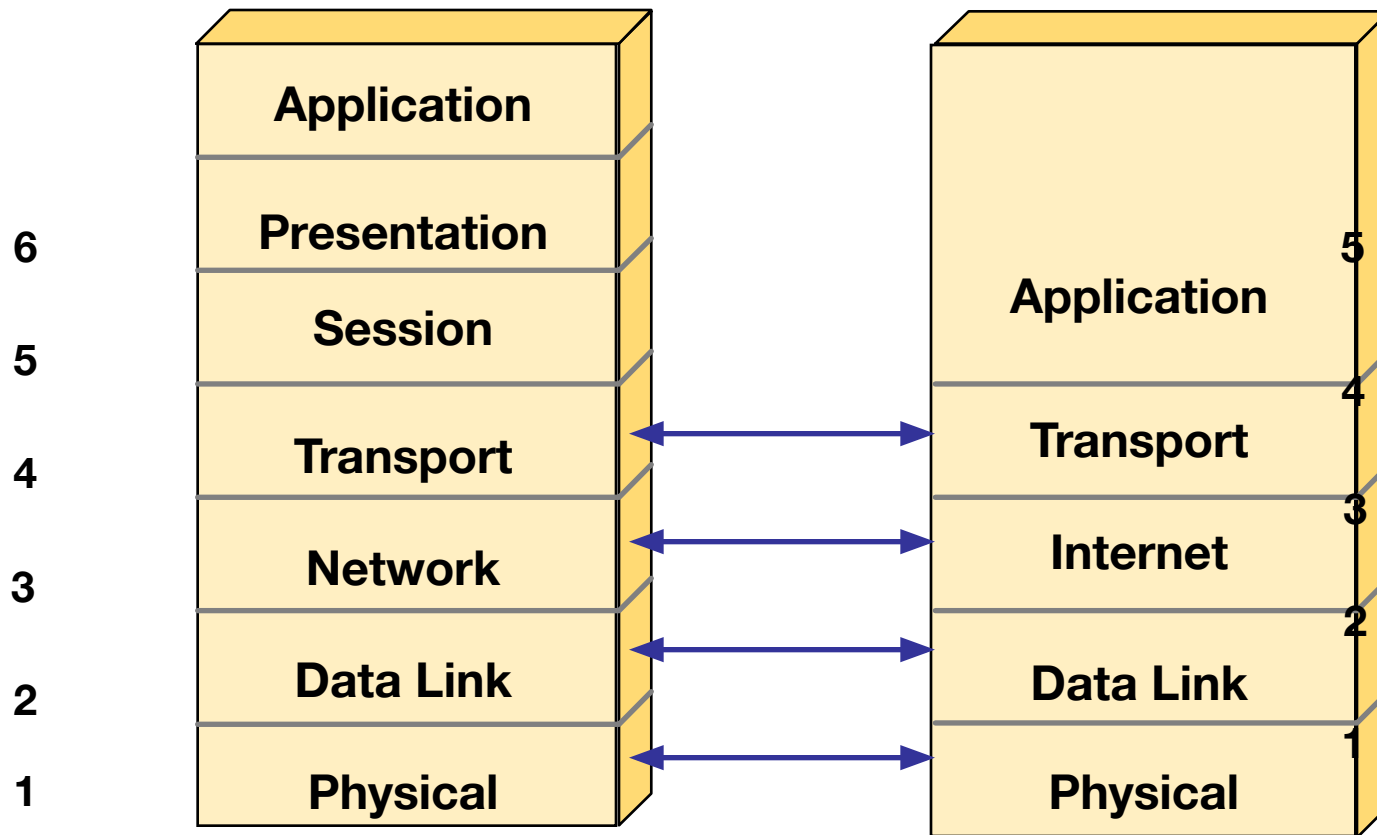


# **Передача мультисервисного трафика в IP-сетях**

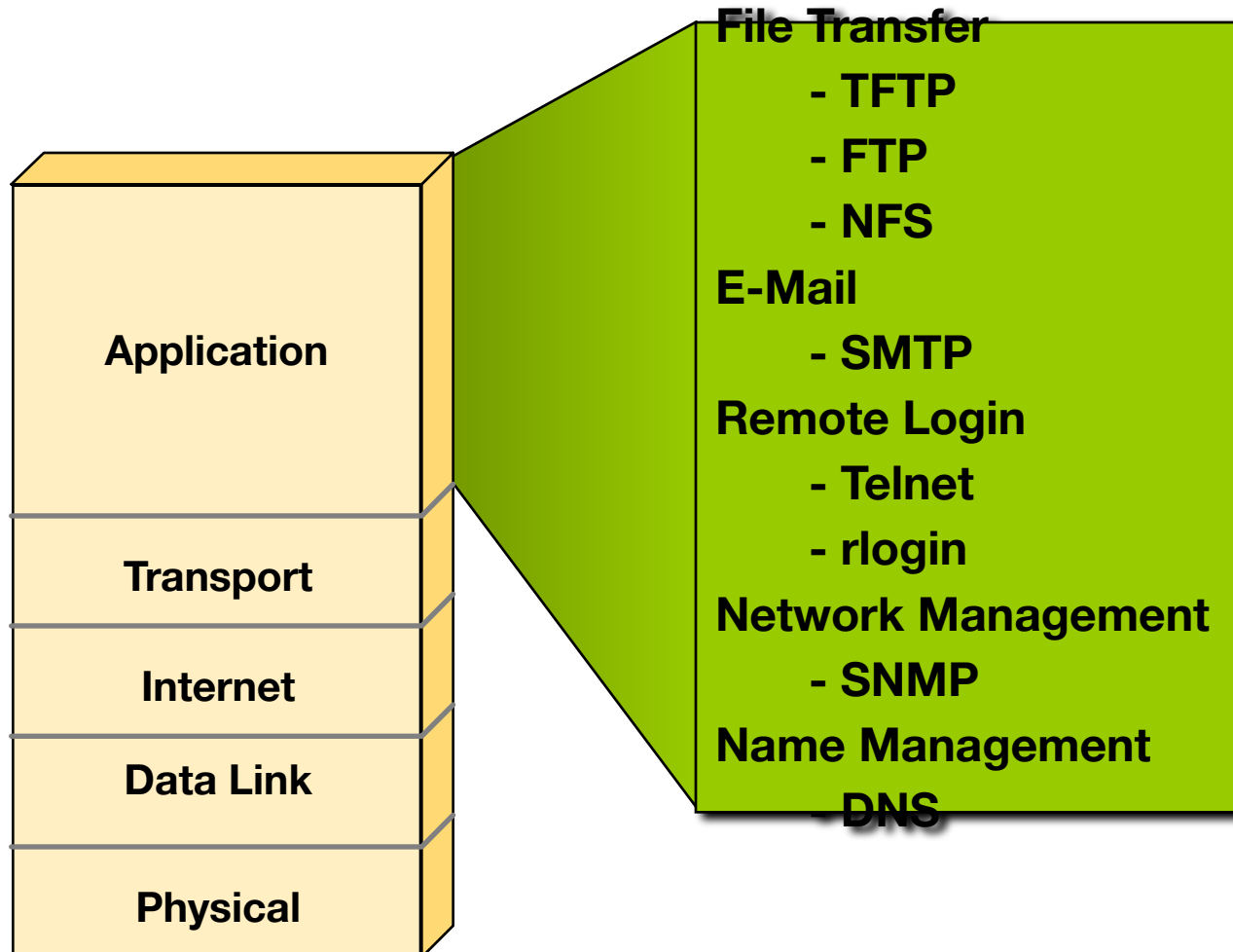
Стек протоколов TCP/IP

Проф.В.Ю.Деарт

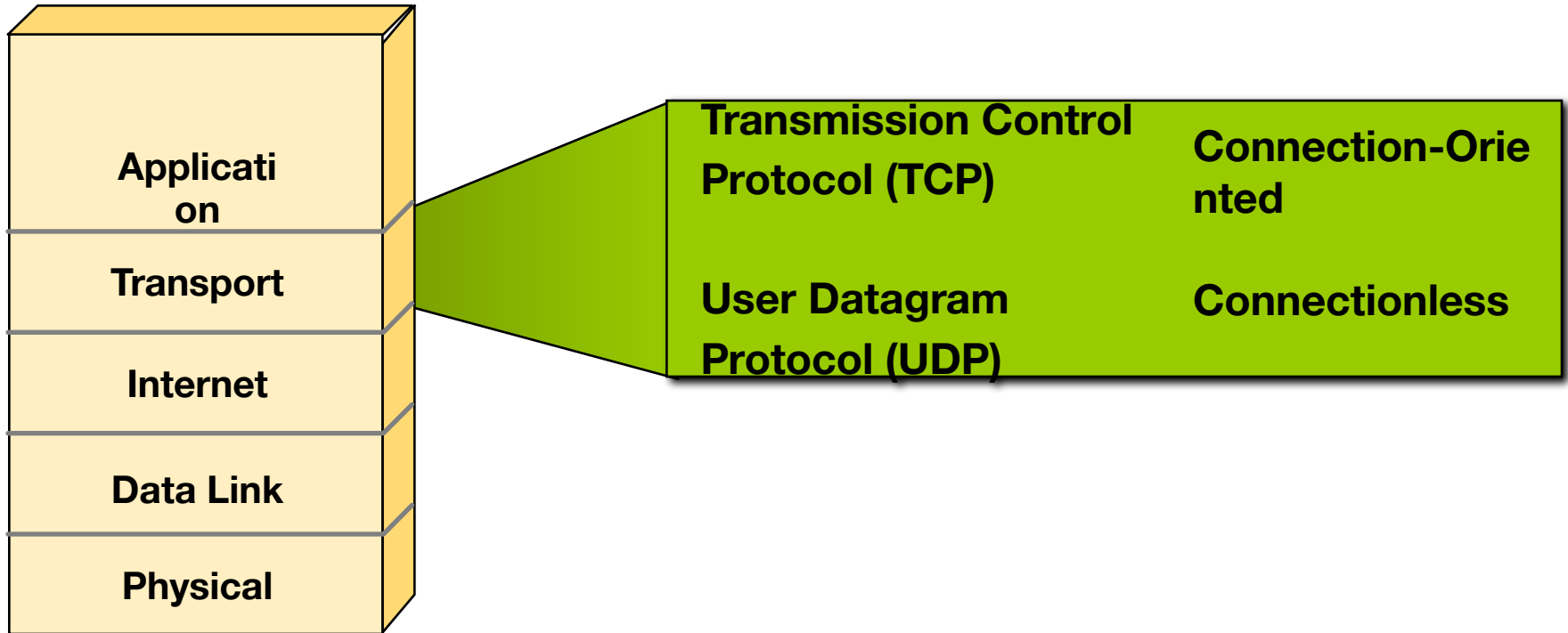
# TCP/IP Protocol Stack



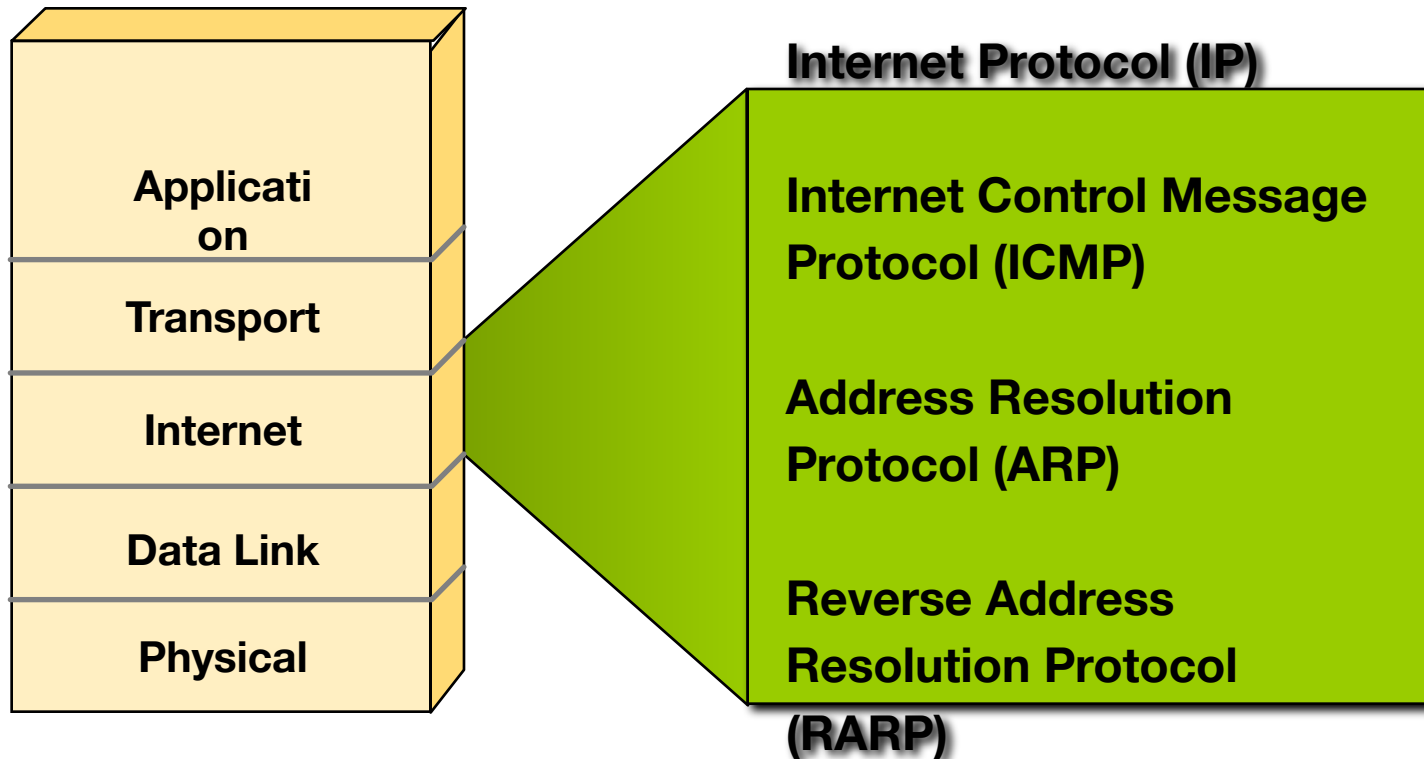
# Application Layer Overview



# Transport Layer Overview

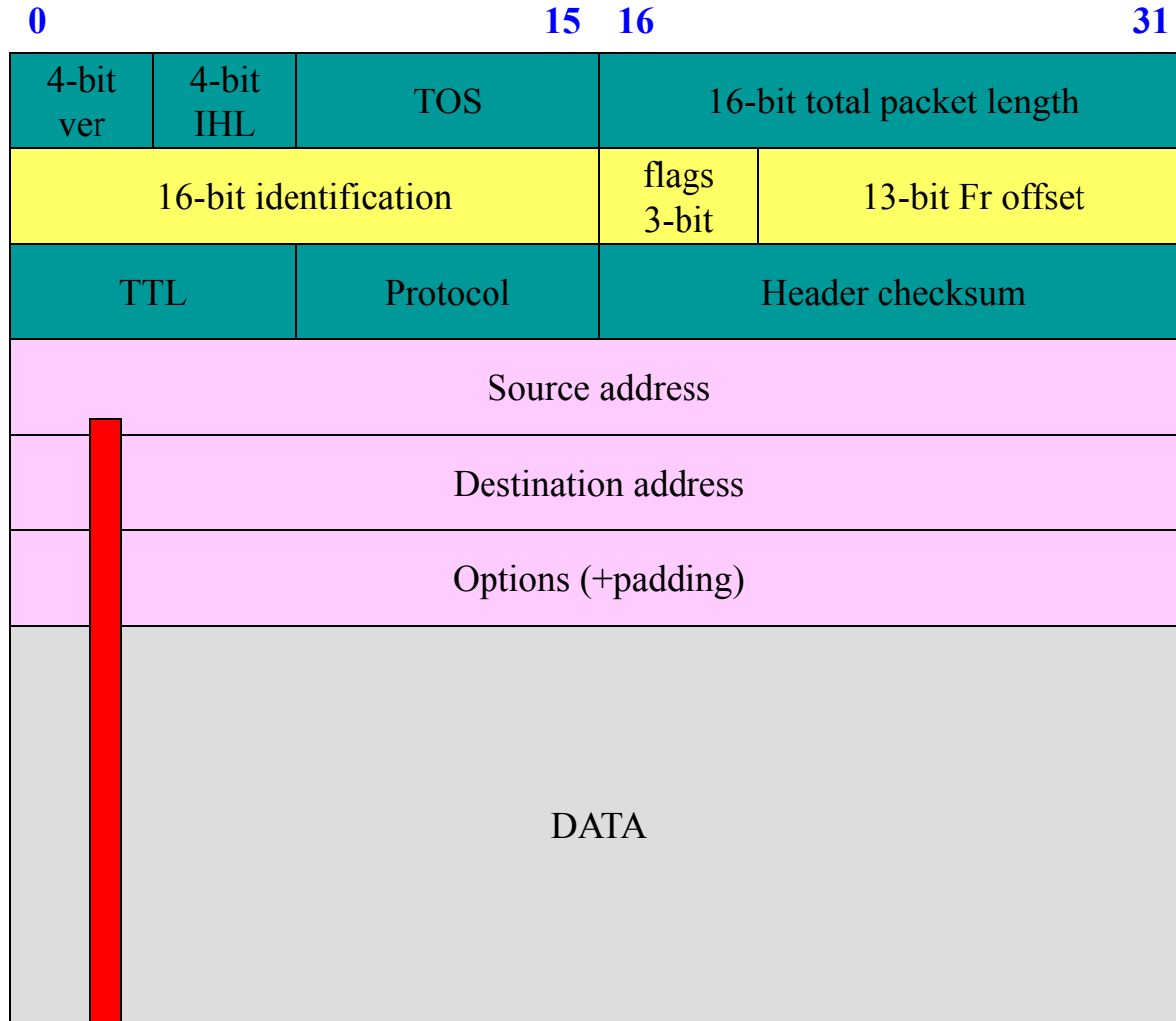


# Internet Layer Overview



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

# Структура IP пакета



Версия. Чаще используется версия 4

IHL - IP header length – Длина заголовка IP. Единица в IHL - 32-битное слово.

Поле состоит из 4х бит =>максимальная длина заголовка IP 60 байт

TOS - type of service – Тип сервиса  
Первые 3 бита образуют подполе приоритета 4 TOS должен быть равен 0.  
Остальные 4 бита TOS:

- минимизация задержки
  - максимизация пропускной способности
  - максимизация надежности доставки
  - минимизация стоимости
- Только 1 из этих 4 бит может быть 1

TPL – полная длина пакета в байтах.  
Максимальная длина IP пакета 65535.

IDENTIFICATION – это поле используется когда IP нуждается в дефрагментации датаграммы.

Все фрагменты должны иметь одинаковое значение данного поля.

Продолжение...

# Структура IP пакета

0	15	16	31
4-bit ver	4-bit IHL	TOS	16-bit total packet length
16-bit identification		flags 3-bit	13-bit Fr offset
TTL	Protocol	Header checksum	
Source address			
Destination address			
Options (+padding)			
DATA			

TTL - time-to-live-время жизни  
Предельный срок в течение которого пакет может пересекаться по сети. Это поле уменьшается каждый раз при обработке заголовка IP пакета.

Когда поле становится равным 0 датаграмма уничтожается маршрутизатором и ICMP сообщение посылается отправителю.

PROTOCOL – поле указывает какому протоколу верхнего уровня принадлежит информация в поле данных пакета.

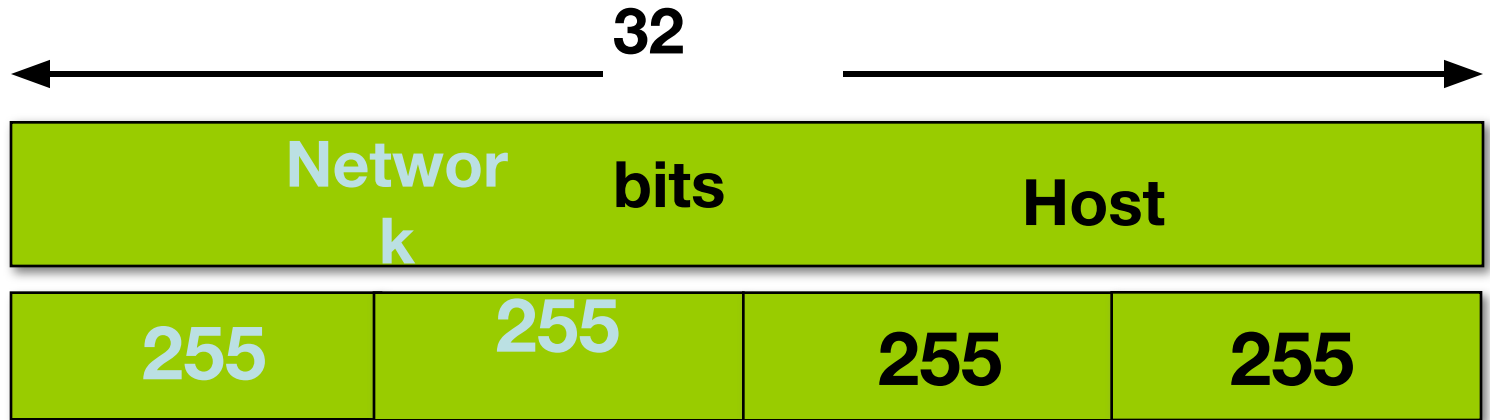
HEADER CHECKSUM рассчитывается только по заголовку.

SOURCE и DESTINATION – IP адреса отправителя и получателя.

OPTIONS поле переменной длины для различных опций. Часть из них мы обсудим позже. В конце поля OPTIONS должно быть добавлено несколько байт для выравнивания заголовка пакета по 32х битной границе.

DATA – поле Данных

# IP Addressing



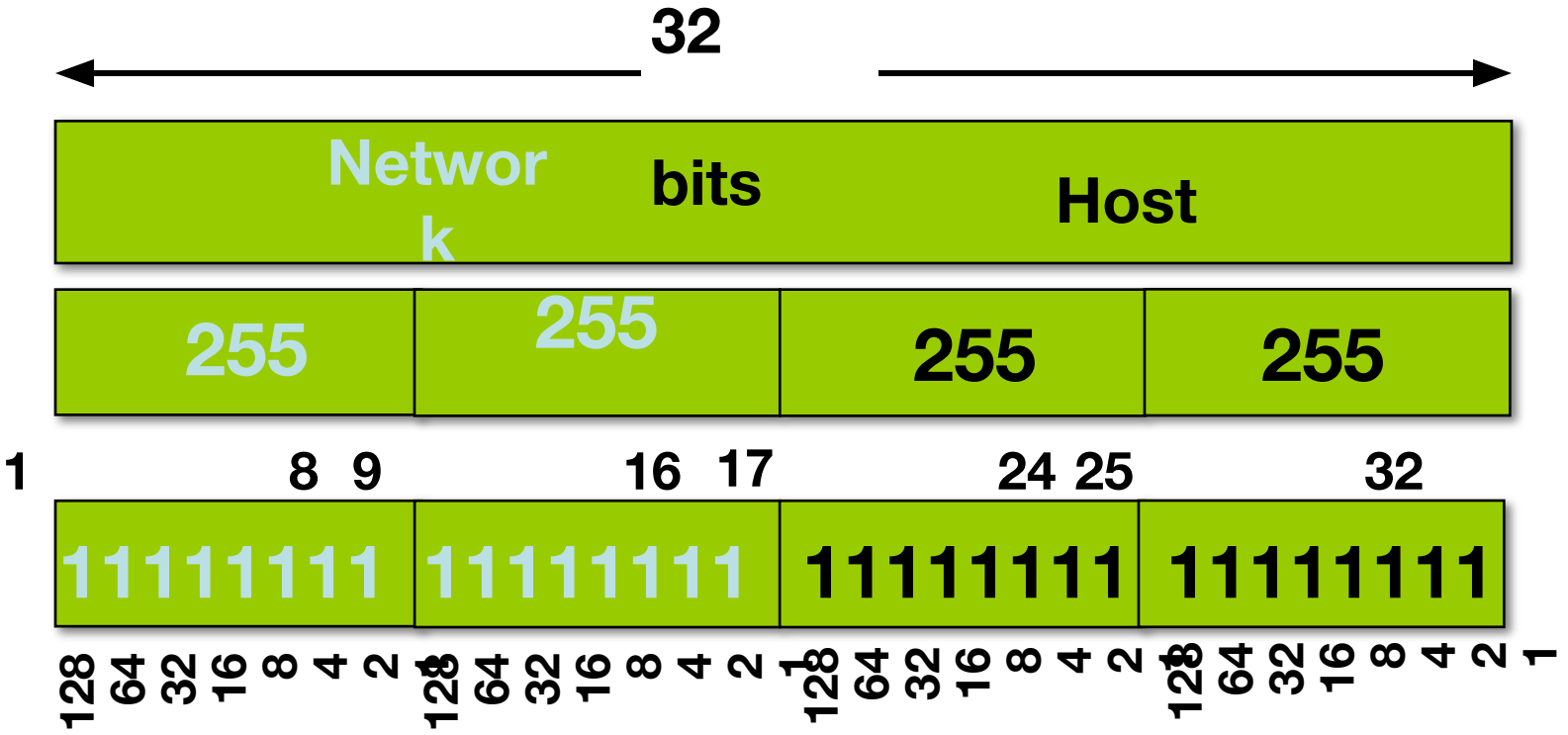
D  
o  
t  
t  
e  
d  
D  
e  
c  
i  
m  
a  
l

M  
a  
x  
i  
m  
u  
m

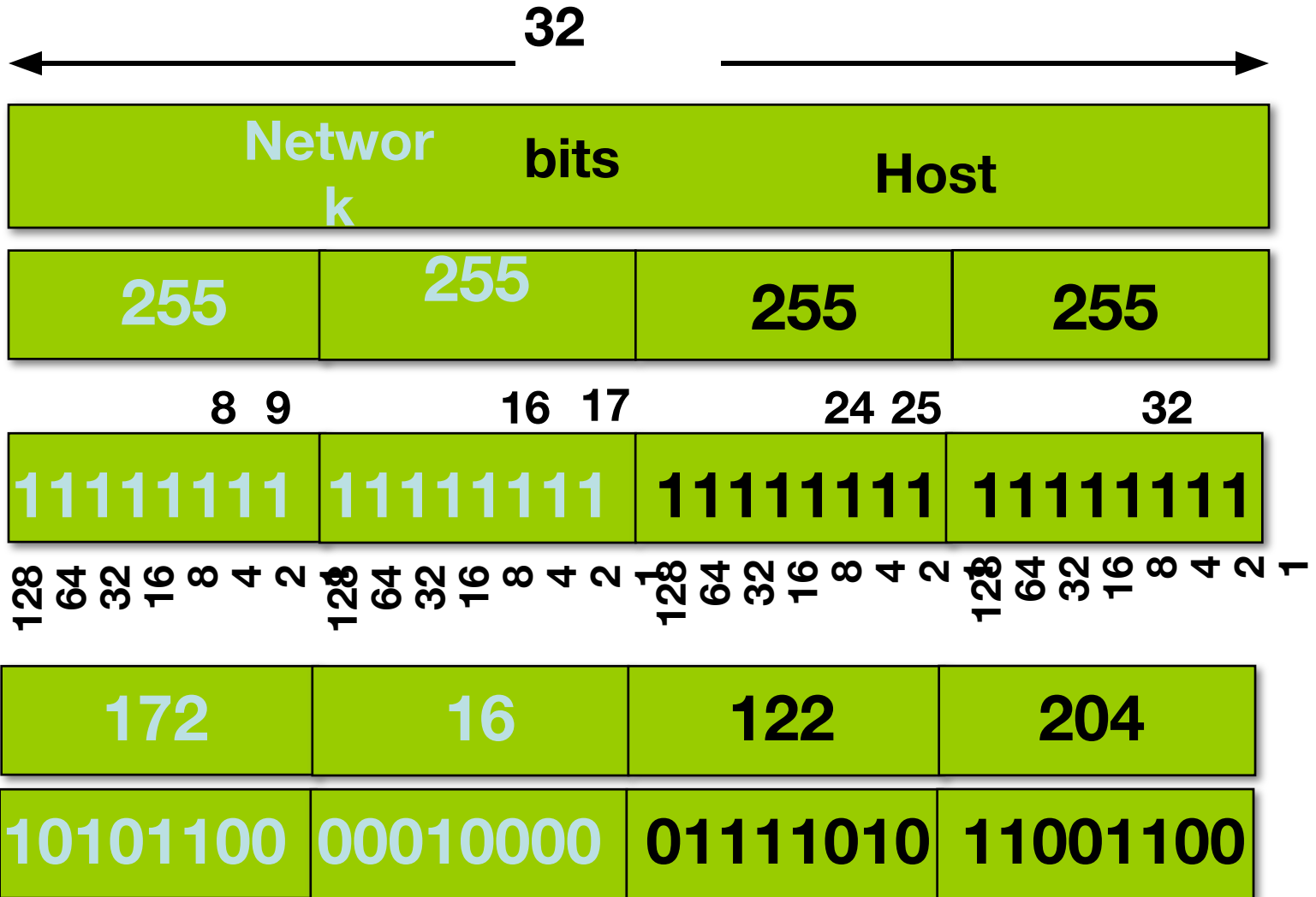


# IP Addressing

Dot  
 te  
 D  
 e  
 c  
 i  
 m  
 a  
 l  
 y  
 M  
 a  
 x  
 i  
 m  
 u  
 m  
 B  
 i  
 t  
 s



# IP Addressing



Dot  
te  
d  
D  
e  
ci  
m  
at  
x  
B  
m  
al

Maximum  
Binary  
Address

# IP Address Classes

- **Class A:**

8 bits	8 bits	8 bits	8 bits
Networ k	Host	Host	Host
- **Class B:**

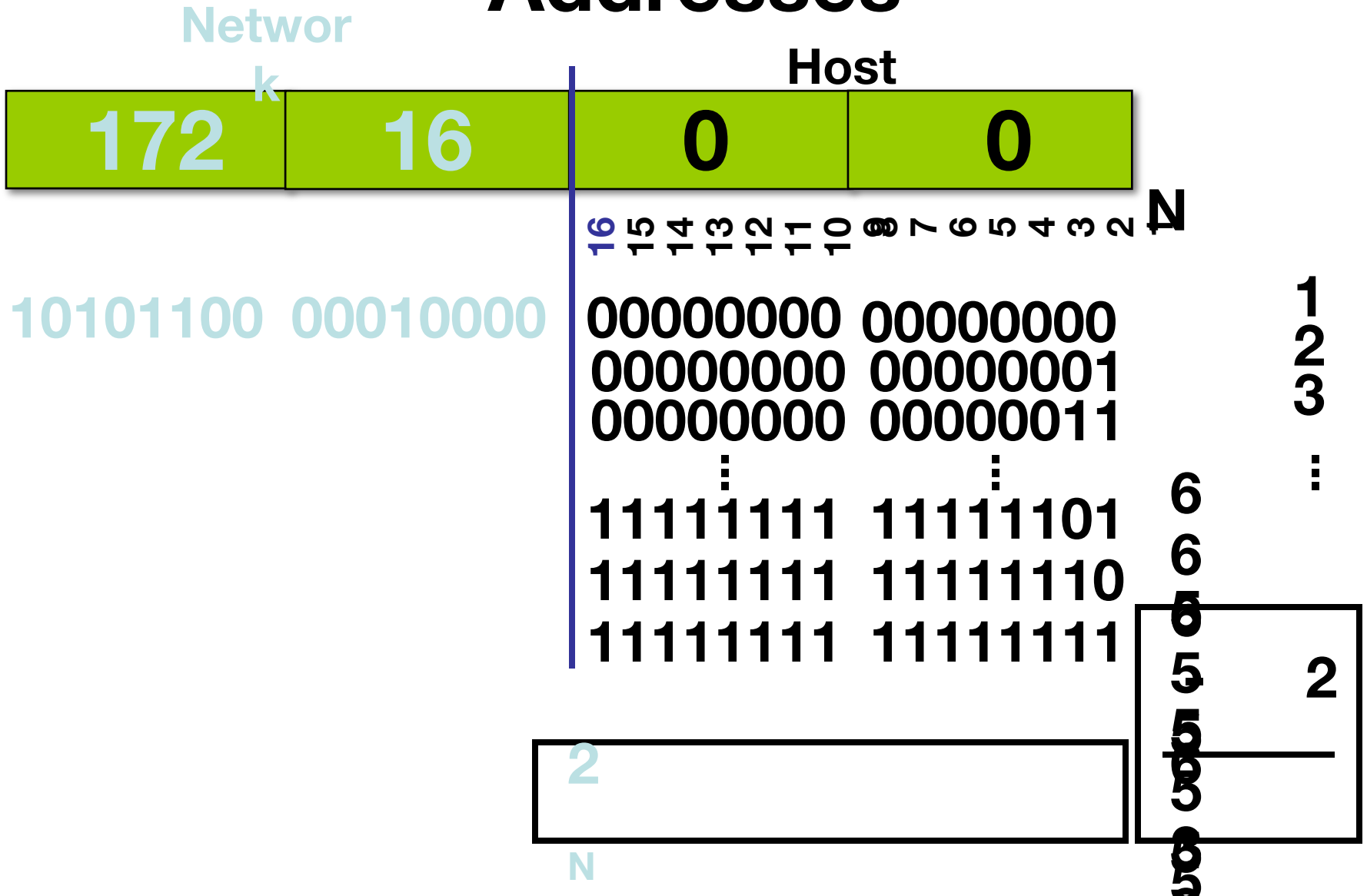
Networ k	Networ k	Host	Host
-------------	-------------	------	------
- **Class C:**

Networ k	Networ k	Networ k	Host
-------------	-------------	-------------	------
- **Class D:** Multicast
- **Class E:** Research

# IP Address Classes

Class	Range	Network	Hosts
Class A	0-127 (8 bits)	1-126 (8 bits)	127 (8 bits)
Class B	128-191 (16 bits)	128-191 (16 bits)	191 (16 bits)
Class C	192-223 (24 bits)	192-223 (24 bits)	223 (24 bits)
Class D	224-239 (16 bits)	224-239 (16 bits)	239 (16 bits)

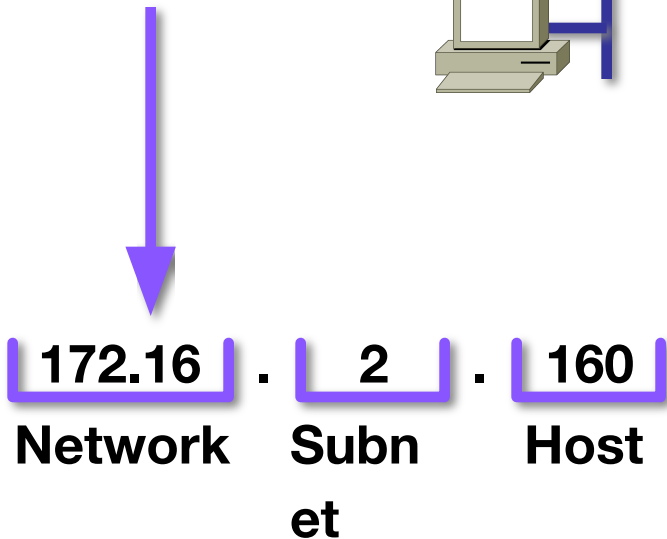
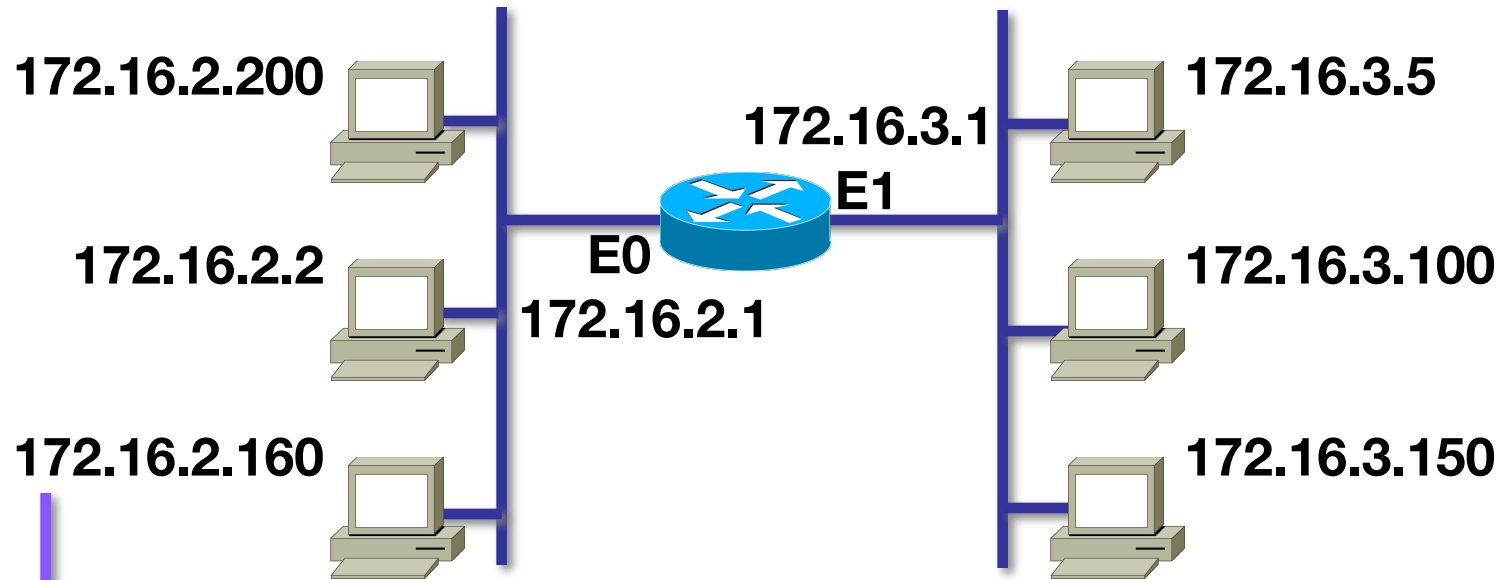
# Determining Available Host Addresses



# IP Address Classes Exercise

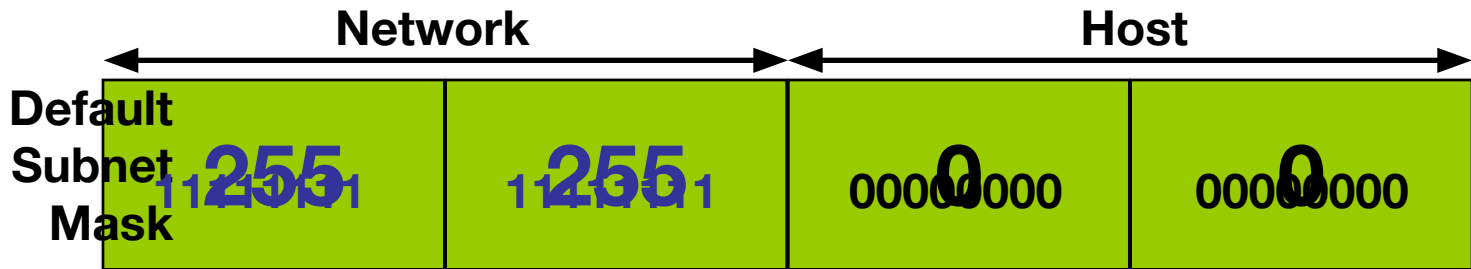
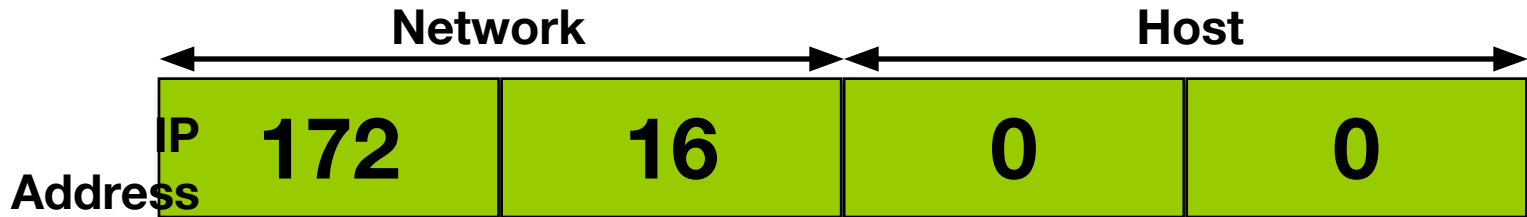
Address	Class	Network	Host
10.2.1.1			
128.63.2.100			
201.222.5.64			
192.6.141.2			
130.113.64.16			
256.241.201.10			

# Subnet Addressing

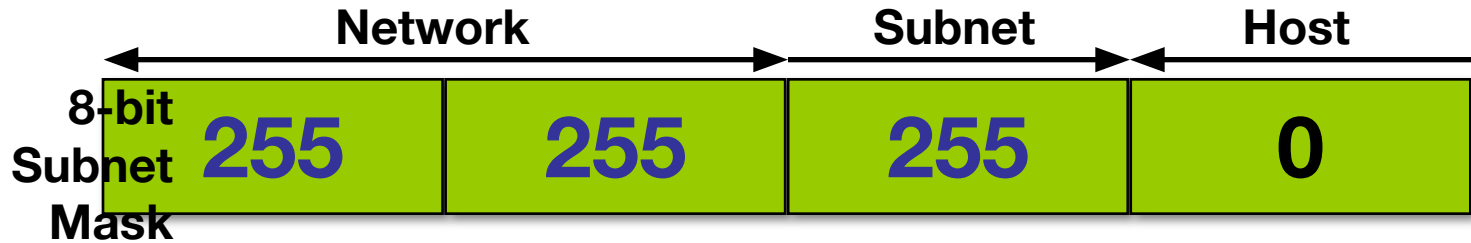


New Routing Table	
Network	Interface
172.16.2.0	E0
172.16.3.0	E1

# Subnet Mask



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	<input type="checkbox"/>
1	0	0	0	0	0	0	0	=	128	<input type="checkbox"/>
1	1	0	0	0	0	0	0	=	192	<input type="checkbox"/>
1	1	1	0	0	0	0	0	=	224	<input type="checkbox"/>
1	1	1	1	0	0	0	0	=	240	<input type="checkbox"/>
1	1	1	1	1	0	0	0	=	248	<input type="checkbox"/>
1	1	1	1	1	1	0	0	=	252	<input type="checkbox"/>
1	1	1	1	1	1	1	0	=	254	<input type="checkbox"/>
1	1	1	1	1	1	1	1	=	255	<input type="checkbox"/>

# Subnet Mask without Subnets

	Network		Host	
<b>172.16.2.160</b>	10101100	00010000	00000010	10100000
<b>255.255.0.0</b>	11111111	11111111	00000000	00000000
	10101100	00010000	00000000	00000000
<b>Network Number</b>	<b>172</b>	<b>16</b>	<b>0</b>	<b>0</b>

- 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

Network				
Number	172	16	2	0

128  
 192  
 224  
 240  
 248  
 252  
 254  
 255

- Network number extended by eight bits

# Subnet Mask with Subnets (cont.)

172.16.2.160

255.255.255.192

	Network		Subnet	Host
	10101100	00010000	00000010	10100000
	11111111	11111111	11111111	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	12
-----	----	---	----

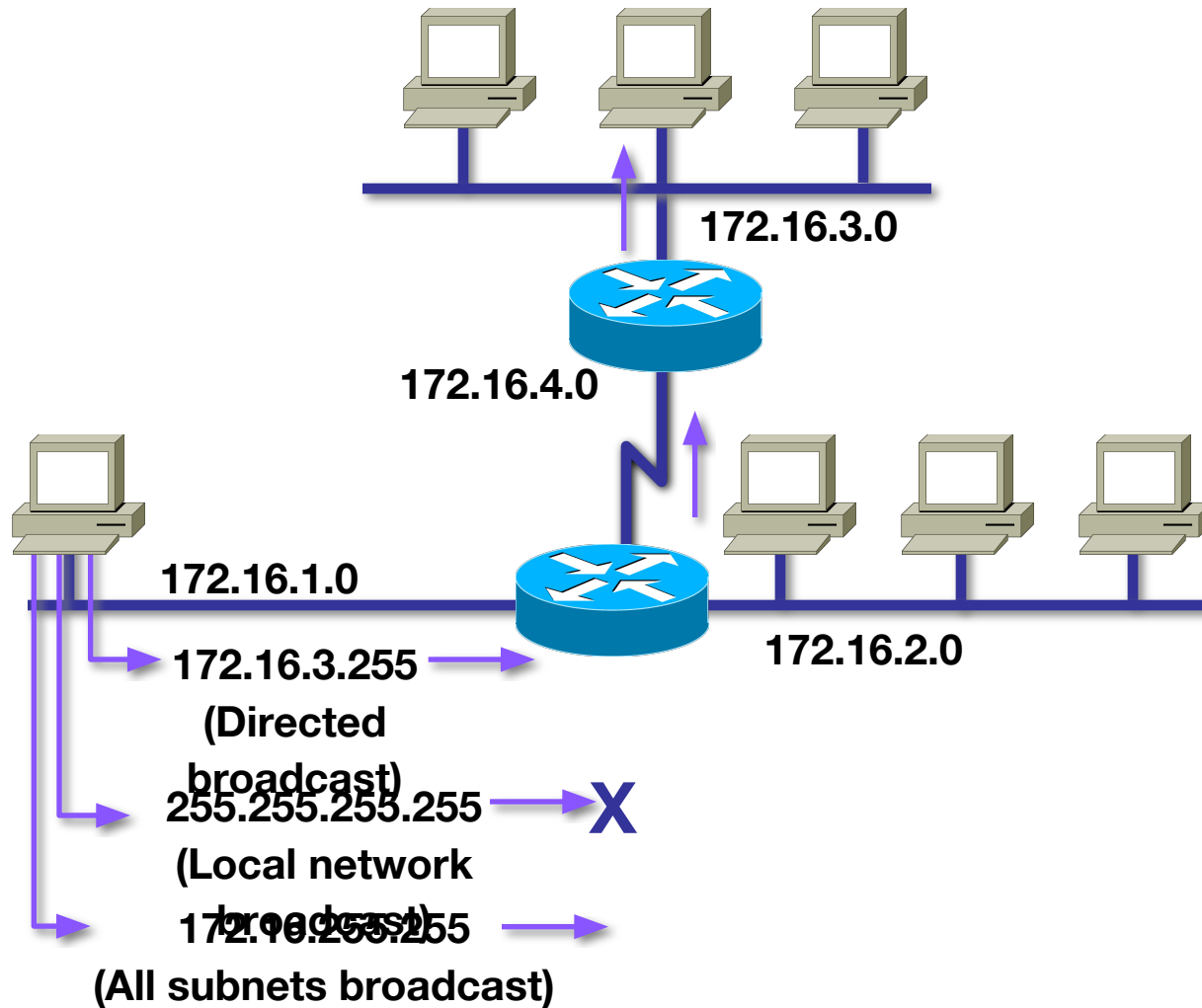
8

- 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		

# Broadcast Addresses



# Addressing Summary Example



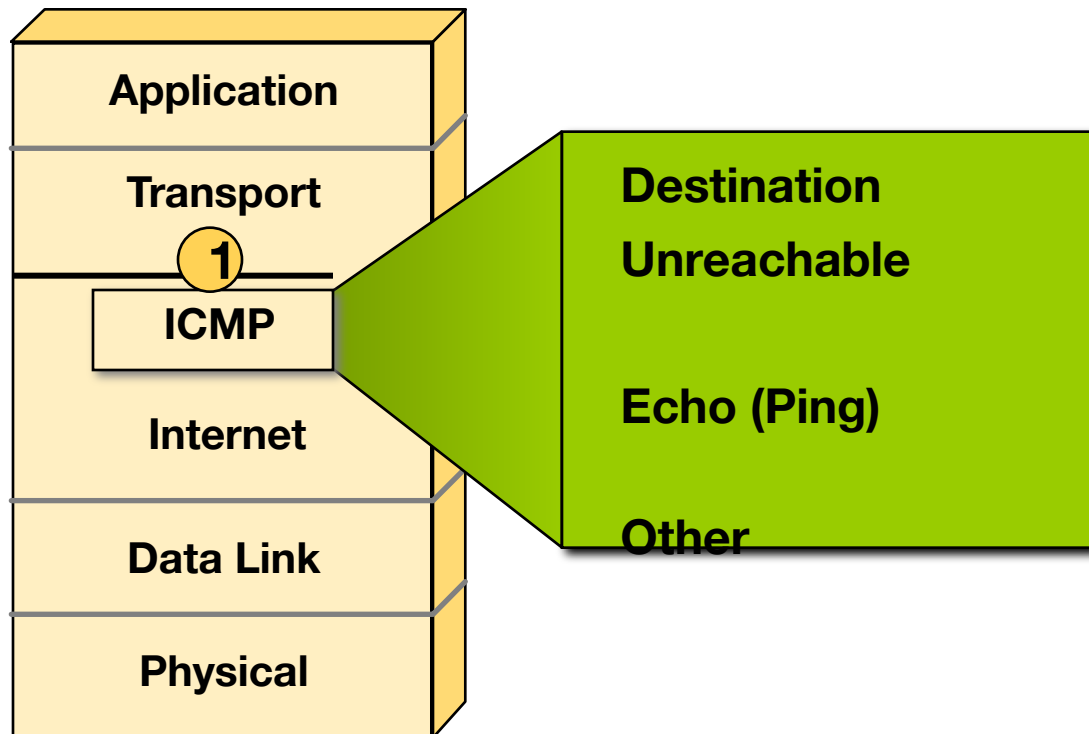
172.16.2.160	10101100	00010000	00000010	10100000	Host <b>1</b>
255.255.255.192					Mask
					Subnet <b>4</b>
					Broadcast
					First
					Last

# Специальные IP - адреса

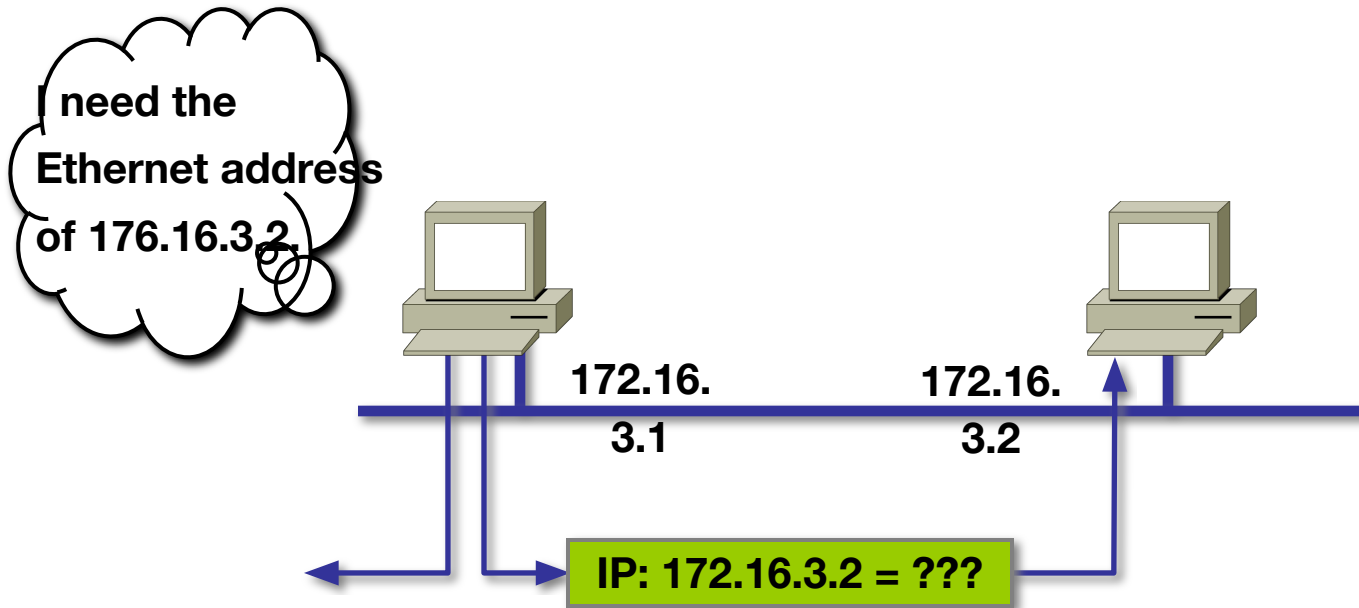
- **0.0.0.0** – используется для загрузки ОС
- **127.0.0.1** – внутренний шлейф ПК (loopback)
- Адреса частных локальных сетей (не маршрутируются в Интернет):
  - **10.0.0.0 - 10.255.255.255**
  - **172.16.0.0 - 172.31.255.255**
  - **192.168.0.0 - 192.168.255.255**



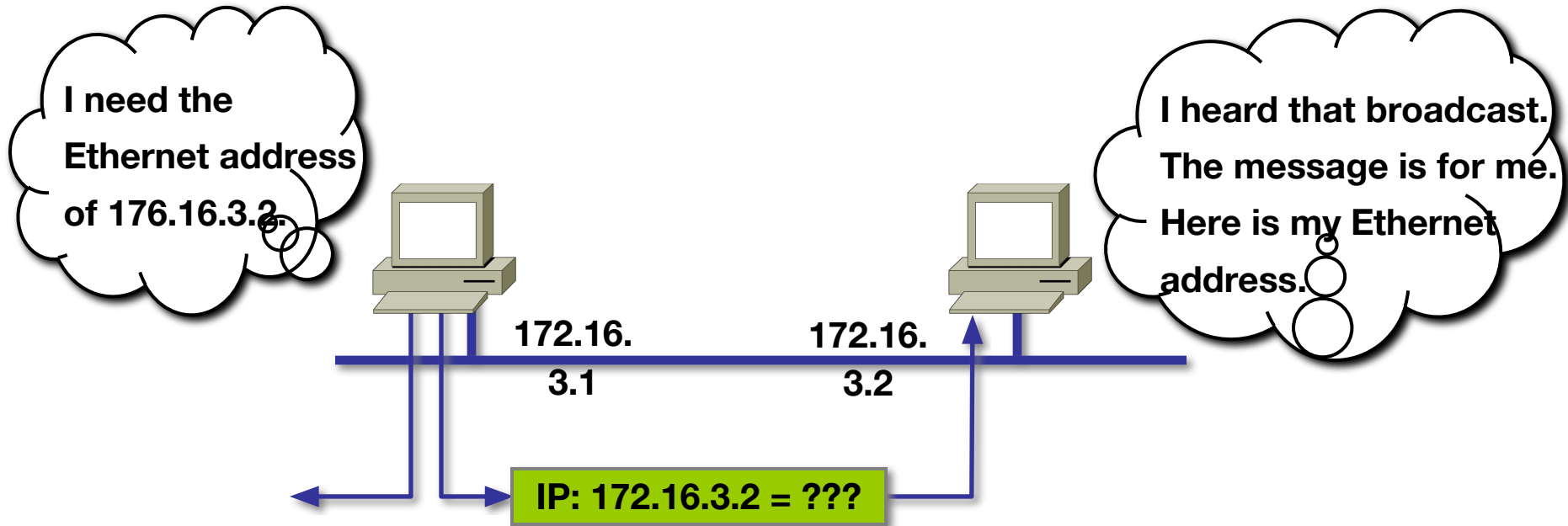
# Internet Control Message Protocol



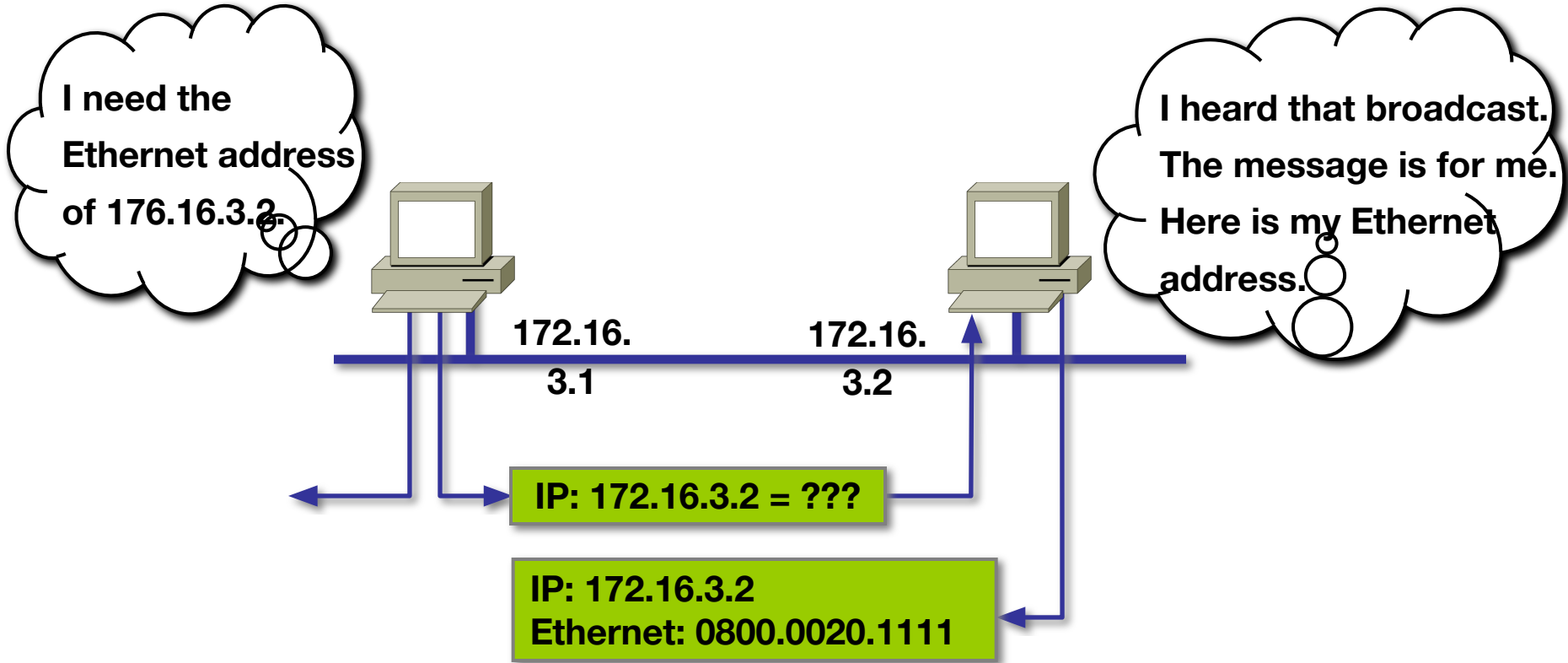
# Address Resolution Protocol



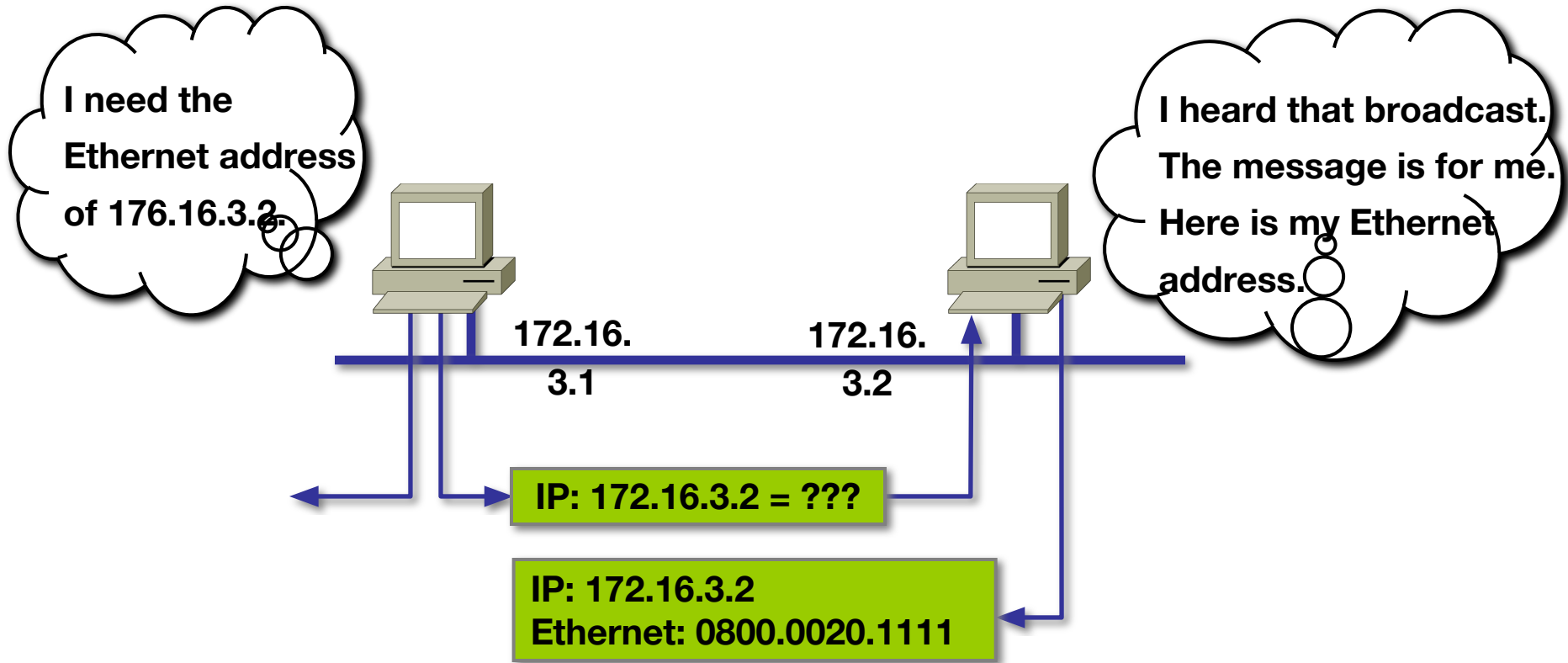
# Address Resolution Protocol



# Address Resolution Protocol

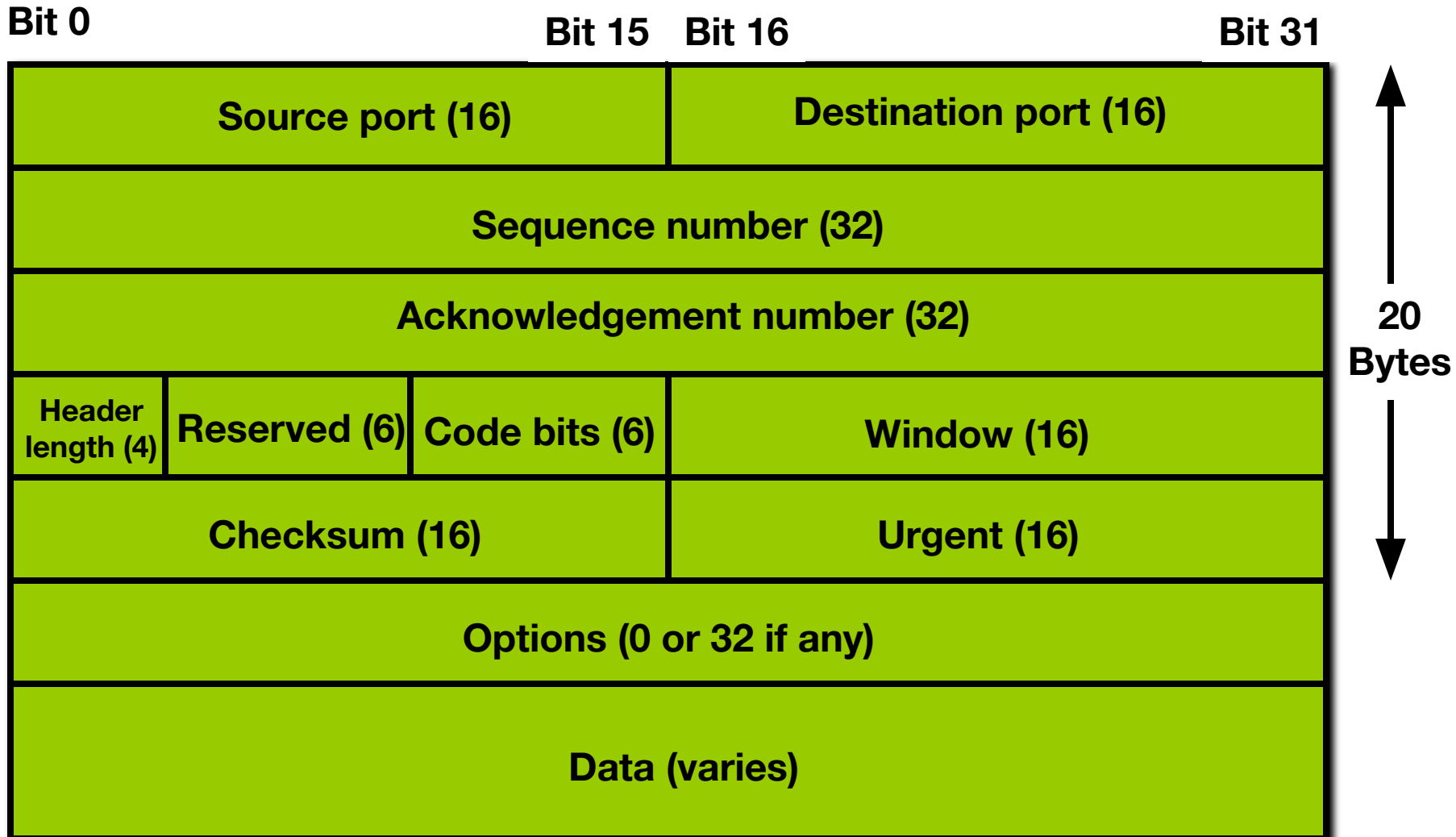


# Address Resolution Protocol

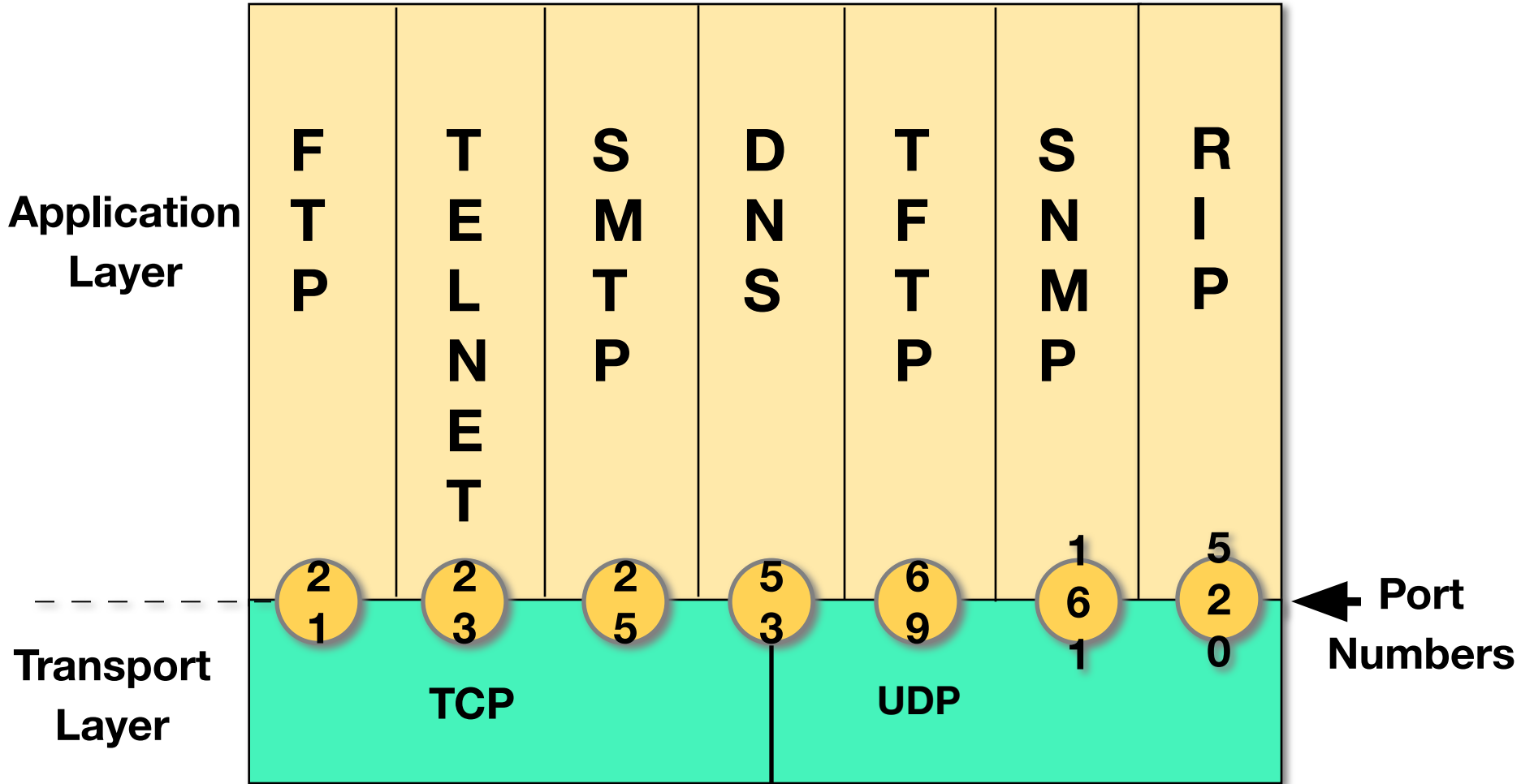


- Map IP  $\longrightarrow$  MAC
- Local ARP

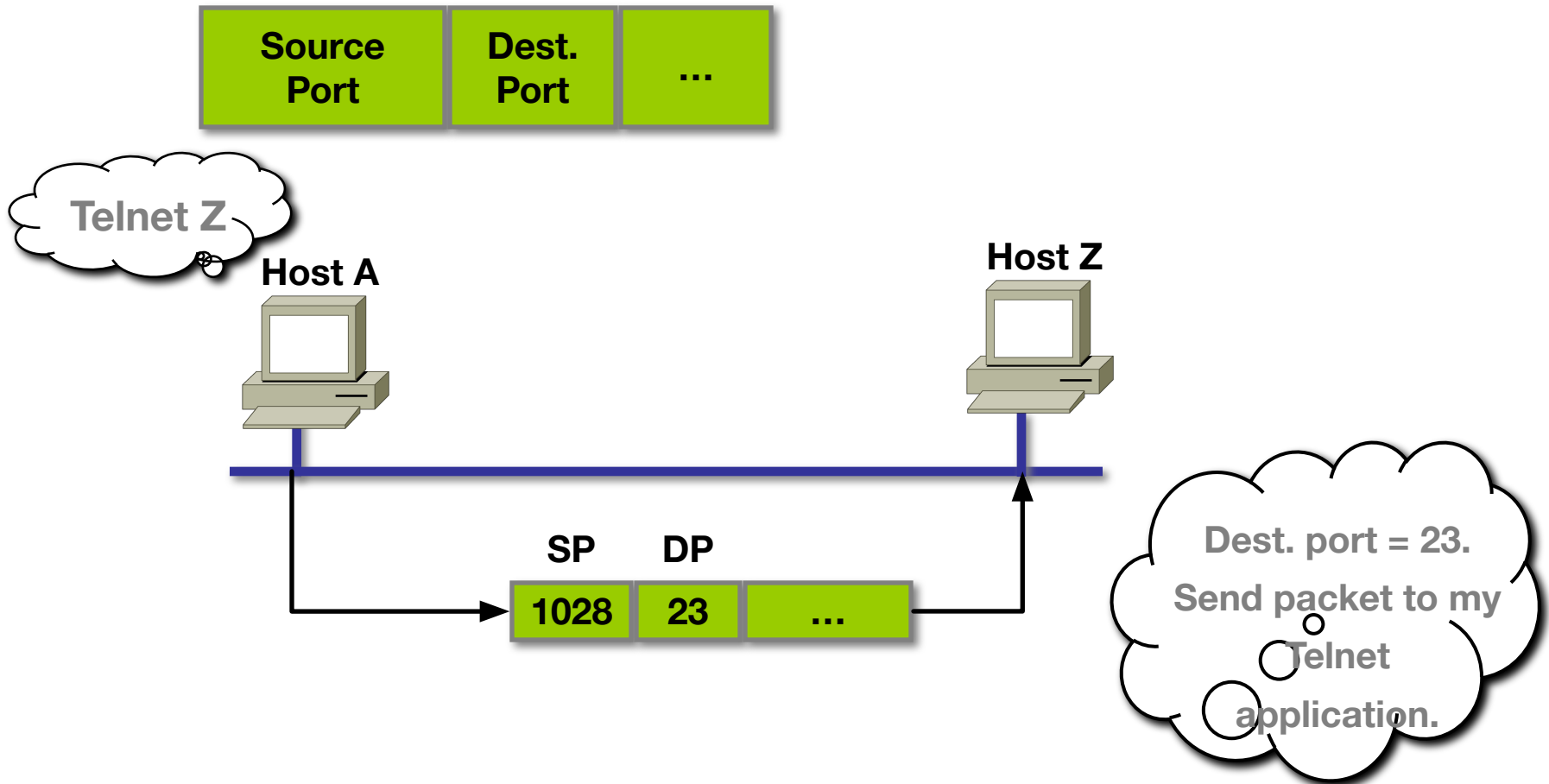
# TCP Segment Format



# Port Numbers

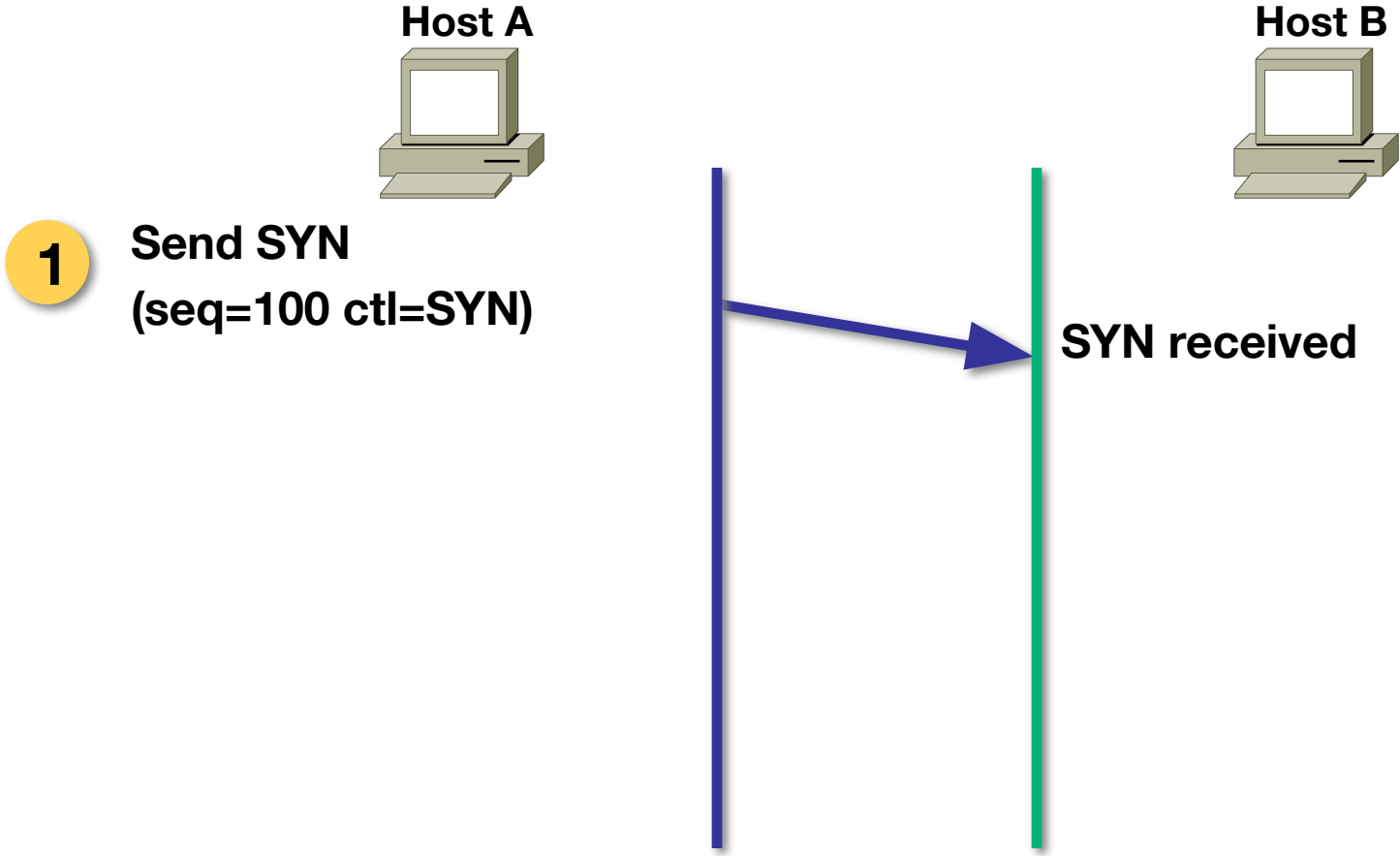


# TCP Port Numbers

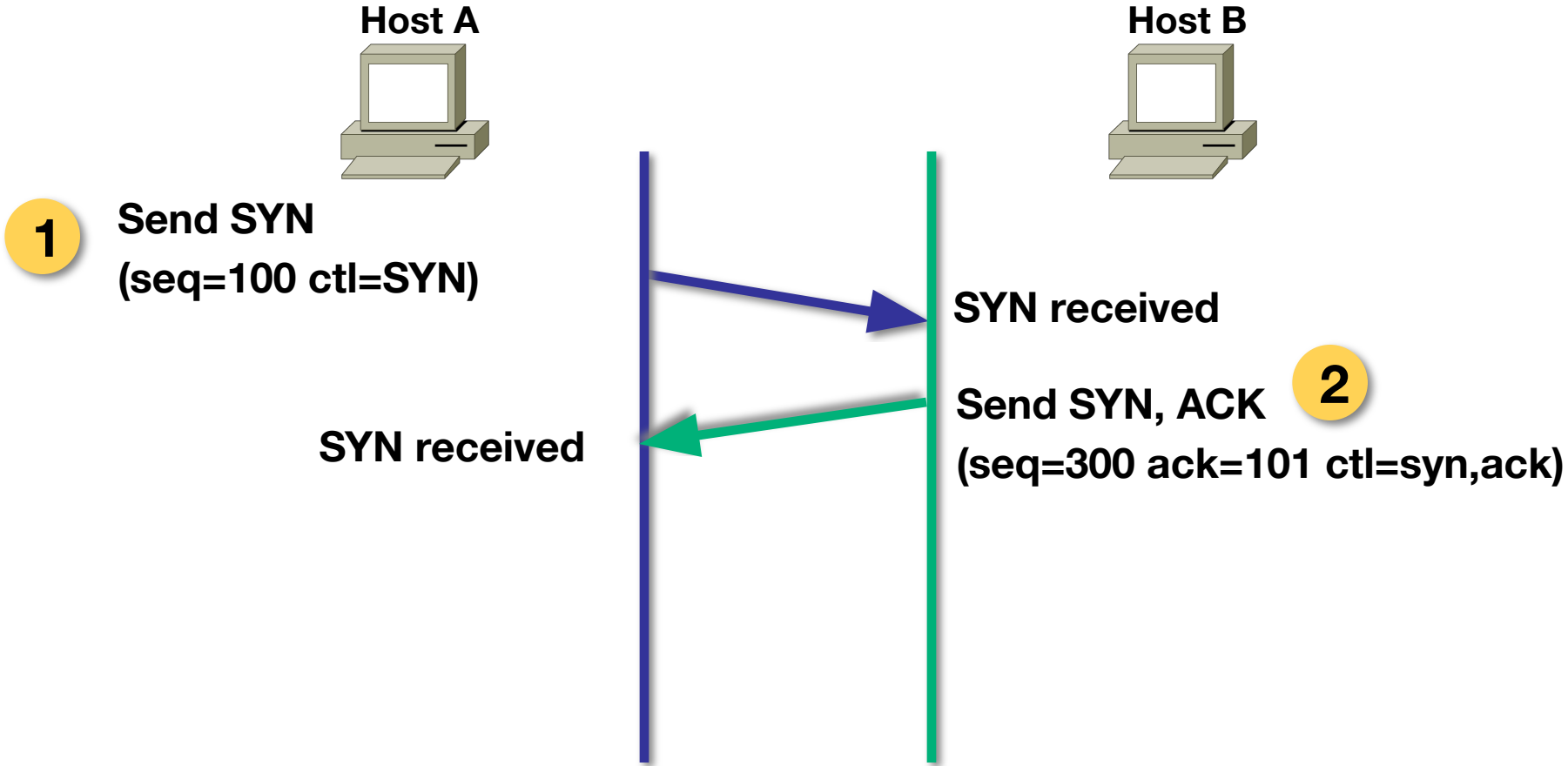




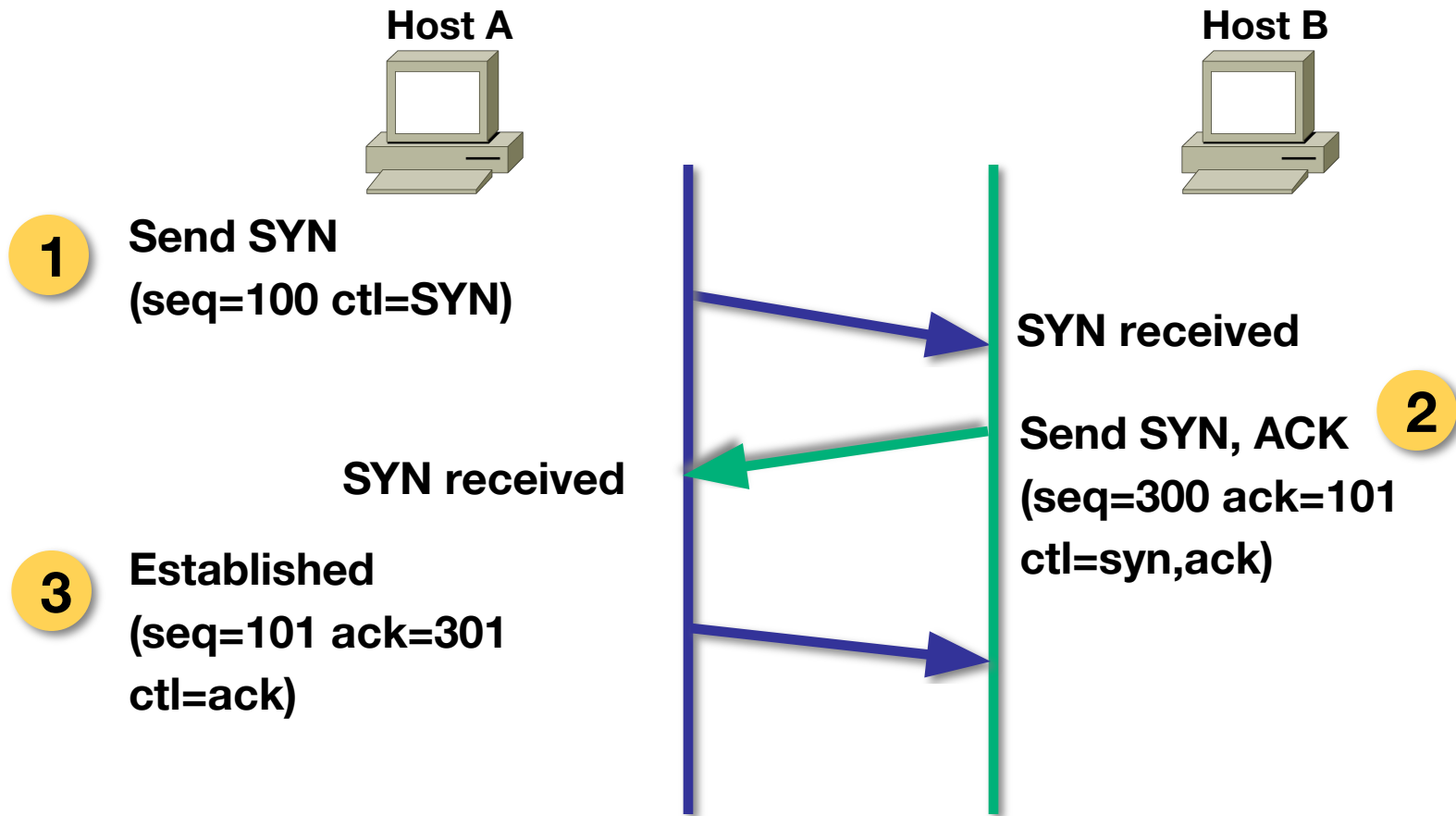
# TCP Three Way Handshake/Open Connection



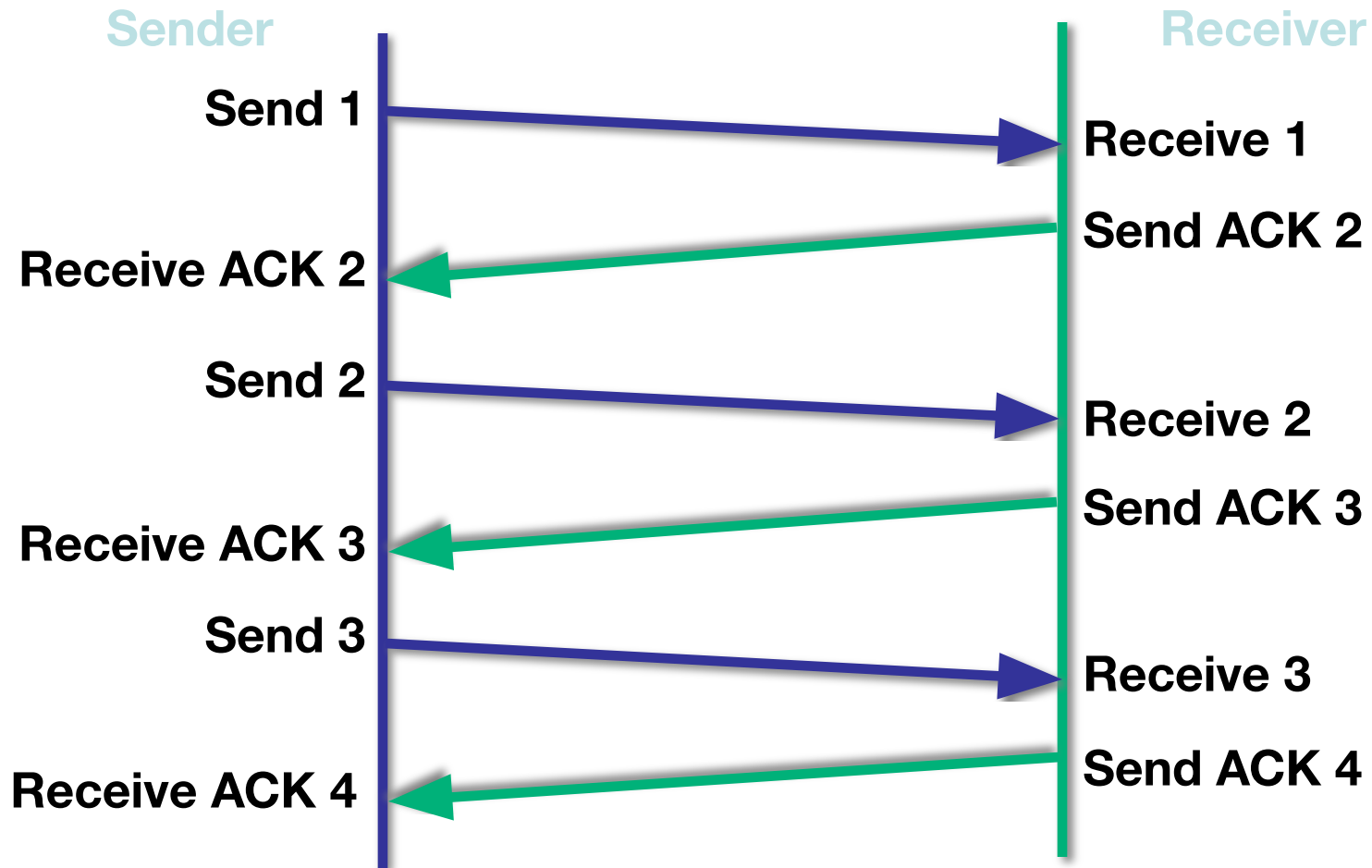
# TCP Three Way Handshake/Open Connection



# TCP Three Way Handshake/Open Connection

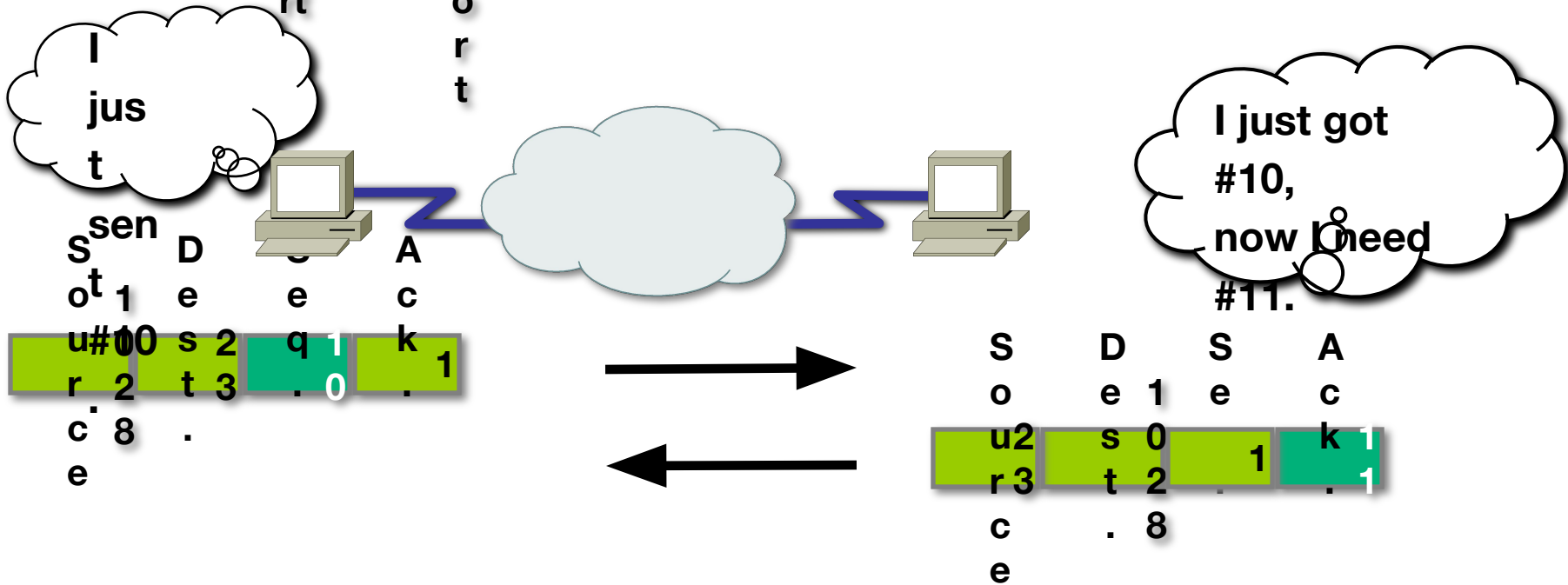


# TCP Simple Acknowledgment



- Window size = 1

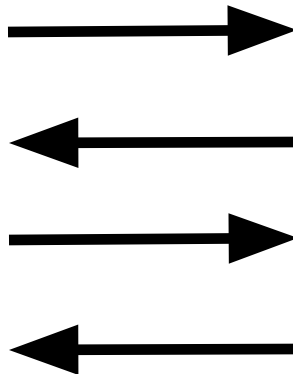
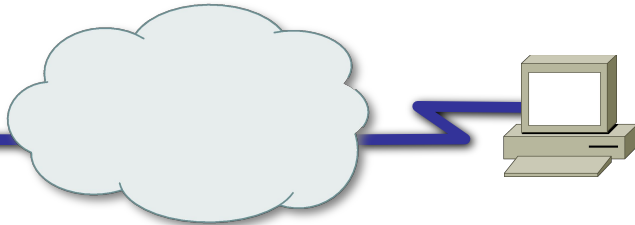
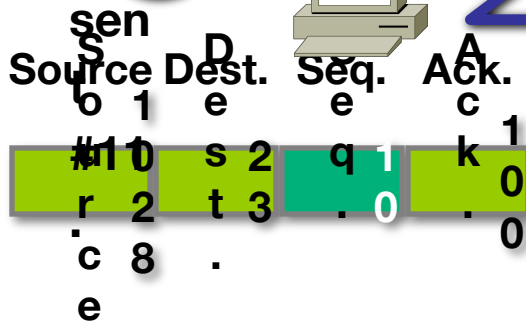
# TCP Sequence and Acknowledgment Numbers



# TCP Sequence and Acknowledgment Numbers



I just

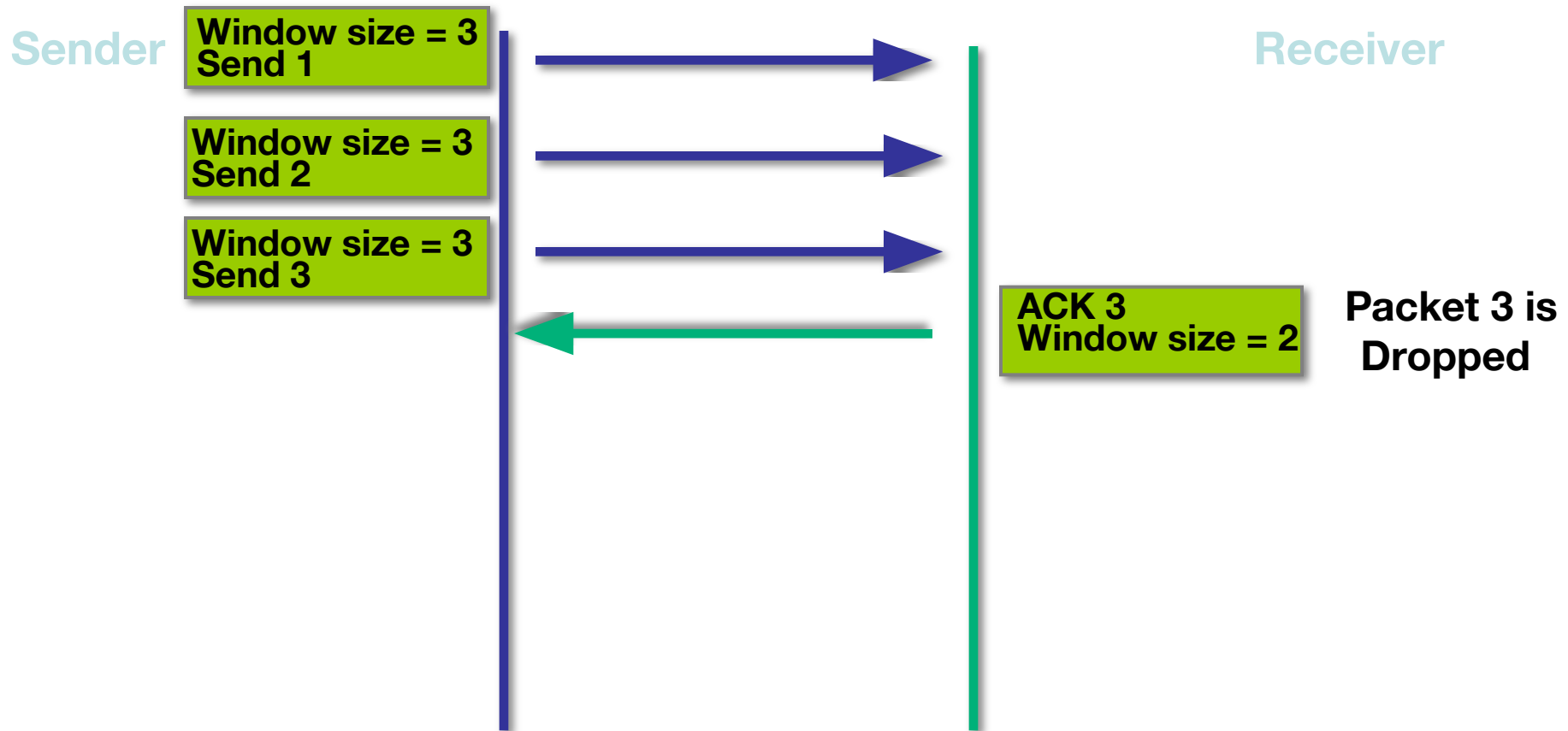


Acknowledgment #

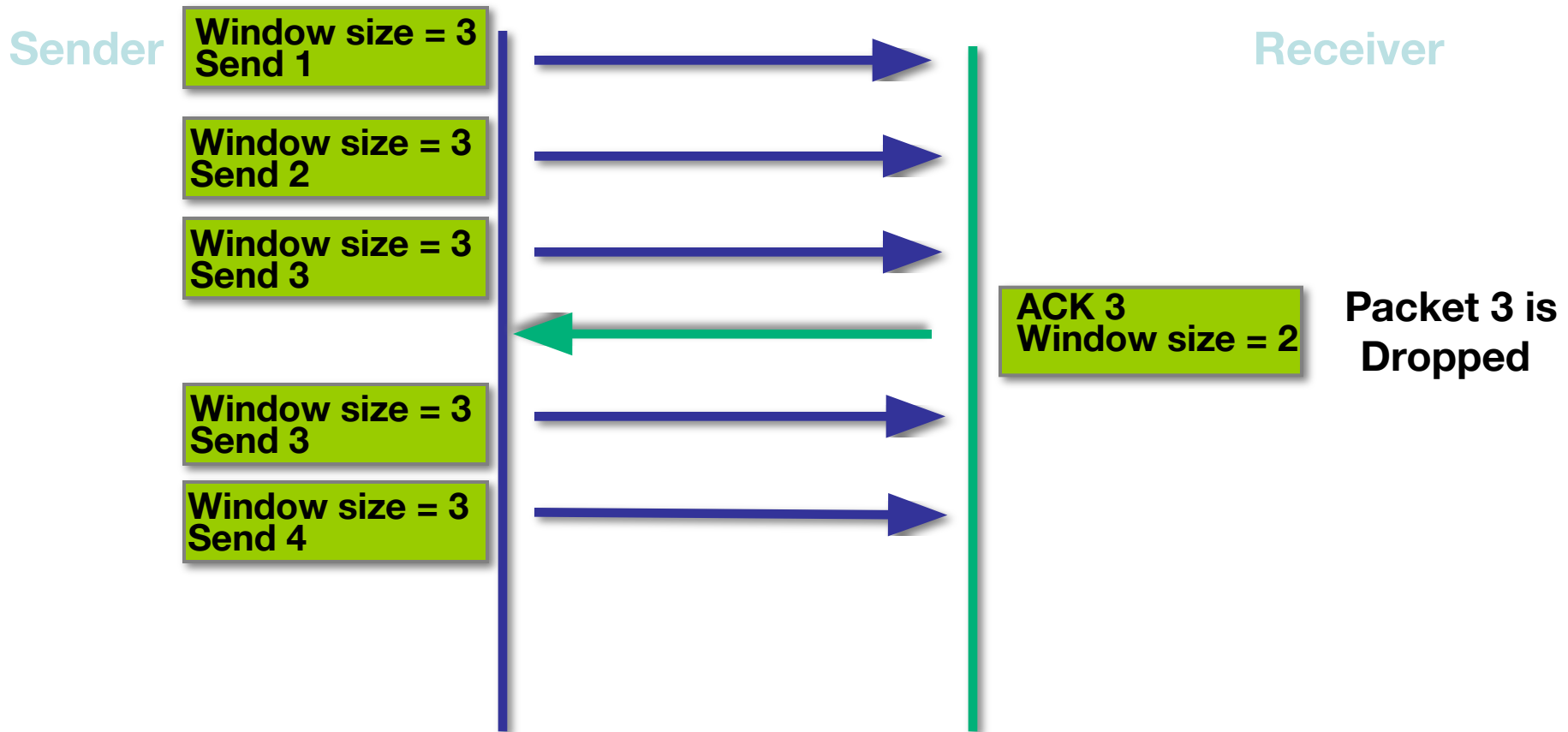
I just got #11, now I need #12.



# TCP Windowing

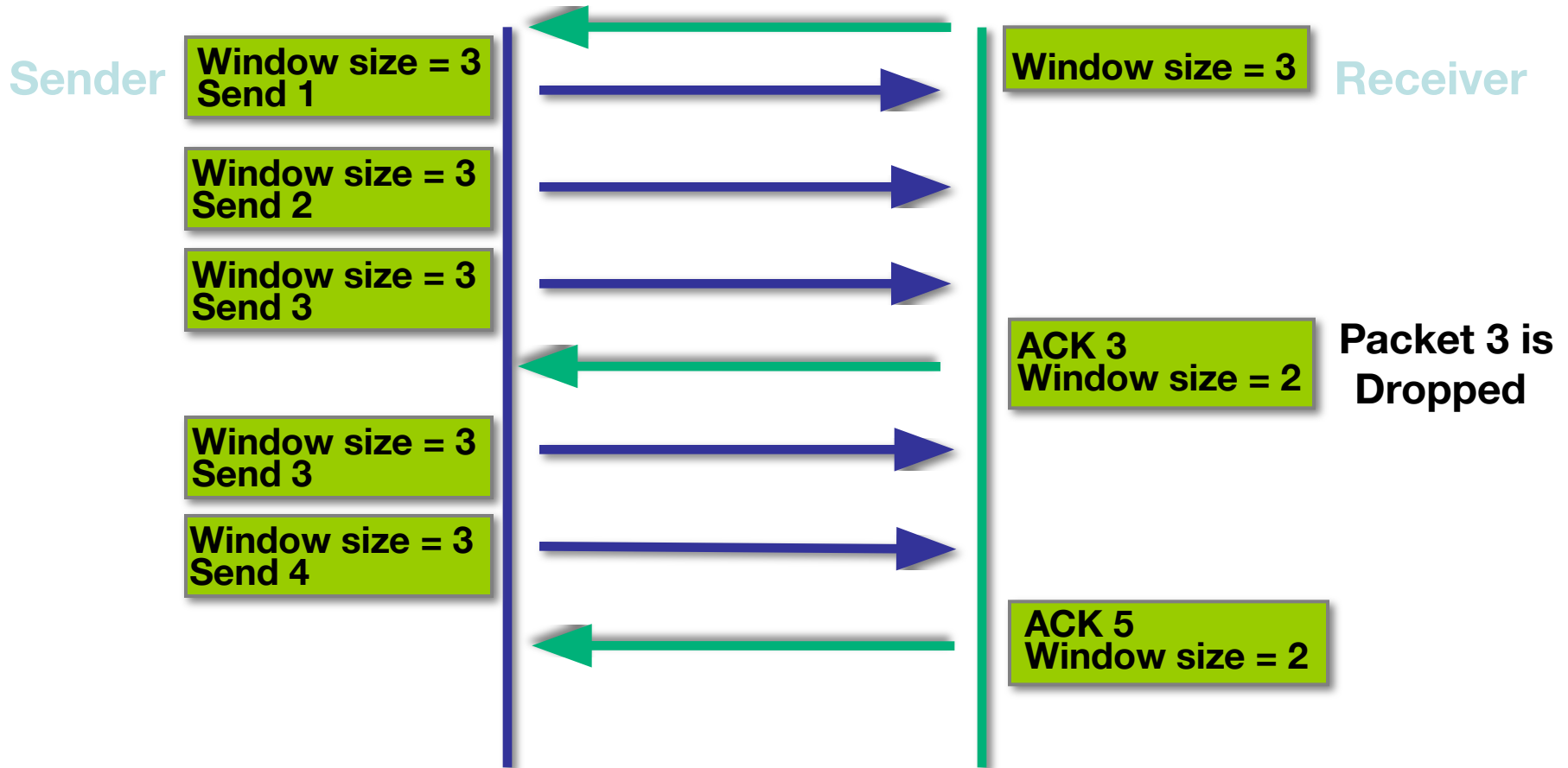


# TCP Windowing

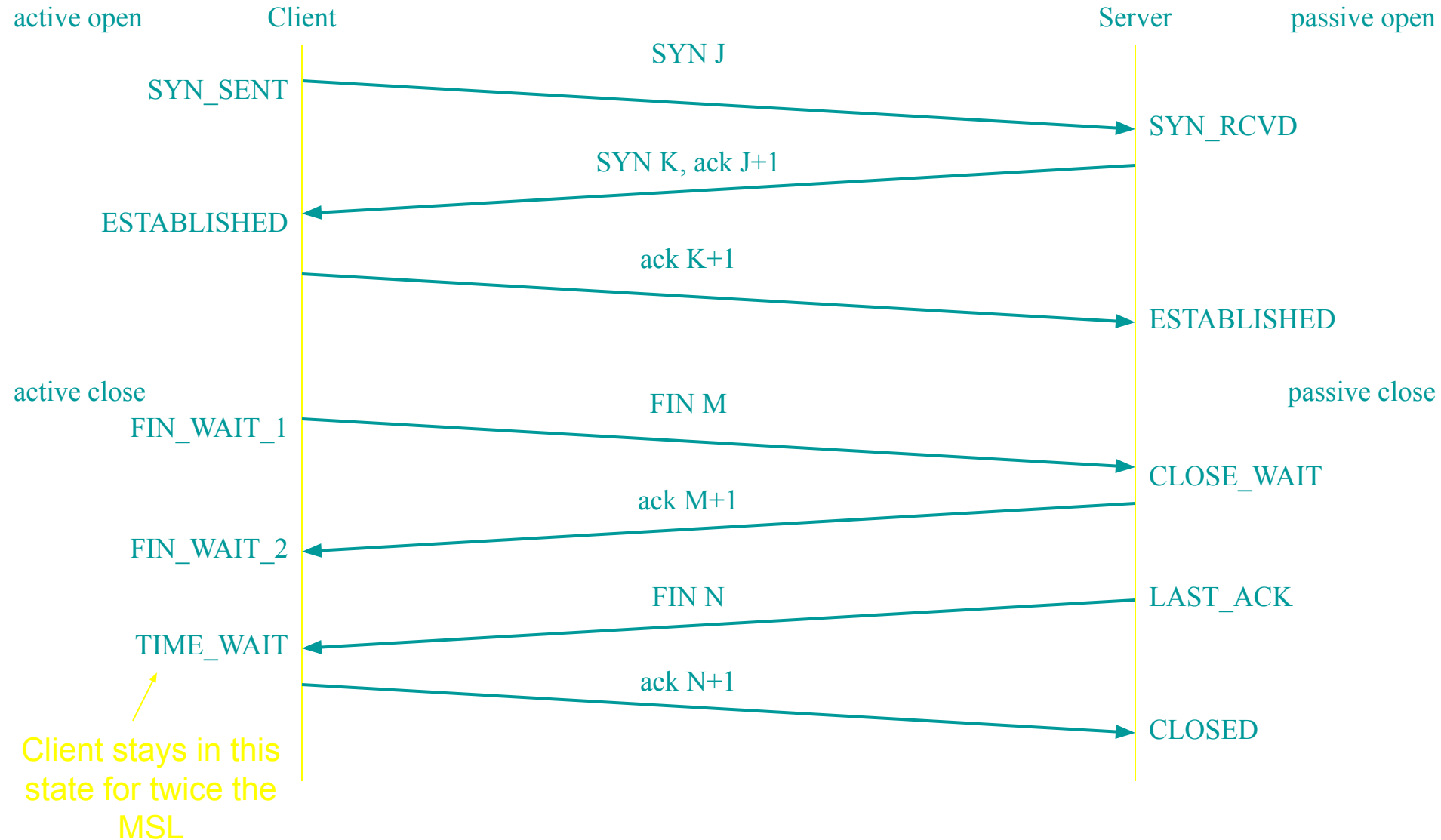




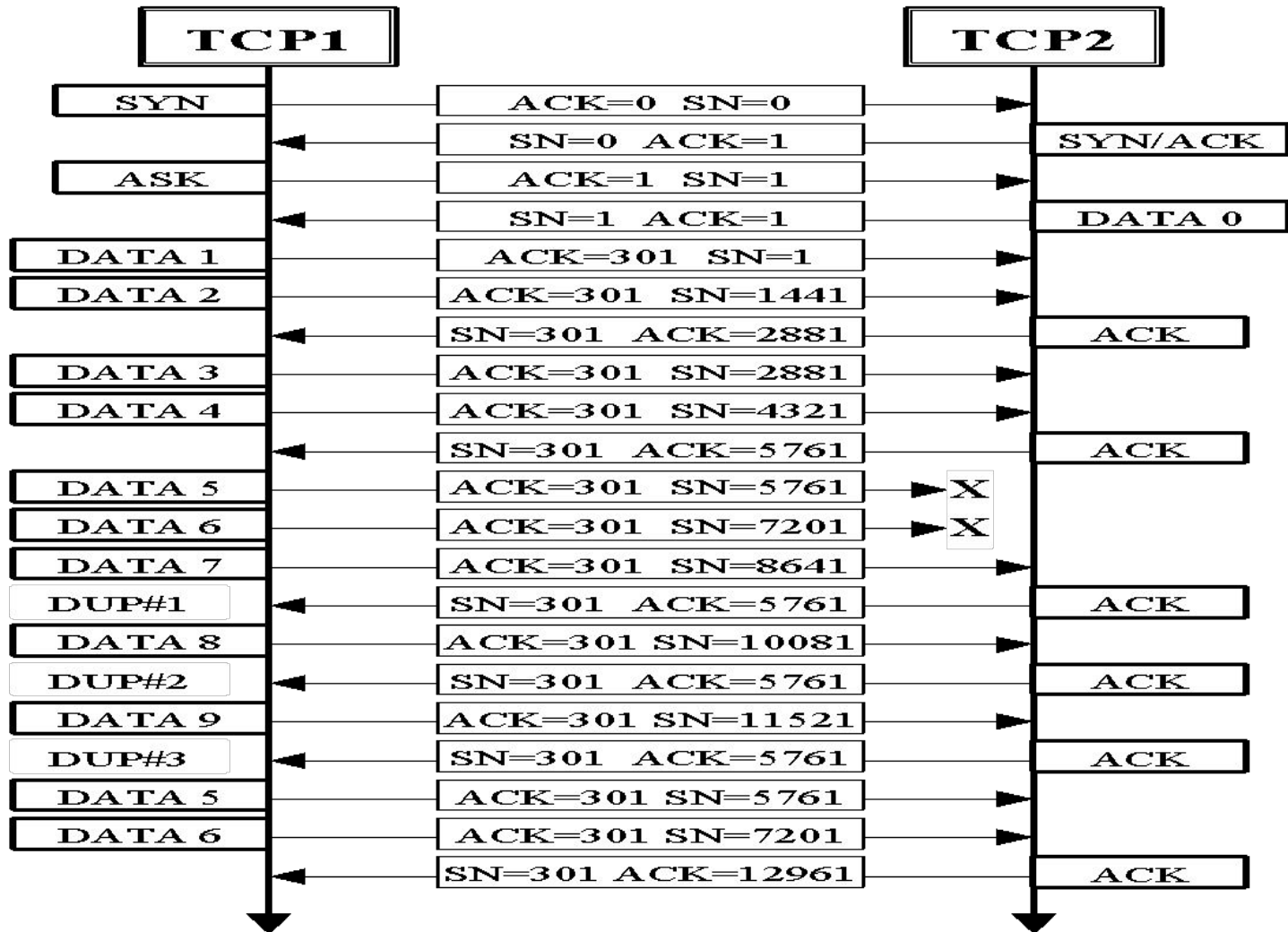
# TCP Windowing



# TCP connection establishment and termination

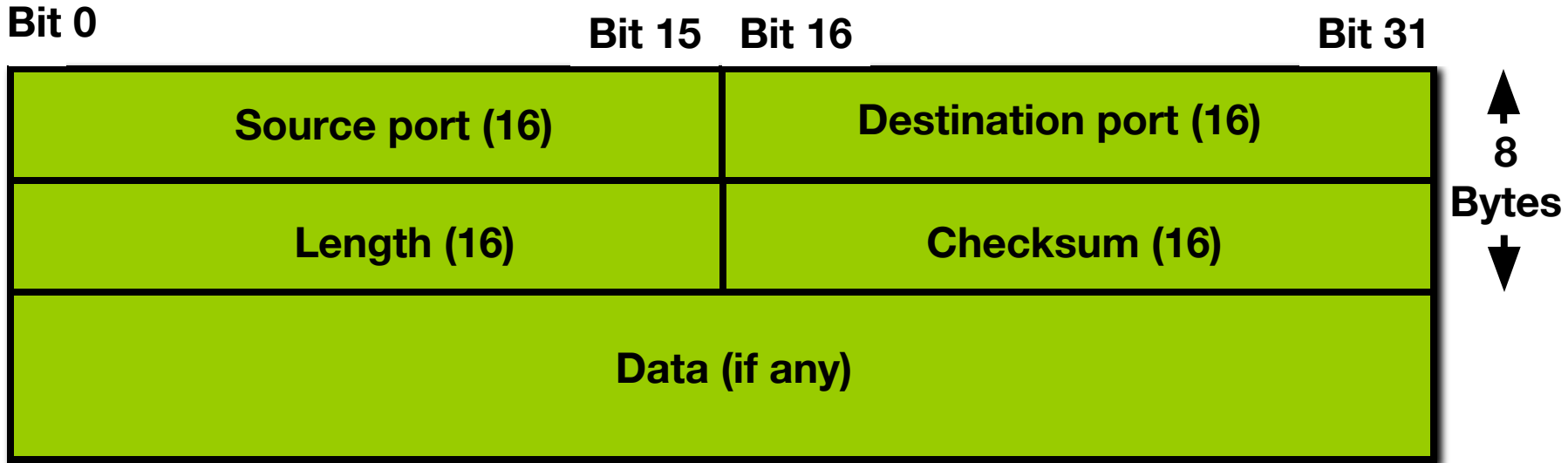


# TCP соединение с 3-мя повторными запросами



# Трассировка ТСР соединения

# UDP Segment Format

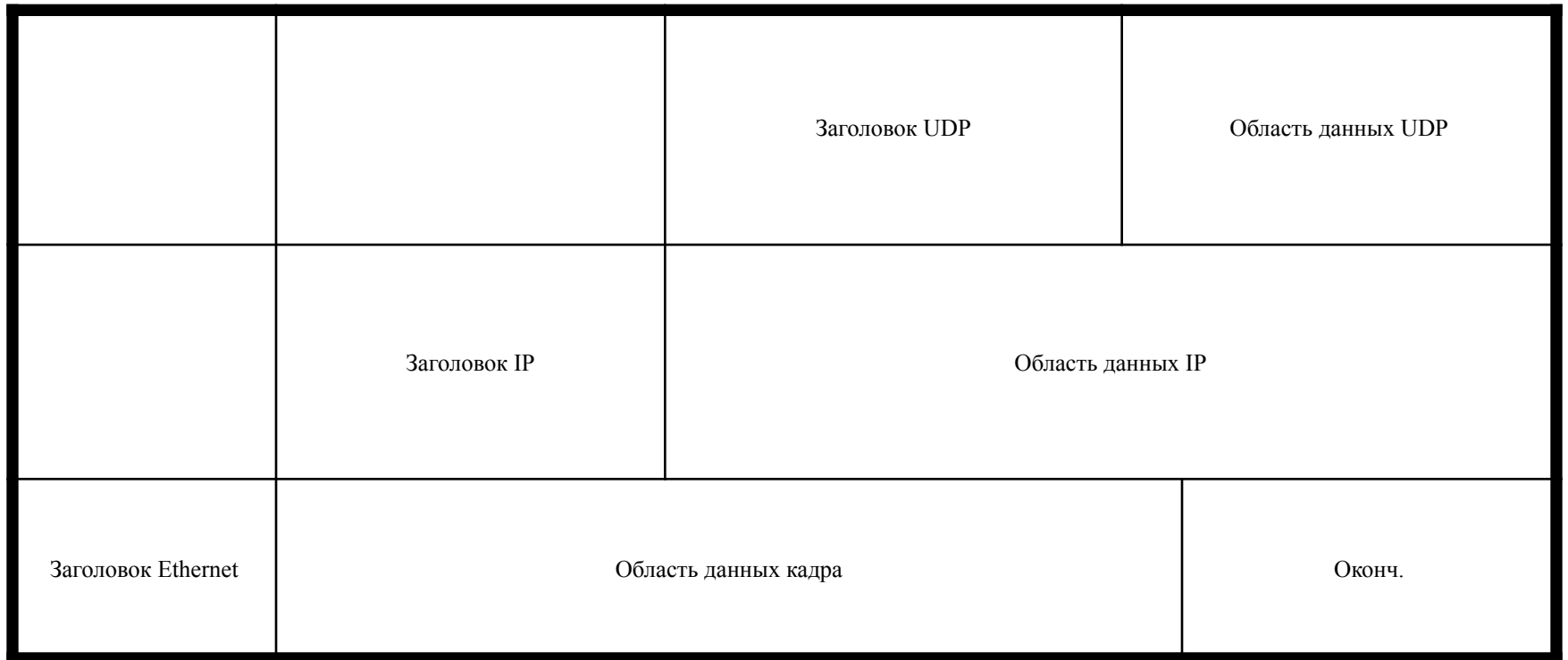


- No sequence or acknowledgment fields

# Формат псевдозаголовка UDP

Source IP address		
Destination IP address		
Но́ль	Protocol	UDP Length

# Инкапсуляция UDP дейтаграмм



Source IP address

Destination IP address

Ноль

Protocol

UDP Length



# Сравнение стеков протоколов

- **Стек TCP/IP**
- Обеспечивает надежную доставку данных за счет повторной передачи потерянных пакетов
- Вносит задержки
- Используется приложениями нечувствительными к задержкам, но чувствительными к потерям кадров:
- HTTP, FTP, SMTP, SNMP
- **Стек UDP/IP**
- Не обеспечивает надежной доставки пакетов
- Не вносит доп. задержек и доп. избыточность (мал. заг)
- Используется приложениями чувствительными к задержкам, но менее чувствительными к потерям пакетов:
- VoIP, Video Conference, VoD