Энергетический обмен углеводов

Урок в 10 классе

Учитель Юзвовская И.Г.

Цель урока:

Углубить знания о метаболизме и сущности энергетического обмена.

Задачи урока:

1. **Рассмотреть этапы энергетического обмена;**
2. **Выявить значение этого процесса в жизни живых организмов;**
3. **Развивать навыки работы с учебником;**
4. **Способствовать развитию критического мышления;**
5. **Развивать коммуникативные компетентности.**

Проблемные вопросы.

1. Почему человек без пищи живёт месяц, без воды – 2 недели, а без кислорода не может прожить и минуты?
2. Почему человек долго не может выполнять физические упражнения?
3. Почему, когда мы долго пережёвываем пищу, в ротовой полости повышается температура?
4. Почему паразитические черви (печёночный сосальщик, бычий цепень, аскарида), обитая в печени и кишечнике человека, обходятся без кислорода?
5. Почему при добавлении дрожжей тесто поднимается, становится теплым и пышным?
6. Почему после остановки дыхания у человека смерть

Метаболизм

Пластический обмен

Энергетический обмен

Метаболизм

Анаболизм
Ассимиляция

Совокупность реакций <u>биосинтеза</u> с поглощением энергии (-Q)

Простые вещества → сложные орг.вещ-ва

Катаболизм
Диссимиляция

Совокупность реакций <u>распада и окисления</u> с высвобождением энергии (+Q АТФ)

Сложные орг.вещ-ва → простые вещ-ва +Q

Простые + O2 = CO2 + H2O + NH3 + энергия

1. **Биосинтез белков**, жиров, углеводов
2. **Фотосинтез**
3. Хемосинтез

1. **Энергетический обмен углеводов**
2. Энергетический обмен жиров

Энергетический обмен углеводов

I этап - *Подготовительный* (ЖКТ, лизосома)

$$\text{Крахмал} + H_2O \xrightarrow[t=36\text{-}37^\circ C]{\text{амилаза}} n\,C_6H_{12}O_6 + 5\ \text{кДж (тепло)}$$

II этап - *Бескислородное дыхание, гликолиз,*

$$C_6H_{12}O_6 \xrightarrow{12\ \text{ферментов}} 2\,C_3H_4O_3 + 200\ \text{кДж}$$

(цитоплазма)

Пировиноградная кислота

60% - тепло

40% - 2 АТФ

У дрожжевых грибков – спиртовое брожение:

$$C_6H_{12}O_6 \xrightarrow{\text{фермент}} 2C_2H_5OH + CO_2 + 200\ \text{кДж}$$

Молочнокислое брожение у молочнокислых бактерий, в клетках мышечной ткани при нехватке кислорода.

$$C_6H_{12}O_6 \xrightarrow{\text{фермент}} 2C_3H_6O_3 + 200\ \text{кДж}$$

Молочная кислота

III этап – ***Аэробное, кислородное дыхание, полное окисление*** (митохондрия)

$$2C_3H_6O_3 + 6O_2 \text{ ========= } 6CO_2 + 6H_2O + 2600 \text{ кДж}$$

45% - тепло

55% - 36 АТФ

∑ уравнение:

$$C_6H_{12}O_6 + 6O_2 = 6CO_2 + 6H_2O + 38АТФ + тепло$$

Механическая энергия

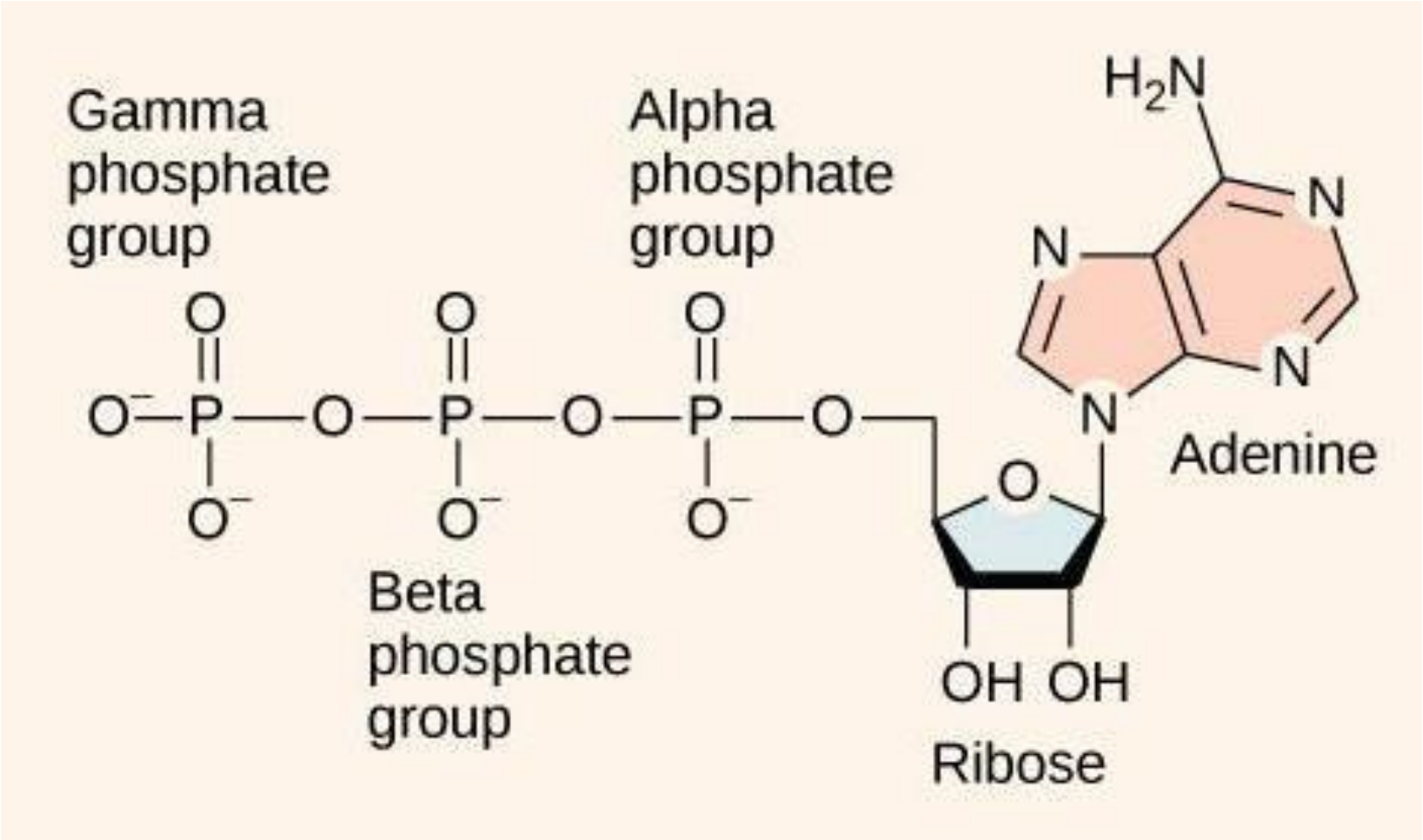
Тепловая энергия

Электрическая энергия

Световая энергия

Другой вид химической энергии

Закон сохранения и превращения



Строение молекулы АТФ Аденозинтрифосфат состоит из трех элементов: рибозы, аденина и остатков фосфорной кислоты.
Рибоза – углевод, который относится к группе пентоз. Это значит, что в составе рибозы 5 атомов углерода, которые заключены в цикл. Рибоза соединяется с аденином β-N-гликозидной связь на 1-ом атоме углерода. Также к пентозе присоединяются остатки фосфорной кислоты на 5-ом атоме углерода.

Аденин – азотистое основание. В зависимости от того, какое азотистое основание присоединяется к рибозе, выделяют также
ГТФ (гуанозинтрифосфат),
ТТФ (тимидинтрифосфат),
ЦТФ (цитидинтрифосфат)
и УТФ (уридинтрифосфат).
Все эти вещества схожи по строению с аденозинтрифосфатом и выполняют примерно такие же функции, однако они встречаются в клетке намного реже.
Остатки фосфорной кислоты. К рибозе может присоединиться максимально три остатка фосфорной кислоты.
Если их два или только один, то соответственно вещество называется АДФ (дифосфат) или АМФ (монофосфат).
Именно между фосфорными остатками заключены **макроэнергетические связи**, после разрыва которых высвобождается от 40 до 60 кДж энергии. Если разрываются две связи, выделяется 80, реже – 120 кДж энергии. При разрыве связи между рибозой и фосфорным остатком выделяется всего лишь 13,8 кДж, поэтому в молекуле трифосфата только две макроэргические связи (Р~Р~Р), а в молекуле АДФ - одна (Р~Р). Вот каковы особенности строения АТФ. По причине того, что между остатками фосфорной кислоты образуется макроэнергетическая связь, строение и функции АТФ связаны между собой.

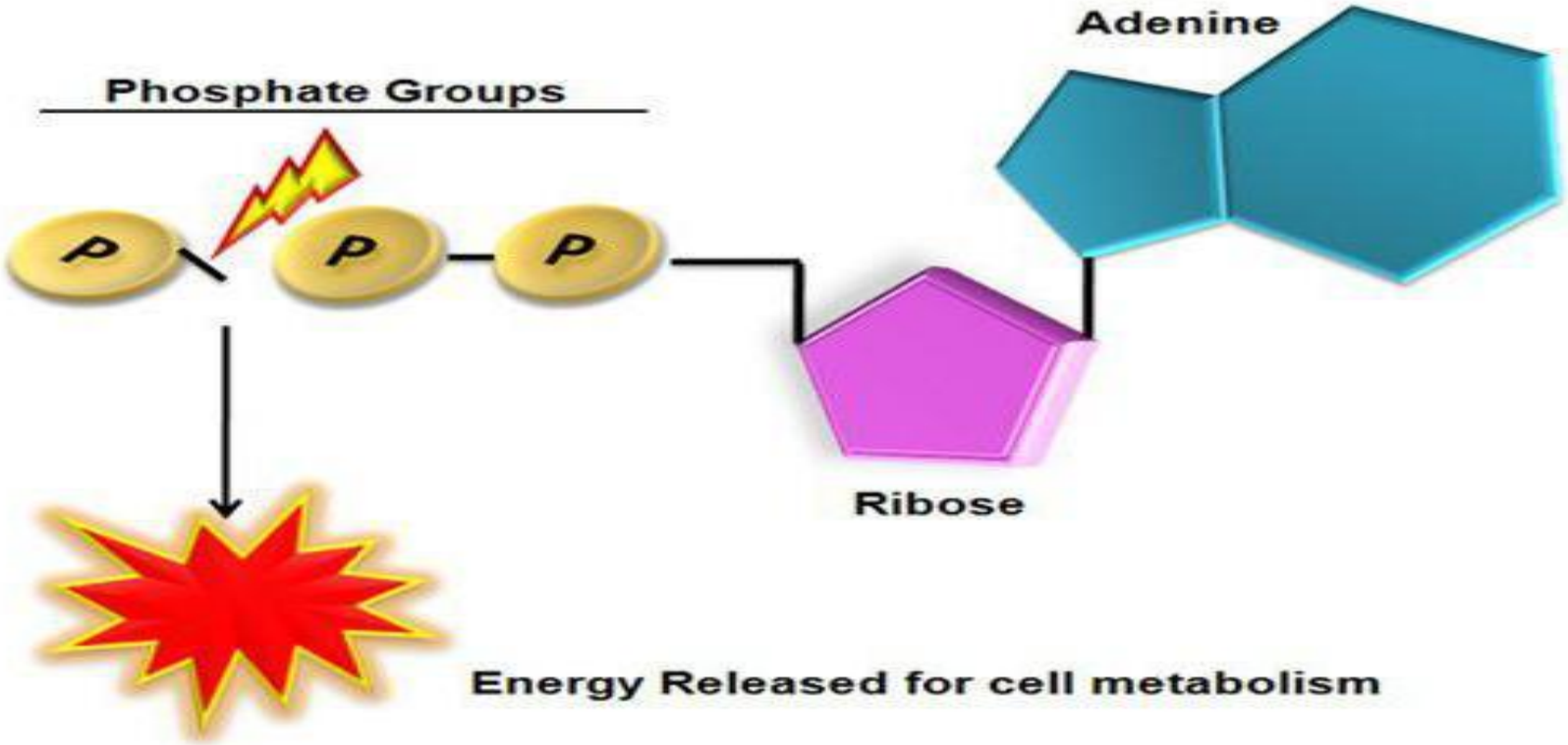
Дополнительные функции аденозинтрифосфата

Кроме энергетической, АТФ может выполнять множество других функций в клетке.

Наряду с другими нуклеотидтрифосфатами трифосфат участвует в **построении нуклеиновый кислот.** В этом случае АТФ, ГТФ, ТТФ, ЦТФ и УТФ являются поставщиками азотистых оснований. Это свойство используется в процессах репликации ДНК и транскрипции.

Также АТФ необходим для **работы ионных каналов**. Например, Na-K канал выкачивает 3 молекулы натрия из клетки и вкачивает 2 молекулы калия в клетку. Такой ток ионов нужен для поддержания положительного заряда на наружной поверхности мембраны, и только с помощью аденозинтрифосфата канал может функционировать. То же касается протонных и кальциевых каналов.

АТФ является предшественником вторичного мессенжера цАМФ (циклический аденозинмонофосфат) - цАМФ не только передает сигнал, полученный рецепторами мембраны клетки, но и является аллостерическим эффектором. **Аллостерические эффекторы – это вещества, которые ускоряют или замедляют ферментативные реакции.** Так, циклический аденозинтрифосфат ингибирует синтез фермента, который катализирует расщепление лактозы в клетках бактерии. Сама молекула аденозинтрифосфата также может быть аллостерическим эффектором. Причем в подобных процессах антагонистом АТФ выступает АДФ: если трифосфат ускоряет реакцию, то дифосфат затормаживает, и наоборот.



Очень важно для клетки поддерживать постоянный уровень содержания аденозинтрифосфата. Особенно это характерно для клеток **мышечной ткани и нервных волокон**, потому что они наиболее энергозависимы и для выполнения своих функций нуждаются в высоком содержании аденозинтрифосфата.

Как образуется АТФ в клетке

Функции и строение АТФ таковы, что молекулы вещества быстро используются и разрушаются.

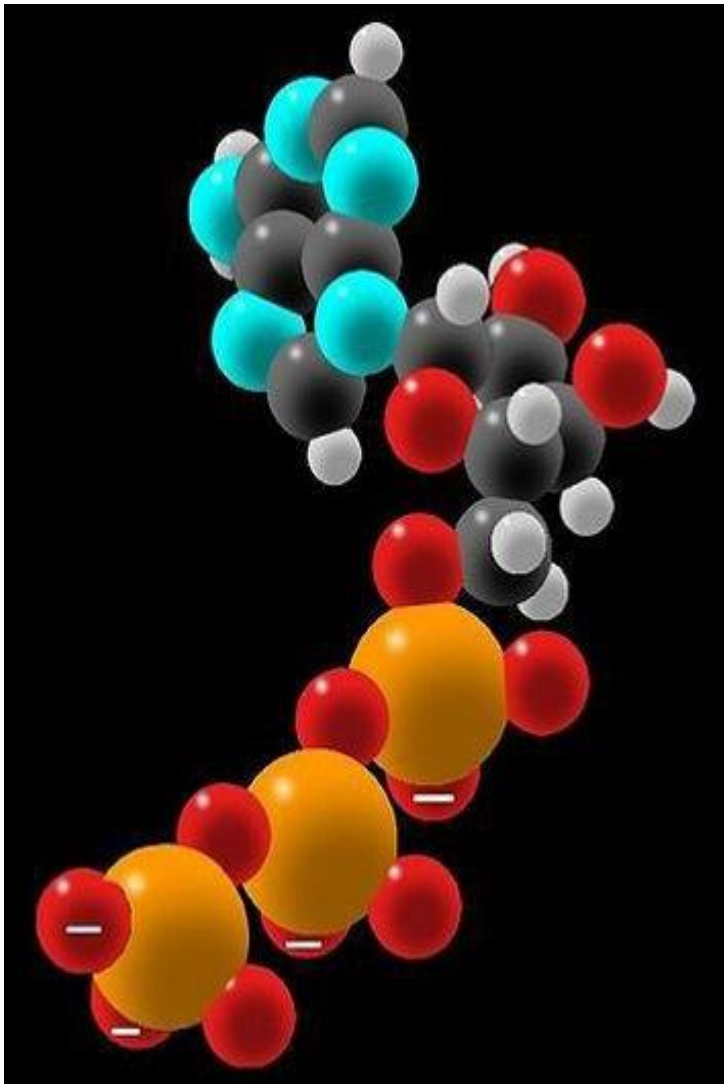
Поэтому синтез трифосфата – это важный процесс образования энергии в клетке.

Выделяют три наиболее важных способа синтеза аденозинтрифосфата:

1. Субстратное фосфорилирование.
2. Окислительное фосфорилирование.
3. Фотофосфорилирование.

Интересные факты об АТФ

- В среднестатистической клетке содержится 0,04% аденозинтрифосфата от всей массы.
- Однако самое большое значение наблюдается в мышечных клетках: 0,2-0,5%.
- В клетке около 1 млрд молекул АТФ.
- Каждая молекула живет не больше 1 минуты.
- Одна молекула аденозинтрифосфата обновляется в день 2000-3000 раз.
- В сумме за сутки организм человека синтезирует 40 кг аденозинтрифосфата, и в каждый момент времени запас АТФ составляет 250 г.



Выполните задания:

№1.

Установите соответствие между характеристикой обмена веществ в клетке и его видом.

Признаки обмена веществ **Процессы обмена веществ**

А) органические вещества расщепляются 1) пластический обмен

Б) синтезируются белки и нуклеиновые кислоты 2) энергетический обмен

В) используется энергия, заключённая в молекулах АТФ

Г) выделяется углекислый газ и вода

Д) происходит на рибосомах, в хлоропластах

Е) происходит при участии кислорода в митохондриях

Ответ:

А	Б	В	Г	Д	Е
2	1	1	2	1	2

Выполните задания:

№1. Какова последовательность процессов энергетического обмена в клетке?

1. Образование углекислого газа и воды
2. Поступление в лизосомы питательных веществ
3. Расщепление глюкозы до пировиноградной кислоты
4. Поступление пировиноградной кислоты в митохондрии
5. Расщепление крахмала до мономеров

2	5	3	4	1

№2. Установите соответствие между признаком энергетического обмена и его этапом.

Признак	**Этап обмена**
А. Расщепление ПВК до CO_2 и H_2O	1) гликолиз
Б. Расщепление глюкозы до ПВК	2) кислородное дыхание
В. Синтез 2 молекул АТФ	
Г. Синтез 36 молекул АТФ	
Д. Происходит в митохондриях	
Е. Происходит в цитоплазме	

А	Б	В	Г	Д	Е
2	1	1	2	2	1

№3. Установите соответствие между характеристикой энергетического обмена и его этапом.

Характеристика обмена веществ **Этапы обмена**

А) происходит в цитоплазме 1) подготовительный

Б) происходит в лизосоме 2) гликолиз

В) освобождаемая энергия рассеивается в виде тепла

Г) за счёт освобождаемой энергии синтезируется 2 АТФ

Д) расщепление глюкозы до пировиноградной кислоты

Е) ра

А	Б	В	Г	Д	Е
2	1	1	2	2	1

Аэробное дыхание (полное окисление)

1. Декарбоксилирование (отделение CO_2)
2. Цикл Кребса (трикарбоновых кислот)
3. Дыхательная цепь

1. Окислительное декарбоксилирование

1) Дегидрирование (отщепление «H»)
2) Декарбоксилирование (отщепление «CO_2»)

$$2\ C_3H_4O_3 = 2\ CH_3CO \rightarrow 2\ H + НАД^{\circ} = НАД{\cdot}H_2$$

$$2\ CH_3CO \rightarrow 2\ CO_2$$

ПВК

$$2\ Ко\text{-}А + 2\ CH_3CO = 2\ CH_3CO \sim S\text{-}КоА$$

Двууглеродная ацетильная группа

Ацетил –ко- фермент А

2. Цикл Кребса

$CH_3CO{\sim}S\text{-}KoA$ + **ЩУК (C_4)** + H_2O = **C_6** + $KoA\uparrow$

Ацетил –ко- фермент А

Лимонная кислота

Лимонная кислота (C_6) → CO_2 + НАД ·H_2

α - Кетоглутаровая кислота (C_5) → CO_2 + НАД ·H_2

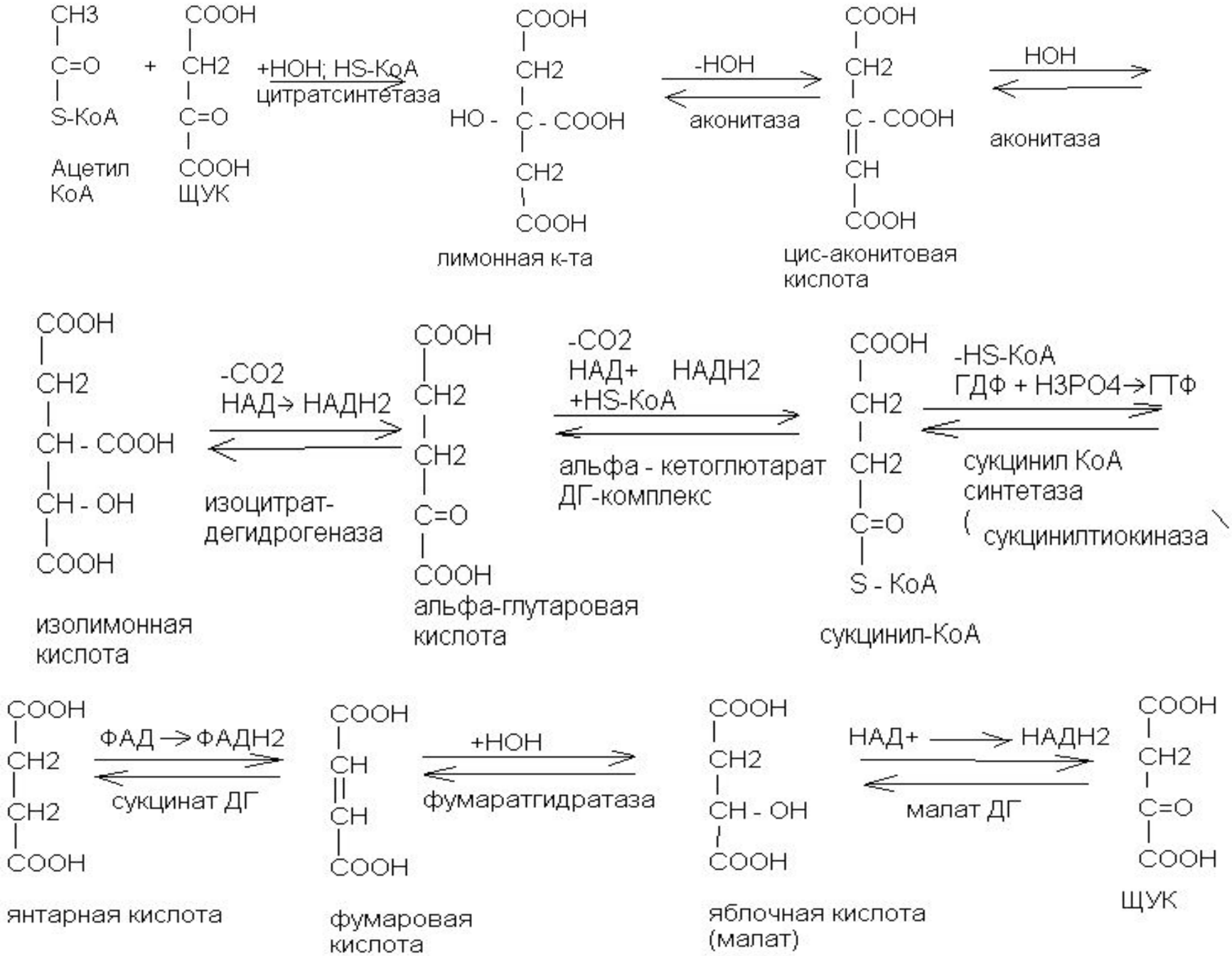
Янтарная кислота (C_4) → **АТФ**

Фумаровая кислота (C_4) → ФАД ·H_2

Яблочная кислота (C_4) → НАД ·H_2

Щавелевоуксусная кислота (ЩУК C_4)

Химизм цикла Кребса (цикла трикарбоновых кислот)



3. Дыхательная цепь

$4НАД{\cdot}H_2$ и $ФАД{\cdot}H_2$

$4НАД{\cdot}H_2$ и $ФАД{\cdot}H_2$

$H - e^- = H^+$ - «+» электрическое поле

«-» электрическое поле

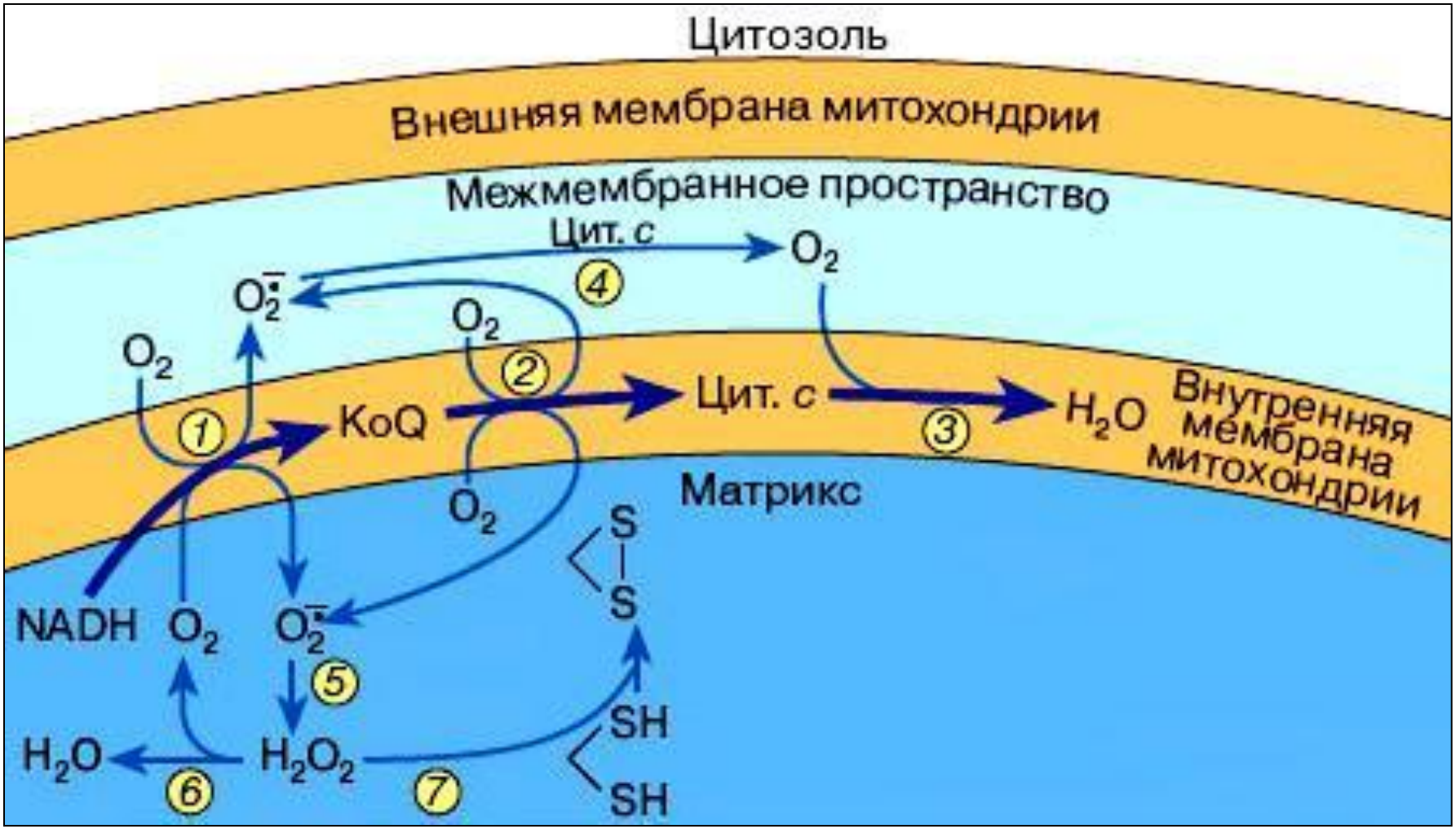
H^+, АТФ-синтетаза

$O^\circ_2 + e^- = ½\ O^-_2$

$½\ O^-_2 + 2H^+ = H_2O$

$O^-_2 + 4e^- + 4H^+ = 2H_2O$

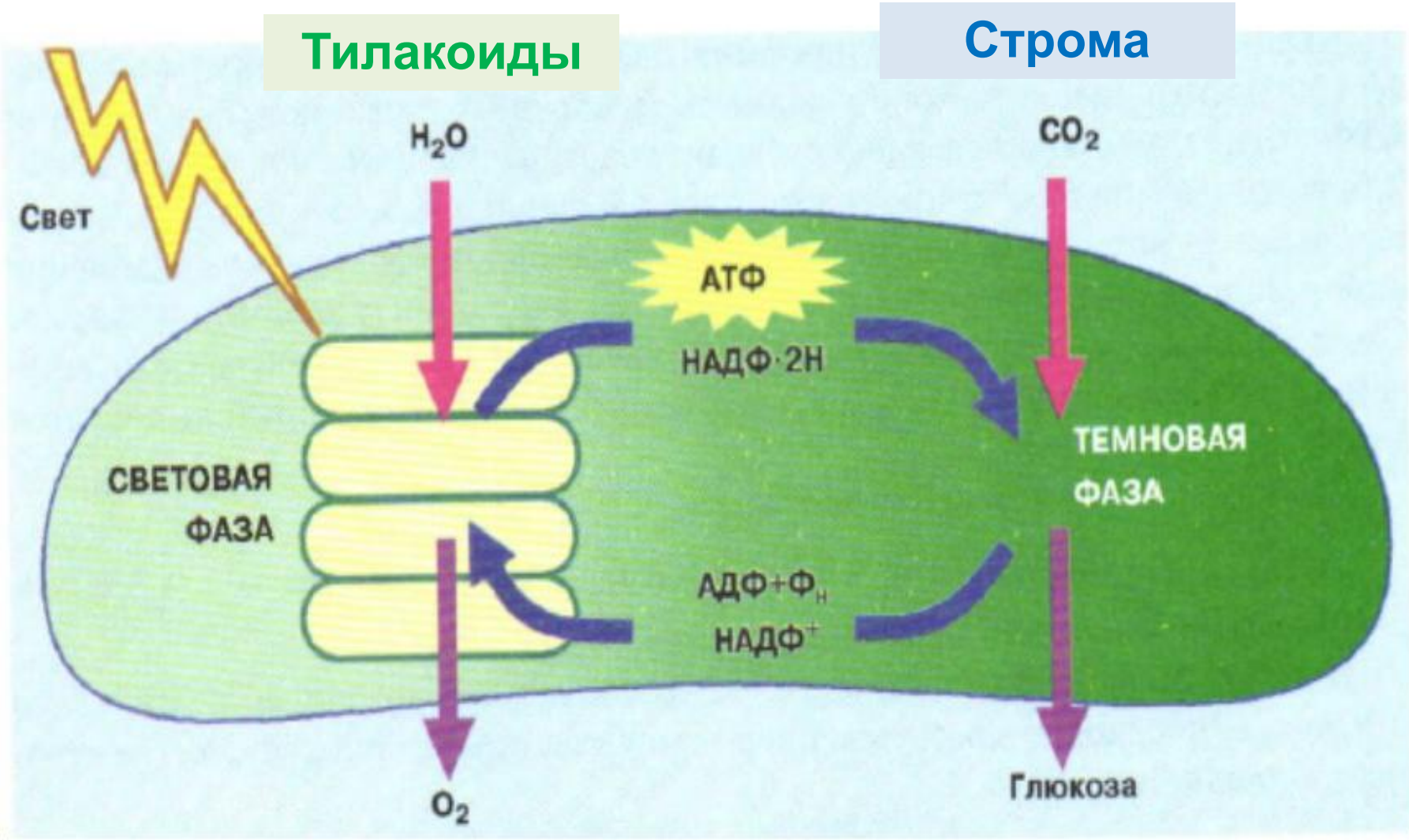
$2C_3H_6O_3 + 6O_2$ ========= $6CO_2 + 6H_2O$ + 36 АТФ + Q


Цитозоль
Внешняя мембрана митохондрии
Межмембранное пространство
Цит. c
O_2
$O_2^{\bullet-}$
O_2
O_2
KoQ
Цит. c
H_2O
Внутренняя мембрана митохондрии
Матрикс
O_2
S
S
NADH
O_2
$O_2^{\bullet-}$
SH
SH
H_2O
H_2O_2
1
2
3
4
5
6
7

ФОТОСИНТЕЗ

Схема фотосинтеза (с греческого «фотос» – свет и «синтез» – связывание)

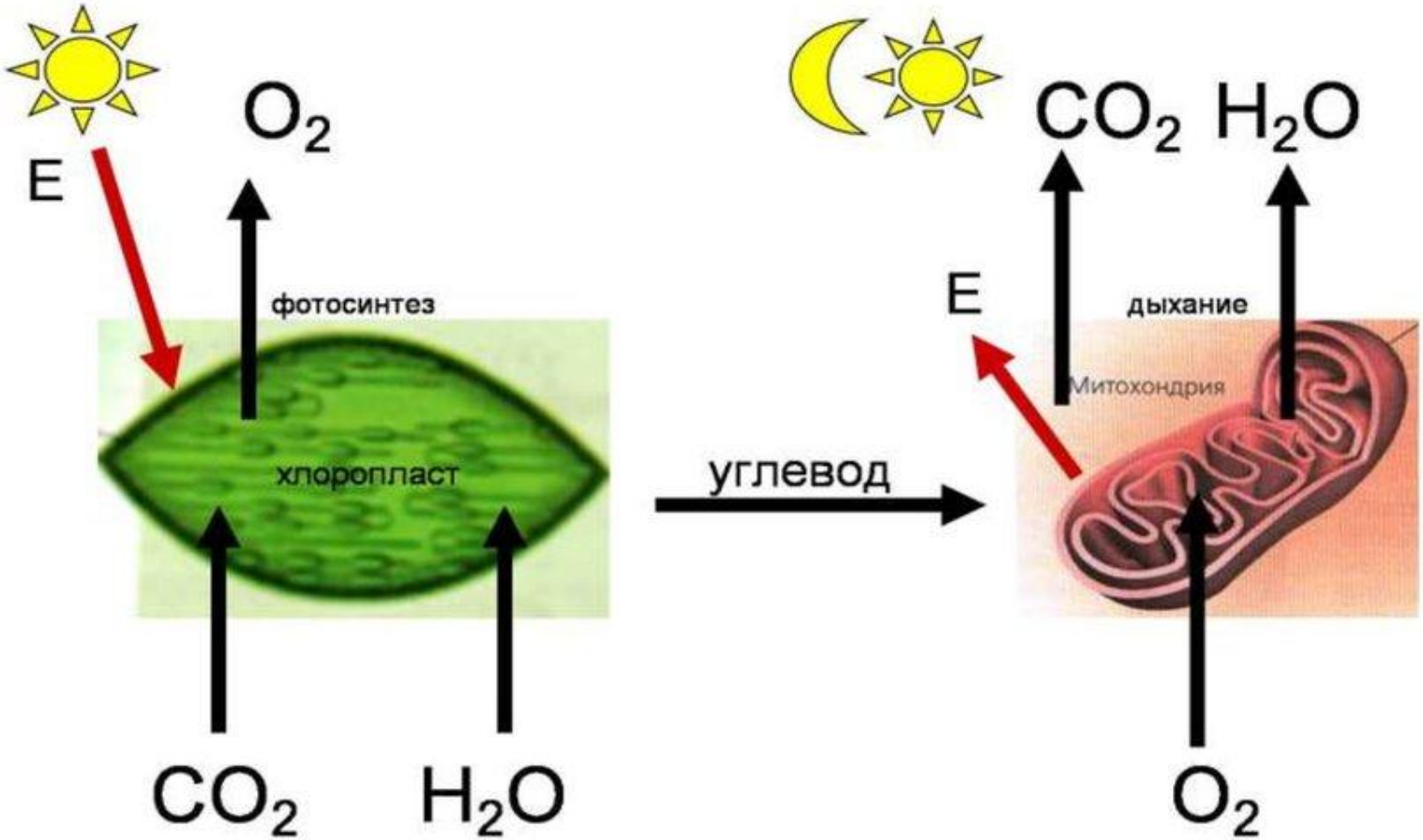
Фазы фотосинтеза



Фотосинтез

Световая фаза	Темновая фаза
Происходит в тилакоидах хлоропласта с участием солнечной энергии	Происходит в строме хлоропласта с участием химической энергии АТФ и НАДФ•H_2
Молекулы хлорофилла улавливают кванты солнечного света	В строме хлоропласта рибулозадифосфат фиксирует углекислый газ CO_2; образуется нестойкое соединение гексоза (C_6), которое распадается на триозы (С3).
Из хлорофилла выбивают электроны, которые перемещаются на внешний энергетический уровень, покидая его, концентрируются на внешней мембране тилакоида	Пять триоз путём циклических реакций дают три пентозы, которые накапливаются в строме хлоропласта. $5C_3 \rightarrow 3C_5$
Внутри тилакоида идёт процесс фотолиза воды. $H_2O = H^+ + OH^-$; $OH^- - e = OH^0$; $4OH^0 = 2H_2O + O_2\uparrow$. Кислород как побочный продукт выделяется в окружающую среду.	Вторая часть триоз идёт на синтез глюкозы. $2C_3 + 6НАДФ•H_2 = C_6H_{12}O_6$
Протон водорода H^+ по протонному каналу перемещается на внешнюю поверхность мембраны тилакоида (с помощью фермента АТФ-синтетаза). Присоединяет электрон $H^+ + e = H^0$	Все реакции сопровождаются расщеплением АТФ с выделением энергии АТФ + H_2O = АДФ + H_3PO_4 + **Энергия**, которая используется для реакций синтеза глюкозы
H^0 присоединяется к переносчику НАДФ = НАДФ•Н	
Энергия свободных электронов идёт на синтез АТФ АДФ + H_3PO_4 = АТФ + H_2O	
Происходит превращение солнечной энергии в энергию химических связей: НАДФ•Н и АТФ	

Суммарное уравнение процесса фотосинтеза

$$6H_2O + 6CO_2 = C_6H_{12}O_6 + 6O_2\uparrow$$

Сравнительная схема процессов фотосинтеза и дыхания.