

Энергетически

й

обмен

Урок в 10 классе

Учитель Юзковская И.Г.

углеводо

## **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

### Анаболизм

### Ассимиляция

Совокупность реакций биосинтеза

с поглощением энергии

Простые вещества  $(-Q)$  → сложные орг.вещ-ва

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

## Энергетический обмен

### Катаболизм

### Диссимиляция

Совокупность реакций

распада и окисления

с высвобождением

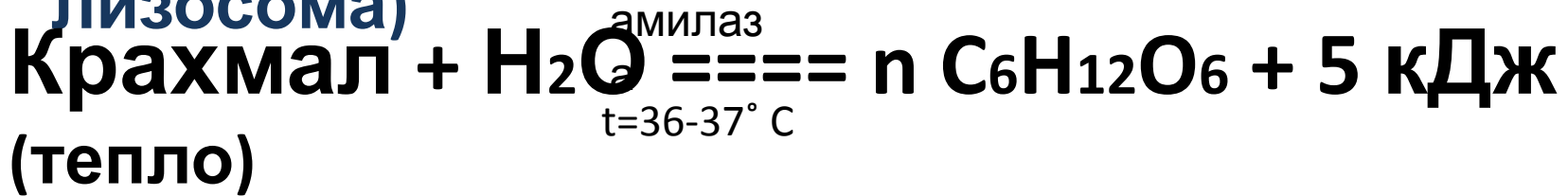
энергии  $(+Q)$   
Сложные орг.вещ-ва → простые орг.вещ-ва + Q  
Простые + O<sub>2</sub> = CO<sub>2</sub> + H<sub>2</sub>O + NH<sub>3</sub> + энергия

1. Энергетический обмен углеводов
2. Энергетический обмен жиров

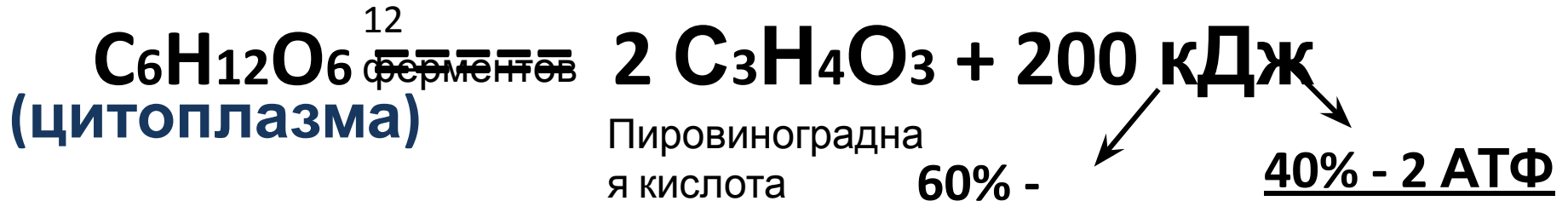
# Энергетический обмен

I этап - Подготовительный (ЖКТ,

лизосома)



II этап - Бескислородное дыхание,  
гликолиз,



У дрожжевых грибов – спиртовое

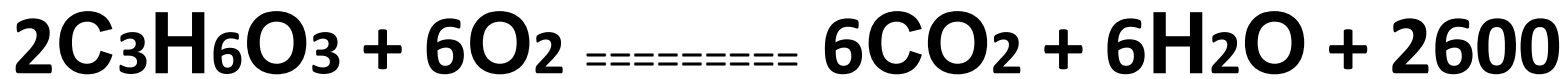


Молочнокислое брожение у молочнокислых бактерий, в клетках мышечной ткани при нехватке кислорода.



# III этап – Аэробное, кислородное дыхание, полное окисление

(митохондрия)



кДж

45% -  
тепло

55% - 36  
АТФ

Σ уравнение:



Механическая энергия

Световая энергия

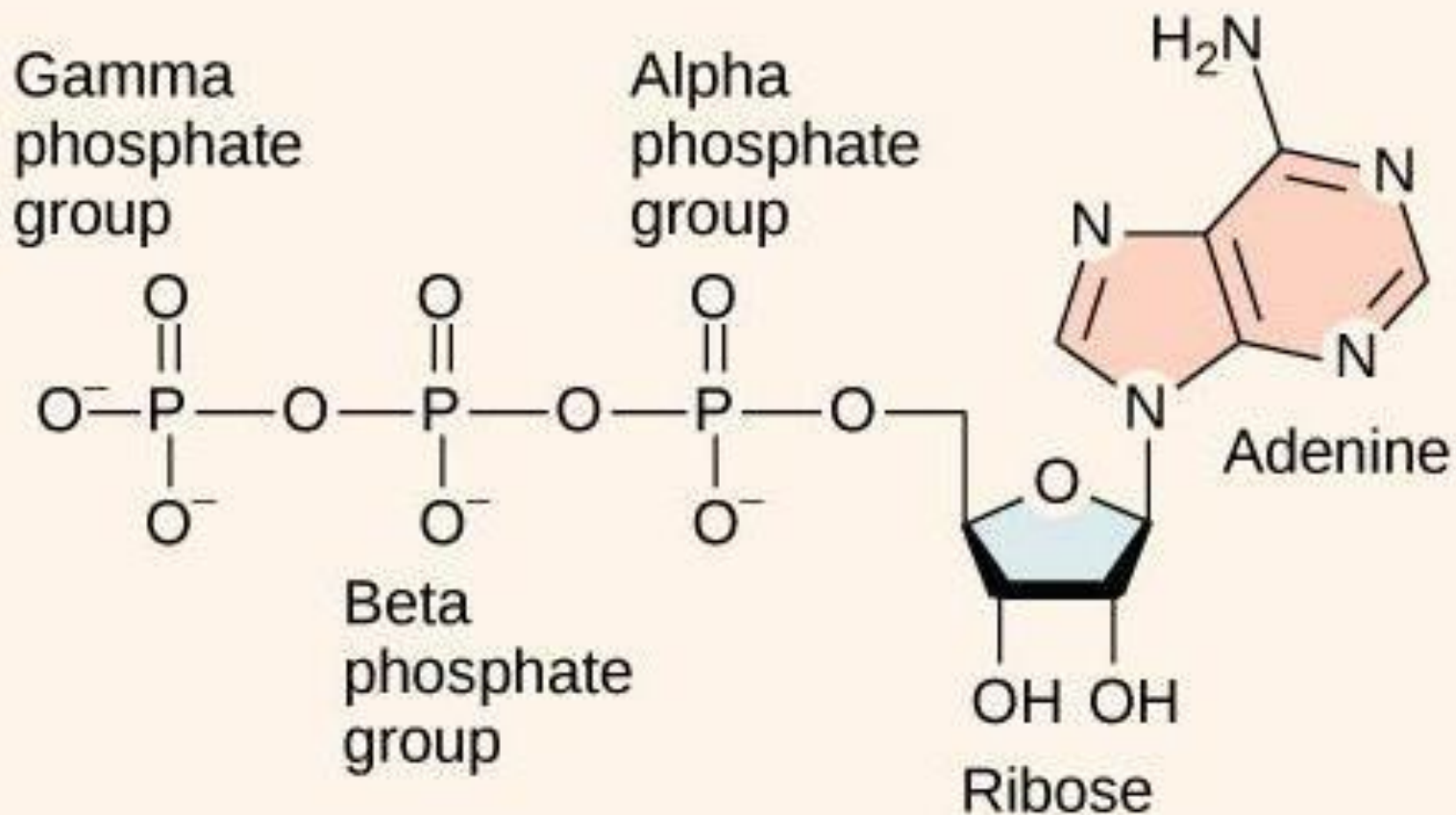
Тепловая энергия

Электрическая

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 связью 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 макроэнергетические связи (P~P~P), а в молекуле АДФ - одна (P~P). 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**

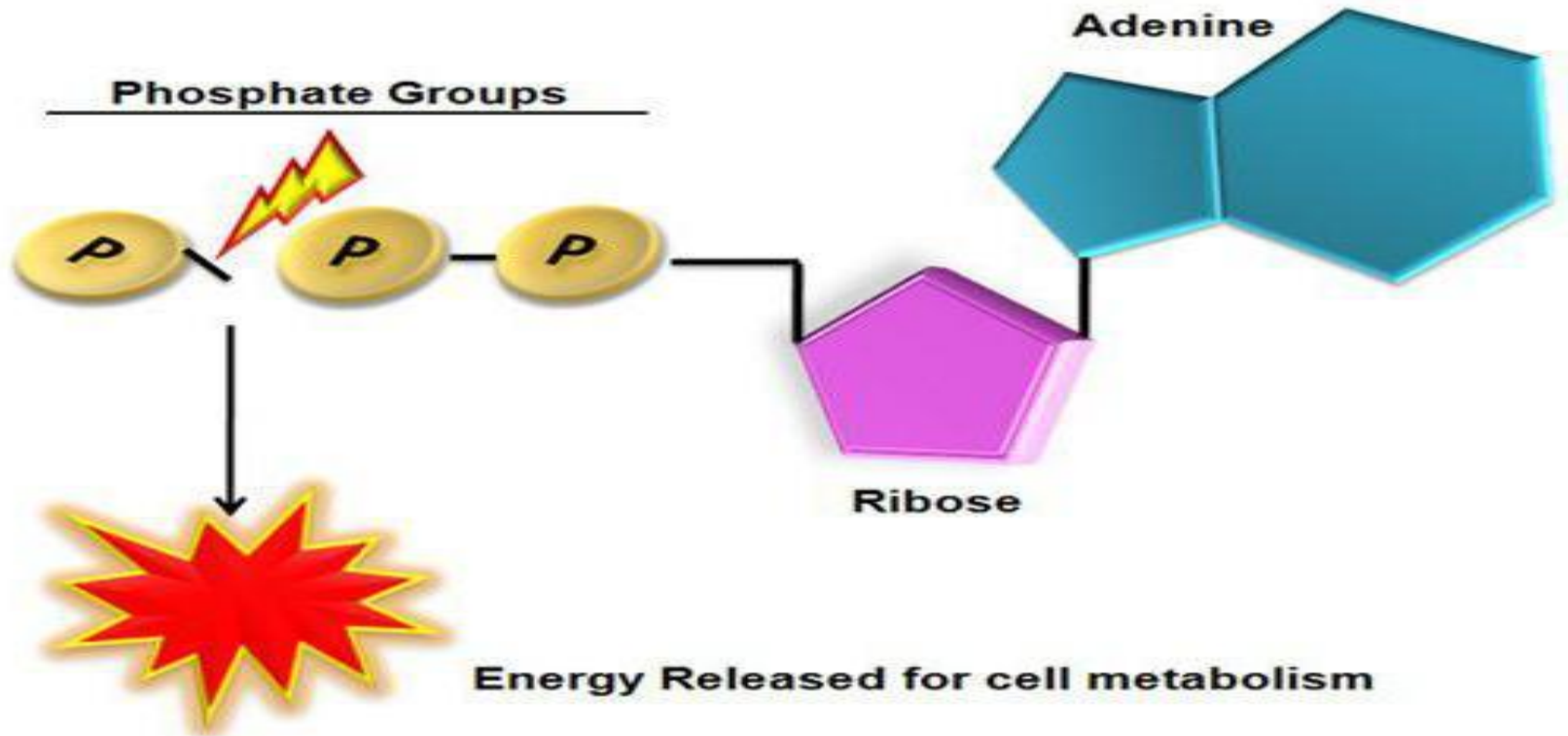
Кроме энергетической, АТФ может выполнять множество других функций в клетке.

Наряду с другими нуклеотидтрифосфатами трифосфат участвует в **построении нуклеиновой кислоты**. 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.

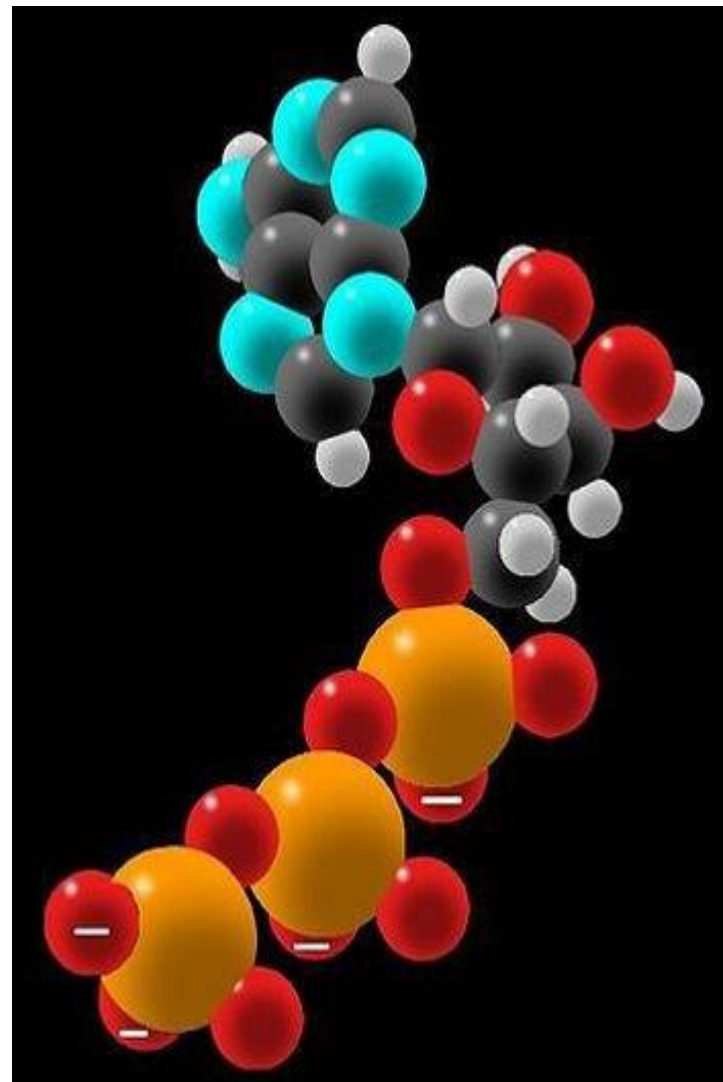
Поэтому синтез трифосфата – это важный процесс образования энергии в клетке.

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

А) органические вещества расщепляются  
обмен

Б) синтезируются белки и нуклеиновые кислоты  
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

#### Процессы обмена

1) пластический

2) энергетический

**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

А. Расщепление ПВК до  $\text{CO}_2$  и  $\text{H}_2\text{O}$

Б. Расщепление глюкозы до ПВК

дыхание

В. Синтез 2 молекул АТФ

Г. Синтез 36 молекул АТФ

Д. Происходит в митохондриях

Е. Происходит в цитоплазме

### Этап обмена

1) гликолиз

2) кислородное

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  
подготовительный

1)

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 пирувиноградной кислоты

Е) ра

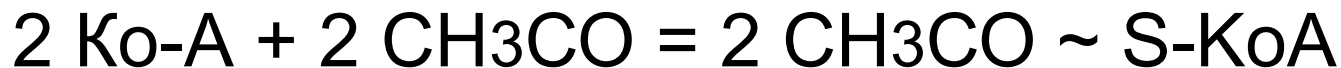
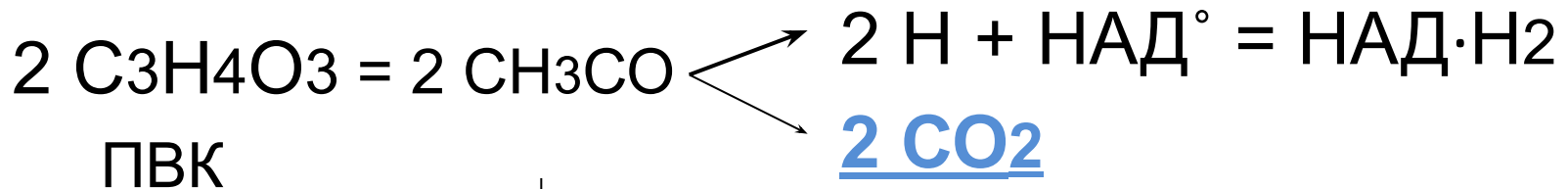
А	Б	В	Г	Д	Е
2	1	1	2	2	1

## Аэробное дыхание (полное окисление)

1. Декарбоксилирование (отделение  $\text{CO}_2$ )
2. Цикл Кребса (трикарбоновых кислот)
3. Дыхательная цепь

### 1. Окислительное декарбоксилирование

- 1) Дегидрирование (отщепление «H»)
- 2) Декарбоксилирование (отщепление « $\text{CO}_2$ »)

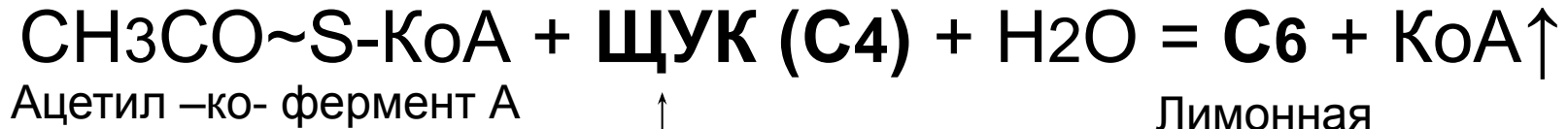


Двууглеродная  
ацетильная  
группа

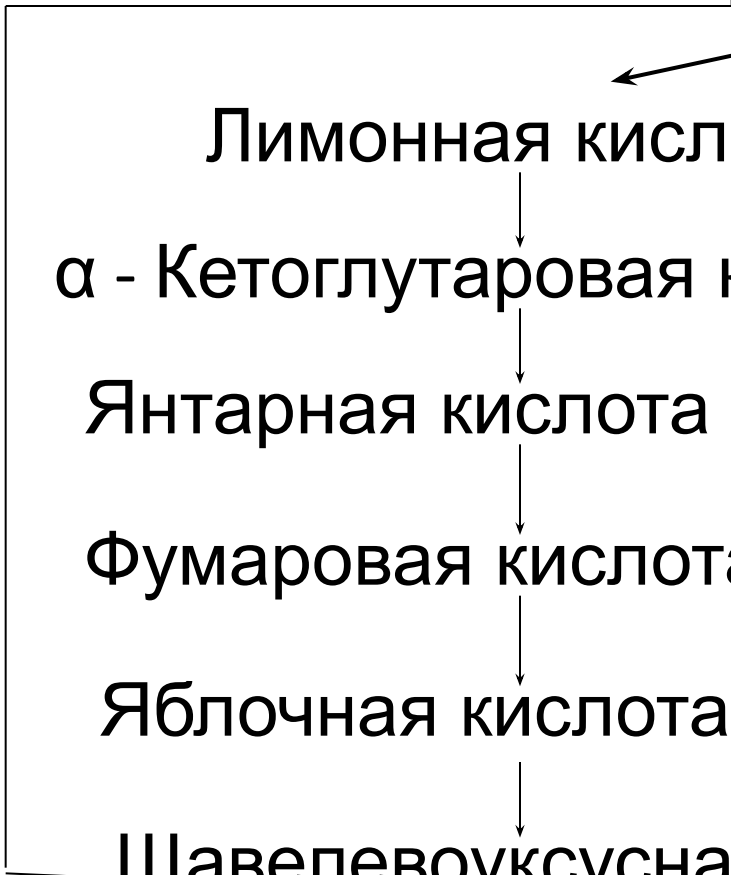
Ацетил –ко- фермент А



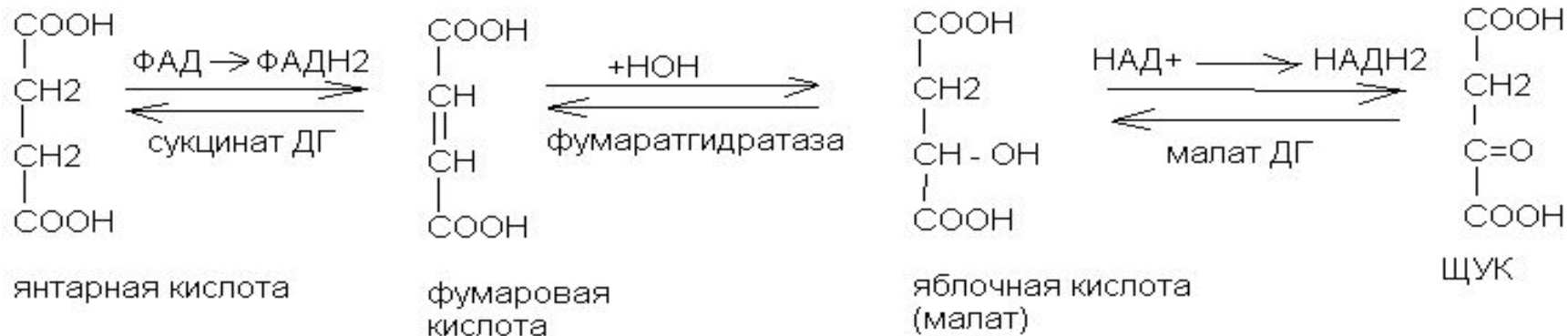
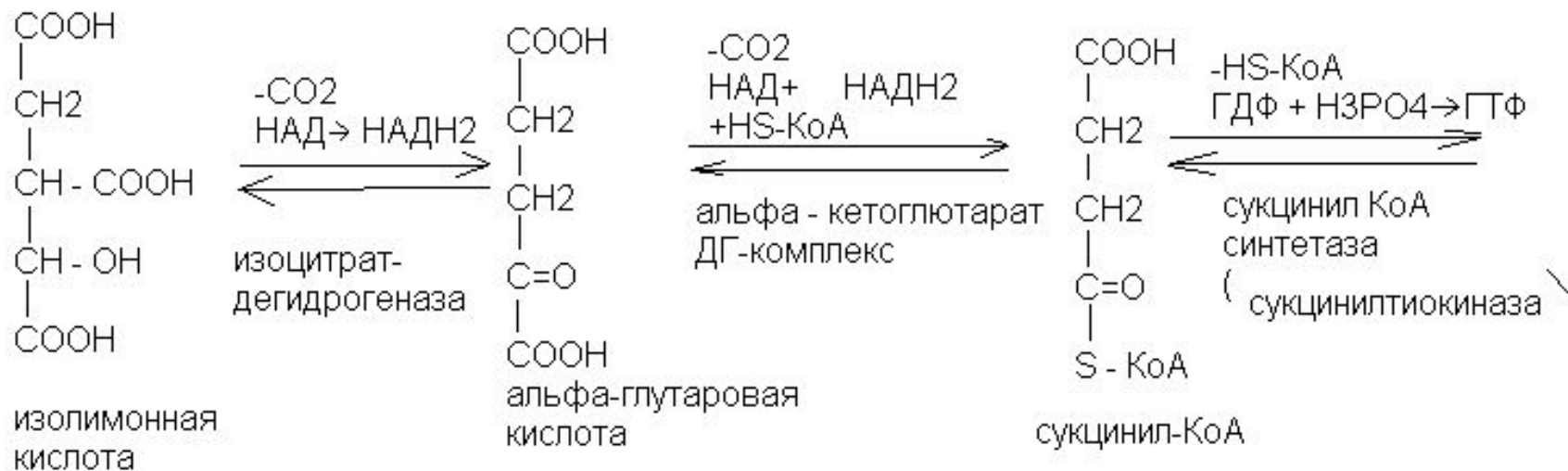
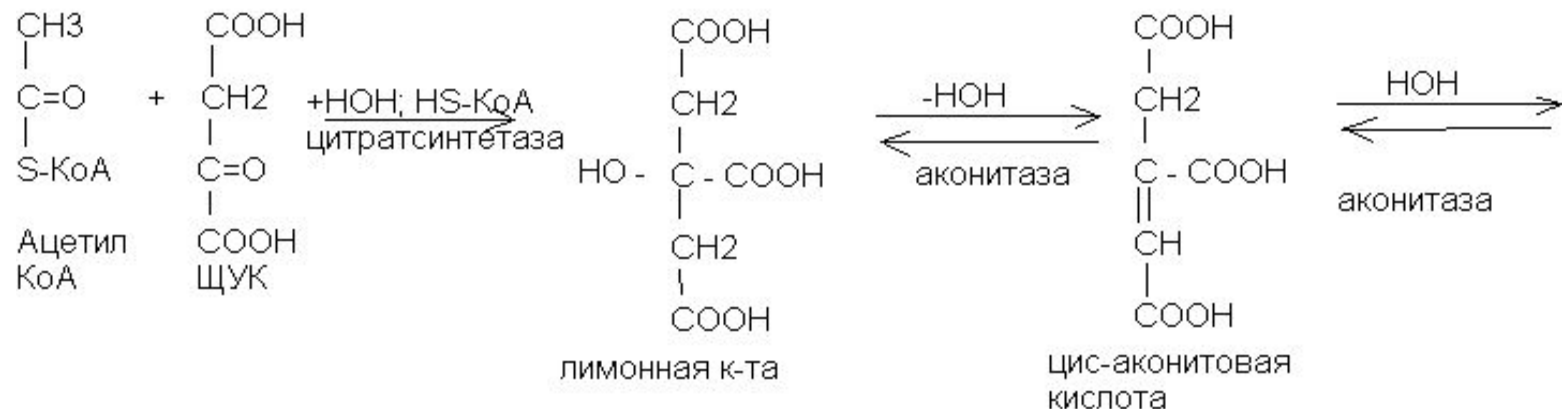
## 2. Цикл Кребса



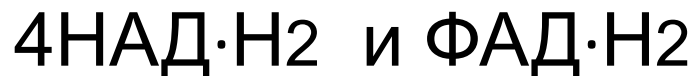
Лимонная  
кислота



# Химизм цикла Кребса (цикла трикарбоновых кислот)

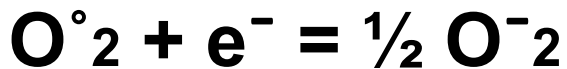


### 3. Дыхательная цепь

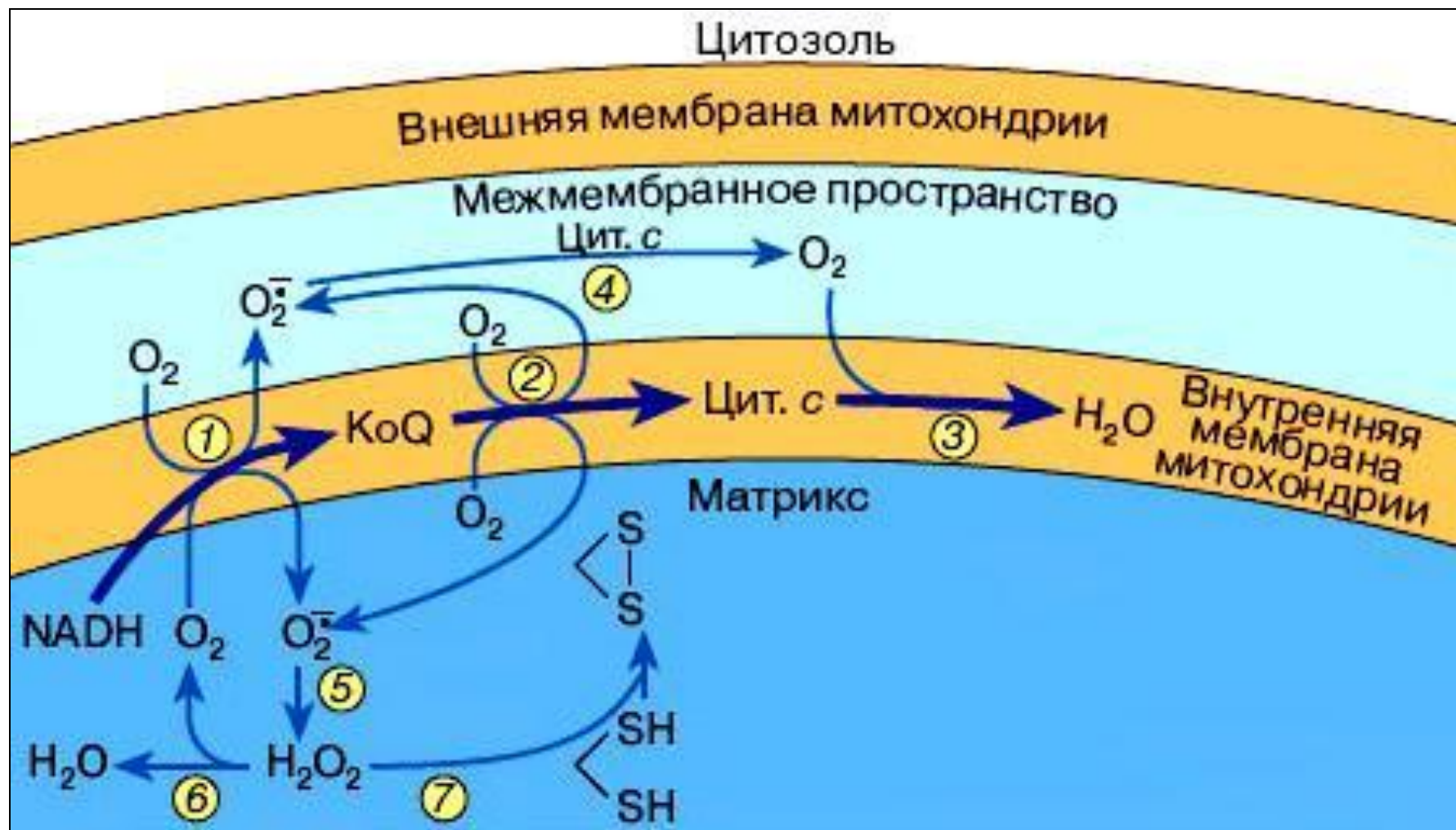


«-» электрическое поле

H<sup>+</sup>, АТФ-синтетаза



Q



# ФОТОСИНТЕЗ

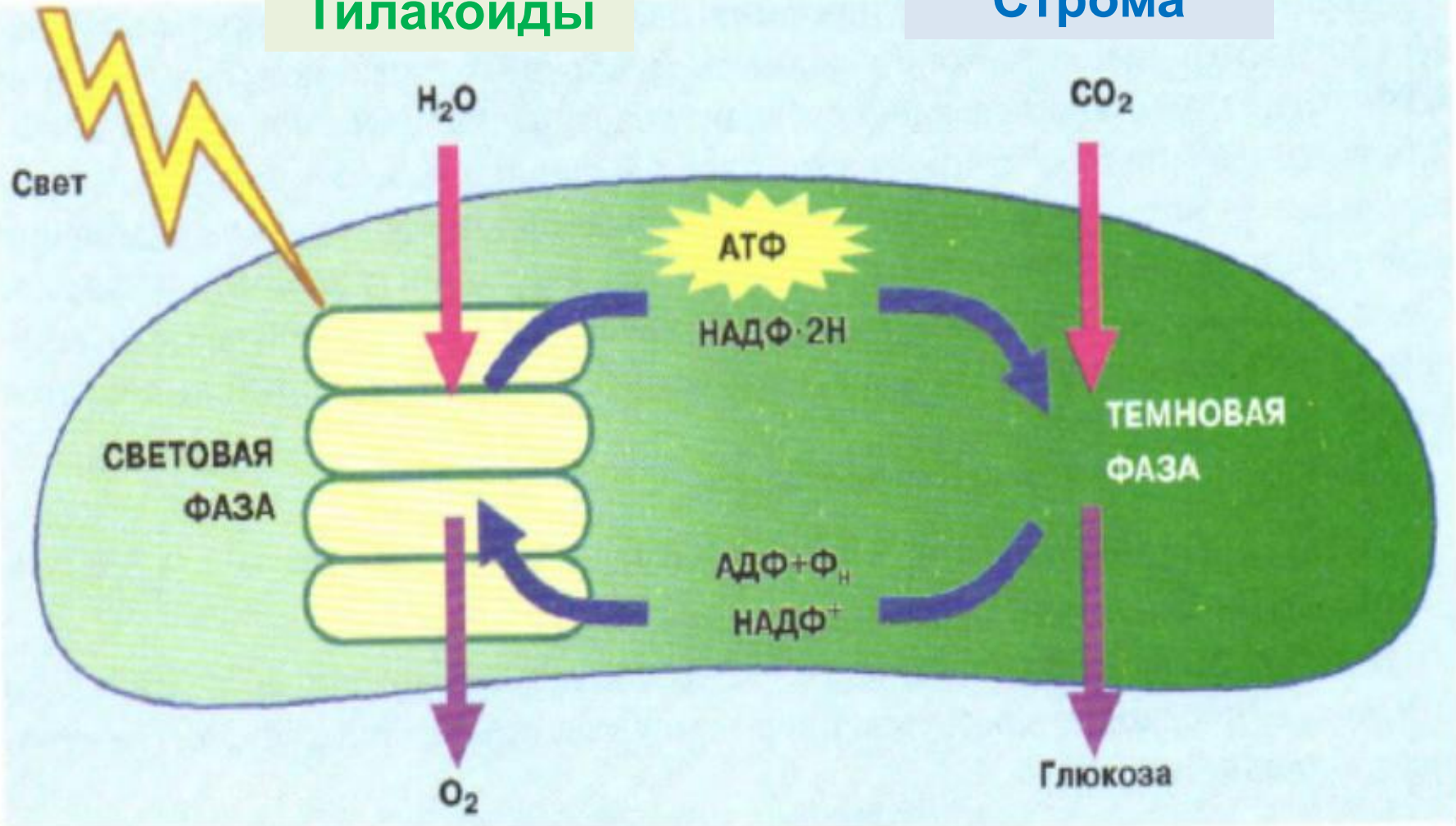
Схема фотосинтеза (с греческого «фотос» – свет и «синтез» – связывание)



# Фазы фотосинтеза

Тилакоиды

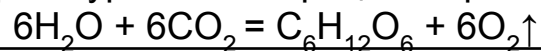
Строма



# Фотосинтез

Световая фаза	Темновая фаза
Происходит в тилакоидах хлоропласта с участием солнечной энергии	Происходит в строме хлоропласта с участием химической энергии АТФ и НАДФ•Н <sub>2</sub>
Молекулы хлорофилла улавливают кванты солнечного света	В строме хлоропласта рибулозадифосфат фиксирует углекислый газ CO <sub>2</sub> ; образуется нестойкое соединение гексоза (C <sub>6</sub> ), которое распадается на триозы (C <sub>3</sub> ).
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 <sub>3</sub> → 3C <sub>5</sub>
Внутри тилакоида идёт процесс фотолиза воды. H <sub>2</sub> O = H <sup>+</sup> + OH <sup>-</sup> ; OH <sup>-</sup> - e = OH <sup>0</sup> ; 4OH <sup>0</sup> = 2H <sub>2</sub> O + O <sub>2</sub> ↑. Кислород как побочный продукт выделяется в окружающую среду.	Вторая часть триоз идёт на синтез глюкозы. 2C <sub>3</sub> + 6НАДФ•Н <sub>2</sub> = C <sub>6</sub> H <sub>12</sub> O <sub>6</sub>
Протон водорода H <sup>+</sup> по протонному каналу перемещается на внешнюю поверхность мембраны тилакоида (с помощью фермента АТФ-синтетаза). Присоединяет электрон H <sup>+</sup> + e = H <sup>0</sup>	Все реакции сопровождаются расщеплением АТФ с выделением энергии АТФ + H <sub>2</sub> O = АДФ + H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub> + <b>Энергия</b> , которая используется для реакций синтеза глюкозы
H <sup>0</sup> присоединяется к переносчику НАДФ = НАДФ•Н	
Энергия свободных электронов идёт на синтез АТФ АДФ + H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub> = АТФ + H <sub>2</sub> O	
Происходит превращение солнечной энергии в энергию химических связей: НАДФ•Н и АТФ	

Суммарное уравнение процесса фотосинтеза



# Сравнительная схема процессов фотосинтеза и дыхания.

