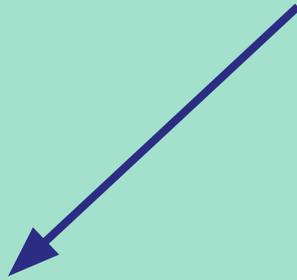


# Энергетический обмен

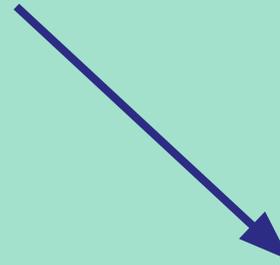
# Метаболизм (обмен веществ)



**Анаболизм**

**Пластический  
обмен**

**Ассимиляция**



**Катаболизм**

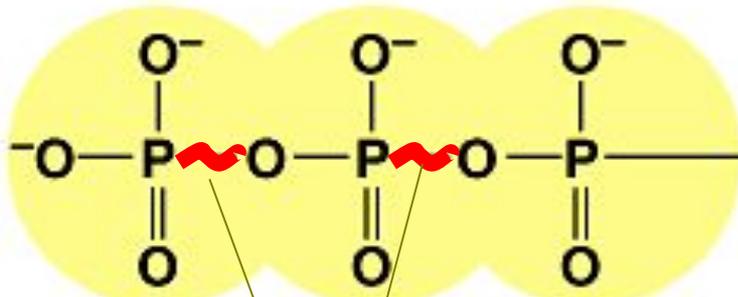
**Энергетический  
обмен**

**Диссимиляция**

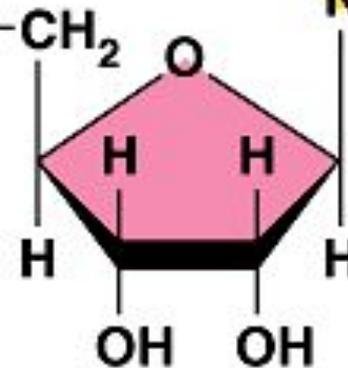
**Энергетический обмен**  
**(диссимиляция)** — это совокупность  
реакций расщепления  
высокомолекулярных соединений,  
которые сопровождаются  
выделением и запасанием энергии

# АТФ – универсальный источник энергии в клетке

Три фосфата



Аденин



Рибоза

Макроэргические связи

# АТФ в цифрах

- Время жизни – несколько секунд
- Человек затрачивает ~ 2 300 ккал энергии в сутки.
- Для этого надо расщепить **166 кг** АТФ
- На самом деле в организме содержится только ~ **50 г** АТФ
- Поэтому каждая молекула АТФ должна вновь синтезироваться  $166 \text{ кг} : 50 \text{ г} \approx$   
**3320** раз в сутки.



# Субстрат для клеточного дыхания

- Большинство клеток используют в первую очередь именно углеводы.
- Жиры. Жиры составляют «первый резерв».
- Белки. Но они выполняют ряд других важных функций.

# Этапы энергетического обмена:

1. **Подготовительный**
2. **Гликолиз**  
(бескислородное окисление)
3. **Дыхание**  
(кислородное окисление)

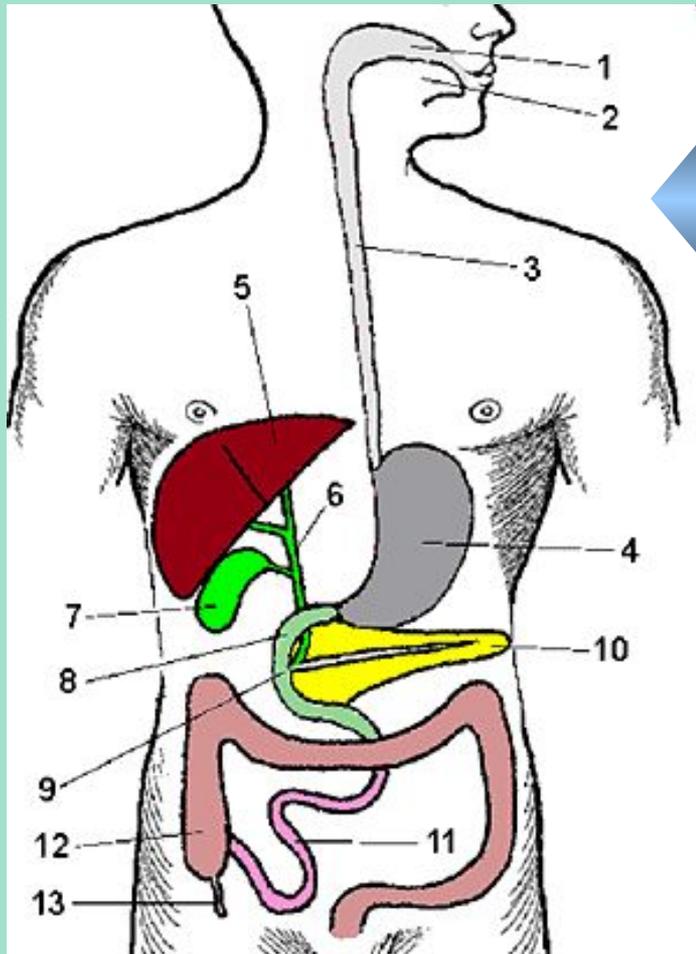
# **Первый этап**

## **Подготовительный**

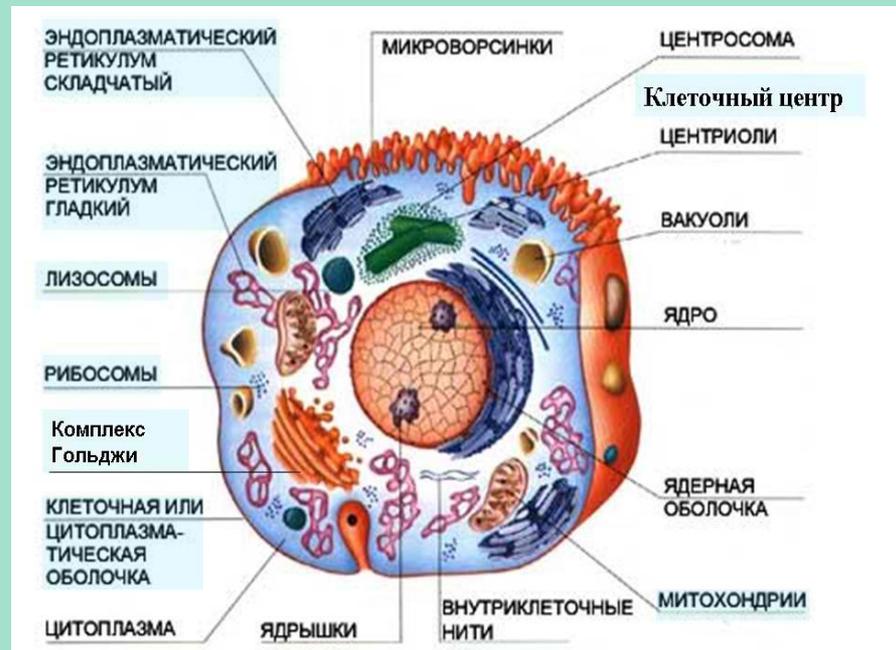


**ферментативное расщепление  
сложных органических веществ  
до простых**

# Где происходит:



- Пищеварительная система
- Лизосомы в клетках



# Субстрат

- Углеводы = глюкоза + E (1г = 17,6 кДж)
- Липиды = глицерин + жирные кислоты + E (1г = 38,9 кДж)
- Белки = аминокислоты + E (1г = 17,6 кДж)
- Нуклеиновые кислоты = нуклеотиды + E

# Результат этапа

- **Энергия не запасается, а выделяется только в тепловой форме**

# **Второй этап**

## **Бескислородное окисление**

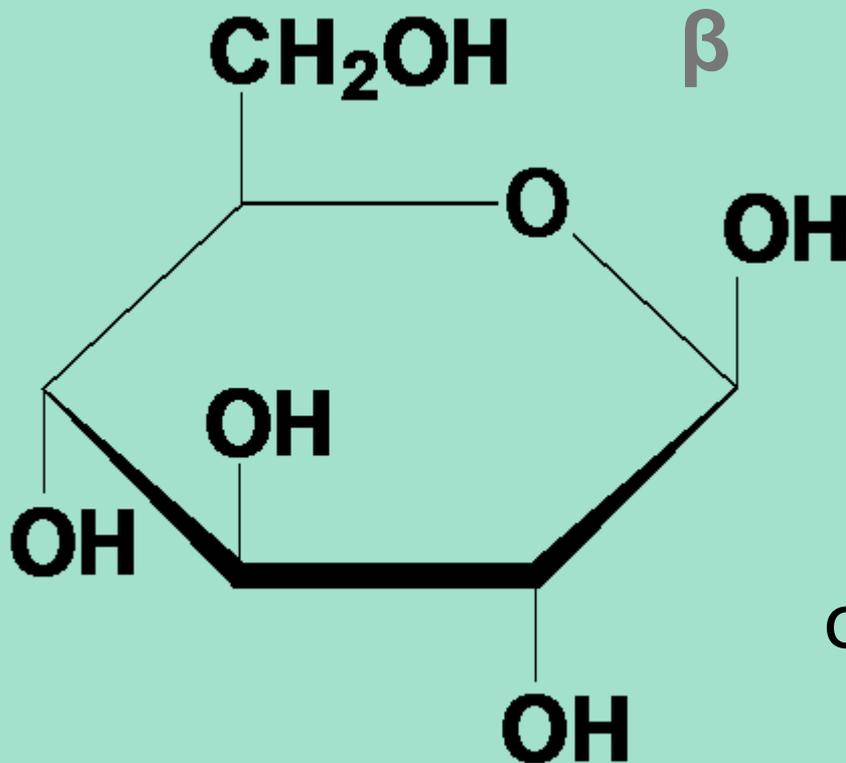
- **Гликолиз**
- **неполное расщепление**
- **анаэробное дыхание**
- **брожение**

# Полисахариды



## Глюкоза –

центральная молекула клеточного дыхания



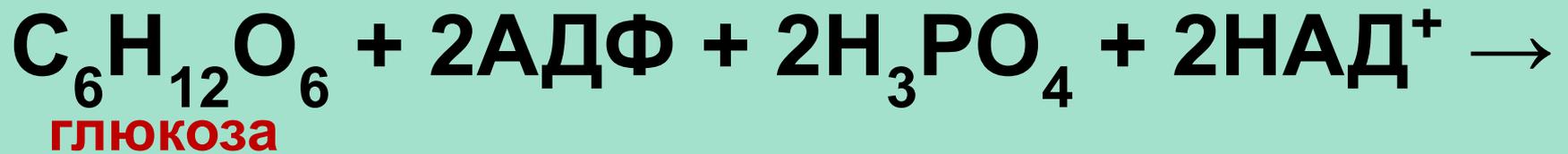
с нее начинается путь к  
АТФ

# Где происходит:



**Клетка (под действием ферментов  
клеточных мембран)**

# Субстрат



# Результат этапа:

из одной молекулы глюкозы  
высвобождается 200 кДж, из которых 120  
кДж рассеивается в виде тепла, а 80 кДж  
запасается в связях АТФ.

## Энергия

60%

выделяется в  
виде тепла

40%

идет на синтез  
АТФ

# Брожение – анаэробное дыхание



# **Выводы:**

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

# Третий этап

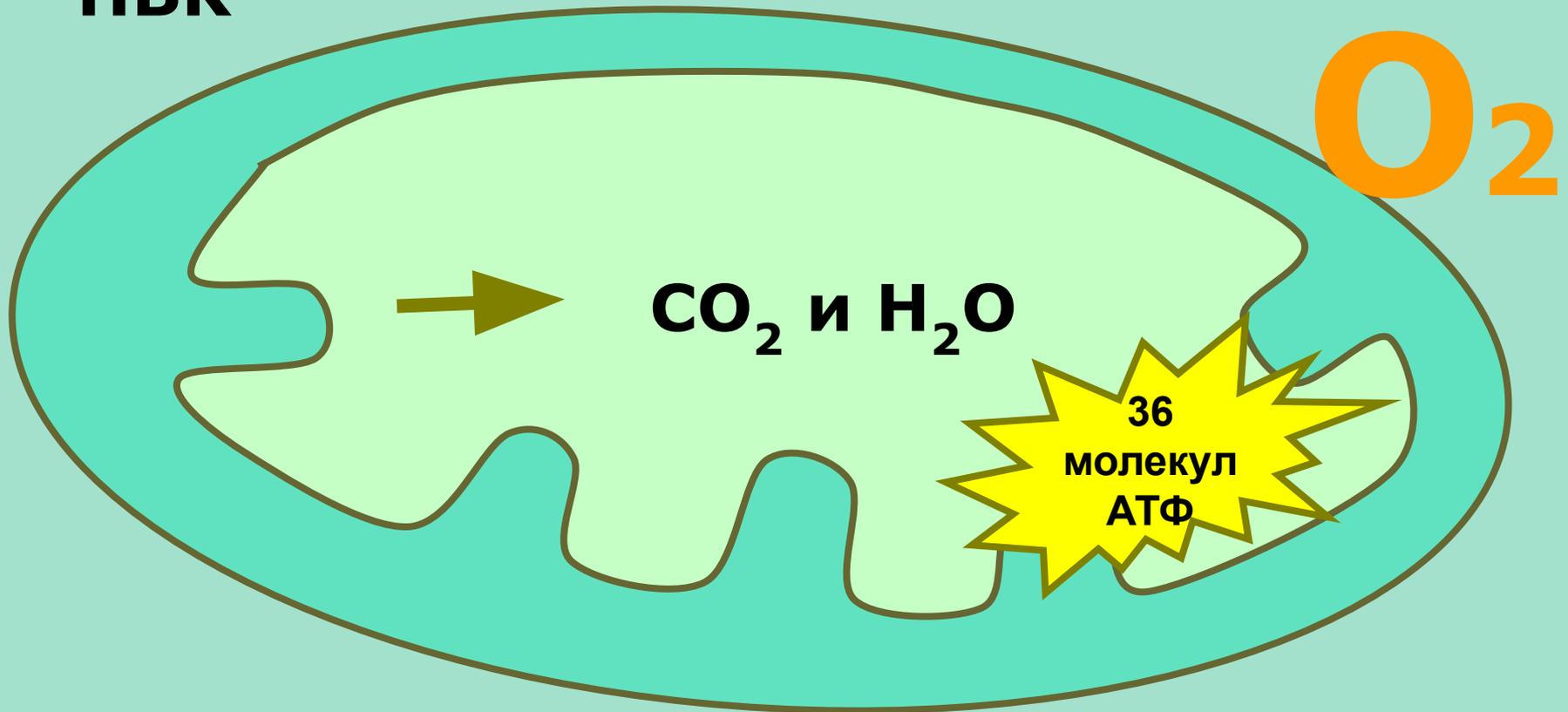
## Кислородное расщепление:



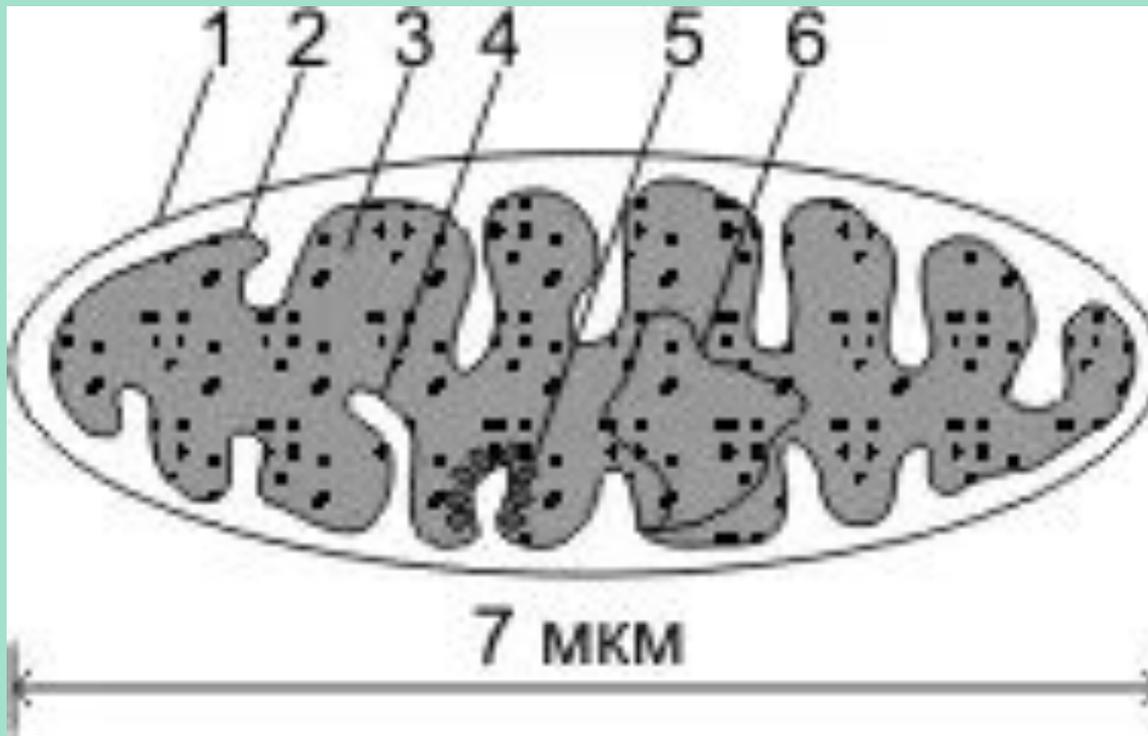
**полное расщепление  
пировиноградной кислоты,  
происходит при обязательном  
присутствии кислорода**

Где происходит:

ПВК



**Митохондрия:** под действием ферментов митохондриальных мембран (необходимое условие – целостность мембран)



- 1 — наружная мембрана;
- 2 — внутренняя мембрана;
- 3 — матрикс;
- 4 — криста;
- 5 — мультиферментная система;
- 6 — кольцевая ДНК.

# Стадии аэробного дыхания:

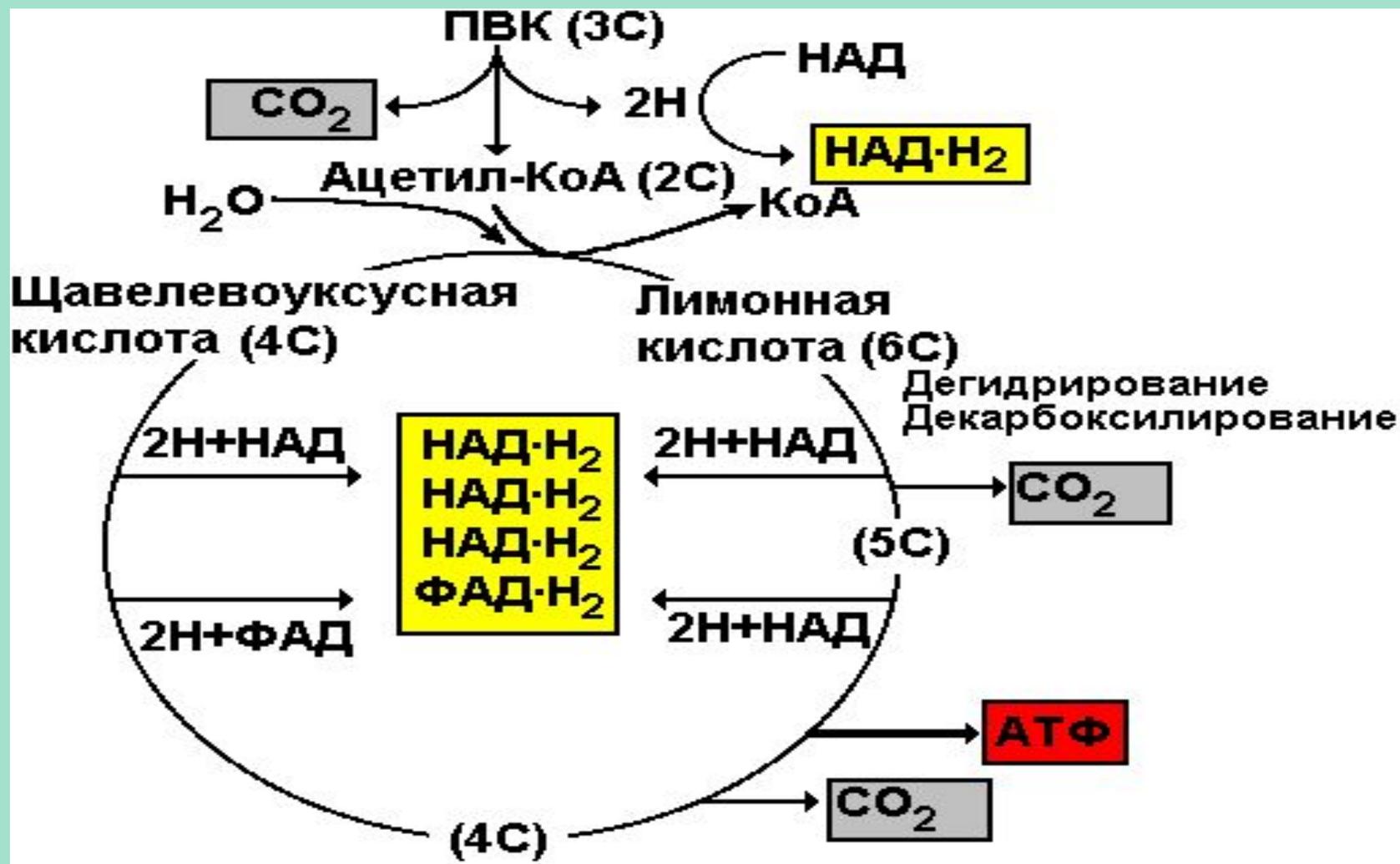
**1) Окислительное  
декарбоксилирование**

**2) Цикл Кребса**

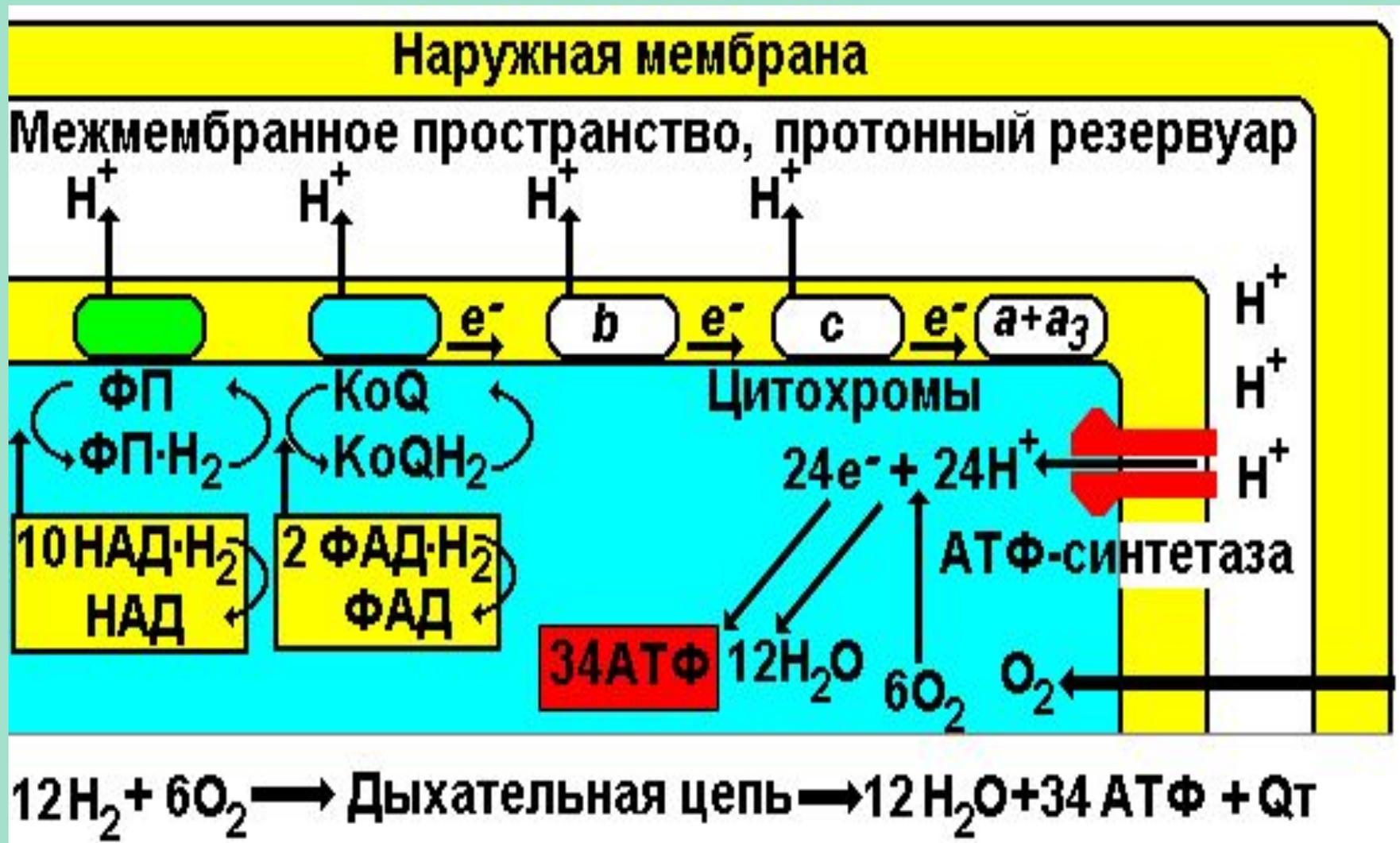
**3) Электронтранспортная цепь  
(окислительное  
фосфолирование)**



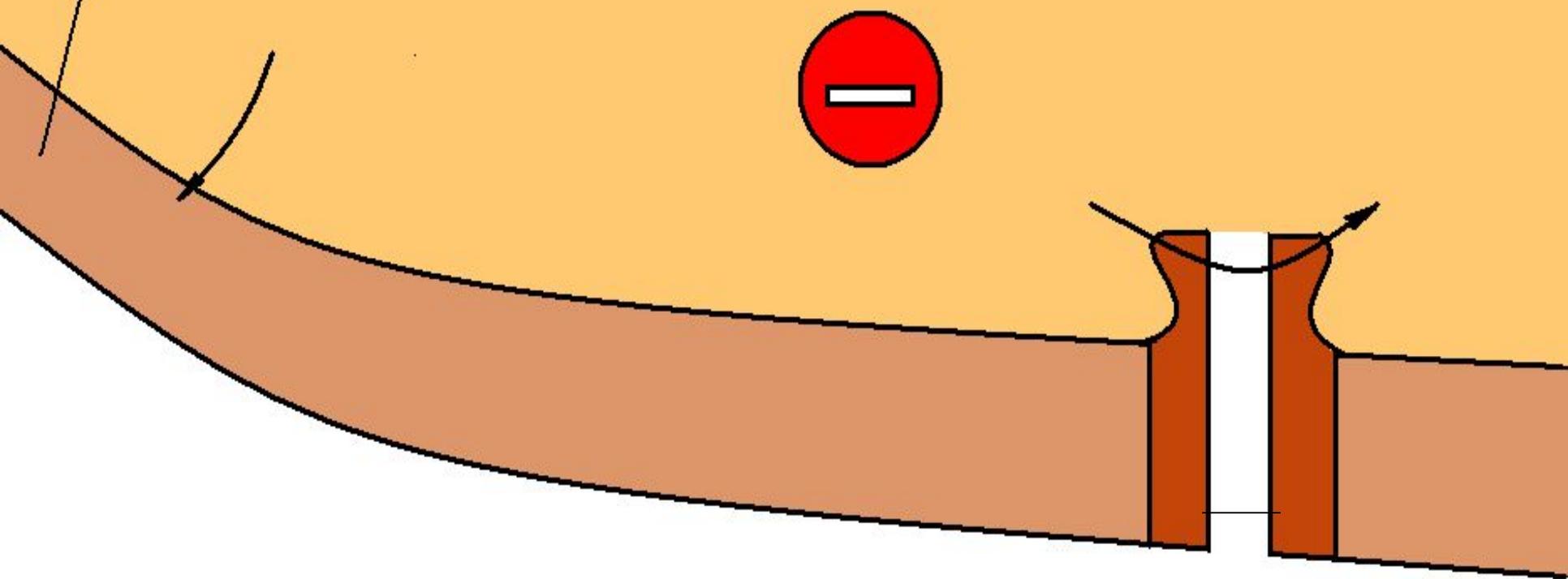
# Цикл Кребса:



# Электронтранспортная цепь



Внутренняя мембрана



Окружающая среда



АТФ-синтетаза



Внутренняя  
мембрана

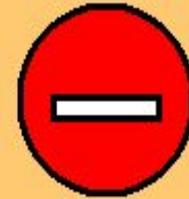
$\text{НАД}^*\text{H}_2$

$\text{НАД}^*\text{H}_2 = \text{НАД} + 2\text{H}$

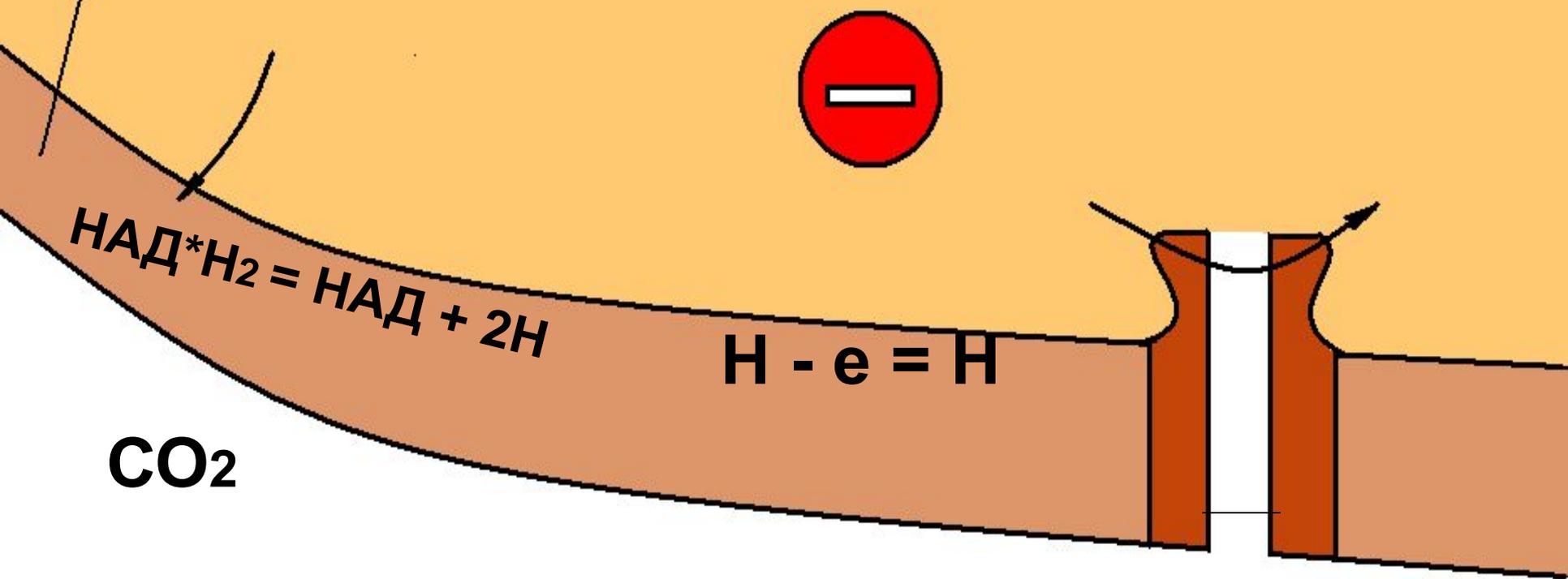
$\text{CO}_2$

$\text{H} - \text{e} = \text{H}$

Окружающая среда



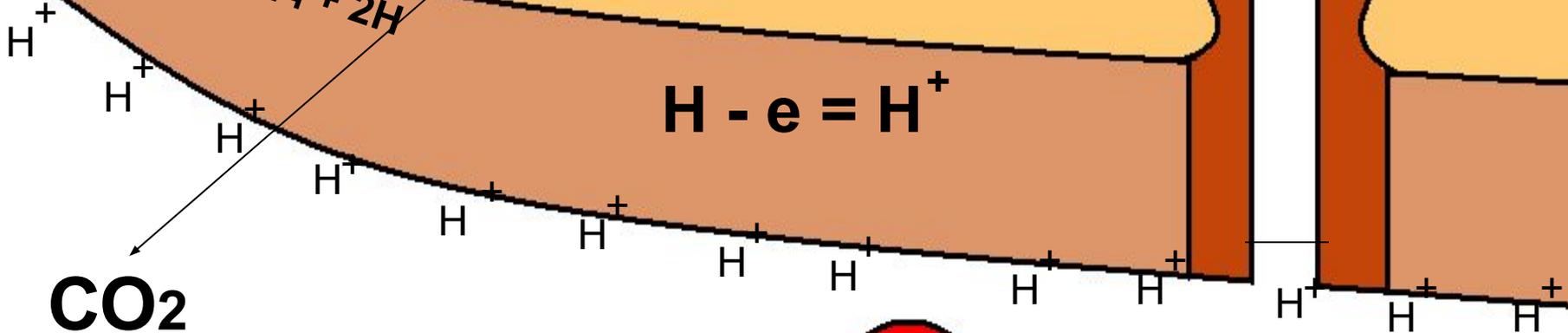
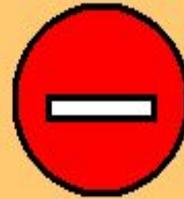
АТФ-синтетаза





Внутренняя мембрана

НАД\*Н2



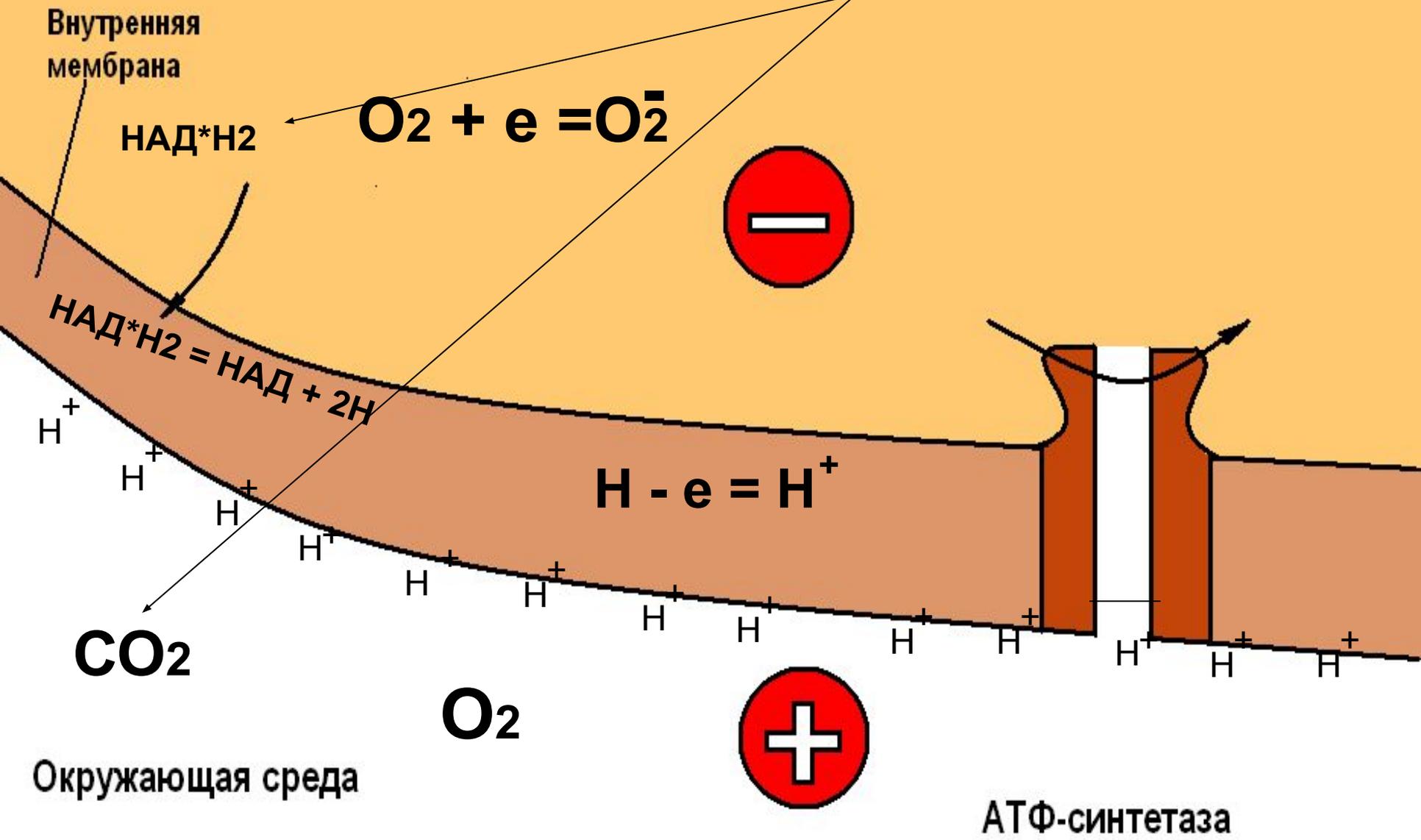
CO<sub>2</sub>

O<sub>2</sub>



Окружающая среда

АТФ-синтетаза

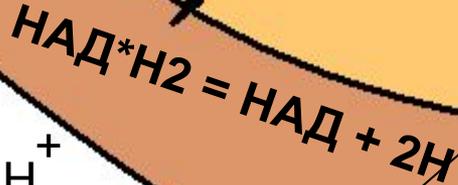
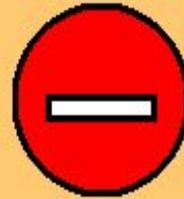




200 мВ

Внутренняя мембрана

НАД\*Н2



H<sup>+</sup>



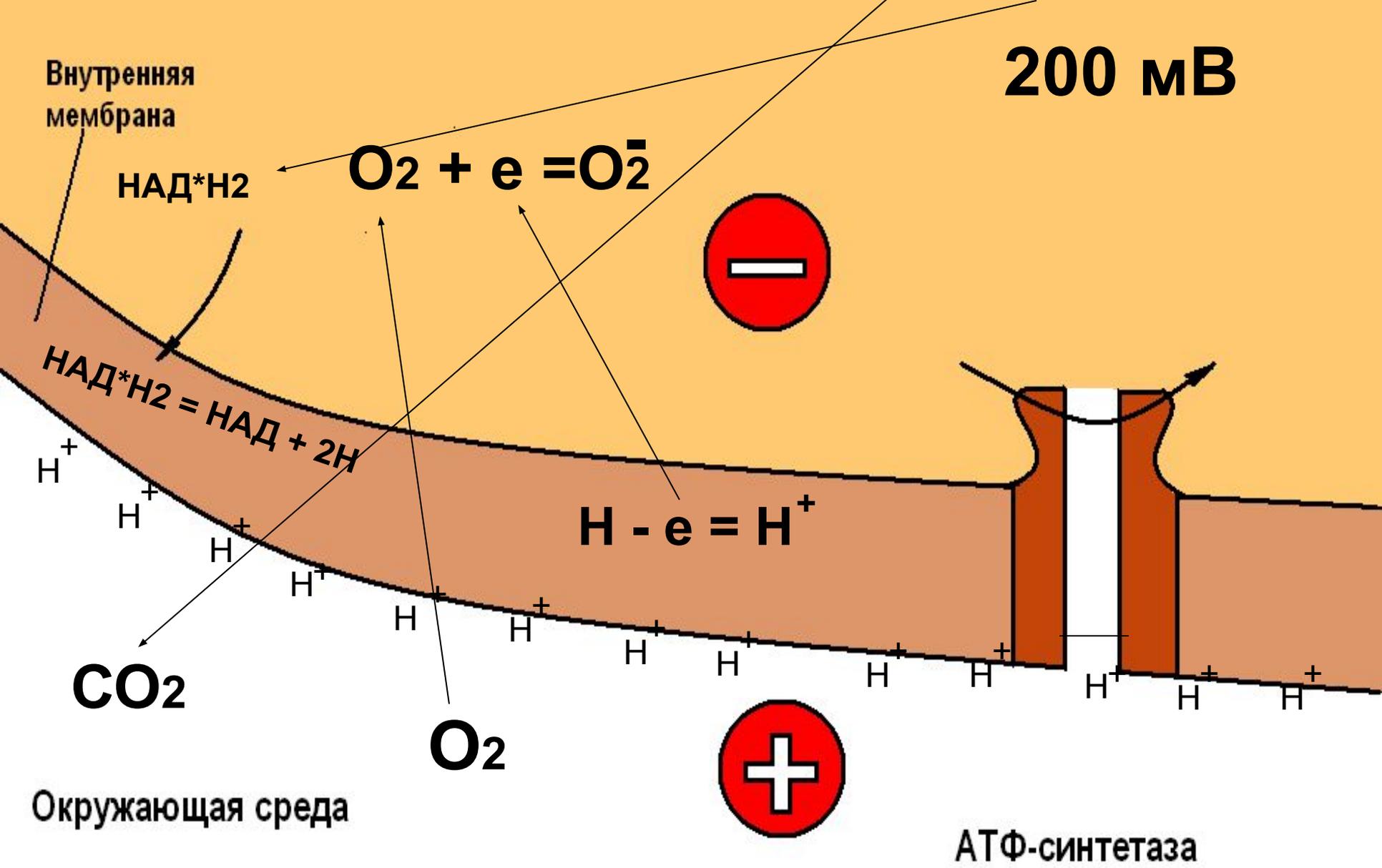
CO<sub>2</sub>

O<sub>2</sub>



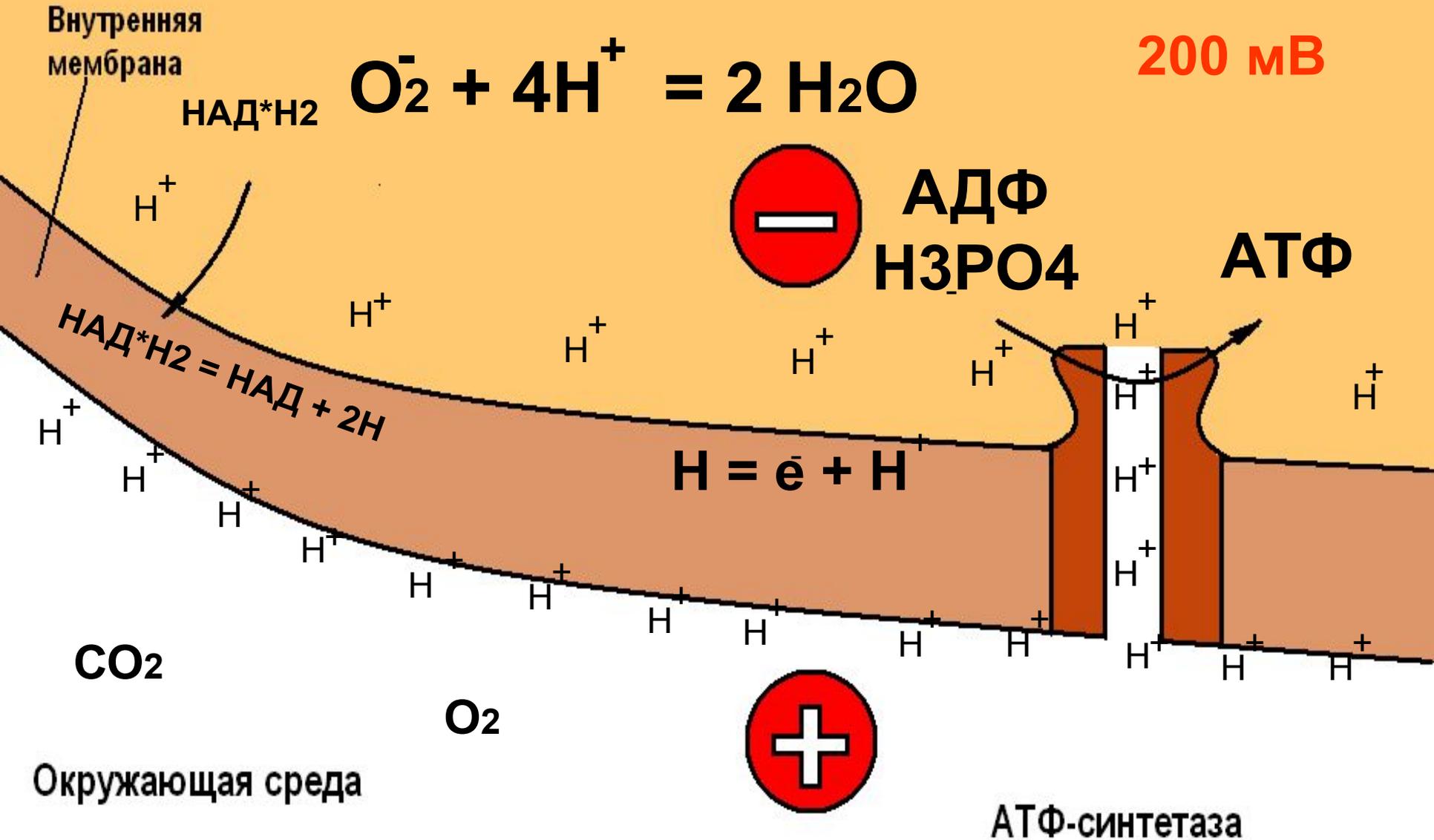
Окружающая среда

АТФ-синтетаза





200 мВ



# Субстрат



**пируват**



(выделяется 2600 кДж энергии  
из них запасается 1440 кДж в виде  
36 моль АТФ)

# Результат этапа:

2600 кДж - на 2 моля



45%

Рассеивается  
в виде тепла

55%

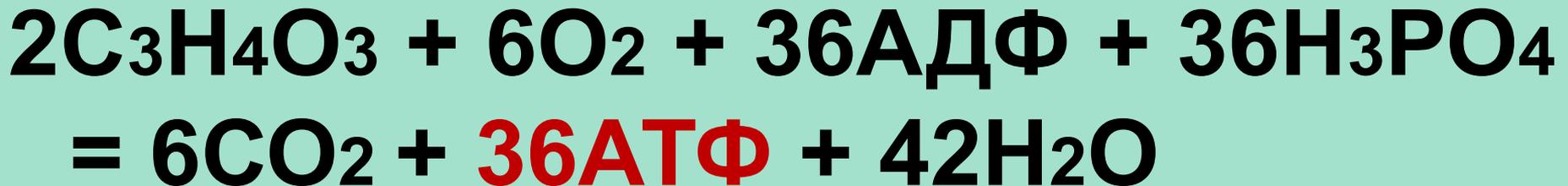
Сберегается  
в виде АТФ

# Суммарное уравнение:

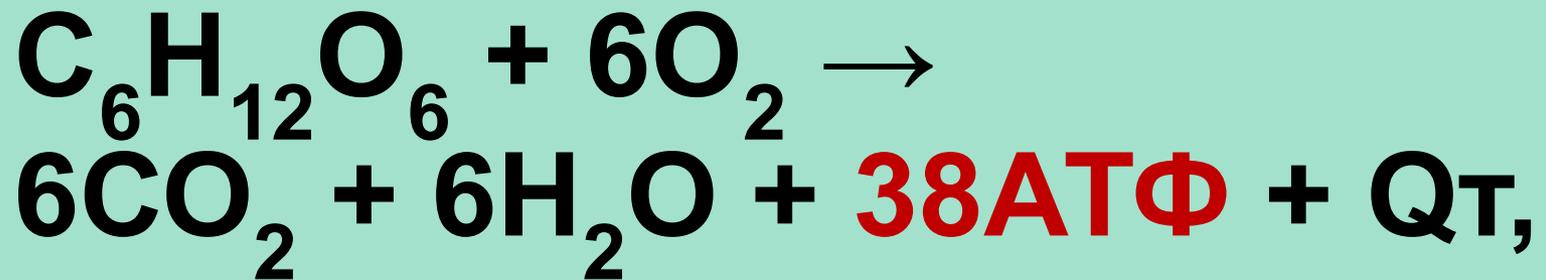
## 1. Гликолиз



## 2. Дыхание



# Суммарное уравнение:



где  $Q_{\text{T}}$  — тепловая энергия

# **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**