

# Энергетический обмен

# Типы питания организмов:

*автотрофное*



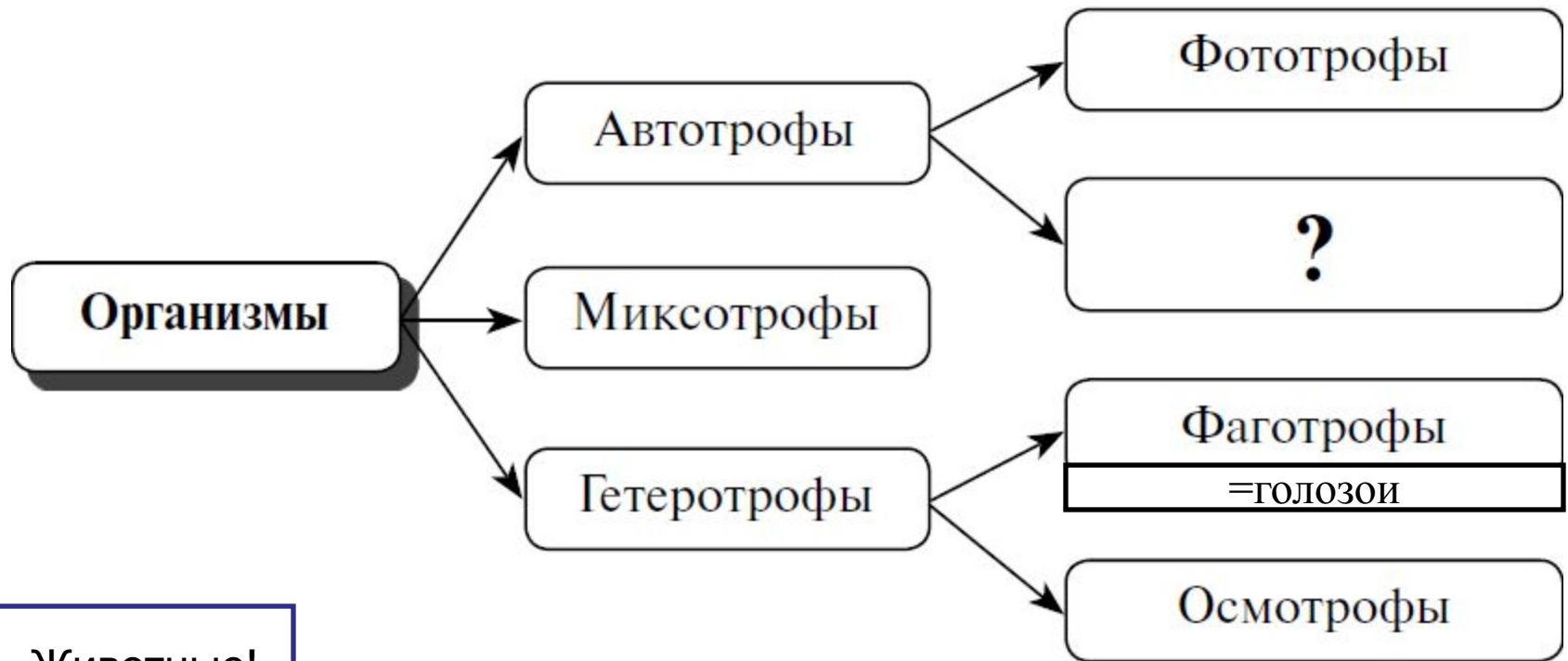
*гетеротрофное*



# Типы питания

## КЛАССИФИКАЦИЯ ОРГАНИЗМОВ ПО СПОСОБУ ПИТАНИЯ



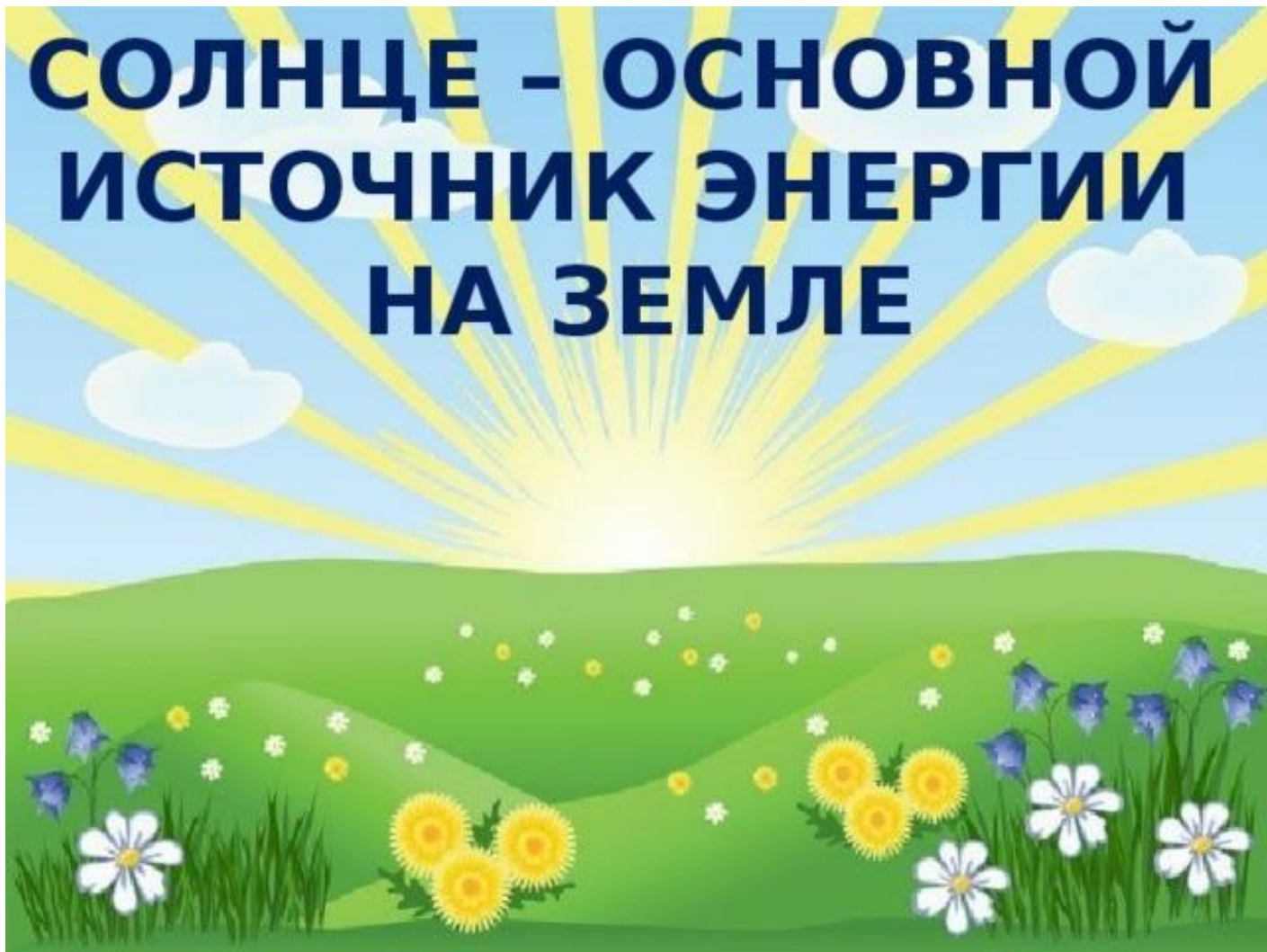


Животные!

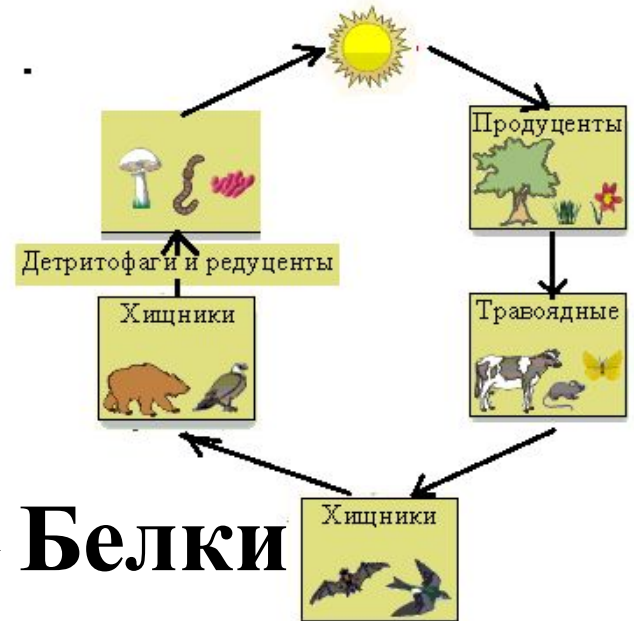
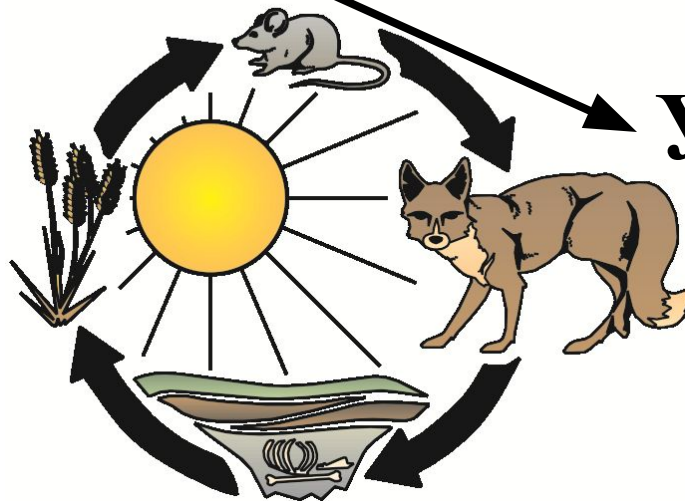
- Голозойный тип и фагоцитоз: заглатывание органических частиц, их последующее переваривание и экскреция неусвоенного остатка;
- Осмотрофный тип: всасывание питательных веществ всей поверхностью клетки

Грибы!

# **СОЛНЦЕ - ОСНОВНОЙ ИСТОЧНИК ЭНЕРГИИ НА ЗЕМЛЕ**



**Солнечная  
энергия**  
↓  
**Фотосинтез**  
↓  
**Энергия  
органических  
веществ**



**Белки**  
**Жиры**  
**Углеводы**

# Метаболизм



**Анаболизм**

**Пластический  
обмен**

**Ассимиляция**

**Катаболизм**

**Энергетический  
обмен**

**Диссимиляция**

# ДЫШАТ ВСЕ ЖИВЫЕ ОРГАНИЗМЫ!!!

Роль: обеспечить клетку энергией.

Выделяется: углекислый газ

## Цель опыта:

1. Опытным путём доказать, что все органы растения дышат.
2. Подтвердить выделение углекислого газа качественной реакцией на известковую воду.

## Материалы и оборудование:

1. Комнатное растение (драцена).
2. Корнеплоды моркови.
3. Прорастающие семена фасоли.
4. Стеклоянные банки.
5. Календарь.
6. Известковая вода.
7. Шкаф.



## Описание опыта:

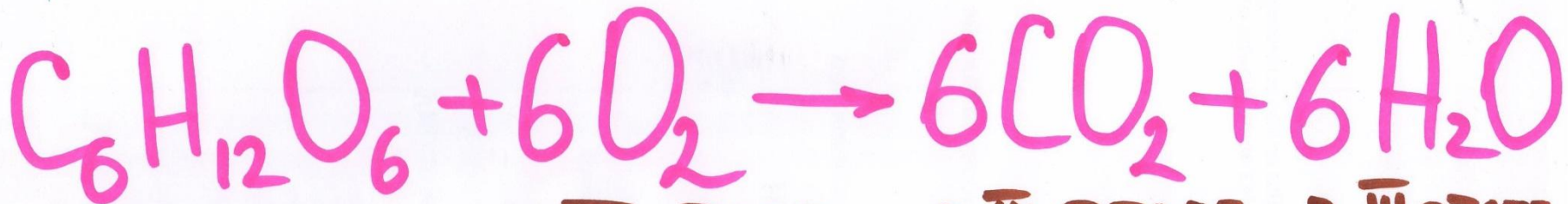
Необходимо взять четыре стеклянные банки. В первую помещают 30–40 набухших, прорастающих семян фасоли. Во вторую кладут корнеплоды моркови, выдержанные перед этим 2–3 дня в воде. В третью банку помещают свежесрезанный стебель с листьями. Четвёртую банку оставляют пустой. В каждую банку опускают стакан с известковой водой. Плотнo закрывают банки крышками и ставят в тёмное тёплое место. Через сутки проверяют, изменился ли состав воздуха в банках.



# Этапы энергетического обмена:

1. Подготовительный
2. Бескислородный
3. Кислородное расщепление

# ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ ОБМЕН



ГЛЮКОЗА

В III ЭТАПЕ

В III ЭТАПЕ

В III ЭТАПЕ

3. ОКИСЛ. ФОСФОР-Е

2. ЦИКЛ КРЕБСА Ч

3. ОКИСЛ. ФОСФ-Е

I. ПОДГОТОВ.

1. ОБР-Е АЦЕТИЛ КОА

II.  $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 \rightarrow 2\text{ПВК}$ . 2 АТФ

III.  $2\text{ПВК} \rightarrow \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$  36 АТФ

ИТОГ:

В РЕЗУЛЬТАТЕ ПОЛНОГО ОКИСЛ-Я

43 1 гл. — 38 АТФ

# Первый этап.

## Подготовительный этап:

**Белки** —————→ **аминокислоты**

**Липиды** —————→ **глицерин + жирные кислоты**

**Углеводы** —————→ **глюкоза**

## *Анаболизм*

## *Катаболизм*

**Белки ← аминокислоты → CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>O, NH<sub>3</sub>**

**Липиды ← глицерин + жирные кислоты → CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>O**

**Углеводы ← глюкоза → CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>O**

участвуют гидролитические ферменты!!!

Вся высвобождающаяся при этом энергия рассеивается в виде тепла.

# Взаимосвязь анаболизма и катаболизма:

## *Метаболизм*



**Какова взаимосвязь между пластическим и энергетическим обменом веществ? Аргументируйте свой ответ.**

- 1) Для реакций пластического обмена (для синтеза веществ) нужна энергия АТФ, которая образуется в результате энергетического обмена.
- 2) А для реакций энергетического обмена (для распада веществ) нужны вещества, которые синтезируются в результате пластического обмена.
- 3) В результате пластического обмена (биосинтеза белков) образуются ферменты, которые участвуют в реакциях энергетического обмена.

# АТФ:

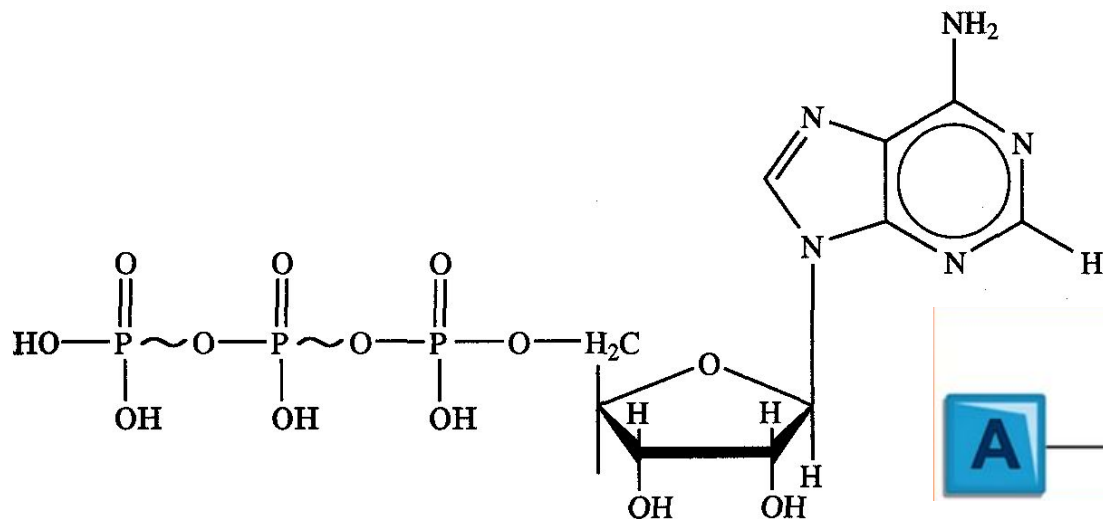
аденин

рибоза

3 остатка  
фосф. кислоты

азотистое  
основание

углевод





# КЛЕТОЧНОЕ ДЫХАНИЕ

ЛИЗ

I. В ЛИЗОСОМАХ  
ПОДГОТОВИТЕЛЬН.

ГИДРОЛИТИЧ. (ПИЩ.) ФЕРМЕНТЫ

ЛИЗ

Белки → аминокисл.

Углеводы → глюкоза

Пр. жиры →

глицерин + жир. кислоты

E ~ ~ ~ → тепло

ЛИЗОСОМЫ И ПИЩ. СИСТ.





# **Второй этап.**

## **Бескислородный этап.**

- **Гликолиз**
- **Неполное расщепление**
- **Анаэробное дыхание**

**Или брожение (некоторые  
грибы, бактерии)**

# Гликолиз:



Молочная

кислота

# Энергия

```
graph TD; A[Энергия] --> B[60%]; A --> C[40%]; B --> D[выделяется в виде тепла]; C --> E[идет на синтез АТФ]
```

**60%**

**выделяется в  
виде тепла**

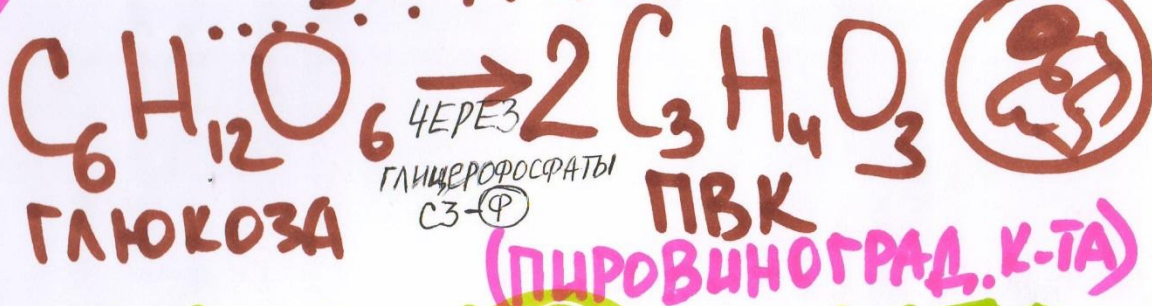
**40%**

**идет на синтез  
АТФ**

# II. ГЛИКОЛИЗ (БЕСКИСЛОРОДНОЕ ОКИСЛЕНИЕ ГЛЮКОЗЫ)

= АНАЭРОБНЫЙ

В ЦИТОПЛАЗМЕ



ПРИСОЕДИНЕНИЕ Р = СУБСТРАТНОЕ  
ФОСФОРИЛИРОВАНИЕ

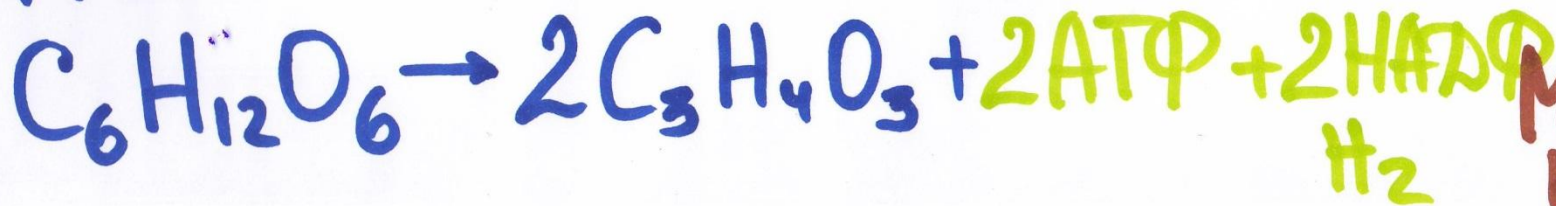
ФЕРМЕНТЫ!

БЕЗ МЕМБРАН!

ГИАЛОПЛАЗМА



ИТОГ:



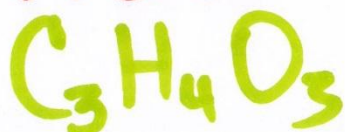
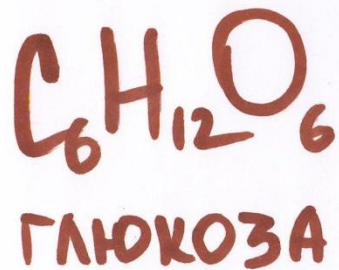
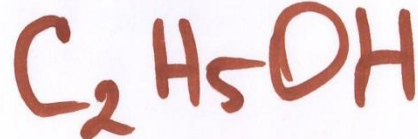
МОЛОЧ. К-ТА!

# ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ ОБМЕН У ОРГАНИЗМОВ

СПИРТОВОЕ

У ДРОЖЖЕЙ: ЭТИЛОВЫЙ СПИРТ +  $\text{CO}_2$  + 2 АТФ!

БРОЖЕНИЕ  
(АНАЭРОБЫ)

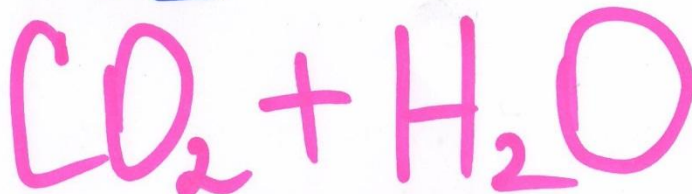


У МОЛОЧНОКИСЛЫХ БАКТ.  
ЖИВ-Х И ВЫСШ. РАСТЕНИЙ



У АЭРОБОВ +  $\text{O}_2$

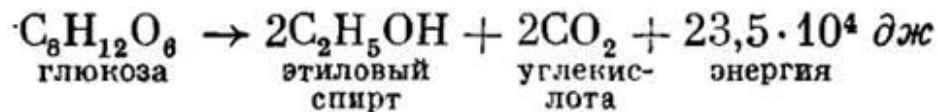
В МИТОХОНДРИ-  
ЯХ



+ 38 АТФ!!! ВЫГОДНО!

# Брожение

Спиртовое брожение (осуществляется дрожжами и некоторыми видами бактерий), в ходе него пируват расщепляется на этанол и двуокись углерода. В результате получается реакция:

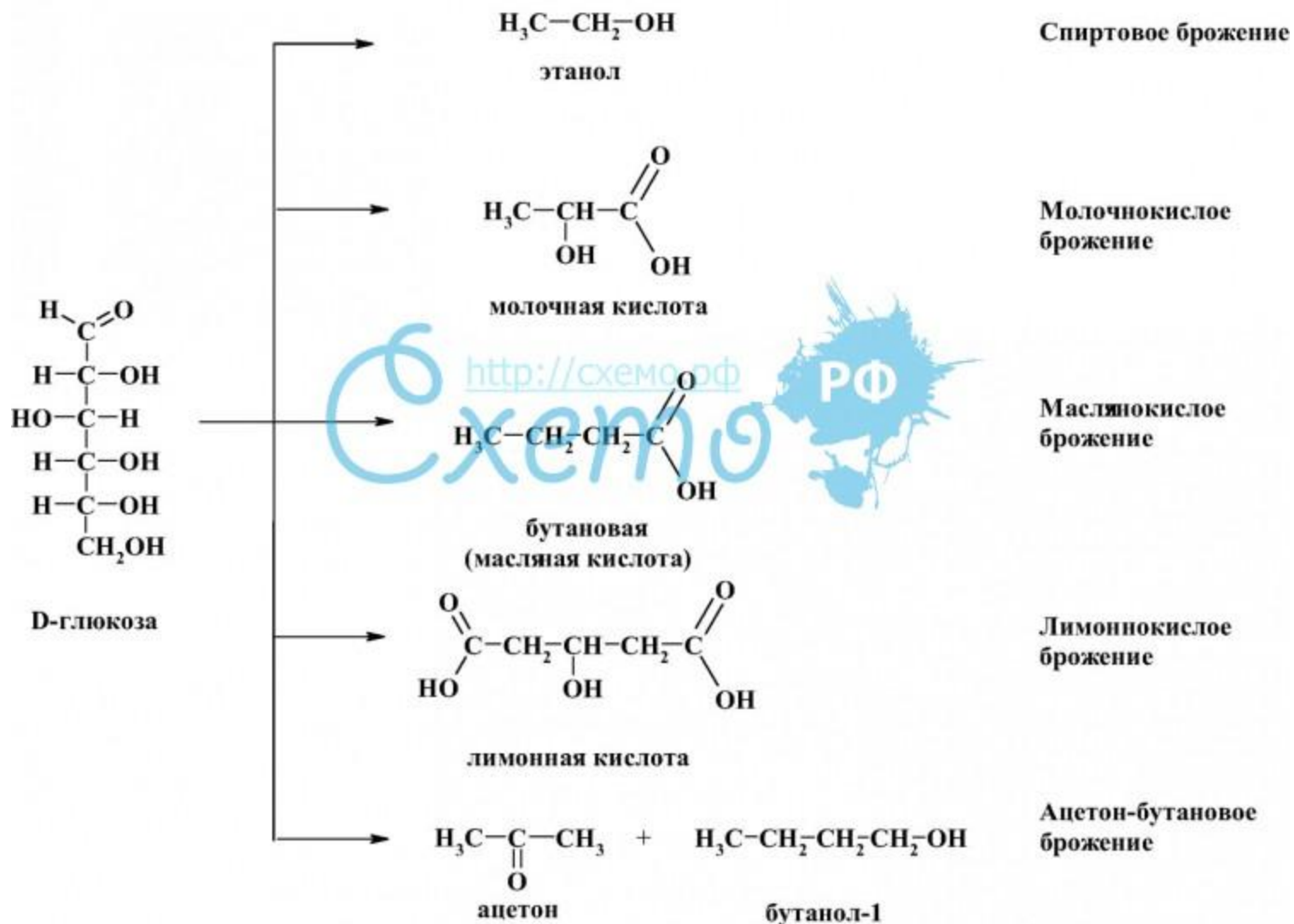


В. Пивоварение

- ▶ **Молочнокислое брожение** ГЛЮКОЗЫ с образованием молочной кислоты происходит под влиянием ферментов молочнокислых бактерий и используется в пищевой промышленности:



## ВИДЫ БРОЖЕНИЯ ГЛЮКОЗЫ

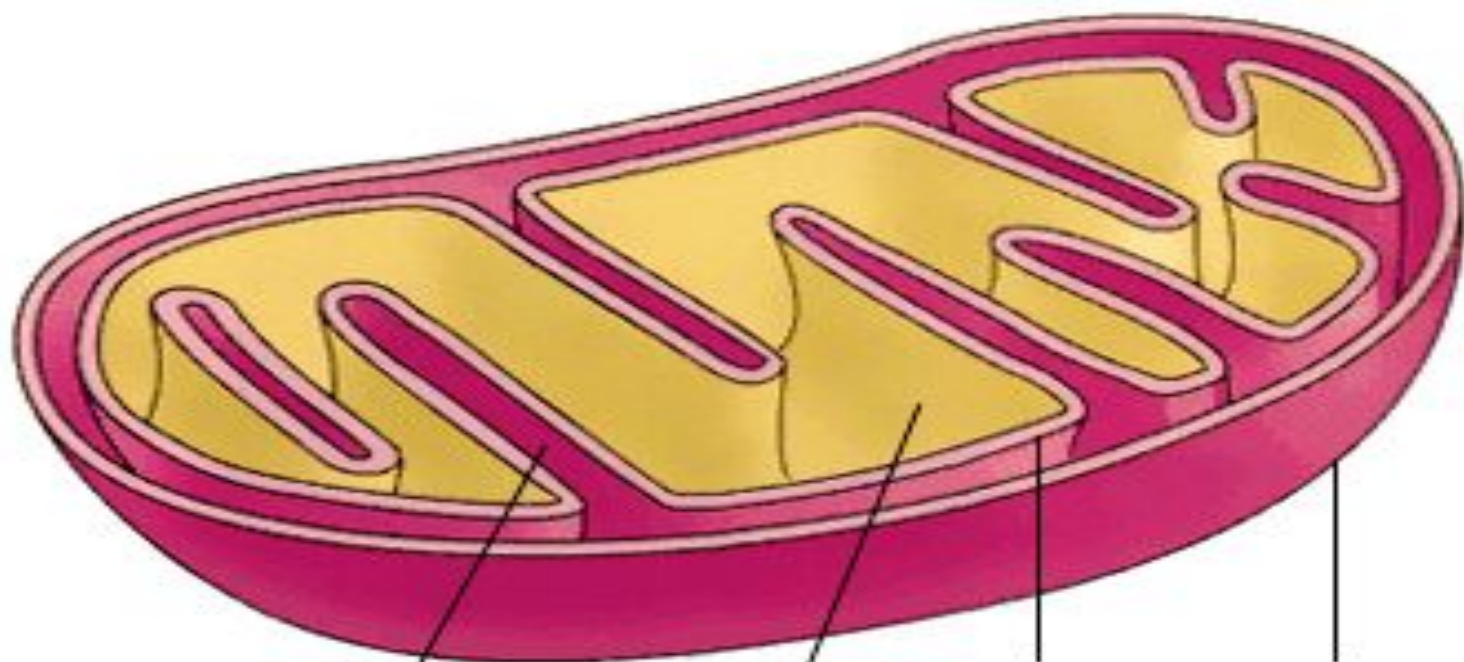




# Третий этап.

## Кислородное расщепление:

- Гидролиз
- Аэробное дыхание

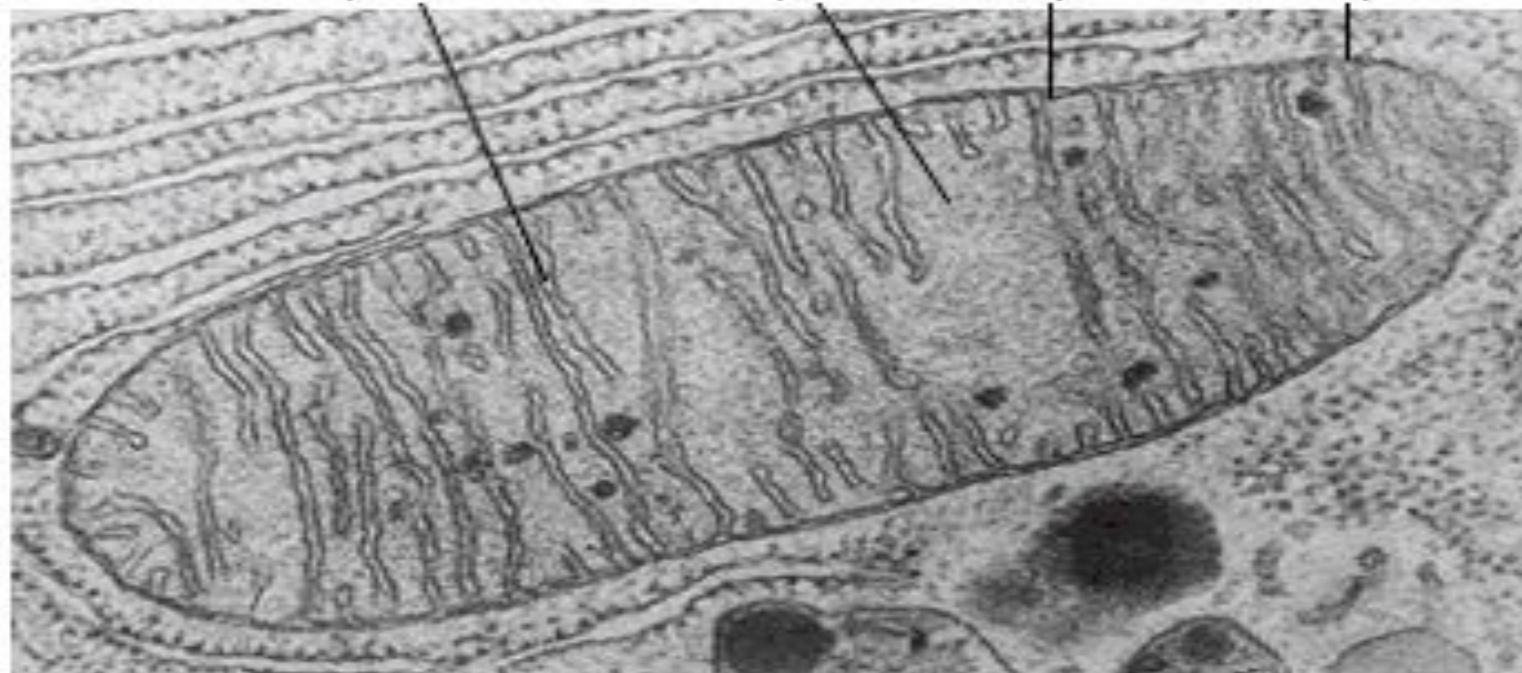


Кри́ста

Матрикс

Внутренняя мембрана

Внешняя мембрана



# **Условия:**

- **Участие ферментов**
- **Участие молекул-переносчиков**
- **Наличие кислорода**
- **Целостность митохондриальных мембран**

# **Стадии аэробного дыхания:**

- 1) Окислительное  
декарбоксилирование**
- 2) Цикл Кребса**
- 3) Электронтранспортная цепь**

# Окислительное декарбоксилирование

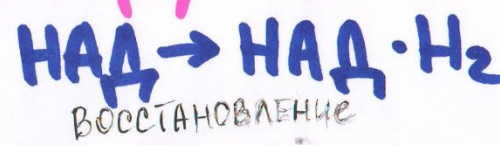
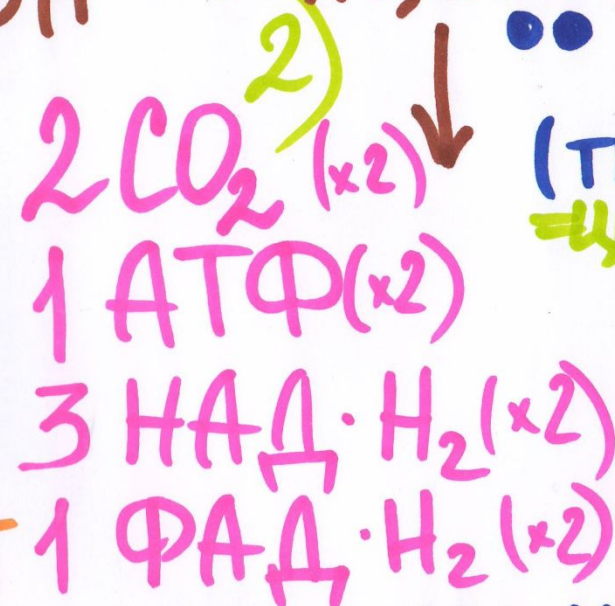


Это биохимический процесс, заключающийся в отщеплении одной молекулы углекислого газа (CO<sub>2</sub>) от молекулы пирувата и присоединения к декарбоксилированному пирувату кофермента А (CoA) с образованием ацетил-CoA.

# III АЭРОБНЫЙ ЭТАП (КИСЛОРОДН.)



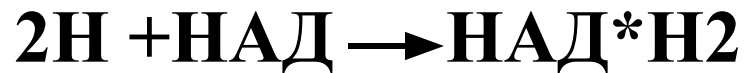
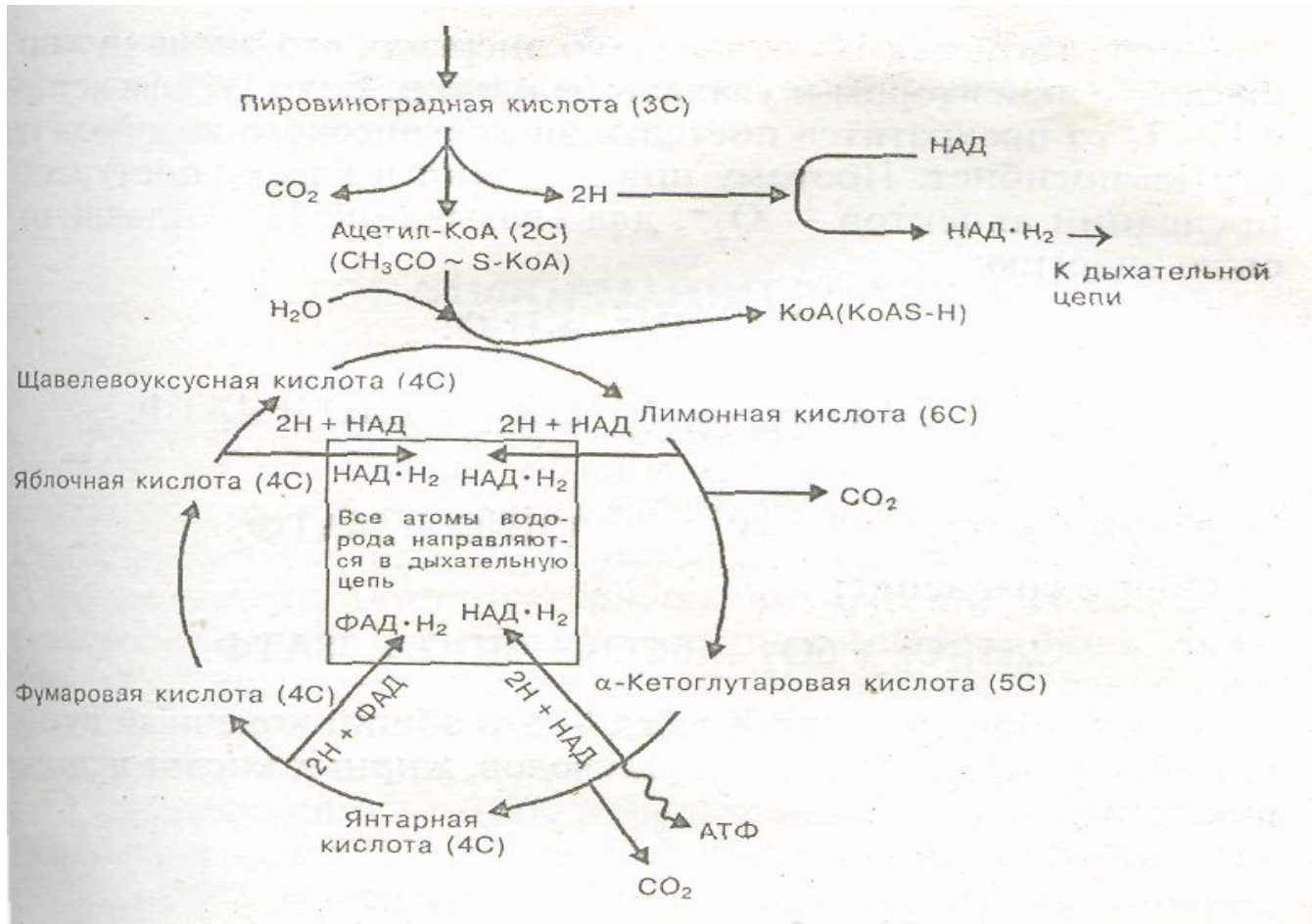
ЦИКЛ КРЕБСА  
(ТРИКАРБОНОВЫХ КИСЛОТ)  
= ЦИКЛ ЛИМОННОЙ КИСЛОТЫ



- III. ИТАК: АЭР. ЭТАП
- I. ПВК → АЦЕТИЛКОА  
= окислительное декарбоксилирование
  - II ЦИКЛ КРЕБСА
  - III ОКИСЛИТЕЛЬНОЕ ФОСФОРИЛИРОВАНИЕ



# Цикл Кребса:



# Цикл Кребса



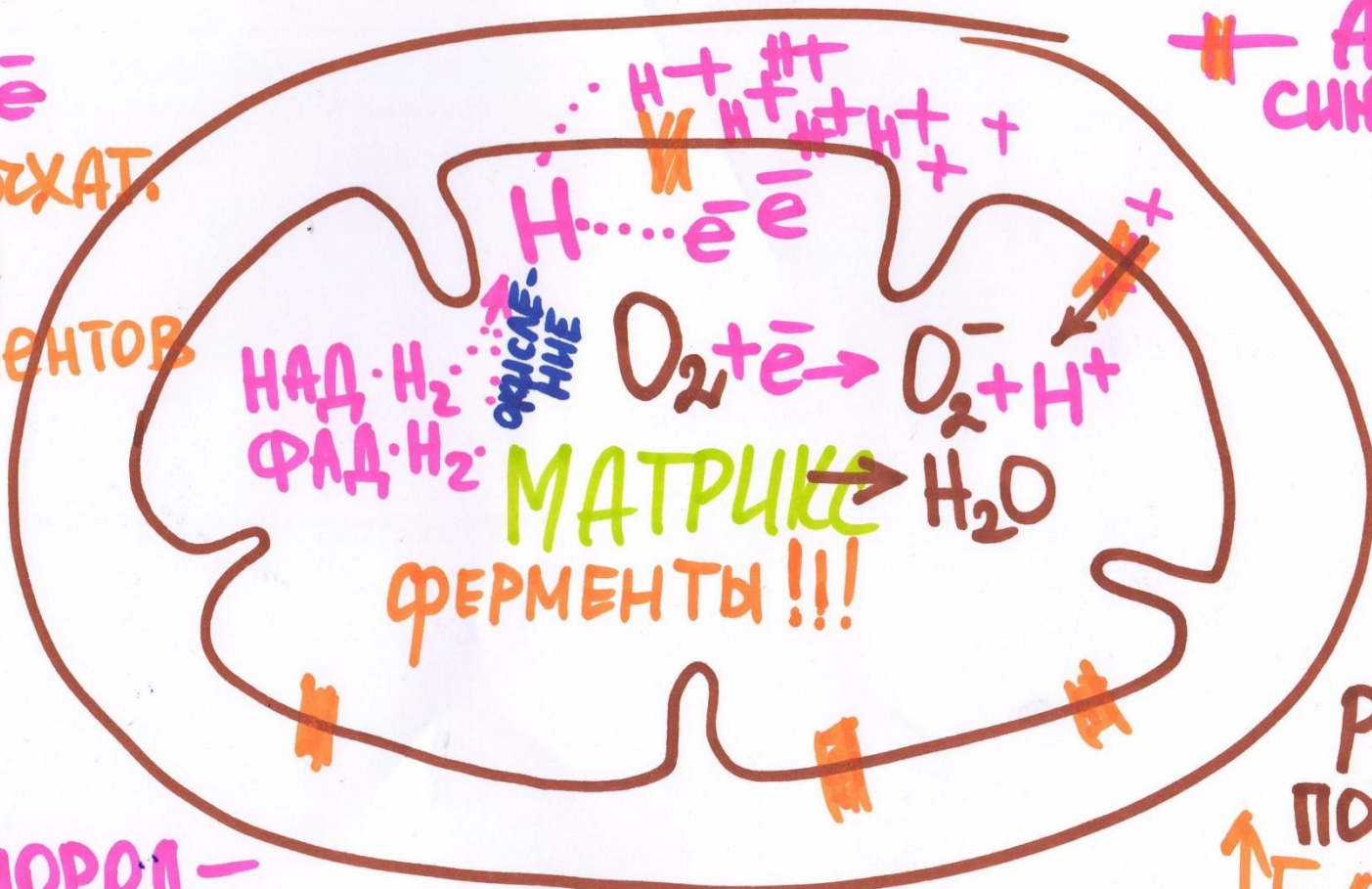


# III АЭРОБНЫЙ ЭТАП

= НА МЕМБРАНАХ

## III ЭТАП: Окислительное фосфорилирование

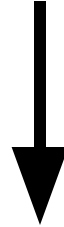
H...e<sup>-</sup>  
по дыхат.  
цепи  
ФЕРМЕНТОВ



Кислород-



**Электронтранспортная цепь**



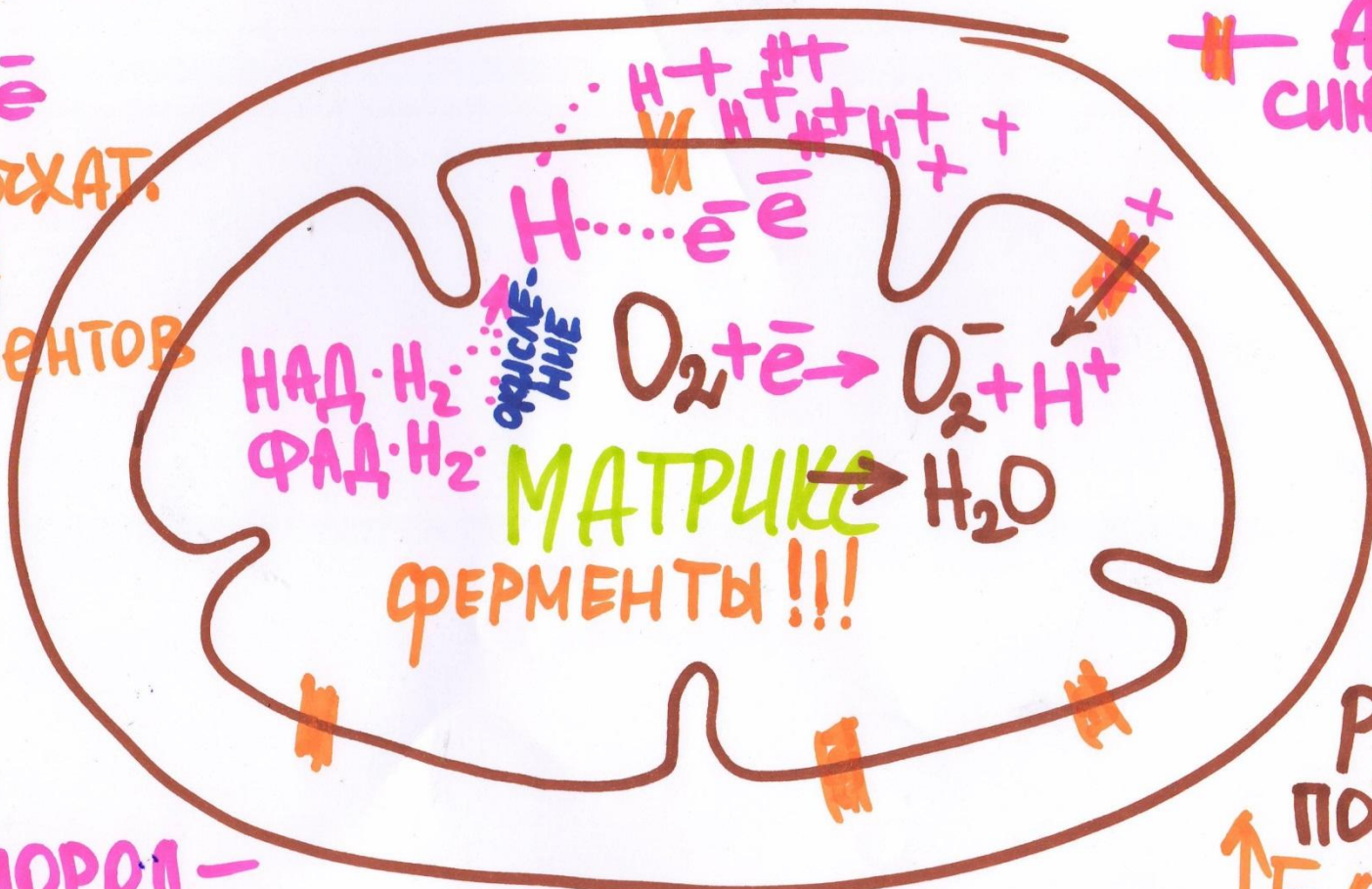
**В митохондриях**

# III АЭРОБНЫЙ ЭТАП

= НА МЕМБРАНАХ

## III ЭТАП: Окислительное фосфорилирование

H...e<sup>-</sup>  
по дыхат.  
цепи  
ФЕРМЕНТОВ



РАЗНИЦА  
ПОТЕНЦИА-  
ЛОВ!  
↑ E ←

Кислород-



# Выделение энергии:

**2600 кДж - на 2 моля**



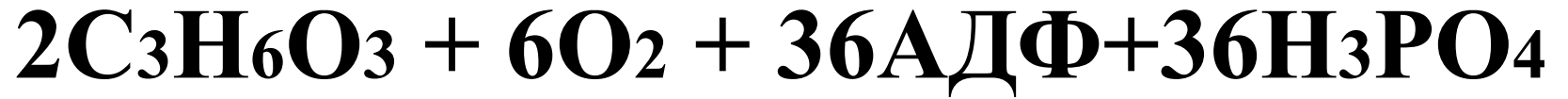
**45%**

**Рассеивается  
в виде тепла**

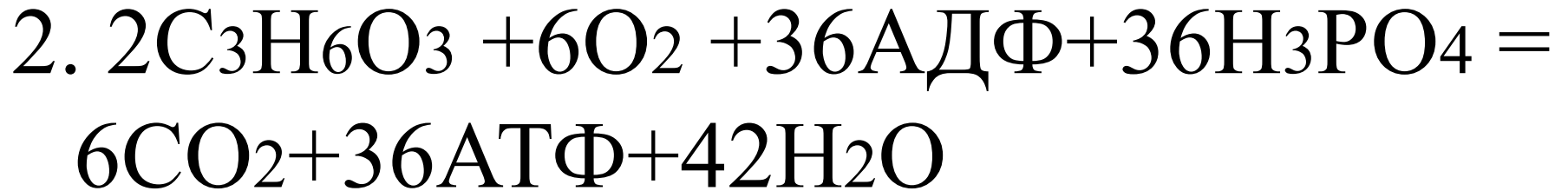
**55%**

**Сберегается  
в виде АТФ**

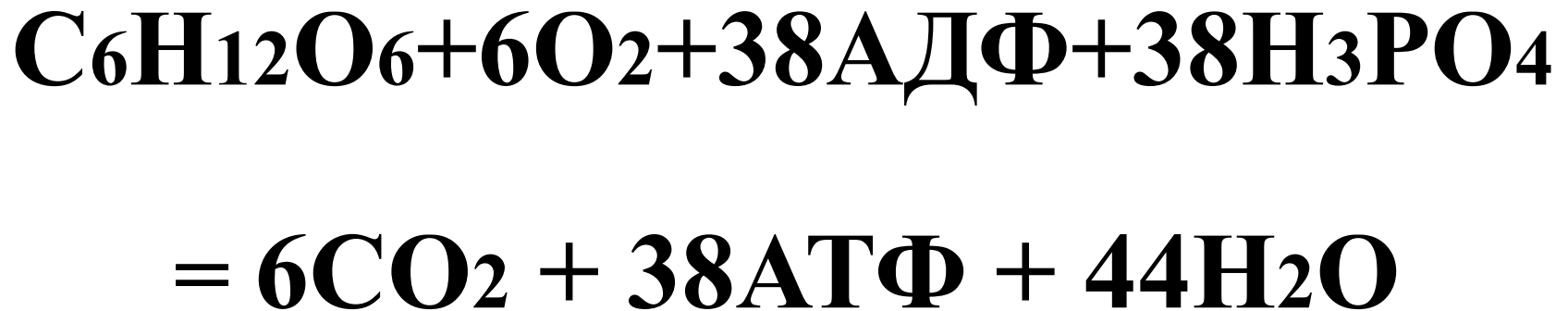
# Кислородное расщепление:



## Суммарное уравнение:



# Суммарное уравнение:



## **Выводы:**

**Синтез АТФ в процессе гликолиза не нуждается в мембранах. Он идёт в пробирке , если имеются все необходимые субстраты и ферменты.**



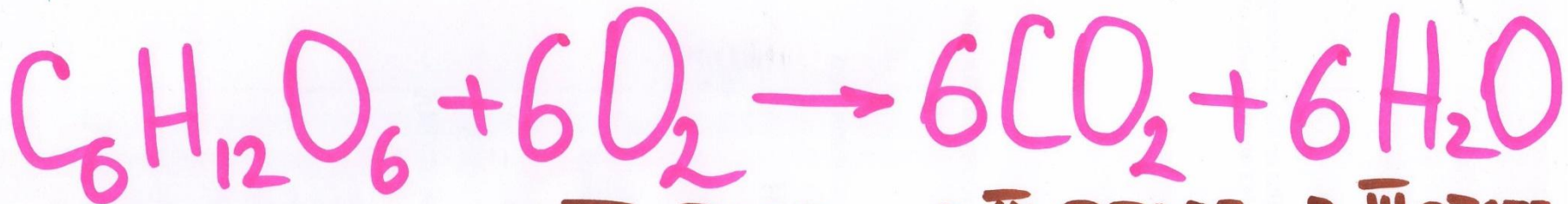
## **Выводы:**

**Для осуществления  
кислородного процесса  
необходимо наличие  
неповреждённых  
митохондриальных мембран.**

# Выводы:

Расщепление в клетке 1  
молекулы глюкозы до  $\text{CO}_2$  и  
 $\text{H}_2\text{O}$  обеспечивает синтез 38  
молекул АТФ

# ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ ОБМЕН



ГЛЮКОЗА

В III ЭТАПЕ

В III ЭТАПЕ

В III ЭТАПЕ

3. ОКИСЛ. ФОСФОР-Е

2. ЦИКЛ КРЕБСА Ч

3. ОКИСЛ. ФОСФ-Е

I. ПОДГОТОВ.

1. ОБР-Е АЦЕТИЛ КОА

II.  $C_6H_{12}O_6 \rightarrow 2$  ПВК. 2 АТФ

III.  $2$  ПВК  $\rightarrow$   $CO_2 + H_2O$  36 АТФ

ИТОГ:

В РЕЗУЛЬТАТЕ ПОЛНОГО ОКИСЛ-Я

43 1 гл. — 38 АТФ

# Задачи

- В процессе кислородного этапа катаболизма образовалось 972 молекулы АТФ. Определите, какое количество молекул глюкозы подверглось расщеплению и сколько молекул АТФ образовалось в результате гликолиза и полного окисления? Ответ поясните.
- **Пояснение.** 1) В процессе энергетического обмена, в ходе кислородного этапа из одной молекулы глюкозы образуется 36 молекул АТФ, следовательно, гликолизу, а затем полному окислению подверглось  $972 : 36 = 27$  молекул глюкозы.
- 2) При гликолизе одна молекула глюкозы расщепляется до 2-ух молекул ПВК с образованием 2 молекул АТФ. Поэтому количество молекул АТФ, образовавшихся при гликолизе, равно  $27 \times 2 = 54$ .
- 3) При полном окислении одной молекулы глюкозы образуется 38 молекул АТФ, следовательно, при полном окислении 27 молекул глюкозы образуется  $38 \times 27 = 1026$  молекул АТФ.

# Ход решения задачи

Этап	Продукты	Количество АТФ
1.Подготовительный		
2.Гликолиз		
3.Кислородное окисление		
ПОЛНОЕ ОКИСЛЕНИЕ ГЛЮКОЗЫ		