Молекулярная биология для биоинформатиков

- **Академический университет**

- Володина Наталья Яковлевна

Copyright © 2006 Pearson Education, Inc., publishing as Benjamin Cummings

Лекция 2 - Введение в биологию 18.09.2010

- Строение клетки (обзор)
- Органеллы, ядро, мембраны, метаболизм, передача информации, основные виды живых организмов (прокариоты и эукариоты), вирусы

Copyright © 2006 Pearson Education, Inc., publishing as Benjamin Cummings

Органические вещества

- Молекулы уникальные для живых существ
- Полимеры:
  - Углеводы
  - Липиды
  - Белки
  - Нуклеиновые кислоты

И их составные части – мономеры: ….

Copyright © 2006 Pearson Education, Inc., publishing as Benjamin Cummings

Клеточная теория

- Клетка – основная единица жизни

Copyright © 2006 Pearson Education, Inc., publishing as Benjamin Cummings

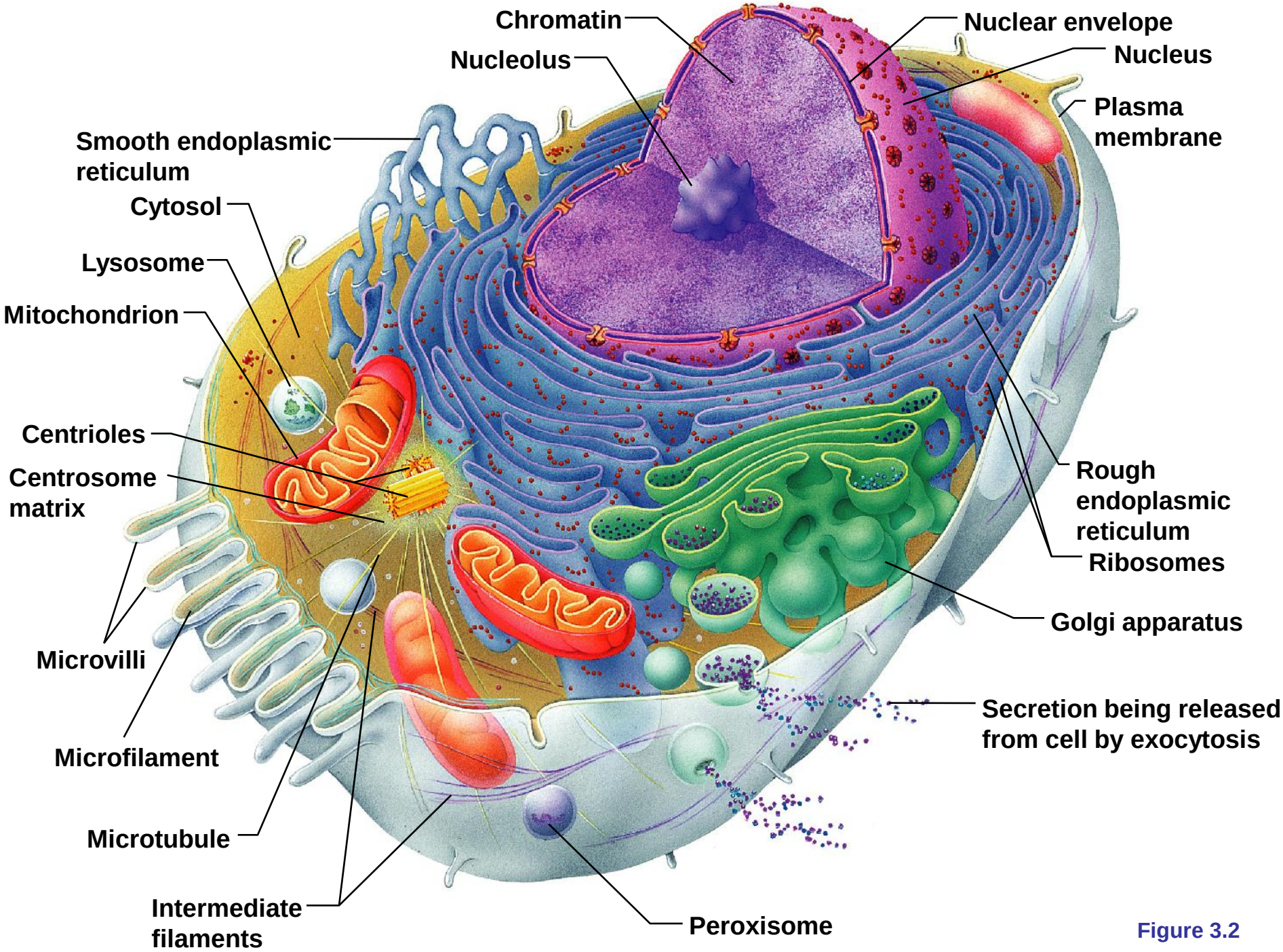

Chromatin
Nuclear envelope
Nucleolus
Nucleus
Plasma membrane
Smooth endoplasmic reticulum
Cytosol
Lysosome
Mitochondrion
Centrioles
Centrosome matrix
Rough endoplasmic reticulum
Ribosomes
Golgi apparatus
Microvilli
Secretion being released from cell by exocytosis
Microfilament
Microtubule
Intermediate filaments
Peroxisome

Figure 3.2

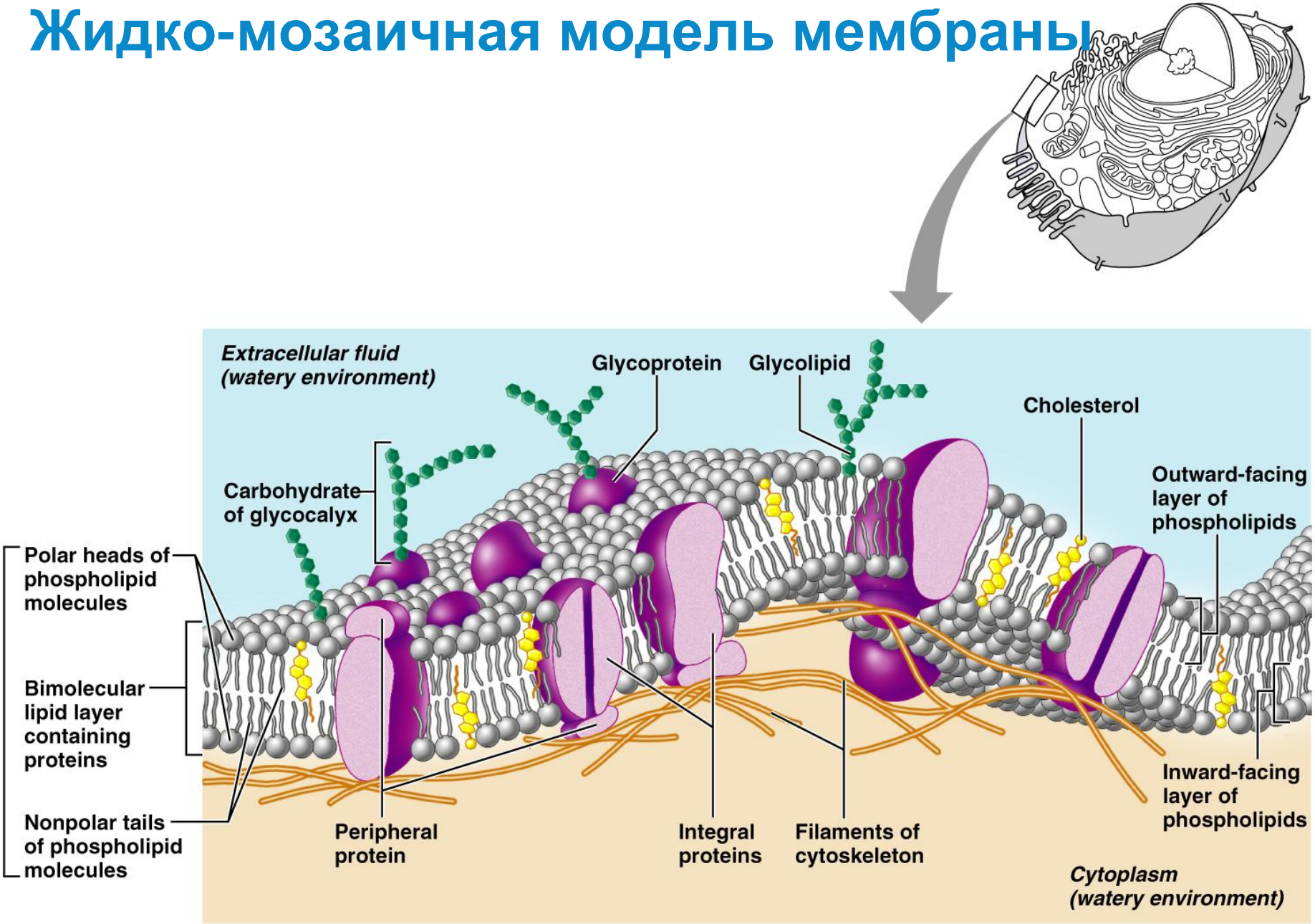
Плазматическая (клеточная) мембрана

- Двойной липидный слой с встроенными молекулами белков
- Липидный слой состоит из фосфолипидов, гликолипидов и холестерола
  - Гликолипиды – это липиды со встроенным углеводом
  - Фосфолипиды имеют гидрофильный (липид) и гидрофобный (фосфат) концы

PLAY **Membrane Structure**

Copyright © 2006 Pearson Education, Inc., publishing as Benjamin Cummings

Жидко-мозаичная модель мембраны



Copyright © 2006 Pearson Education, Inc., publishing as Benjamin Cummings

Figure 3.3

Функции мембранных белков

- Транспортные белки

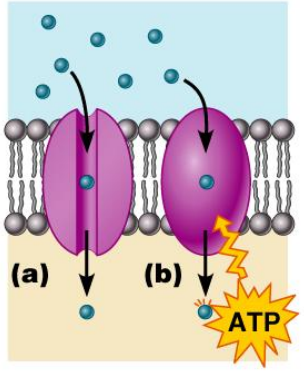
PLAY Transport Protein

- Ферменты

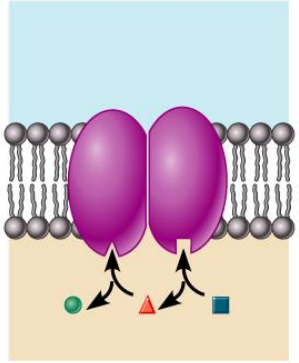
PLAY Enzymes

- Рецепторы для передачи сигналов

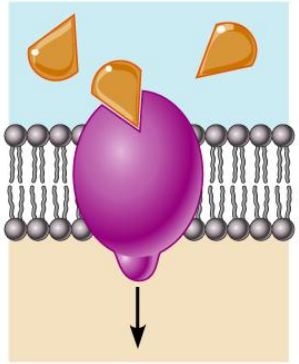
PLAY Receptor Proteins



Transport
(a) A protein that spans the membrane may provide a hydrophilic channel across the membrane that is selective for a particular solute. **(b)** Some transport proteins hydrolyze ATP as an energy source to actively pump substances across the membrane.



Enzymatic activity
A protein built into the membrane may be an enzyme with its active site exposed to substances in the adjacent solution. In some cases, several enzymes in a membrane act as a team that catalyzes sequential steps of a metabolic pathway as indicated (right to left) here.



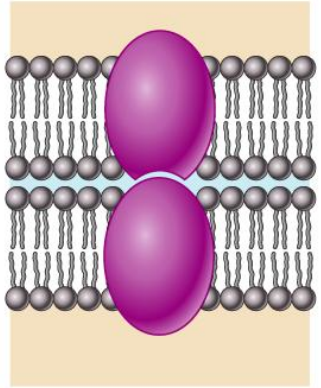
Receptors for signal transduction
A membrane protein exposed to the outside of the cell may have a binding site with a specific shape that fits the shape of a chemical messenger, such as a hormone. The external signal may cause a conformational change in the protein that initiates a chain of chemical reactions in the cell.

Copyright © 2006 Pearson Education, Inc., publishing as Benjamin Cummings

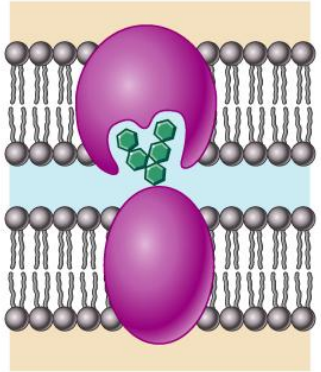
Figure 3.4.1

Функции мембранных белков

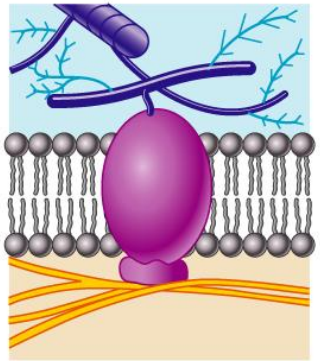
- Межклеточная адгезия
- Узнавание других клеток
- Соеденение с цитоскелетом или внеклеточным матриксом



Intercellular joining
Membrane proteins of adjacent cells may be hooked together in various kinds of intercellular junctions. Some membrane proteins (CAMs) of this group provide temporary binding sites that guide cell migration and other cell-to-cell interactions.



Cell-cell recognition
Some glycoproteins (proteins bonded to short chains of sugars) serve as identification tags that are specifically recognized by other cells.



Attachment to the cytoskeleton and extracellular matrix (ECM)
Elements of the cytoskeleton (cell's internal supports) and the extracellular matrix (ECM) may be anchored to membrane proteins, which help maintain cell shape and fix the location of certain membrane proteins. Others play a role in cell movement or bind adjacent cells together.

PLAY **Structural Proteins**

Copyright © 2006 Pearson Education, Inc., publishing as Benjamin Cummings

Figure 3.4.2

Состав клеточной мембраны

- Различается по липидам
- Гликолипиды – только в верхнем слое
- Холестерол составляет 20% от всех липидов

Copyright © 2006 Pearson Education, Inc., publishing as Benjamin Cummings

Липидные «плоты»

- Занимают 20% поверхности мембраны
- Состоят из сфинголипидов и холестерола
- Являются платформами для сигнальных молекул

Copyright © 2006 Pearson Education, Inc., publishing as Benjamin Cummings

Пассивный мембранный транспорт: Диффузия

- Простая диффузия – неполярные и липидорастворимые субстанции
  - Диффундируют прямо через липидные слои
  - Или через белковые каналы

PLAY Diffusion

Copyright © 2006 Pearson Education, Inc., publishing as Benjamin Cummings

Пассивный мембранный транспорт: Диффузия

- Облегченная диффузия
  - Транспорт глюкозы, амино кислот и ионов
  - Транспорт путем связывания с белками переносчиками или прохождения через белковые каналы

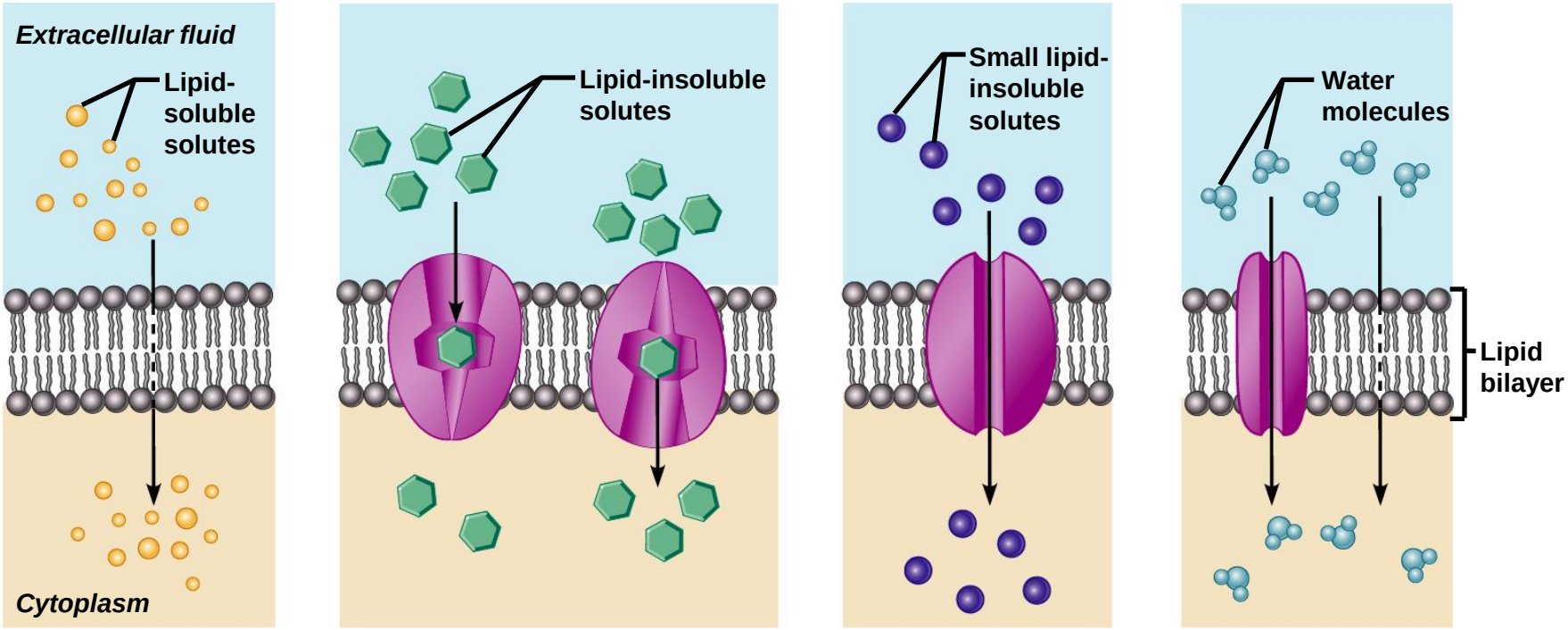
Copyright © 2006 Pearson Education, Inc., publishing as Benjamin Cummings

Белки переносчики

- Трансмембранные белки
- Специфически связываются с определенным типом полярных молекул, например амино кислотами и сахарами

Copyright © 2006 Pearson Education, Inc., publishing as Benjamin Cummings

Диффузия через плазматическую мембрану



(a) Simple diffusion directly through the phospholipid bilayer

(b) Carrier-mediated facilitated diffusion via protein carrier specific for one chemical; binding of substrate causes shape change in transport protein

(c) Channel-mediated facilitated diffusion through a channel protein; mostly ions selected on basis of size and charge

(d) Osmosis, diffusion through a specific channel protein (aquaporin) or through the lipid bilayer

Copyright © 2006 Pearson Education, Inc., publishing as Benjamin Cummings

Figure 3.7

Пассивный мембранный транспорт: осмос

- Когда концентрация растворителя – разная на разных сторонах мембраны
- Диффузия воды через полунепроницаемую для веществ мембрану

PLAY Osmosis

Copyright © 2006 Pearson Education, Inc., publishing as Benjamin Cummings

Активный транспорт

- Использует АТФ
- С участием белка переносчика

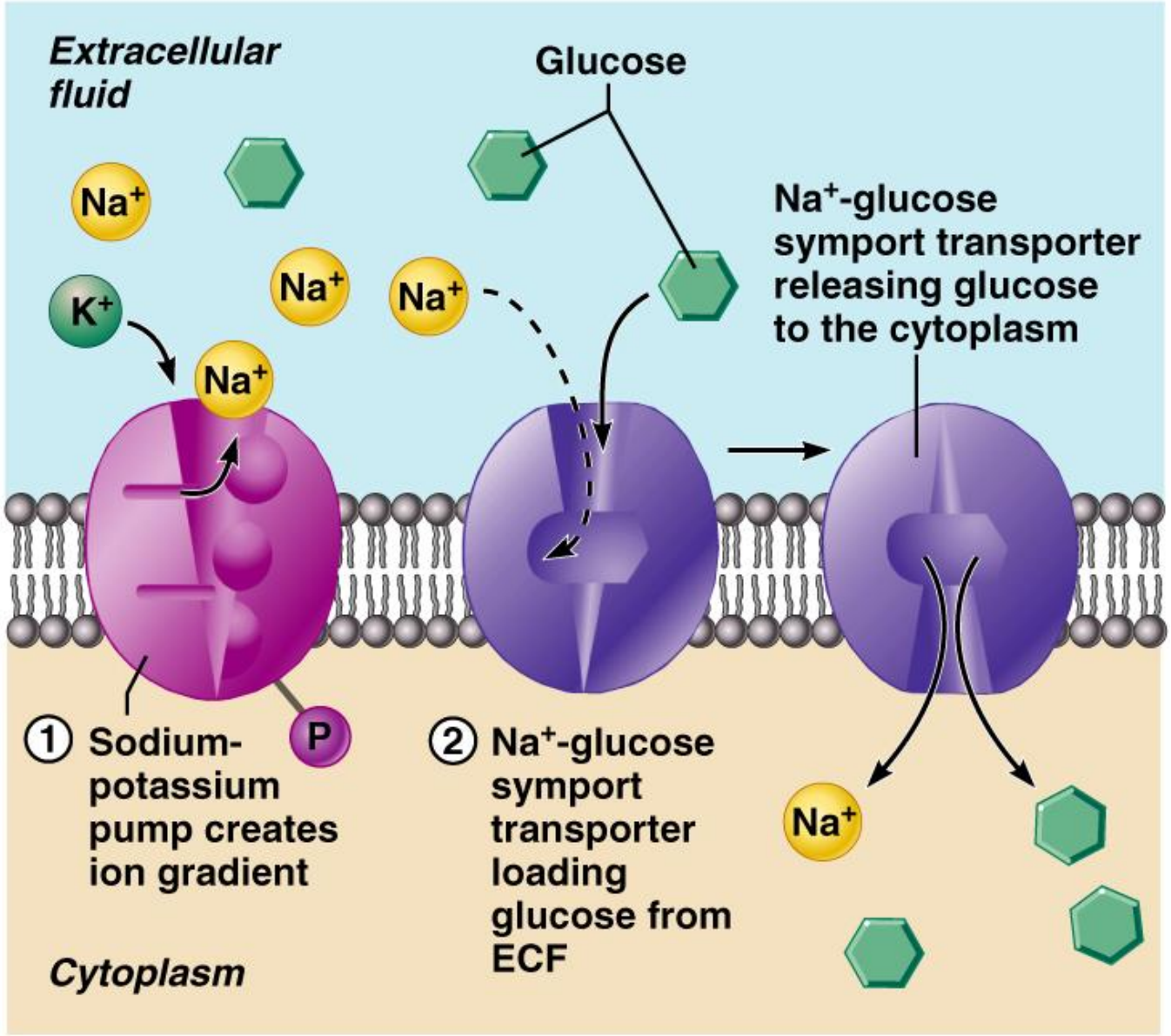
Copyright © 2006 Pearson Education, Inc., publishing as Benjamin Cummings

Типы активного транспорта

- Первичный – с участием гидролиза АТФ
- Вторичный – использует белковый канал-насос, чтобы запустить транспорт других молекул

Copyright © 2006 Pearson Education, Inc., publishing as Benjamin Cummings

Типы активного транспорта



Copyright © 2006 Pearson Education, Inc., publishing as Benjamin Cummings

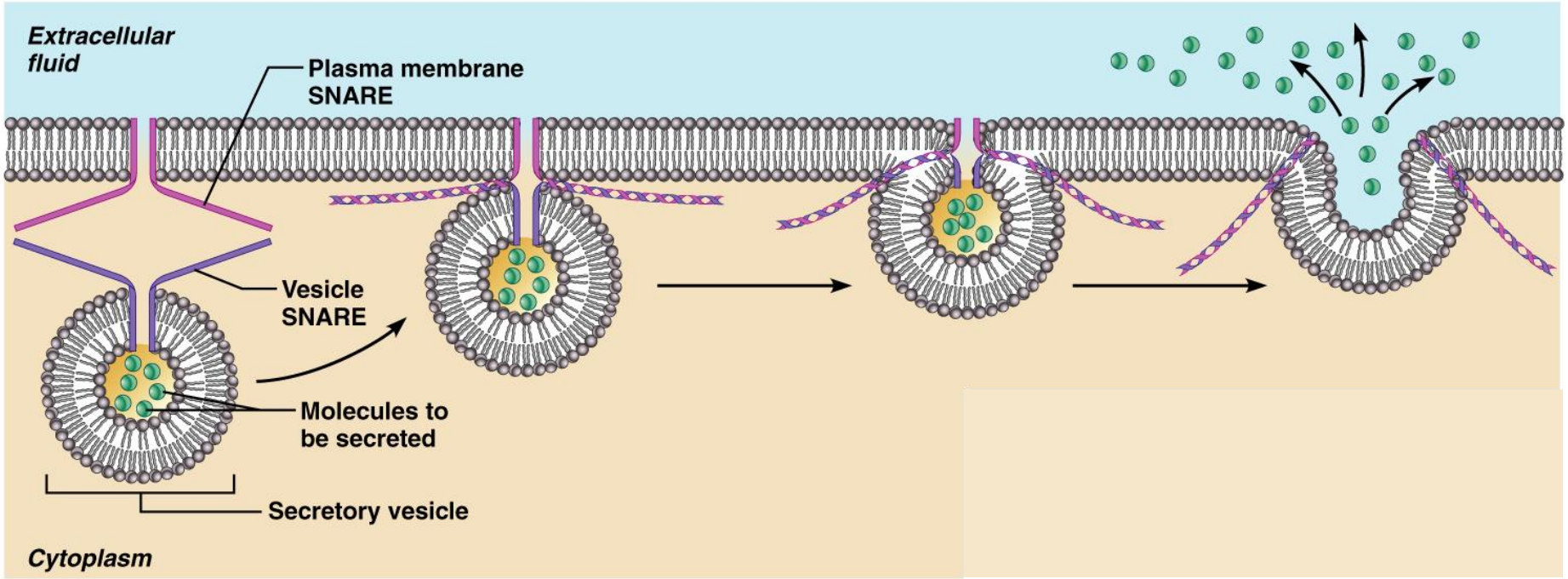
Figure 3.11

Везикулярный транспорт

- Транспорт больших частиц и макромолекул
  - Экзоцитоз – транспорт из клетки
  - Эндоцитоз – транспорт в клетку

Copyright © 2006 Pearson Education, Inc., publishing as Benjamin Cummings

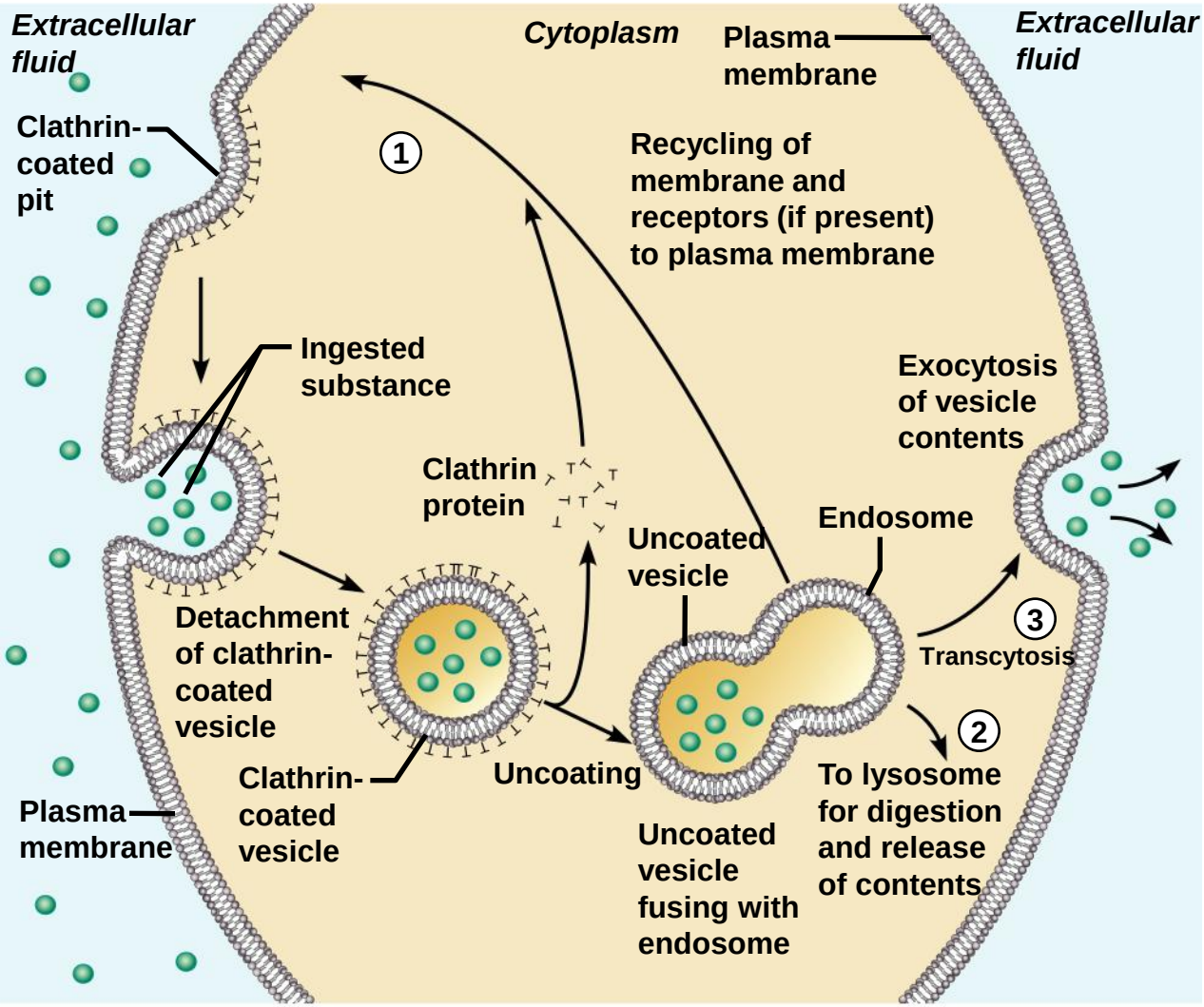
Экзоцитоз



Copyright © 2006 Pearson Education, Inc., publishing as Benjamin Cummings

Figure 3.12a

Эндозитоз с участием клатрина

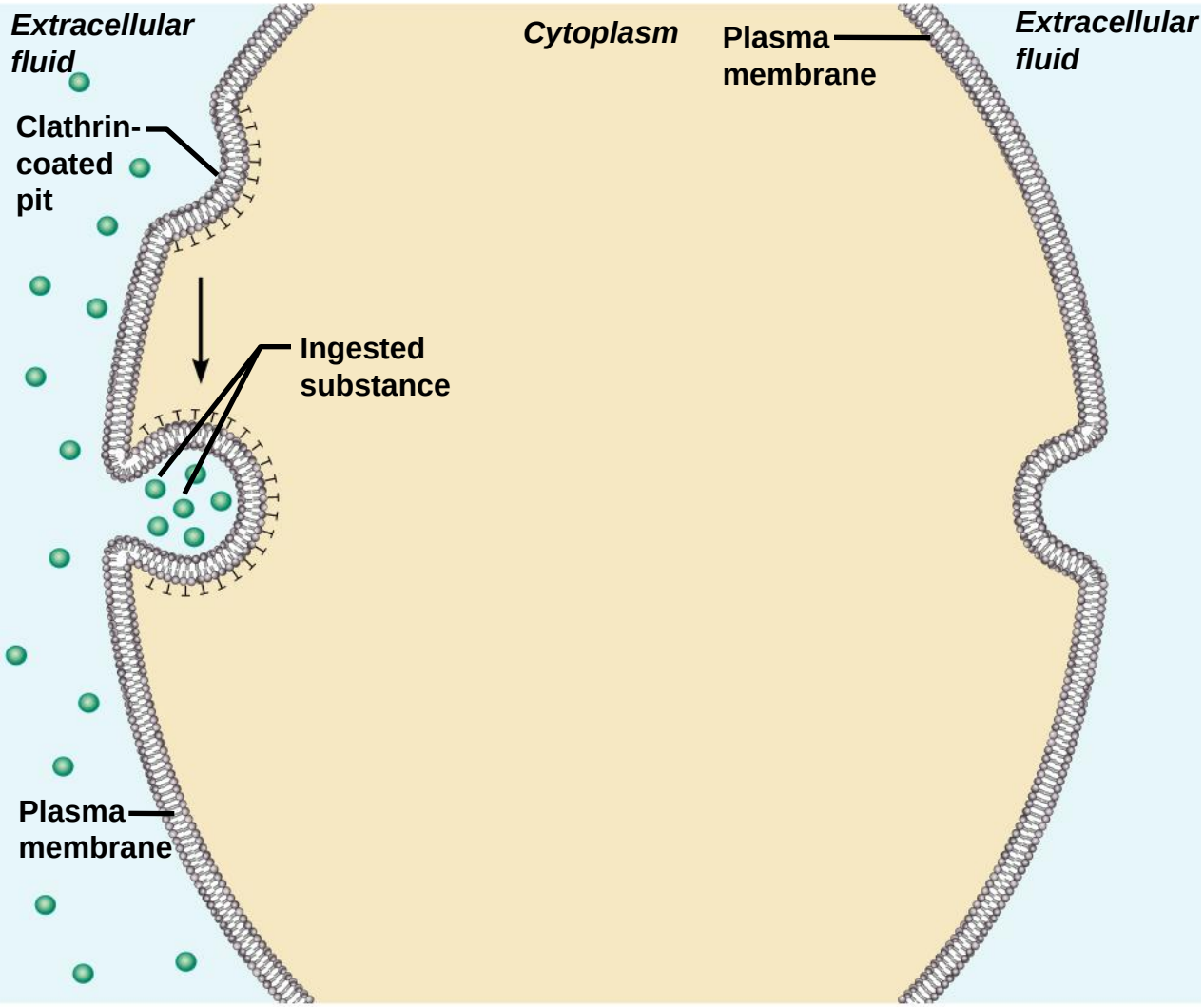


(a) Clathrin-mediated endocytosis

Copyright © 2006 Pearson Education, Inc., publishing as Benjamin Cummings

Figure 3.13a

Эндозитоз с участием клатрина

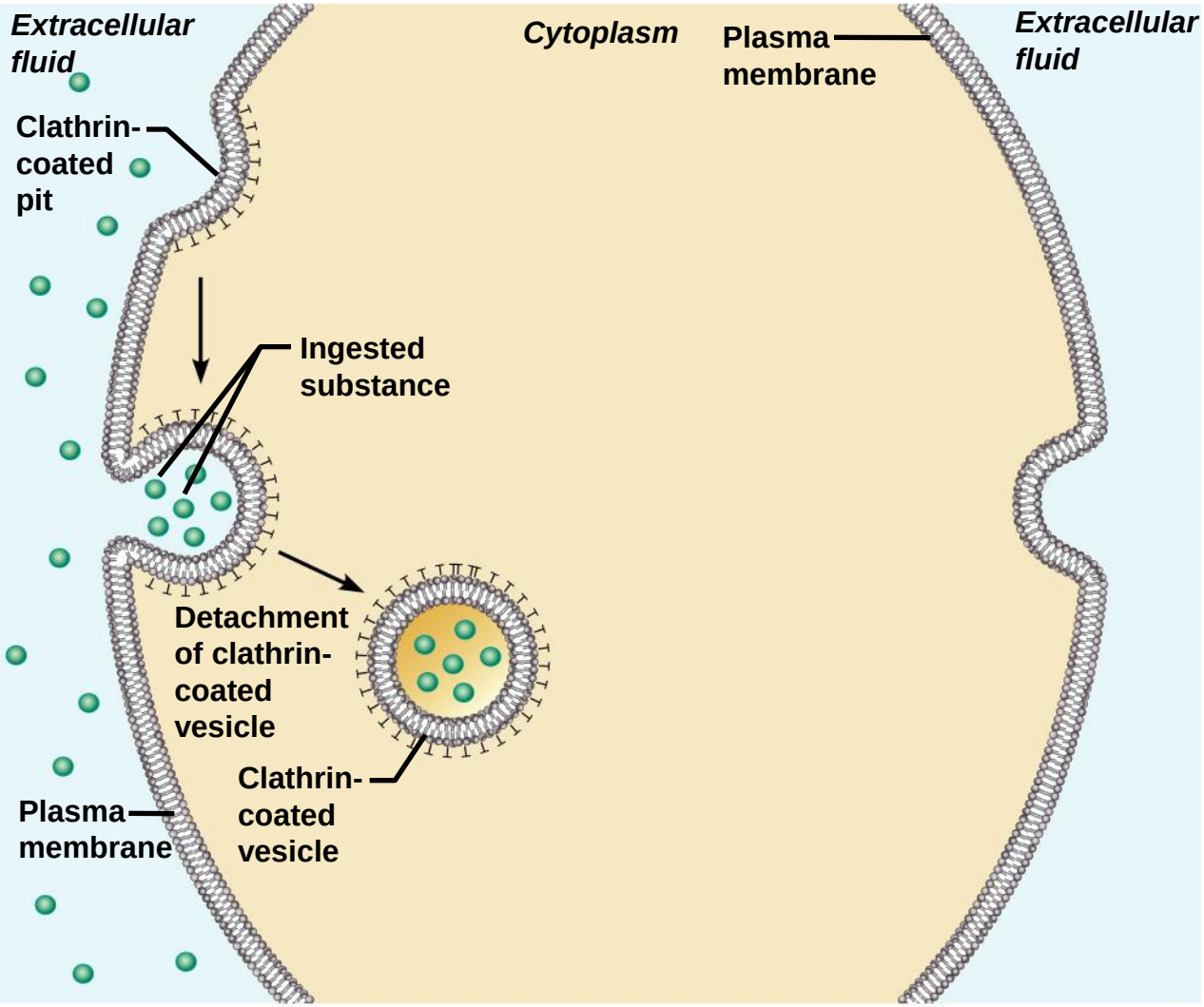


(a) Clathrin-mediated endocytosis

Copyright © 2006 Pearson Education, Inc., publishing as Benjamin Cummings

Figure 3.13a

Эндозитоз с участием клатрина

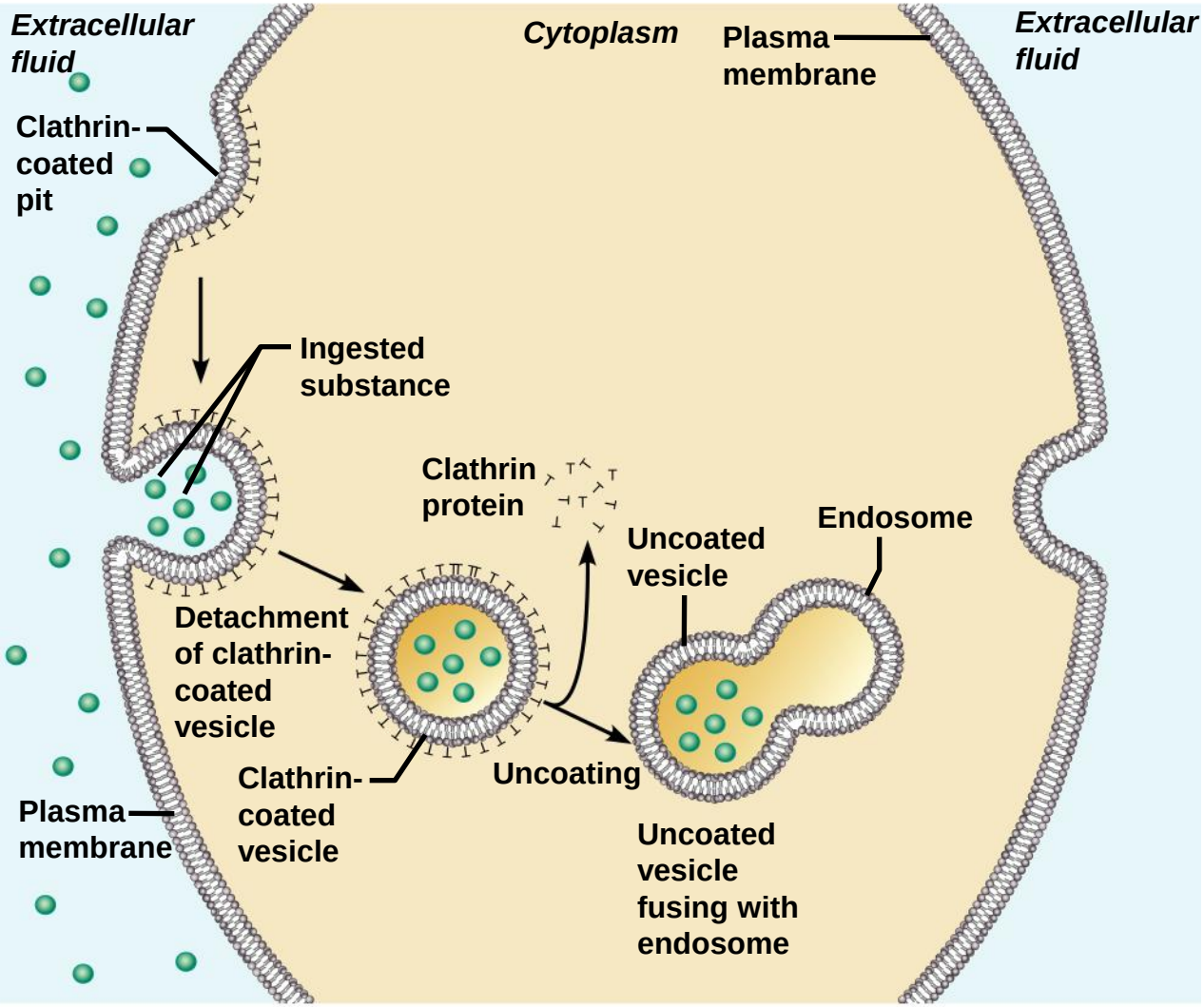


(a) Clathrin-mediated endocytosis

Copyright © 2006 Pearson Education, Inc., publishing as Benjamin Cummings

Figure 3.13a

Эндозитоз с участием клатрина

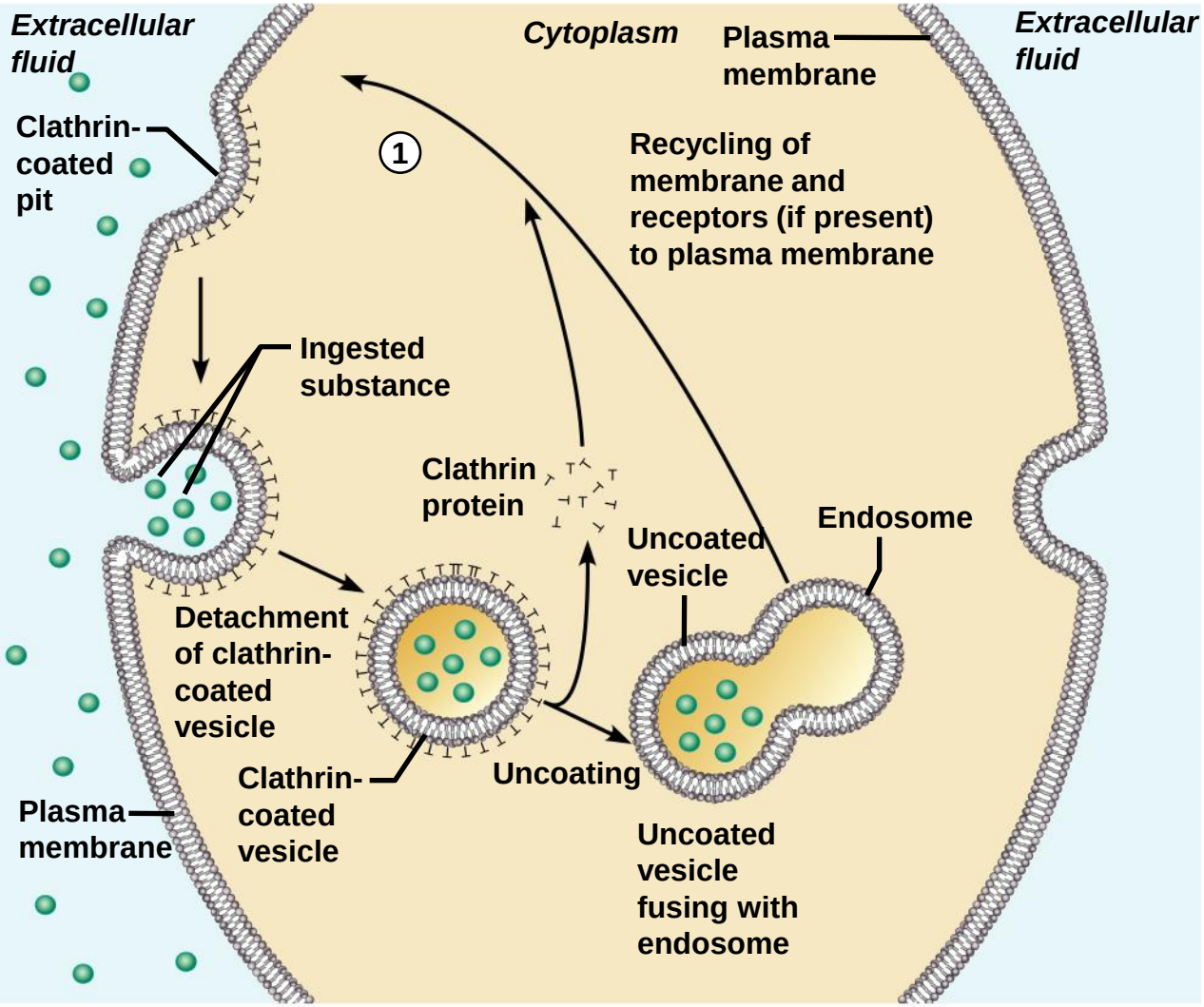


(a) Clathrin-mediated endocytosis

Copyright © 2006 Pearson Education, Inc., publishing as Benjamin Cummings

Figure 3.13a

Эндозитоз с участием клатрина

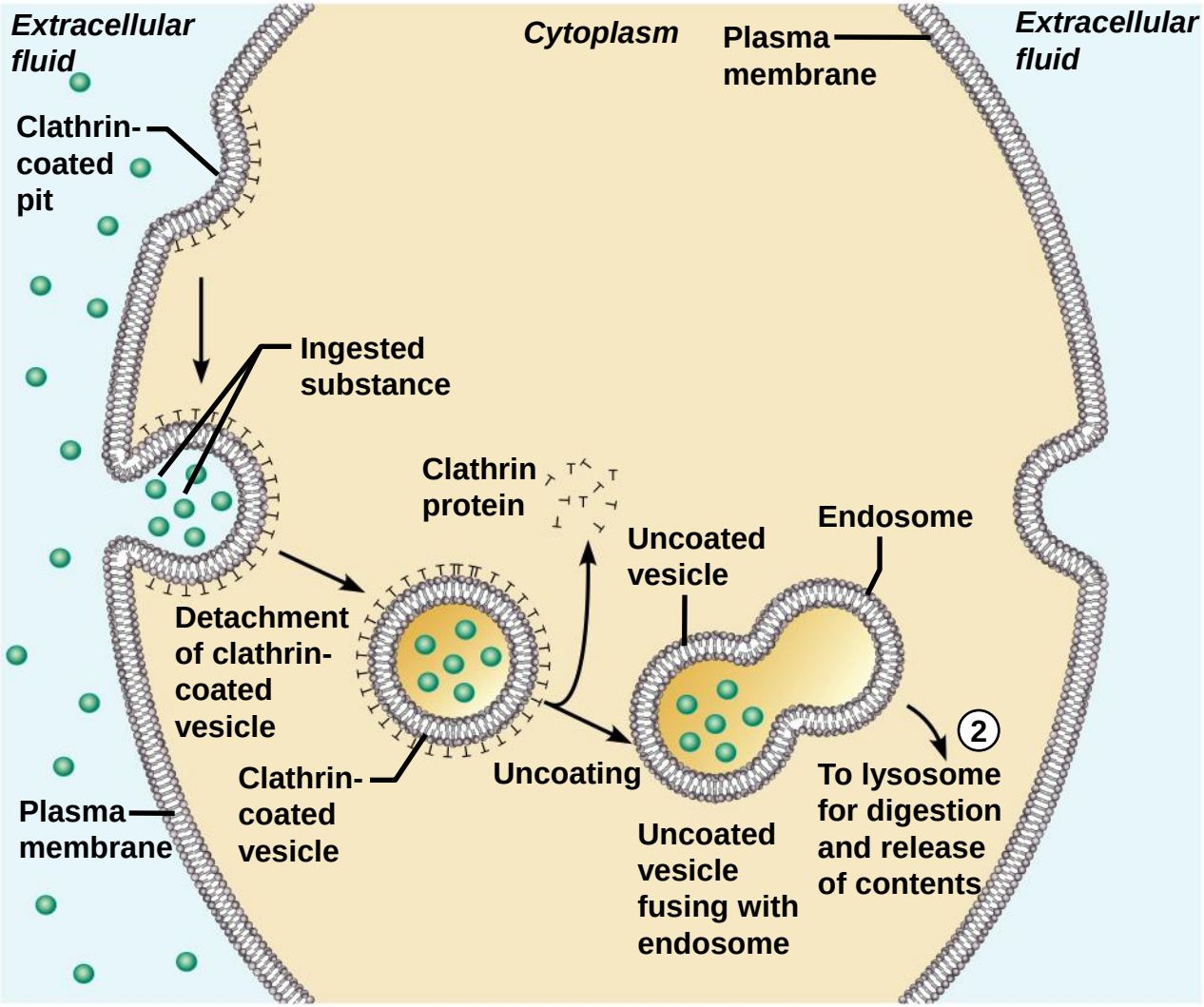


(a) Clathrin-mediated endocytosis

Copyright © 2006 Pearson Education, Inc., publishing as Benjamin Cummings

Figure 3.13a

Эндозитоз с участием клатрина

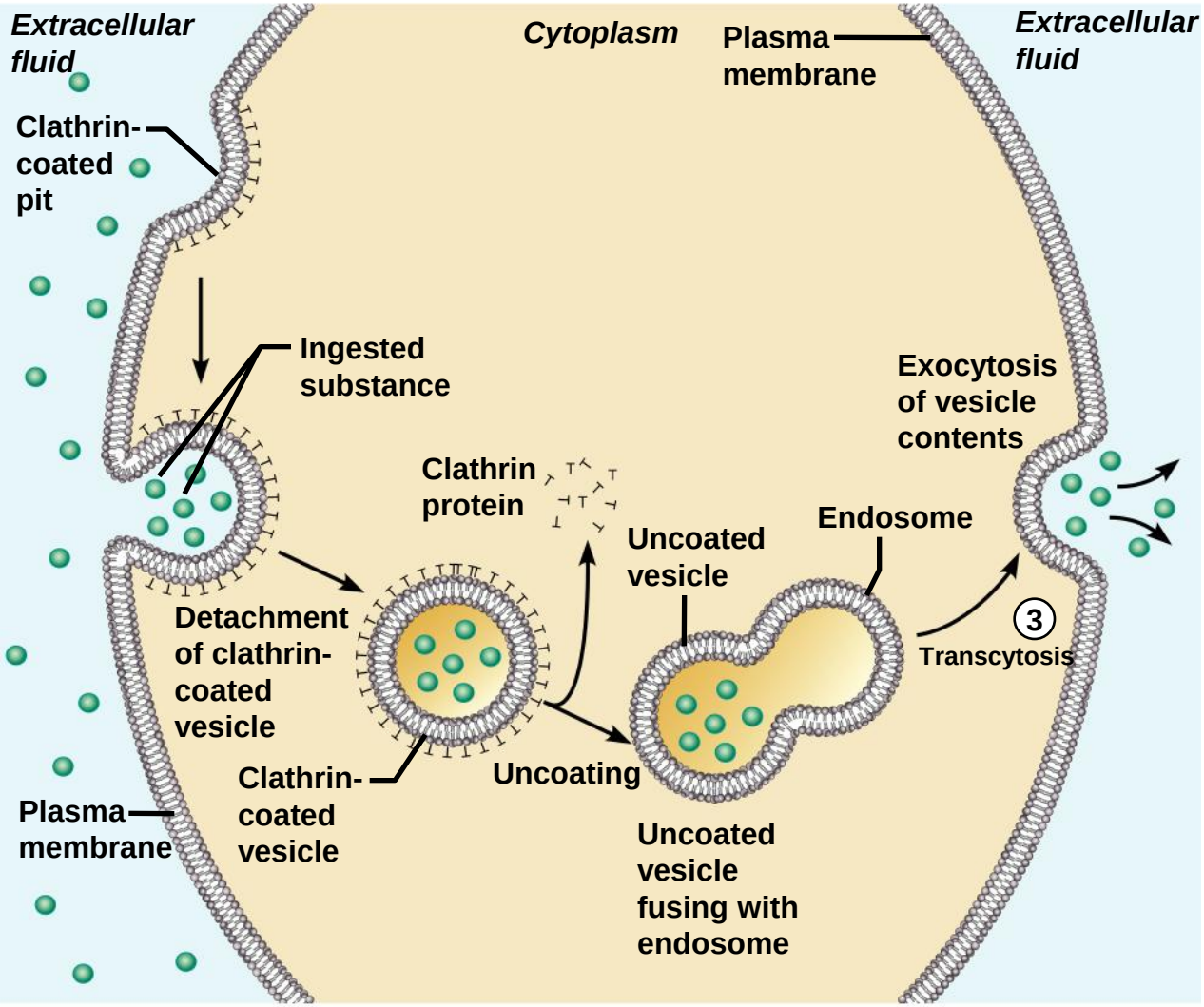


(a) Clathrin-mediated endocytosis

Copyright © 2006 Pearson Education, Inc., publishing as Benjamin Cummings

Figure 3.13a

Эндозитоз с участием клатрина

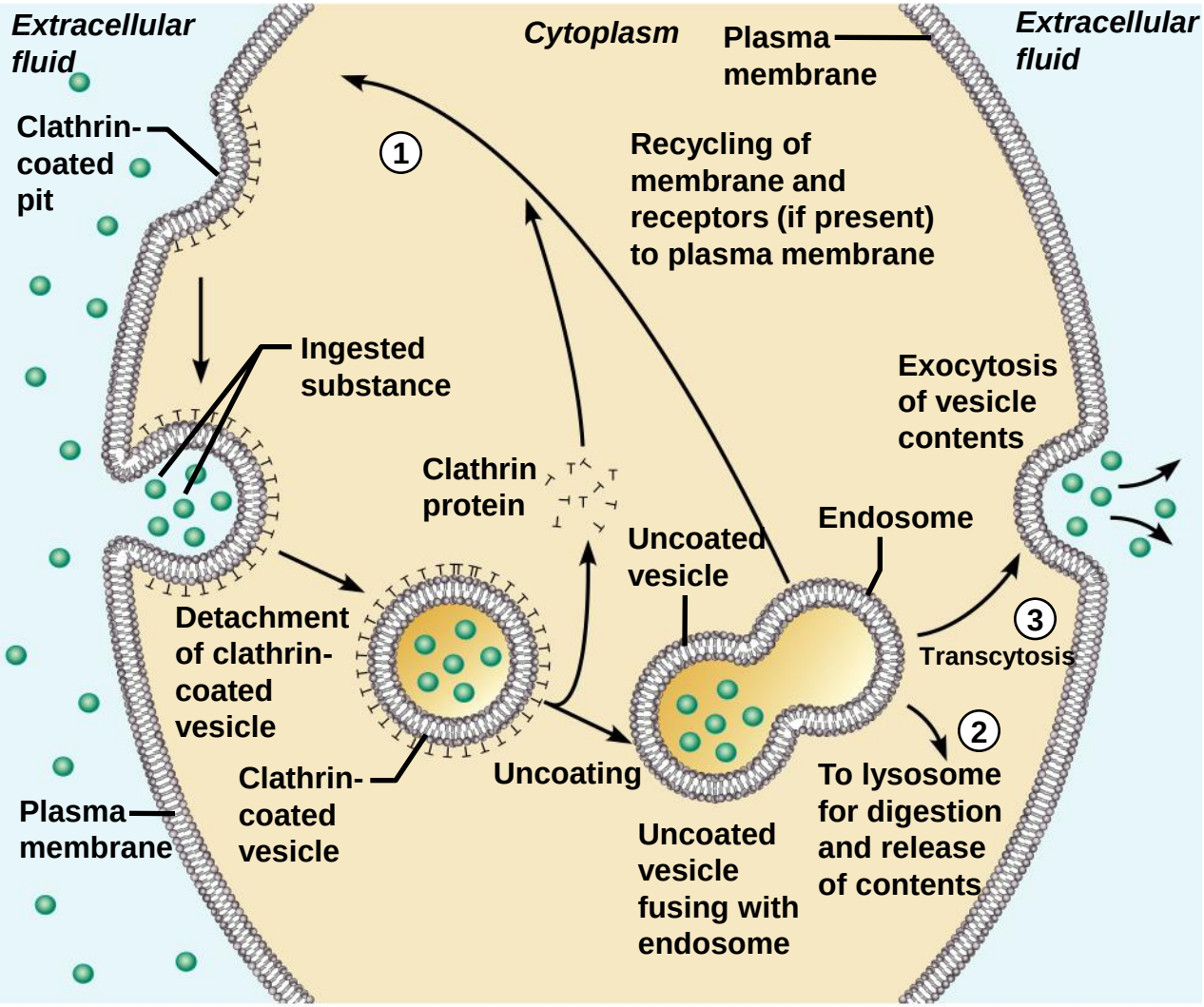


(a) Clathrin-mediated endocytosis

Copyright © 2006 Pearson Education, Inc., publishing as Benjamin Cummings

Figure 3.13a

Эндозитоз с участием клатрина

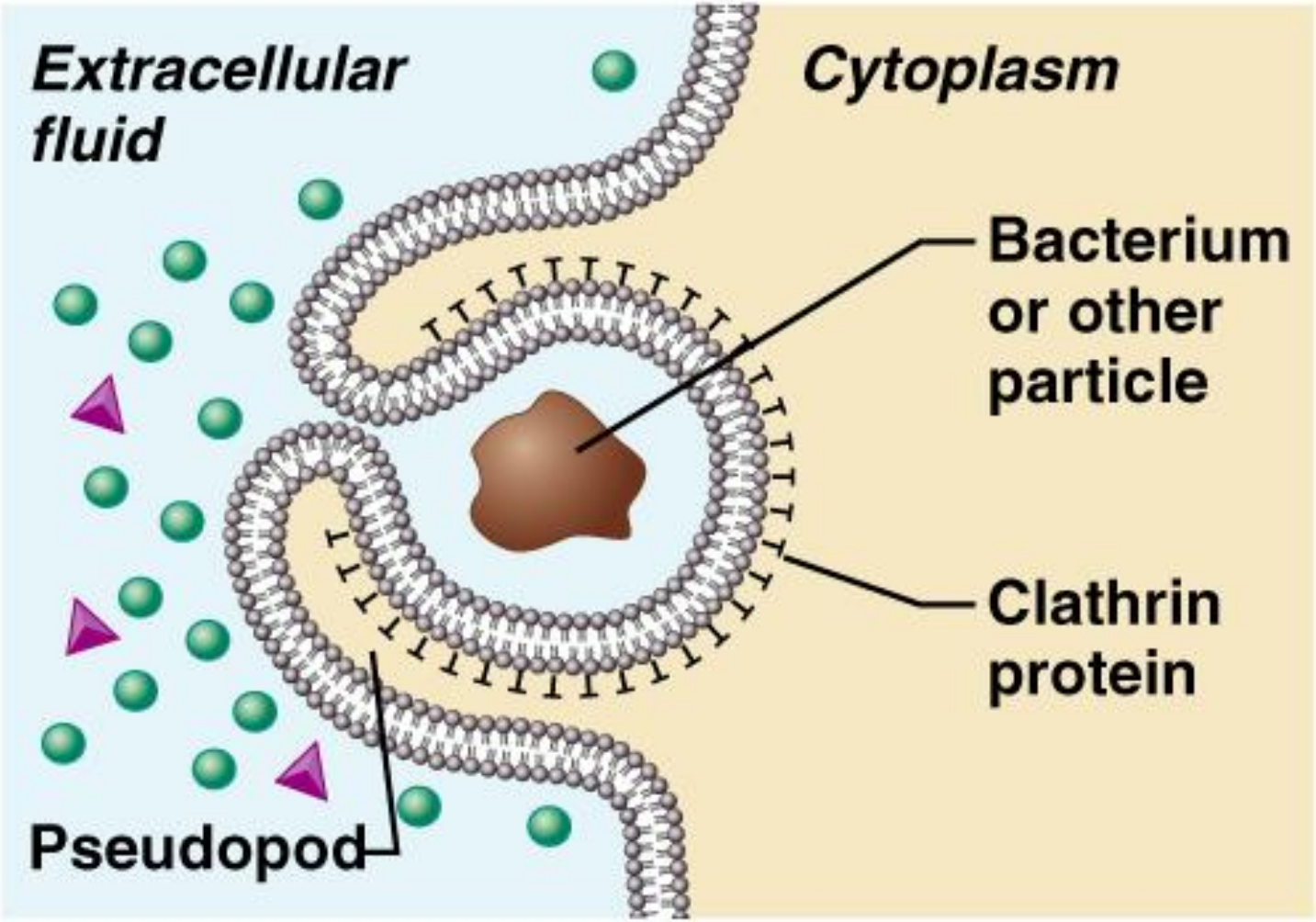


(a) Clathrin-mediated endocytosis

Copyright © 2006 Pearson Education, Inc., publishing as Benjamin Cummings

Figure 3.13a

Фагоцитоз

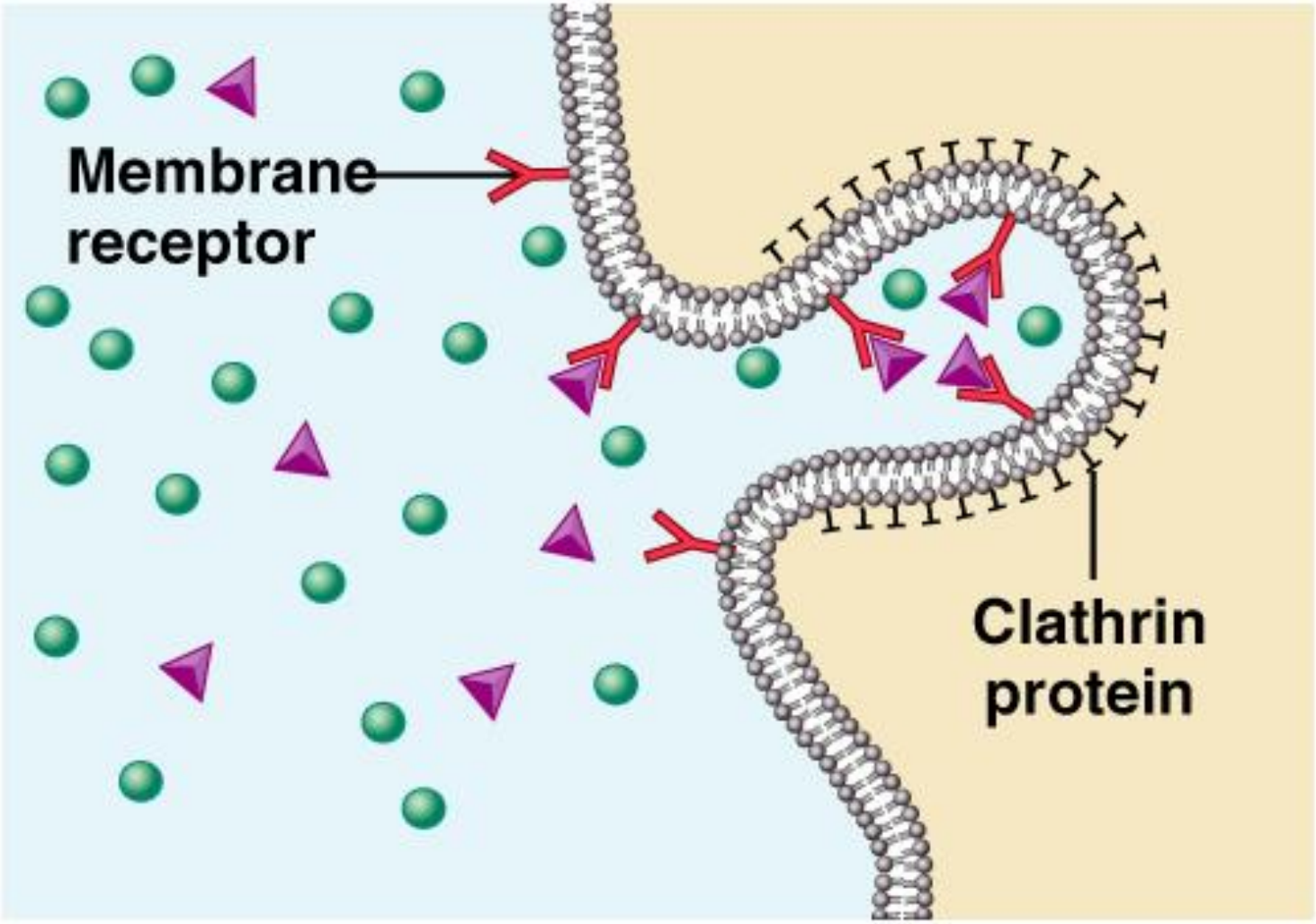


(b) Phagocytosis

Copyright © 2006 Pearson Education, Inc., publishing as Benjamin Cummings

Figure 3.13b

Эндоцитоз с участием рецепторов



(c) Receptor-mediated endocytosis

Copyright © 2006 Pearson Education, Inc., publishing as Benjamin Cummings

Figure 3.13c

Пассивный транспорт

Процесс	Энергия	Пример
Простая диффузия	Кинетическая	Движение кислорода через мембрану
Облегченная диффузия	Кинетическая	Перенос глюкозы в клетку
Осмос	Кинетическая	Движение воды через мембрану

Copyright © 2006 Pearson Education, Inc., publishing as Benjamin Cummings

Активный транспорт

Процесс	Энергия	Пример
Активный транспорт растворенных веществ	АТФ	Передвижение ионов
Экзоцитоз	АТФ	Выброс нейротрансмиттеров
Эндоцитоз	АТФ	Фагоциты иммунной системы
Рецепторный эндоцитоз	АТФ	Перенос гормонов
Клатриновый эндоцитоз	АТФ	Траффик молекул внутри клетки

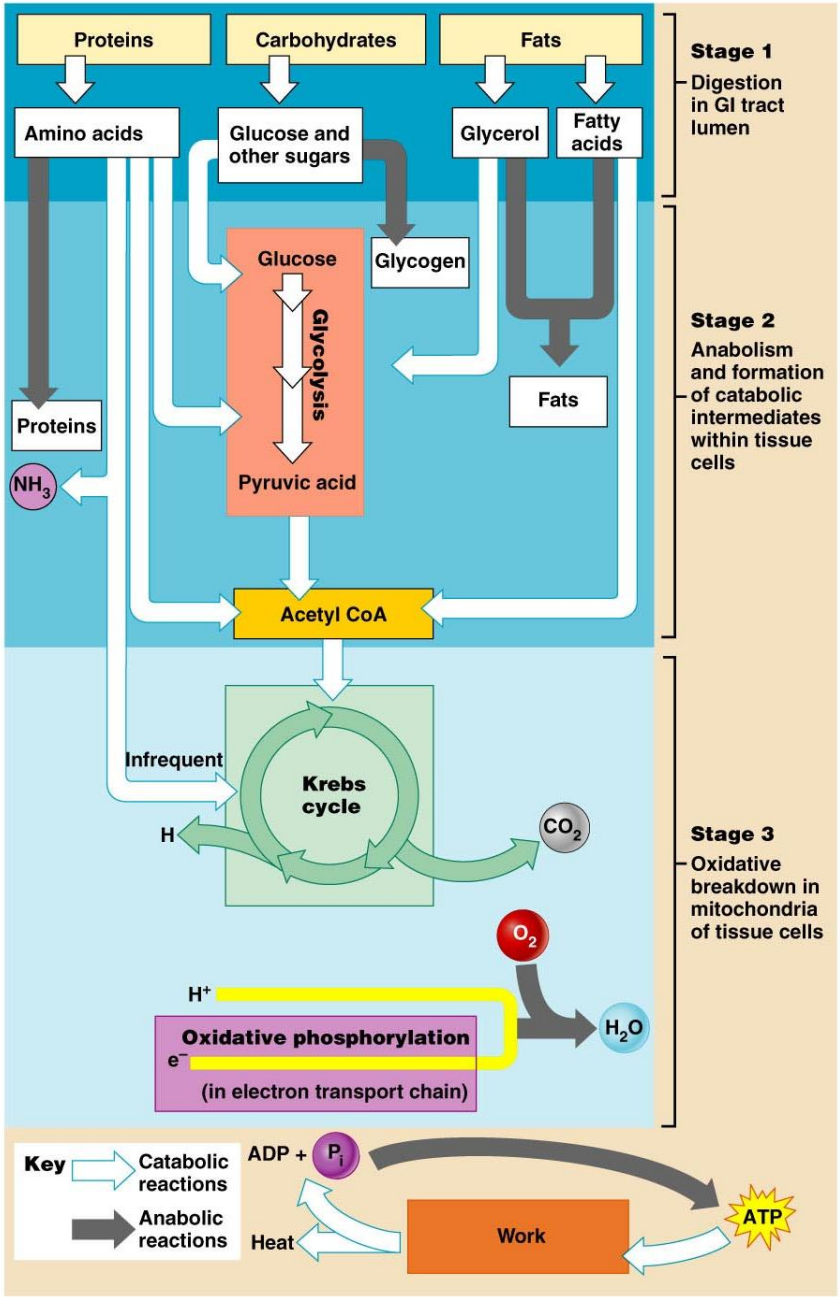
Copyright © 2006 Pearson Education, Inc., publishing as Benjamin Cummings

Цитоплазматические органеллы

- Мембранные
  - Митохондрии, пероксисомы, лизосомы, эндоплазматический ретикулум, аппарат Гольджи
- Немембранные
  - Цитоскелет, центриоли и рибосомы

Copyright © 2006 Pearson Education, Inc., publishing as Benjamin Cummings

Метаболизм



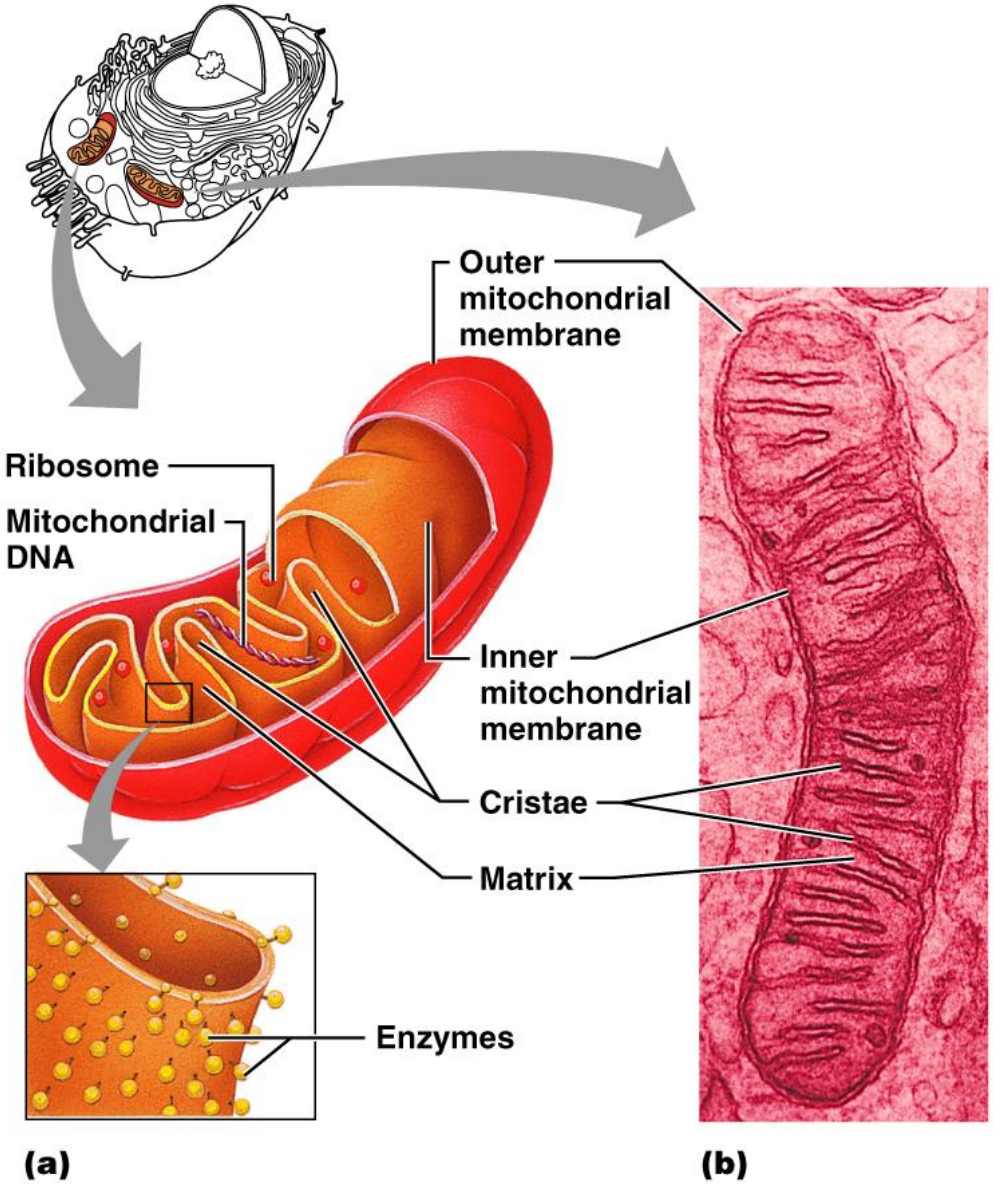
Copyright © 2006 Pearson Education, Inc., publishing as Benjamin Cummings

Митохондрии

- Окружены двойной мембраной с так называемыми «кристами»
- Производят АТФ
- Содержат собственные РНК и ДНК

Copyright © 2006 Pearson Education, Inc., publishing as Benjamin Cummings

Митохондрии



Copyright © 2006 Pearson Education, Inc., publishing as Benjamin Cummings

Figure 3.17a, b

Рибосомы

- Гранулы, содержащие белки и рРНК
- Место белкового синтеза
- Свободные рибосомы синтезируют растворенные белки
- Рибосомы, связанные с мембранами, производят белки для включения в мембраны

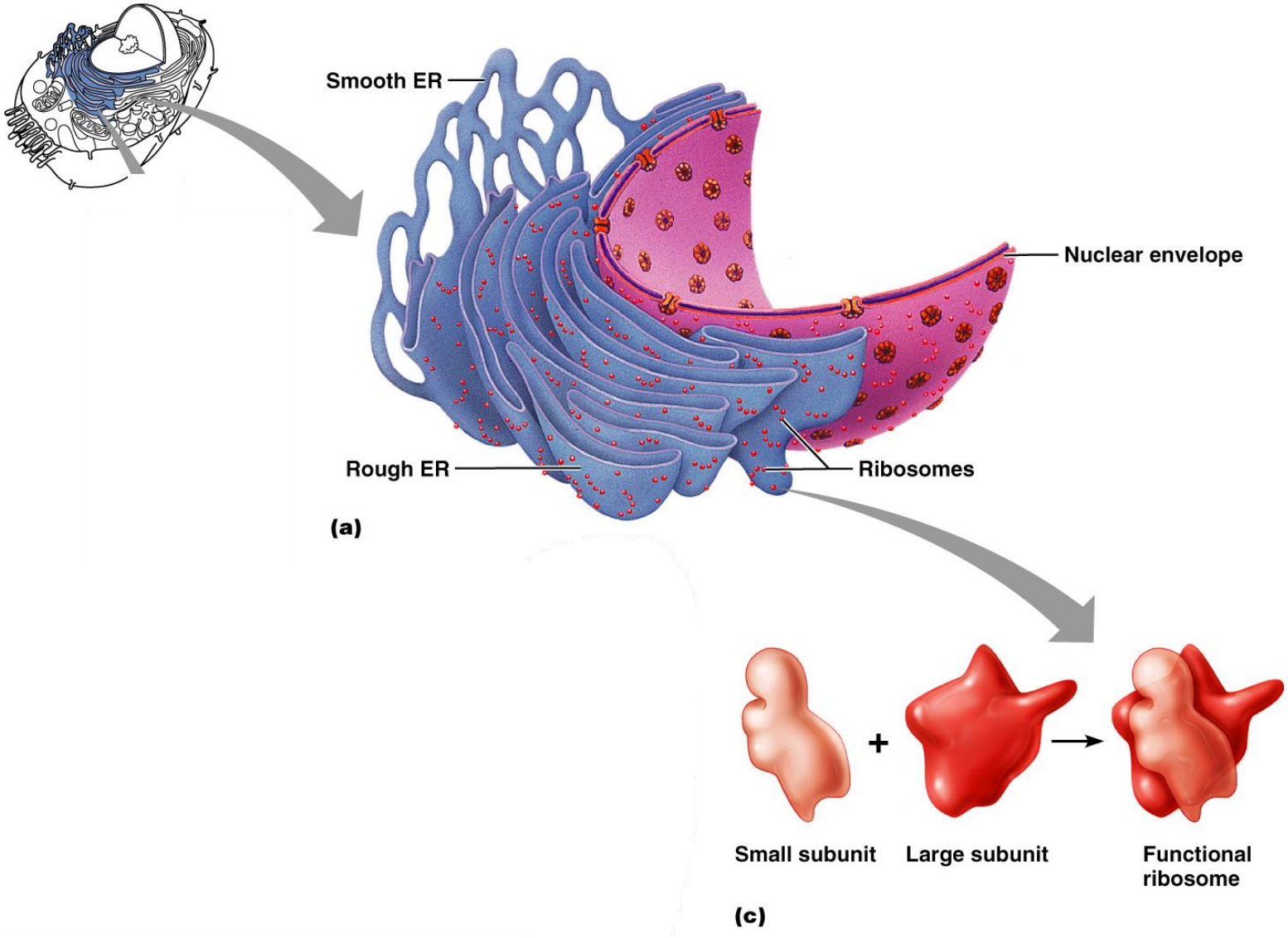
Copyright © 2006 Pearson Education, Inc., publishing as Benjamin Cummings

Эндоплазматический ретикулум (ЭР)

- Трубочки и пластинки, связанные друг с другом
- Связан с ядерной мембраной
- 2 типа – гладкий и шероховатый

Copyright © 2006 Pearson Education, Inc., publishing as Benjamin Cummings

Эндоплазматический ретикулум (ЭР)



Copyright © 2006 Pearson Education, Inc., publishing as Benjamin Cummings

Figure 3.18a, c

Шероховатый ЭР

- Внешняя сторона утыкана рибосомами
- Производит все мембранные белки и фосфолипиды

Copyright © 2006 Pearson Education, Inc., publishing as Benjamin Cummings

Синтез белка

- Комплекс мРНК-рибосомы присоединяется к ЭР
- Полипептид проходит внутрь ЭР и там гликозилируется (пост-трансляционные модификации)

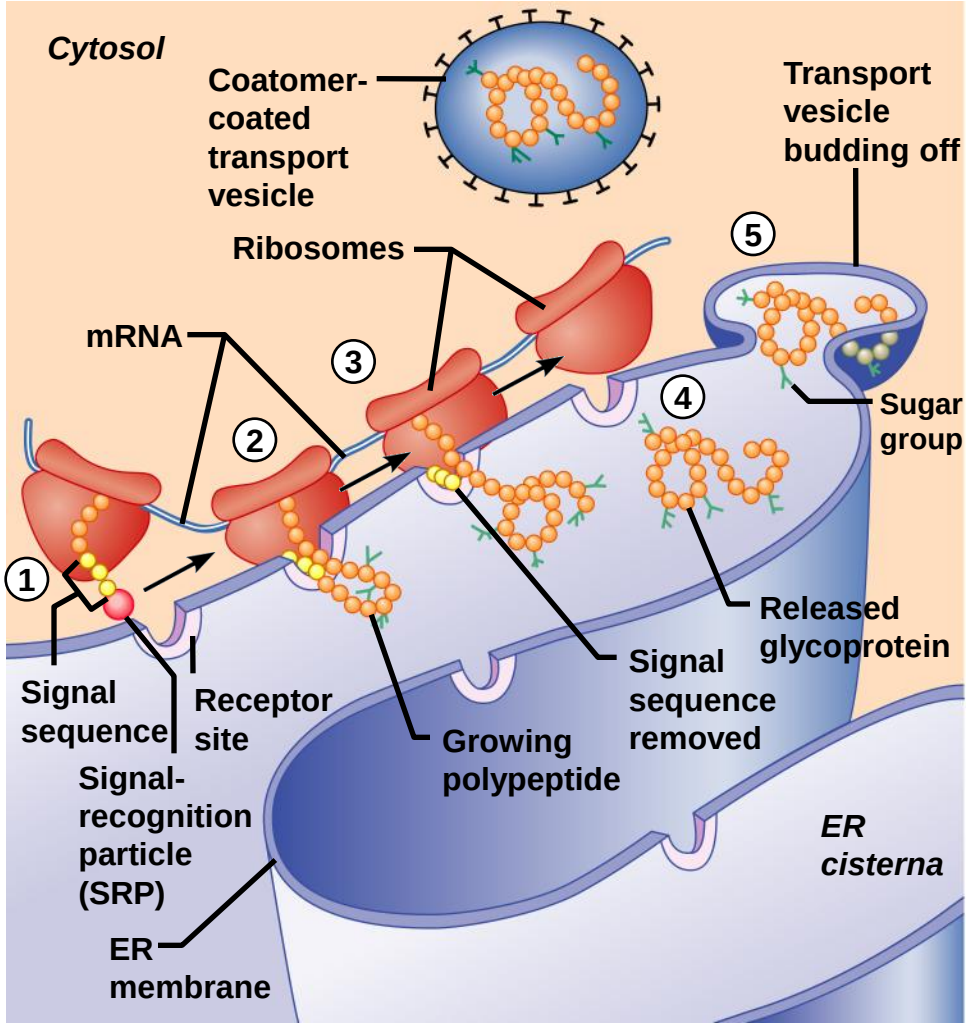
Copyright © 2006 Pearson Education, Inc., publishing as Benjamin Cummings

Синтез белка

- Белок приобретает трехмерную конформацию
- Белок упаковывается в транспортный пузырек, который переносится в аппарат Гольджи

Copyright © 2006 Pearson Education, Inc., publishing as Benjamin Cummings

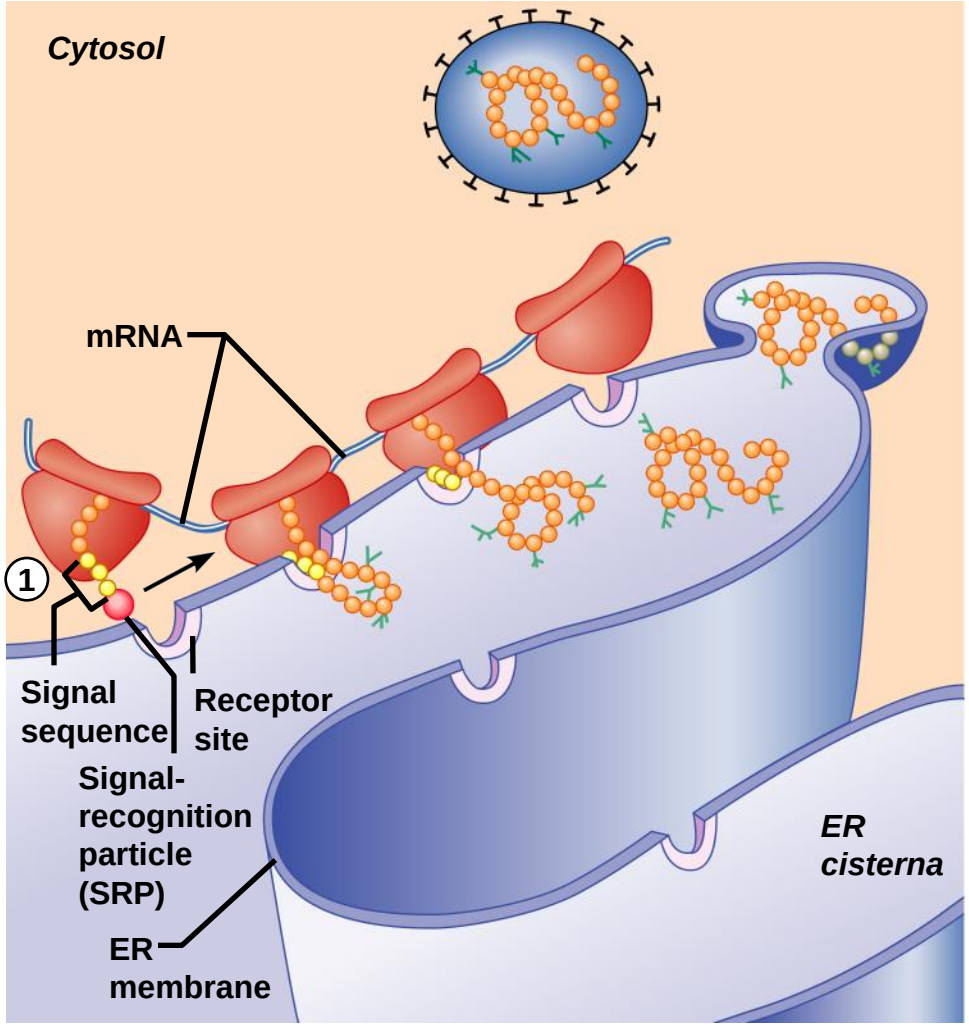
Синтез белка



Copyright © 2006 Pearson Education, Inc., publishing as Benjamin Cummings

Figure 3.19

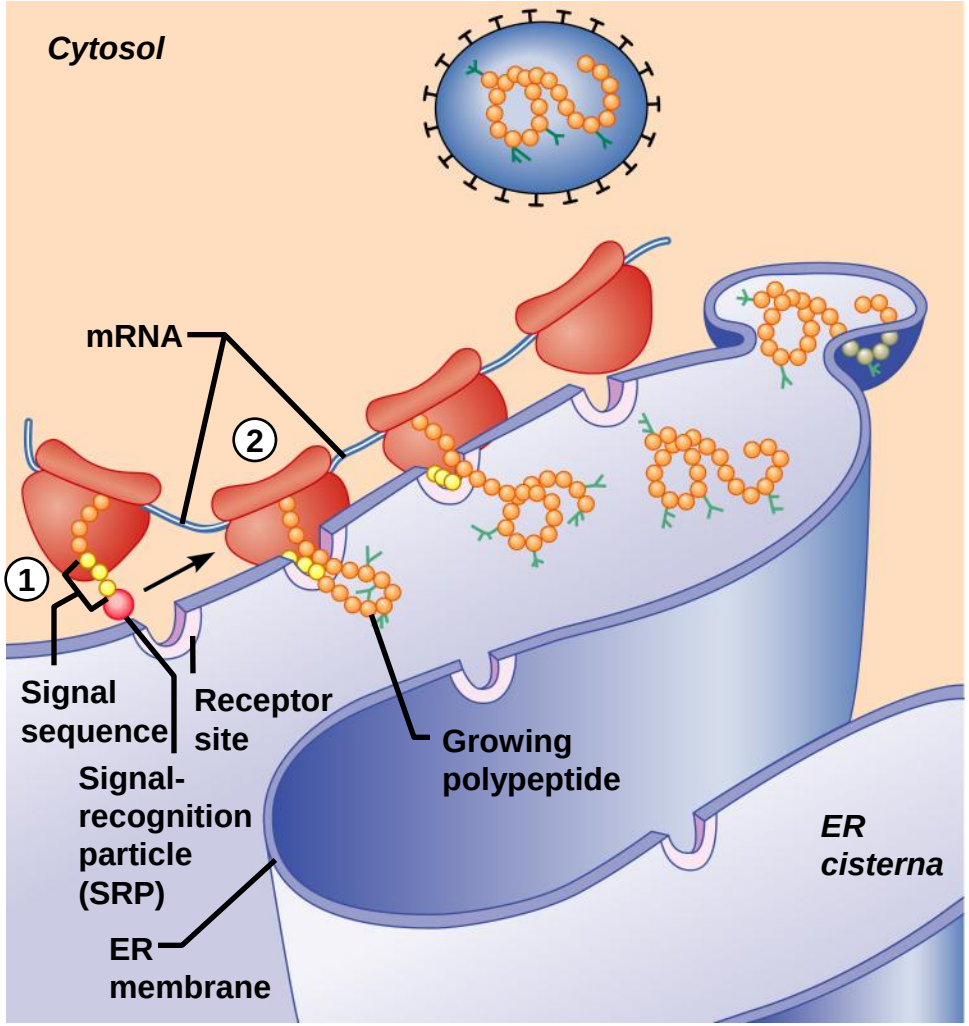
Синтез белка



Copyright © 2006 Pearson Education, Inc., publishing as Benjamin Cummings

Figure 3.19

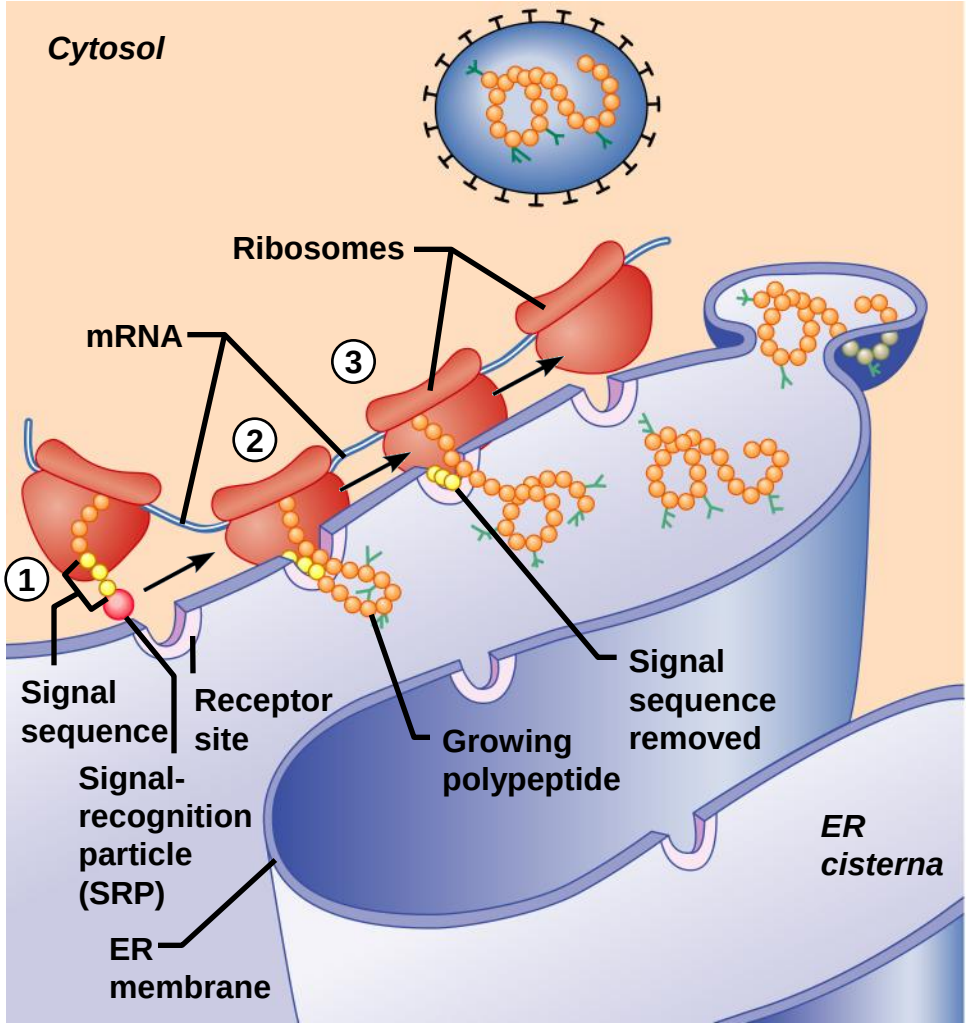
Синтез белка



Copyright © 2006 Pearson Education, Inc., publishing as Benjamin Cummings

Figure 3.19

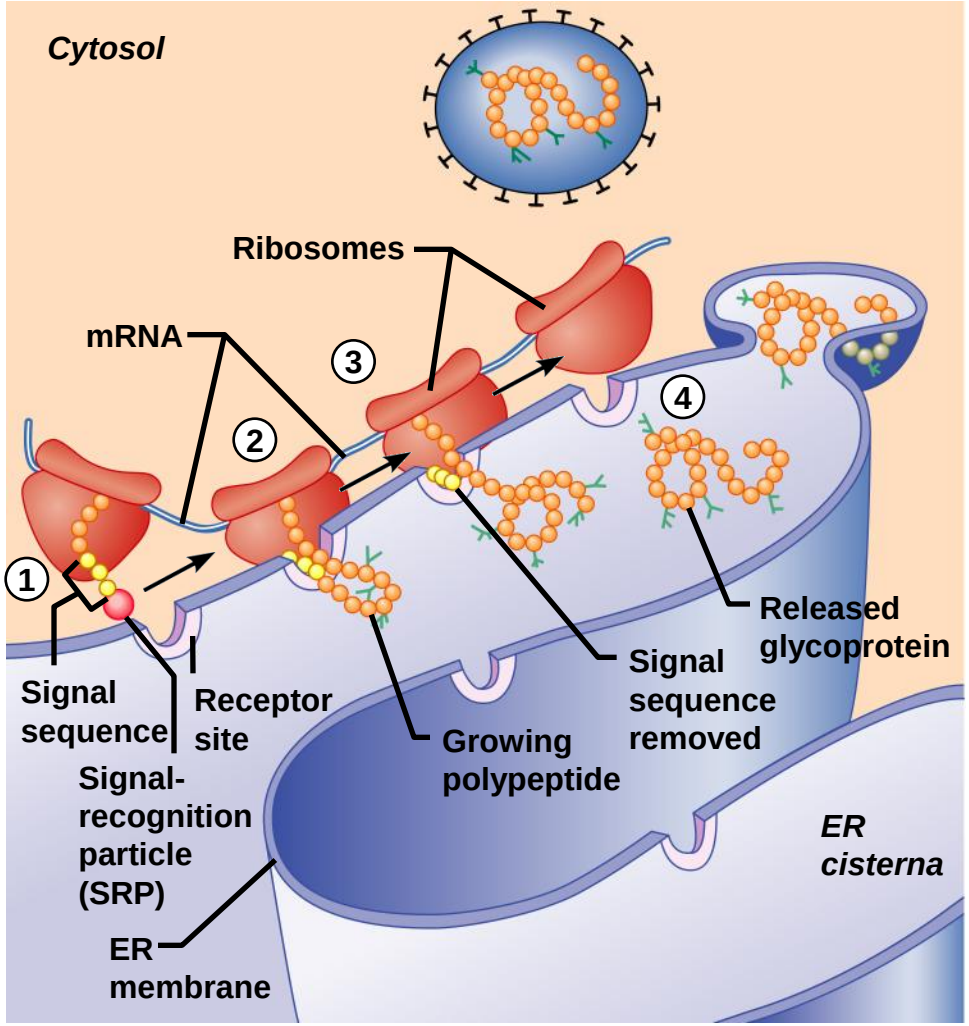
Синтез белка



Copyright © 2006 Pearson Education, Inc., publishing as Benjamin Cummings

Figure 3.19

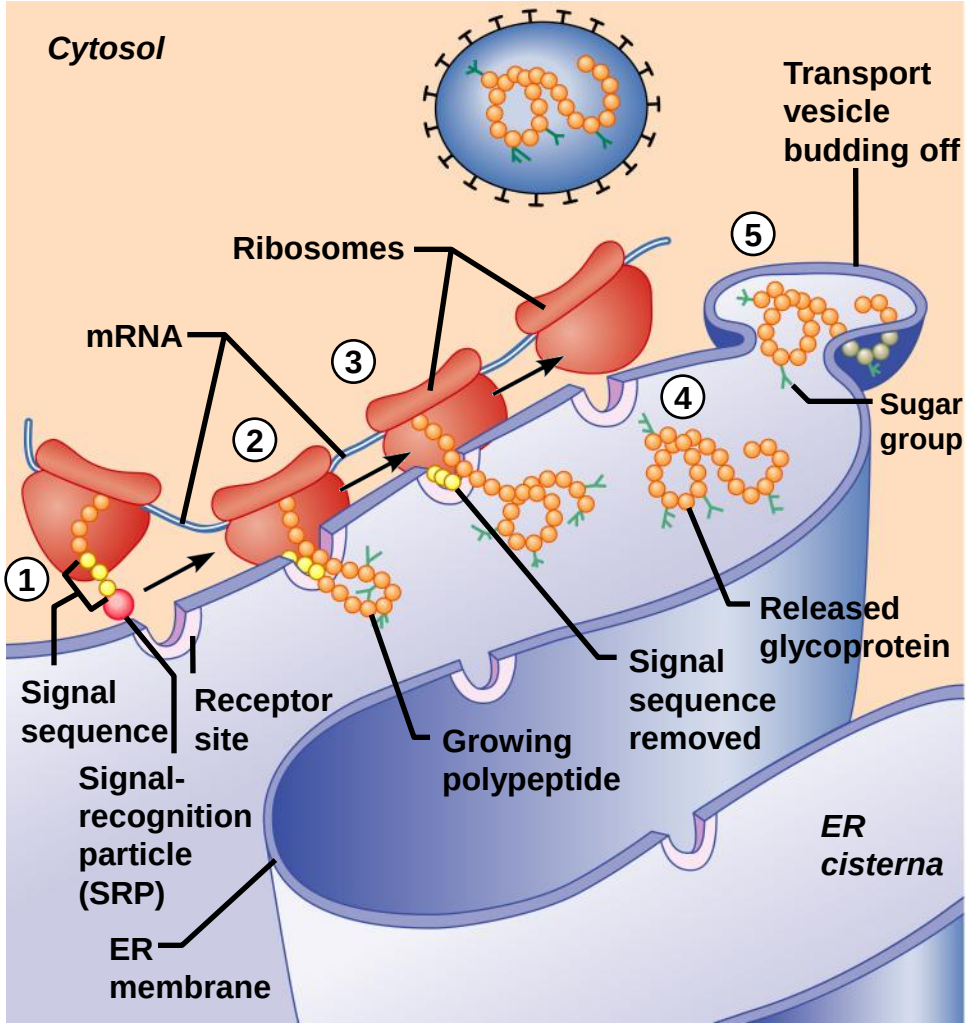
Синтез белка



Copyright © 2006 Pearson Education, Inc., publishing as Benjamin Cummings

Figure 3.19

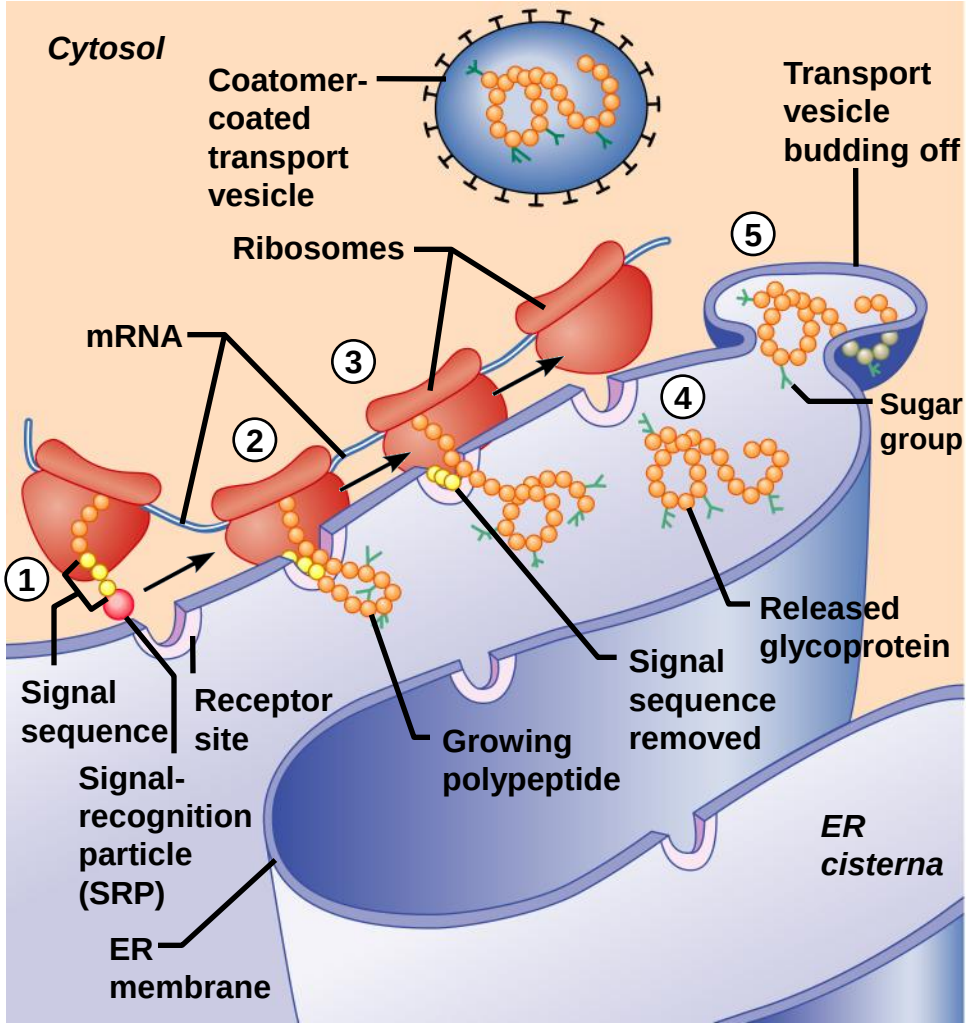
Синтез белка



Copyright © 2006 Pearson Education, Inc., publishing as Benjamin Cummings

Figure 3.19

Синтез белка



Copyright © 2006 Pearson Education, Inc., publishing as Benjamin Cummings

Figure 3.19

Гладкий ЭР

- Состоит из сети трубочек
  - В печени – участвует в метаболизме липидов и холестерола
  - В печени и почках – детоксификация химических веществ
  - Синтез стероидных гормонов

Copyright © 2006 Pearson Education, Inc., publishing as Benjamin Cummings

Гладкий ЭР

- В клетках кишечника – всасывание, синтез и транспорт жиров
- В мышечных клетках – запас и выброс ионов кальция

Copyright © 2006 Pearson Education, Inc., publishing as Benjamin Cummings

Аппарат Гольджи

- Стопка плоские мембранных мешков
- Модификация, концентрация и упаковка белков
- Транспортные пузырьки от ЭР соединяются с cis стороной Гольджи

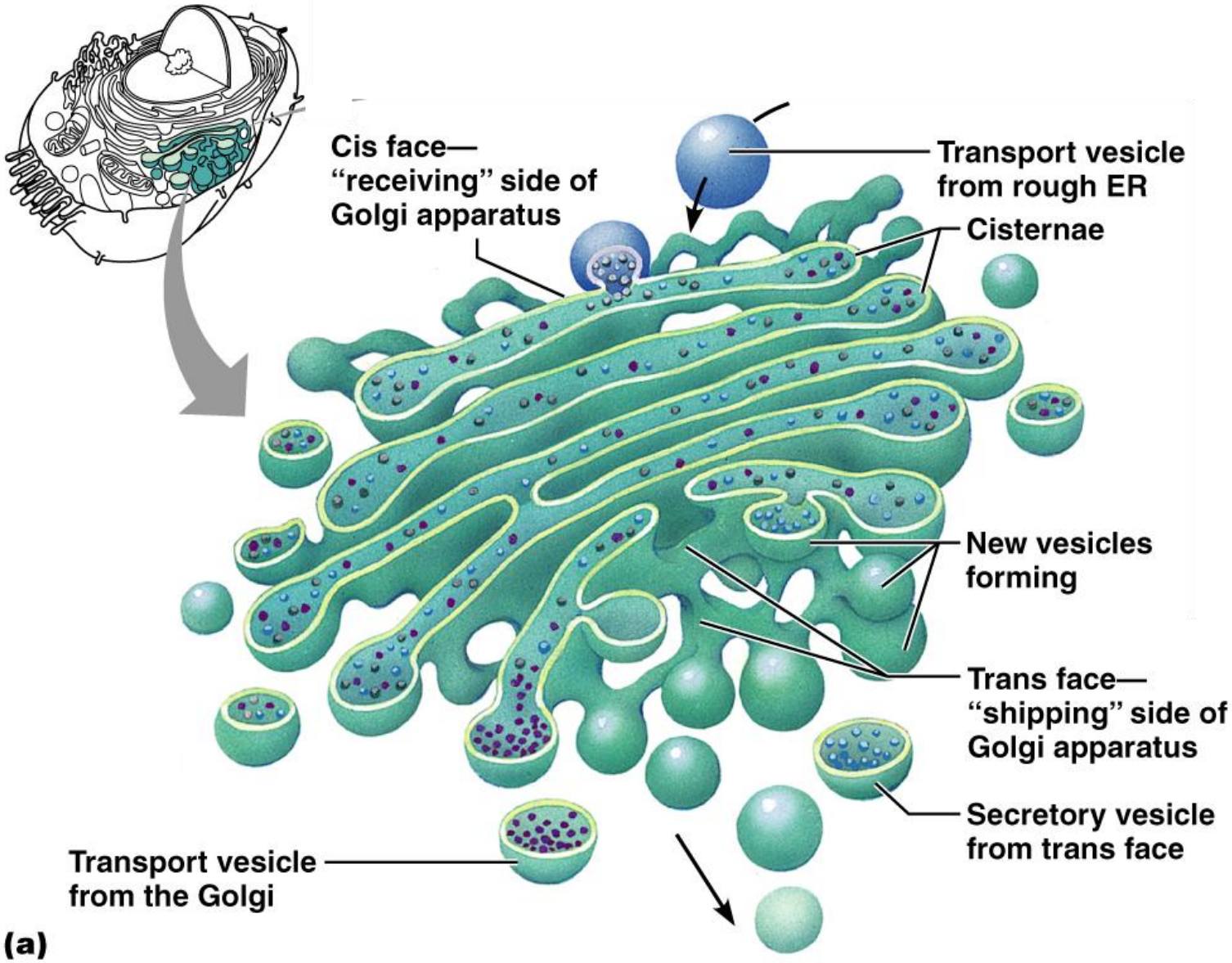
Copyright © 2006 Pearson Education, Inc., publishing as Benjamin Cummings

Аппарат Гольджи

- Белки затем мигрируют к trans стороне Гольджи, откуда секреторные пузырьки отправляются к пункту назначения

Copyright © 2006 Pearson Education, Inc., publishing as Benjamin Cummings

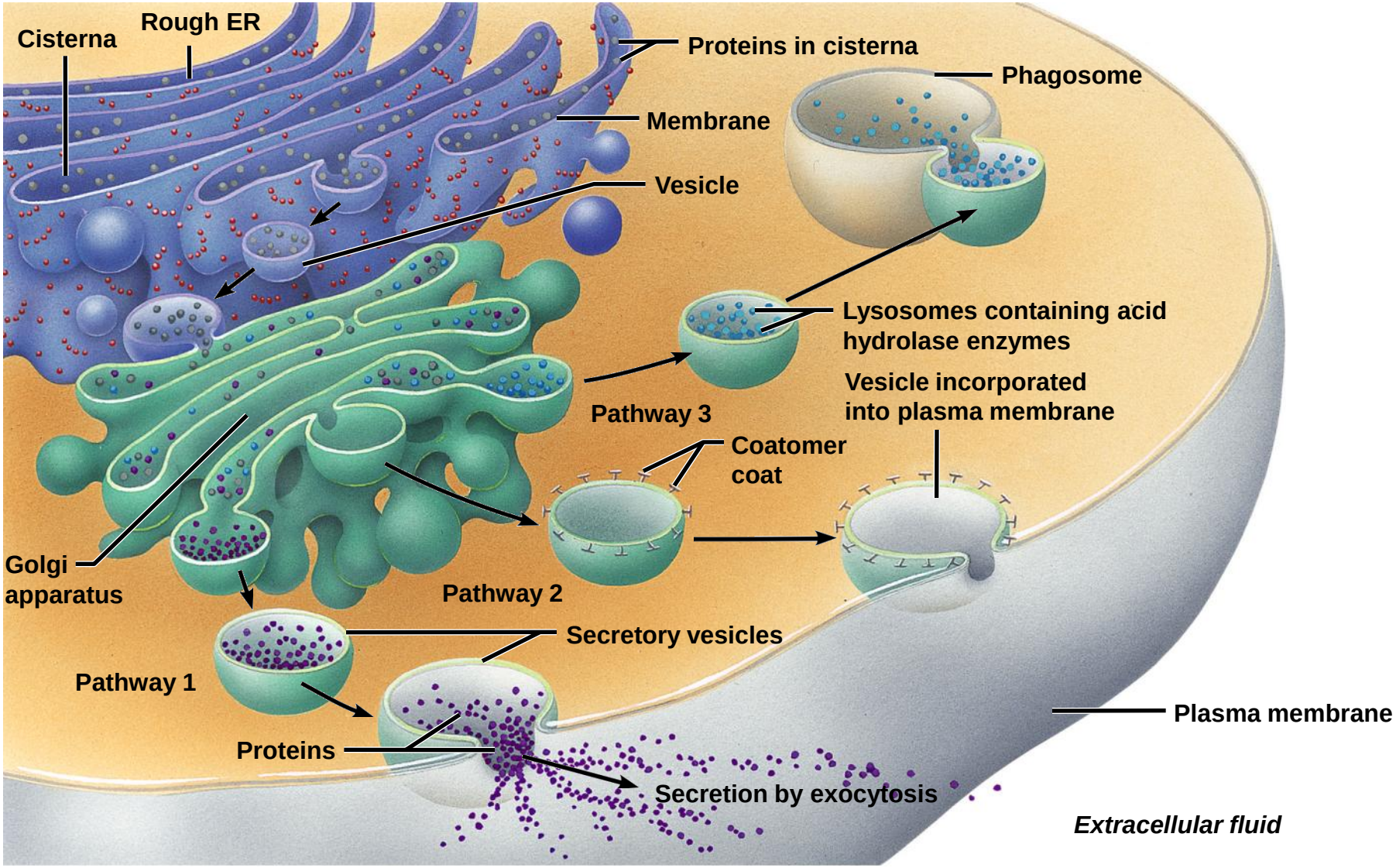
Аппарат Гольджи



Copyright © 2006 Pearson Education, Inc., publishing as Benjamin Cummings

Figure 3.20a

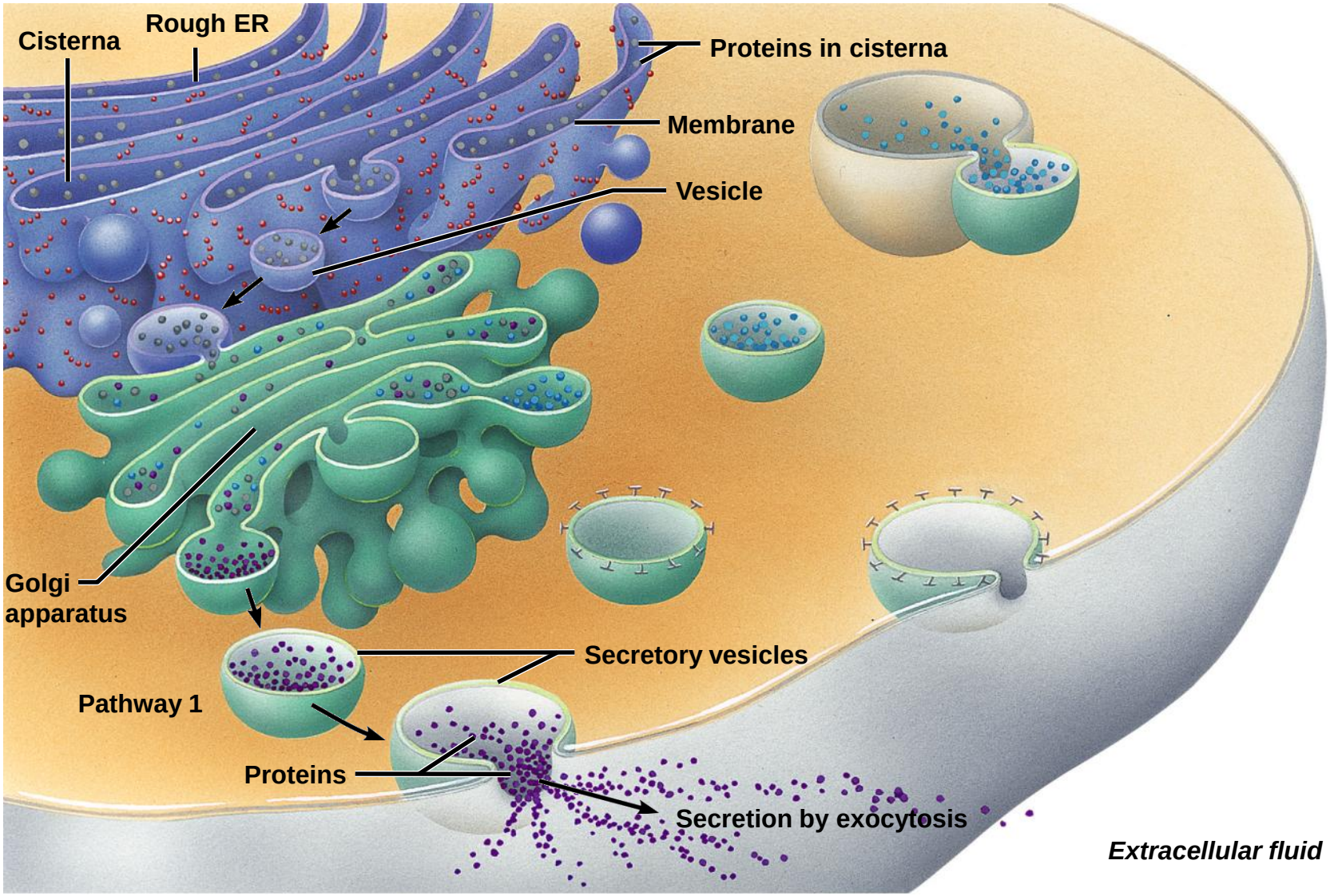
Функции аппарата Гольджи



Copyright © 2006 Pearson Education, Inc., publishing as Benjamin Cummings

Figure 3.21

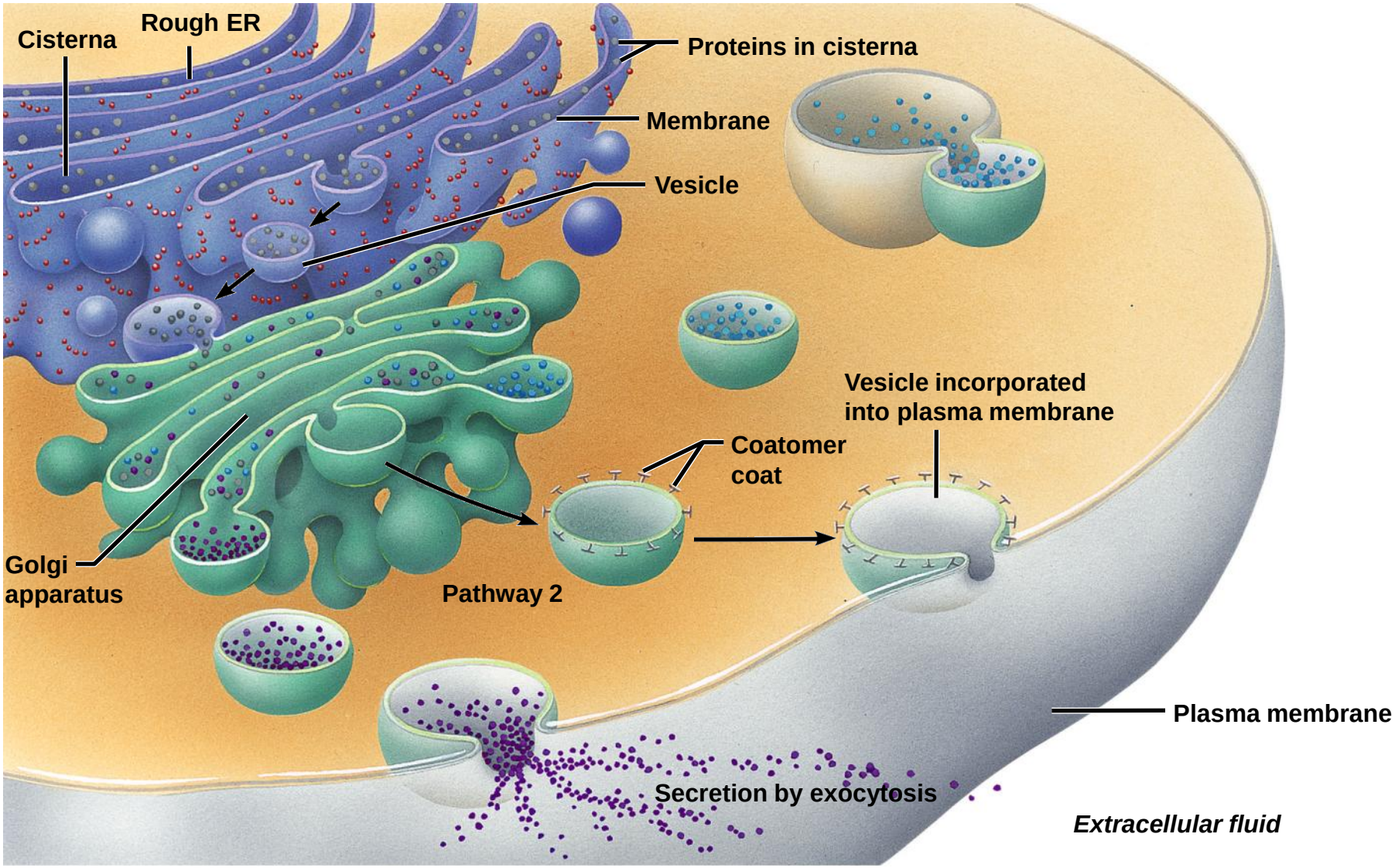
Функции аппарата Гольджи



Copyright © 2006 Pearson Education, Inc., publishing as Benjamin Cummings

Figure 3.21

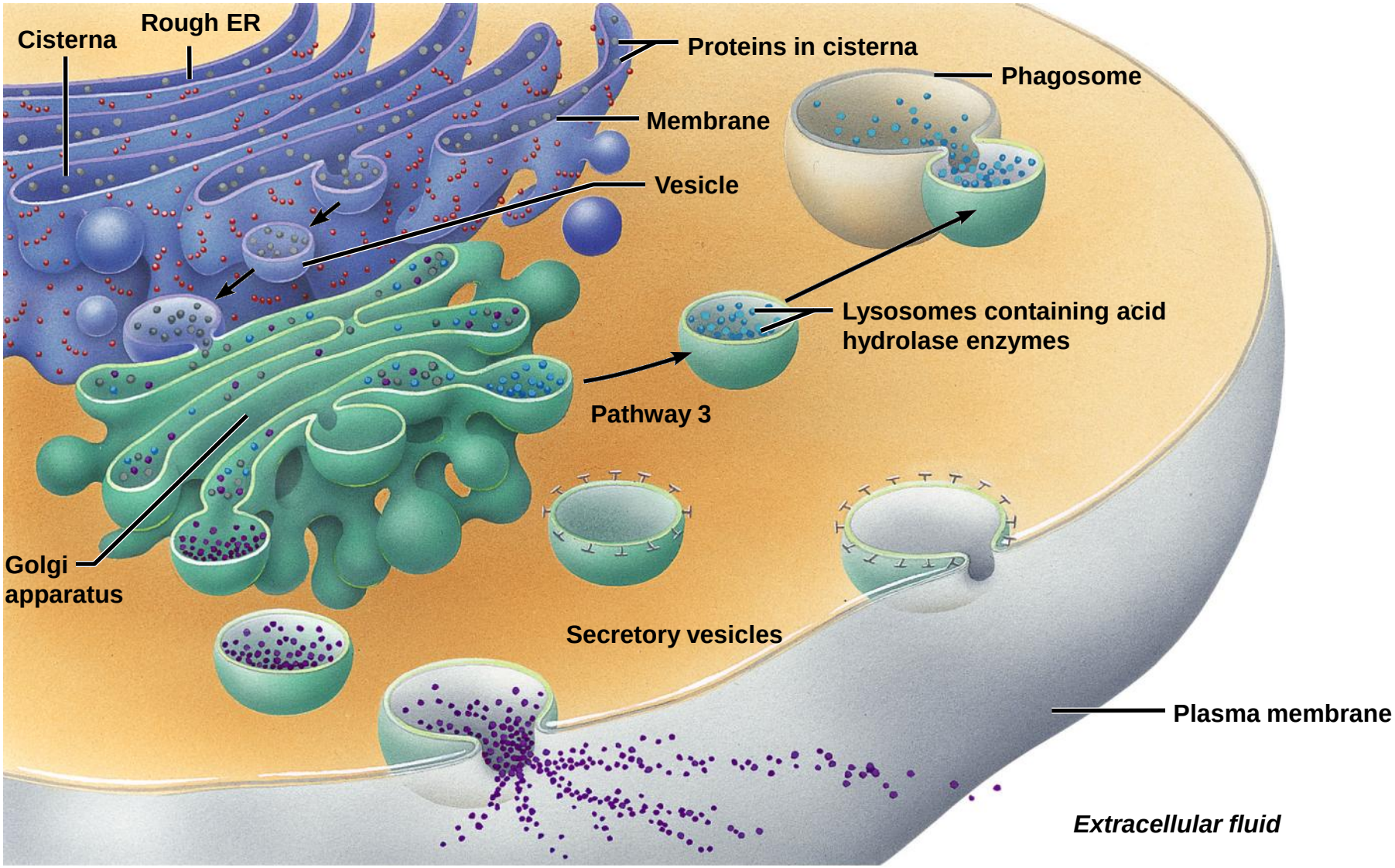
Функции аппарата Гольджи



Copyright © 2006 Pearson Education, Inc., publishing as Benjamin Cummings

Figure 3.21

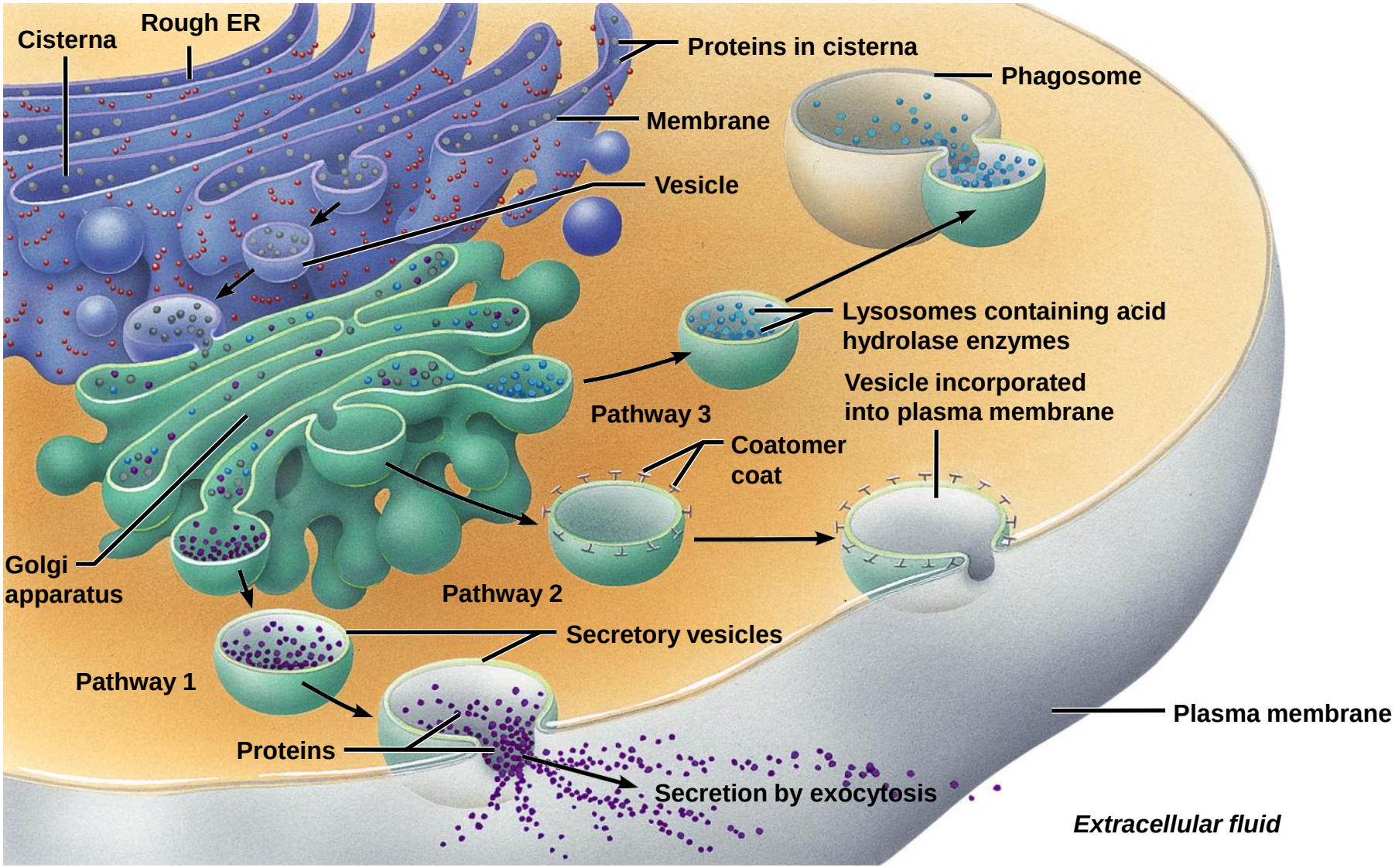
Функции аппарата Гольджи



Copyright © 2006 Pearson Education, Inc., publishing as Benjamin Cummings

Figure 3.21

Функции аппарата Гольджи



Copyright © 2006 Pearson Education, Inc., publishing as Benjamin Cummings

Figure 3.21

Лизосомы

- Мембранные органеллы, содержащие пищеварительные ферменты
- Переваривают бактерии, вирусы, токсины, отжившие органеллы, разрушают гликоген

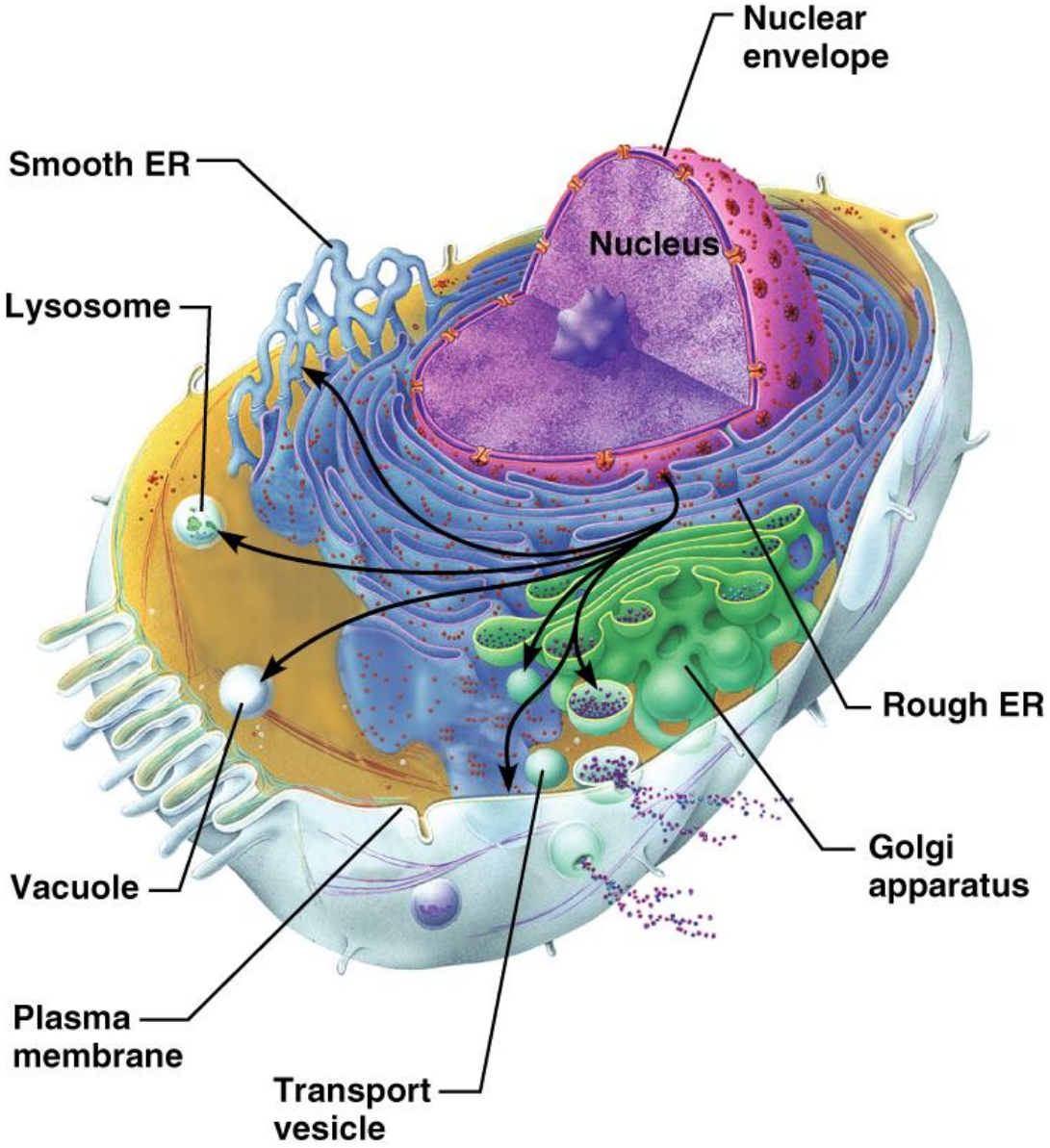
Copyright © 2006 Pearson Education, Inc., publishing as Benjamin Cummings

Лизосомы

- Разрушают отмершие ткани
- Разрушают костную ткань с высвобождением ионов кальция
- Иммунные клетки содержат секретируемые липосомы

Copyright © 2006 Pearson Education, Inc., publishing as Benjamin Cummings

Эндомембранная система



Copyright © 2006 Pearson Education, Inc., publishing as Benjamin Cummings

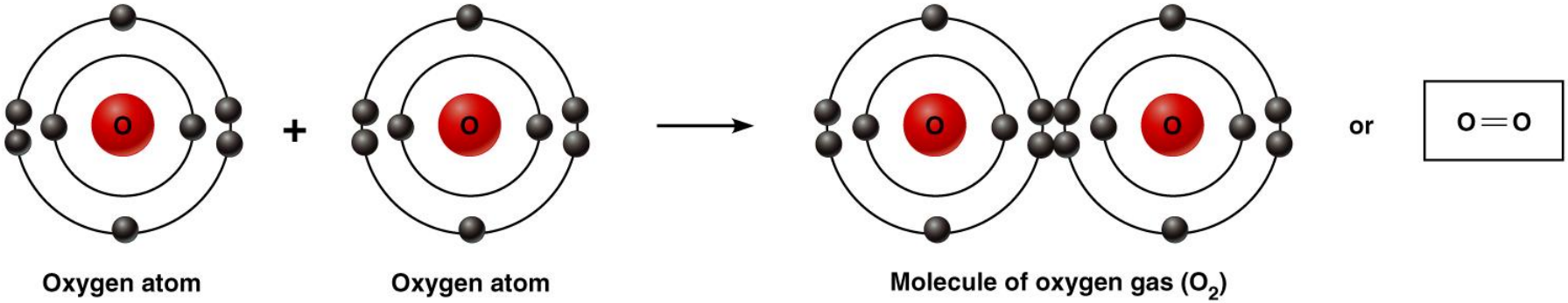
Figure 3.23

Пероксисомы

- Мембранные органеллы, содержащие оксидазы и каталазы
- Учавствуют в синтезе жирных кислот
- Обезвреживают токсичные вещества
- Нейтрализуют свободные радикалы
  - Свободные радикалы – высокореактивные вещества с неспаренными электронами (например, O_2^-)

Copyright © 2006 Pearson Education, Inc., publishing as Benjamin Cummings

Двойные ковалентные связи



(b) Formation of a double covalent bond

Copyright © 2006 Pearson Education, Inc., publishing as Benjamin Cummings

Figure 2.7b

Цитоскелет

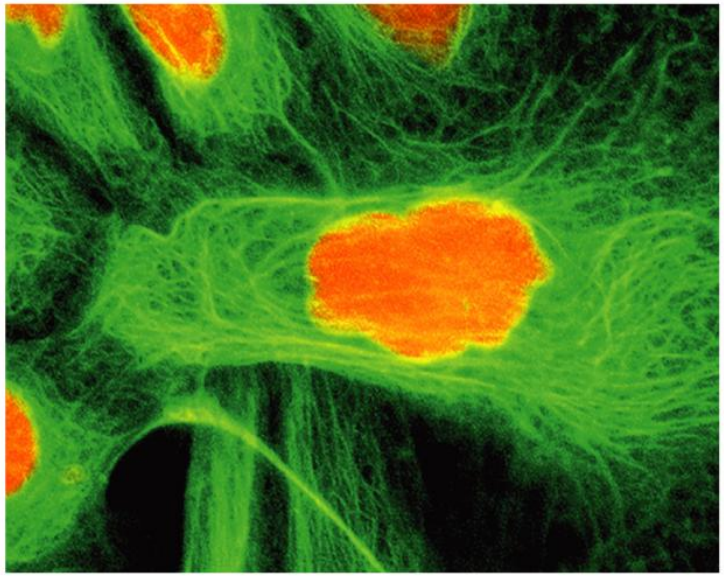
Микротрубочки, микрофиламенты и промежуточные филаменты

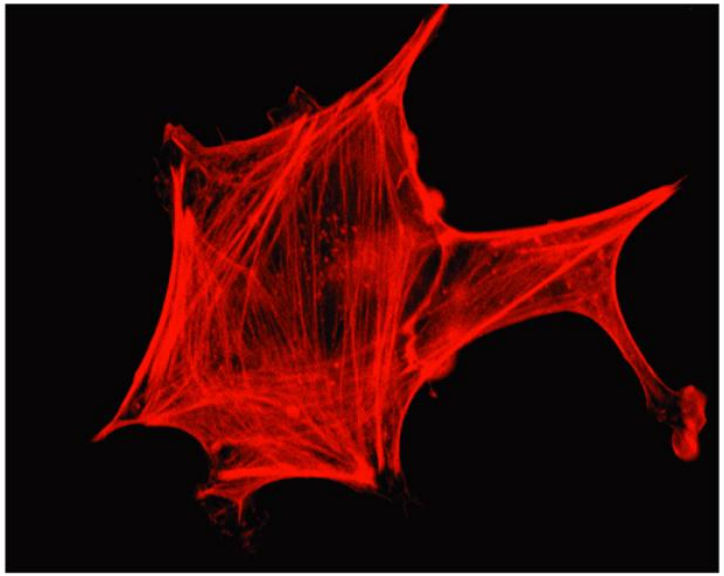
Copyright © 2006 Pearson Education, Inc., publishing as Benjamin Cummings

Цитоскелет

(a) Microfilament

(b) Intermediate filament

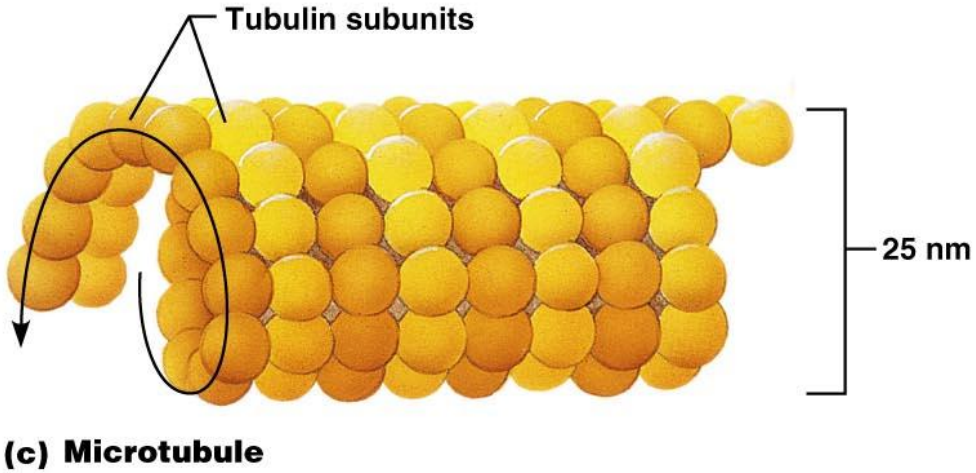


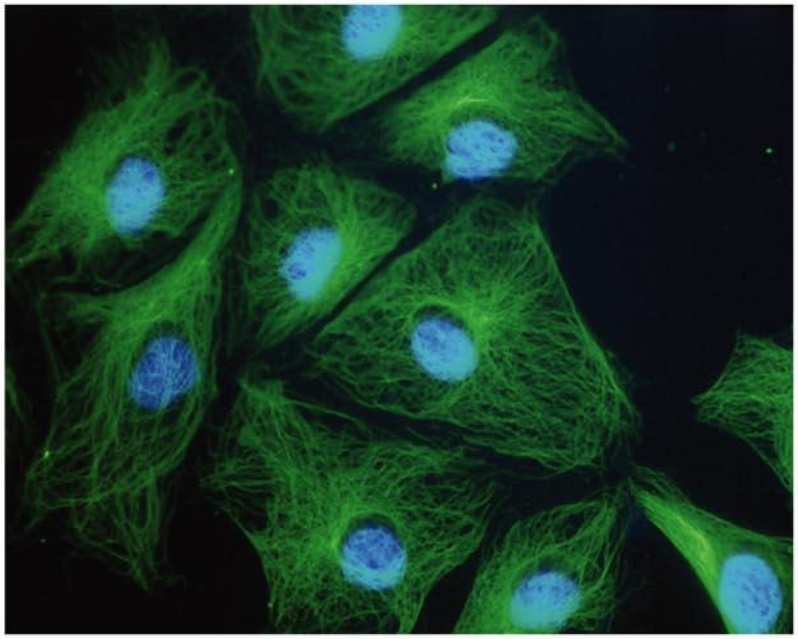


Copyright © 2006 Pearson Education, Inc., publishing as Benjamin Cummings

Figure 3.24a-b

Цитоскелет





Copyright © 2006 Pearson Education, Inc., publishing as Benjamin Cummings

Figure 3.24c

Микротрубочки

- Трубочки состоящие из сферического белка тубулина
- Отвечают за форму клетки и распределение органелл

Copyright © 2006 Pearson Education, Inc., publishing as Benjamin Cummings

Микрофиламенты

- Нити белка актина
- Присоединены к цитоплазматической стороне клеточной мембраны
- Усиливает клеточную поверхность, связываются с CAMs и участвует в эндо и экзо-цитозе
- Актиновые миофибриллы

Copyright © 2006 Pearson Education, Inc., publishing as Benjamin Cummings

Промежуточные филаменты

- Прочные, нерастворимые белки
- Усиливают прочность клетки против натяжения и образуют десмосомы

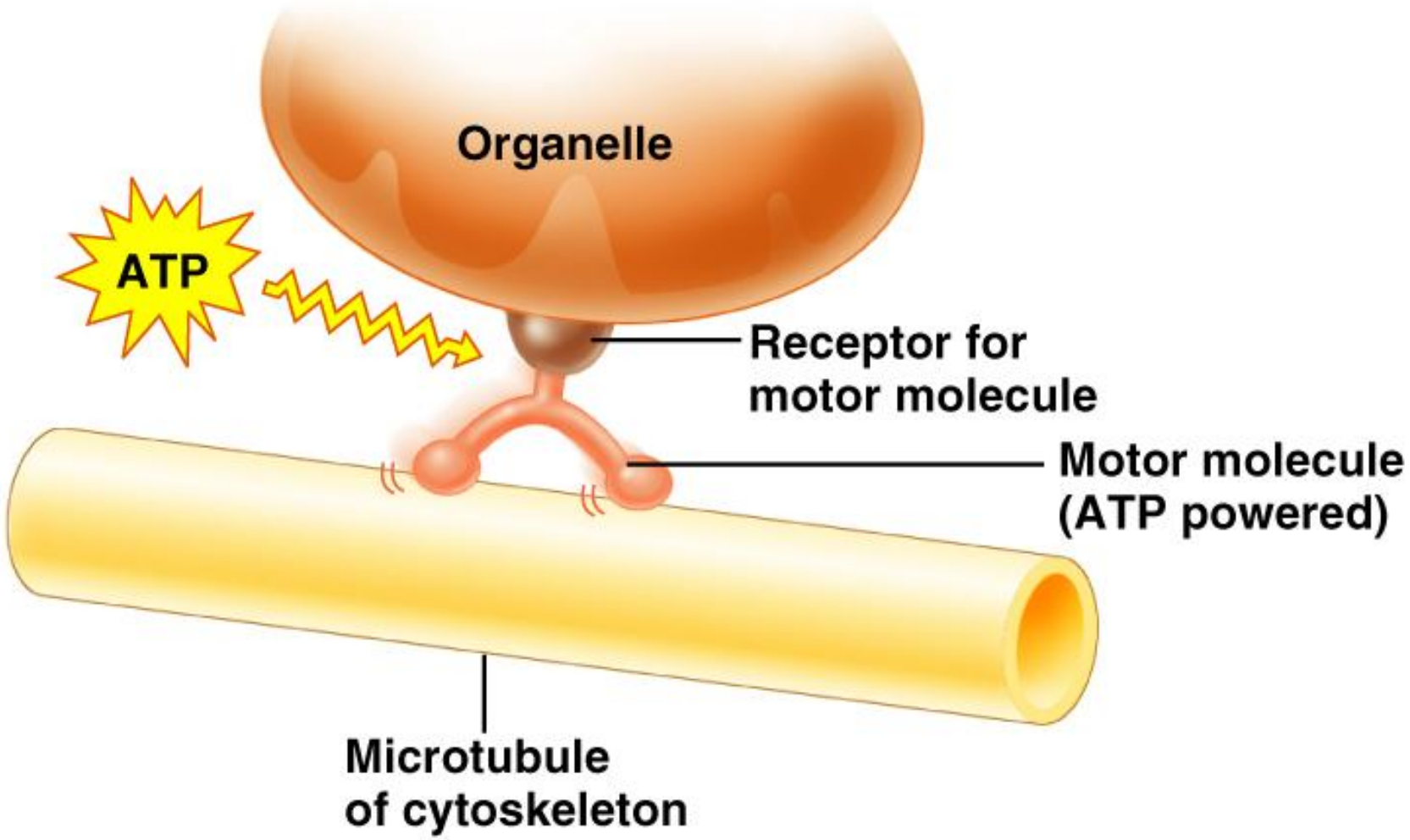
Copyright © 2006 Pearson Education, Inc., publishing as Benjamin Cummings

Двигательные молекулы

- Комплексы белков, участвующие в мобильности
- Требуют энергии АТФ
- Присоединяются к органеллам

Copyright © 2006 Pearson Education, Inc., publishing as Benjamin Cummings

Двигательные молекулы

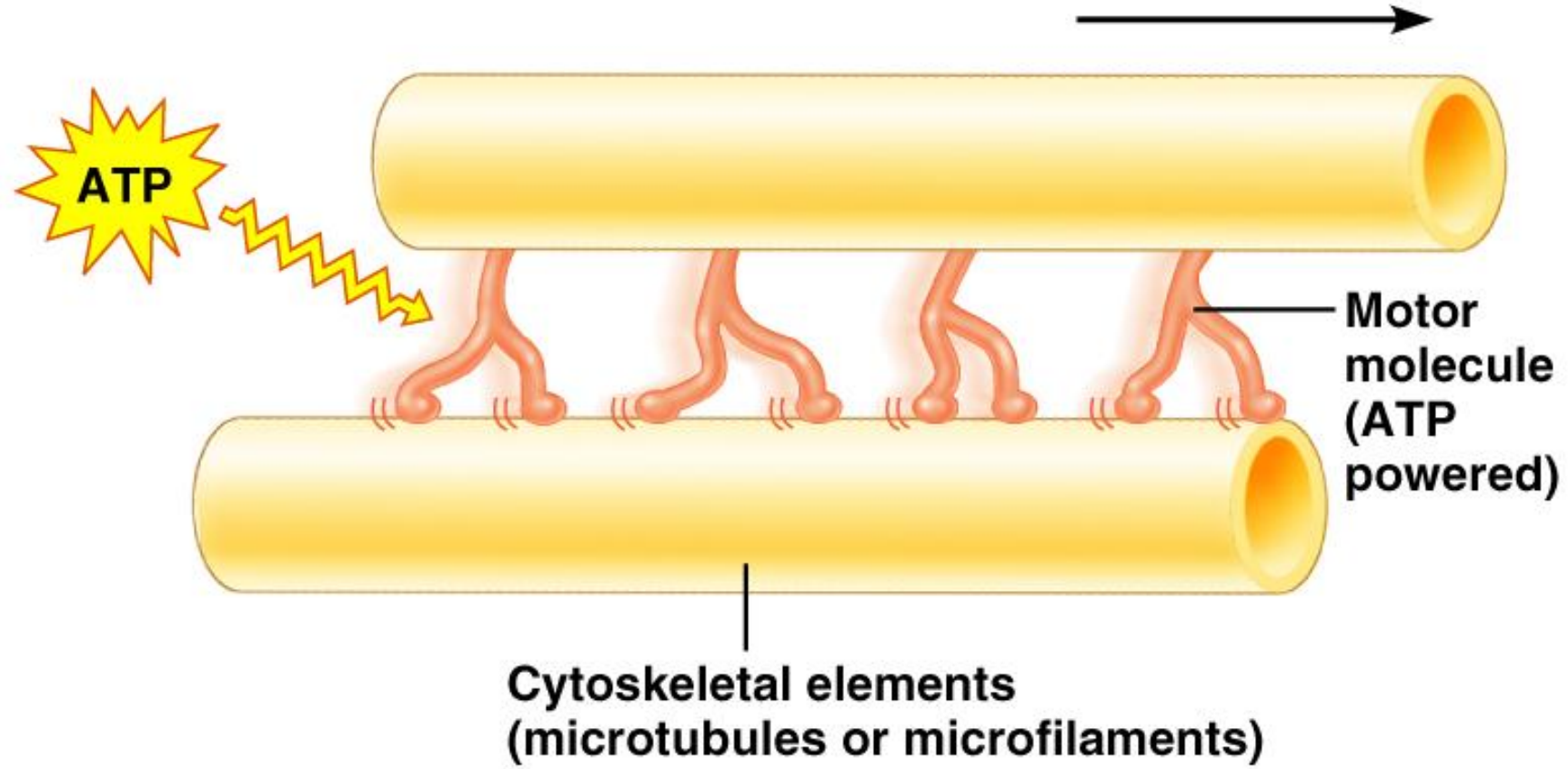


(a)

Copyright © 2006 Pearson Education, Inc., publishing as Benjamin Cummings

Figure 3.25a

Двигательные молекулы



(b)

Copyright © 2006 Pearson Education, Inc., publishing as Benjamin Cummings

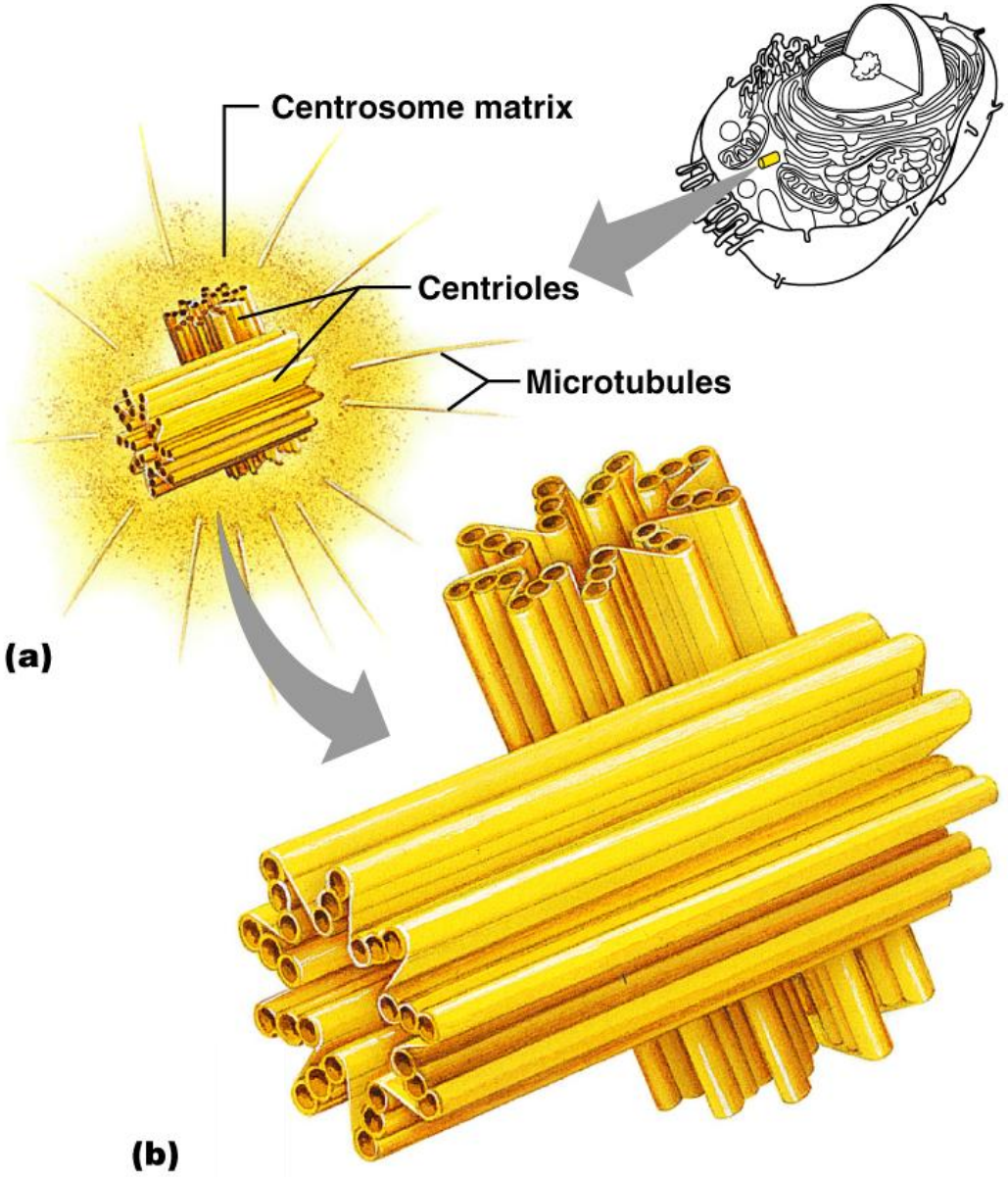
Figure 3.25b

Центриоли

- Маленькие органеллы в форме бочонка, расположенные в центросоме около ядра
- Набор 9 триплетов микротрубочек
- Организуют митотическое веретено во время митоза (деления клетки)
- Образуют жгутики и реснички соответствующих клеток

Copyright © 2006 Pearson Education, Inc., publishing as Benjamin Cummings

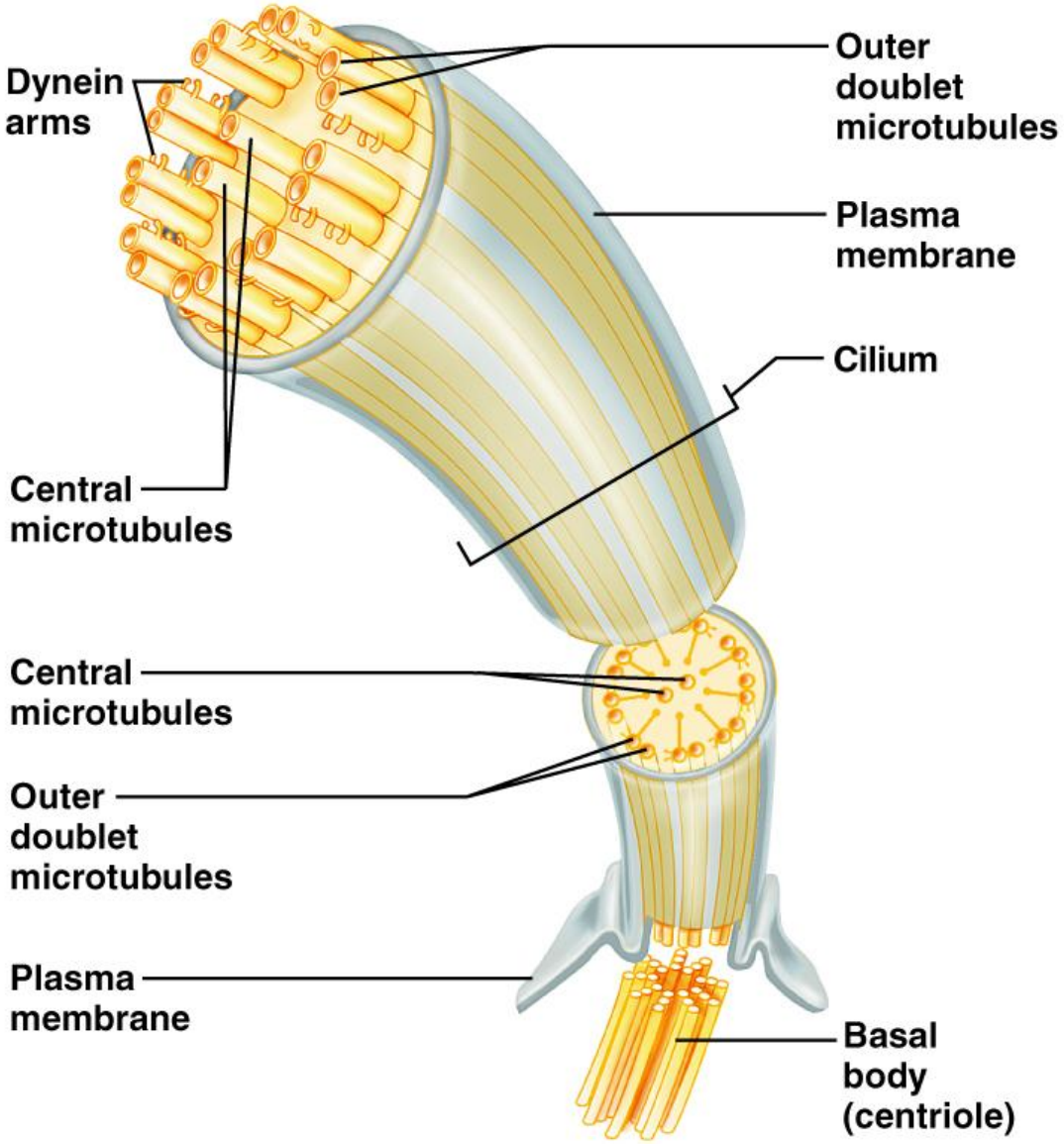
Центриоли



Copyright © 2006 Pearson Education, Inc., publishing as Benjamin Cummings

Figure 3.26a, b

Реснички

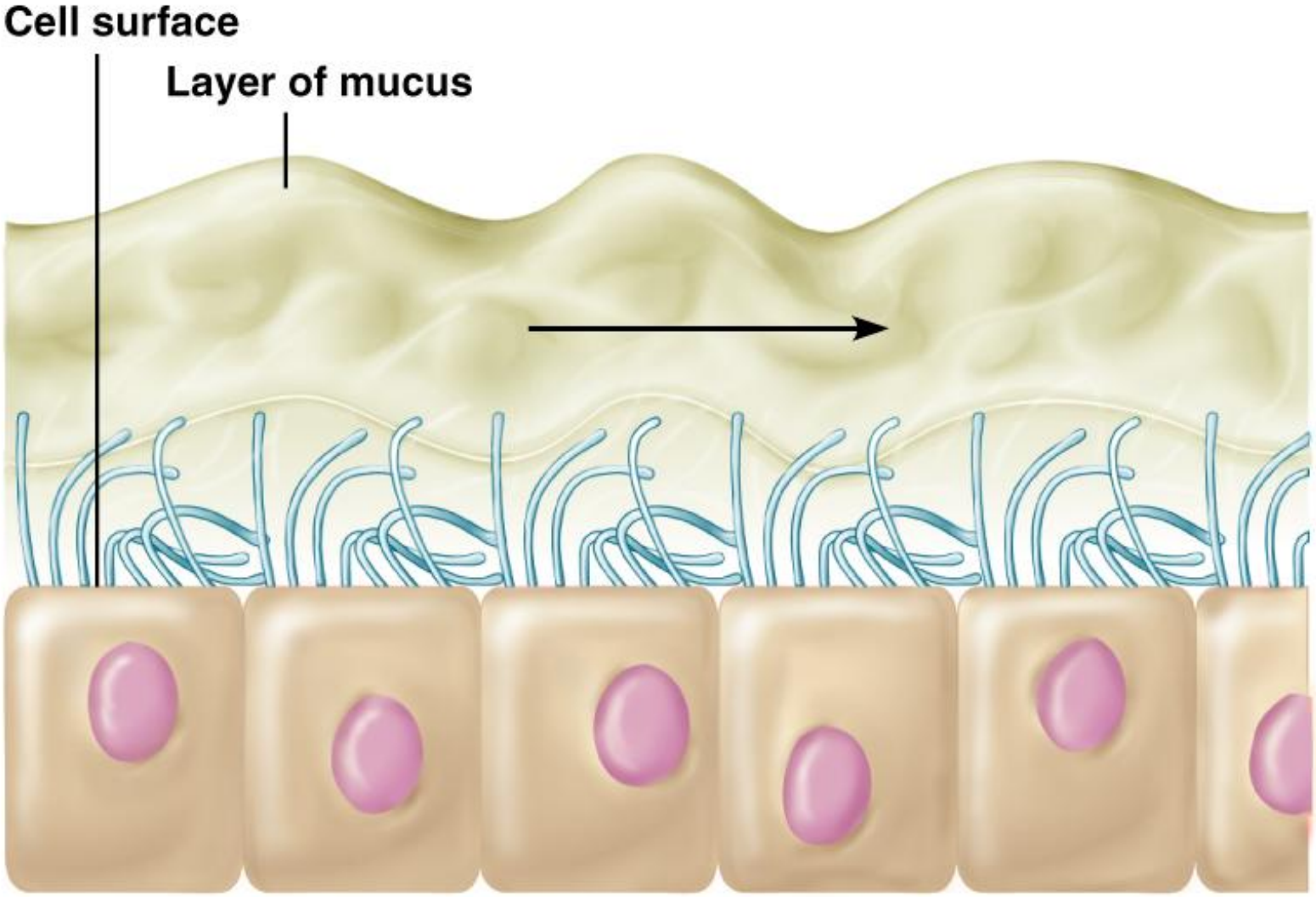


(a) Cilium

Copyright © 2006 Pearson Education, Inc., publishing as Benjamin Cummings

Figure 3.27a

Реснички



(c) Movement of mucus across cell surfaces

Copyright © 2006 Pearson Education, Inc., publishing as Benjamin Cummings

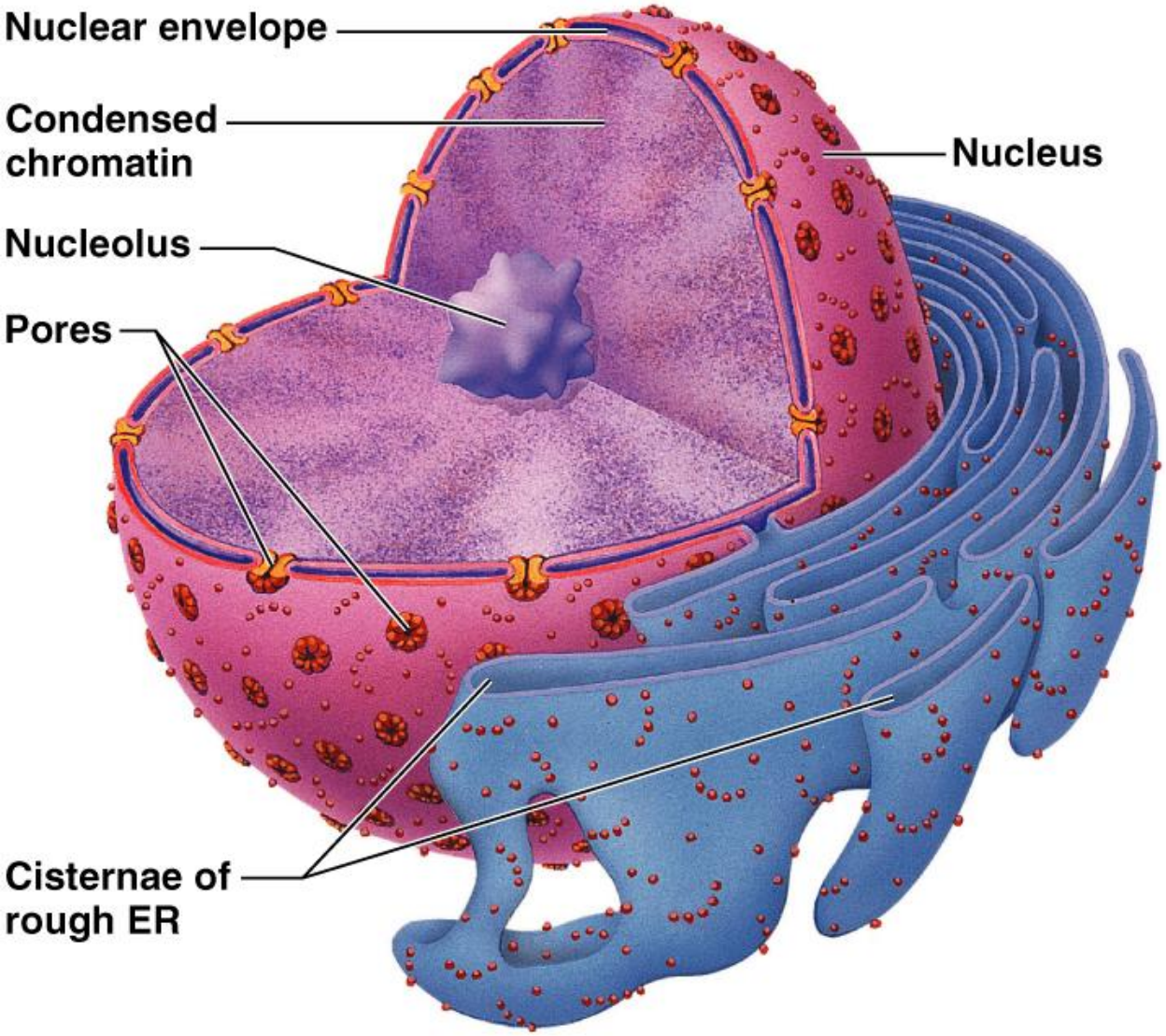
Figure 3.27c

Ядро

- Содержит ядерную оболочку, ядрышки, хроматин и районы содержания особых белков
- Хроматин содержит ДНК, содержащую гены – матрицы синтеза *почти* всех клеточных белков
- Диктует какие и сколько белков будут синтезироваться

Copyright © 2006 Pearson Education, Inc., publishing as Benjamin Cummings

Ядро



(a)

Copyright © 2006 Pearson Education, Inc., publishing as Benjamin Cummings

Figure 3.28a

Ядерная мембрана

- Селективно проницаемая двойная мембрана, содержащая поры – для транспорта *макромолекул*
- Внутри – гелеподобная нуклеоплазма

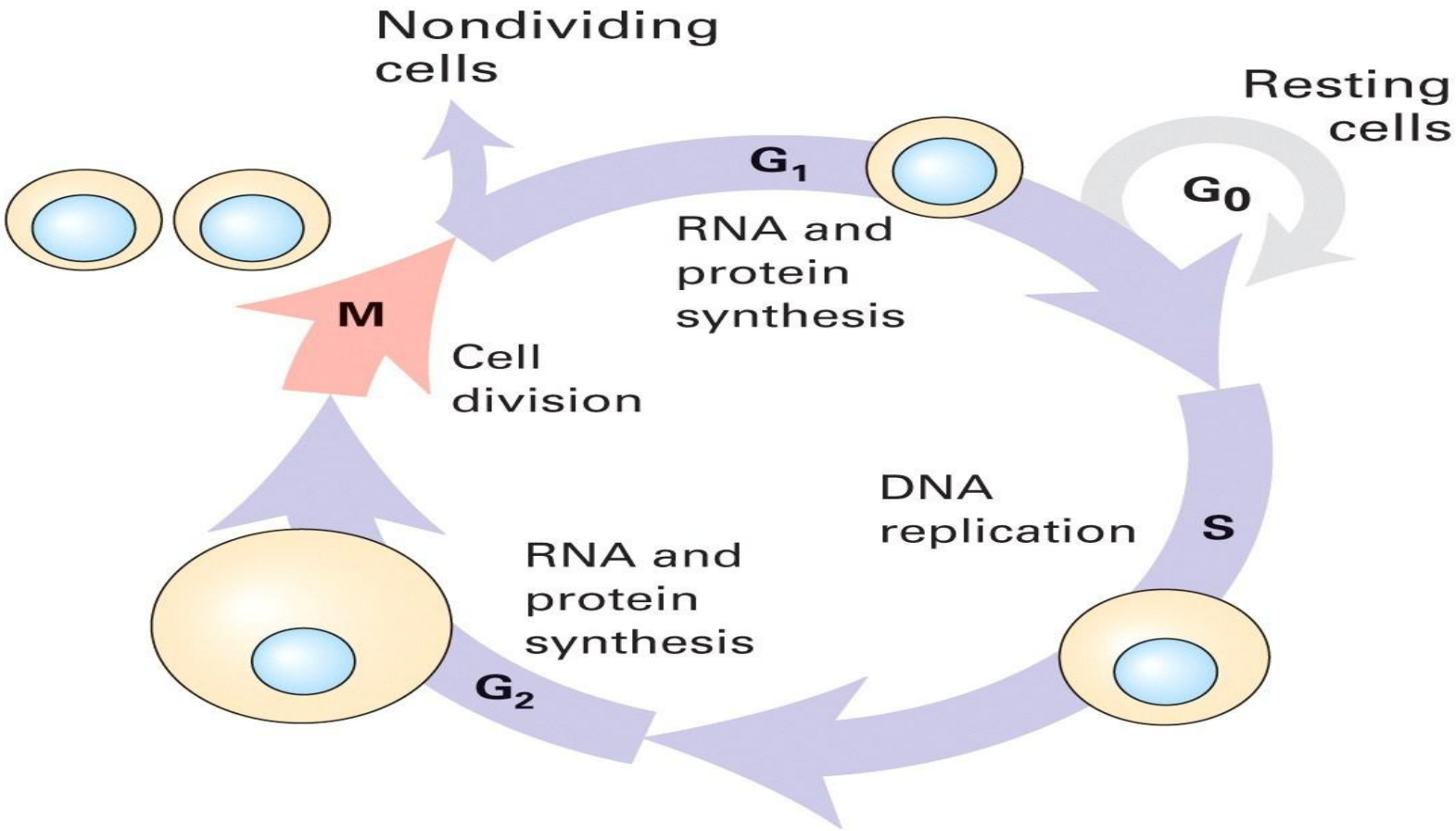
Copyright © 2006 Pearson Education, Inc., publishing as Benjamin Cummings

Ядрышки

- Маленькие темно-окрашенные тельца
- Место образования рибосом

Copyright © 2006 Pearson Education, Inc., publishing as Benjamin Cummings

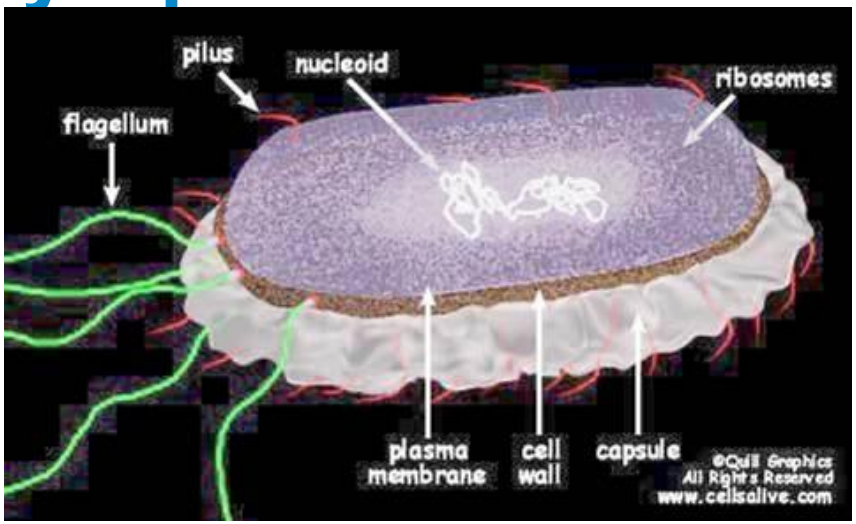
Клеточный цикл

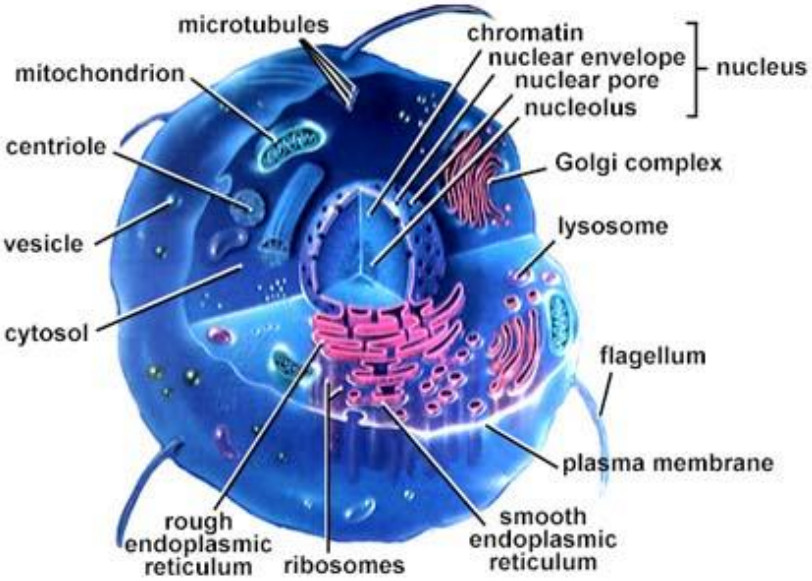


Клетка рождается, питается, делится и умирает

Copyright © 2006 Pearson Education, Inc., publishing as Benjamin Cummings

2 типа клеток – прокариоты и эукариоты

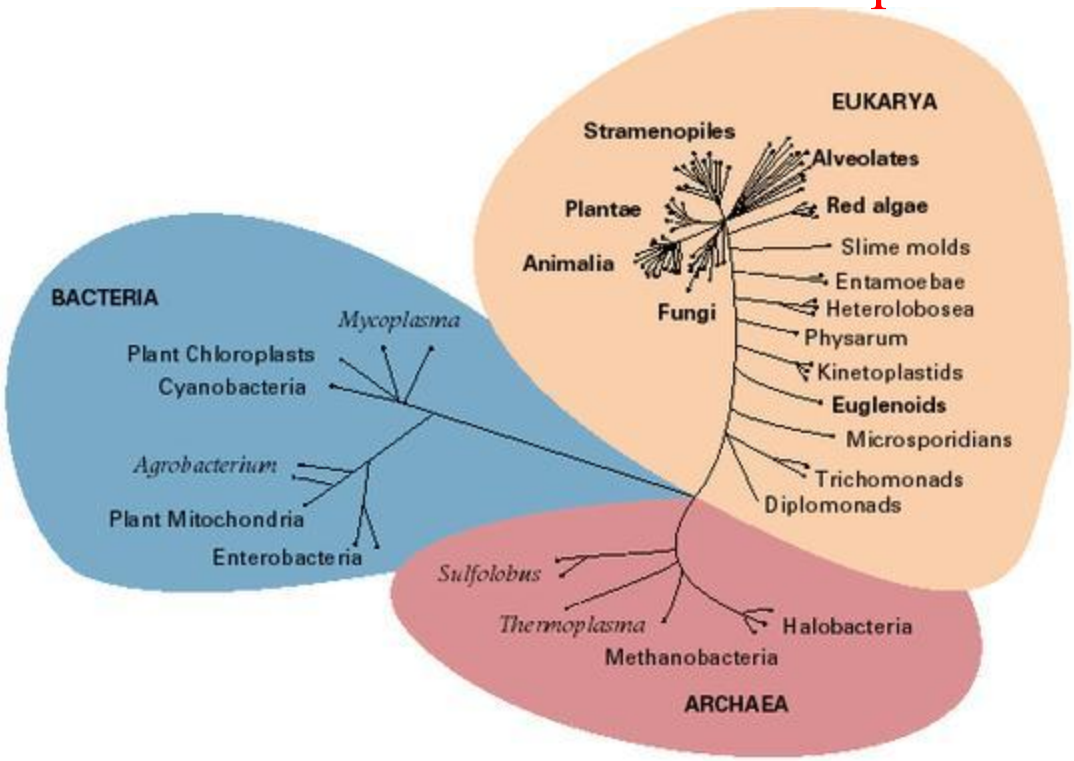




Copyright © 2006 Pearson Education, Inc., publishing as Benjamin Cummings

Прокариоты и эукариоты

Приложение биоинформатики



- 3 основных древа жизни
- Прокариоты – Archea и Bacteria
- Эукариоты входят в царство Eukarya и включают в себя Животные, Растения, Грибы, Простейшие и некоторые Водоросли

Copyright © 2006 Pearson Education, Inc., publishing as Benjamin Cummings

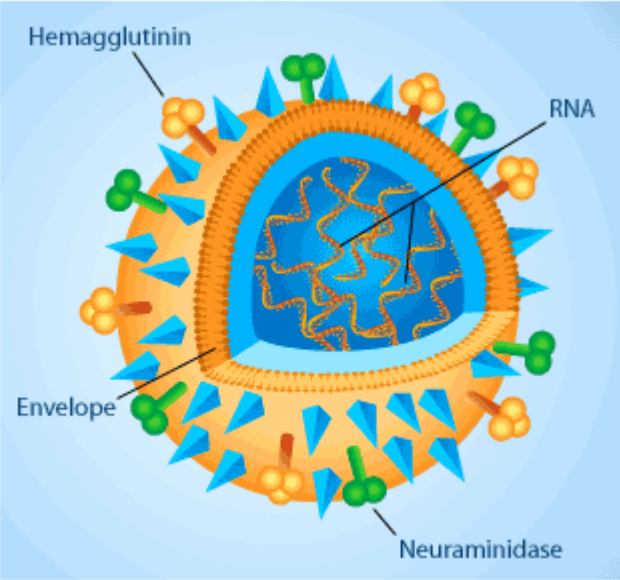
Прокариоты и эукариоты

Прокариоты	**Эукариоты**
Одна клетка	Одна или много клеток
Нет ядра	Ядро
Нет органелл	Органеллы
Одна кольцевая молекула ДНК	Хромосомы (линейные молекулы ДНК, связанные с белками – в основном с гистонами)
мРНК не модифицируется	Сплайсинг, процессинг мРНК

Copyright © 2006 Pearson Education, Inc., publishing as Benjamin Cummings

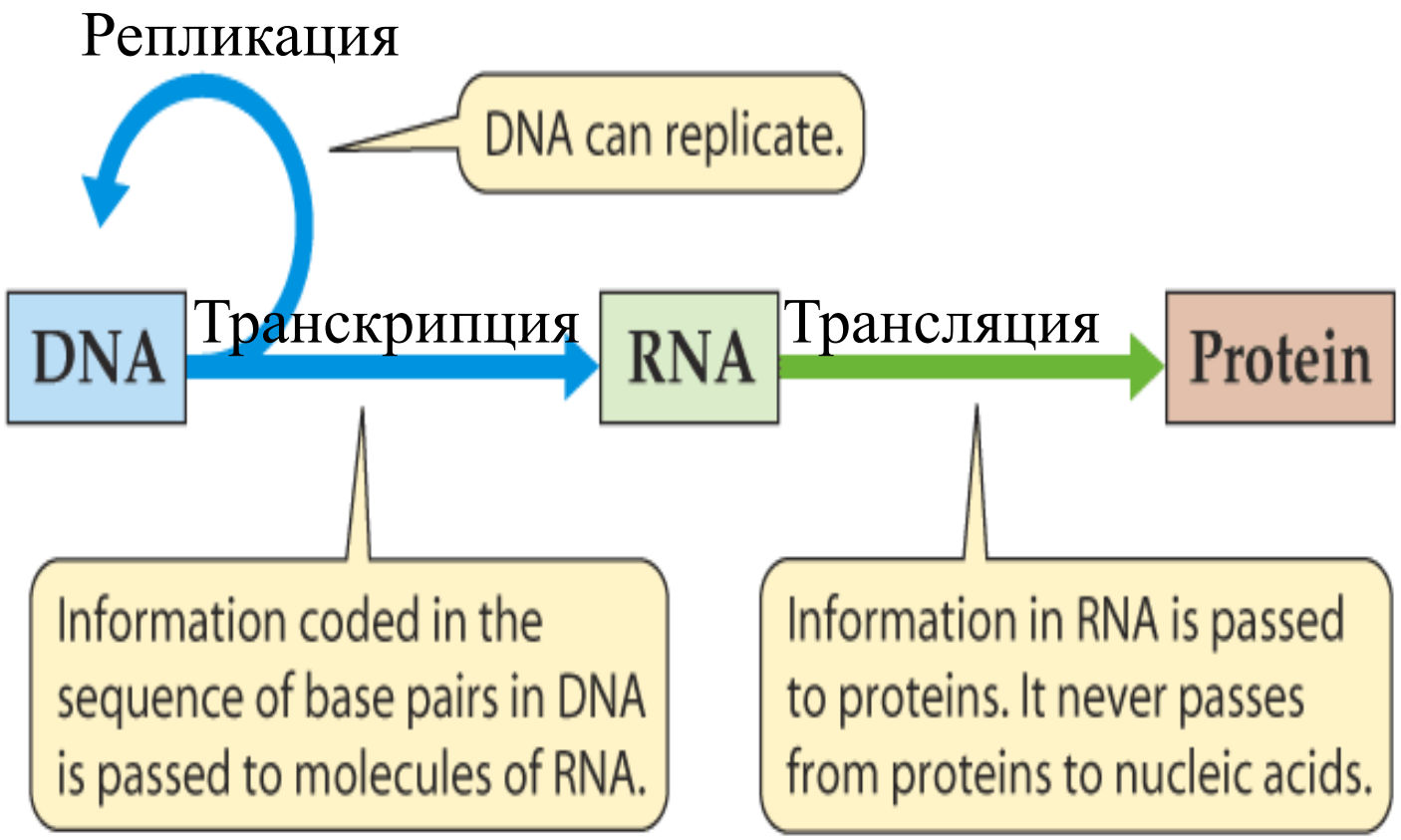
Вирусы

Маленькие инфекционные агенты, которые могут реплицироваться только внутри живых клеток



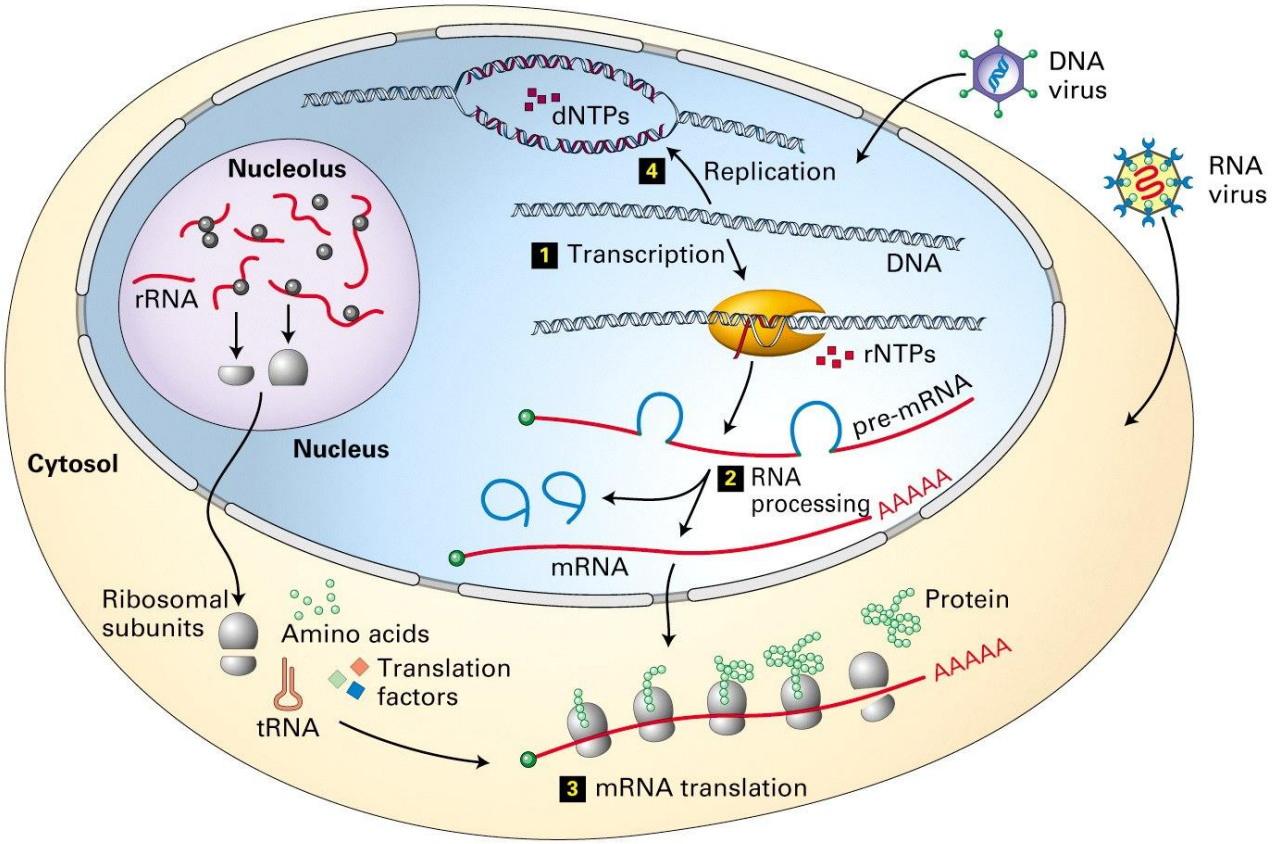
Copyright © 2006 Pearson Education, Inc., publishing as Benjamin Cummings

Перенос генетической информации



Copyright © 2006 Pearson Education, Inc., publishing as Benjamin Cummings

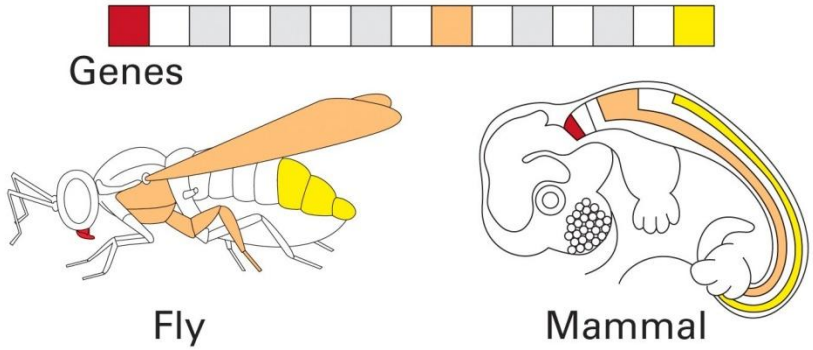
ДНК → РНК → Белок



1) Транскрипция – синтез РНК (мРНК)
2) Трансляция – синтез белка

Copyright © 2006 Pearson Education, Inc., publishing as Benjamin Cummings

Введение в генетику



- Гены передаются по наследству и экспрессируются
  - **Генотип – набор генов**
  - **Фенотип – экспрессия генотипа**

- Фенотипы 2х типов цвета глаз

Copyright © 2006 Pearson Education, Inc., publishing as Benjamin Cummings