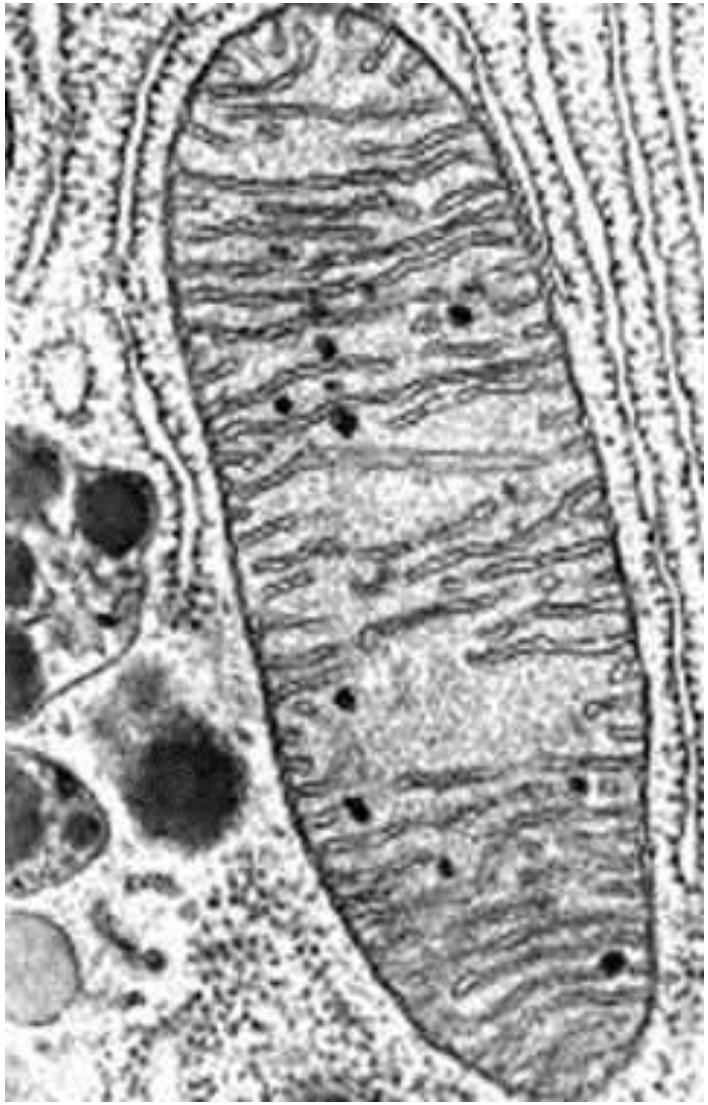
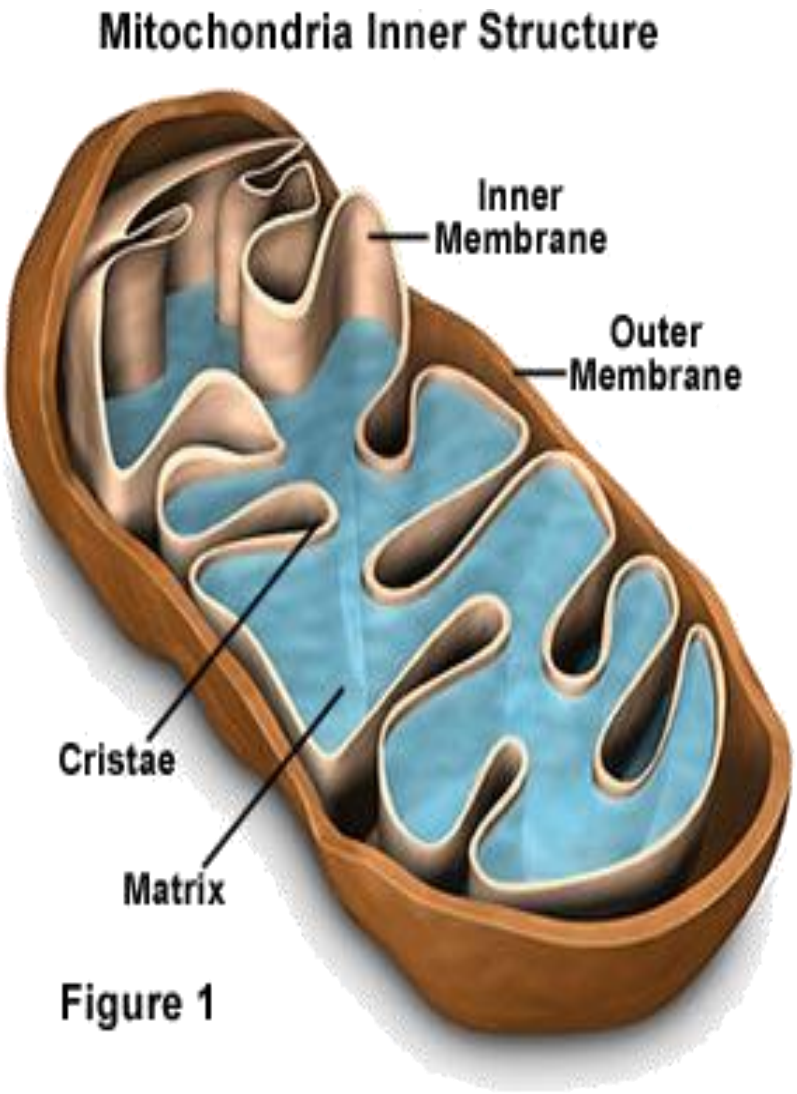
Клеточное дыхание

Митохондрии





Окислительно-восстановительная реакция

$$C_6H_{12}O_6 + 6O_2 \rightarrow 6CO_2 + 6H_2O + \text{energy}$$

ATP

Составные части процесса дыхания

1. **Гликолиз (расщепление сахара)**

Происходит в цитоплазме вне митохондрий

2. **Подготовительная фаза**

Перенос из цитоплазмы в митохондрию

3. **Цикл Кребса (цикл лимонной кислоты)**

Происходит в матриксе митохондрий

4. **Цепь транспорта электронов и окислительное фосфорилирование**

Так называемый Хемиосмозис. Происходит на внутренней мембране митохондрий.

Гликолиз

Фаза 1.

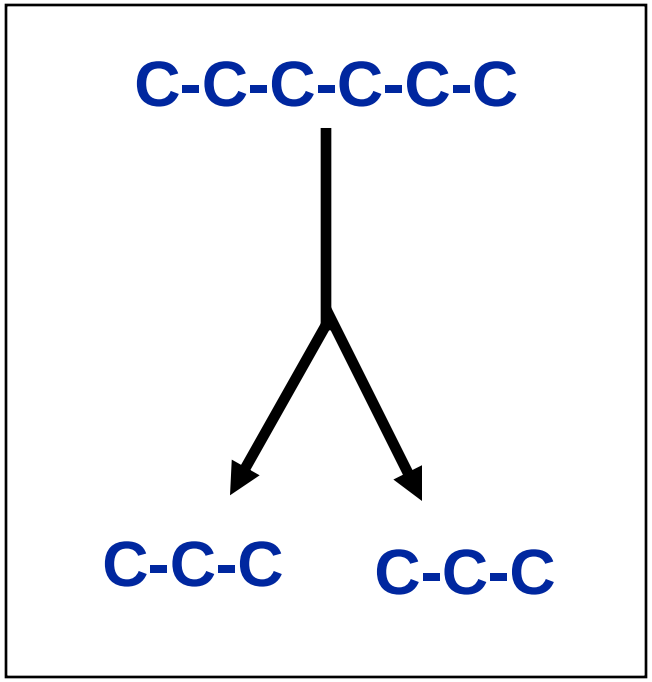
Глюкоза (6С)

2АТФ

2АДФ + Ф

2 АТФ - используется
0 АТФ - производится
0 НАДН - производится

Глицеральдегид фосфат (2 - 3С)
(G3P или GAP)



Гликолиз

Фаза 2

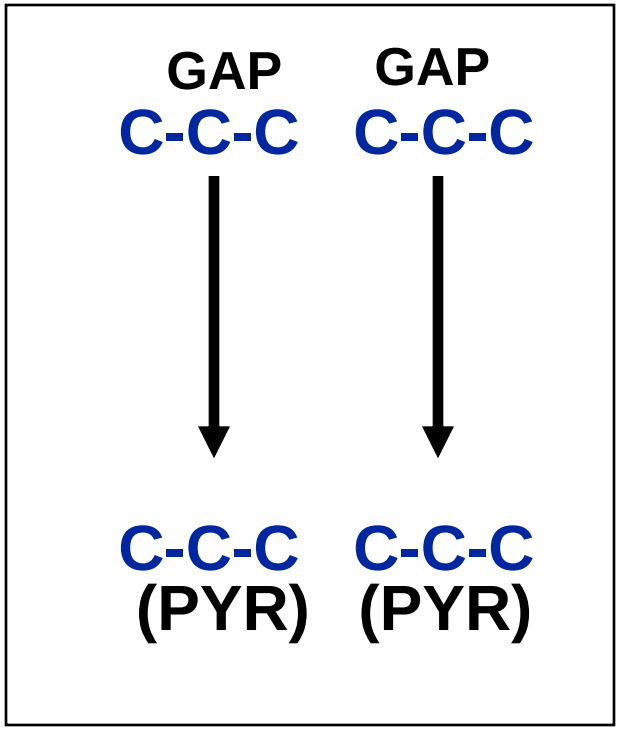
Глицеральдегид фосфат (2 - 3С)
(G3P или GAP)

4АДФ + Ф

4АТФ

0 АТФ - используется
4 АТР - производится
2 НАДН - производится

Пируват (2 - 3С)
(PYR)



Итог гликолиза

- 2 молекулы пировиноградной кислоты
- 2 молекулы АТФ
- 2 молекулы НАДН

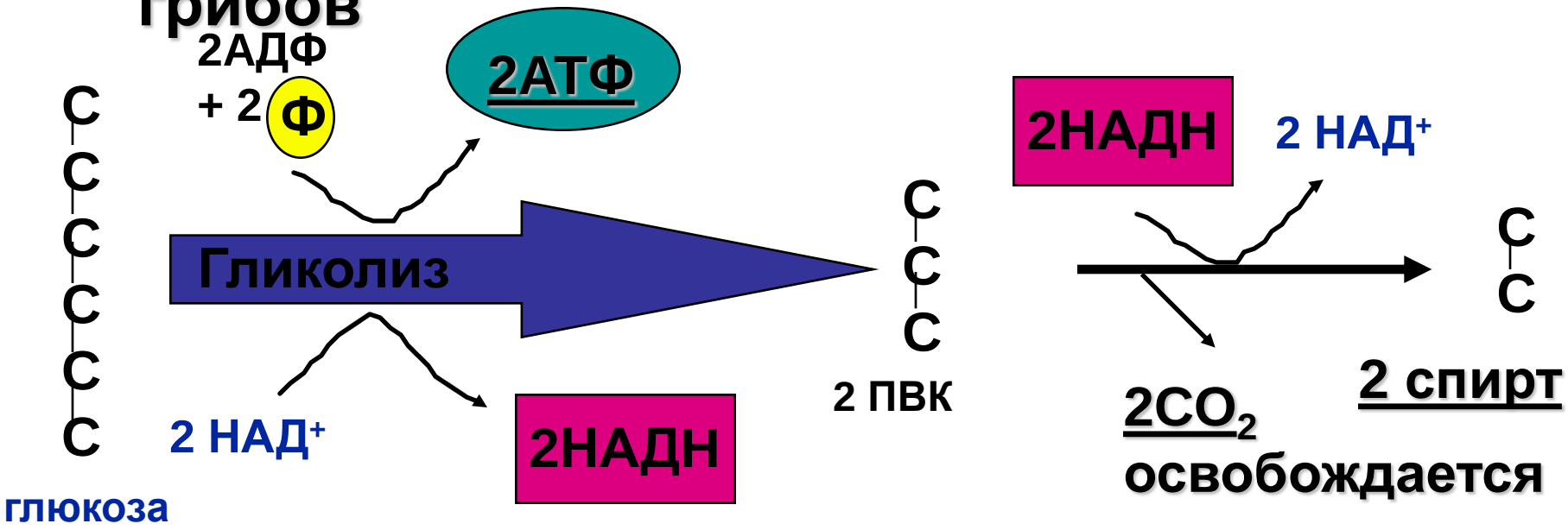
Брожение

Происходит при недостатке кислорода, т.е. в анаэробных условиях с образованием:

- Спирта
- Молочной кислоты

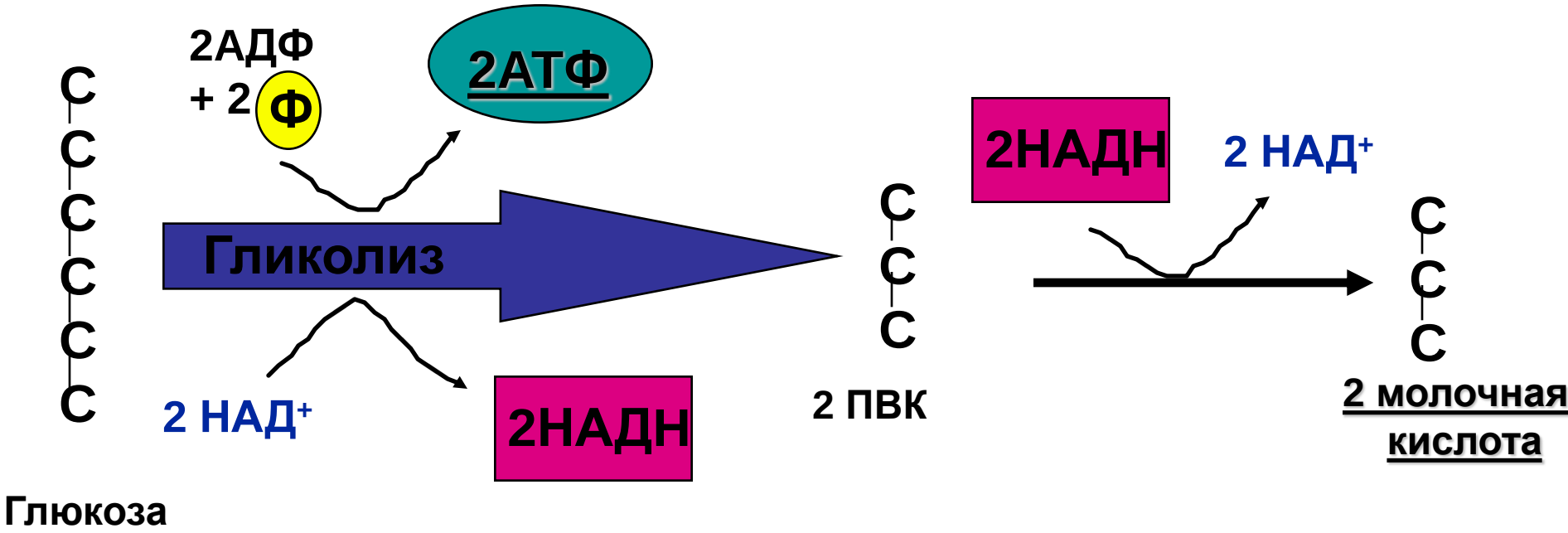
Спиртовое брожение

- **Происходит при образовании вина и пива на основе функционирования бактерий и грибов**



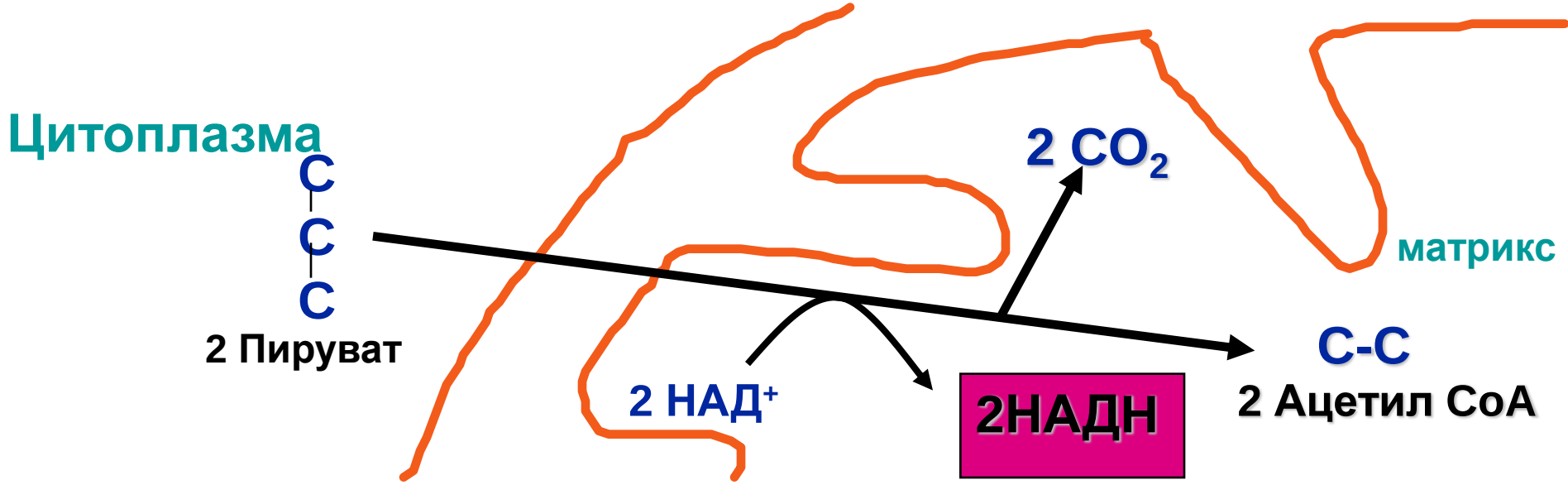
Молочно-кислое брожение

- **Происходит в мышцах животных**

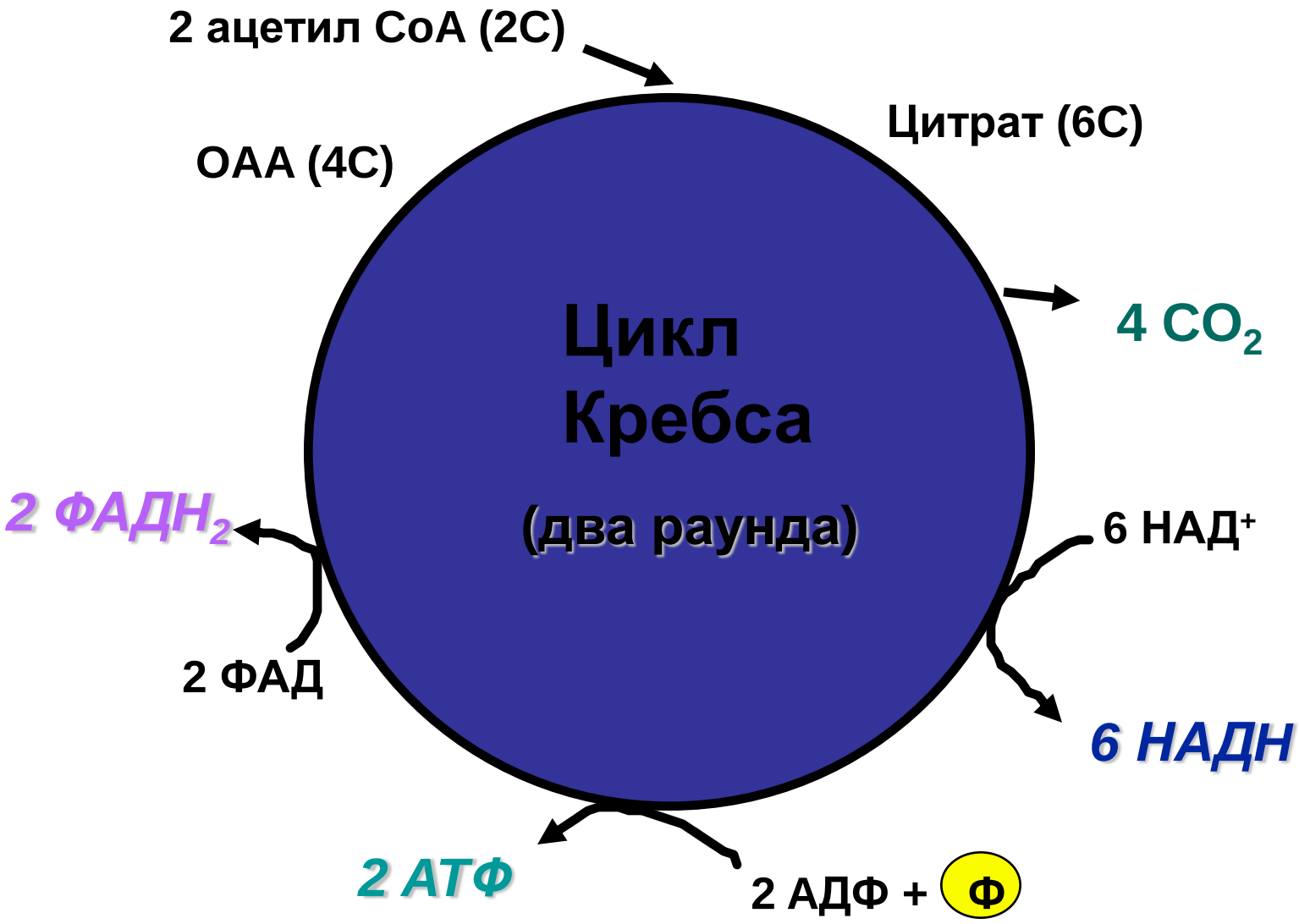


Подготовительная фаза

- ПВК (3С) переносится из цитоплазмы в матрикс митохондрий и превращается в ацетил-кофермент А (2С), при этом образуется 2 молекулы НАДН



Цикл Кребса


2 ацетил CoA (2C)
Цитрат (6C)
OAA (4C)
Цикл Кребса
(два раунда)
4 CO_2
2 $ФАДН_2$
6 $НАД^+$
2 ФАД
6 НАДН
2 АТФ
2 АДФ + Ф

Итог цикла Кребса

- 2 молекулы АТФ
- 6 молекул НАДхН
- 2 молекулы ФАДхН
- 4 молекулы CO_2

Цепь транспорта электронов и окислительное фосфорилирование

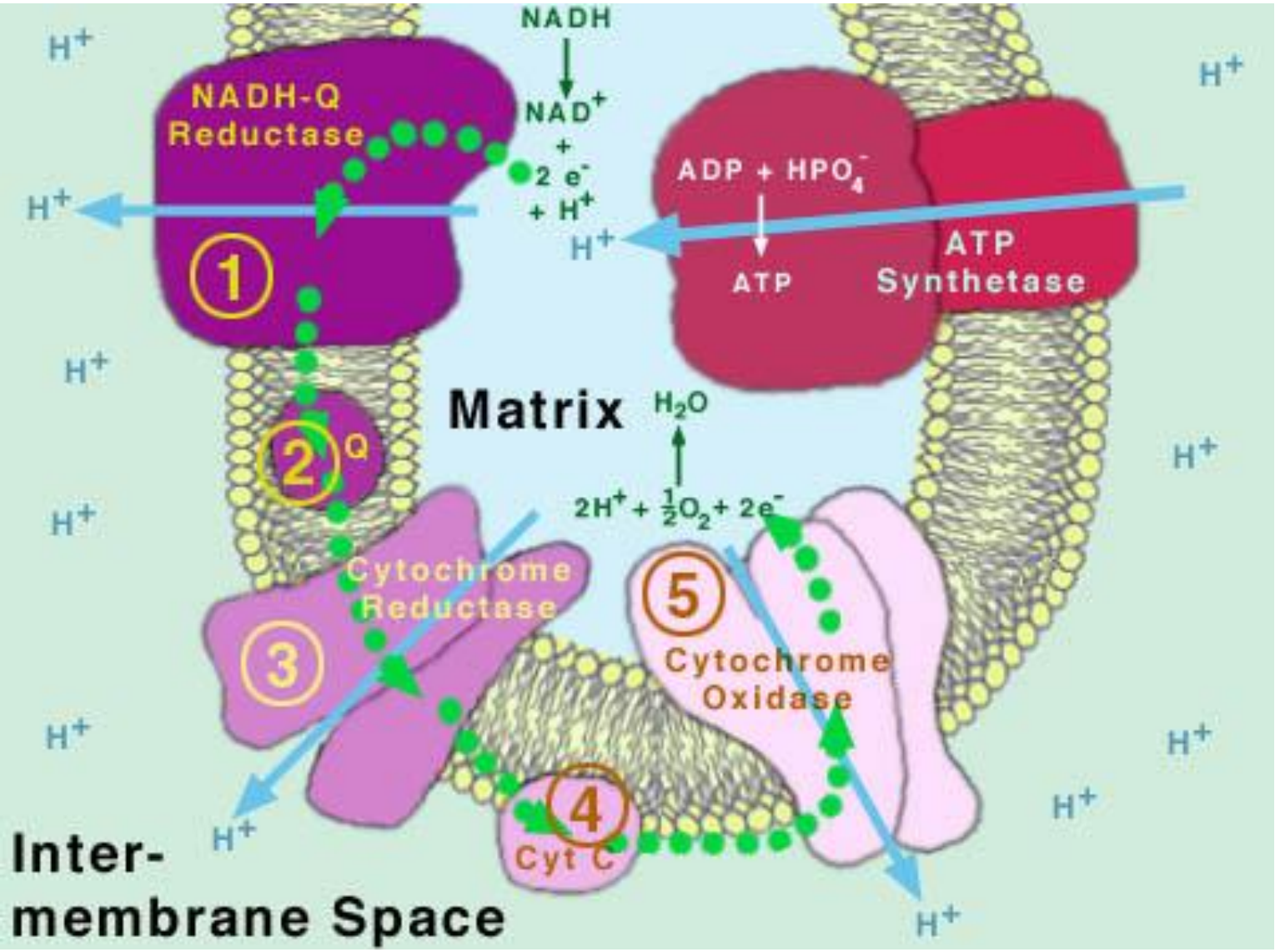
- Происходит на внутренней мембране митохондрий
- Использует белки-цитохромы и

  АТФ-синтазу
- Переносит протоны через внутреннюю мембрану, при этом образуется АТФ:

  - из НАДхН – 3 молекулы,

  - из ФАДхН – 2 молекулы

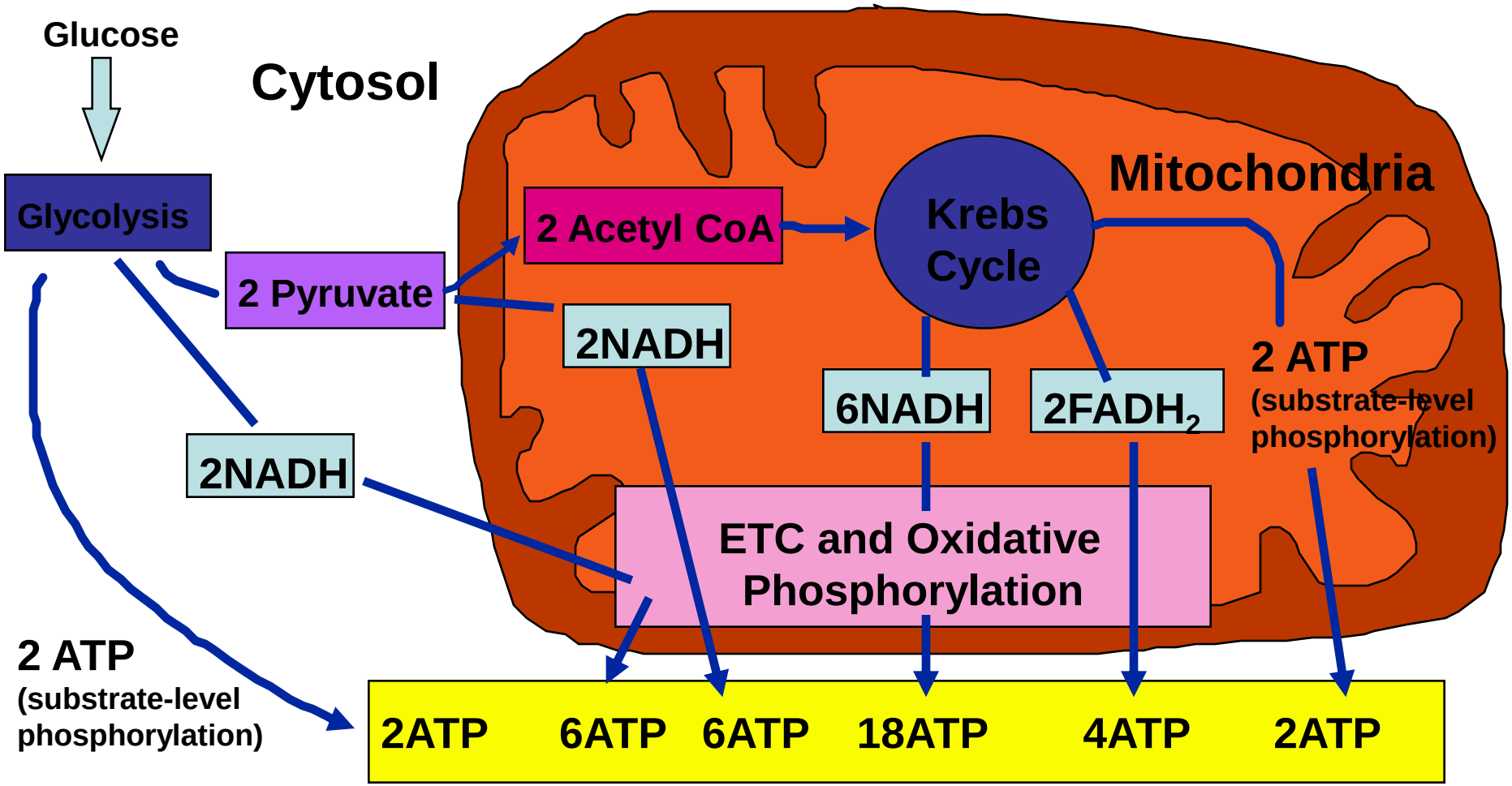
Окислительное фосфорилирование



Общее количество АТФ

- 8 молекул – гликолиз
- 30 молекул – цикл Кребса и окислительное фосфорилирование
- Всего 38 молекулы АТФ

Полный цикл окисления глюкозы



38 молекул ATP

- **Общий выход АТФ при расчете на 1 NADH – 2.5 моль АТФ и на 1 $FADH_2$ - 1.5 моль АТФ**

02 АТФ - гликолиз

05 АТФ - конвертация 2 NADH – в ходе гликолиза

05 АТФ – конвертация 2 NADH – подготовительная фаза

02 АТФ – цикл Кребса (субстратное фосфорилирование)

15 АТФ - конвертация 6 NADH – цикл Кребса

03 АТФ - конвертация 2 $FADH_2$ – цикл Кребса

32 АТФ - суммарно