

Электрончики



# Биоэнергетика

Часть вторая

**Заставим  
электроны бегать**

Всего два принципа, зато

## НЕОБЫЧНЫХ

- Часть атомов водорода для синтеза молекул передаётся ПО ЧАСТЯМ –  $H^+$  отдельно, электроны – отдельно по особой транспортной цеп
- Электроны «бегут» по транспортной цепи – тратят энергию на закачку  $H^+$ .



- Электроны «бегут» – тратят энергию на закачку  $H^+$ .
- Валюта  $H^+$  переходит в валюту АТФ



# Что заставляет электроны

## «побежать»?

- Волшебный пендель от фотона
- Высокоэнергетическое состояние в молекулах НАДН или ФАДН<sub>2</sub>



# Общий принцип синтеза АТФ: при фотосинтезе и дыхании.

«Накачка»  $H^+$  с помощью энергии электрона

Высокая концентрация  $H^+$

Диффузия

$H^+$

Мембрана тилакоида хлоропласта или кристы митохондрии

АТФ-синтаза

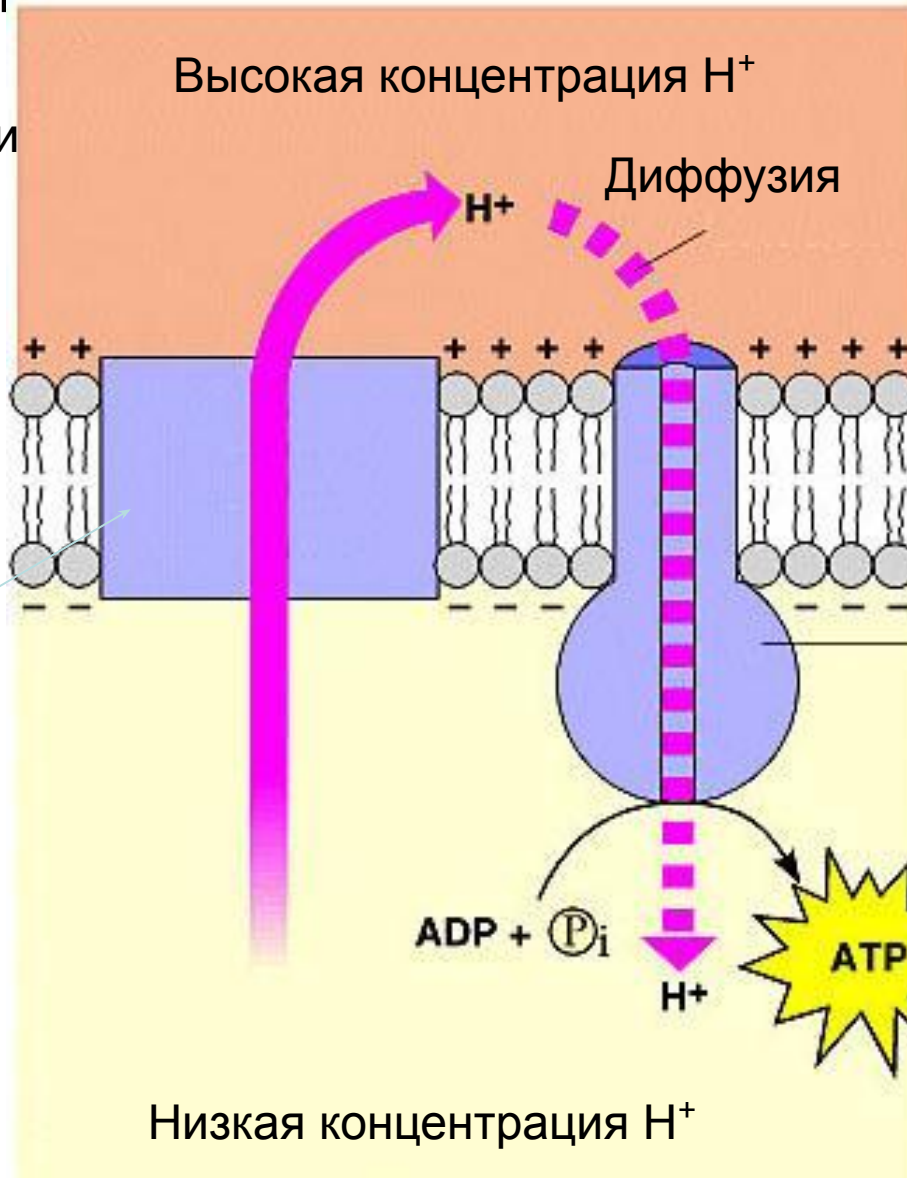
Электронно-транспортная цепь

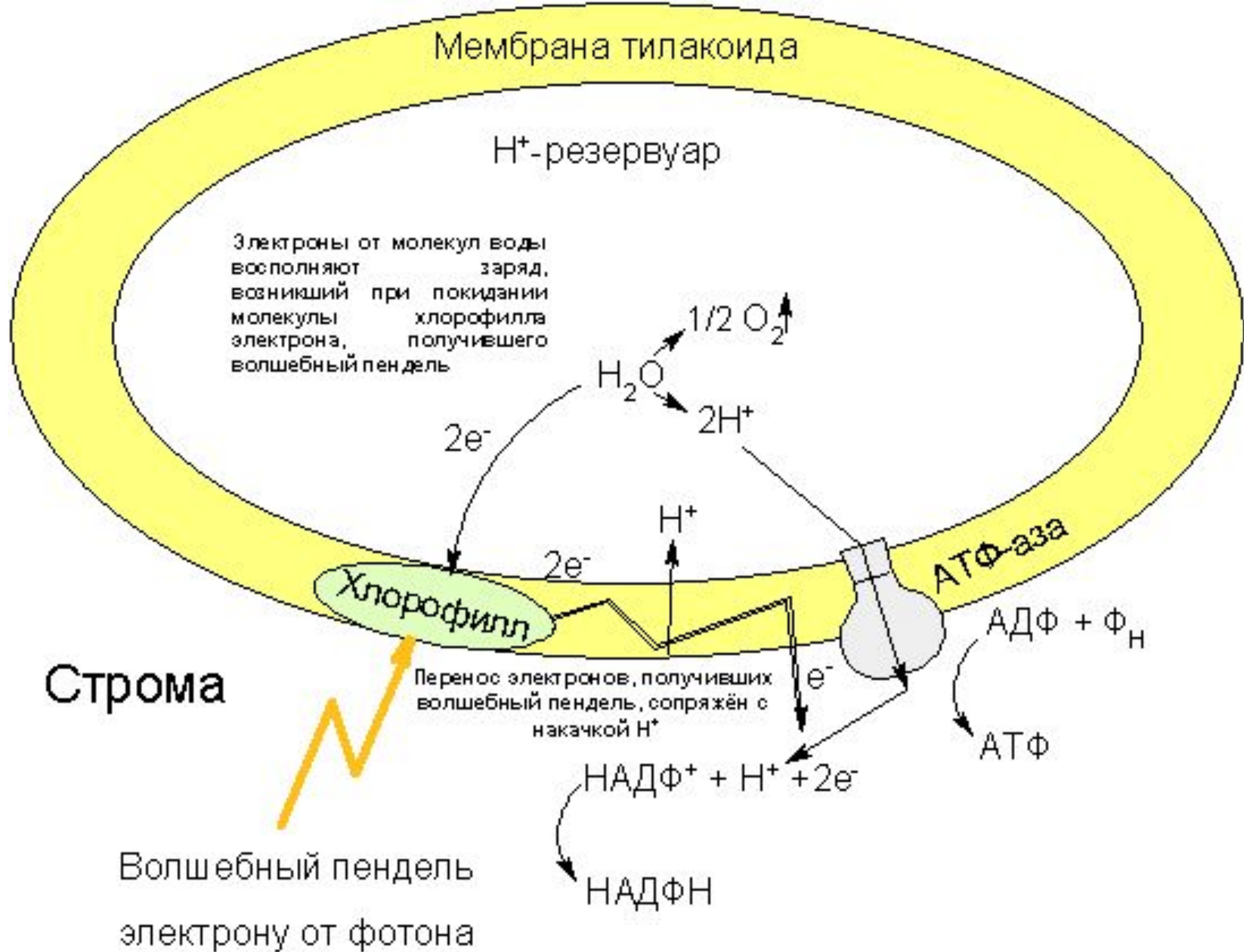
$ADP + P_i$

$H^+$

АТФ

Низкая концентрация  $H^+$





При фотосинтезе непосредственным источником энергии для образования АТФ служит:

А. НАДФ Н

Б. Солнечный свет

В.  $H^+$ -резервуар

Г. Возбужденные электроны хлорофилла

**Всесоюзная биологическая олимпиад, Челябинск. 1991 г. 11 класс.  
Заключительный этап.**

- Два типа фотосистем кооперируются вместе в световой фазе

Недостаток электронов восполняется с помощью молекул ВОДЫ

Волшебный пендель



Photon

Фотосистема II, расщепляющая воду

Недостаток электронов восполняется с помощью с помощью электрона от фотосистемы II



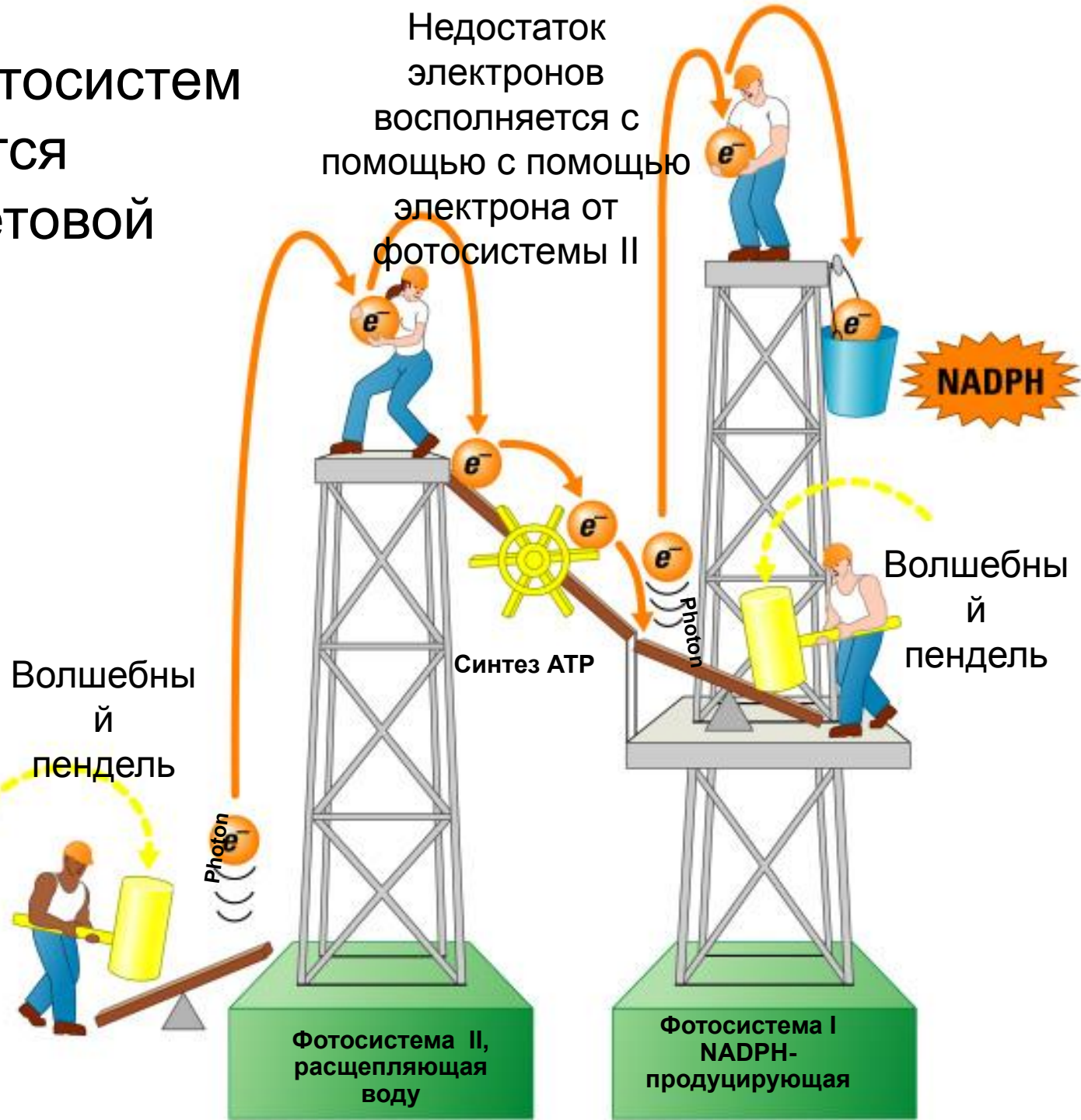
Синтез АТФ

Фотосистема I NADPH-производящая

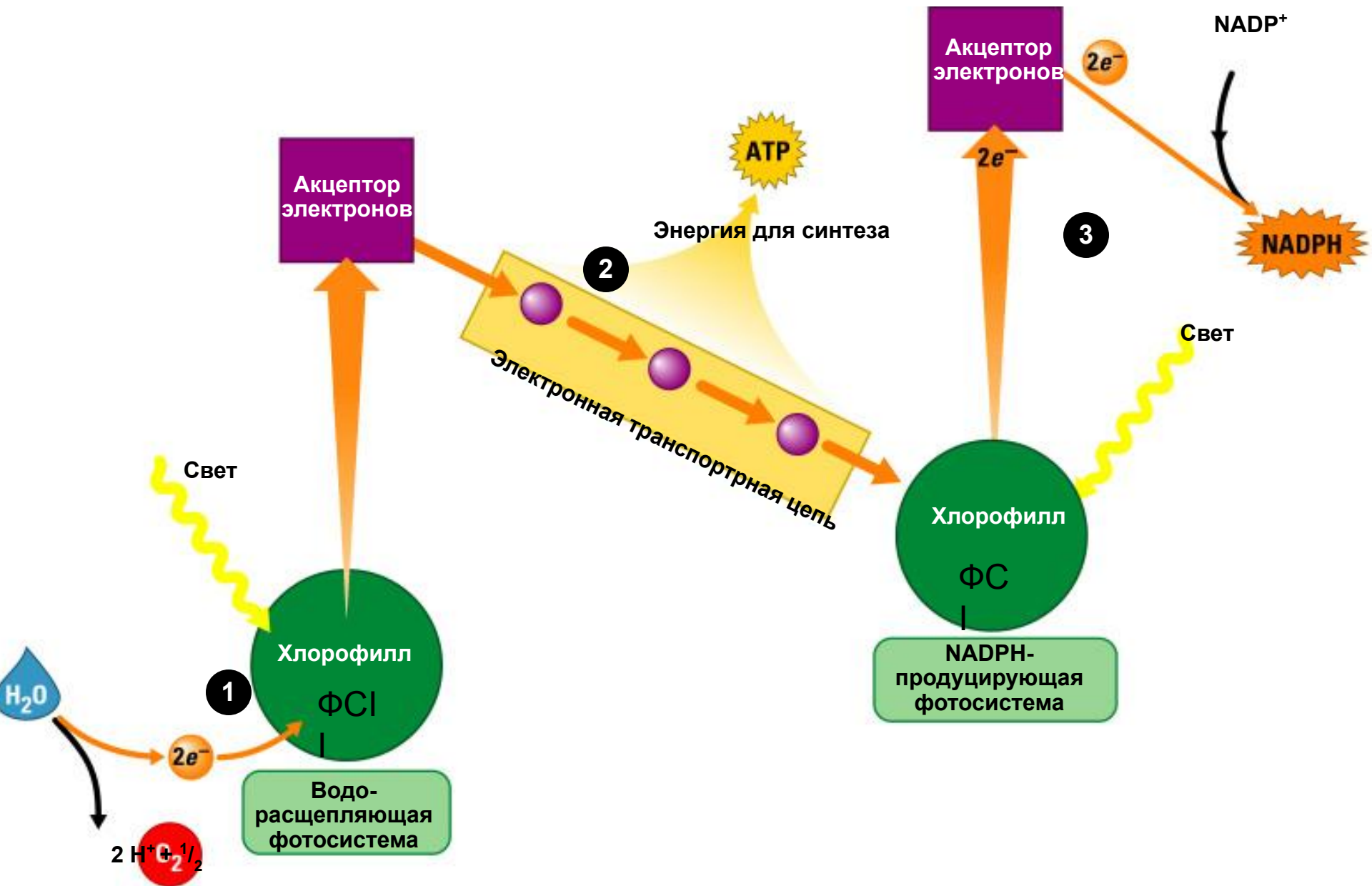
Волшебный пендель

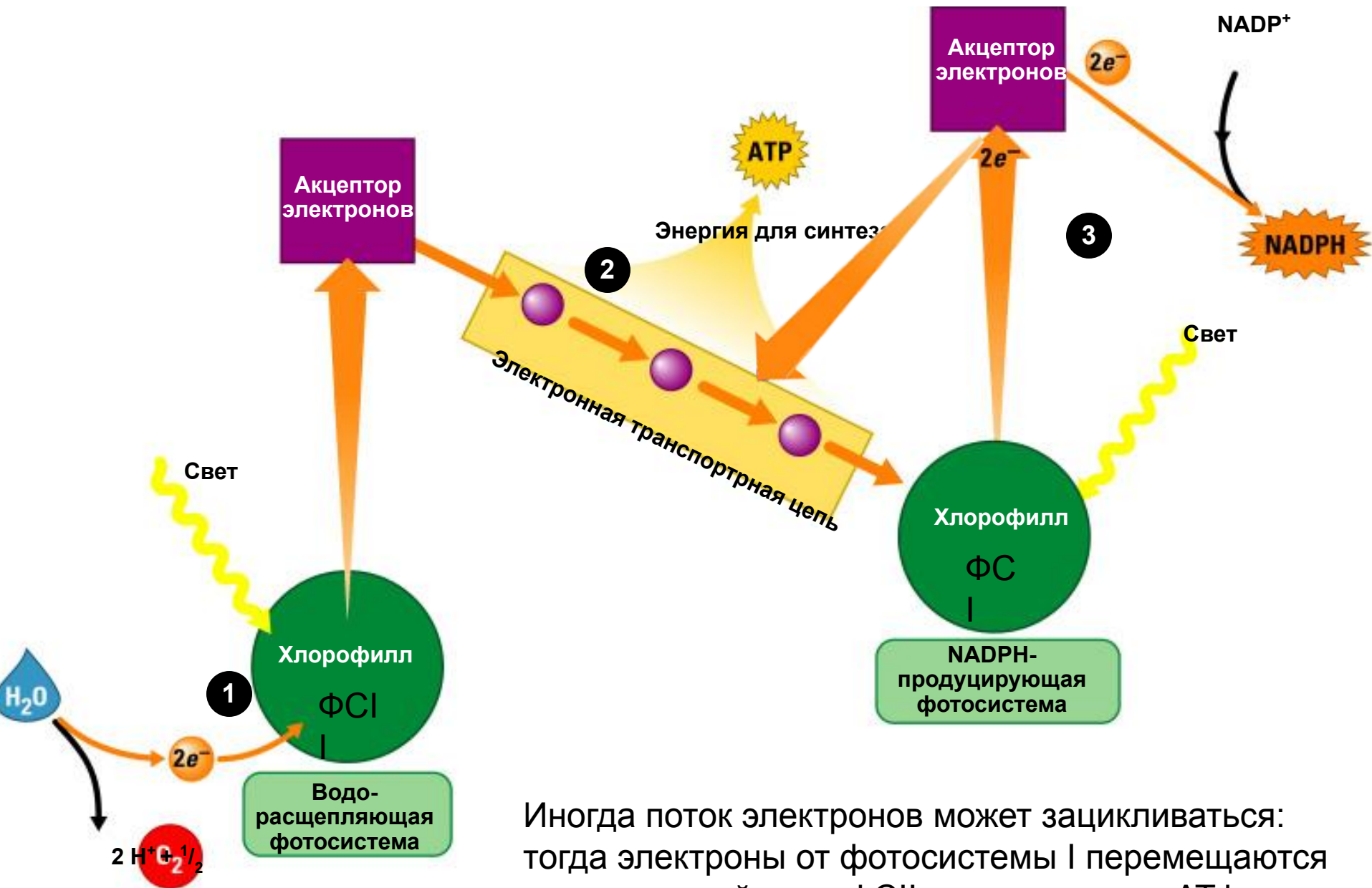


NADPH









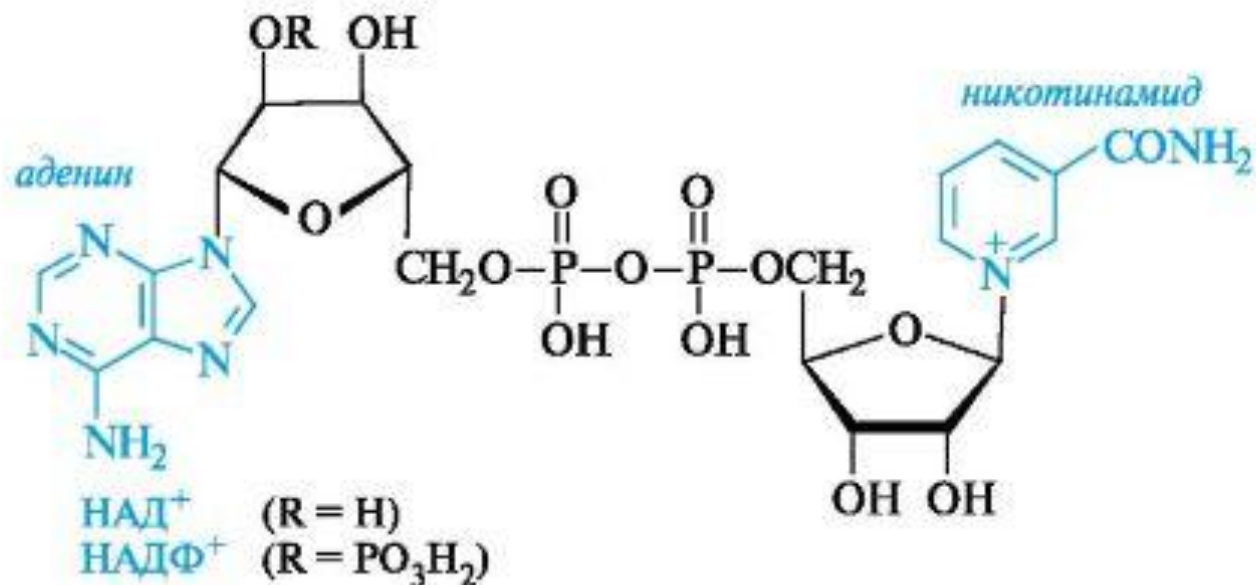
Иногда поток электронов может зацикливаться: тогда электроны от фотосистемы I перемещаются транспортной цепи ФСII: синтезируется АТФ, но не НАДФ

Как правильнее писать НАДН  
или НАДН<sub>2</sub>

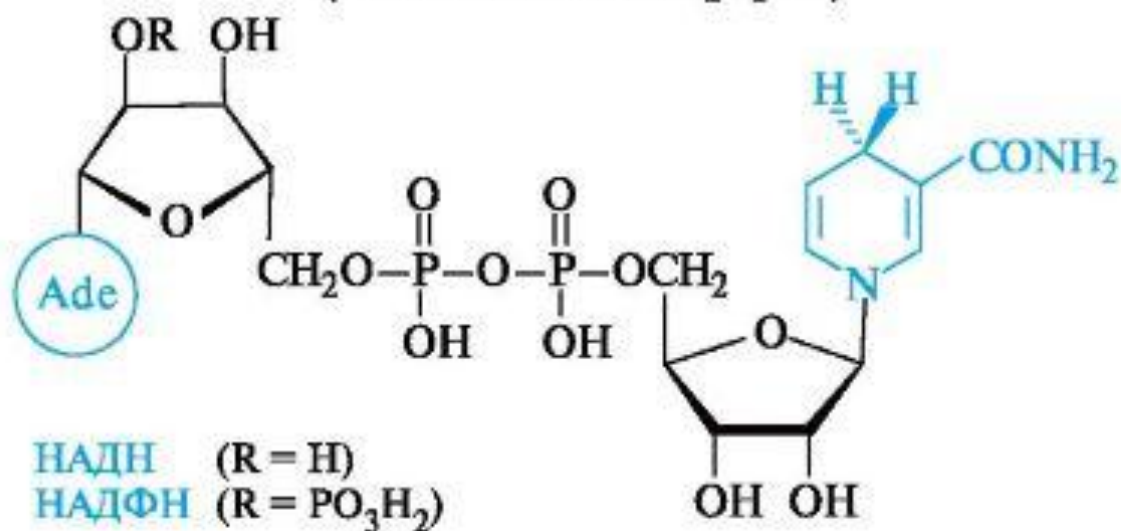
# Познакомимся с братьями – почти близнецами



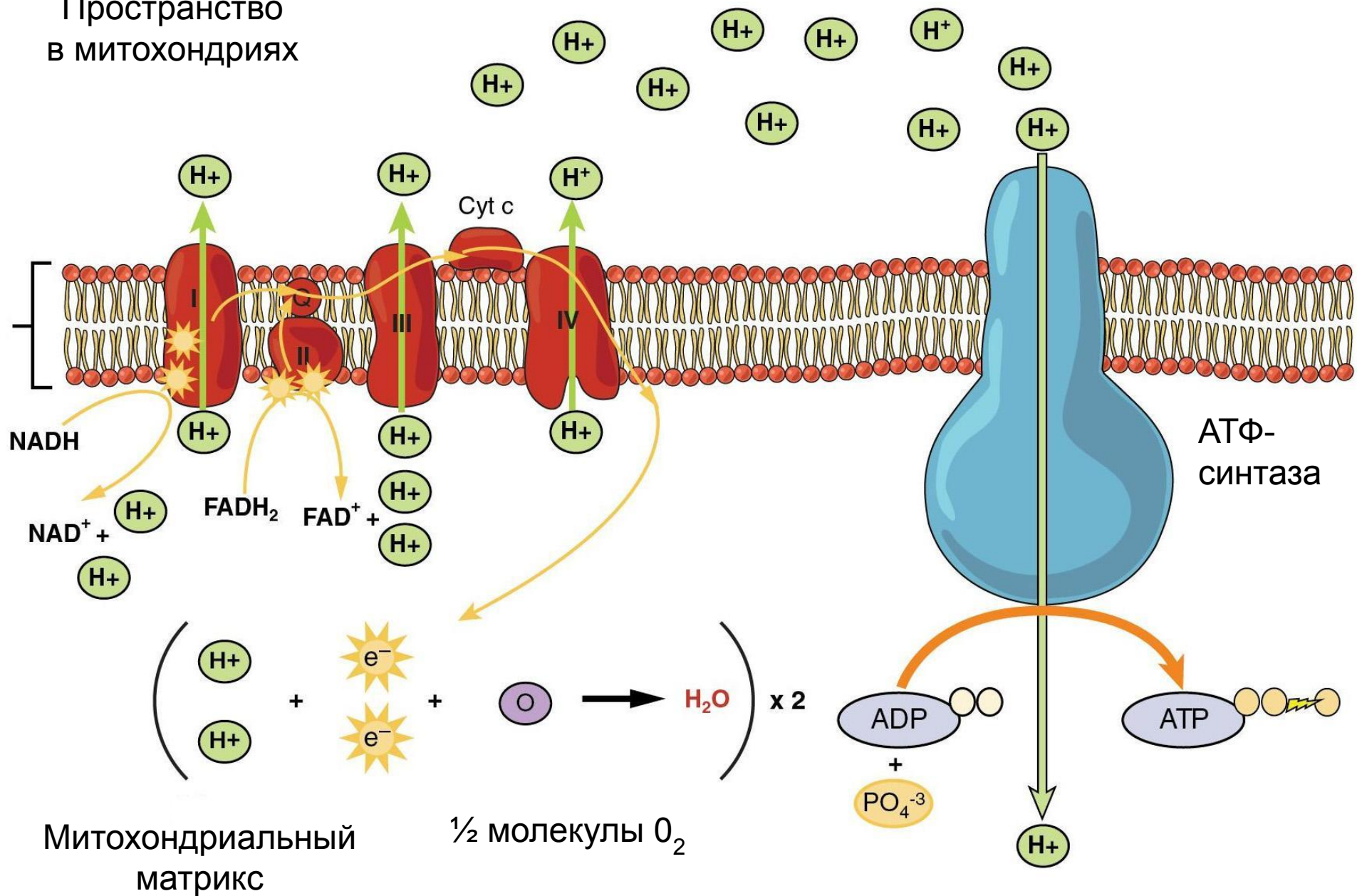
# НИКОТИНАМИДНЫЕ КОФЕРМЕНТЫ НАД<sup>+</sup> И НАДФ<sup>+</sup> (окисленная форма)



# НИКОТИНАМИДНЫЕ КОФЕРМЕНТЫ НАДН И НАДФН (восстановленная форма)



Межмембранное  
Пространство  
в МИТОХОНДРИЯХ



# Дыхательная цепь переноса электронов

1. Образующиеся в реакциях катаболизма НАДН и ФАДН<sub>2</sub> передают атомы водорода (т.е. протоны водорода и электроны) на ферменты дыхательной цепи.

2. Электроны движутся по ферментам дыхательной цепи и теряют энергию.

3. Эта энергия используется на выкачивание протонов H<sup>+</sup> из матрикса в межмембранное пространство.

# Дыхательная цепь переноса электронов

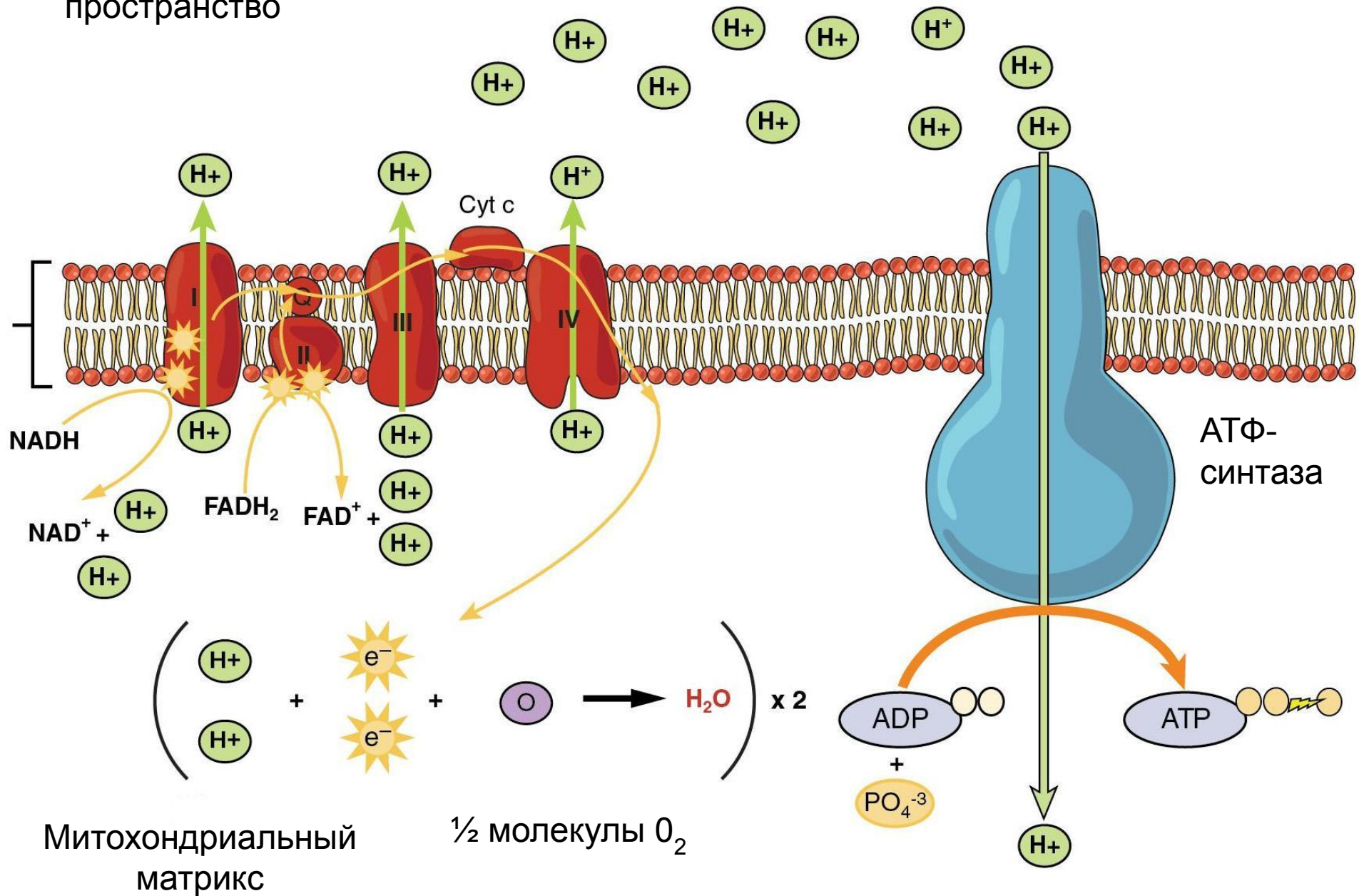
4. В конце дыхательной цепи электроны попадают на кислород и восстанавливают его до воды.

5. Протоны  $H^+$  стремятся обратно в матрикс кристы митохондрии и проходят через АТФ-синтазу.

6. При этом они теряют энергию, которая используется для синтеза АТФ.



Межмембранное пространство



Роль кислорода в процессе клеточного дыхания состоит в:

А. Образовании  $\text{CO}_2$

Б. Высвобождении энергии из  $\text{H}^+$ -резервуара

В. Окислении пировиноградной кислоты с образованием ацетилкоэнзима-А

Г. Образовании  $\text{H}_2\text{O}$

**Всероссийская биологическая олимпиада, Челябинск. 1991 г. 11 класс.  
Заключительный этап.**

# Сколько АТФ даёт НАДН и ФАДН<sub>2</sub>?

- НАДН – максимум 3
- ФАДН<sub>2</sub> – максимум 2.