

Chapter 9

Клеточное дыхание

PowerPoint® Lecture Presentations for

Biology

Eighth Edition

Neil Campbell and Jane Reece

Lectures by Chris Romero, updated by Erin Barley with contributions from Joan Sharp

Overview: Life Is Work

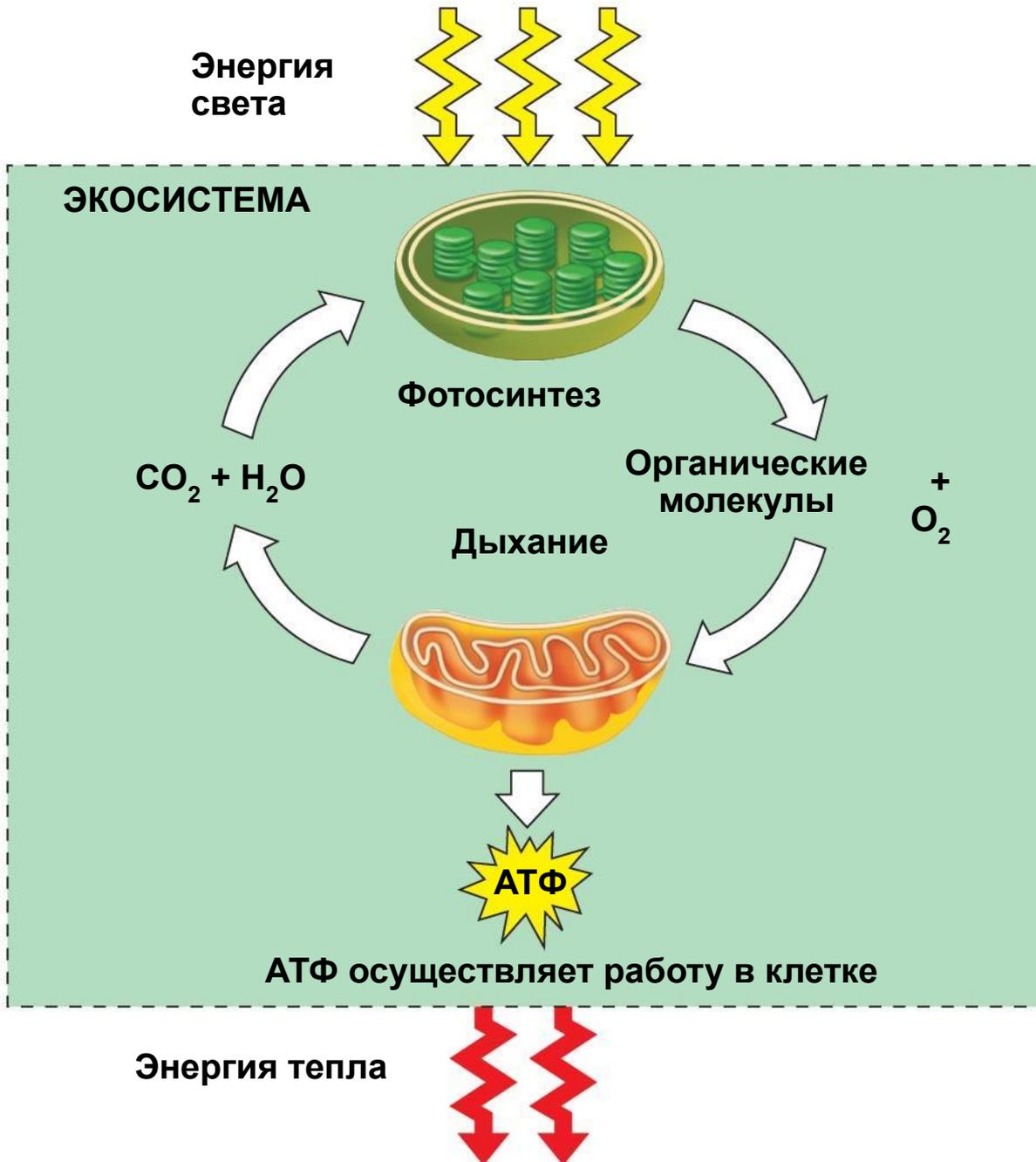
- Живые организмы нуждаются в потоке энергии из окружающей среды

Fig. 9-1



-
- Энергия заходит в экосистему, в виде солнечного света и выходит из него в виде тепла
 - Фотосинтез образует O_2 и органические молекулы, которые используются в клеточном дыхании
 - Клетки используют химическую энергию, запасенную в органических молекулах, чтобы восстановить АТФ, которые работают как переносчики энергии

Fig. 9-2



Катаболические пути и образование АТФ

- Разрушение органических молекул является экзэргонической реакцией
- Брожение является частичной деградации сахара, которые происходит без O₂
- Аэробные дыхания потребляет органические молекулы и O₂ и дает АТФ
- Анаэробного дыхания похож на аэробного дыхания, но не использует O₂

-
- Клеточное дыхание включает в себя как аэробных и анаэробных дыхания, но часто используется для обозначения аэробное дыхание
 - Хотя углеводы, жиры и белки, все потребляется в качестве топлива, полезно, проследить клеточное дыхание с глюкозы:
 - $C_6H_{12}O_6 + 6 O_2 \rightarrow 6 CO_2 + 6 H_2O + \text{Энергия (АТФ + тепло)}$

Окисление и восстановление молекул

- Перенос электронов при химических реакциях высвобождает энергию которая хранится в органических молекулах
- Это выделяемая энергия в конечном счете, используется для синтеза АТФ

Принцип окислительно-восстановительных реакции

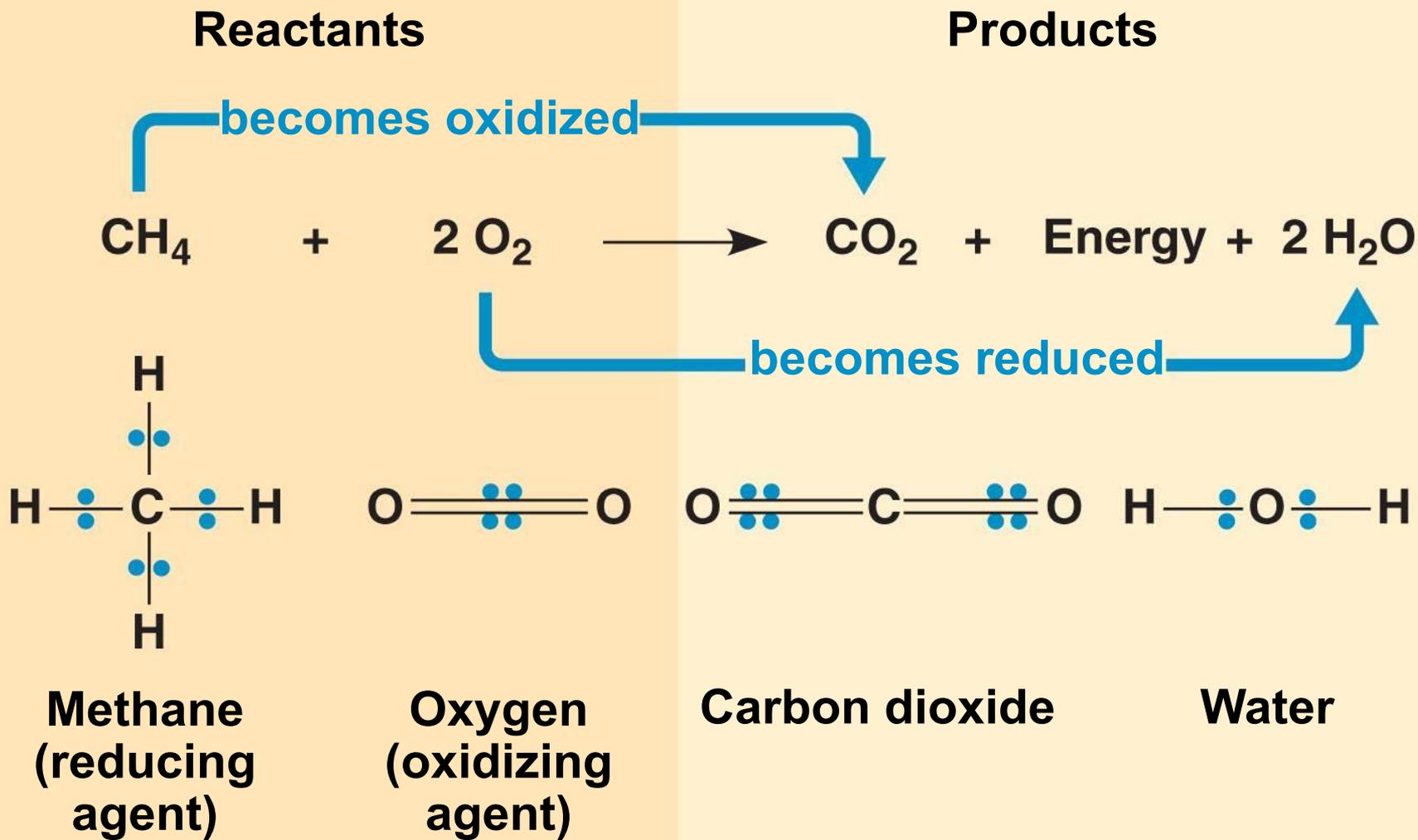
- Химические реакции, которые передают электроны между реагентами называются окислительно-восстановительными реакциями
- В окислении, вещество теряет электроны, или окисляется
- В восстановлении, вещество приобретает электроны, или уменьшается (величина положительного заряда уменьшается)





-
- Донором электронов называется-восстановитель
 - Электронный акцептор называется окислителем
 - Некоторые окислительно-восстановительные реакции, не передавают электроны, но изменяют обмен электронов в ковалентных связях
 - Примером может служить реакция между метаном и O₂

Fig. 9-3



Окисление органических молекул во время дыхания

- Во время клеточного дыхания, топливо (например, глюкозы) окисляется, и O_2 восстанавливается:

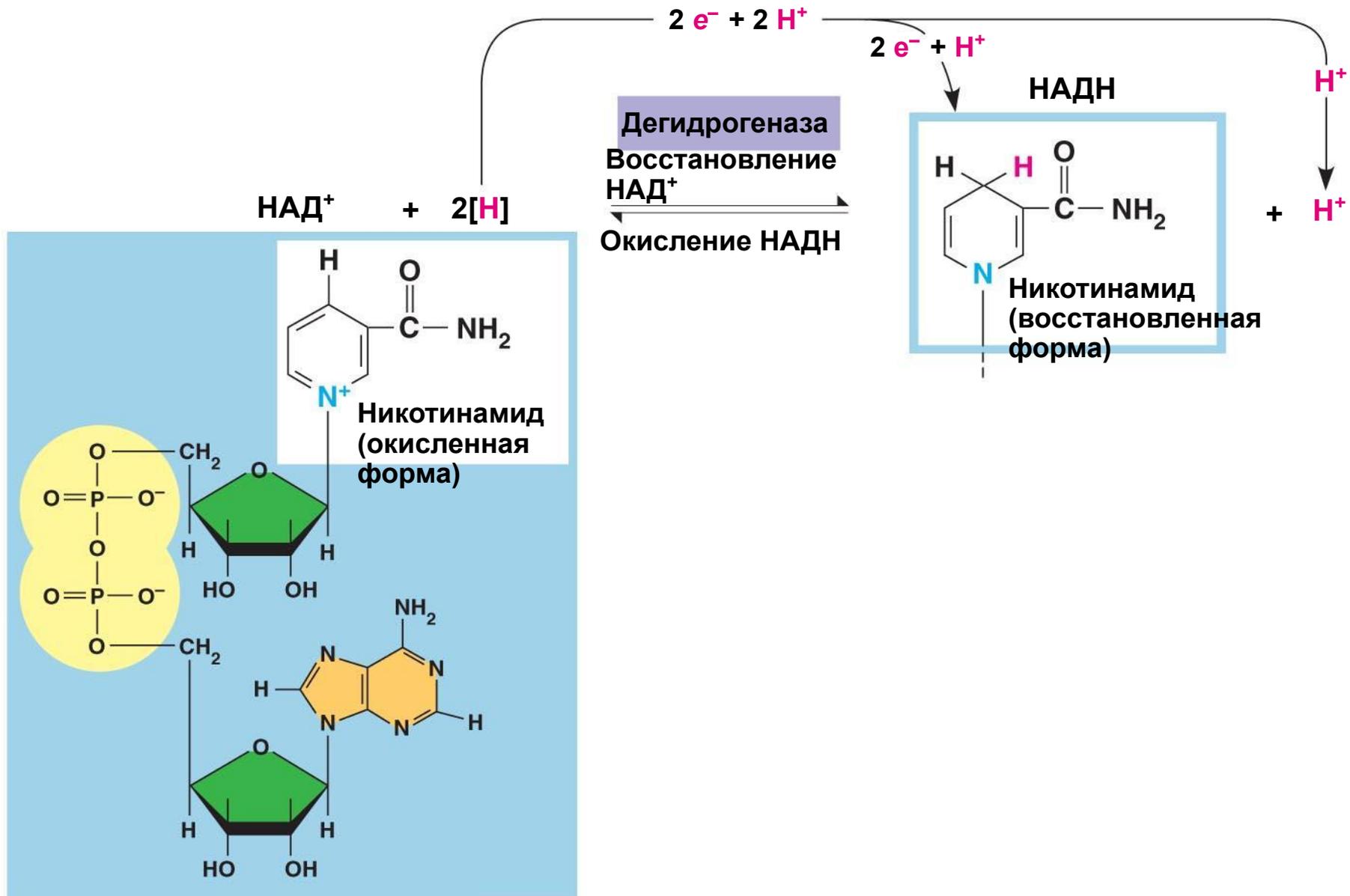




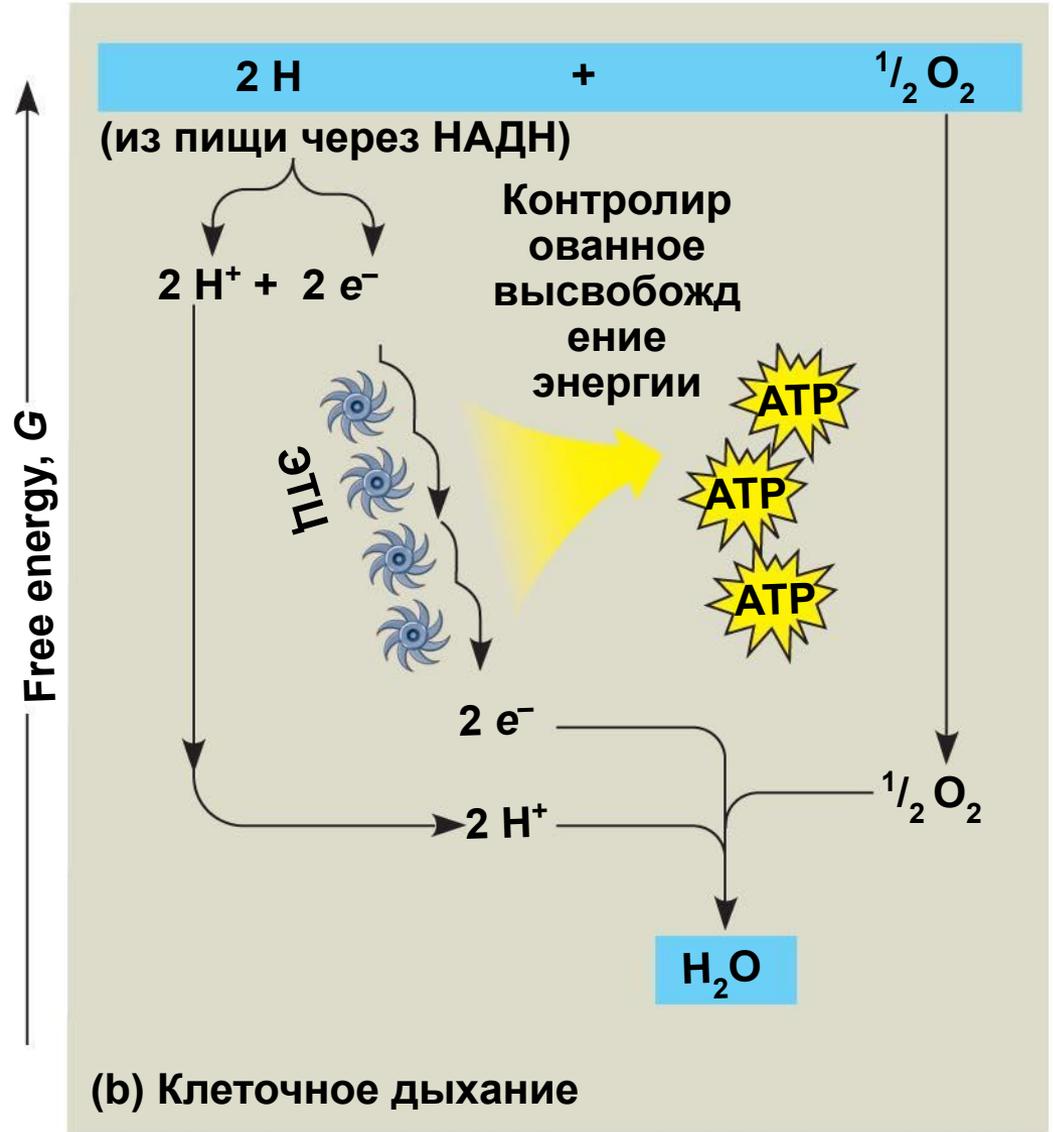
Переносчики электронов

- В клеточном дыхании, глюкоза и другие органические молекулы расщепляются в несколько этапов
- Электроны из органических соединений, как правило, в первую очередь передаются к НАД⁺, кофермента
- В качестве акцептора электронов, НАД⁺ функционирует в качестве окислителя в процессе клеточного дыхания
- Каждый НАДН (восстановленная форма НАД⁺) представляет собой переносчик электронов, который используется для синтеза АТФ

Fig. 9-4



-
- НАДН передает электроны электрон-транспортной цепи
 - В отличие от неконтролируемой реакции, цепь транспорта электронов передает электроны в несколько этапов вместо одной взрывной реакции
 - O₂ тянет электроны по цепи в энергетически уступающему механизму
 - Образованная энергия используется для регенерации АТФ
-



Этапы клеточного дыхания

- Клеточное дыхание состоит из трех этапов:
 - **Гликолиз** (расщипление глюкозы на две молекулы пирувата)
 - **Цикл Кребса** (полное расщипление глюкозы)
 - **Окислительное фосфорилирование** (место где образуется основная масса АТФ)

Fig. 9-6-1

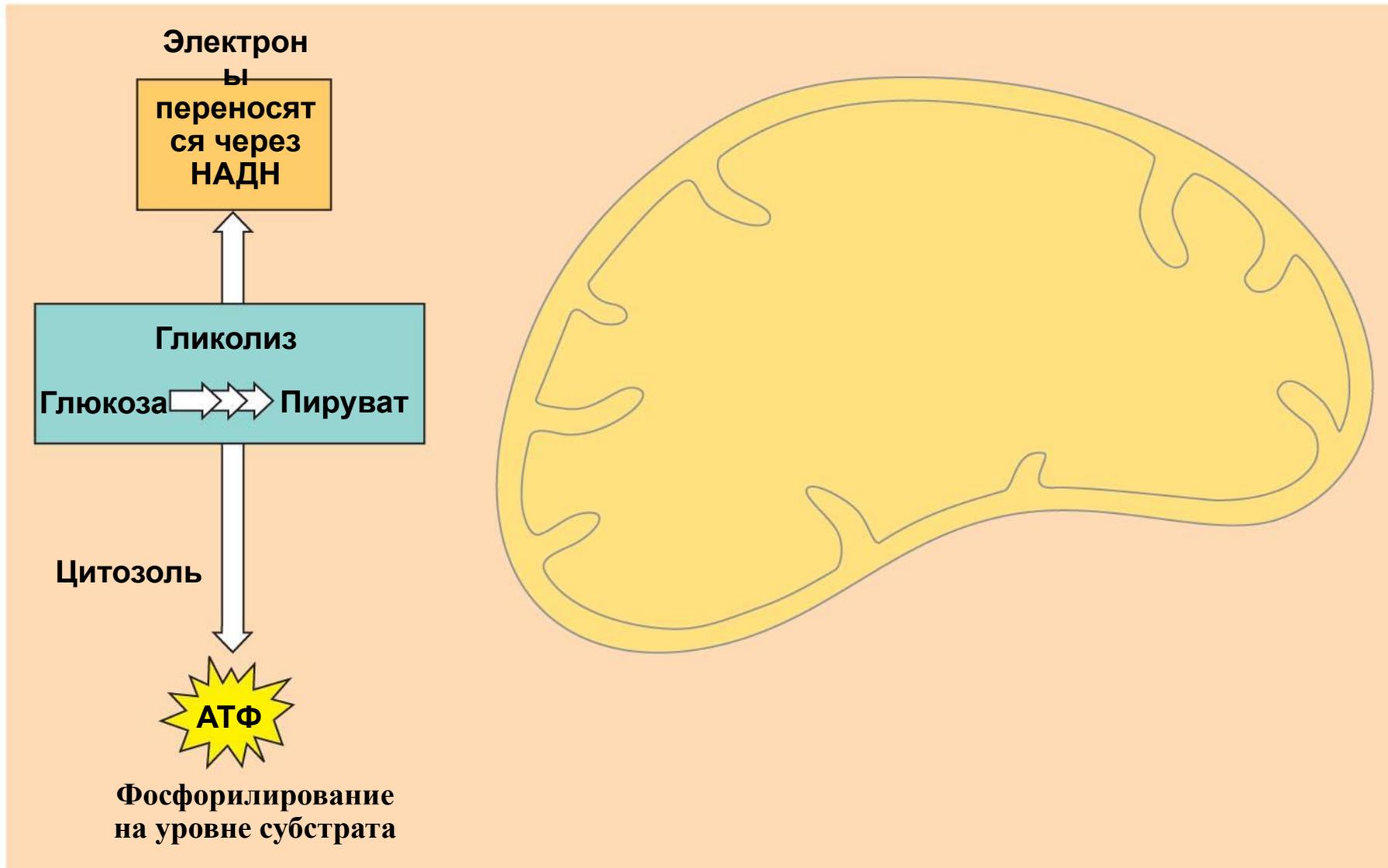


Fig. 9-6-2

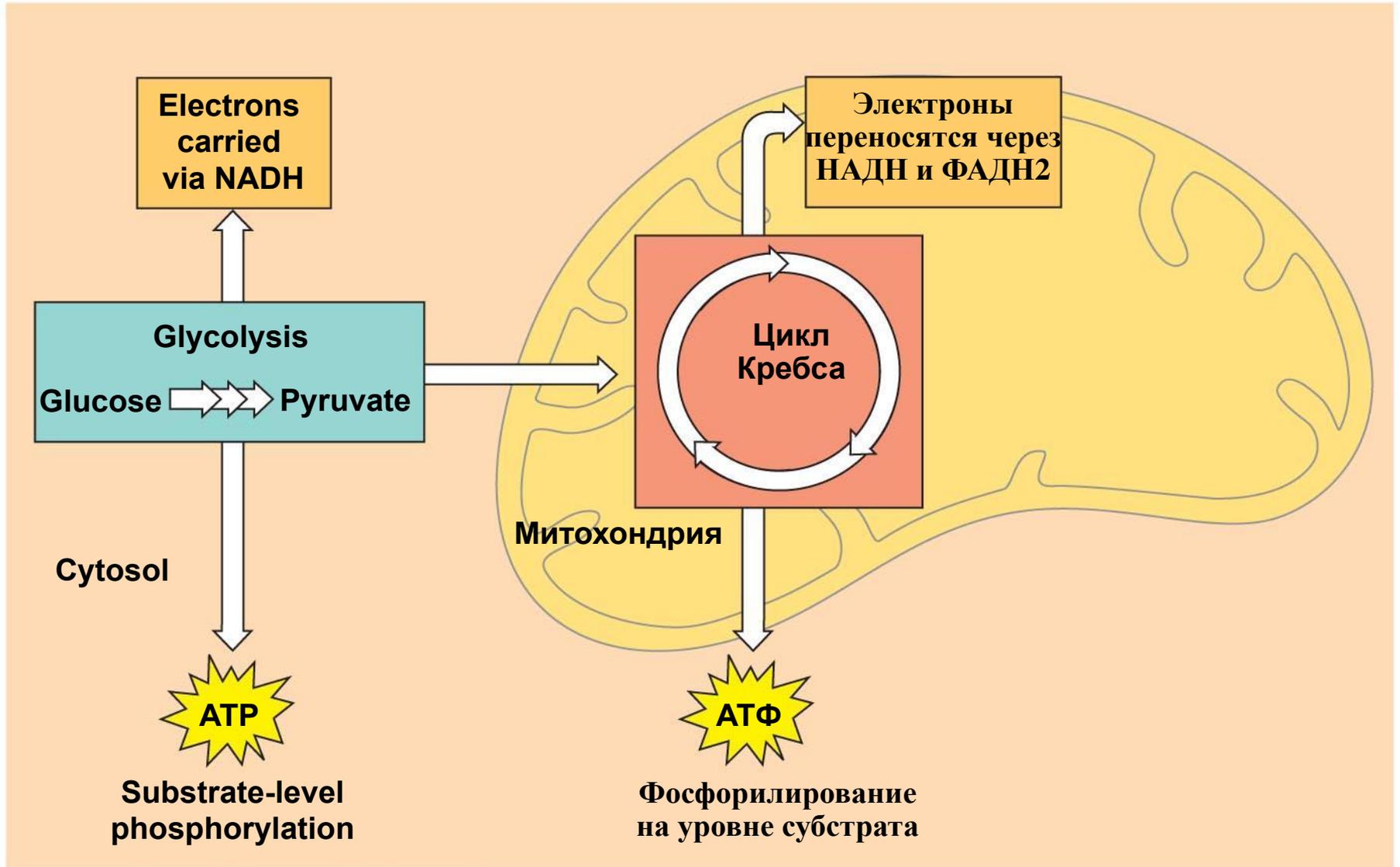
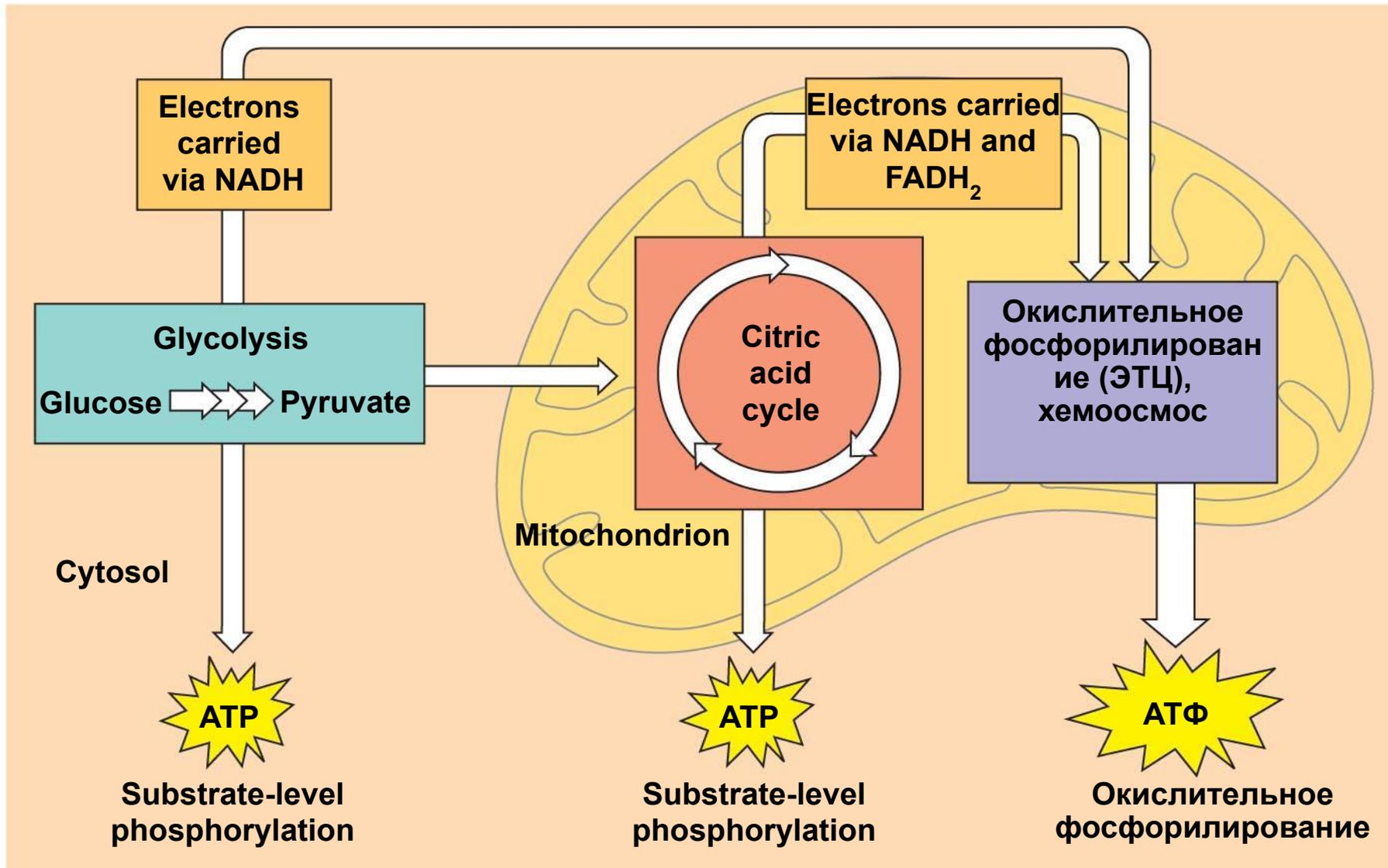


Fig. 9-6-3



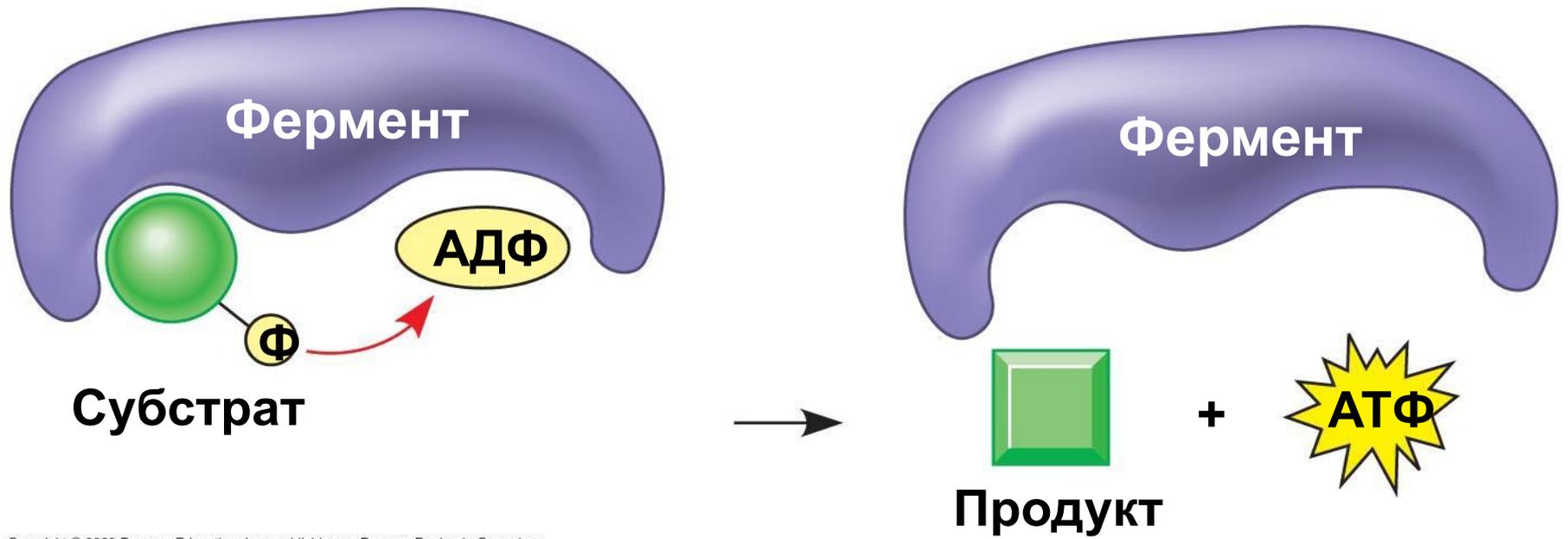
-
- Процесс, который генерирует большую часть АТФ называют окислительным фосфорилированием, так как это происходит в окислительно-восстановительных реакциях

PLAY

BioFlix: Cellular Respiration

-
- Окислительного фосфорилирования приходится почти 90% от АТФ, порожденные в процессе клеточного дыхания
 - Меньшее количество АТФ образуется в гликолизе и цикле Кребса на уровне субстратного фосфорилирования

Fig. 9-7



-
- Гликолиз ("расщепление сахара")
расщепление глюкозы на 2 молекулы пирувата
 - Гликолиза происходит в цитоплазме и имеет два основных этапа:
 - Инвестиционная фаза энергии
 - Фаза выплаты энергии

Fig. 9-8

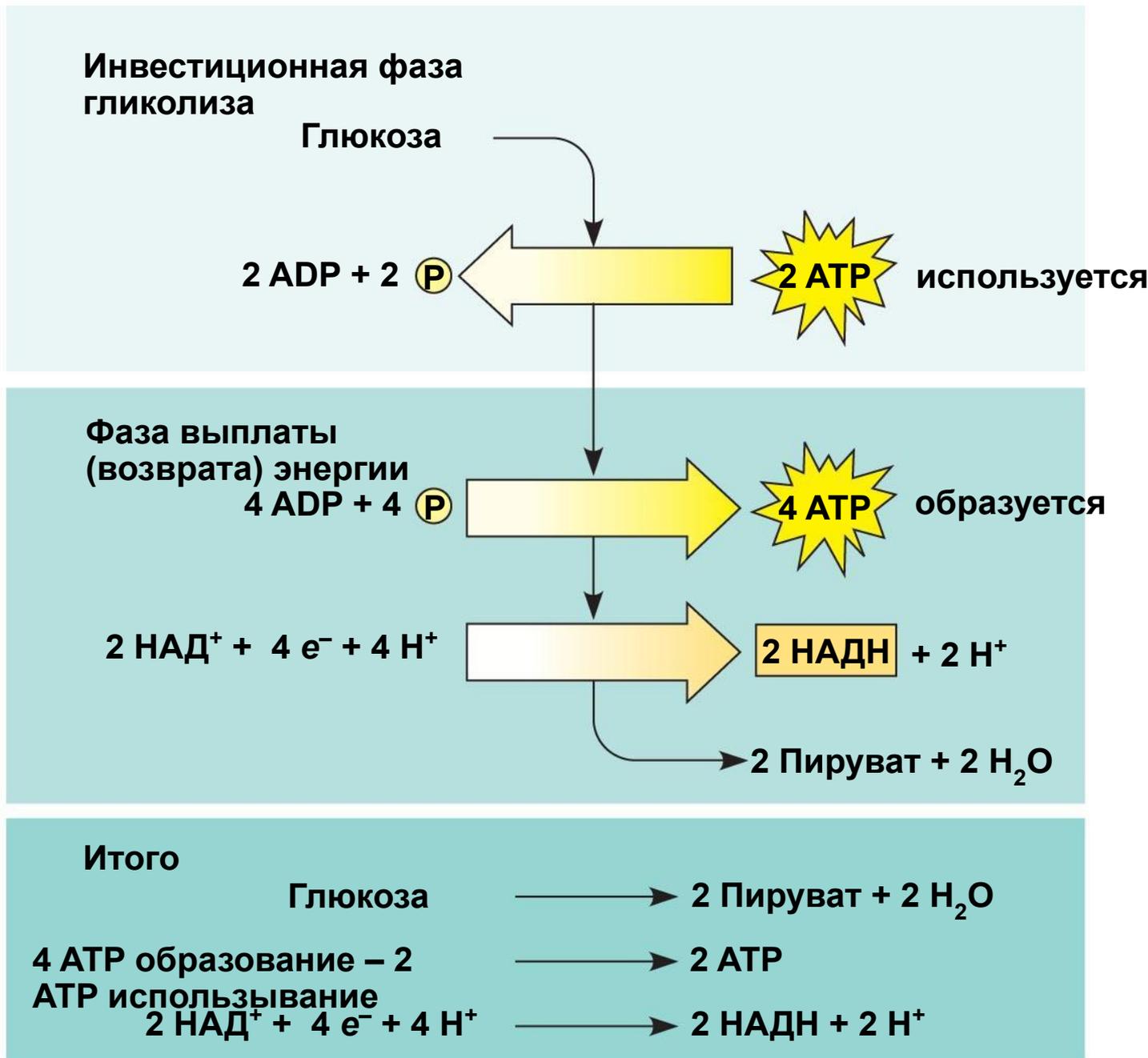


Fig. 9-9-4

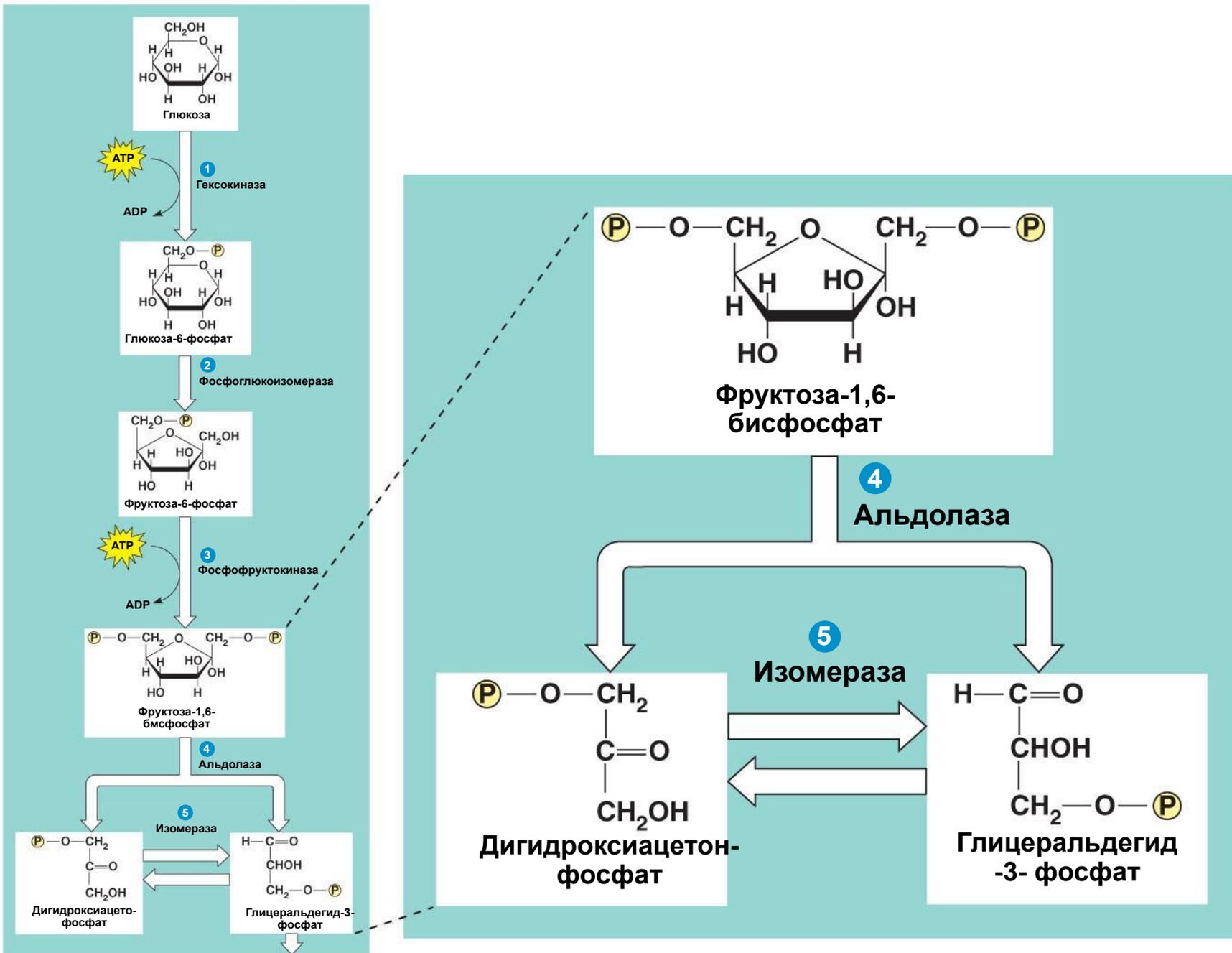
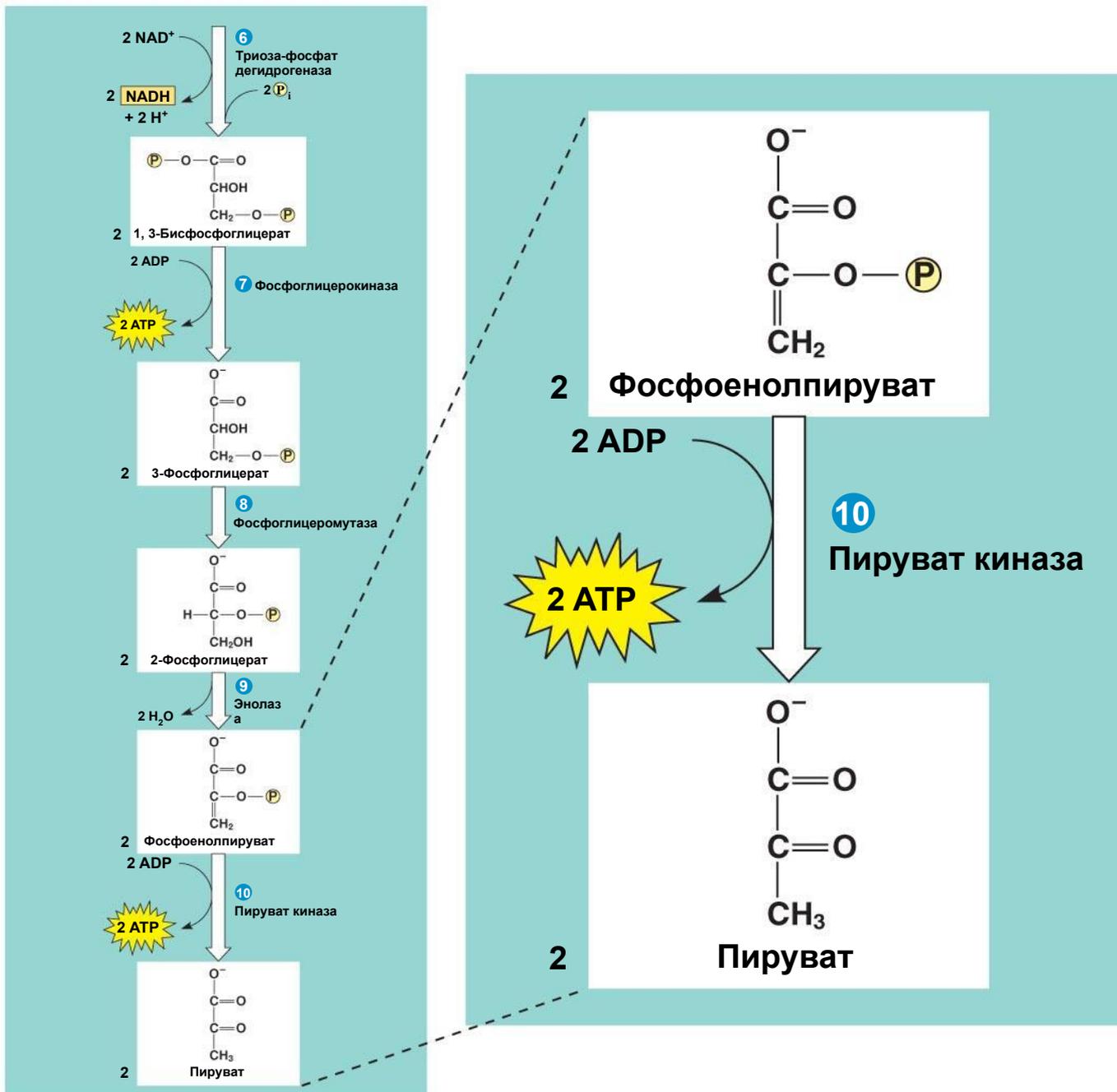


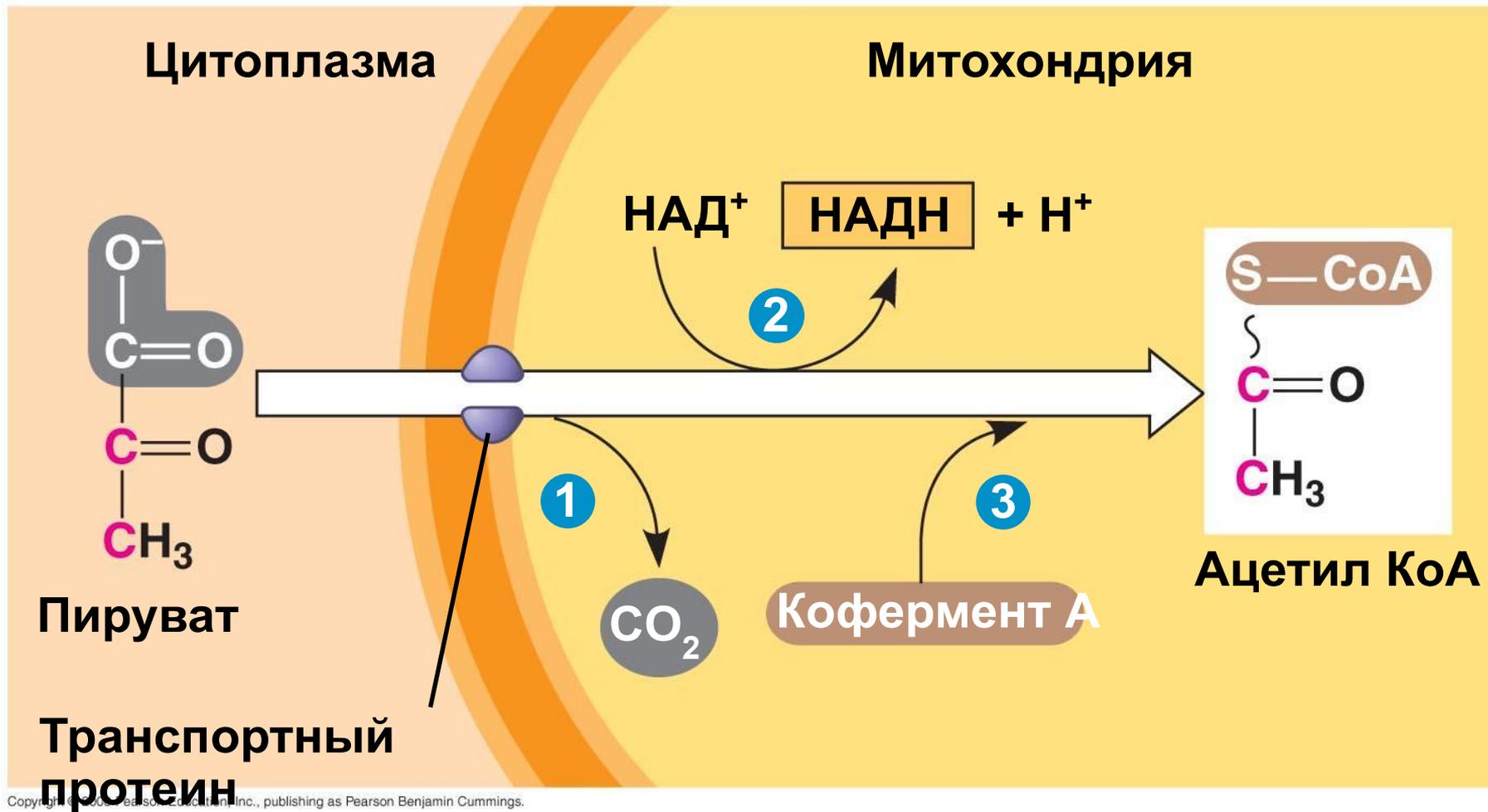
Fig. 9-9-9



Цикл Кребса

- В присутствии O_2 пируват заходит в митохондрию
- Перед началом цикла Кребса пируват должен превратиться в Ацетил КоА

Fig. 9-10



-
- Цикл кребса протекает в матриксе митохондрии
 - При окислении одного пирувата в процессе цикла Кребса образуется 1 АТФ, 3 НАДН и 1 ФАДН₂

Fig. 9-11

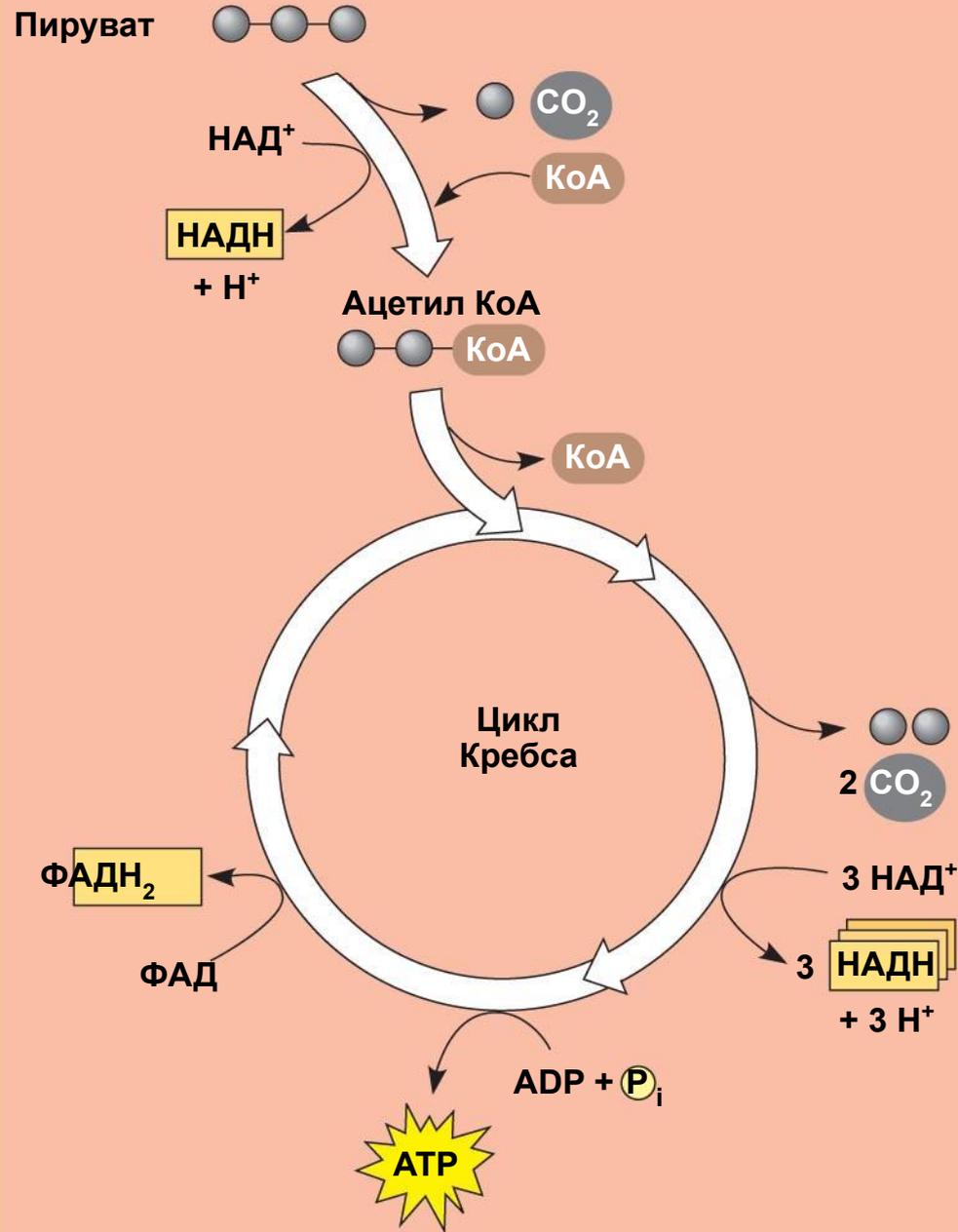


Fig. 9-12-8

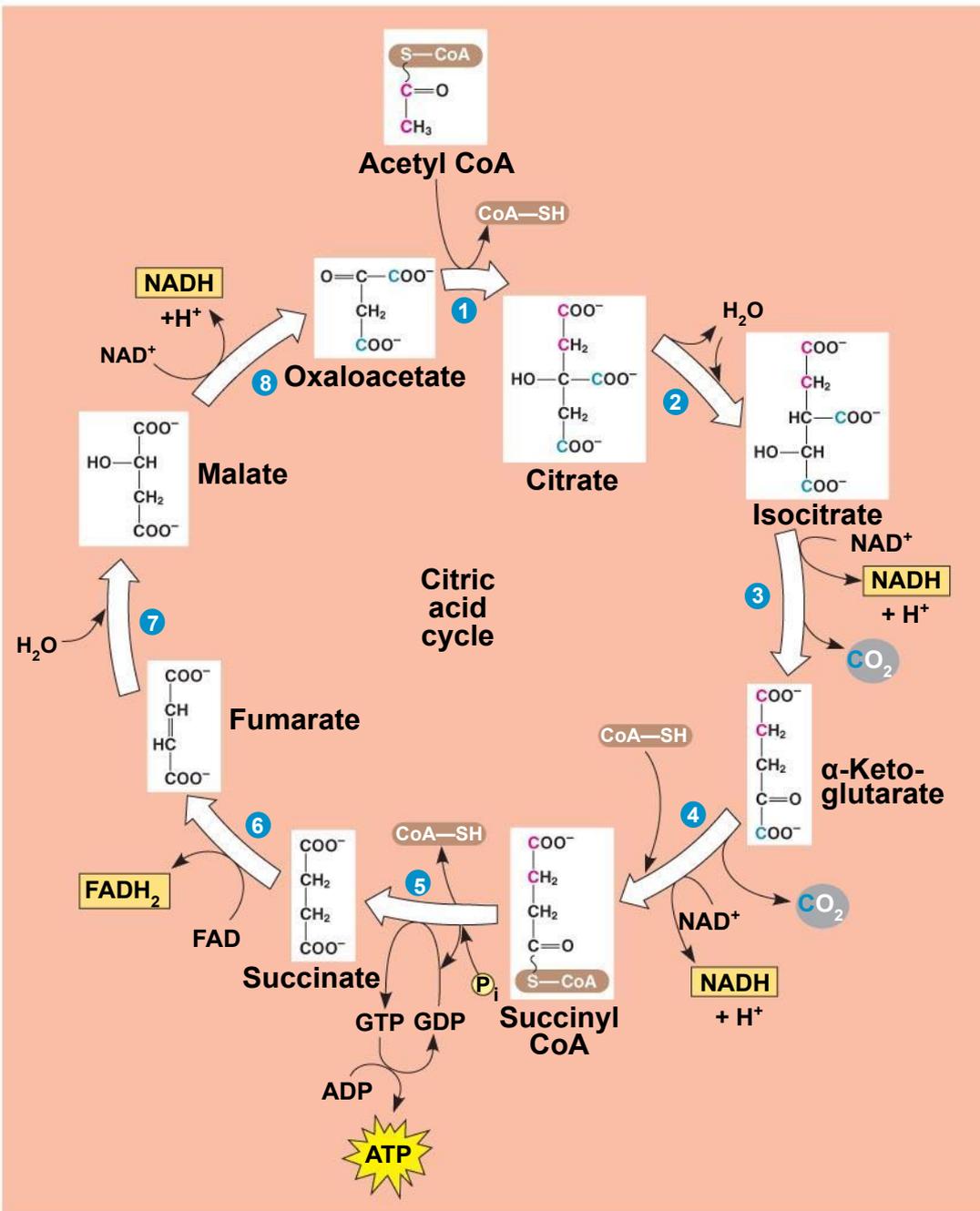
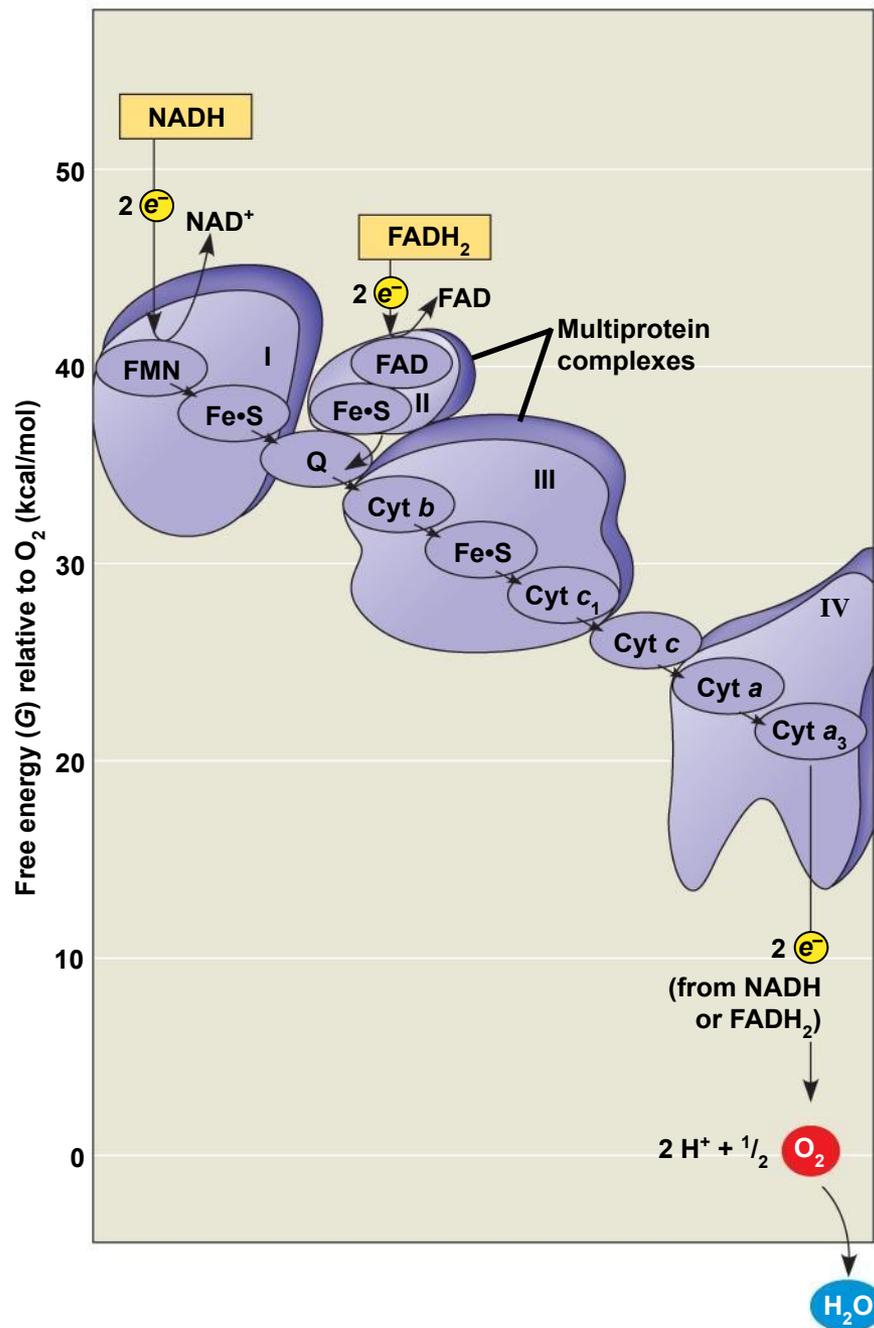


Fig. 9-13



-
- Электроны передаются от НАДН или $FADH_2$ в электрон-транспортную цепь
 - Электроны проходят через ряд белков, включая цитохромов (каждый с атомом железа) к O_2
 - Электрон-транспортной цепи не генерирует АТФ
 - Функция цепи является разбить большую спад свободной энергии из пищи в O_2 на более мелкие шаги, которые высвобождают

Хемоосмотическая теория

- Перенос электрона в цепи транспорта электронов заставляет белки выкачивать H^+ из митохондриального матрикса в межмембранное пространства
- H^+ , возвращается через мембрану в матрикс, проходя через каналы в АТФ-синтазы
- АТФ-синтаза использует экзэргонических поток H^+ и запускает фосфорилирования АТФ
- Это является примером хемиосмоса, использование энергии в H^+ градиента для управления работой клетки

Fig. 9-14

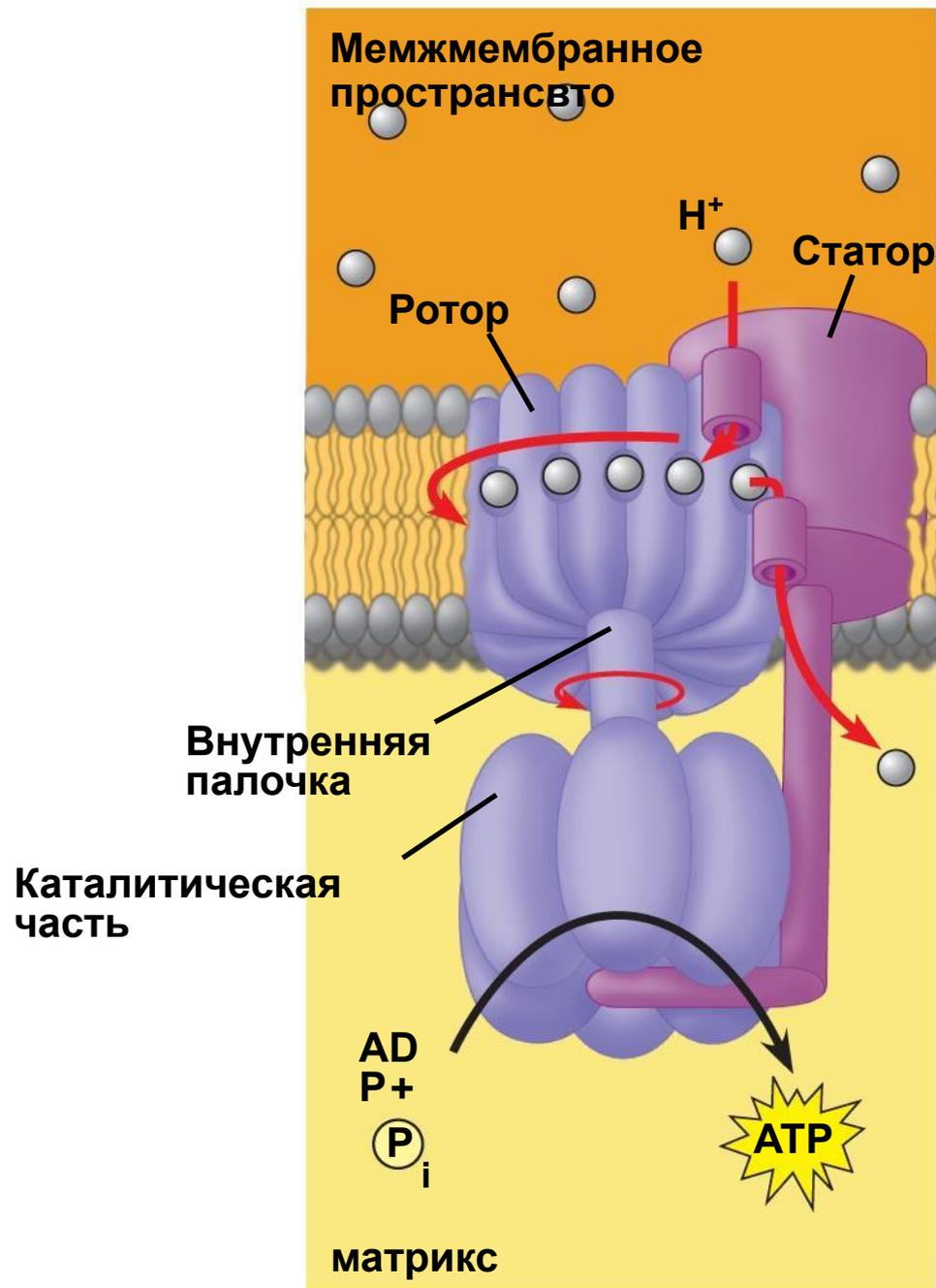


Fig. 9-16

Белковый комплекс переносчиков электронов

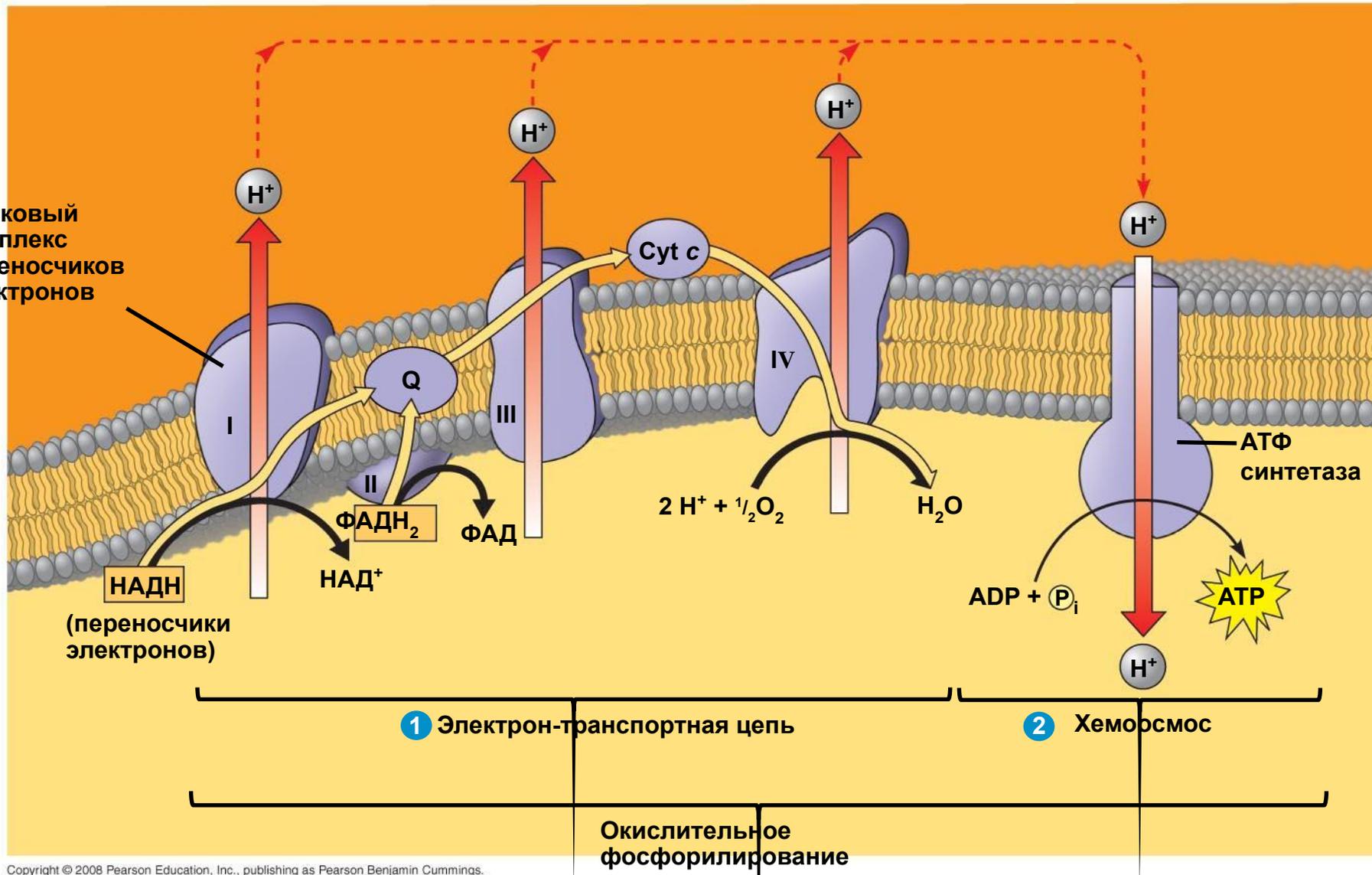
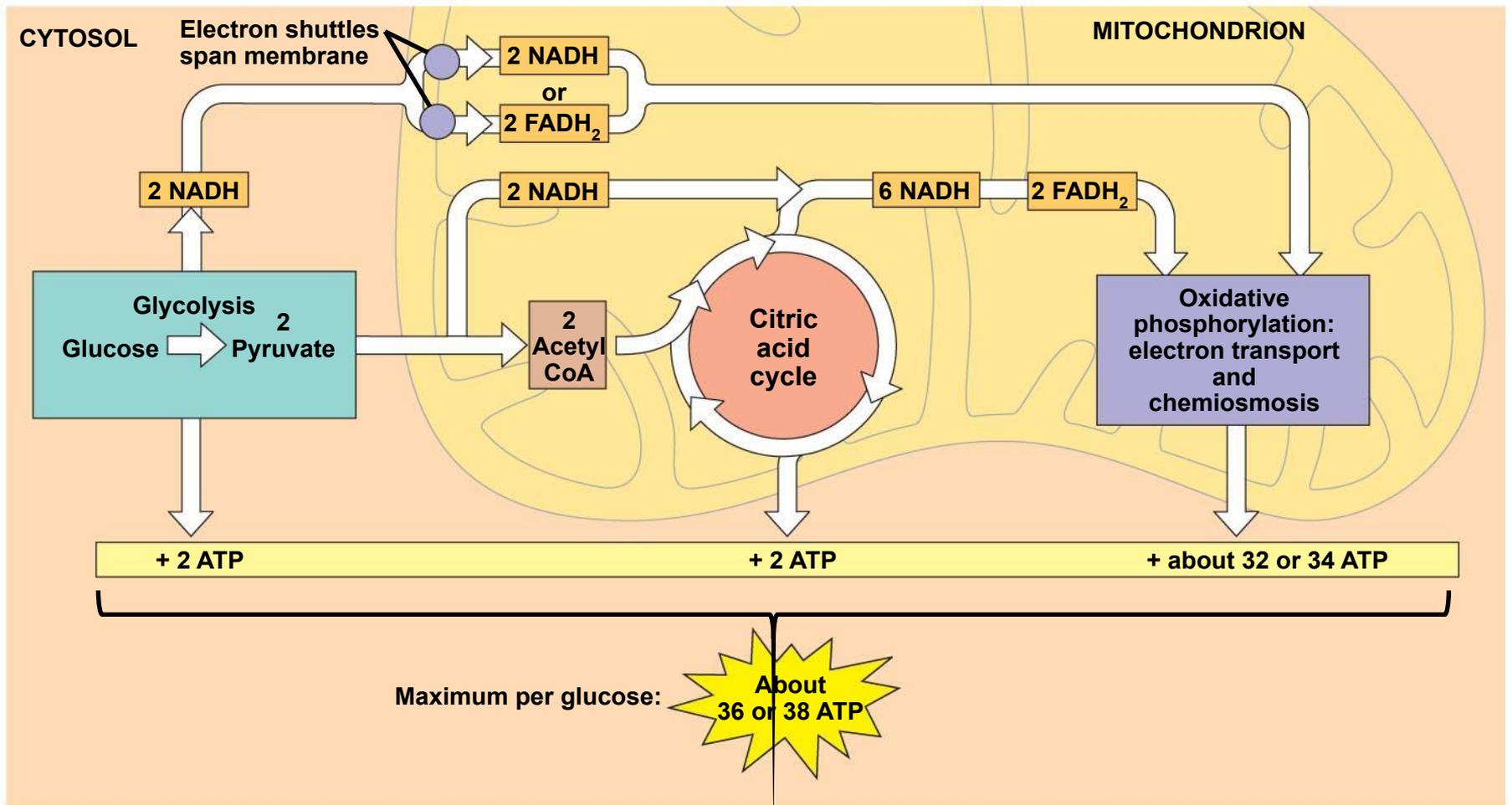


Fig. 9-17



Concept 9.5: Fermentation and anaerobic respiration enable cells to produce ATP without the use of oxygen

- Most cellular respiration requires O_2 to produce ATP
- Glycolysis can produce ATP with or without O_2 (in aerobic or anaerobic conditions)
- In the absence of O_2 , glycolysis couples with fermentation or anaerobic respiration to produce ATP

-
- Anaerobic respiration uses an electron transport chain with an electron acceptor other than O_2 , for example sulfate
 - Fermentation uses phosphorylation instead of an electron transport chain to generate ATP

Types of Fermentation

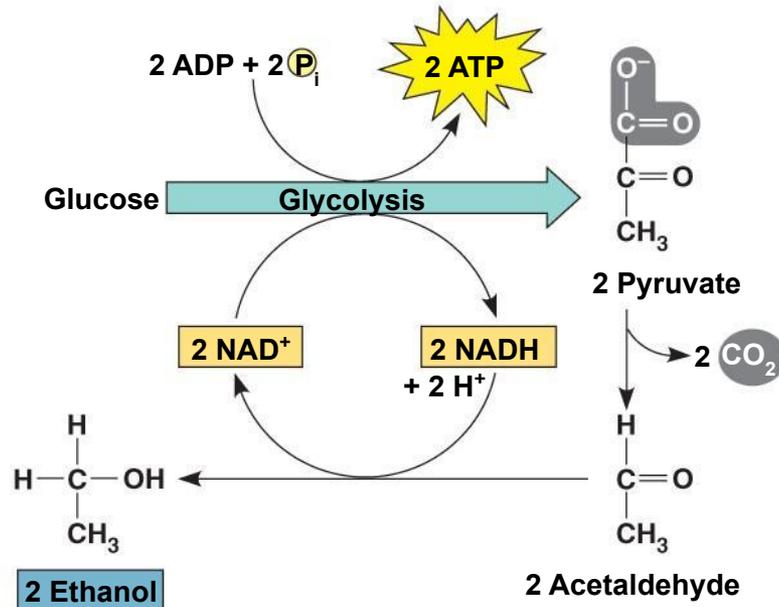
- Fermentation consists of glycolysis plus reactions that regenerate NAD^+ , which can be reused by glycolysis
- Two common types are alcohol fermentation and lactic acid fermentation

-
- In **alcohol fermentation**, pyruvate is converted to ethanol in two steps, with the first releasing CO_2
 - Alcohol fermentation by yeast is used in brewing, winemaking, and baking

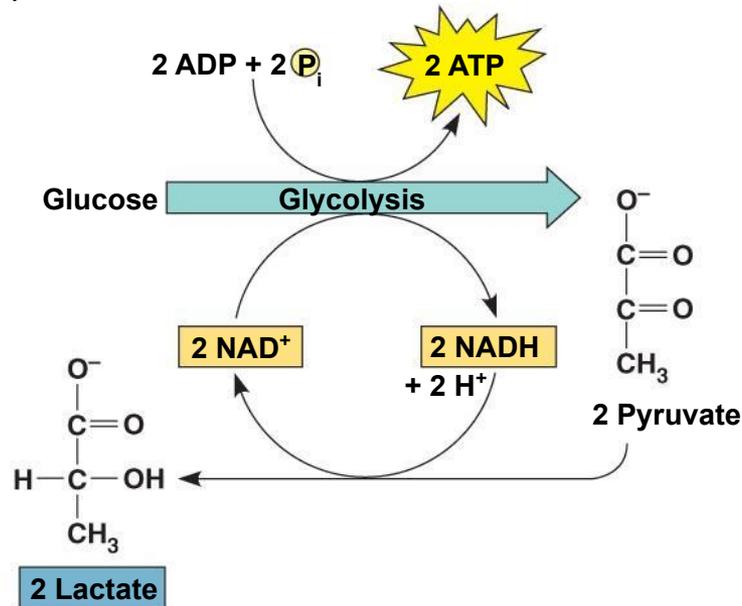
PLAY

Animation: Fermentation Overview

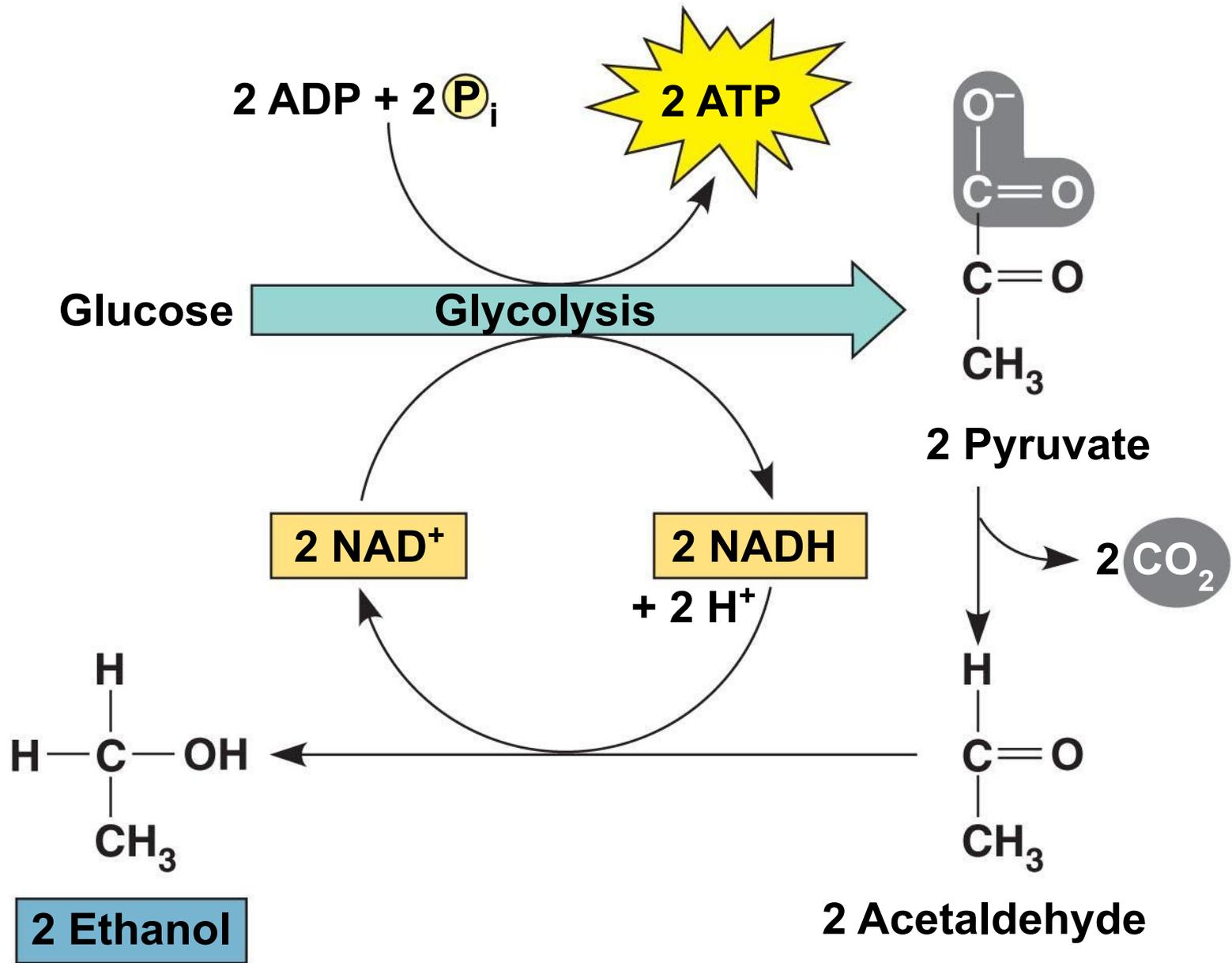
Fig. 9-18



(a) Alcohol fermentation

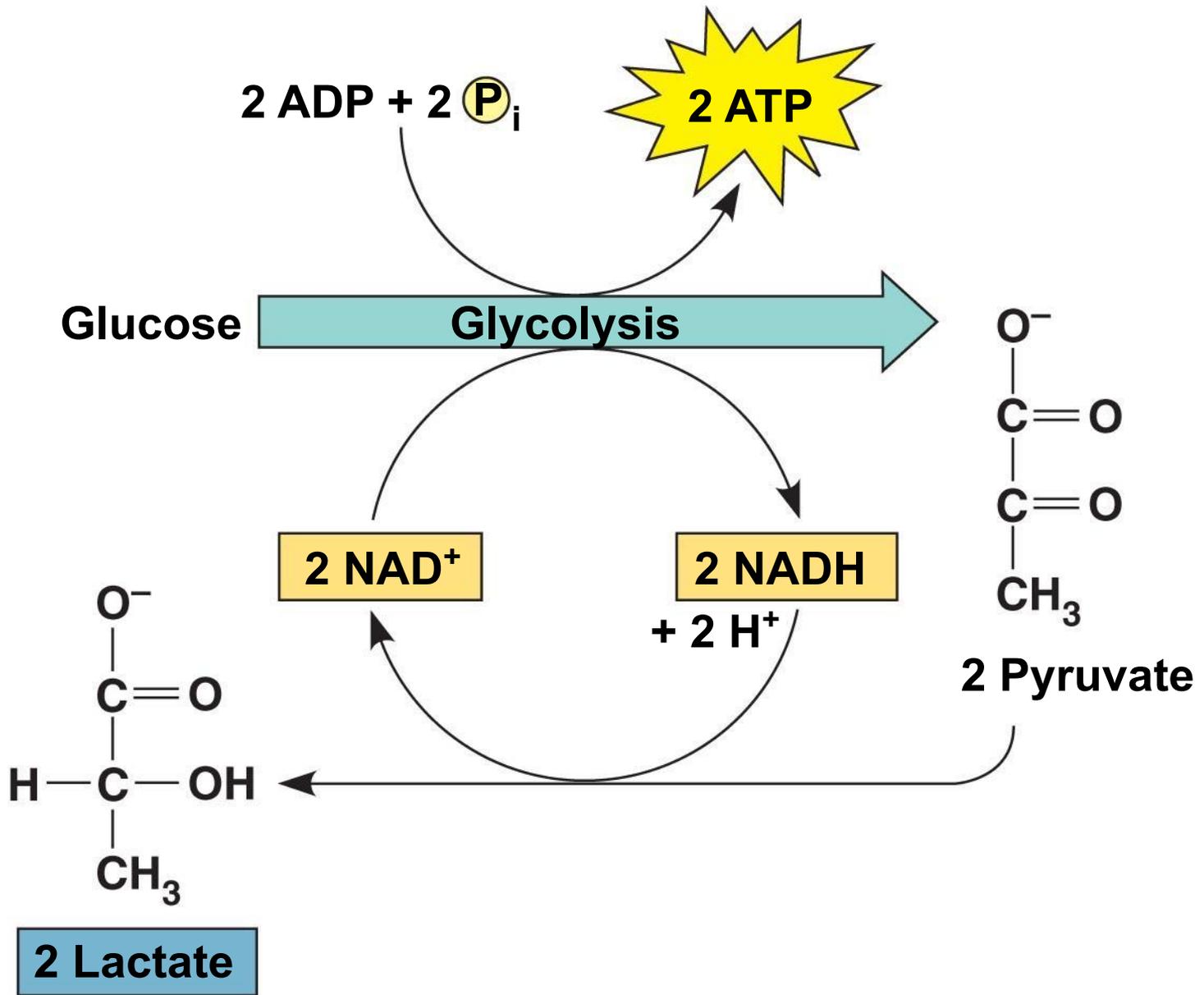


(b) Lactic acid fermentation



(a) Alcohol fermentation

-
- In **lactic acid fermentation**, pyruvate is reduced to NADH, forming lactate as an end product, with no release of CO_2
 - Lactic acid fermentation by some fungi and bacteria is used to make cheese and yogurt
 - Human muscle cells use lactic acid fermentation to generate ATP when O_2 is scarce



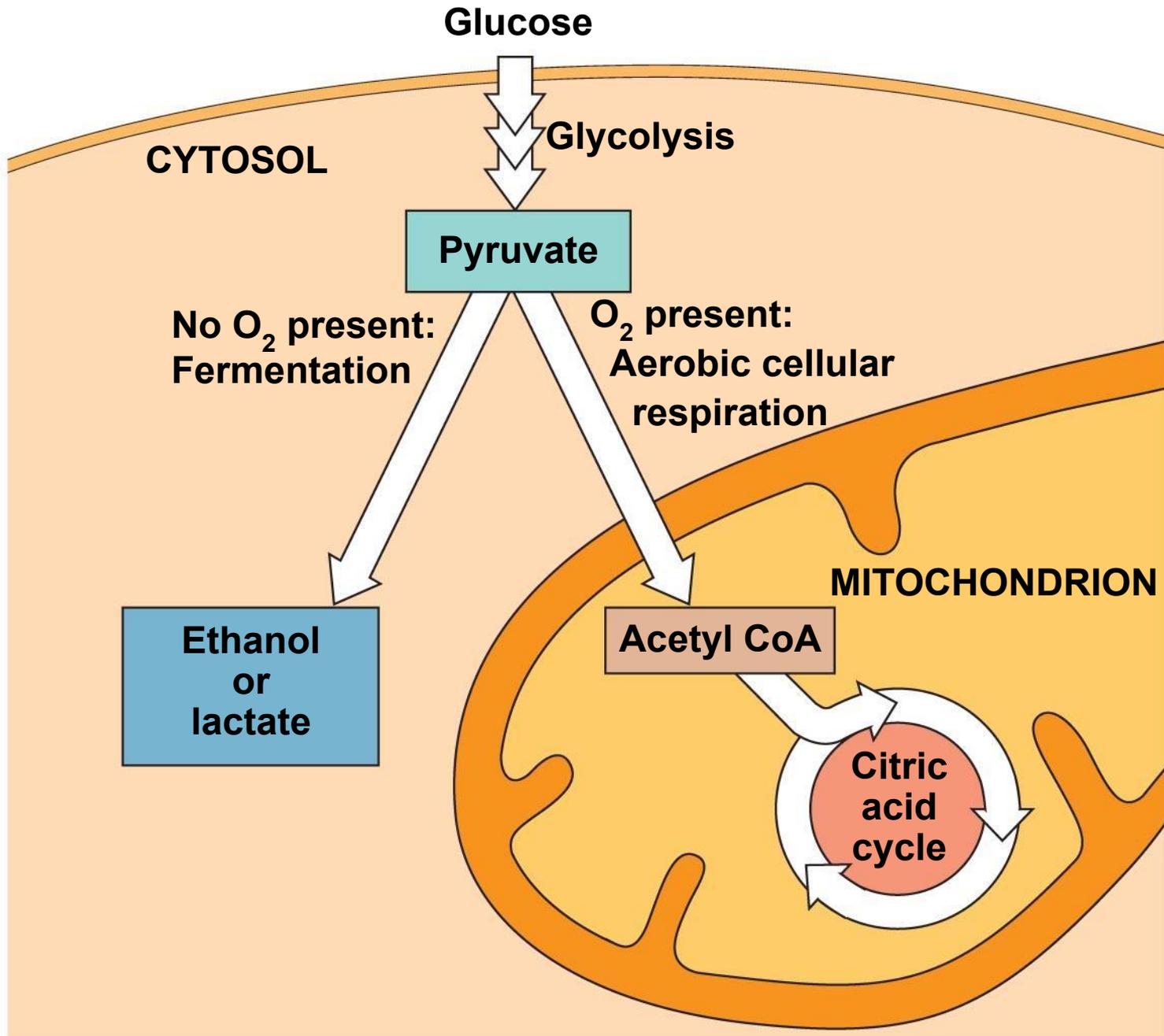
(b) Lactic acid fermentation

Fermentation and Aerobic Respiration Compared

- Both processes use glycolysis to oxidize glucose and other organic fuels to pyruvate
- The processes have different final electron acceptors: an organic molecule (such as pyruvate or acetaldehyde) in fermentation and O_2 in cellular respiration
- Cellular respiration produces 38 ATP per glucose molecule; fermentation produces 2 ATP per glucose molecule

-
- **Obligate anaerobes** carry out fermentation or anaerobic respiration and cannot survive in the presence of O_2
 - Yeast and many bacteria are **facultative anaerobes**, meaning that they can survive using either fermentation or cellular respiration
 - In a facultative anaerobe, pyruvate is a fork in the metabolic road that leads to two alternative catabolic routes

Fig. 9-19



The Evolutionary Significance of Glycolysis

- Glycolysis occurs in nearly all organisms
- Glycolysis probably evolved in ancient prokaryotes before there was oxygen in the atmosphere

Concept 9.6: Glycolysis and the citric acid cycle connect to many other metabolic pathways

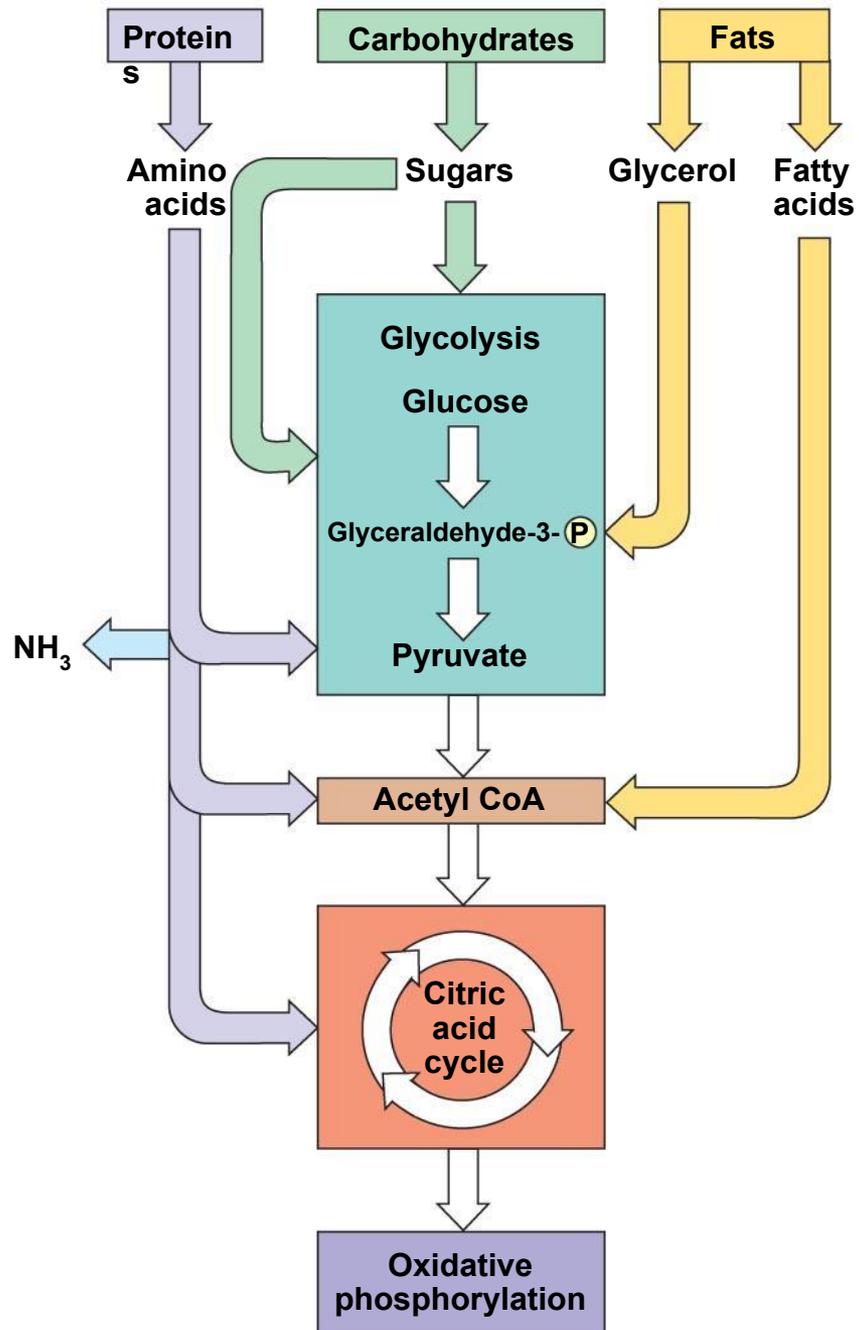
- Glycolysis and the citric acid cycle are major intersections to various catabolic and anabolic pathways

The Versatility of Catabolism

- Catabolic pathways funnel electrons from many kinds of organic molecules into cellular respiration
- Glycolysis accepts a wide range of carbohydrates
- Proteins must be digested to amino acids; amino groups can feed glycolysis or the citric acid cycle

-
- Fats are digested to glycerol (used in glycolysis) and fatty acids (used in generating acetyl CoA)
 - Fatty acids are broken down by **beta oxidation** and yield acetyl CoA
 - An oxidized gram of fat produces more than twice as much ATP as an oxidized gram of carbohydrate

Fig. 9-20



Biosynthesis (Anabolic Pathways)

- The body uses small molecules to build other substances
- These small molecules may come directly from food, from glycolysis, or from the citric acid cycle

Regulation of Cellular Respiration via Feedback Mechanisms

- Feedback inhibition is the most common mechanism for control
- If ATP concentration begins to drop, respiration speeds up; when there is plenty of ATP, respiration slows down
- Control of catabolism is based mainly on regulating the activity of enzymes at strategic points in the catabolic pathway

Fig. 9-21

