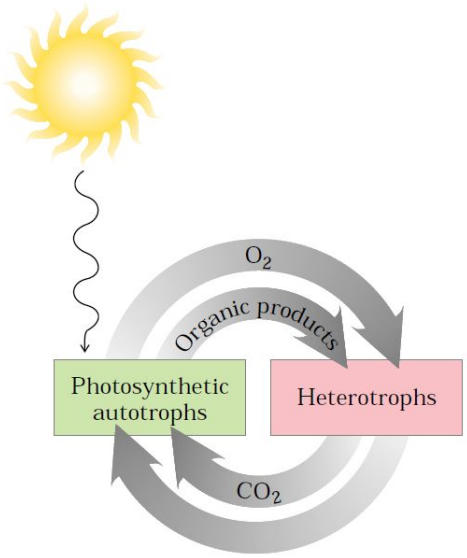
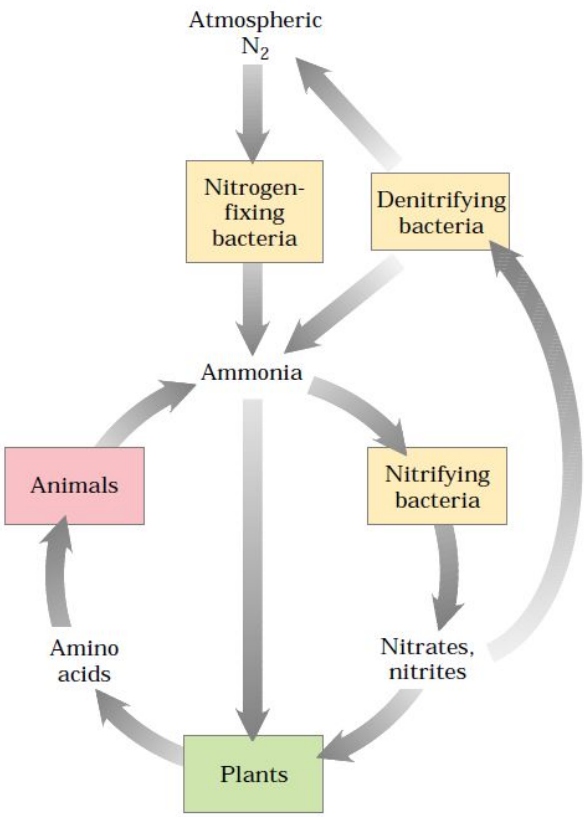
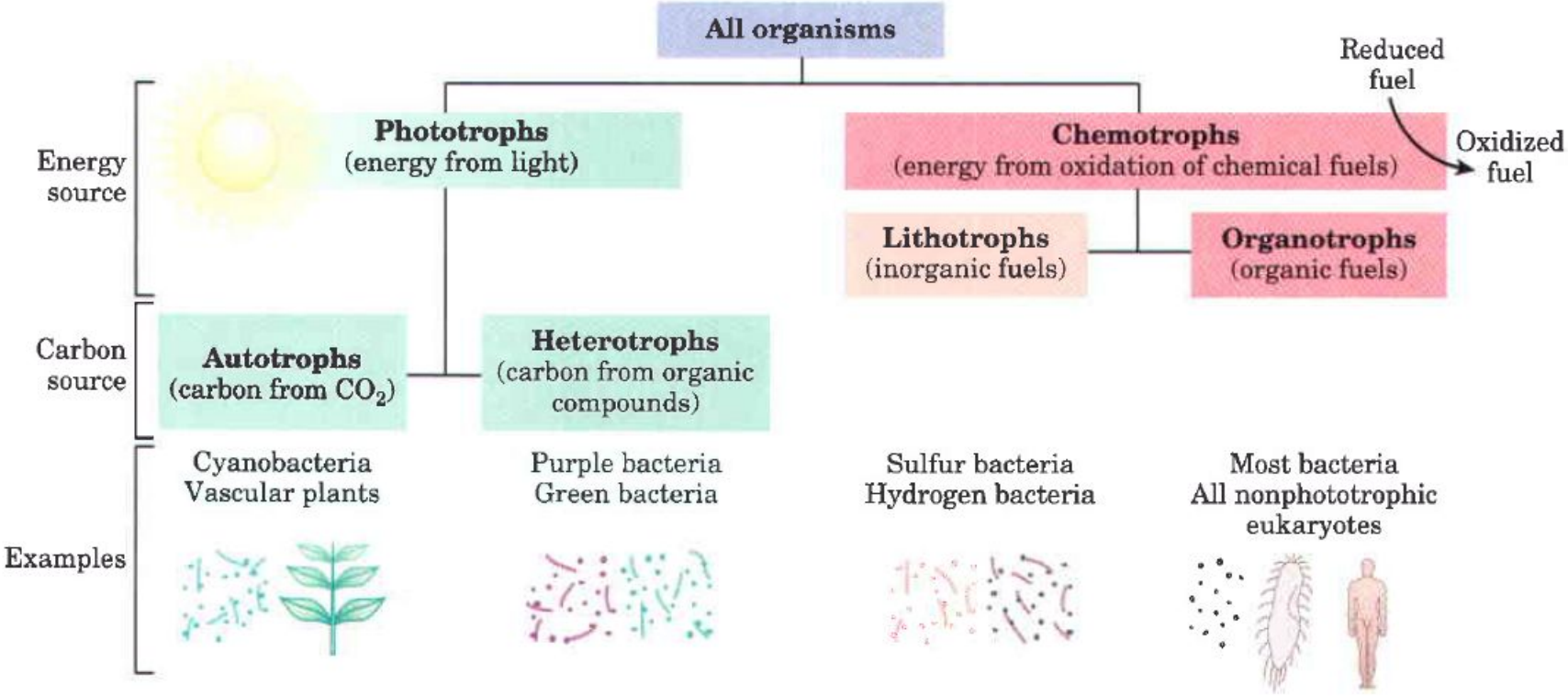
Законы биоэнергетики

Круговороты основных биогенных элементов

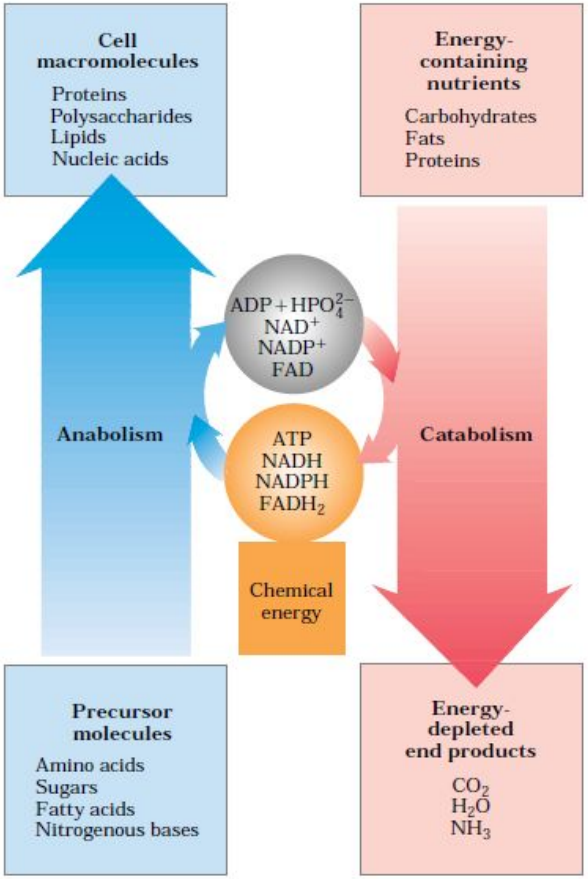




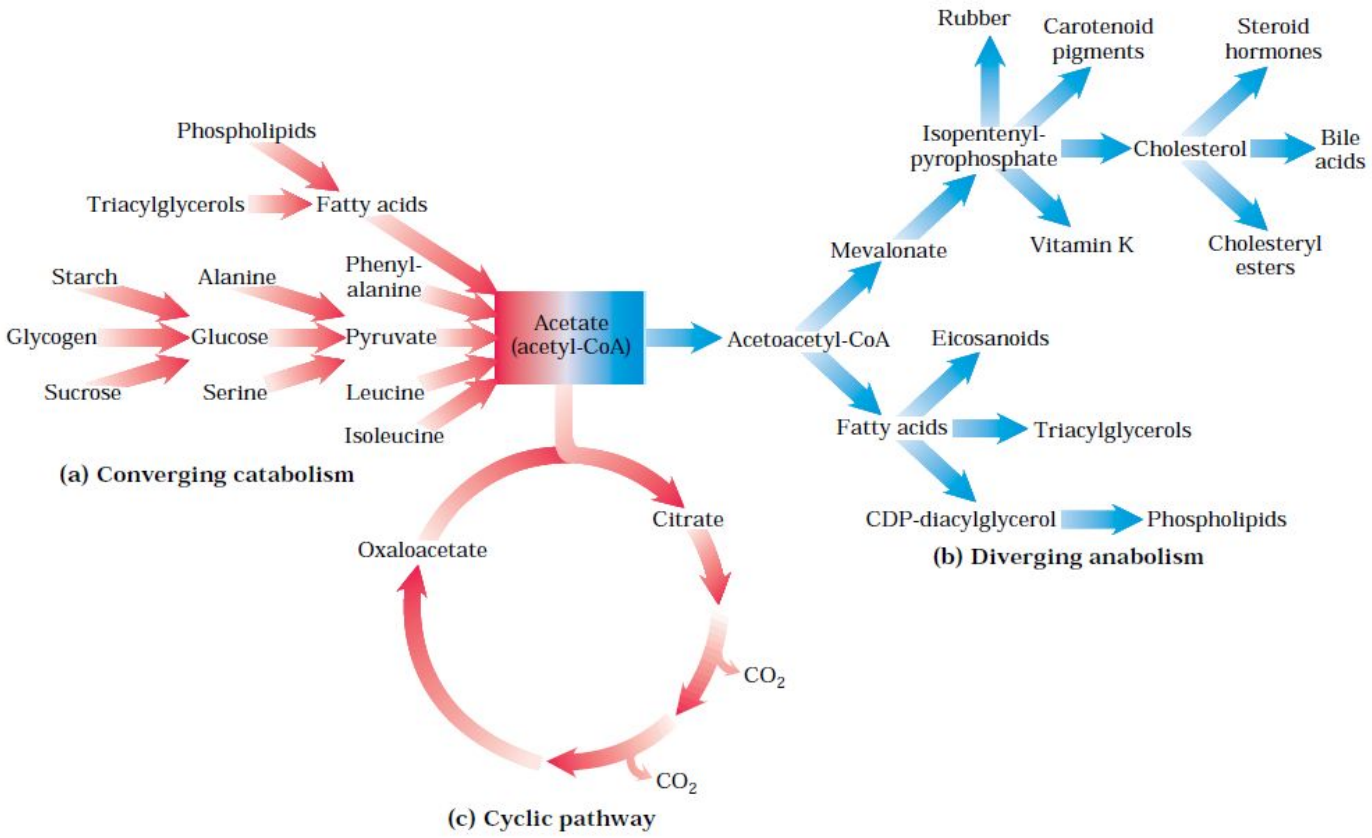
Классификация организмов относительно способов извлечения ими энергии



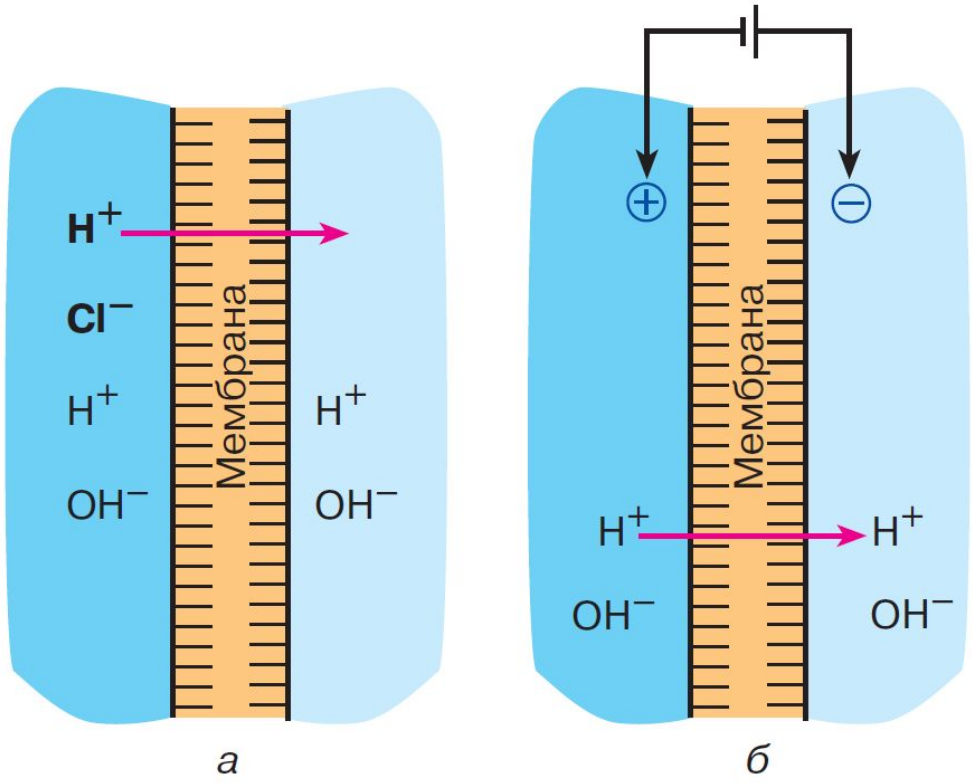
Направленность и взаимосвязь катаболических и анаболических этапов метаболизма



Функциональная структура процессов катаболизма и анаболизма



Законы биоэнергетики. Мембранный потенциал



Формы протонного потенциала: а – градиент кислотности, б – градиент электрического поля

Законы биоэнергетики. Мембранный потенциал

- ***Протонный потенциал*** – потенциальная энергия ионов H^+
- $\Delta\bar{\mu}_{H^+}$ - разность H^+ - потенциалов между сторонами мембраны

$$\Delta\bar{\mu}_{H^+} = \Delta\Psi - 0.06\Delta pH, \text{ Вольт}$$

$$\Delta\bar{\mu}_{Na^+} = \Delta\Psi - 0.06\Delta pNa, \text{ Вольт}$$

$\Delta\Psi$ - разность электрических потенциалов

ΔpH - разность химических потенциалов H^+

Законы биоэнергетики. Первый закон

- *Клетка избегает прямого использования энергии внешних ресурсов для совершения полезной работы*

Перед использованием, энергия запасается в виде:

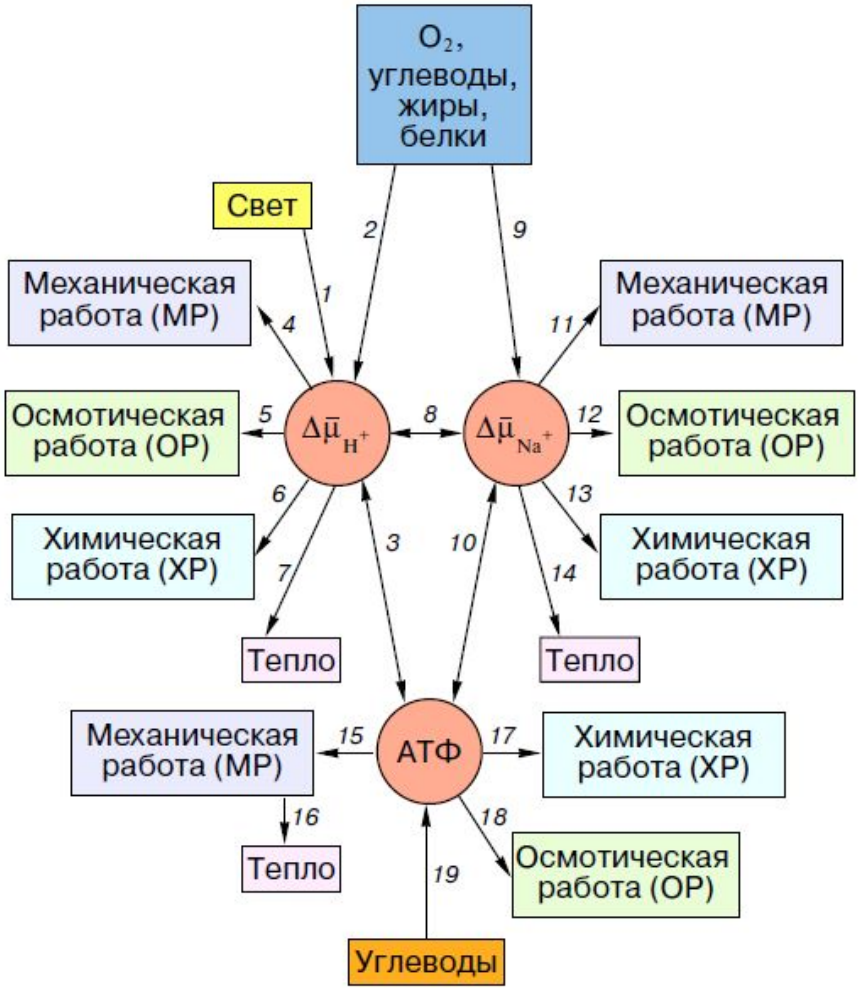
- *АТФ*
- $\Delta\overline{\mu}_{H^+}$
- $\Delta\overline{\mu}_{Na^+}$

Законы биоэнергетики. Второй закон

Клетка всегда имеет как минимум две формы энергии:

- *макроэргические связи АТФ*
- *энергию, связанную с мембраной ($\Delta \mu H^+$ либо $\Delta \mu Na^+$)*

Использование и взаимосвязь форм энергии в клетке



Законы биоэнергетики. Третий закон

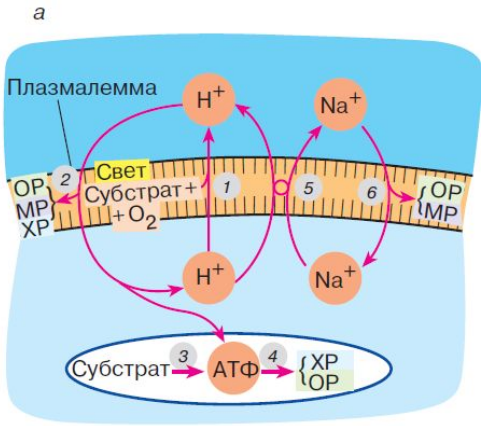
Энергетические формы могут превращаться одна в другую

Na^+-АТФ-синтаза : АТФ $\leftrightarrow \Delta\ \mu Na^+$,

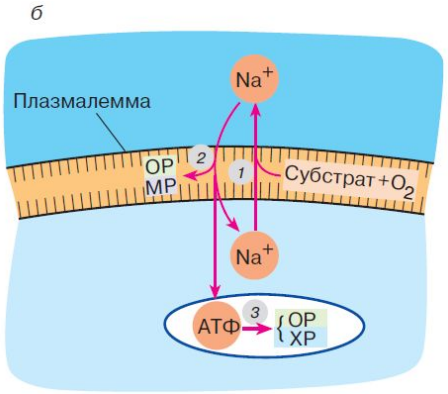
H^+-АТФ-синтаза : АТФ $\leftrightarrow \Delta\mu H^+$,

H^+/Na^+-антипорт: равновесие $\Delta\ \mu H^+ \leftrightarrow \Delta\ \mu Na^+$

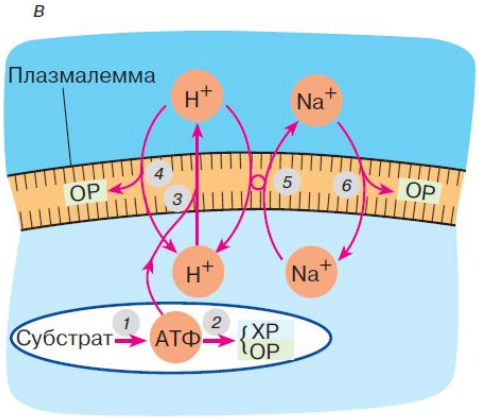
Энергетика бактерий



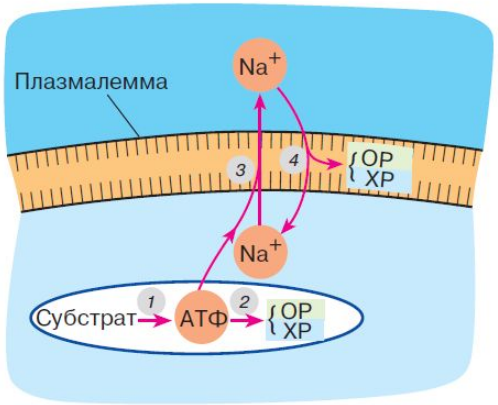
а. морские аэробы. Δ μH+



б. морские аэробы. Δ μNa+

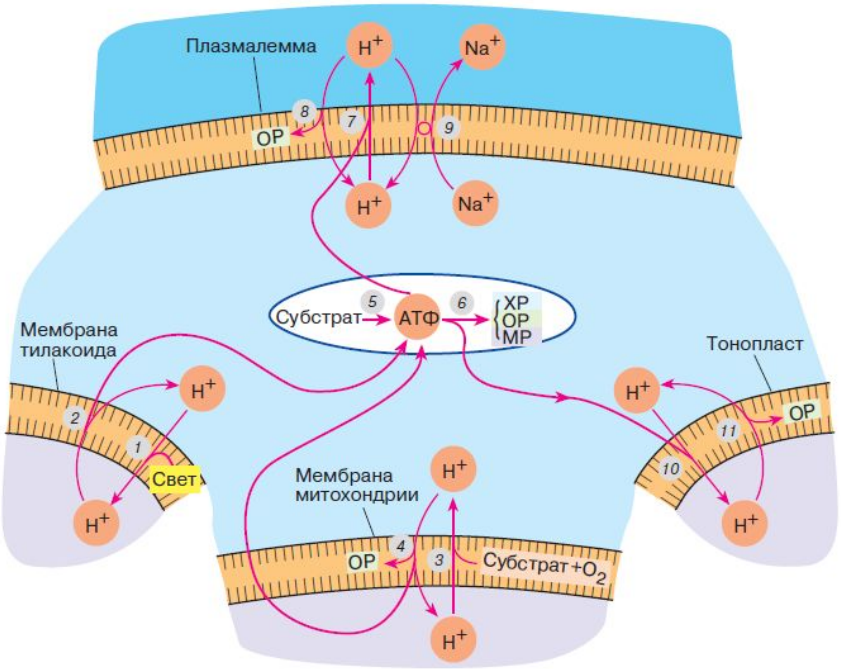


а. морские анаэробы. Δ μH+

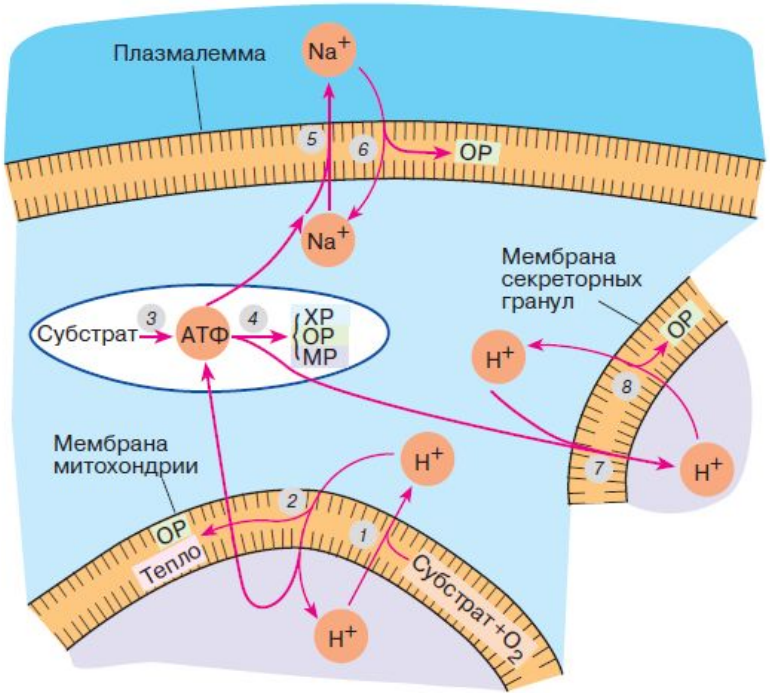


а. морские анаэробы. Δ μH+

Энергетика клеток растений (а) и животных (б)



а



б

Основы термодинамики

- ***Энергия*** *(от гр. energeia - деятельность) - одно из основных свойств материи,*
- *мера её движения и взаимодействия;*
- *мера перехода одной формы движения в другую;*
- *степень изменчивости системы;*
- *способность производить работу*

Основы термодинамики

- ***Работа*** *- упорядоченная форма передачи энергии, связанная с преодолением внешнего сопротивления*

- ***Теплота*** *- неупорядоченная форма передачи энергии в результате контакта непрерывно движущихся микрочастиц*

Основы термодинамики

- ***Система*** *- это тело или совокупность тел, выделенных из пространства*

- ***Среда*** *- всё, что окружает систему*

- ***Фаза*** *- часть системы, имеющая одинаковые во всем объеме физические и химические свойства и отделенная от других частей поверхностью раздела*

Виды системы в зависимости от фаз

- ***Гомогенные системы*** - состоят из одной фазы (физиологический раствор, плазма крови);

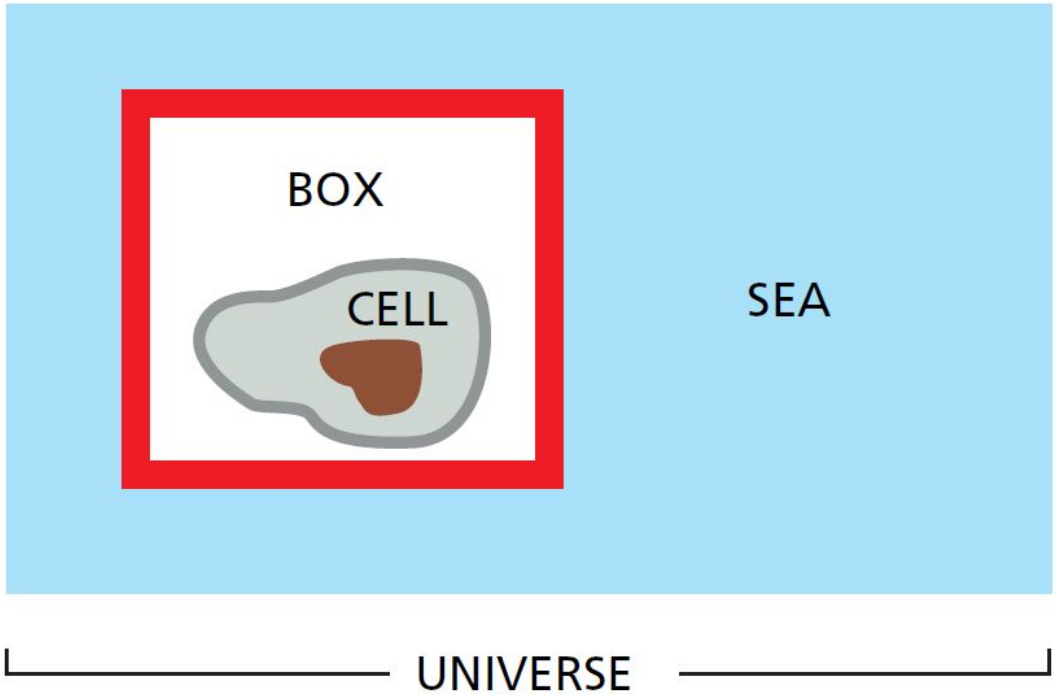
- ***Гетерогенные системы*** - состоят из двух фаз или более.

Типы систем в зависимости от связи со средой

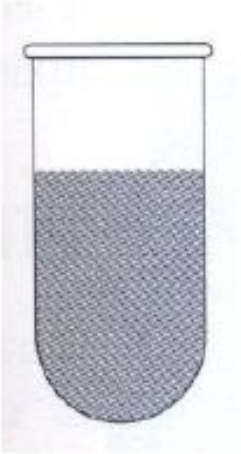
- ***Открытые***
- ***Закрытые***
- ***Изолированные***

Основы термодинамики

- ***Состояние системы*** *- совокупность условий существования и состава системы*


BOX
CELL
SEA
UNIVERSE

Типы термодинамических систем



Открытая:
обмен веществом и энергией

Закрытая:
обмен энергией,
но НЕ веществом

Изолированная:
НЕТ обмена веществом
и НЕТ обмена энергией

Термодинамика. Первый закон

- Общее количество энергии (**U**) замкнутой системы сохраняется постоянным

$$U = const$$

или

$$\Delta U = 0$$

Термодинамика. Первый закон

$$U_2 - U_1 = \Delta U = \Delta Q + \Delta A$$

ΔQ - теплообмен

ΔA – произведенная над системой работа

Термодинамика. Второй закон

- *Процессы, связанные с превращениями энергии, могут происходить самопроизвольно только при условии, что энергия переходит из концентрированной формы в рассеянную*

- *Различные виды энергии стремятся превратиться в теплоту, а теплота стремится рассеяться, т.е. теплоту нельзя полностью превратить в работу*

Свободная энергия и энтальпия

$$U = F + TS$$

U – внутренняя энергия

F – свободная энергия

T – абсолютная температура

S – энтропия

Свободная энергия и энтальпия

- при ***постоянном объеме*** и ***изменении давления***:

$$\Delta U = \Delta F + T\,\Delta S$$

- для систем (в т.ч. биологических), существующих при ***постоянном давлении***, но при ***изменении объема***

$$\Delta H = \Delta G + T\,\Delta S$$

H – внутренняя энтальпия

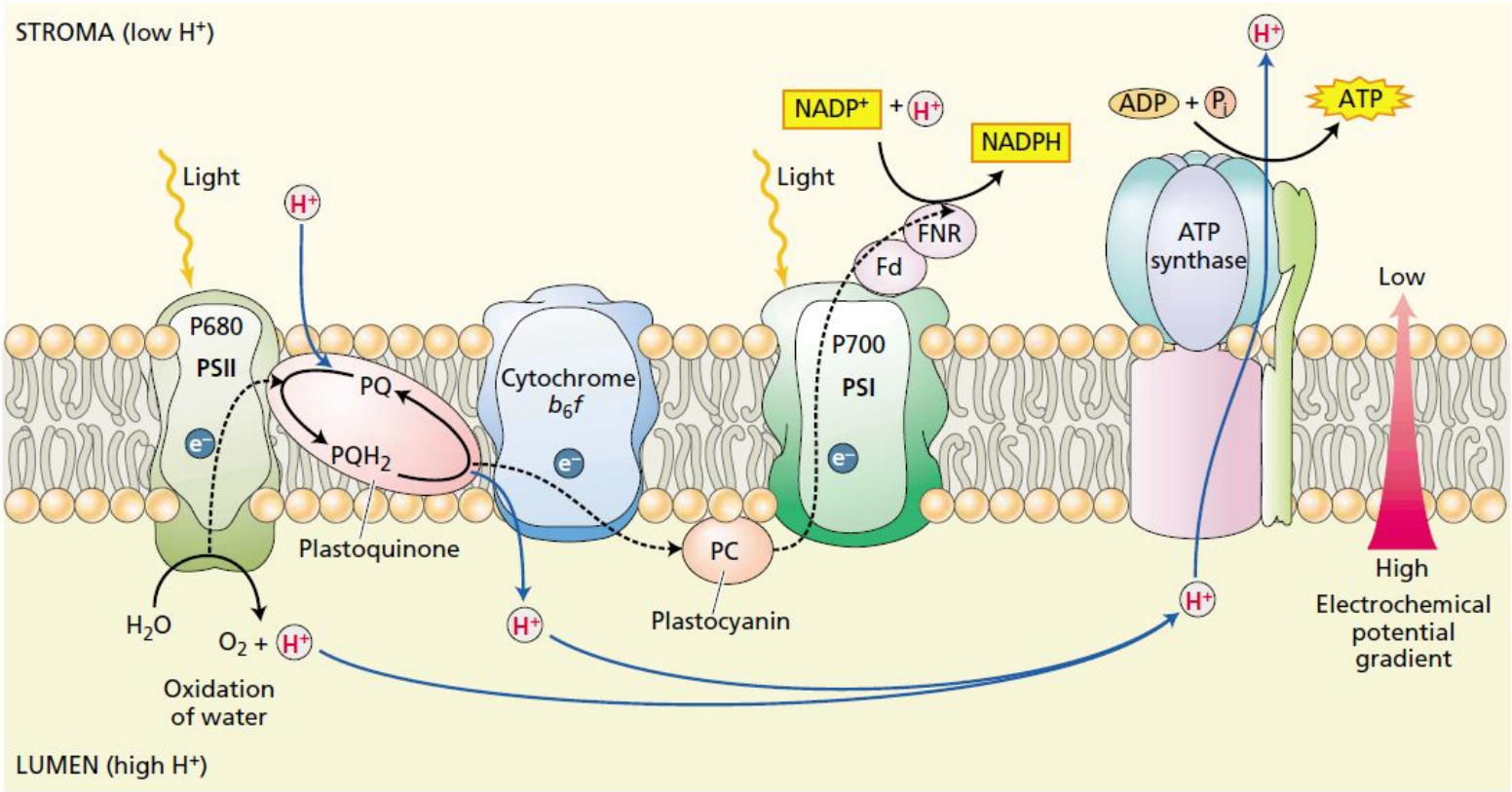
G – свободная энтальпия, свободная энергия Гиббса

Связь энергии и энтальпии

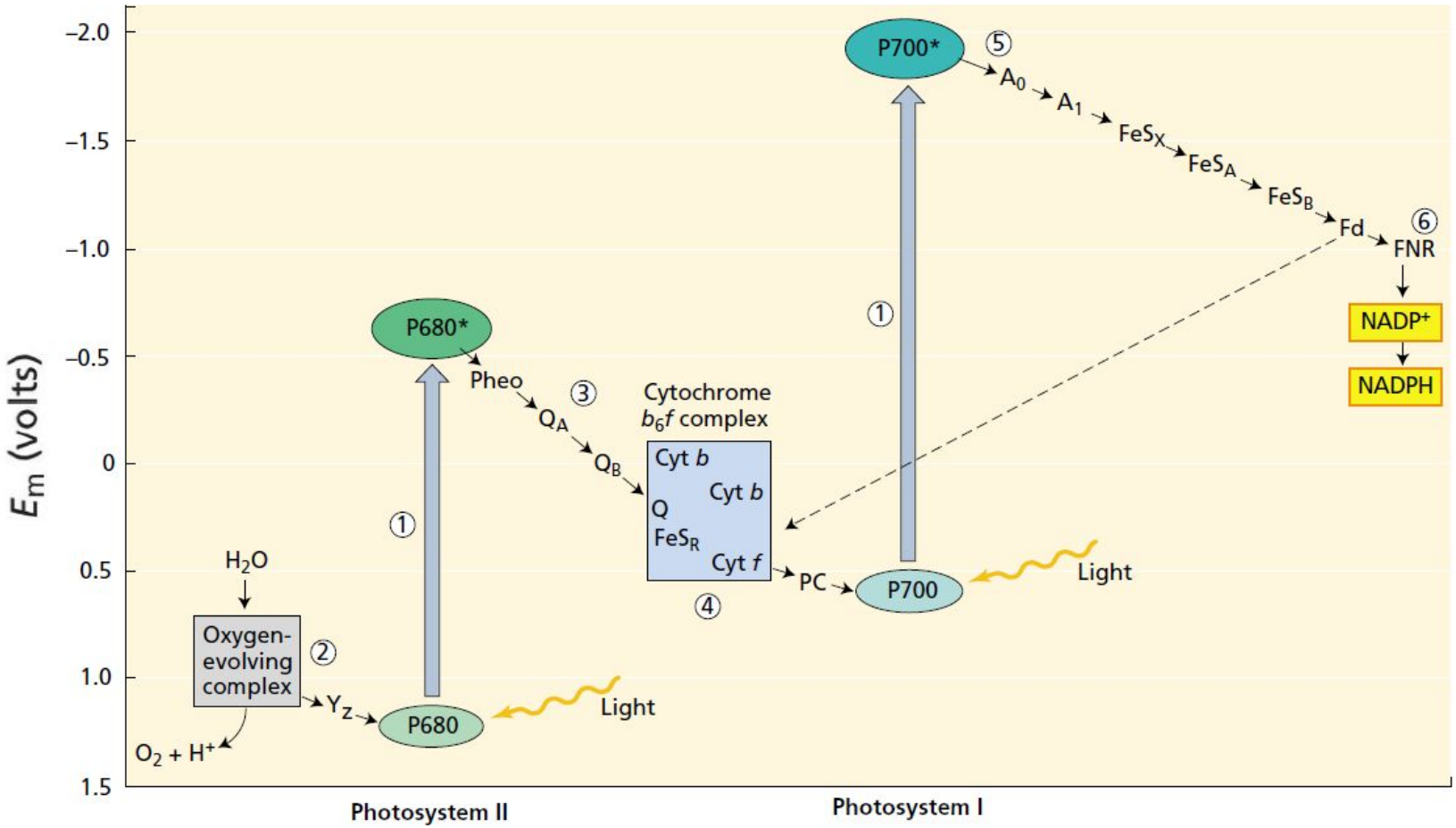
- $\Delta H = \Delta U + p\,\Delta V$; $\Delta G = \Delta F + p\,\Delta V$

$p\,\Delta V$ – полная работа изменения объема системы

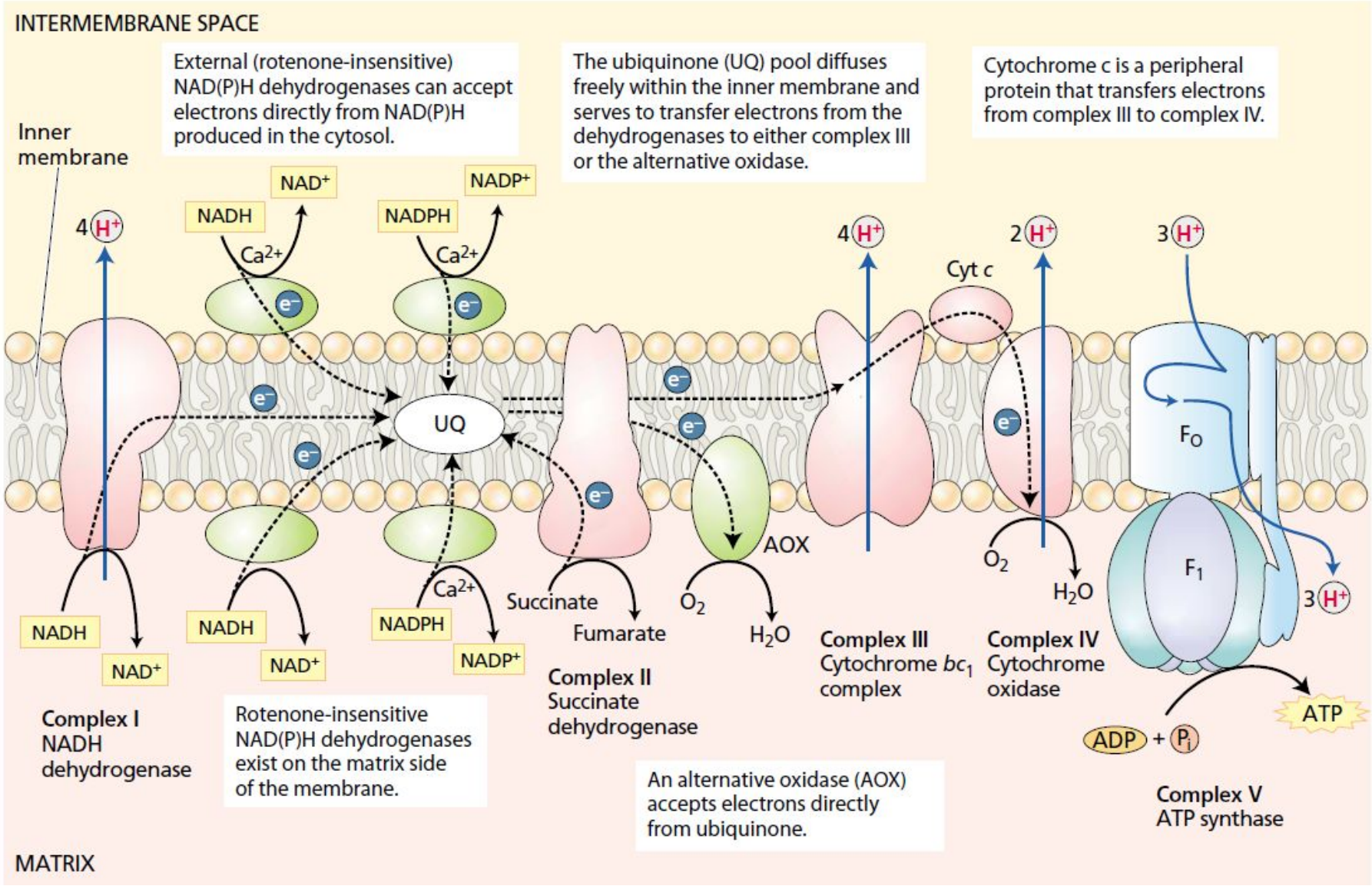
Перенос электронов и протонов по системе белковых компонентов мембраны тилакоида. Синтез АТР



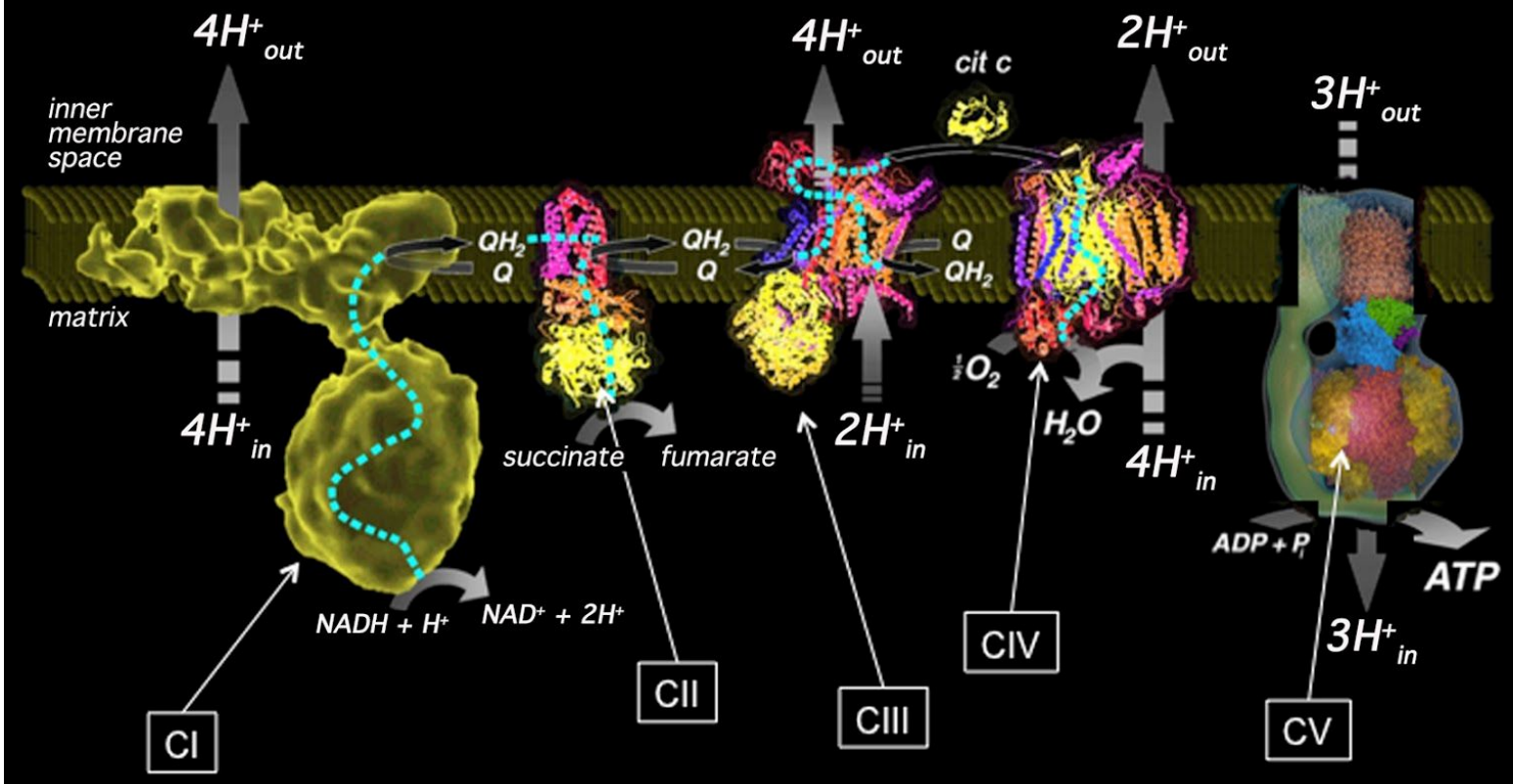
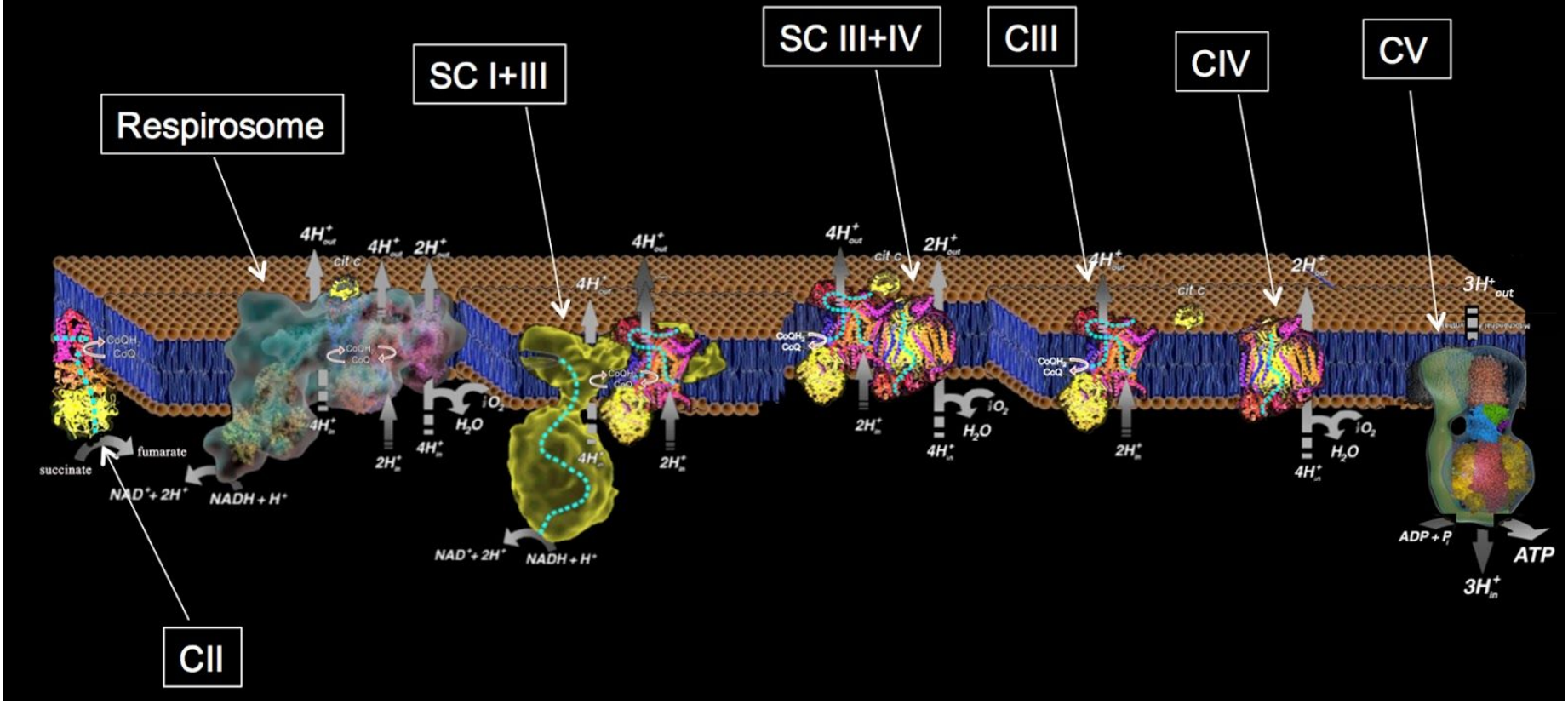
Z-схема


E_m (volts)
−2.0
−1.5
−1.0
−0.5
0
0.5
1.0
1.5
P700*
⑤
A_0
A_1
FeS_X
FeS_A
FeS_B
Fd
⑥
FNR
$NADP^+$
NADPH
①
P680*
Pheo
③
Q_A
Q_B
Cytochrome
b_6f complex
Cyt b
Cyt b
Q
FeS_R
Cyt f
④
PC
P700
Light
①
H_2O
Oxygen-
evolving
complex
②
Y_Z
P680
Light
$O_2 + H^+$
Photosystem II
Photosystem I

ЭТЦ митохондрии (OXPHOS)



OXPHOS System Yesterday



OXPHOS System Today