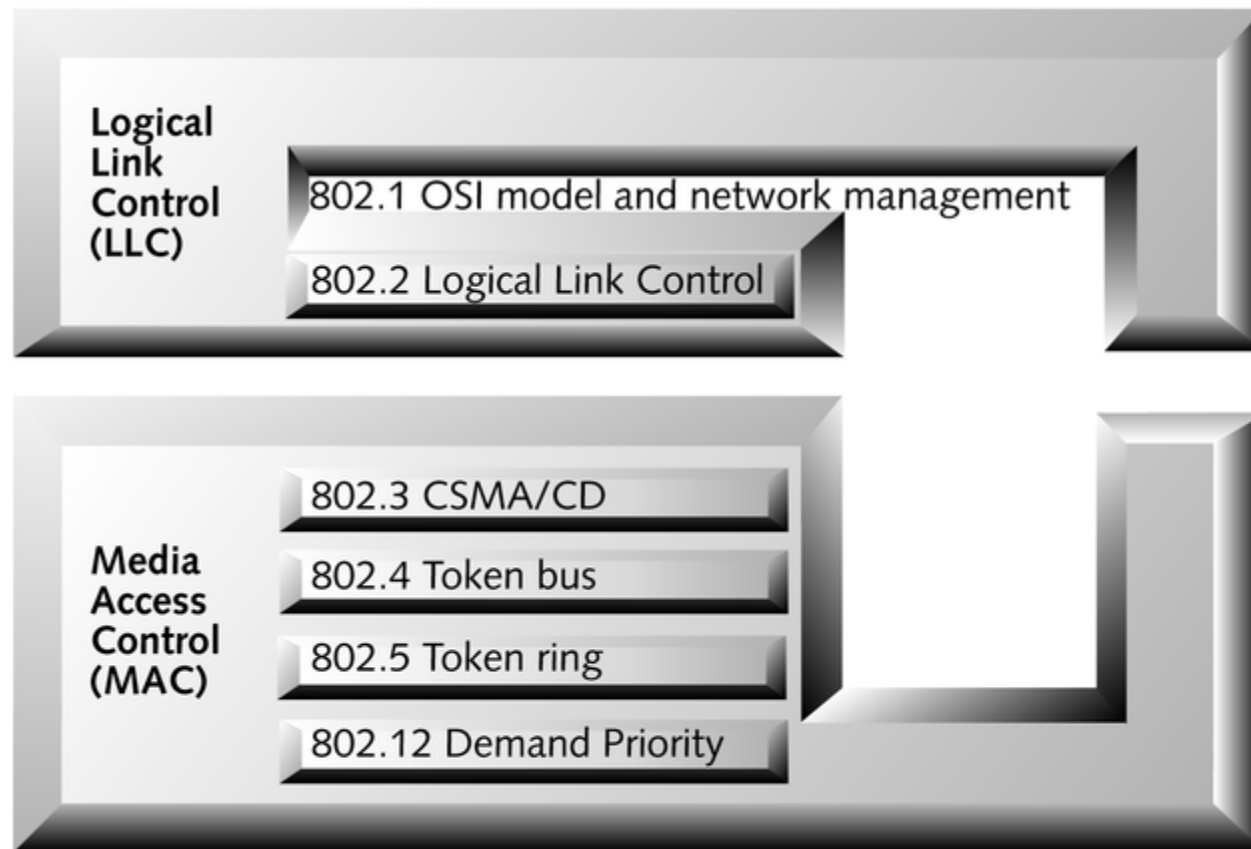


Figure 5-5 IEEE 802.x specifications map to the OSI reference model

- Two different, but complementary, theoretical models for what networks are and how they work
 - OSI model and its orderly, seven-layered approach
 - IEEE 802 model and its standards
- How the two models fit together
- Where networking hardware plugs into each model