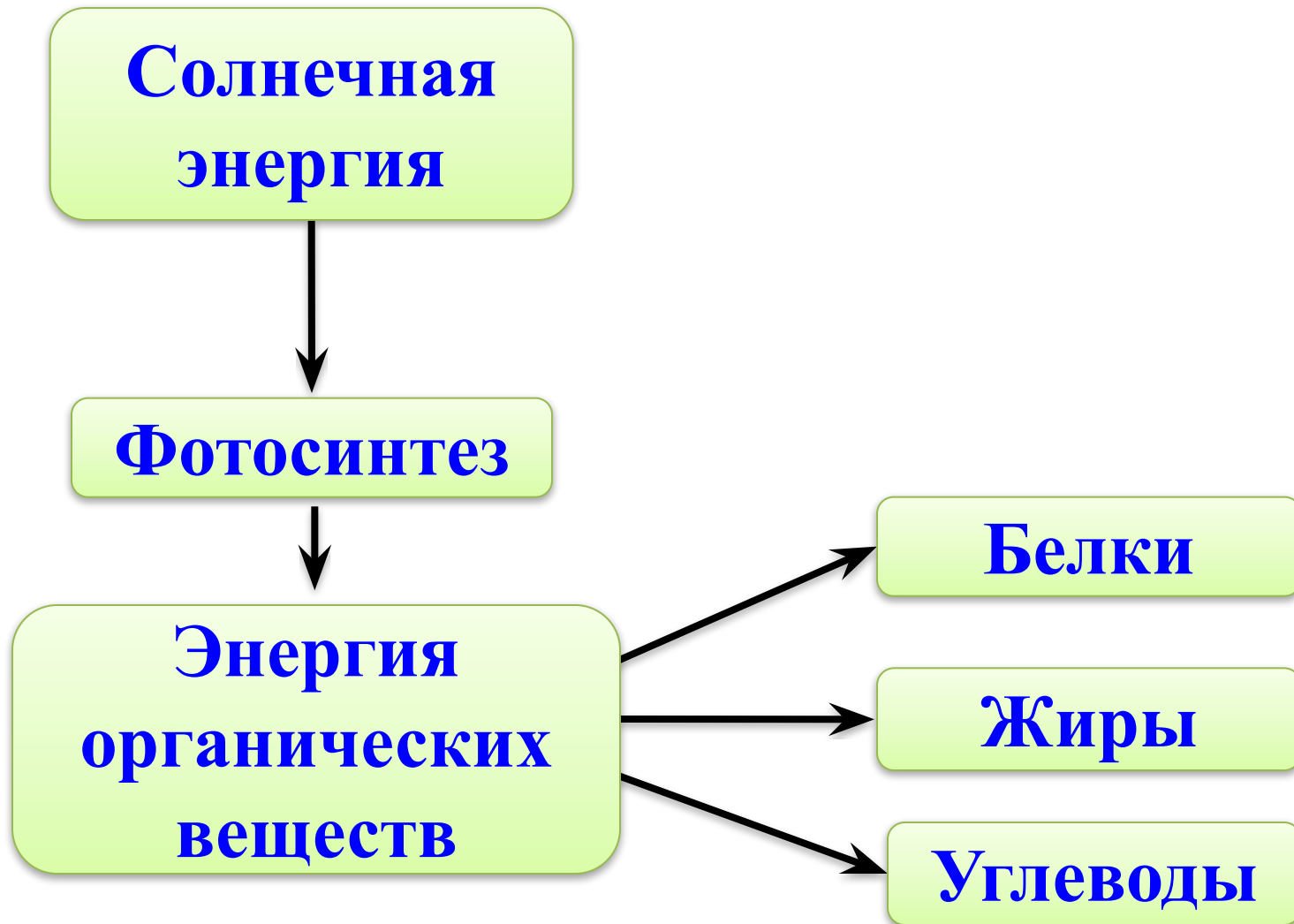


# **Энергетический обмен в клетке**

**Обмен веществ** (метаболизм) – это совокупность всех химических реакций, которые происходят в организме.

# Источник энергии на Земле является Солнце



# Метаболизм

**Метаболизм (обмен веществ и энергии)**

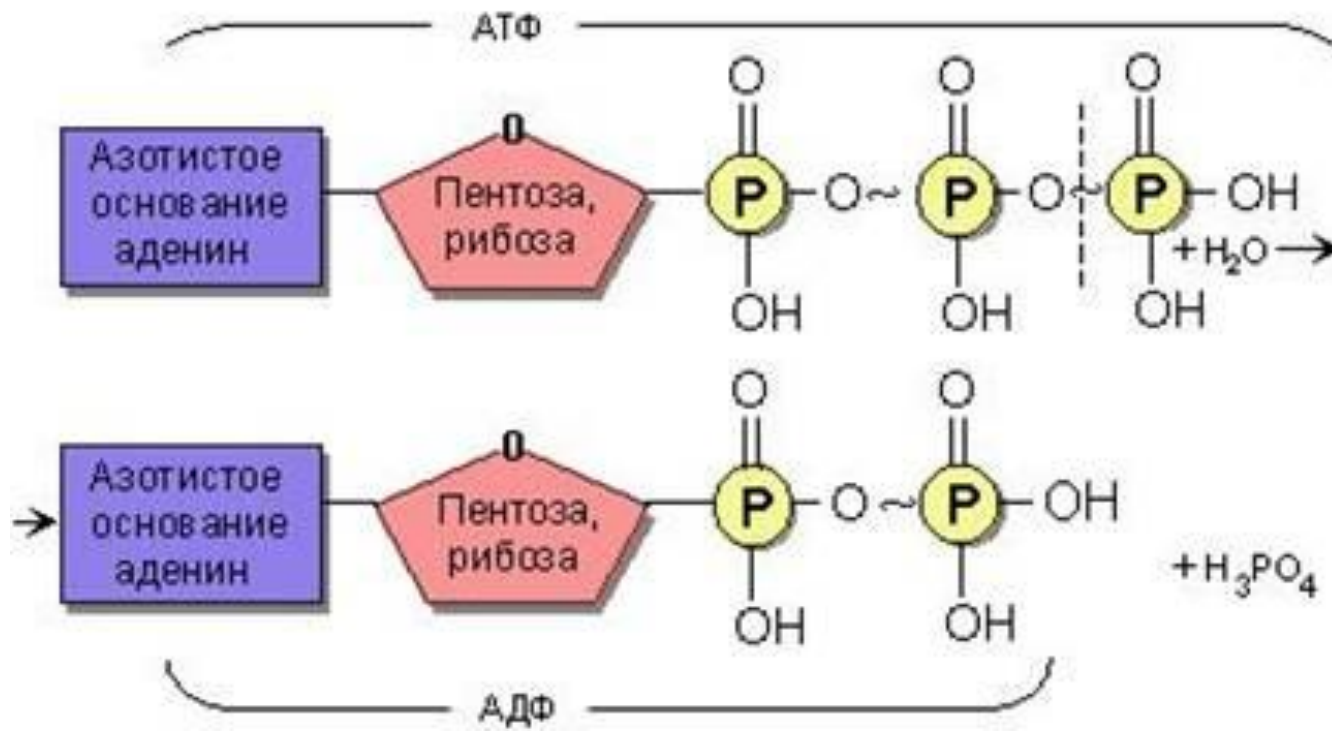
**Анаболизм** (ассимиляция, пластический обмен, синтез органических веществ)

С затратой энергии синтезируются углеводы, белки, жиры. ДНК, РНК, АТФ

**Катаболизм**  
(диссимиляция, энергетический обмен, распад органических веществ)

С освобождением энергии, распадаются орг. вещества, конечные продукты:  $\text{CO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{O}$ , АТФ

**АТФ** (аденозинтрифосфорная кислота) - универсальный поставщик энергии в клетках всех живых организмов.



**Пластический обмен** (анаболизм, ассимиляция, биосинтез) – это когда из простых веществ с затратой энергии образуются (синтезируются) более сложные.

**Примеры:** фотосинтез, синтез белка.

**Энергетический обмен** (катаболизм, диссимиляция, распад) – это когда сложные вещества распадаются (окисляются) до более простых, и при этом выделяется энергия, необходимая для жизнедеятельности.

**Примеры:** гликолиз, переваривание пищи.

# ЭТАПЫ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО ОБМЕНА

```
graph TD; A[ЭТАПЫ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО ОБМЕНА] --> B[у АЭРОБОВ]; A --> C[у АНАЭРОБОВ];
```

## у АЭРОБОВ

- 1.Подготовительный
2. Бескислородный
- 3.Кислородный

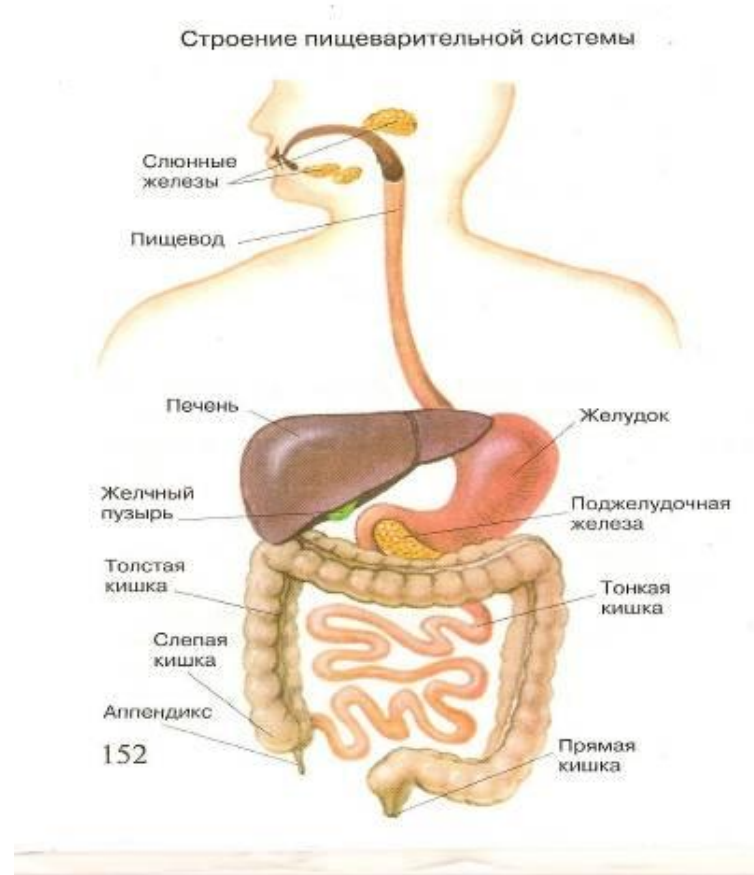
## у АНАЭРОБОВ

- 1.Подготовительный
- 2.Бескислородный

# 1 ЭТАП – ПОДГОТОВИТЕЛЬНЫЙ

## Где происходит?

В лизосомах и пищеварительном тракте.





# Процессы происходящие на 1 этапе

- Расщепление полимеров до мономеров.
- В пищеварительной системе крупные молекулы пищи распадаются:

Полисахариды → глюкоза,

Белки → аминокислоты,

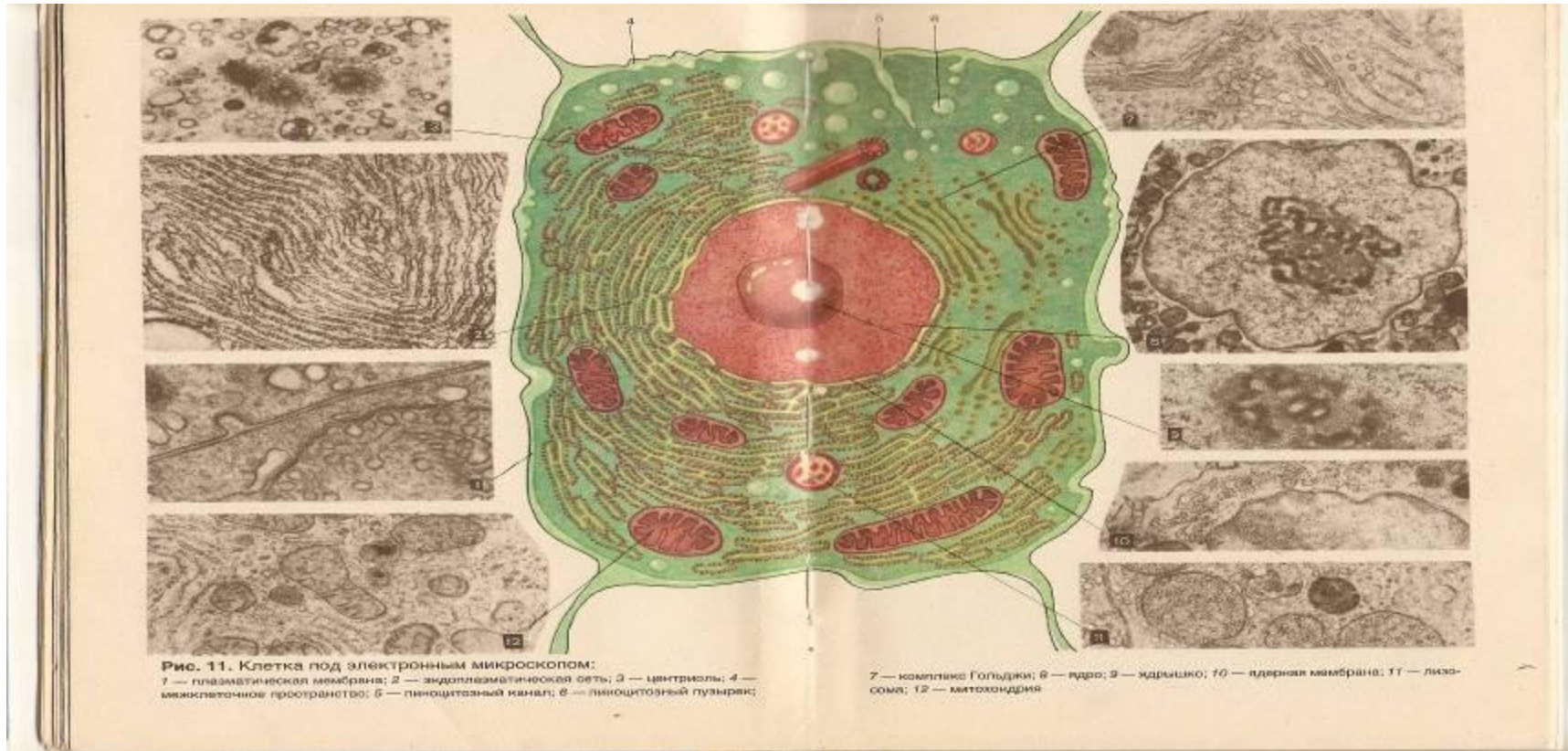
Жиры → глицерин и жирные кислоты.

- Энергия рассеивается в виде тепла (АТФ не образуется). Момеры всасываются в кровь и доставляются к клеткам.

# 2 ЭТАП – бескислородный, неполное окисление, анаэробное дыхание – гликолиз, брожение.

## Где происходит?

В цитоплазме клеток, без кислорода.



# **Виды расщепления ГЛЮКОЗЫ**

```
graph TD; A[Виды расщепления ГЛЮКОЗЫ] --> B[Гликолиз]; A --> C[Спиртовое брожение]; A --> D[Молочно-кислое брожение];
```

**Гликолиз**

**Спиртовое  
брожение**

**Молочно-кислое  
брожение**

# Гликолиз

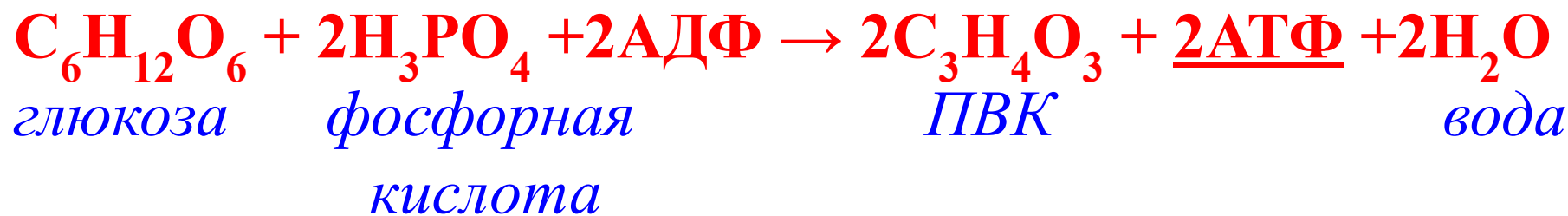
**Гликолиз** – процесс расщепления углеводов в отсутствии кислорода под действием ферментов.

Где происходит?

В клетках животных  
(митохондриях)

Что происходит?

Глюкоза с помощью  
ферментативных реакций  
окисляется



**Итог:** энергия в виде 2 молекул АТФ .

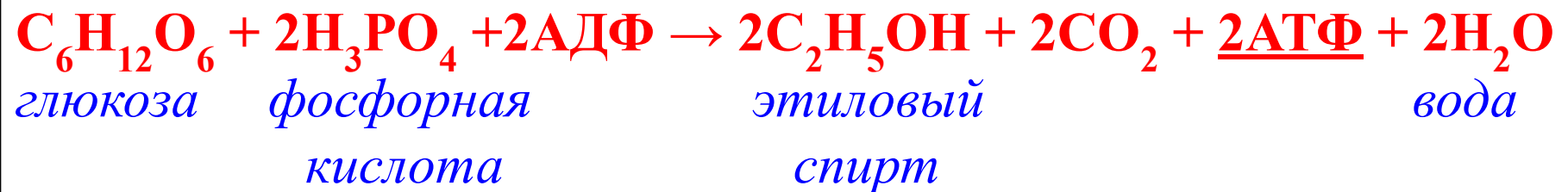
# Спиртовое брожение

Где происходит?

В растительных и некоторых дрожжевых клетках вместо гликолиза

Что происходит и образуется?

На спиртовом брожении основано приготовление вина, пива, кваса. Тесто, замешанное на дрожжах, даёт пористый, вкусный хлеб



# Молочно - кислое брожение

Где происходит?

В клетках человека животных, в некоторых видах бактерий и грибов

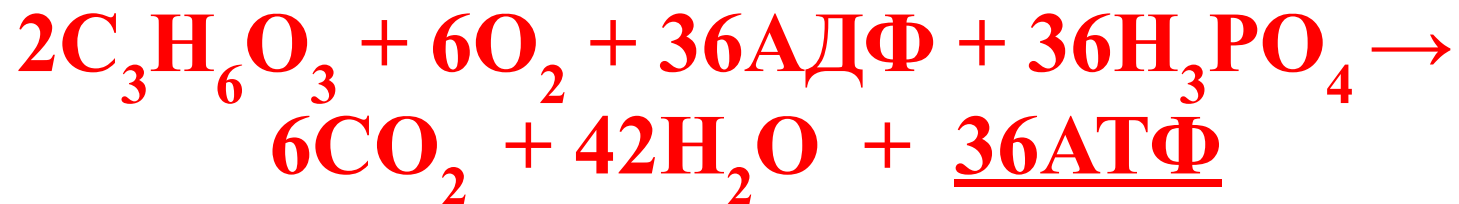
Что образуется?

При недостатке кислорода – молочная кислота. Лежит в основе приготовления кислого молока, простокваши, кефира и др. молочнокислых продуктов питания.

**ИТОГ: 40% энергии запасается в АТФ, 60% рассеивается в виде тепла в окружающую среду.**

### 3 ЭТАП – кислородный, полное окисление, аэробное дыхание

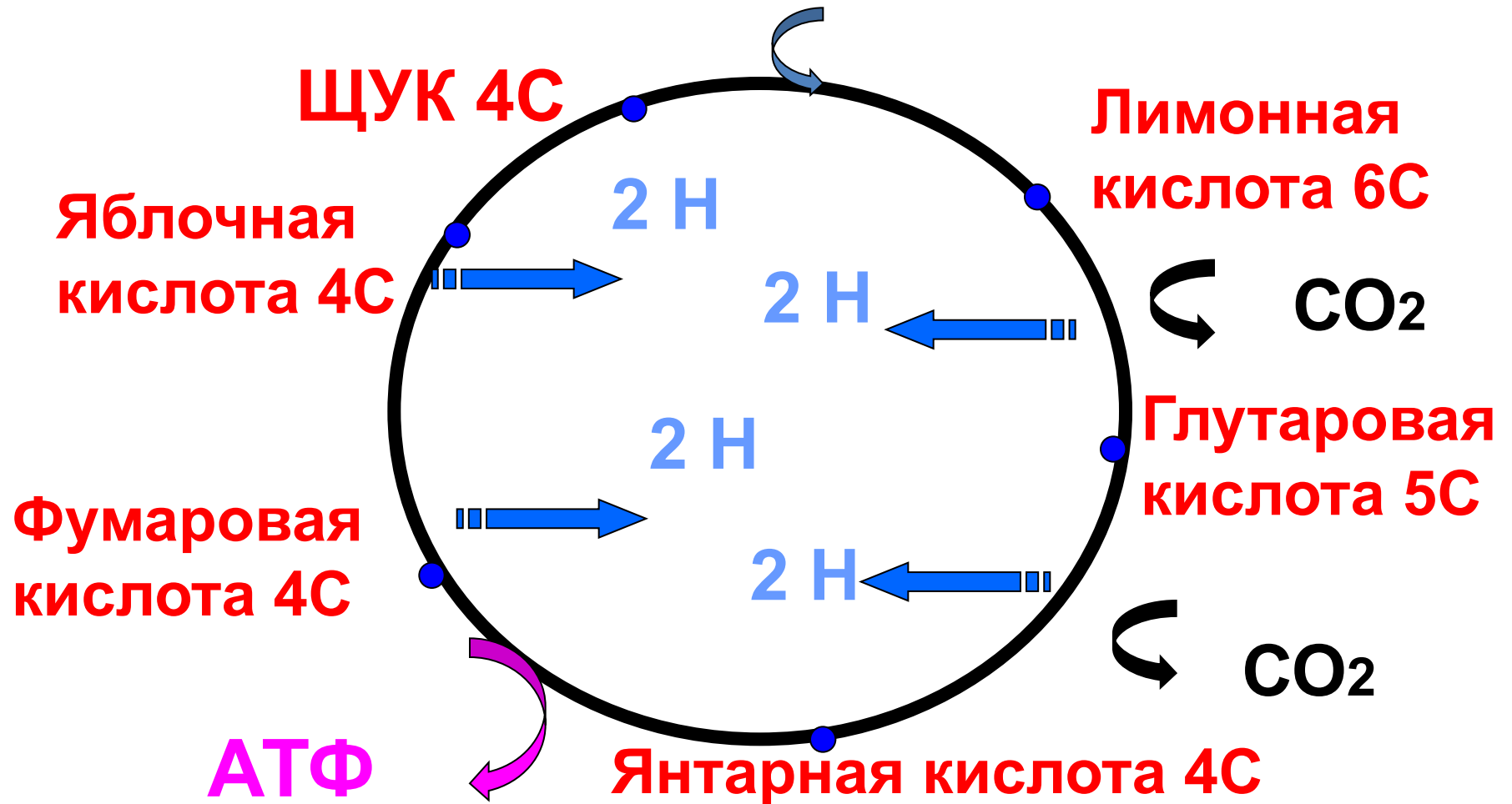
<b>Что происходит?</b>	Дальнейшее окисление продуктов гликолиза до $\text{CO}_2$ и $\text{H}_2\text{O}$ с помощью окислителя $\text{O}_2$ и ферментов и дает много энергии в виде АТФ.
<b>Где происходит?</b>	Осуществляется в митохондриях, связан с матриксом митохондрий и ее внутренними мембранами.



## **Этапы кислородного окисления:**

- а) окислительное декарбоксилирование ПВК
- б) цикл Кребса – цикл трикарбоновых кислот.
- в) окислительное фосфорилирование



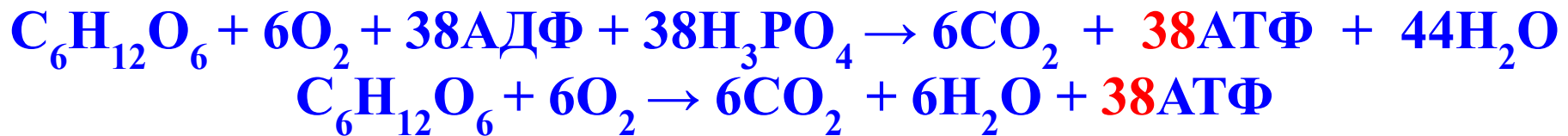
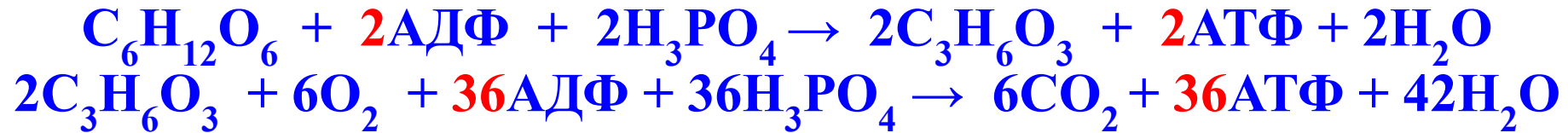




Ханс Адольф Кребс  
(1900-1981г.г.)

**Цикл Кребса** – циклический ферментативный процесс полного окисления органических веществ, образовавшихся в процессе гликолиза до углекислого газа, воды и энергии запасаемой в молекулах АТФ.

# Суммарное уравнение реакции энергетического обмена



**ИТОГ:** Энергия в виде **38АТФ**

**Вывод:** Для образования энергии необходимы:

1. Чистый воздух, т.е. кислород.
2. Питательные вещества.
3. Биологические катализаторы, т.е ферменты.
4. Биологические активаторы, т.е. витамины.

## **Значение дыхания**

- 1. В результате окисления сохраняется равновесие между синтезом органики и её распадом.**
- 2.  $\text{CO}_2$  используется для образования карбонатов, накапливается в осадочных породах, для процесса фотосинтеза.**
- 3. Сохраняется равновесие между кислородом и углекислым газом в атмосфере.**

## **Рекомендации**

- 1. Постоянно проветривать помещение, больше гулять на свежем воздухе.**
- 2. Употреблять полноценную пищу, богатую белками, углеводами, жирами.**
- 3. Не исключать из рациона питания молочно - кислые продукты.**
- 4. Не забывать о витаминах.**

# Сравнение фотосинтеза и аэробного дыхания

<b>Сходства фотосинтеза и аэробного дыхания</b>	<b>Различия</b>	
	<b>Фотосинтез</b>	<b>Аэробное дыхание</b>
1	1	1
2	2	2
3	3	3
4	4	4
5	5	5
	6	6
	7	7

## Сравнение фотосинтеза и аэробного дыхания

Сходства фотосинтеза и аэробного дыхания	Различия	
	Фотосинтез	Аэробное дыхание
1. Необходим механизм обмена $\text{CO}_2$ и $\text{O}_2$ .	1. Анаболический процесс, из простых неорганических соединений ( $\text{CO}_2$ и $\text{H}_2\text{O}$ ) синтезируются углеводы.	1. Катаболический процесс, углеводы расщепляются до $\text{CO}_2$ и $\text{H}_2\text{O}$ .
2. Необходимы специальные органеллы (хлоропласты, митохондрии).	2. Энергия АТФ накапливается и запасается в углеводах.	2. Энергия запасается в виде АТФ.
3. Необходима цепь транспорта $e^-$ , встроенная в мембраны.	3. $\text{O}_2$ выделяется.	3. $\text{O}_2$ расходуется.
4. Происходит фосфорилирование (синтез АТФ).	4. $\text{CO}_2$ и $\text{H}_2\text{O}$ потребляются.	4. $\text{CO}_2$ и $\text{H}_2\text{O}$ выделяются.
5. Происходят циклические реакции (цикл Кальвина – фотосинтез, цикл Кребса – аэробное дыхание).	5. Увеличение органической массы.	5. Уменьшение органической массы.
	6. У эукариот протекает в хлоропластах.	6. У эукариот протекает в митохондриях.
	7. Только в клетках, содержащих хлорофилл, на свету.	7. Во всех клетках в течение жизни непрерывно.

## Решение задач.

**Задача 1.** В процессе диссимиляции произошло расщепление 7 моль глюкозы, из которых полному (кислородному) расщеплению подверглось только 2 моль. Определите:

- а) сколько молей молочной кислоты и углекислого газа при этом образовано;
- б) сколько молей АТФ при этом синтезировано;
- в) сколько энергии и в какой форме аккумулировано в этих молекулах АТФ;
- г) Сколько молей кислорода израсходовано на окисление образовавшейся при этом молочной кислоты.

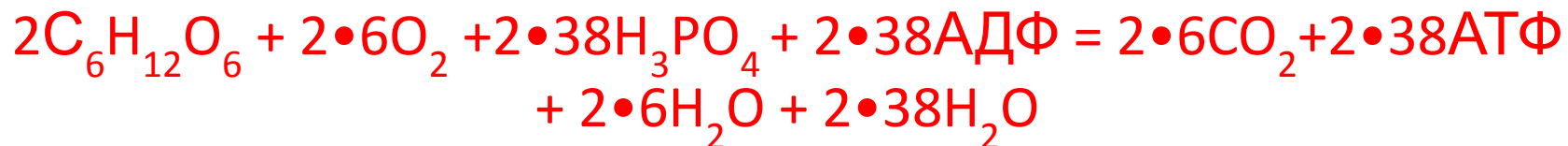
## Решение задачи 1.

1) Из 7 моль глюкозы 2 подверглись полному расщеплению, 5 – не полному (7-2=5);

2) составляем уравнение неполного расщепления 5 моль глюкозы:



3) составляет суммарное уравнение полного расщепления 2 моль глюкозы:



4) суммируем количество АТФ:  $(2 \cdot 38) + (5 \cdot 2) = 86$  моль АТФ;

5) определяем количество энергии в молекулах АТФ:

$$86 \cdot 40 \text{кДж} = 3440 \text{кДж.}$$



## Ответ к задаче 1:

а) 10 моль молочной кислоты, 12 моль  $\text{CO}_2$ ;

б) 86 моль АТФ;

в) 3440 кДж, в форме энергии химической связи макроэргических связей в молекуле АТФ;

г) 12 моль  $\text{O}_2$ .