

Энергетический обмен

Задание. Заполните пропуски в тексте:

Органические вещества образуются в растительных клетках из CO₂ и H₂O в процессе фотосинтеза. **готовом**

Животные получают эти вещества в виде.

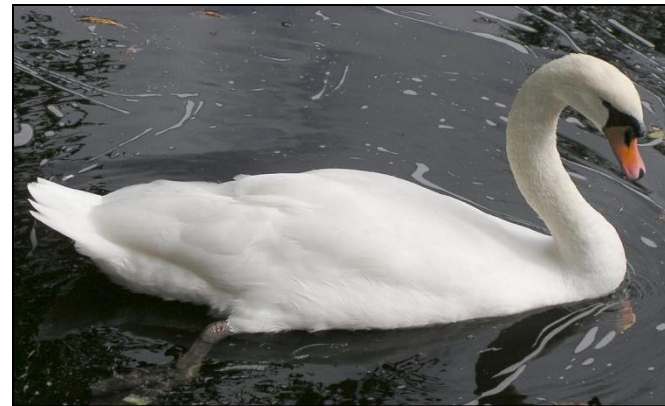
В клетках гетеротрофных организмов при окислении органических веществ их энергия переходит в энергию АТФ. При этом гетеротрофные организмы выделяют CO₂ и H₂O.

Типы питания организмов:

автотрофное



гетеротрофное



**Источник энергии
на Земле**



Солнце

**Солнечная
энергия**



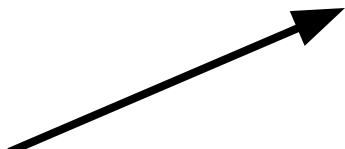
Фотосинтез



Энергия

органических

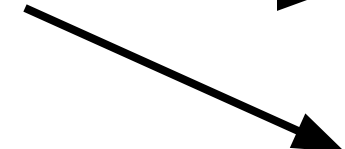
веществ



Белки

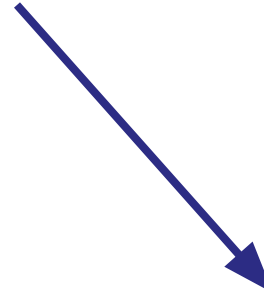
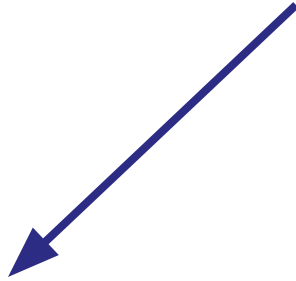


Жиры



Углеводы

Метаболизм



Анаболизм

**Пластический
обмен**

Ассимиляция

Катаболизм

**Энергетический
обмен**

Диссимиляция

Энергетический обмен

Цели урока:

- 1. выяснить, почему при окислении органических веществ высвобождается энергия;
- 2. дать характеристику реакциям подготовительного обмена и гликолиза;
- 3. раскрыть сущность кислородного этапа диссимляции, определить роль митохондрий в его осуществлении;
- 4. установить взаимосвязь между строением и функциями митохондрий.

Этапы энергетического обмена:

1. Подготовительный
2. Бескислородный
3. Кислородное расщепление



Процесс энергетического обмена можно разделить на три этапа:

на первом этапе происходит пищеварение, то есть **сложные органические молекулы расщепляются до мономеров**;

на втором происходит **бескислородное окисление этих мономеров, субстратное фосфорилирование**;

последнем этапе происходит **окисление с участием кислорода в митохондриях**.

Подготовительный этап.

Под действием ферментов
пищеварительного тракта или
ферментов лизосом

Сложные органические молекулы
расщепляются:

белки до

жиры — до

углеводы — до

нуклеиновые кислоты —

Вся энергия при этом рассеивается в
виде тепла.



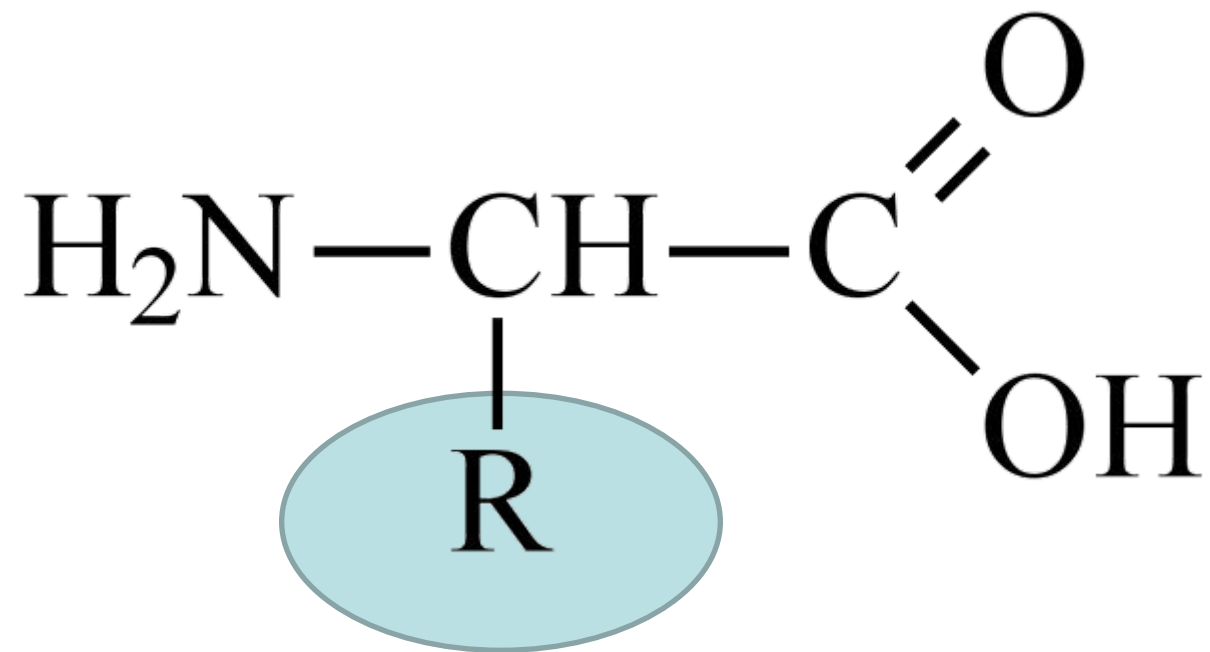
Первый этап. Подготовительный этап:

Белки → аминокислоты

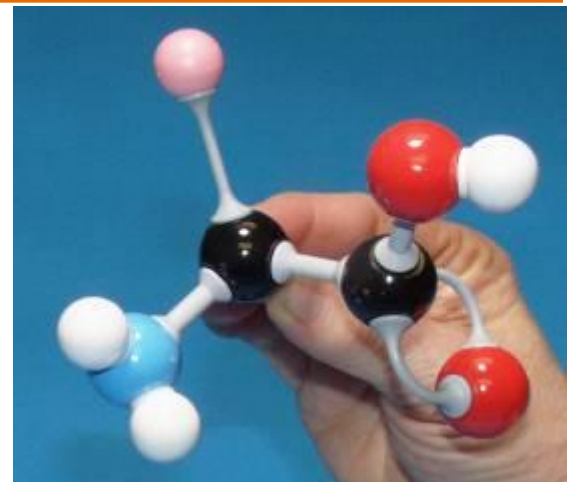
Липиды → глицерин + жирные кислоты

Углеводы → глюкоза

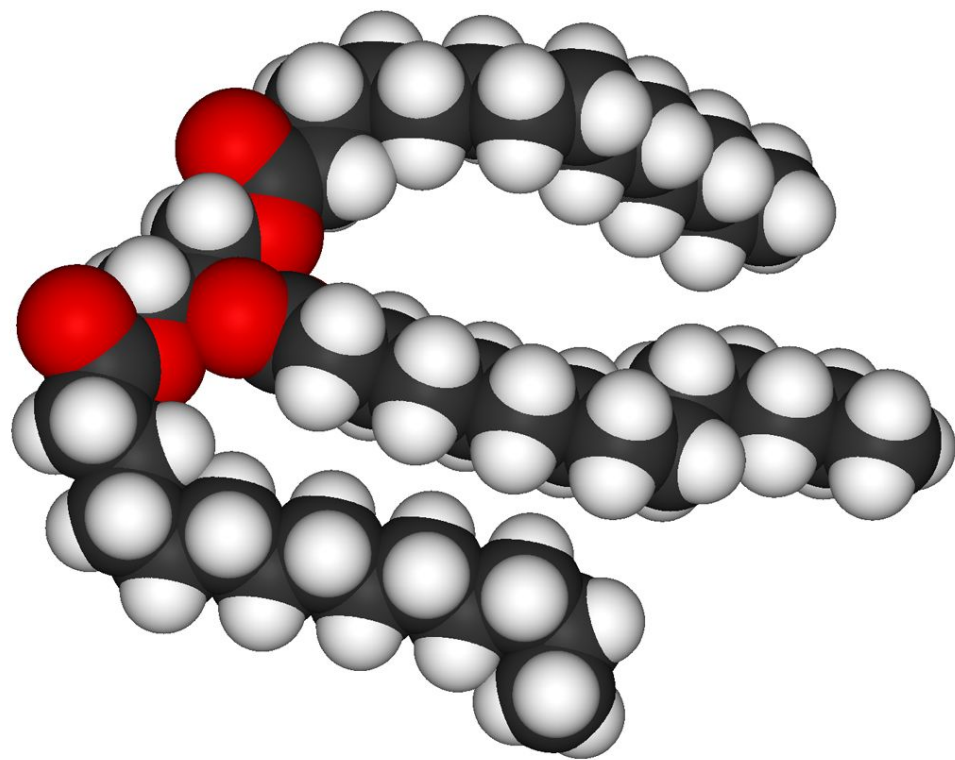
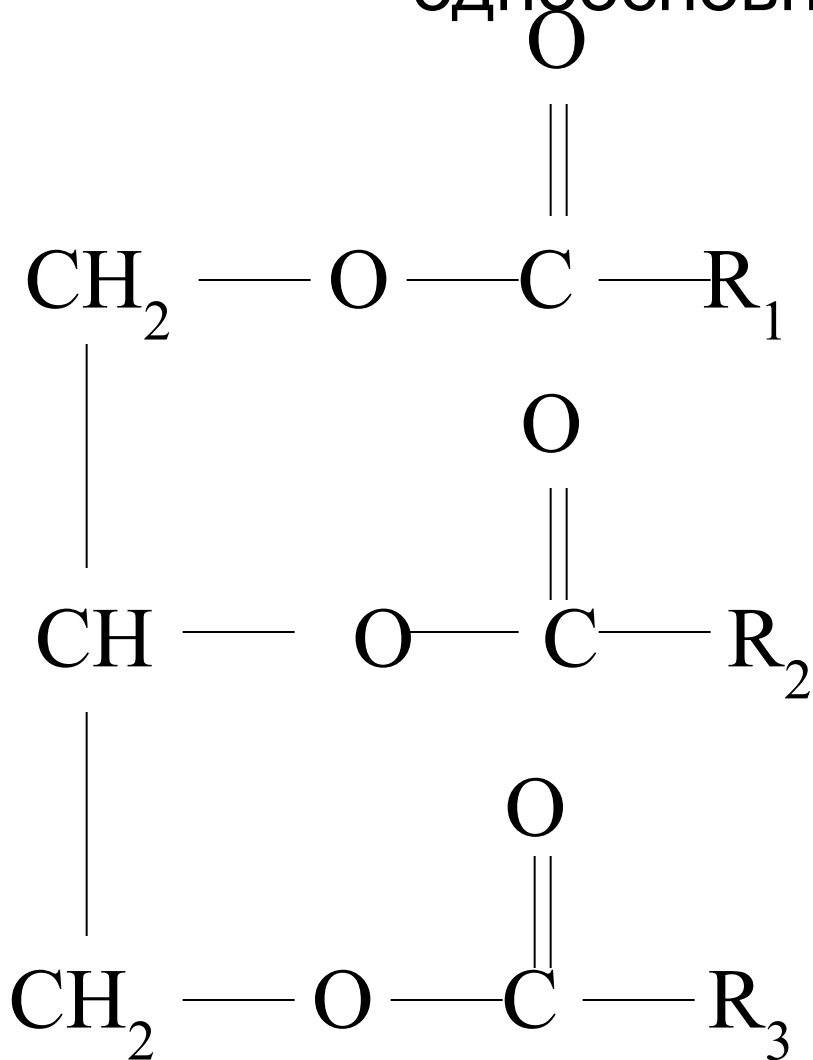
Общая структурная формула аминокислот, входящая в состав белков



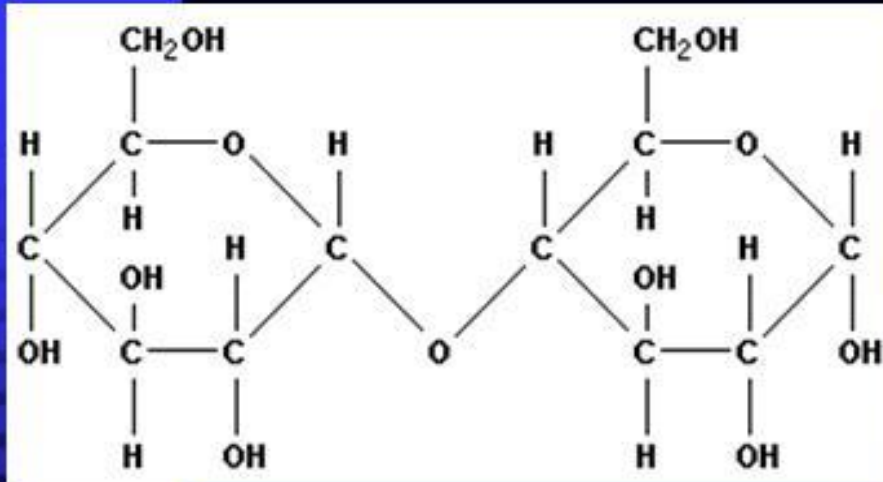
РАДИКАЛ



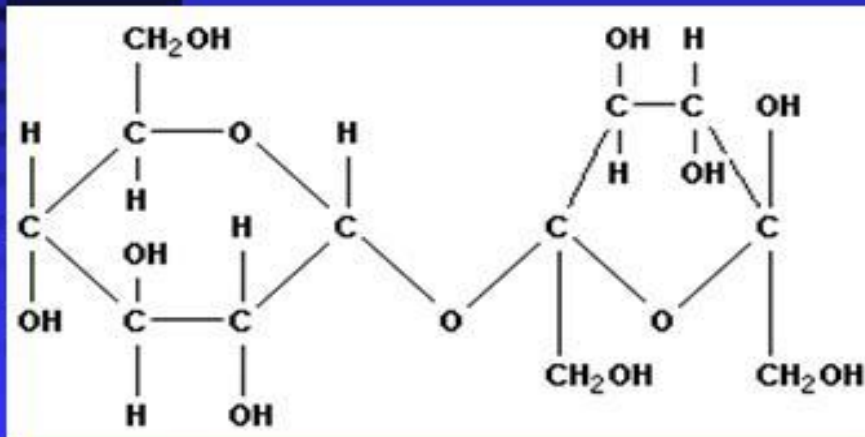
Структура жира- триглицерида,
природного органического
соединения, сложного эфира глицерина и
одноосновных жирных кислот



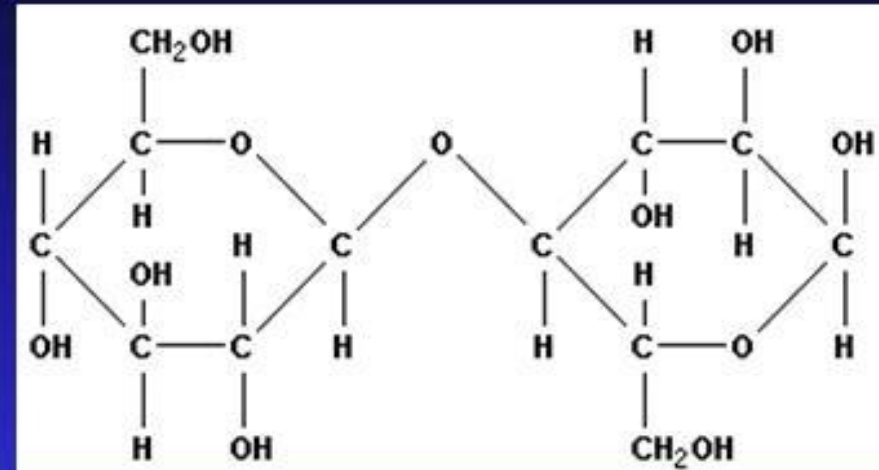
Дисахариды



Лактоза

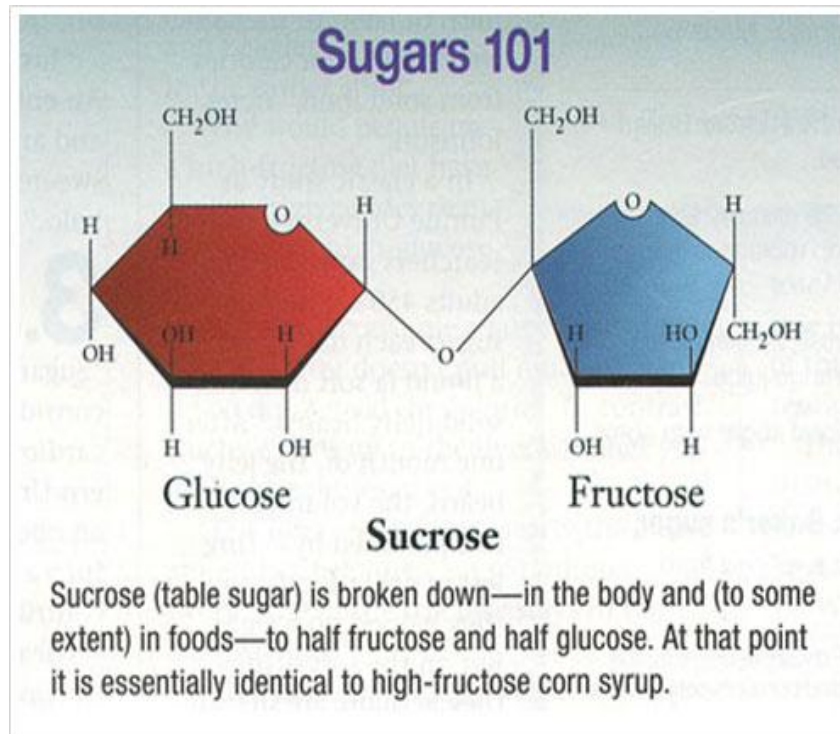


Мальтоза

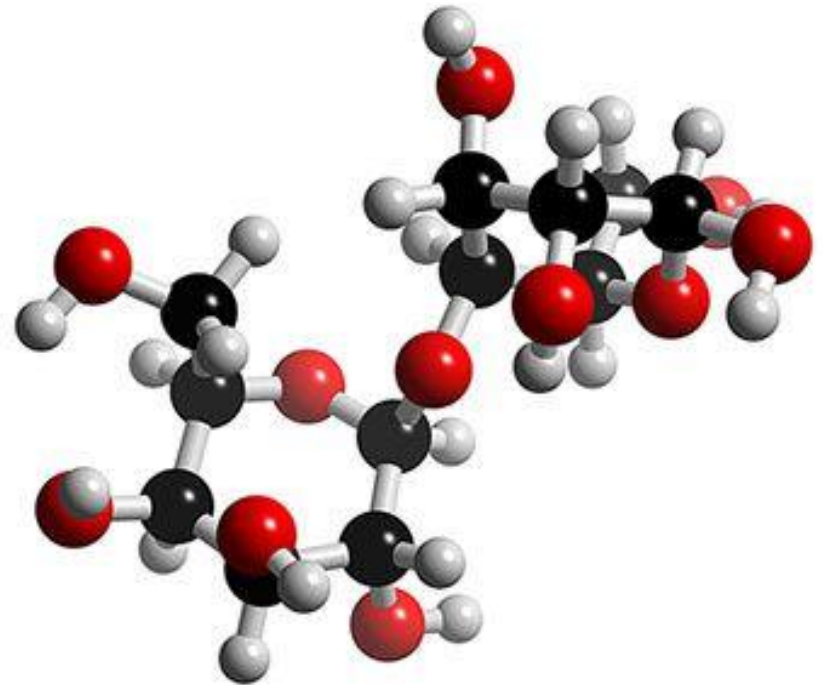


Сахароза

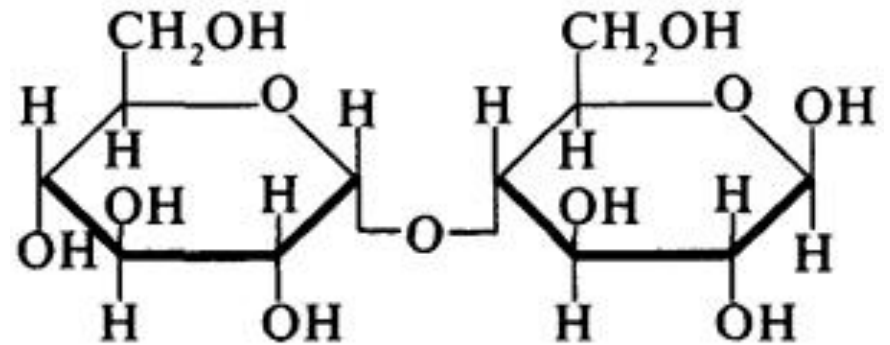
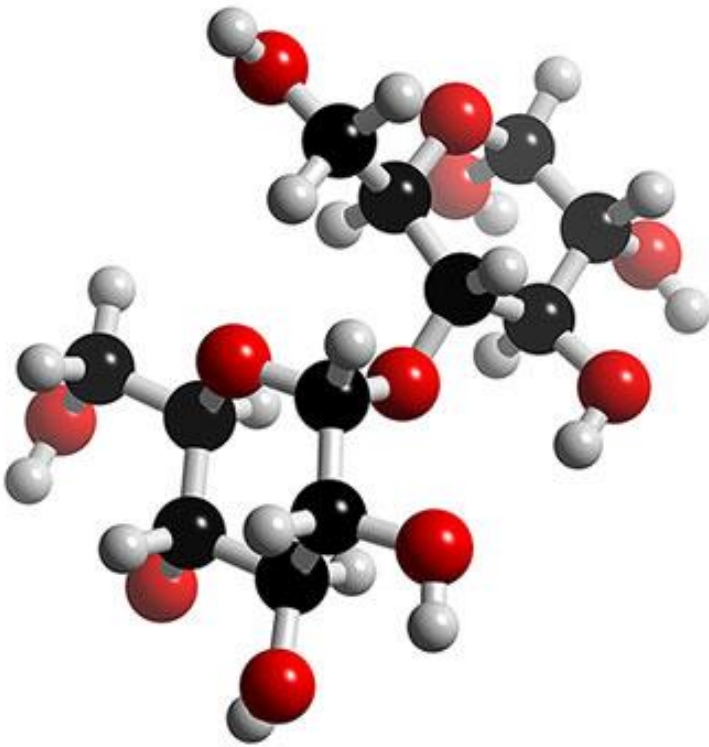
Дисахарид – сахароза (свекловичный, тростниковый сахар) состоит из глюкозы и фруктозы



Лактоза (молочный сахар)-дисахарид
СОСТОИТ ИЗ ГЛЮКОЗЫ И ГАЛАКТОЗЫ



Дисарид мальтоза (солодовый сахар) СОСТОИТ ИЗ ДВУХ МОЛЕКУЛ ГЛЮКОЗЫ



остаток
ГЛЮКОЗЫ

остаток
ГЛЮКОЗЫ

Взаимосвязь анаболизма и катаболизма:

Метаболизм



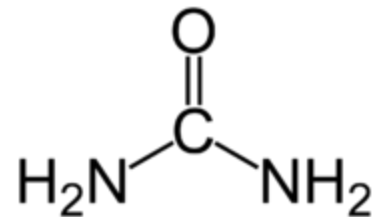
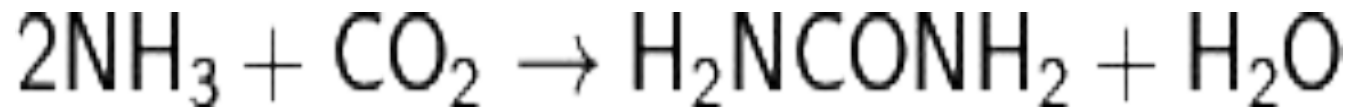
Анаболизм

Катаболизм

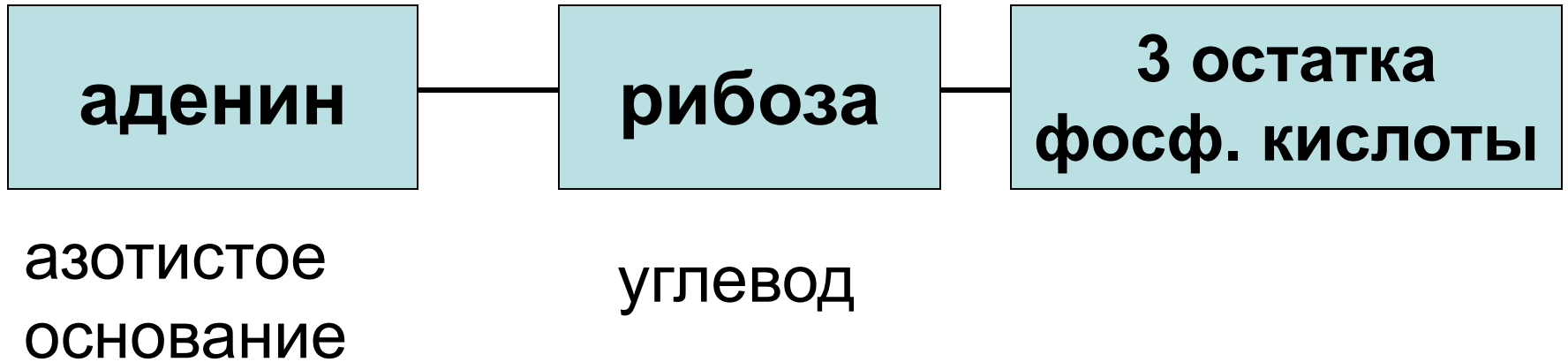
Белки ← аминокислоты → CO₂, H₂O, NH₃

Липиды ← глицерин + жирные кислоты → CO₂, H₂O

Углеводы ← глюкоза → CO₂, H₂O

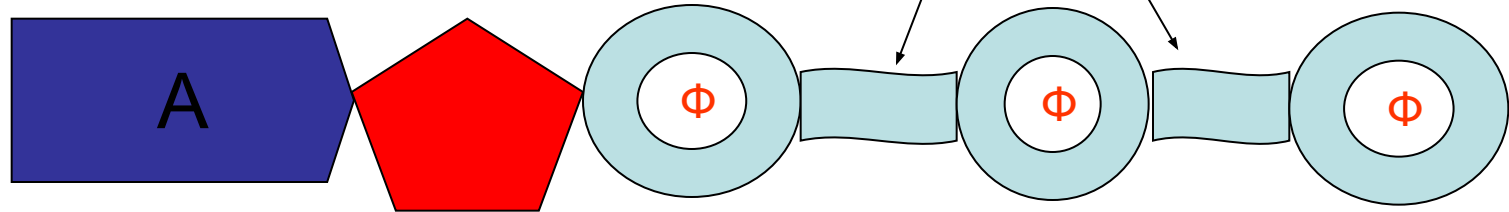


АТФ:



Синтез АТФ(запасание энергии)

- Макроэргические связи (богатые энергией)



Таким образом, при расщеплении одной молекулы АТФ выделяется 80 кДЖ и 2 молекулы H_3PO_4

- $\text{АТФ} + \text{H}_2\text{O} = \text{АДФ} + \text{H}_3\text{PO}_4 + 40 \text{ кДЖ}$
- $\text{АДФ} + \text{H}_2\text{O} = \text{АМФ} + \text{H}_3\text{PO}_4 + 40 \text{ кДЖ}$
- $\text{АТФ} + 2\text{H}_2\text{O} = \text{АМФ} + 2\text{H}_3\text{PO}_4 + 80 \text{ кДЖ}$
- Эти **реакции обратимы**, т.е. молекула АМФ восстанавливается до АДФ
- $\text{АМФ} + \text{H}_3\text{PO}_4 + \text{H}_2\text{O} = \text{АДФ}$
- Молекула АДФ восстанавливается до АТФ
- $\text{АДФ} + \text{H}_3\text{PO}_4 + \text{H}_2\text{O} = \text{АТФ}$



**Укажите пункт, в котором правильно
записан процесс расщепления
органических веществ в организме
животного:**

А) белки → нуклеотиды → углекислый газ и вода

Б) жиры → глицерин + жирные кислоты → углекислый газ и вода

В) углеводы → моносахариды → дисахариды → углекислый газ и вода

Г) белки → аминокислоты → вода и аммиак.

Этапы энергетического обмена:

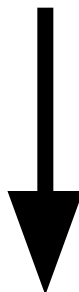
1. Подготовительный
2. Бескислородный
3. Кислородное расщепление

Второй этап.

Бескислородный этап.

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

Глюкоза



Глюкозо-6-фосфат



2 АТФ

10 реакций

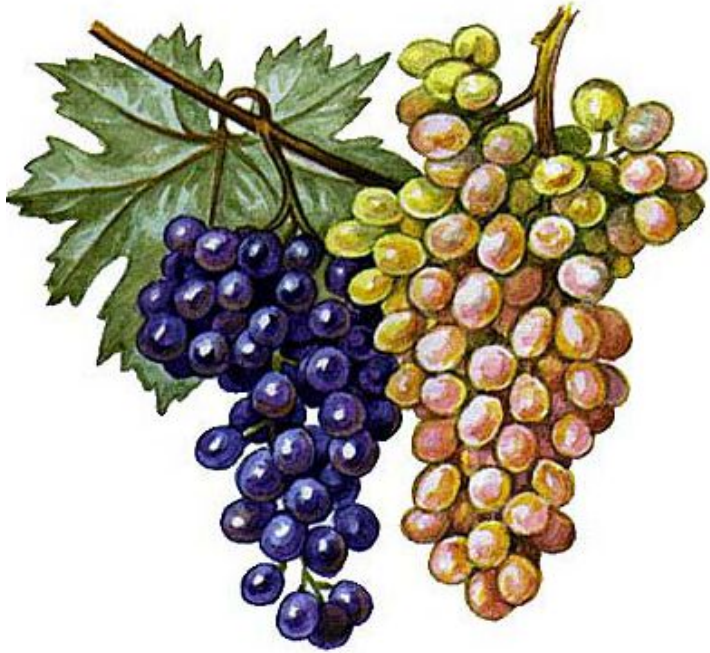


Пировиноградная кислота (ПВК)

Гликолиз- ферментативное, бескислородное
окисление глюкозы (окислительное фосфорилирование)

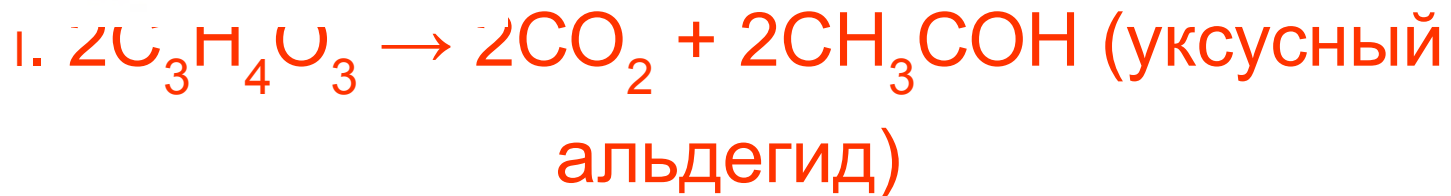


Гликолиз, или бескислородное окисление, субстратное фосфорилирование.

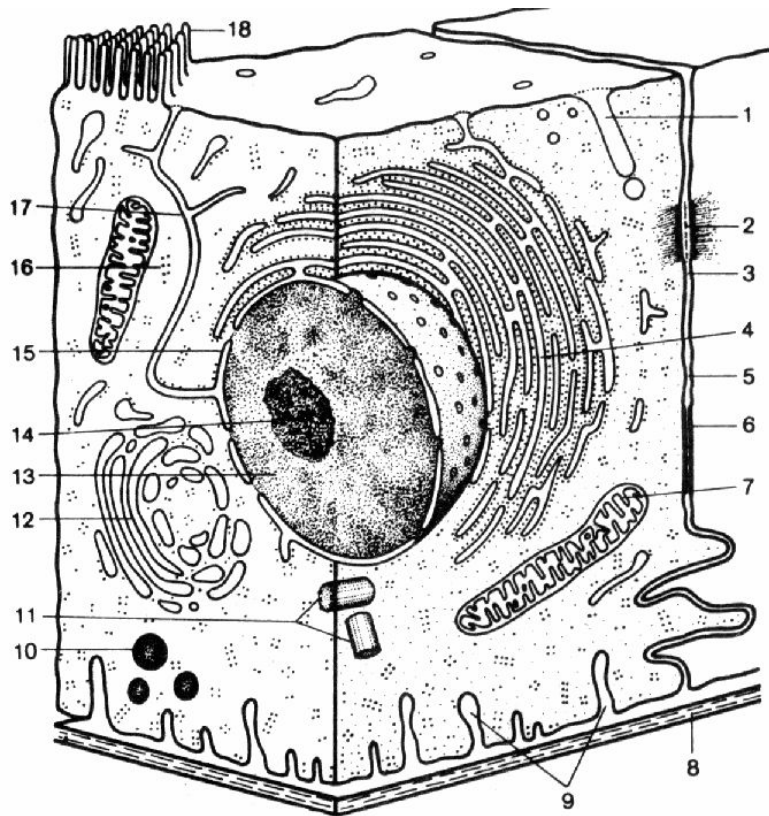


Дальнейшая судьба ПВК зависит от присутствия O_2 в клетке.

Если O_2 нет, происходит **анаэробное брожение (дыхание)**, причем у дрожжей и растений происходит *спиртовое брожение*, при котором сначала происходит образование уксусного альдегида, а затем этилового спирта:



Гликолиз, или бескислородное окисление, субстратное фосфорилирование.

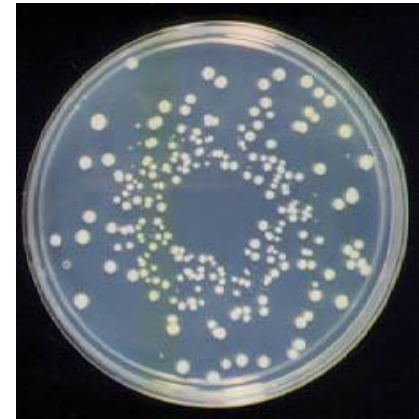


У животных и некоторых бактерий при недостатке O_2 происходит **молочнокислое брожение** с образованием молочной кислоты:



Использование человеком

- Получение многих пищевых и технических продуктов невозможно без участия различных бродильных бактерий (на рис. бифидобактерии)
- Поскольку свободный кислород, имеющийся на нашей планете, образовался в результате фотосинтеза, возникшего на более поздних этапах развития жизни на Земле, совершенно очевидно, что анаэробный способ извлечения энергии — брожение — более древний, чем процесс дыхания.



- Брожение известно людям с незапамятных времен. Тысячелетиями человек пользовался **спиртовым брожением** при изготовлении вина. Еще раньше было известно о **молочнокислом брожении**. Люди употребляли в пищу молочные продукты, готовили сыры. При этом они не подозревали, что эти процессы происходят с помощью микроорганизмов.
- Термин «брожение» был введен голландским **алхимиком Ван Хельмонтом** в XVII в. для процессов, идущих с выделением газов (fermentatio — кипение).
- Затем в XIX в. основоположник современной микробиологии **Луи Пастер** показал, что брожение является результатом жизнедеятельности микробов, и установил, что **различные брожения вызываются разными микроорганизмами**.
- Брожение производят главным образом дрожжи, а также некоторые бактерии и грибы. В различных странах для получения спирта используют различные микроорганизмы. Например, в Европе используют в основном **дрожжи** из рода *Saccharomyces*, в Южной Америке — **бактерии** *Pseudomonas lindneri*, в Азии — **мукоровые грибы**.

- **Спиртовое брожение** — это процесс окисления сахаров, в результате которого образуются этиловый спирт, углекислота и выделяется энергия. Дрожжи сбраживают только некоторые 6-углеродные сахара (глюкозу, фруктозу, маннозу).
- **Бактерии молочнокислого брожения**. При молочнокислом брожении конечным продуктом является молочная кислота.
- С этим брожением люди знакомы издавна. Сквашивание молока, приготовление простокваши, кефира, квашение овощей — результаты молочнокислого сбраживания сахара молока или углеводов растений. Этот вид брожения осуществляется с помощью **молочнокислых бактерий**, которые подразделяются на две большие группы (в зависимости от характера брожения):
гомоферментативные, образующие из сахара только молочную кислоту,
гетероферментативные, образующие, кроме молочной кислоты, спирт, уксусную кислоту, углекислый газ.

- Гомоферментативное молочнокислое брожение вызывают бактерии рода *Lactobacillus* и стрептококки. Они могут сбраживать различные сахара с **6-ю (гексозы) или 5-ю (пентозы)** углеродными атомами, **некоторые кислоты**.
- У молочнокислых бактерий нет ферментативного аппарата для использования кислорода воздуха. Кислород для них или безразличен, или угнетает развитие.
- Молочнокислое брожение широко используется при выработке **молочных продуктов**: простокваши, ацидофилина, творога, сметаны. При производстве кефира, кумыса наряду с молочнокислым брожением, вызываемым бактериями, имеет место и спиртовое брожение, вызываемое дрожжами. Молочнокислое брожение происходит на первом этапе изготовления сыра, затем молочнокислые бактерии сменяются пропионово кислыми. Молочнокислые бактерии нашли широкое применение при консервировании плодов и овощей, в силосовании кормов. Чистое молочнокислое брожение применяется для получения молочной кислоты в промышленных масштабах.

- Молочная кислота находит широкое применение в производстве кож, красильном деле, при выработке стиральных порошков, изготовлении пластмасс, в фармацевтической промышленности и во многих других отраслях. Молочная кислота также нужна в кондитерской промышленности и для приготовления безалкогольных напитков.
- **Бактерии маслянокислого брожения.** Превращение углеводов с образованием масляной кислоты было известно давно. Природа маслянокислого брожения как результат жизнедеятельности микроорганизмов была установлена Луи Пастером в 60-х годах прошлого века.
- Возбудителями брожения являются маслянокислые бактерии, получающие энергию для жизнедеятельности путем сбраживания углеводов. Они могут сбраживать разнообразные вещества — углеводы, спирты и кислоты, способны разлагать и сбраживать даже высокомолекулярные углеводы — крахмал, гликоген, декстрины.

- Наряду с **масляной кислотой, углекислым газом и водородом образуются этиловый спирт, молочная и уксусная кислоты**. Некоторые маслянокислые бактерии, кроме того, образуют **ацетон, бутанол и изопропиловый спирт**.
- Маслянокислое брожение происходит в природных условиях в гигантских масштабах: на дне болот, в заболоченных почвах, илах и всех тех местах, куда ограничен доступ кислорода. Благодаря деятельности маслянокислых бактерий разлагаются огромные количества органического вещества.
- **Бактерии гниlostные** санитарная роль-минерализация органических остатков. Вызывают порчу продуктов.
- Меры предосторожности- понижение температуры, сушка продуктов, маринование, соление, сахаризация, пастеризация, стерилизация.

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**

На втором этапе своего расщепления глюкоза:

- А) окисляется до углекислого газа и воды
- Б) не изменяется
- В) подвергается брожению
- Г) расщепляется до двух трёхуглеродных молекул.

Сколько молекул глюкозы необходимо расщепить без участия кислорода, чтобы получить 18 молекул АТФ:

А) 18

Б) 36

В) 9

Г) 27

Биологическое окисление в клетках происходит

с участием O_2 :

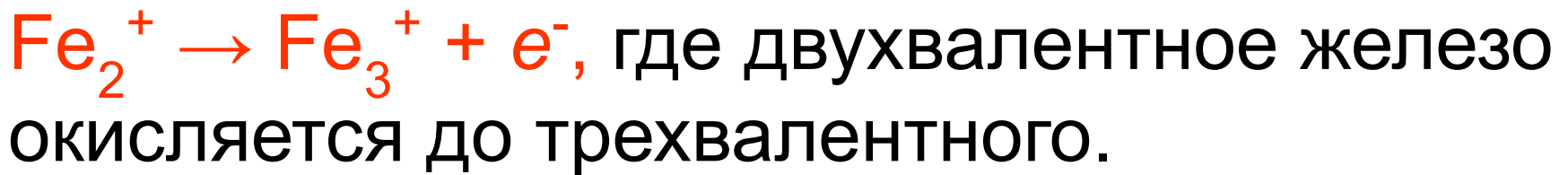


без участия O_2 , *за счет дегидрирования*



окисляется за счет вещества В;

За счет переноса электронов от одного вещества к другому:

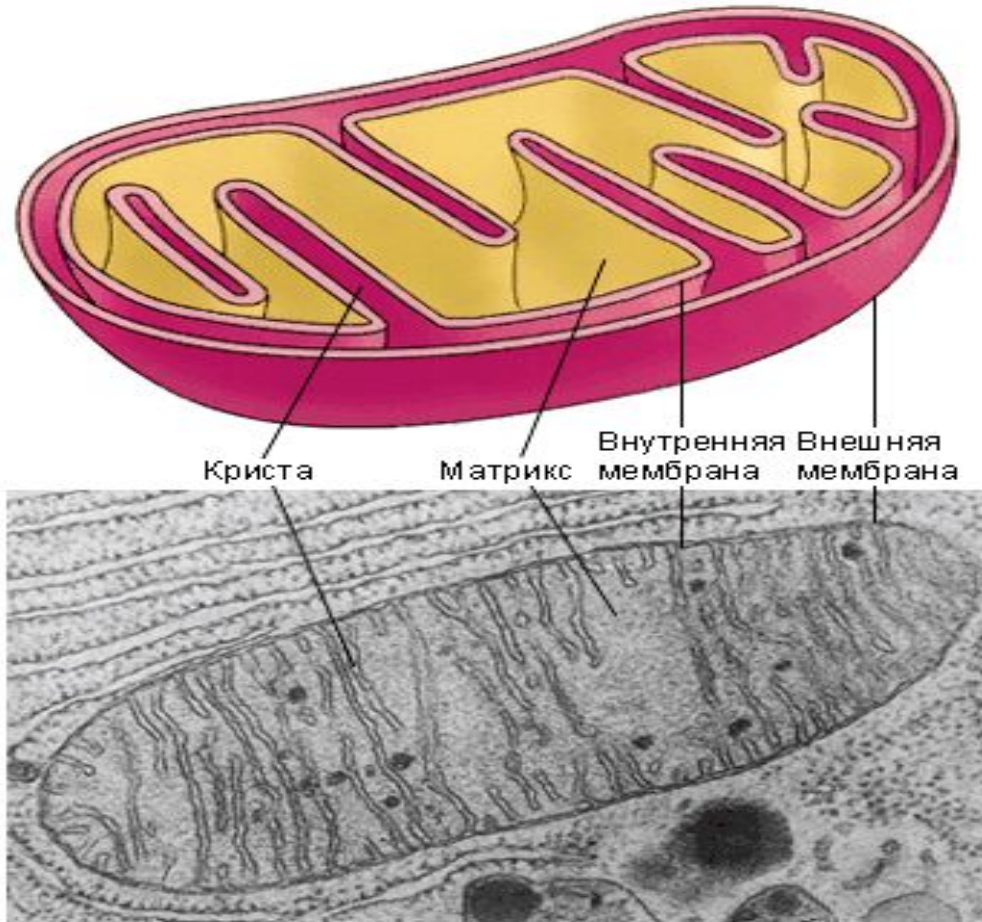


Этапы энергетического обмена:

1. Подготовительный
2. Бескислородный
3. Кислородное расщепление

Третий этап.

Кислородное расщепление:



Условия:

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

Стадии аэробного дыхания:

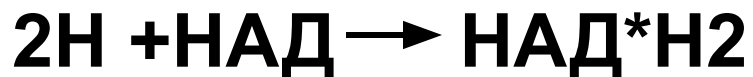
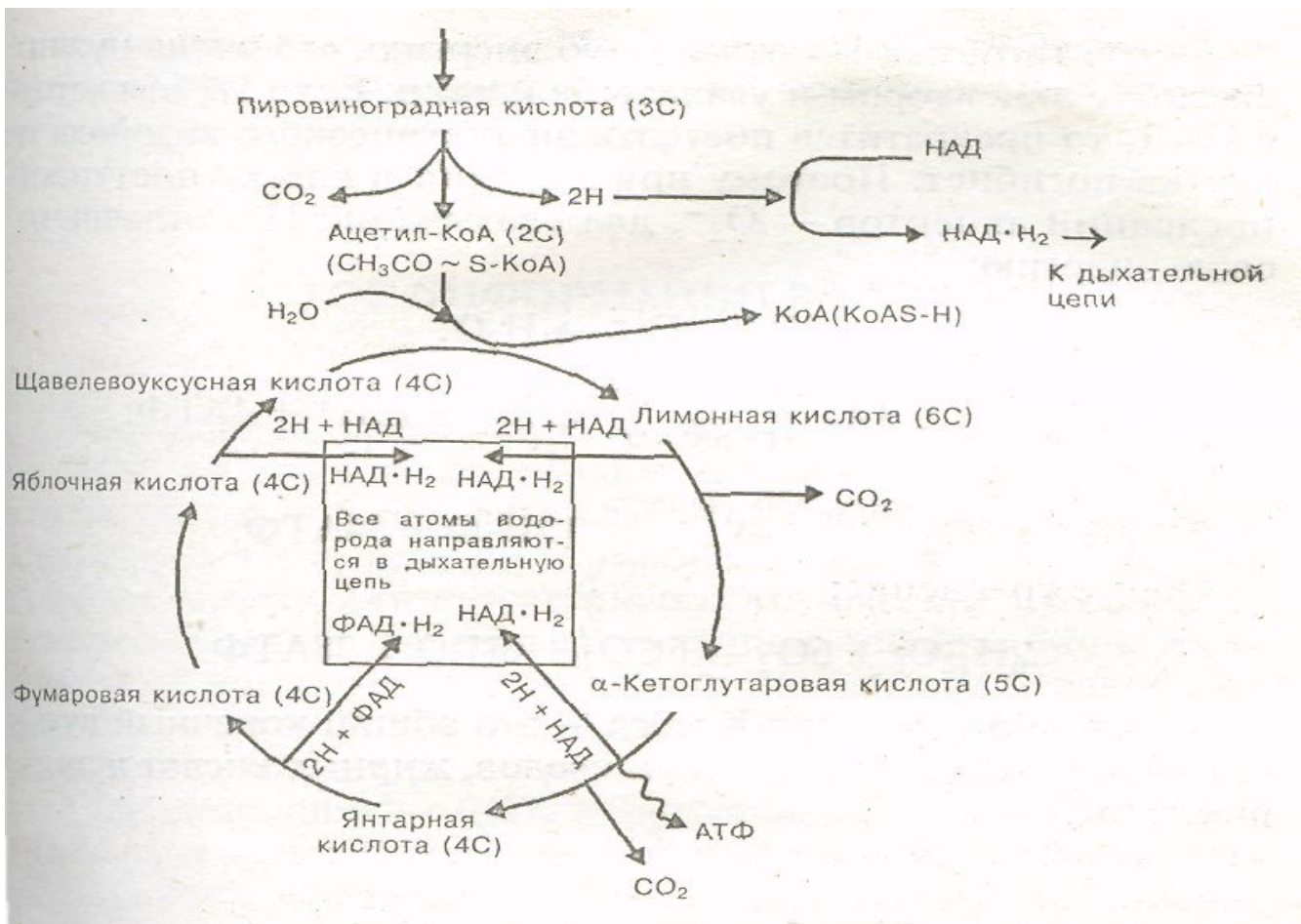
- 1) Окислительное
декарбоксилирование
- 2) Цикл Кребса
- 3) Электронтранспортная цепь



Ханс Кребс
1953г.

Цикл Кребса –
циклический ферментативный
процесс полного окисления
активированной уксусной
кислоты до углекислого газа и
воды. Протекает в матриксе
митохондрий в аэробных
условиях.

Цикл Кребса:





ЩУК 4С

**Яблочная
кислота 4С**

2 Н

**Лимонная
кислота 6С**

2 Н

CO₂

**Фумаровая
кислота 4С**

2 Н

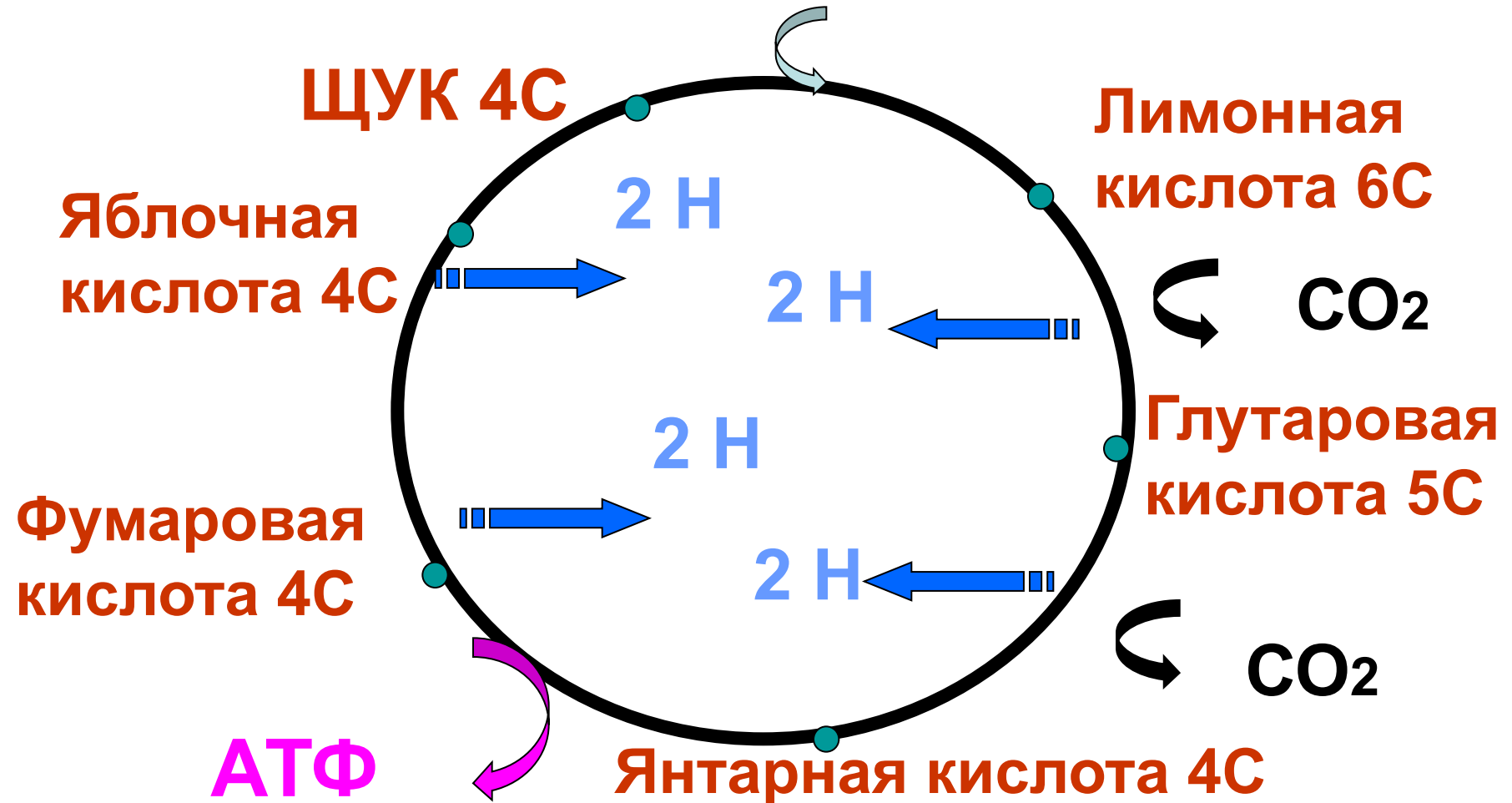
**Глутаровая
кислота 5С**

2 Н

CO₂

АТФ

Янтарная кислота 4С



Результаты Цикла Кребса

Образование:

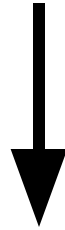
3 НАД*Н₂- богатые энергией молекулы

1 ФАД*Н₂- богатые энергией молекулы

2 СО₂

1 АТФ

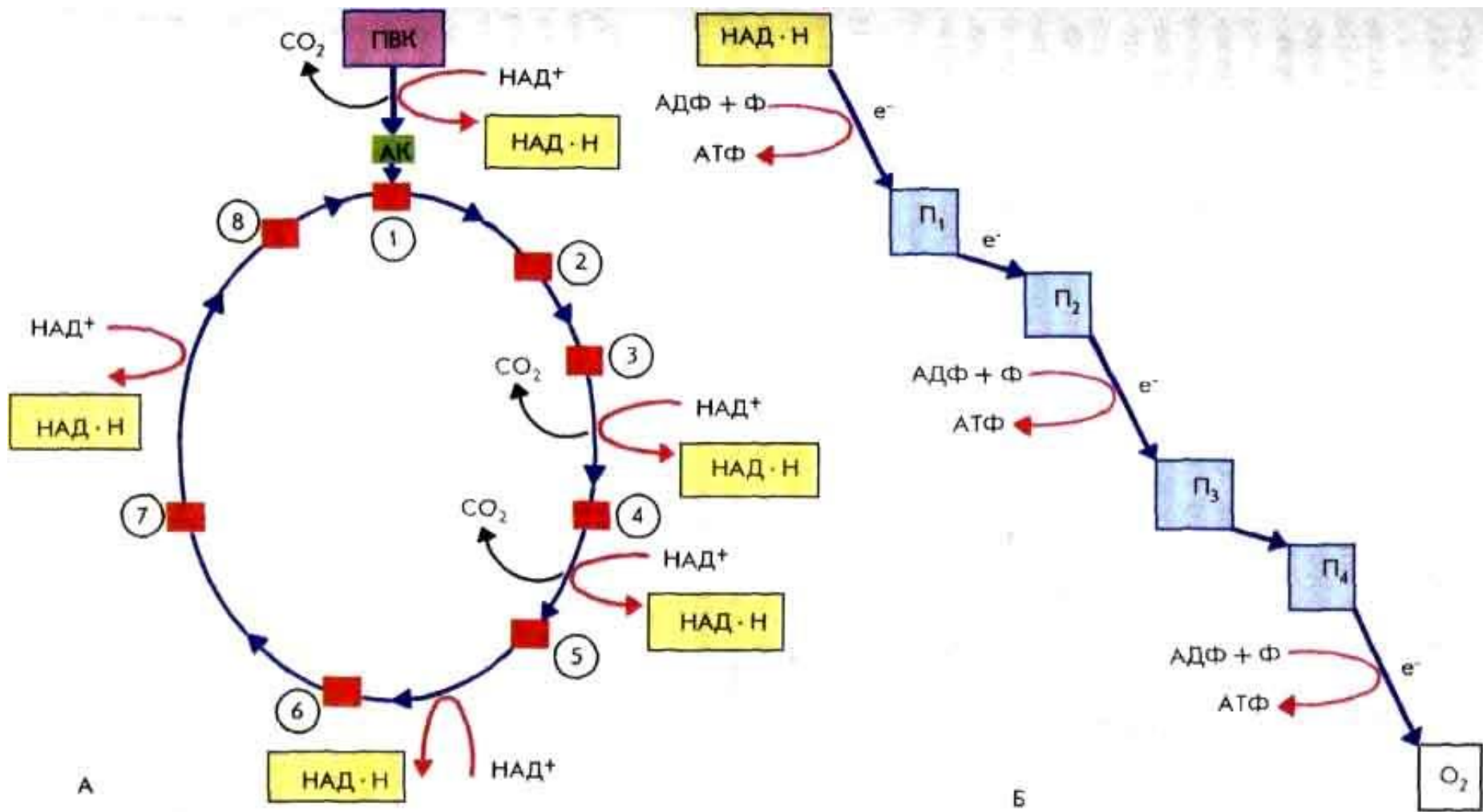
Электронтранспортная цепь



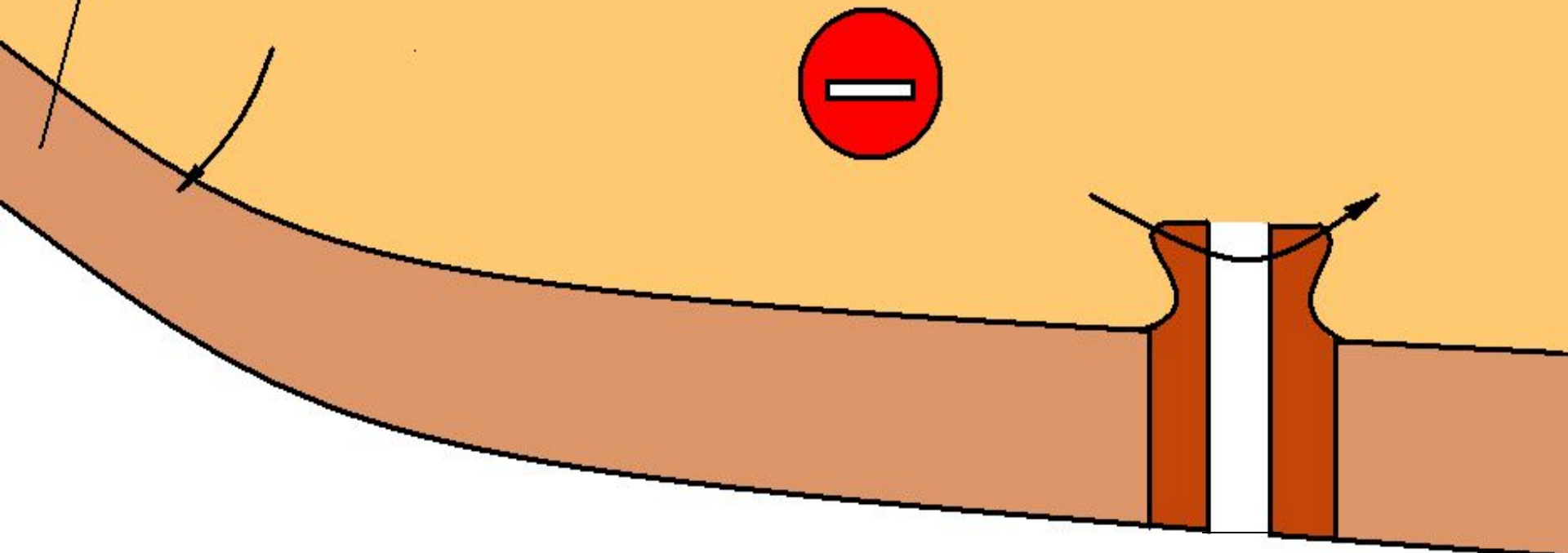
В митохондриях

Цикл Кребса

Электронтранспортная цепь



Внутренняя мембрана



Окружающая среда



АТФ-синтетаза



Внутренняя мембрана

$\text{НАД}^*\text{H}_2$

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

CO_2

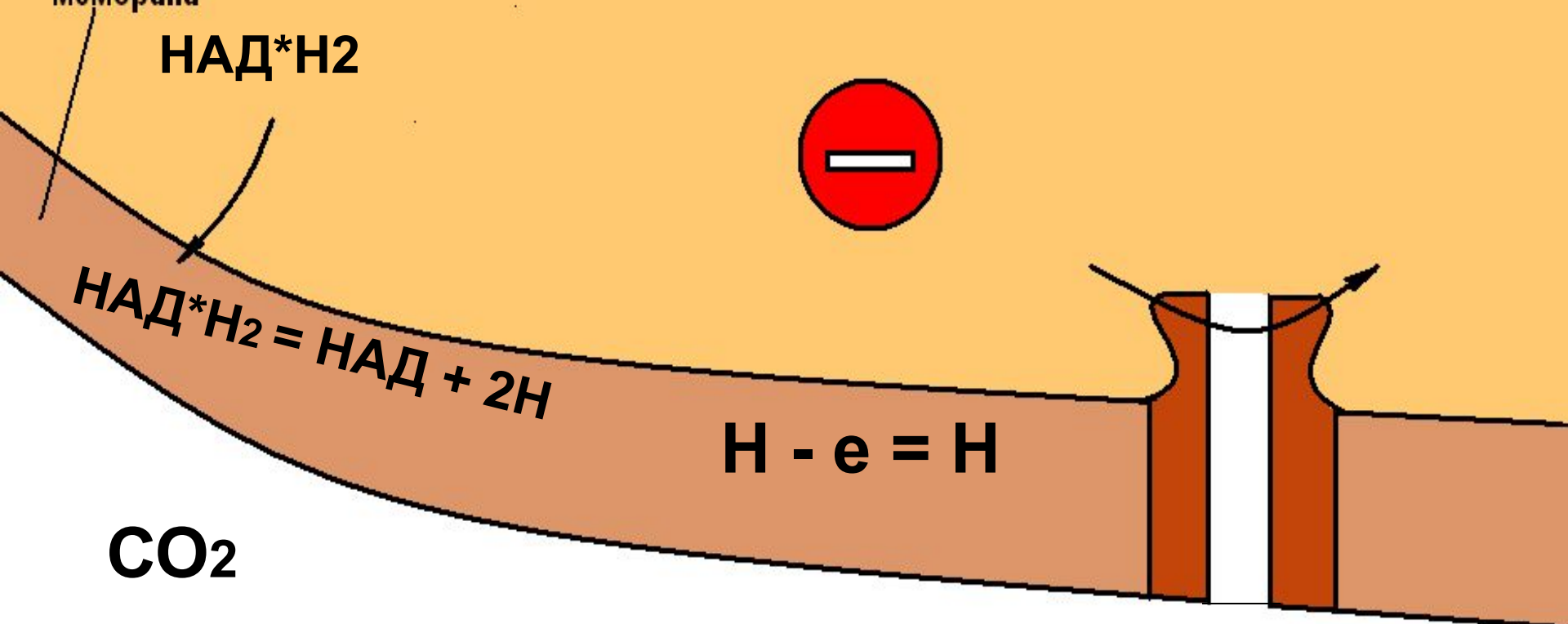
Окружающая среда

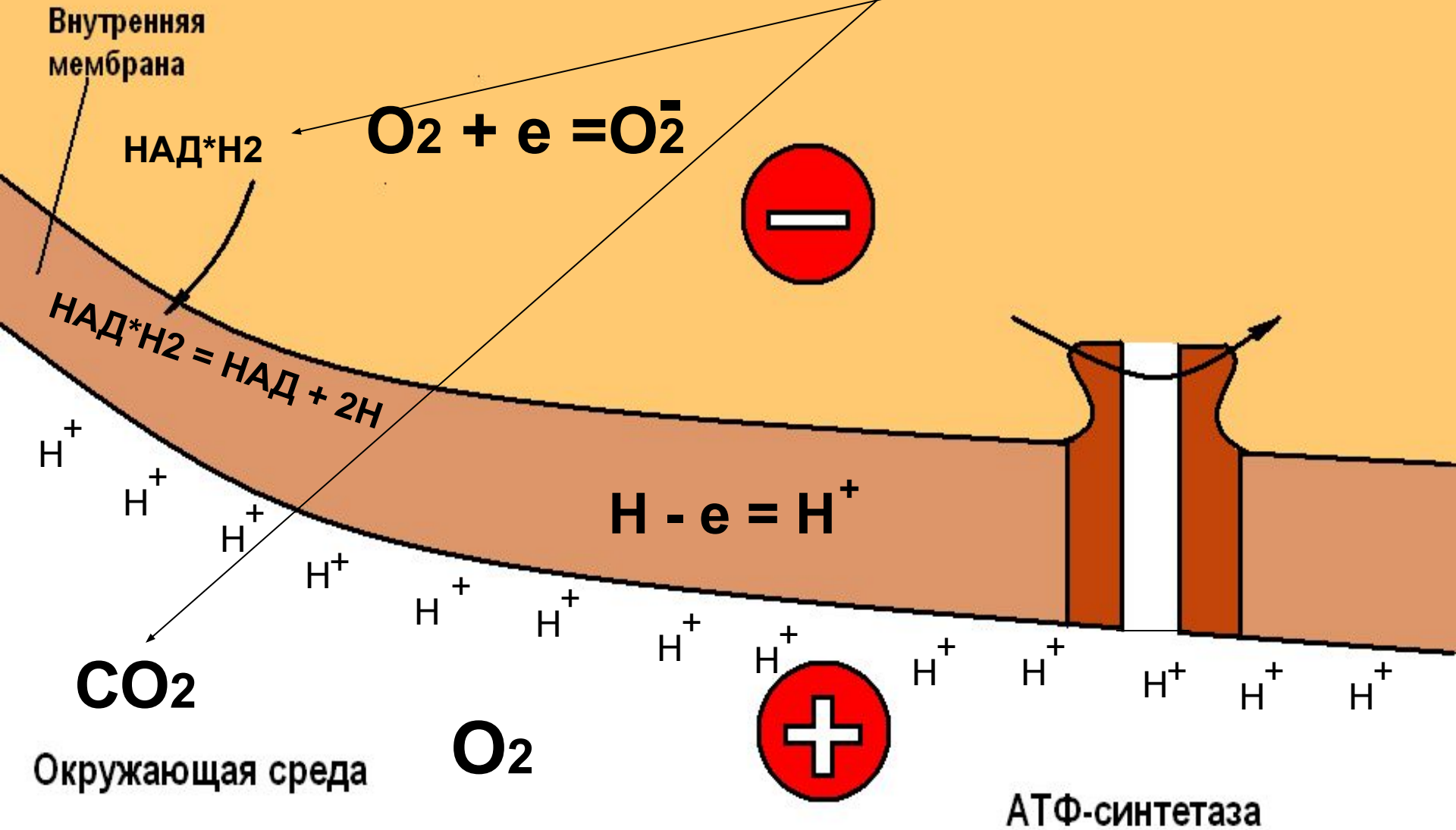


$\text{H} - \text{e} = \text{H}$



АТФ-синтетаза



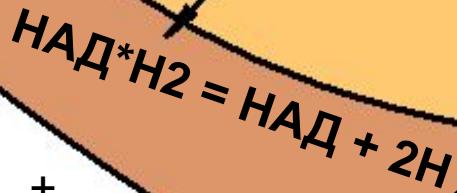




200 мВ

Внутренняя мембрана

НАД*Н2



H⁺

H⁺

H⁺

H⁺

H⁺

H⁺

H⁺

H⁺

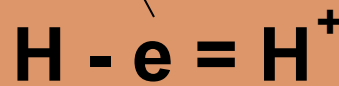
H⁺

H⁺

H⁺

H⁺

H⁺



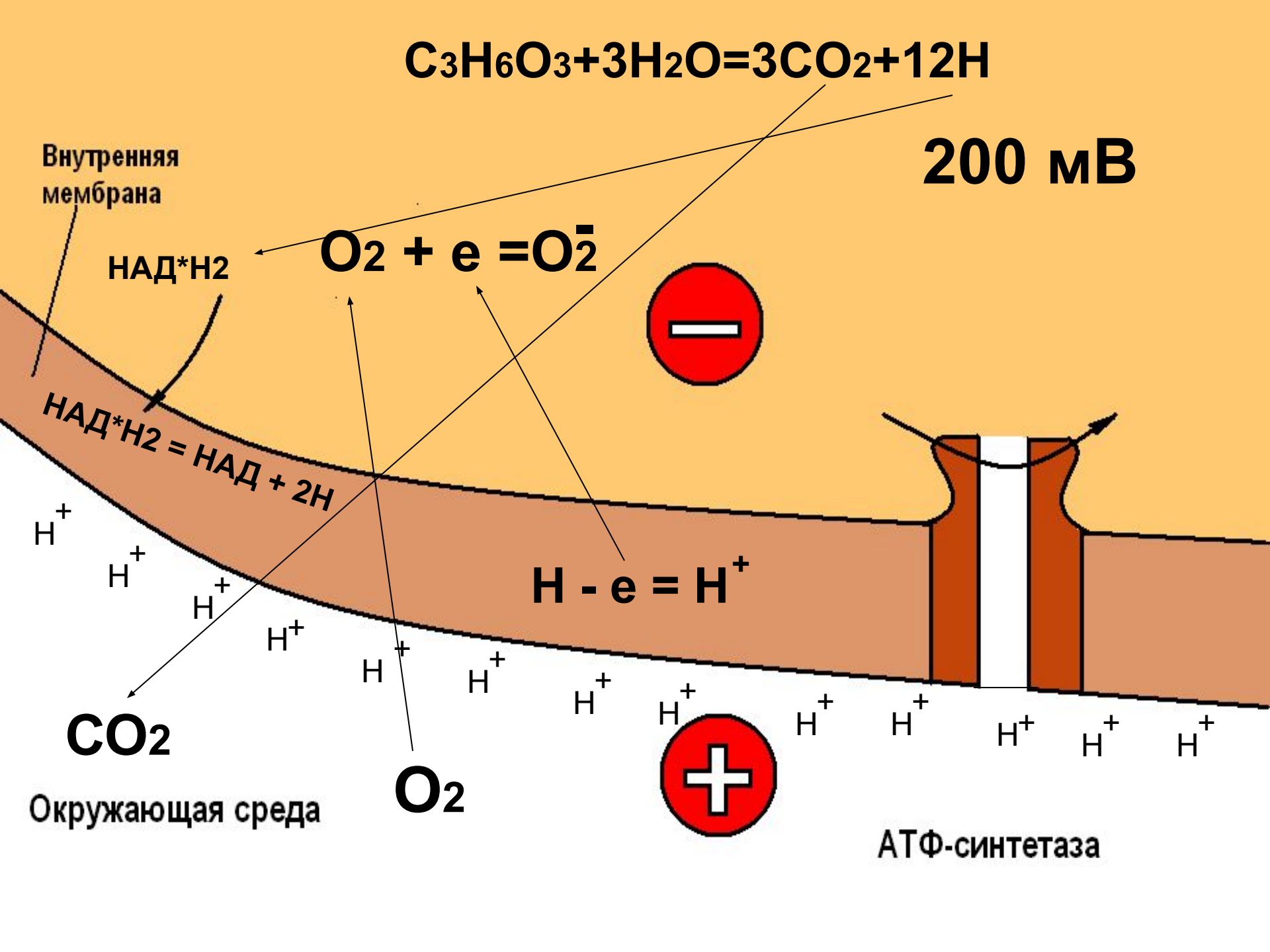
CO₂

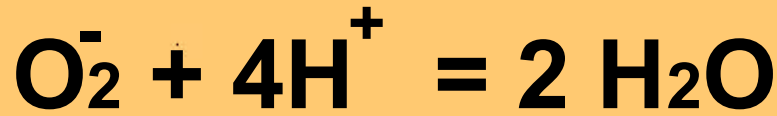


O₂

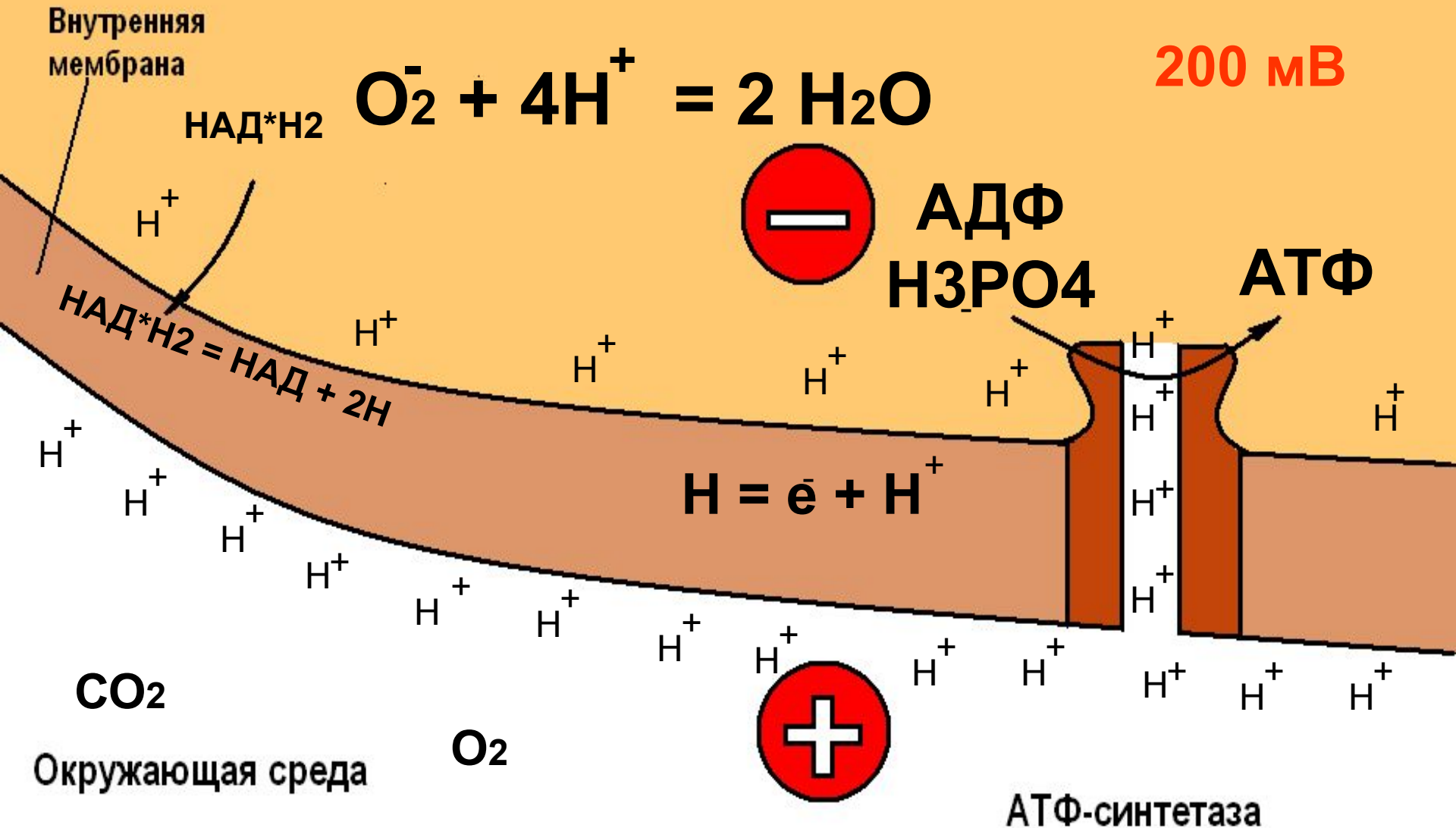
Окружающая среда

АТФ-синтетаза

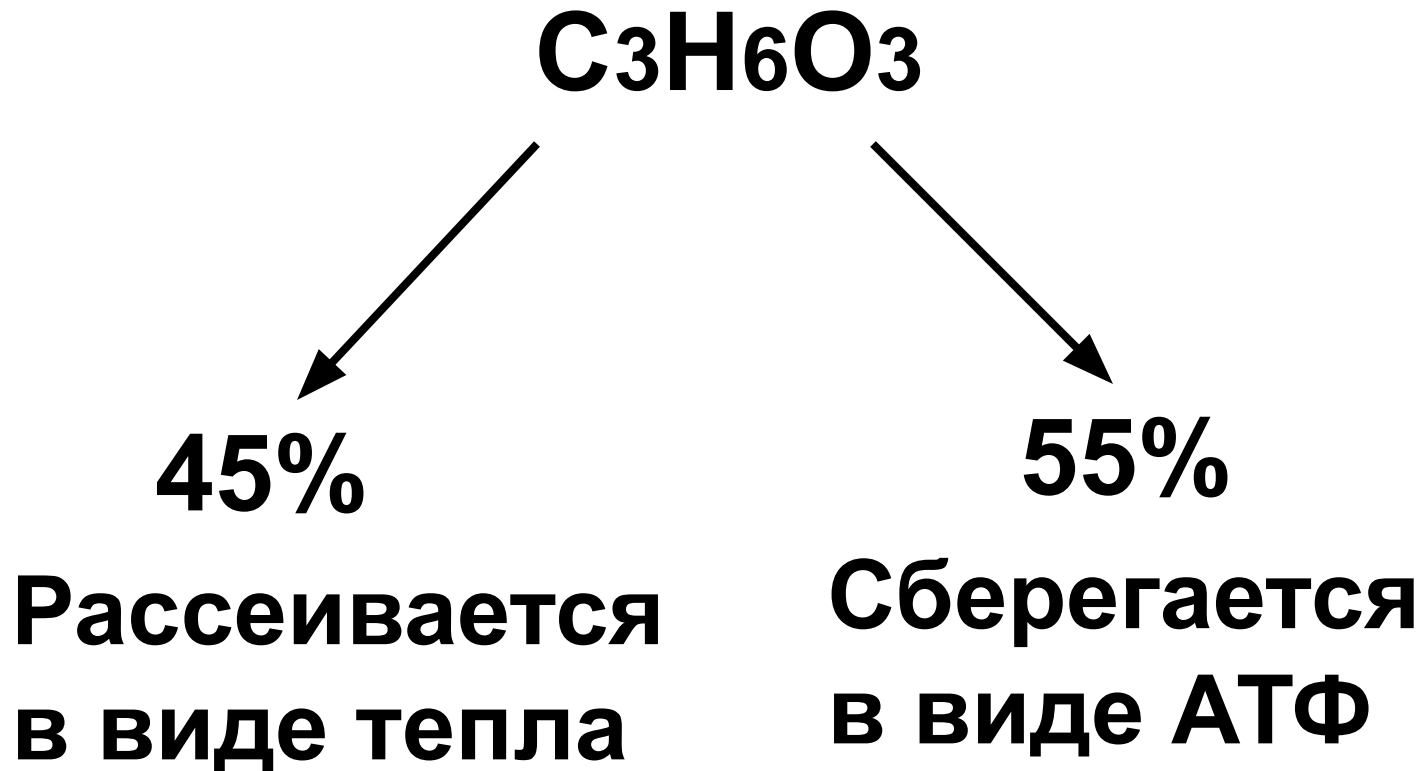




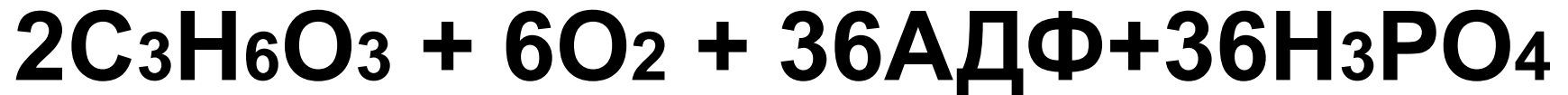
200 мВ



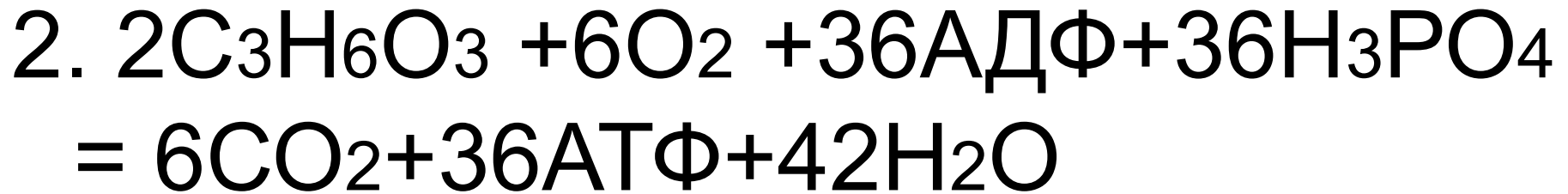
Выделение энергии:



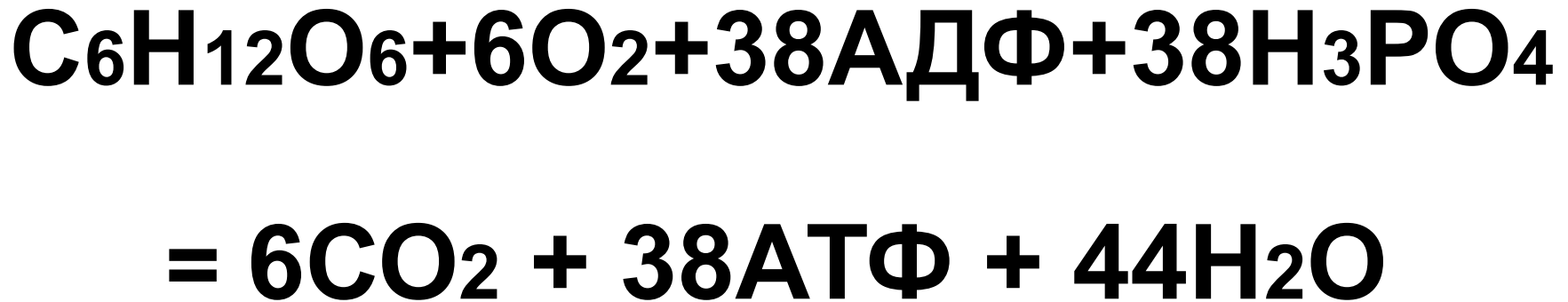
Кислородное расщепление:



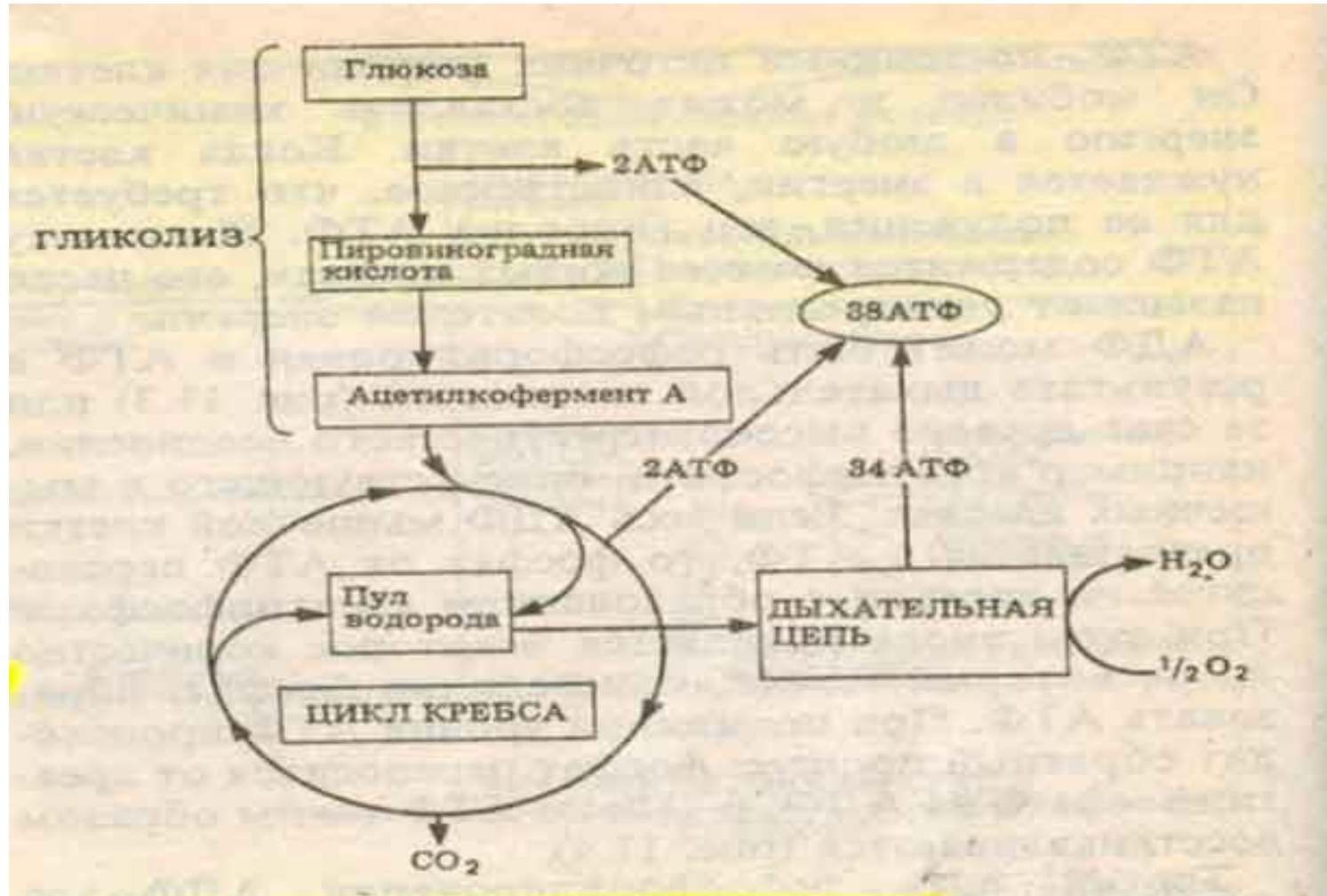
Суммарное уравнение:



Суммарное уравнение:



Общая схема энергетического обмена



КОФЕРМЕНТЫ

- Сложные органические вещества небелковой природы, от которых зависит активность фермента, называют коферментами (коэнзимы). Ряд наиболее важных коферментов: **НАД (NAD)**, **НАДФ (NADP)**, **ФАД (FAD)**.
- Коферменты входят в состав активных центров некоторых ферментов, очень прочно связаны с ферментом и служат акцепторами водорода в реакциях дегидрогенирования.
- Коферменты, подобно ферментам, не расходуются в процессе реакции и потому могут функционировать многократно. Это объясняется тем, что присоединенные ими атомы водорода не остаются в их молекуле, а переносятся (в следующей реакции окисления-восстановления) на другой кофермент или непосредственно на молекулярный кислород. Таким образом, коферменты постоянно окисляются и вновь восстанавливаются.

Задание 3. Сравните процессы анаэробного и аэробного дыхания

Признаки для сравнения	Анаэробное дыхание	Аэробное дыхание
1. Локализация в клетке	цитоплазма	митохондрии
2. Скорость	очень быстро	медленно
3. Формы энергии	химическая	химич., электрохим.
4. Конечные продукты	ПВК, молочная к-та, этиловый спирт	CO ₂ , H ₂ O
5. Количество АТФ	2 молекулы	38 молекул
6. КПД процесса	32 - 40 %	45 – 55 %
7. Условия протекания	отсутствие O ₂	O ₂ , дыхательные ферменты, мембраны

Вопросы

- ***Почему наряду с аэробным дыханием организмы продолжают использовать анаэробное?***
- ***Почему более сложные организмы не могли бы развиваться в отсутствие кислорода?***

Окисление ПВК при аэробном дыхании происходит в:

- A. хлоропластах
- B. цитоплазме
- C. матриксе
- D. митохондриях

Ступенчатость окисления глюкозы позволяет:

- A. Получить больше энергии
- B. Предохранить клетку от перегрева
- C. Экономнее расходовать кислород
- D. Сократить количество получаемой энергии

Где протекает синтез АТФ:

- A. хлоропластах
- B. цитоплазме
- C. матриксе
- D. митохондриях

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 CO_2 и
 H_2O обеспечивает синтез 38
молекул АТФ