Смертельно опасный и жизненно необходимый

или о том, как Кребс и Митчелл спасли жизнь от кислородной смерти

HIGHLIGHTS

- Абиогенная теория происхождения жизни Александра Ивановича Опарина
- Эксперименты Стенли Миллера
- Состав первичной атмосферы Земли
- Ганс Адольф Кребс и открытый им цикл
- Строение митохондрий
- Сопряжение окисления и фосфорилирования
- Хемиосмотическая теория Питера Митчелла

А. И. Опарин

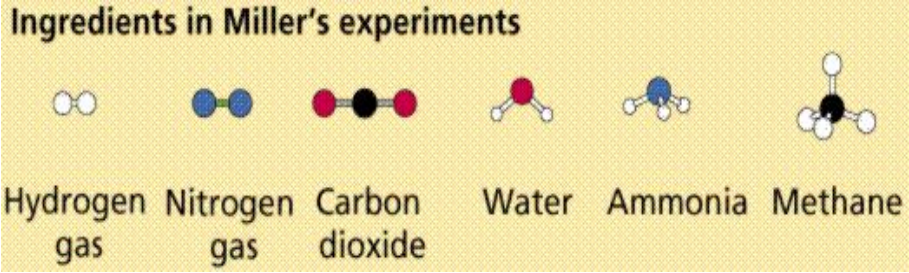
- Советский биохимик, академик АН СССР Александр Иванович Опарин в 1922 году выдвинул гипотезу о происхождении жизни в процессе предбиологической химической эволюции. Его идея заключалась в абиогенном синтезе органических молекул с последующей их агрегацией в КОАЦЕРВАТЫ, из которых впоследствии и произошли клетки

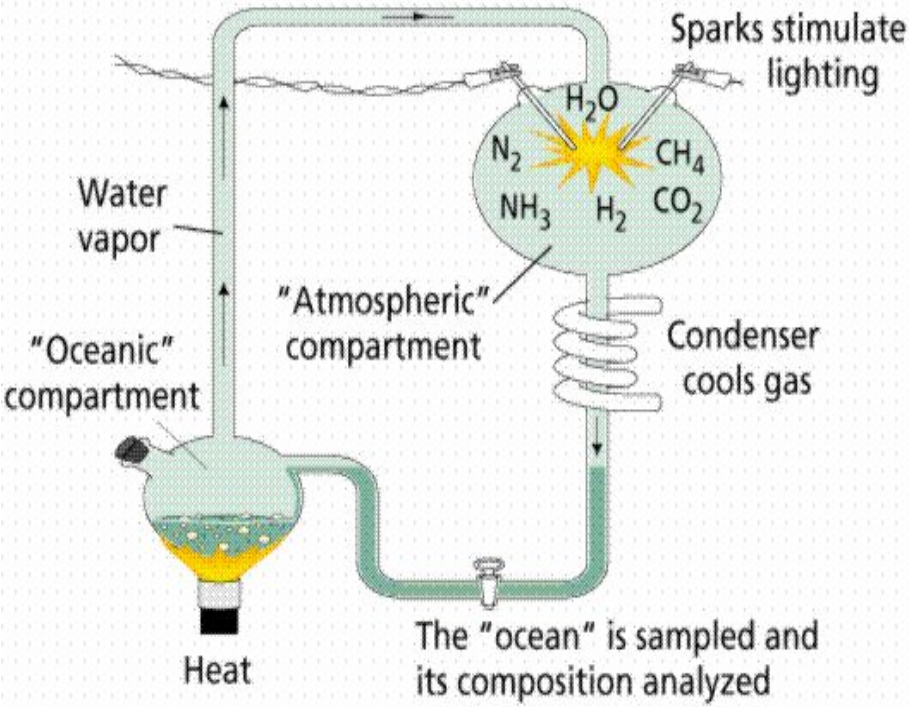
Вероятный состав атмосферы примитивной Земли

Основные газы	Второстепенные газы	Следовые газы
Водород	Диоксид углерода	Метан
Водяной пар		Диоксид серы
Азот		
Моноксид углерода		
Сероводород		

Эксперимент Миллера

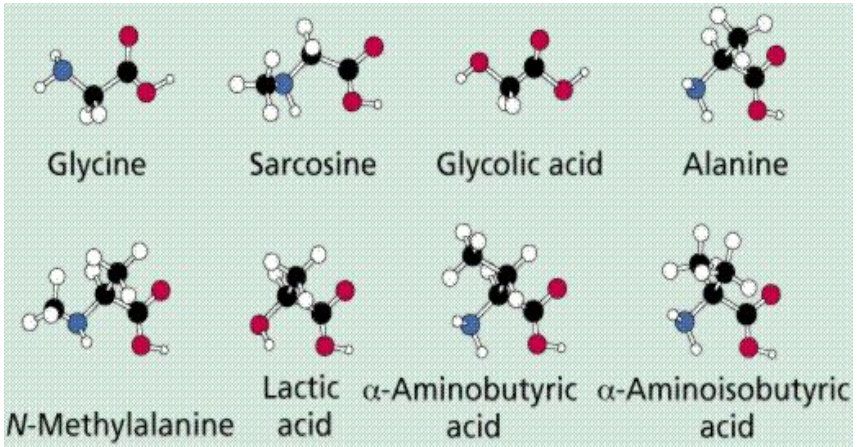
- В начале 50-х годов XX века американский аспирант Стенли Миллер провел эксперимент для проверки гипотезы Опарина о предбиологической эволюции. Априори Миллер согласился с идеями Опарина о следующем:
- 1) первичная атмосфера Земли не содержала молекулярного кислорода;
- 2) C H O и N в избытке. Изучение современной вулканической активности позволило смоделировать события в первичной атмосфере Земли. Миллер нагревал и подвергал мощным электрическим разрядам примордиальные компоненты земной атмосферы. Резервуар с водой моделировал первичный океан.

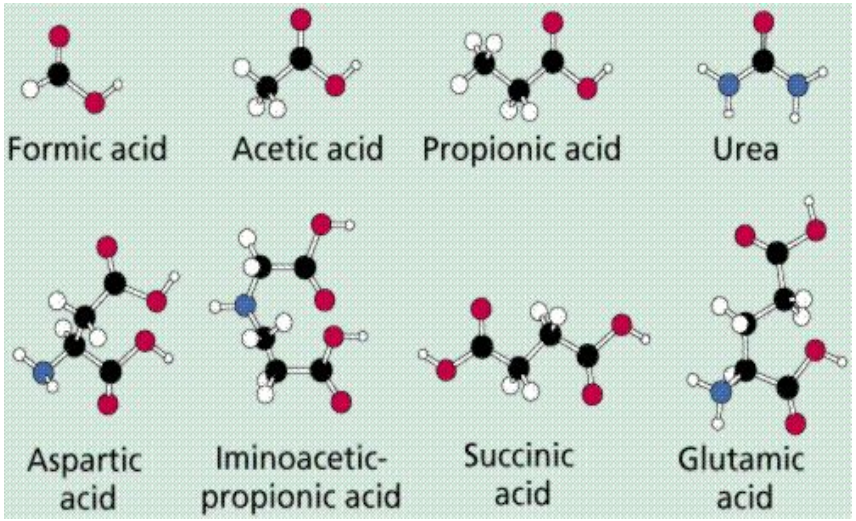




Молекулы, полученные в эксперименте Миллера

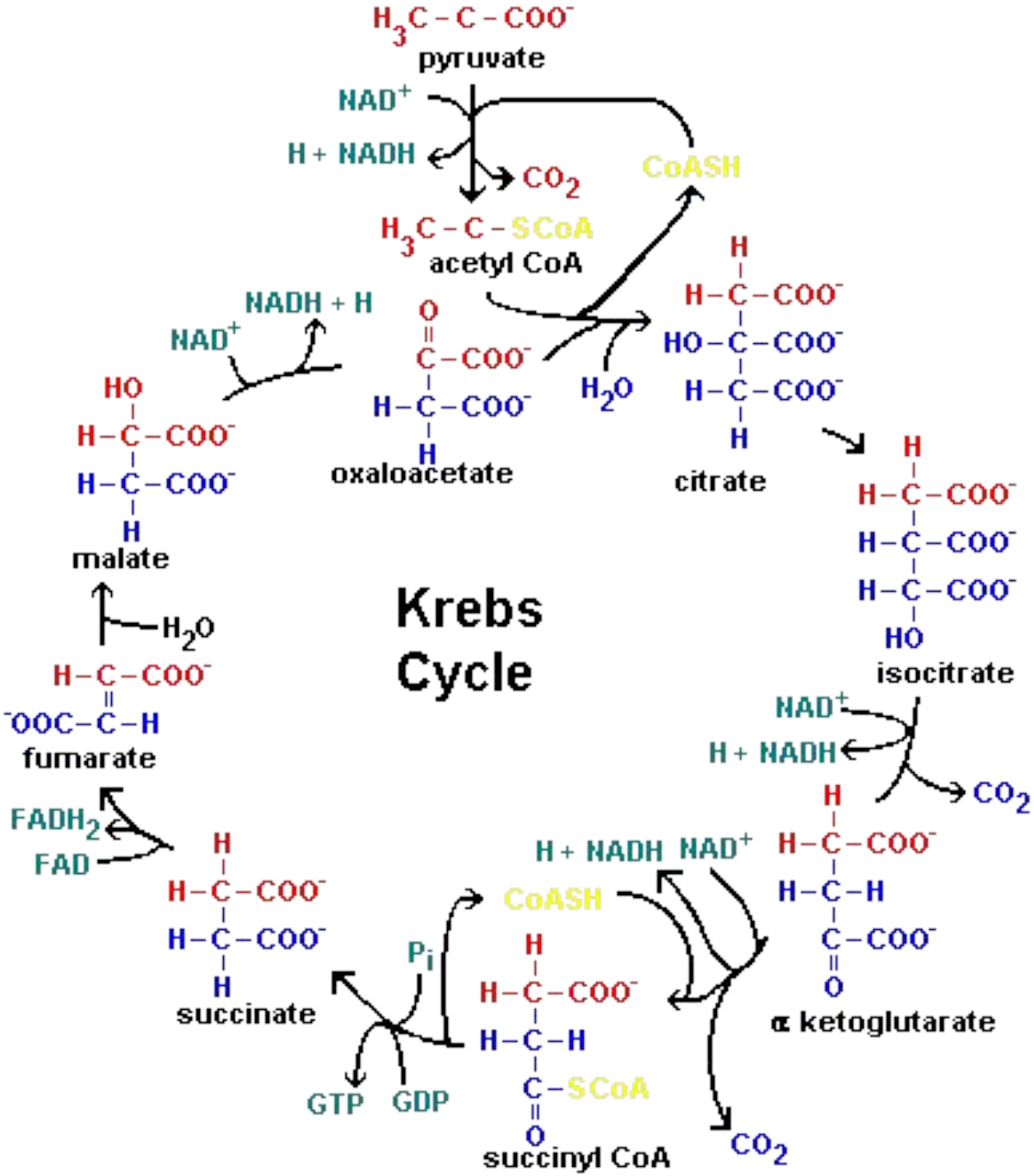
- Условия на первичной Земле сильно отличались от современных выделением большого количества энергии во время штормов, гроз и т. д. Океан представлял собой весьма невкусный «суп» из различных органических компонентов, образовывавшихся из неорганических. Эксперименты Миллера доказали возможность таких превращений. Простейшие неорганические вещества, помещенные Миллером в его аппарат преобразовались в ряд органических молекул.



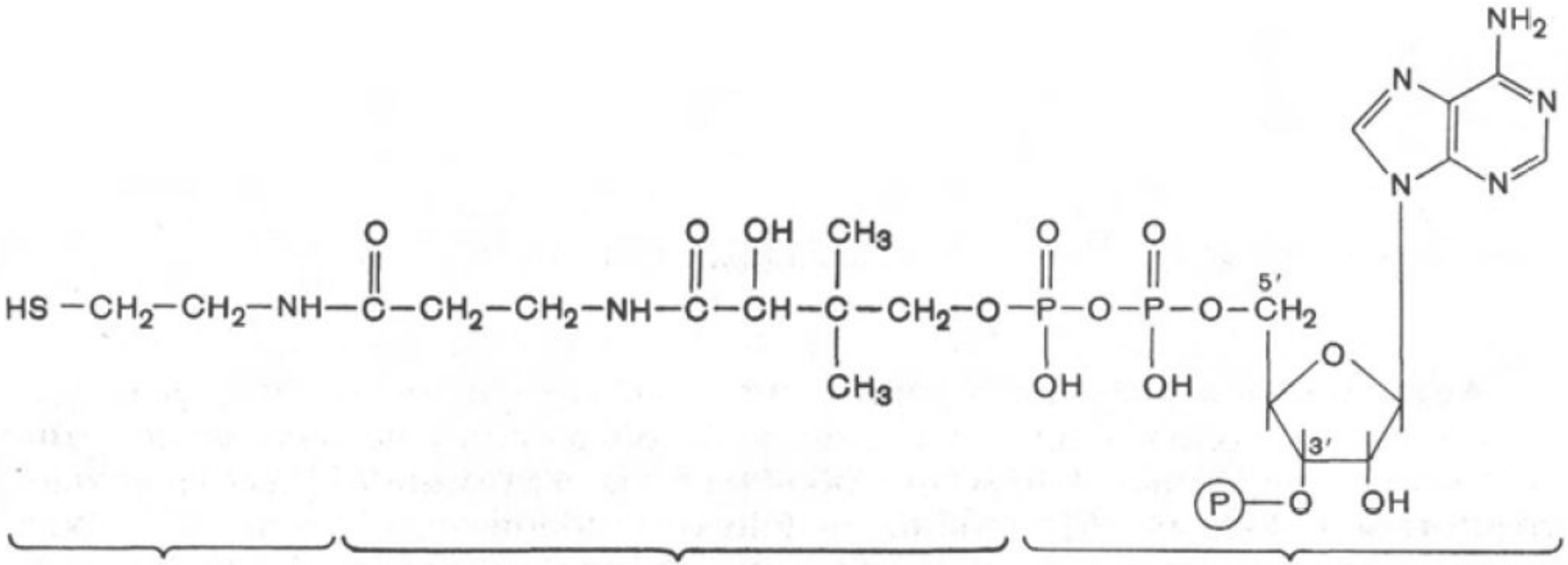


Ганс Адольф Кребс

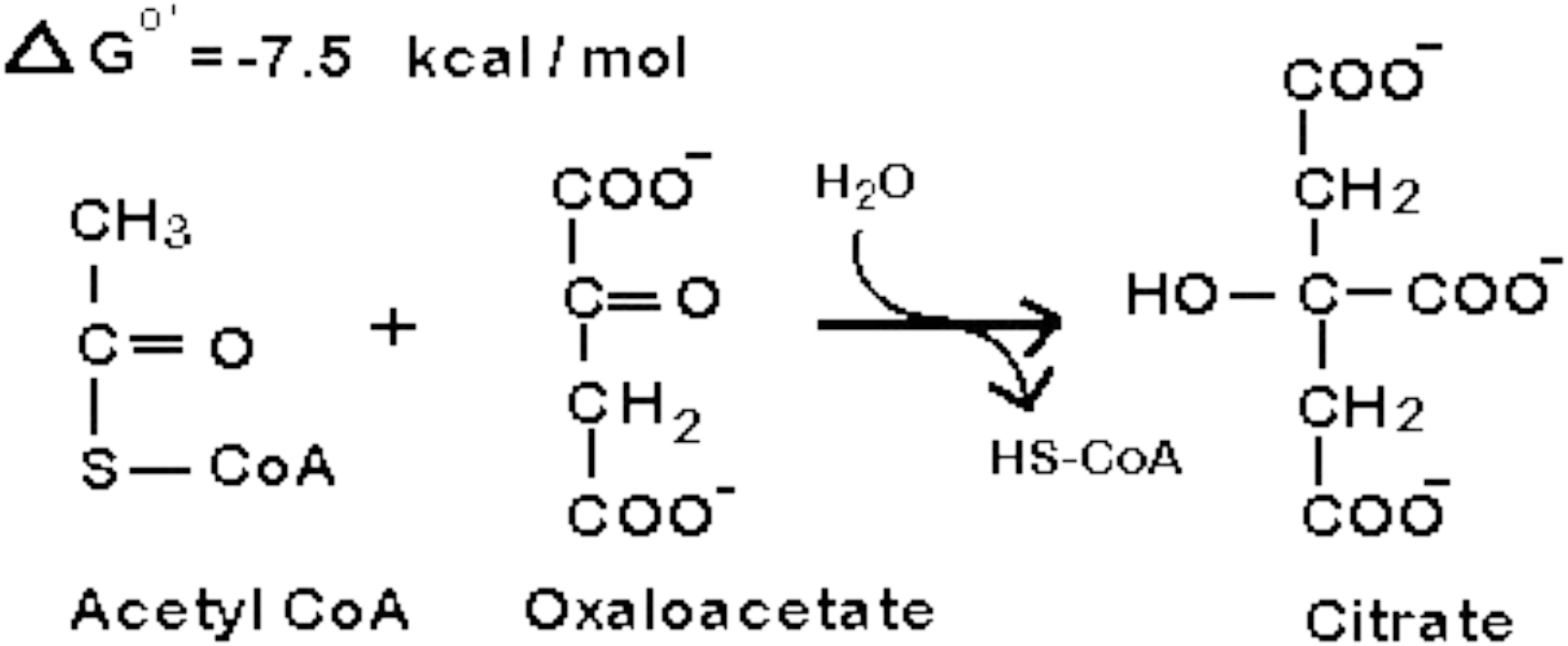
- В 1937 г., изучая промежуточные стадии обмена углеводов, Кребс сделал важнейшее открытие в биохимии. Он описал цикл лимонной кислоты, или цикл трикарбоновых кислот, который в настоящее время называется циклом Кребса. Этот цикл представляет собой общий конечный путь распада углеводов, белков и жиров до углекислого газа и воды и является главным источником энергии для большинства живых организмов


pyruvate
NAD+
H + NADH
CO2
CoASH
acetyl CoA
NADH + H
NAD+
oxaloacetate
H2O
citrate
malate
H2O
Krebs Cycle
isocitrate
fumarate
NAD+
H + NADH
CO2
FADH2
FAD
H + NADH
NAD+
CoASH
succinate
Pi
α ketoglutarate
GTP
GDP
succinyl CoA
CO2

Кофермент А

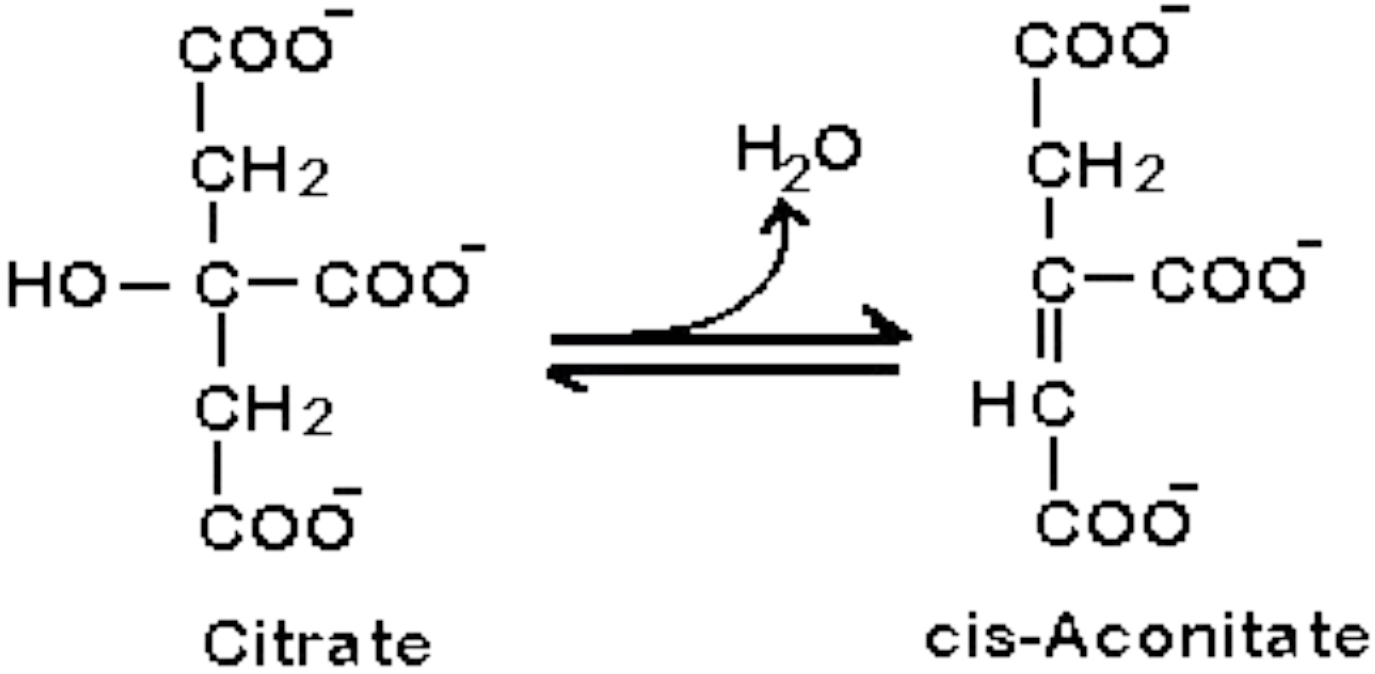

β-Меркаптоэтиламин
Пантотеновая кислота
Коэнзим А
3'-Фосфоаденозин-5'-Дифосфат

Цитратсинтазная реакция



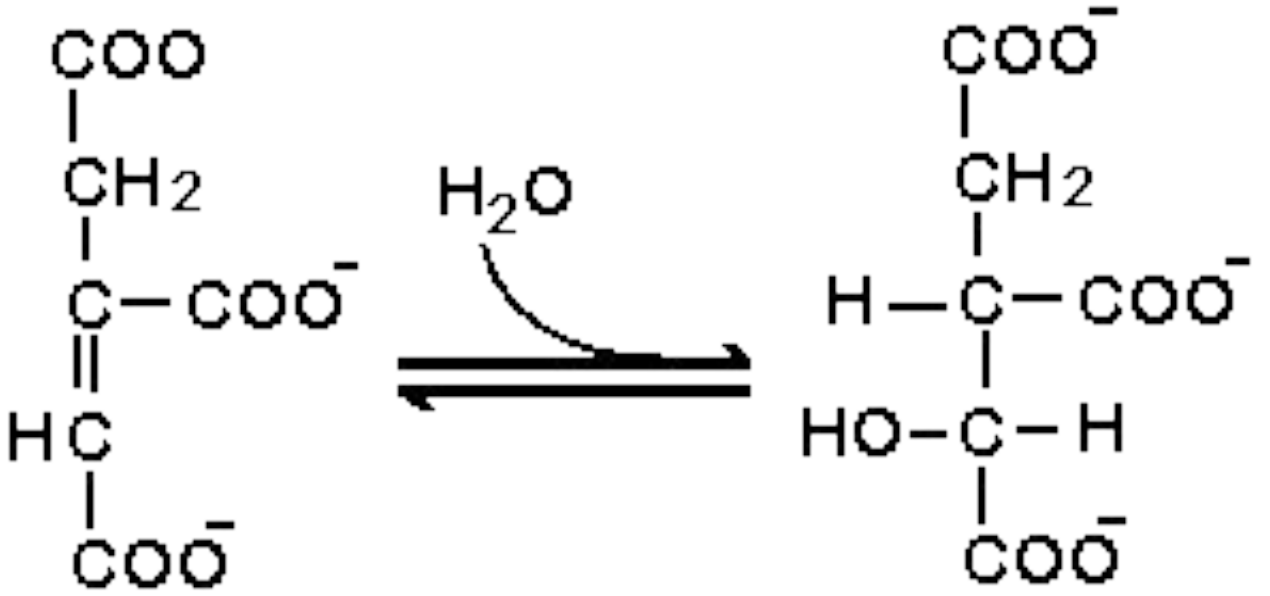
Аконитазная реакция (I)

$\Delta G^{0'} = +2.0$ kcal / mol



Аконитазная реакция (II)

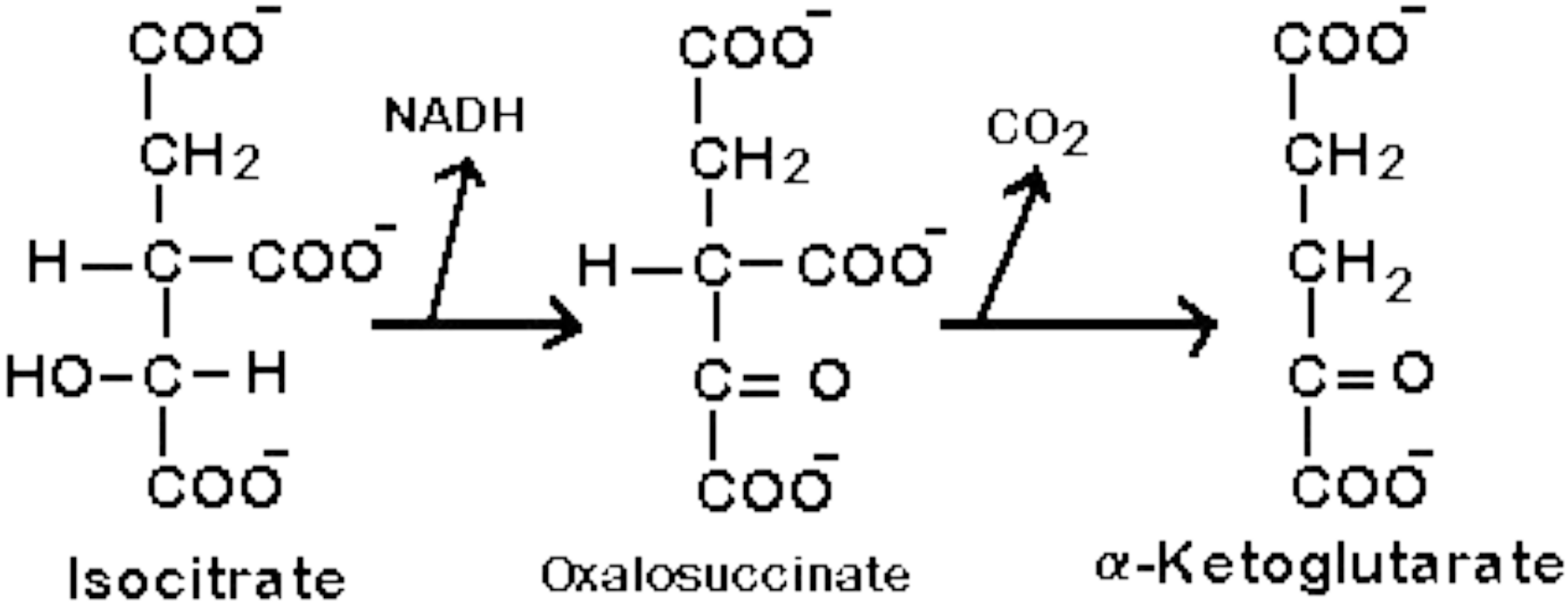
$\Delta G^{0'} = -0.5$ kcal / mol



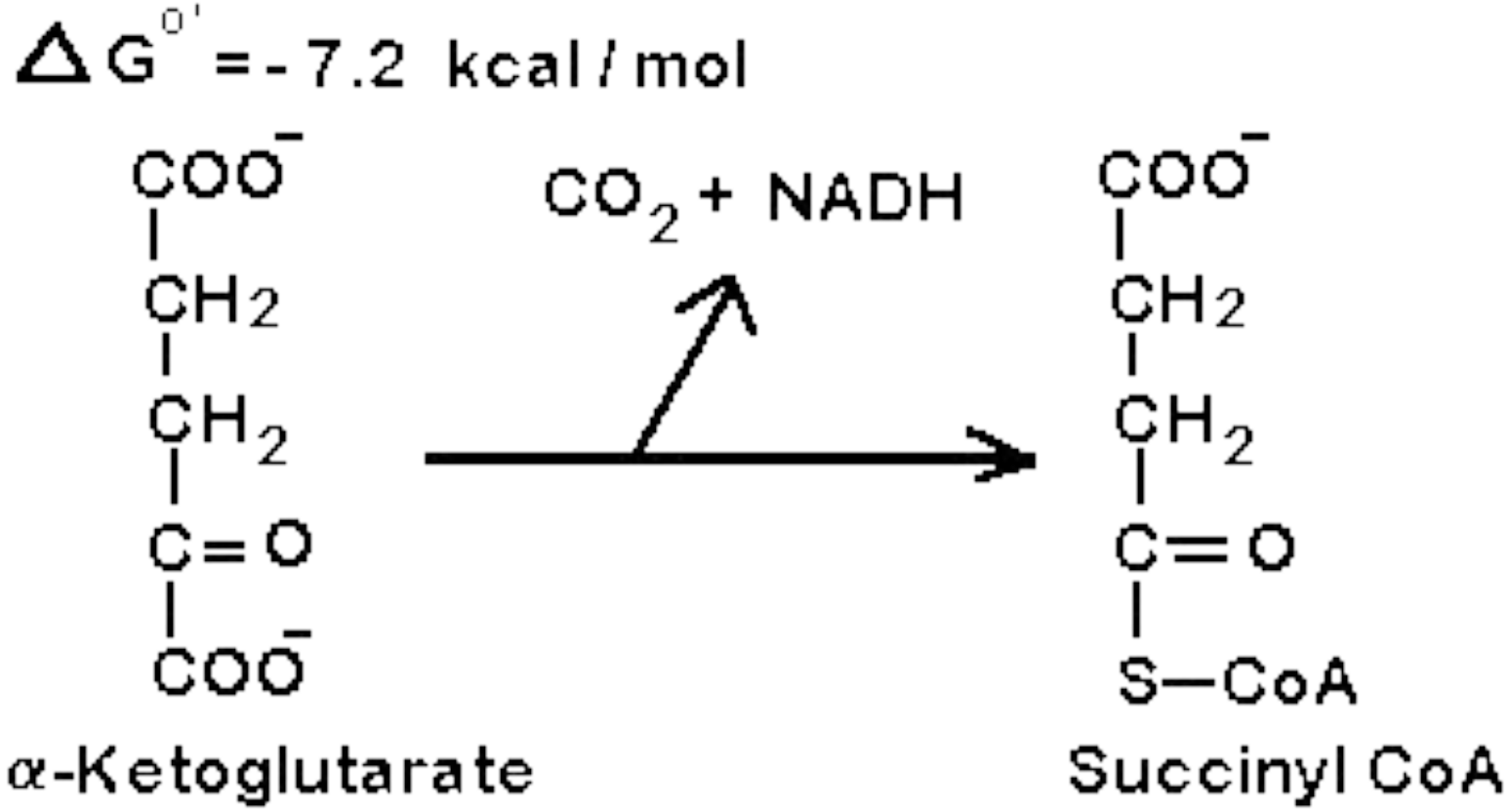
cis-Aconitate Isocitrate

Изоцитратдегидрогеназная реакция

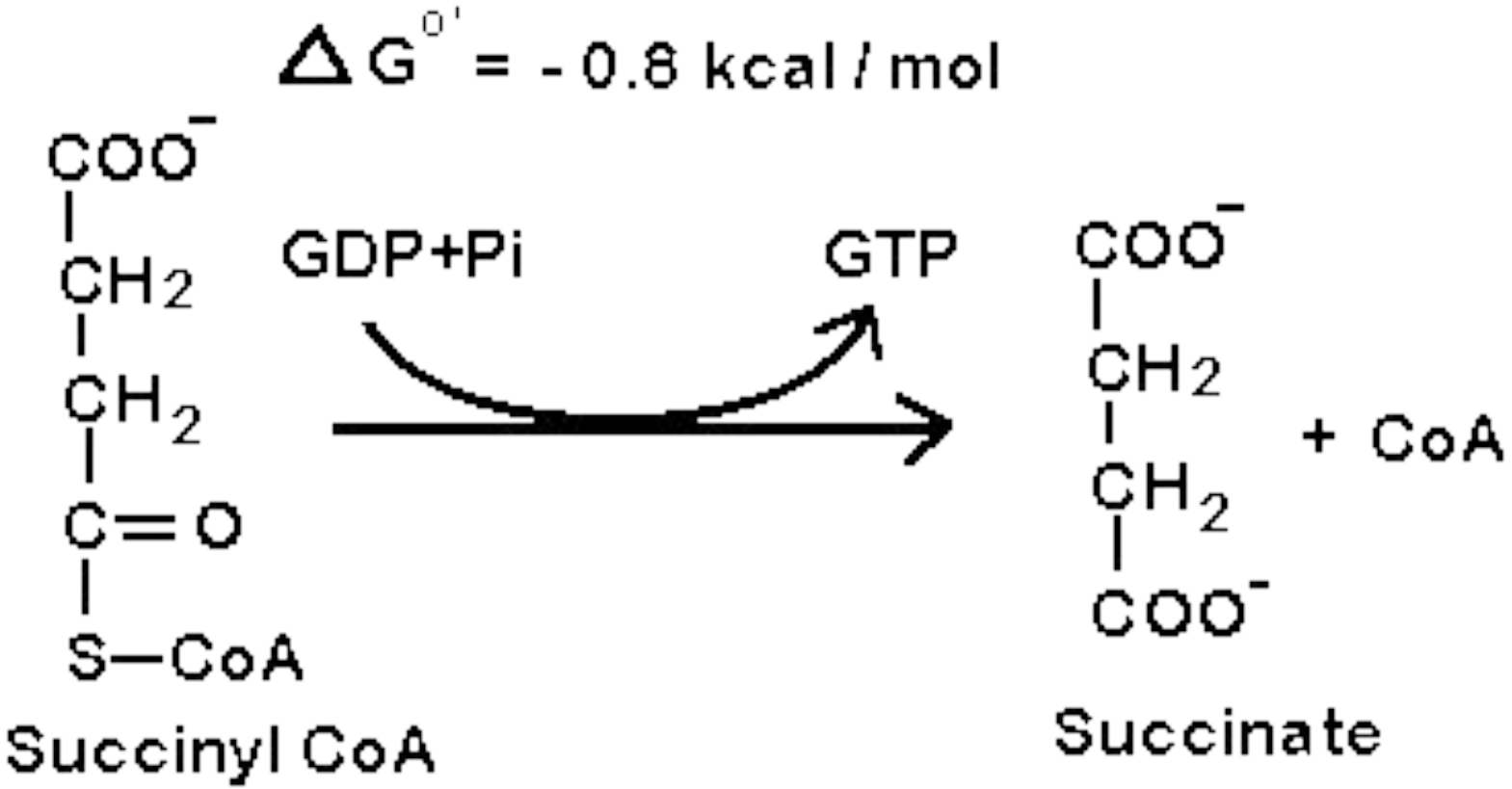
$\Delta G^{0'} = -2.0$ kcal / mol



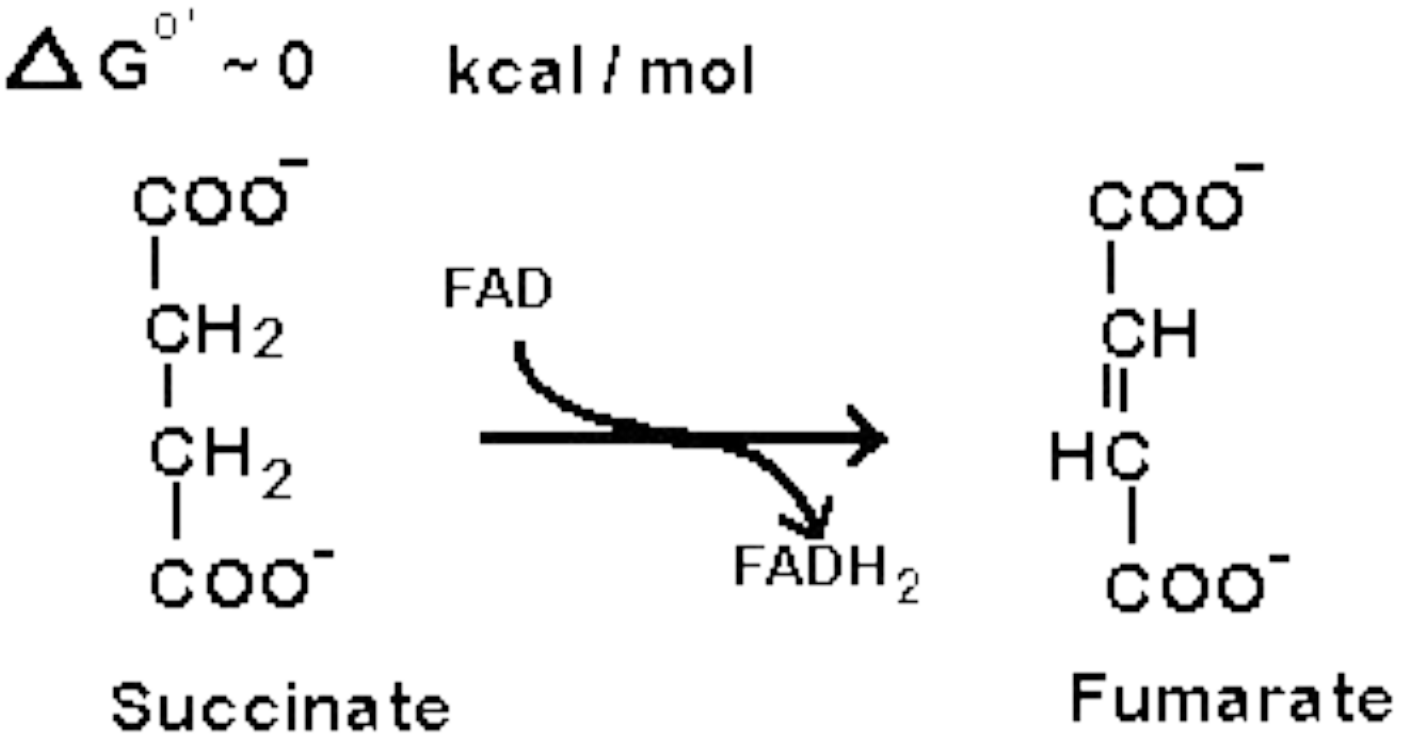
Реакция α-кетоглутаратдегидрогеназного комплекса



Сукцинаткиназная реакция

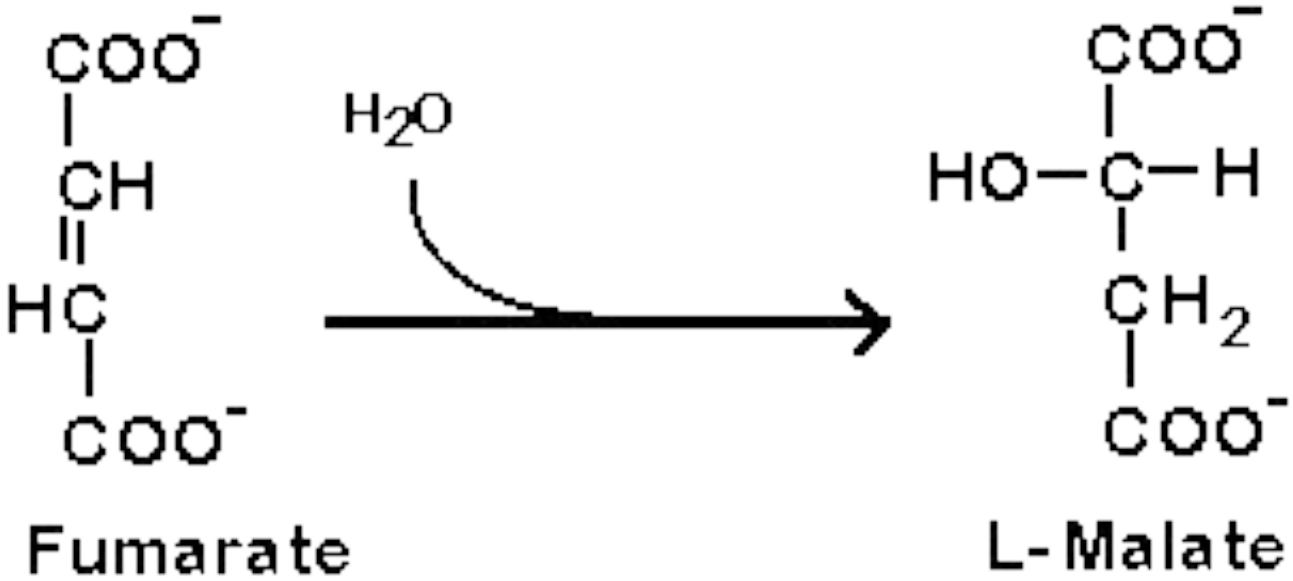


Сукцинатдегидрогеназная реакция



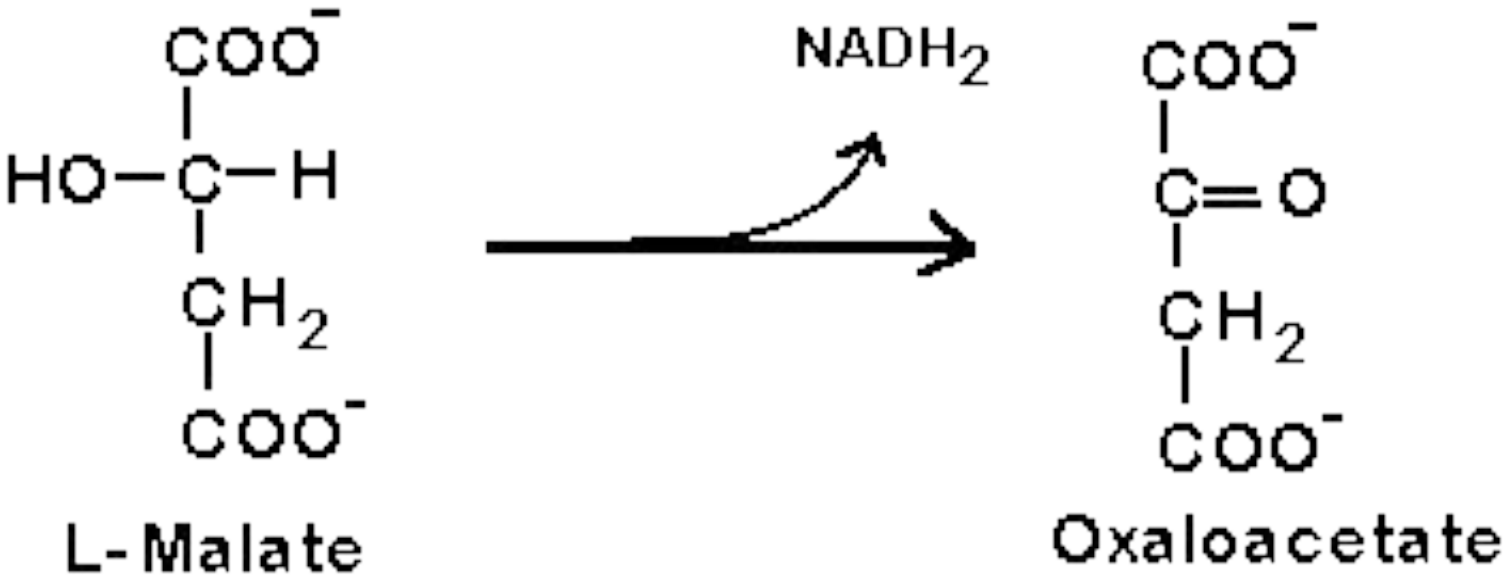
Фумаратгидратазная реакция

$\Delta G^{0'} = -0.9$ kcal / mol

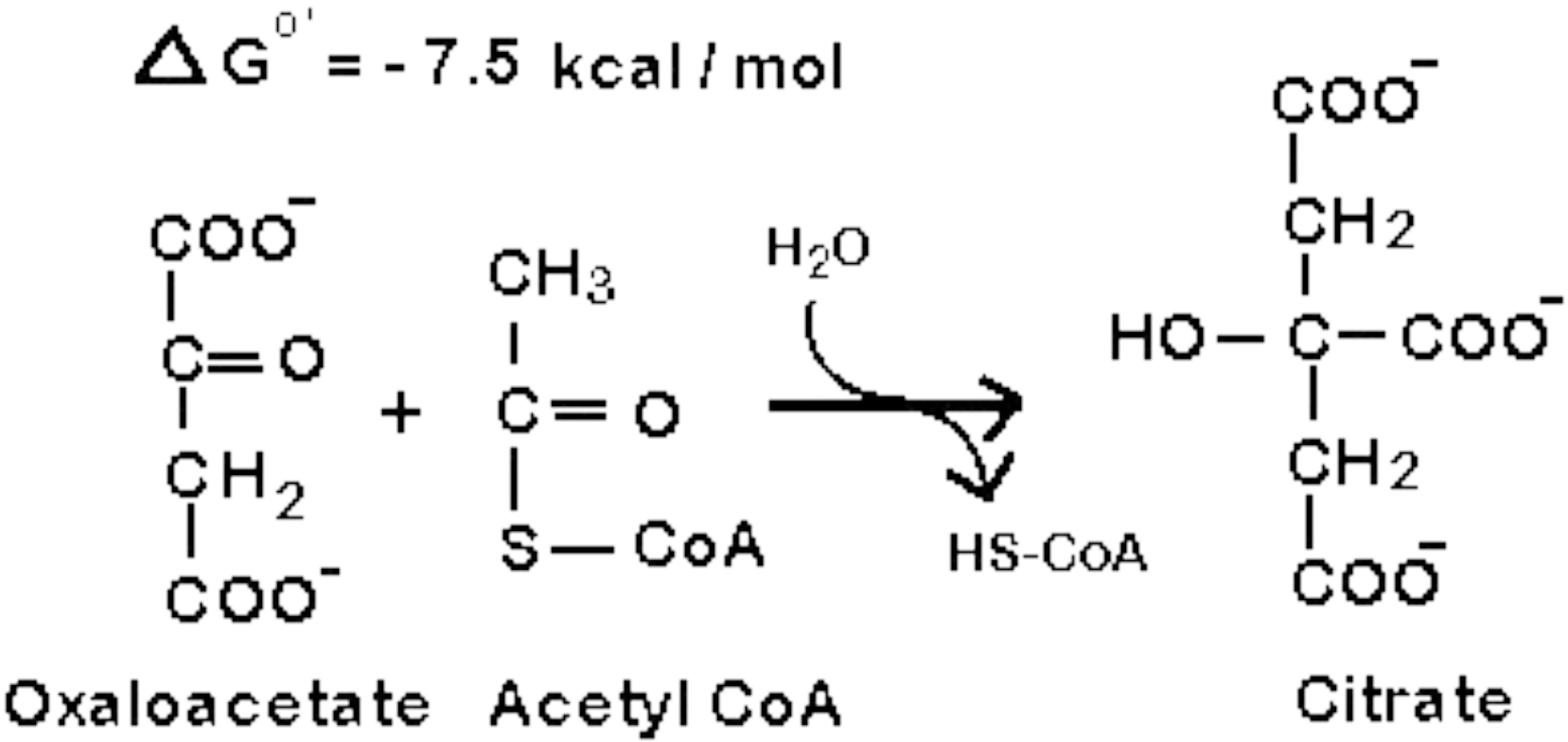


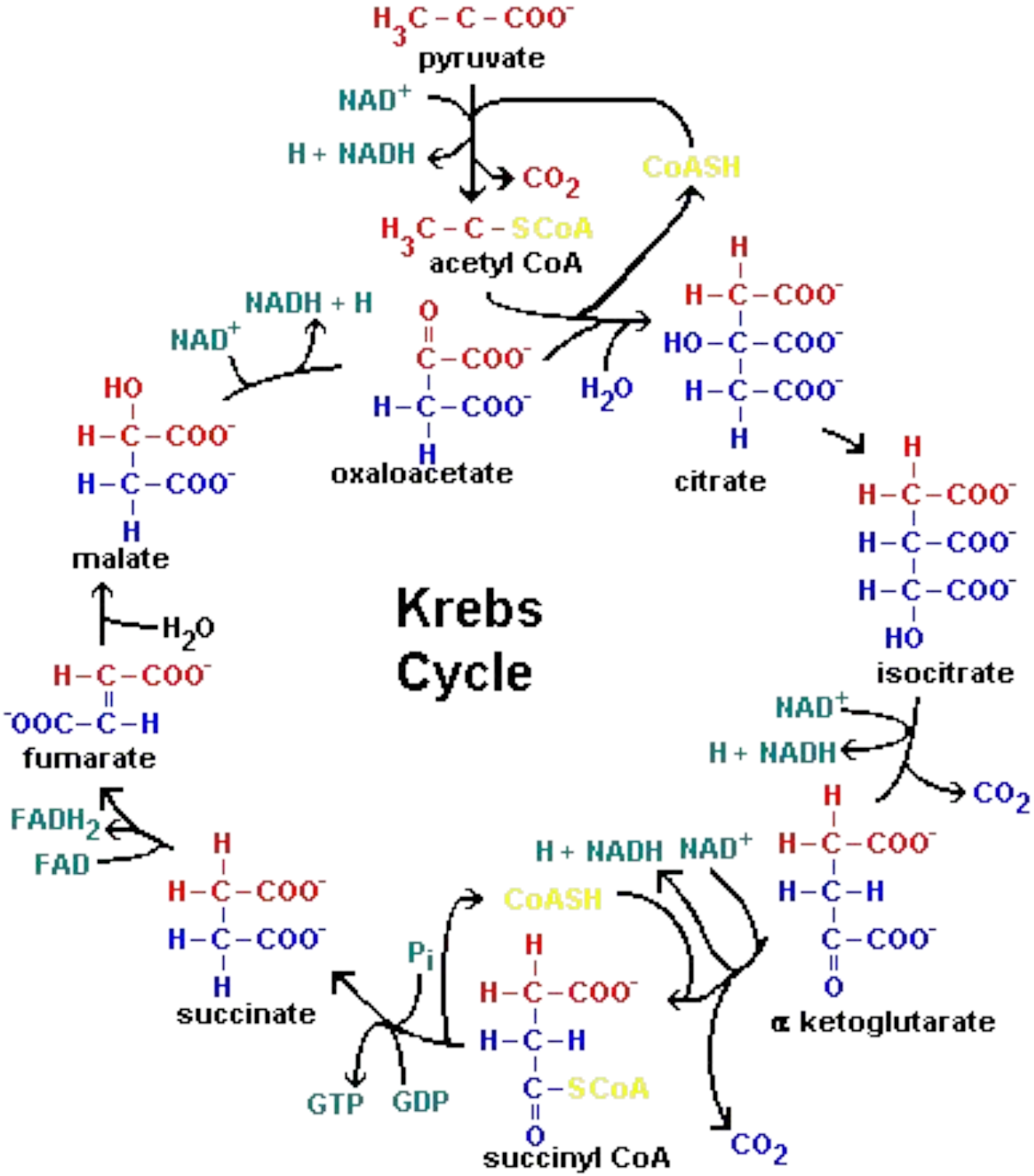
Малатдегидрогеназная реакция

$\Delta G^{0'} = +7.1$ kcal / mol

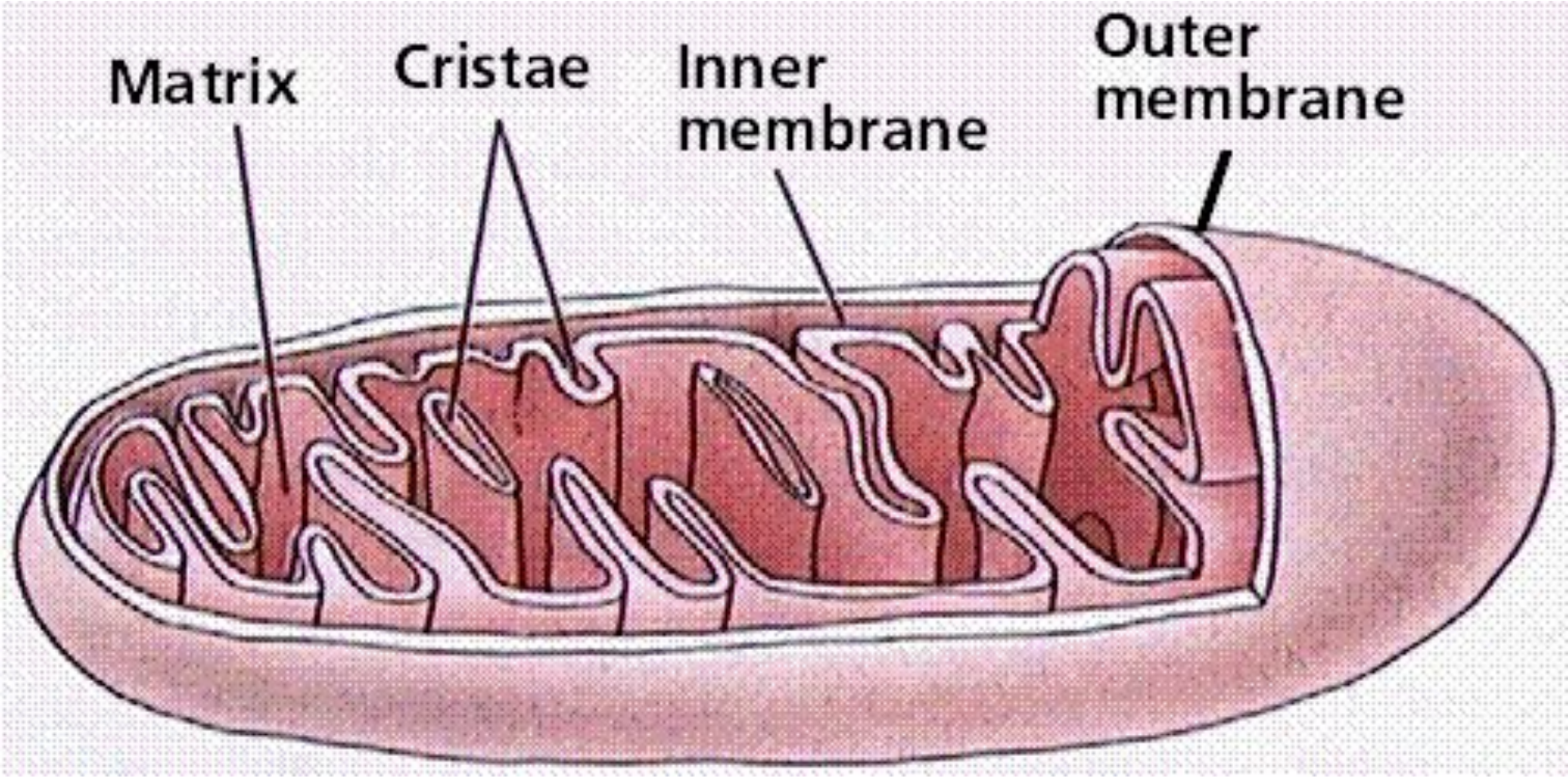


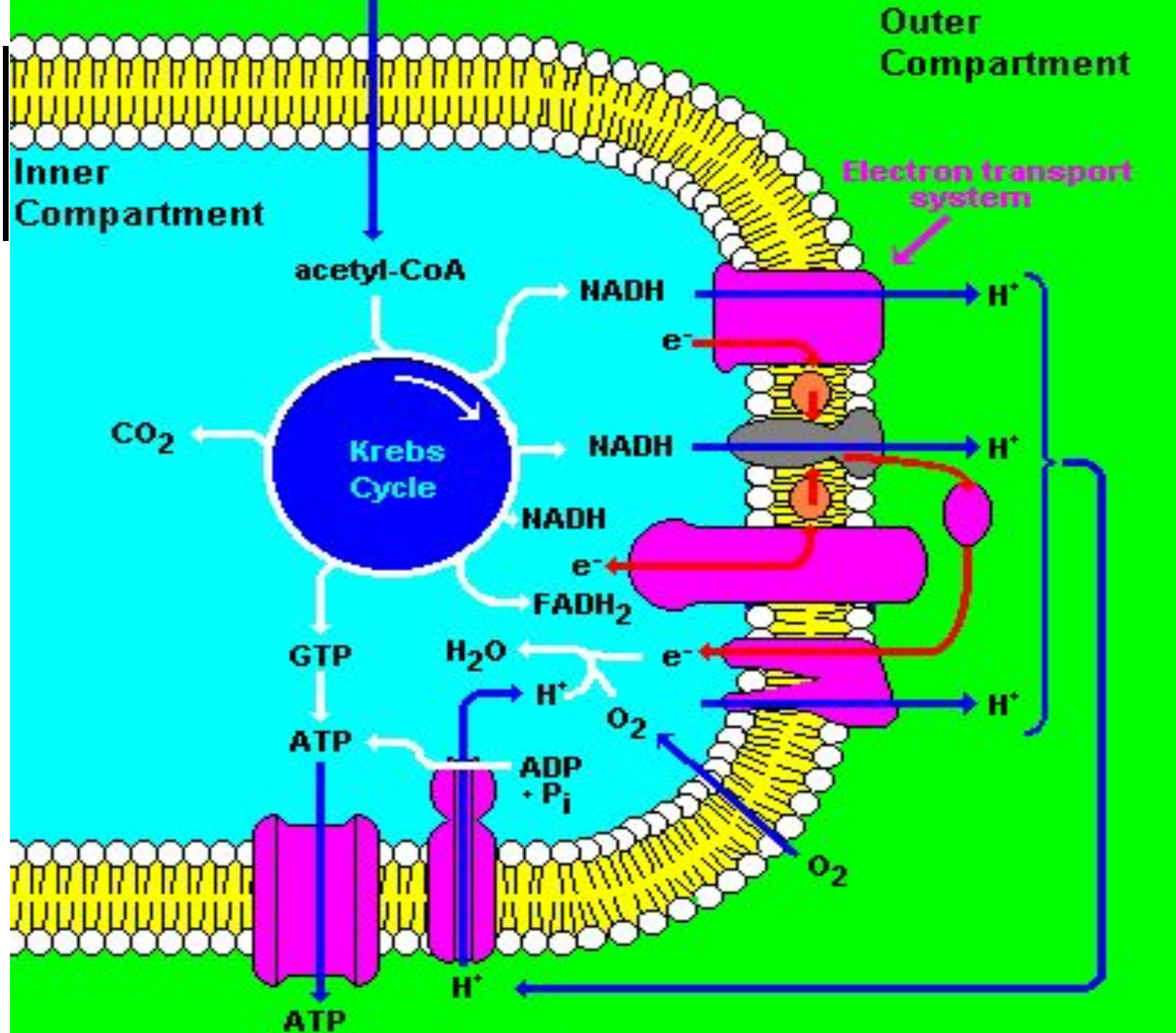
Цитратлиазная реакция




pyruvate
NAD+
H + NADH
CO2
CoASH
acetyl CoA
NADH + H
NAD+
oxaloacetate
H2O
citrate
malate
H2O
Krebs Cycle
isocitrate
fumarate
NAD+
H + NADH
CO2
FADH2
FAD
H + NADH
NAD+
CoASH
succinate
Pi
α ketoglutarate
GTP
GDP
succinyl CoA
CO2

Строение митохондрий




Outer Compartment
Inner Compartment
Electron transport system
acetyl-CoA
NADH
H+
e-
CO2
Krebs Cycle
NADH
H+
NADH
e-
FADH2
GTP
H2O
e-
H+
H+
O2
ATP
ADP + Pi
O2
H+
ATP

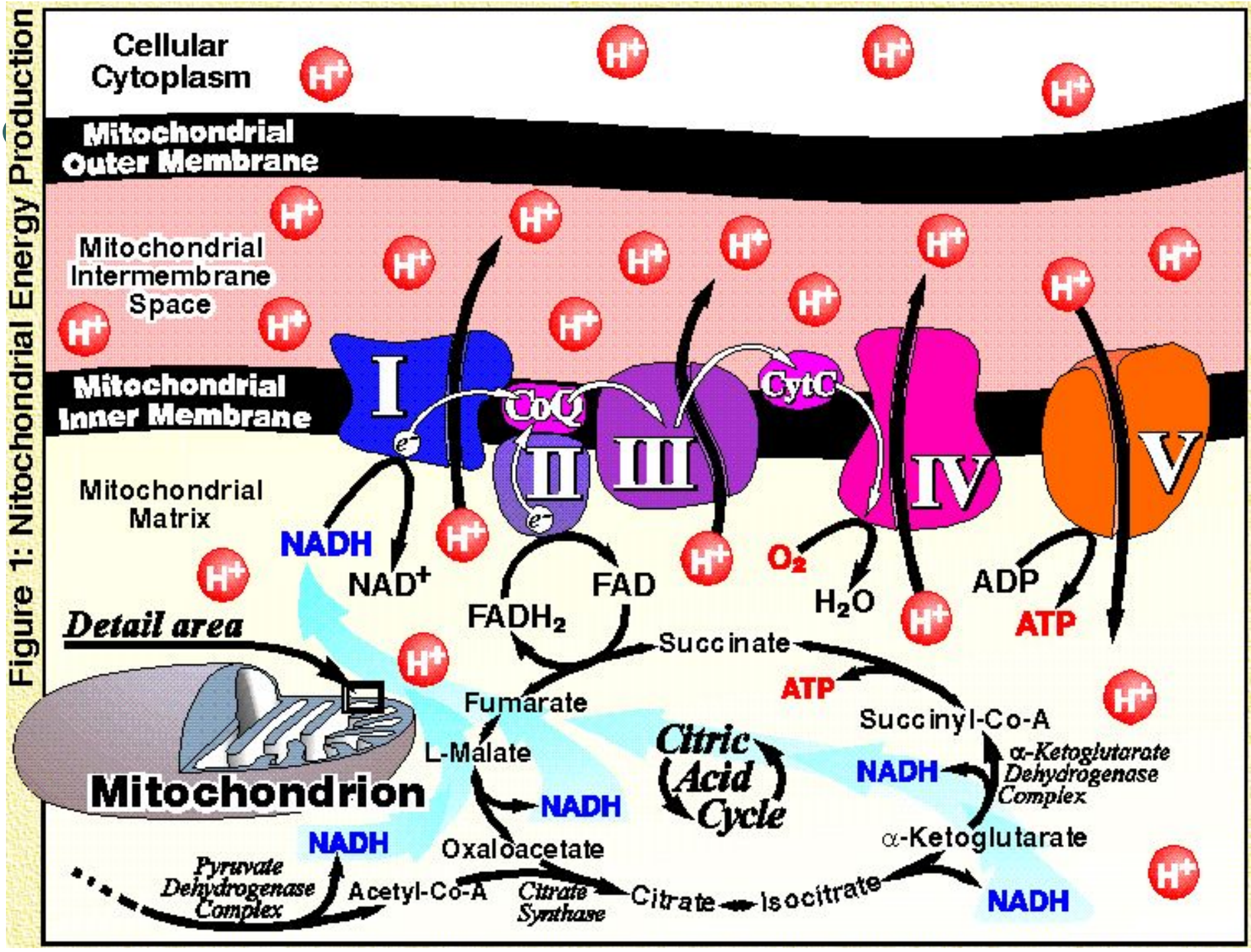


Figure 1: Nitochondrial Energy Production
Cellular Cytoplasm
Mitochondrial Outer Membrane
Mitochondrial Intermembrane Space
Mitochondrial Inner Membrane
Mitochondrial Matrix
H+
I
II
III
IV
V
CoQ
CytC
e-
NADH
NAD+
FAD
FADH2
O2
H2O
ADP
ATP
Detail area
Mitochondrion
Succinate
Fumarate
L-Malate
Oxaloacetate
Citrate
Isocitrate
α-Ketoglutarate
Succinyl-Co-A
Citric Acid Cycle
α-Ketoglutarate Dehydrogenase Complex
Pyruvate Dehydrogenase Complex
Acetyl-Co-A
Citrate Synthase

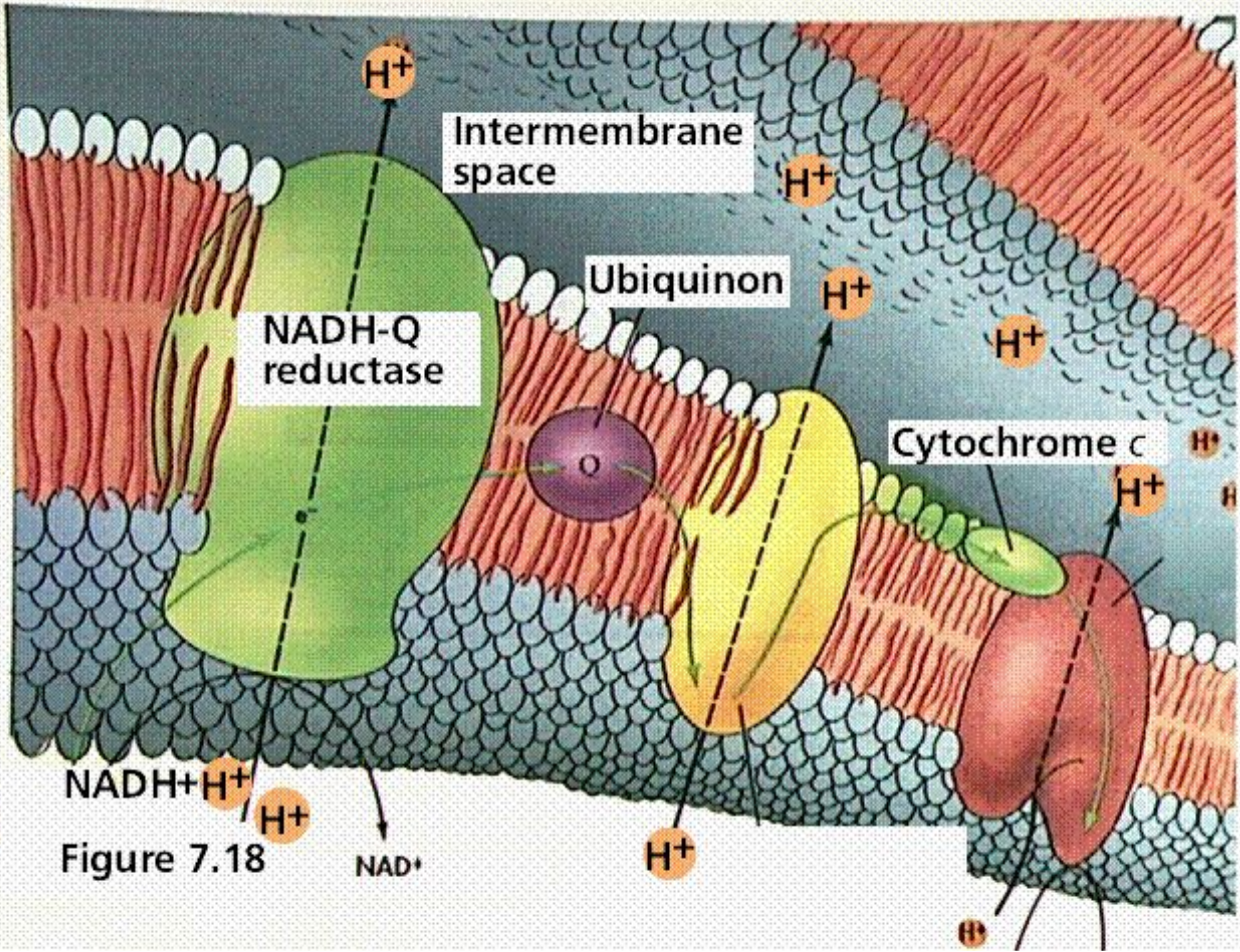

H+
Intermembrane space
H+
Ubiquinon
H+
H+
NADH-Q reductase
Q
Cytochrome c
H+
NADH+H+
H+
NAD+
H+

Figure 7.18

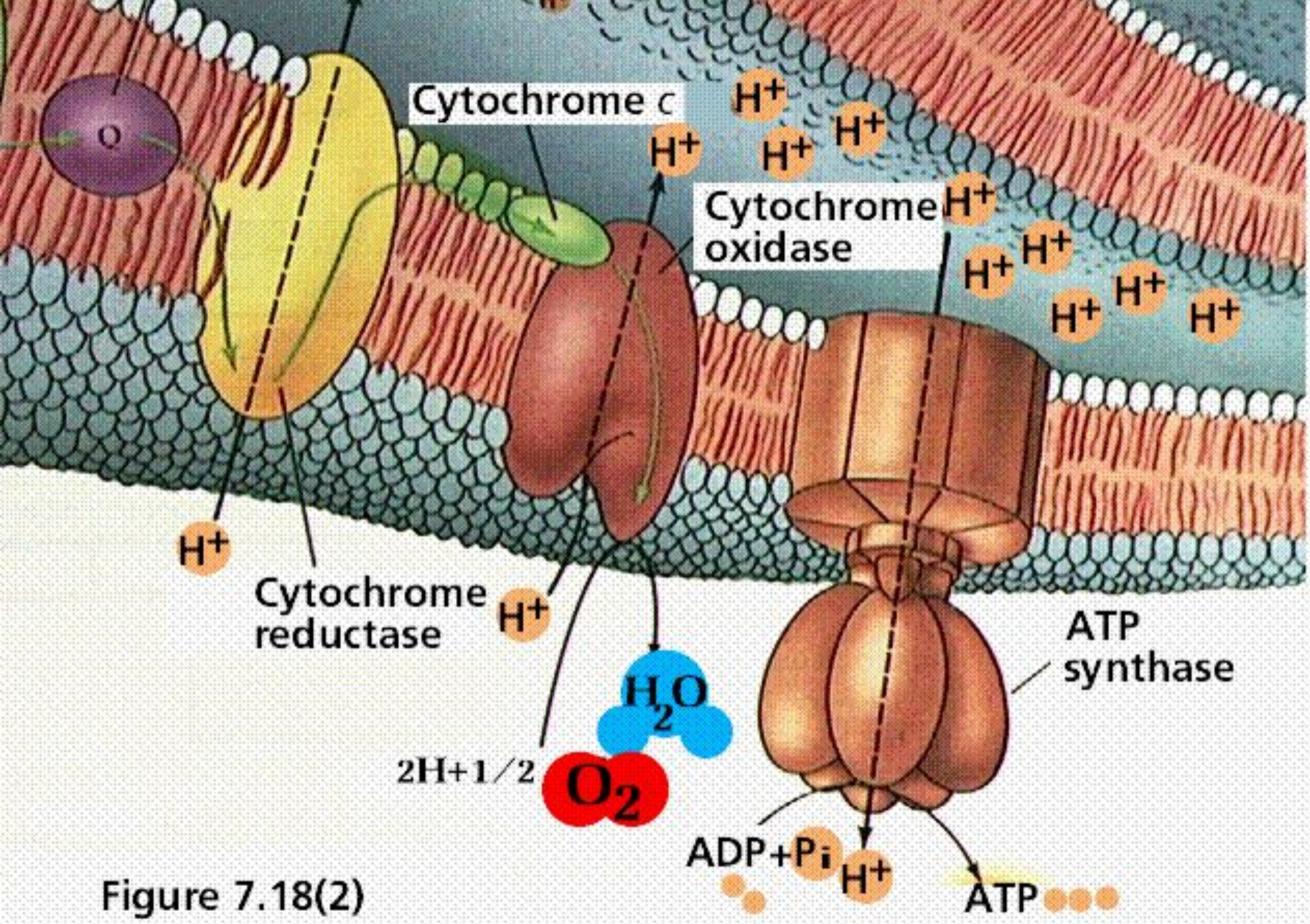
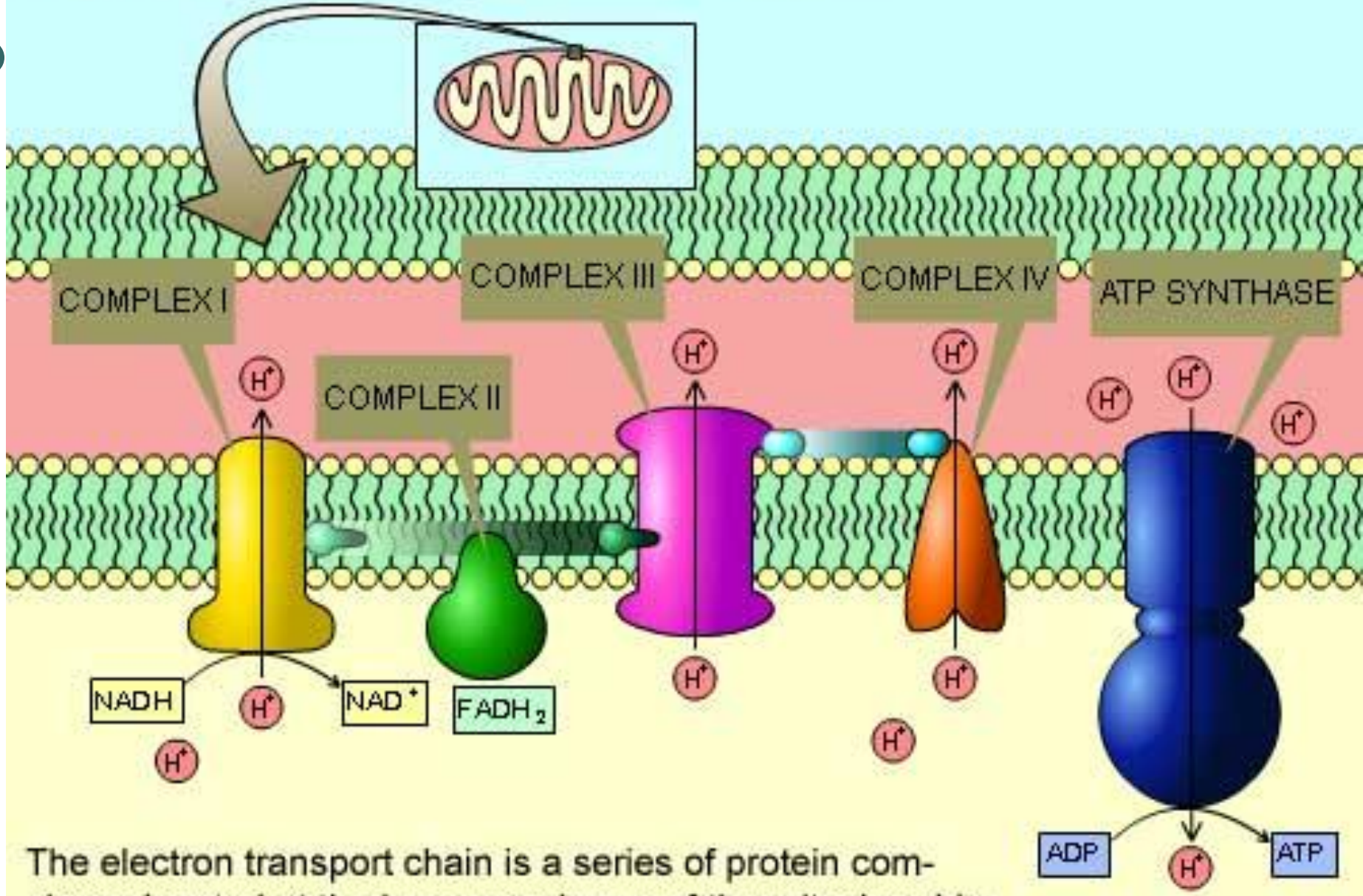

Q
Cytochrome c
H+
Cytochrome oxidase
Cytochrome reductase
ATP synthase
H2O
2H+1/2 O2
ADP+Pi
ATP

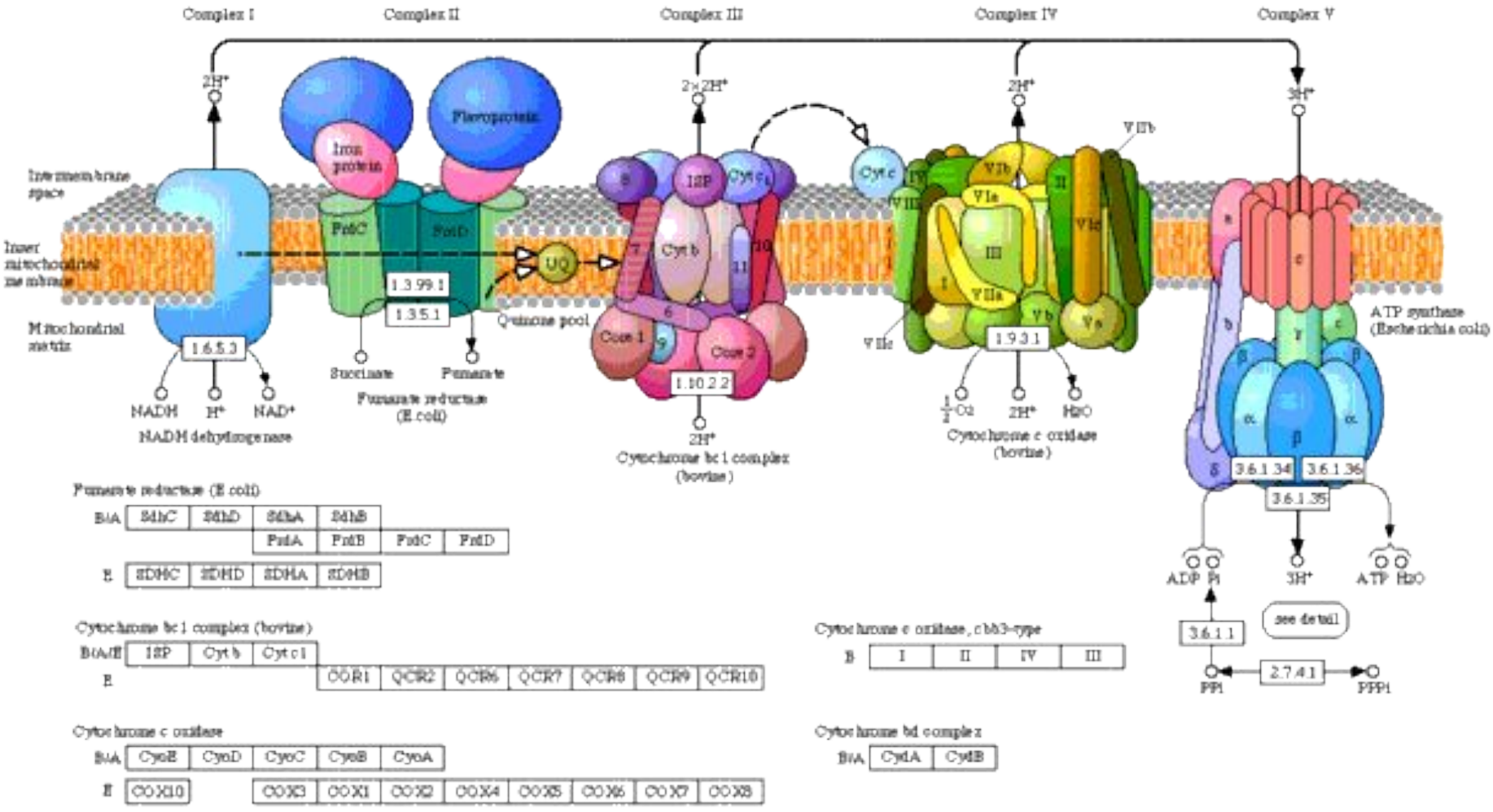
Figure 7.18(2)

Figure J-13: Electron Transport Chain



The electron transport chain is a series of protein complexes located at the inner membrane of the mitochondria.

OXIDATIVE PHOSPHORYLATION



00190 10/18/01

Питер Митчелл

В период между 1961 и 1966 гг. М. сформулировал хемиосмотическую гипотезу (такое название ученый дал ей сам) – радикальное решение проблемы соединения энергии в механизмах окислительного и фотосинтетического фосфорилирования. Он предположил, что цепь реакций, осуществляющихся в процессе дыхания, представляет собой последовательность сменяющих друг друга носителей водорода и электронов. Эти носители таким образом организованы во внутренней митохондриальной мембране, что они переносят протоны через мембрану. Поскольку митохондриальная мембрана не допускает пассивного тока протонов, в процессе дыхания генерируется электрохимическая разность потенциалов для ионов водорода с электрически отрицательным внутренним межклеточным веществом и щелочной соотнесенностью с внешним межклеточным веществом. Протоны на внешней поверхности стремятся назад во внутриклеточное вещество. Именно этот поток протонов, который можно сравнить с потоком электронов в батарее, и выполняет всю работу.