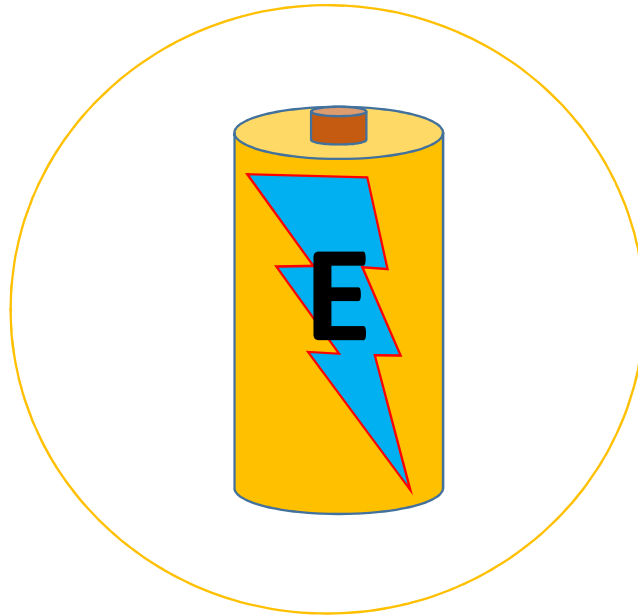


Гликолиза. Цикъл на Кребс. Роля на АТФ.
Дихателни вериги и
окислително фосфорилиране

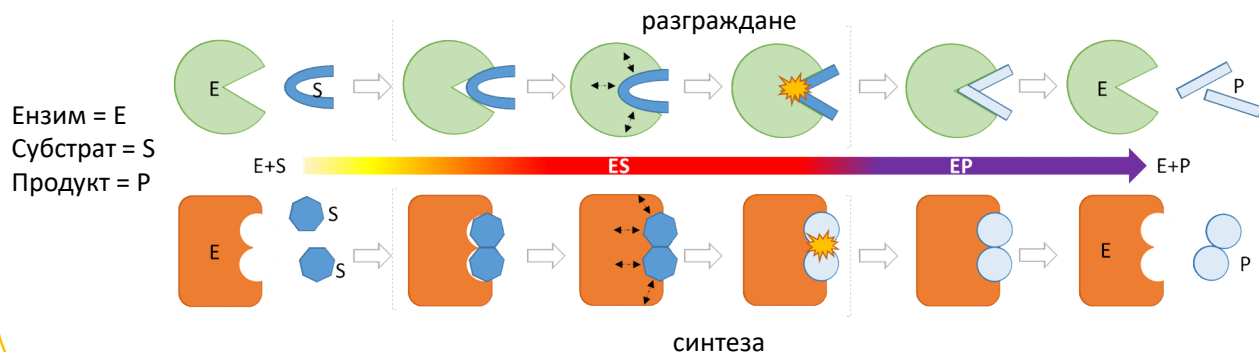


Биохимичните процеси в клетката протичат в определена посока и са свързани помежду си

1. Химичните реакции в клетката не са оставени на произвола, а се координират от биологични катализатори:
 - A) Ензими – белтъци
 - B) Рибозими – рибонуклеонови киселини
2. Биологичните катализатори ускоряват химичната реакция и могат да влияят само на реакции, които биха протекли и без тях. Времето на една ензимно катализирана реакция е по-малко от 1 секунда, а за протичането на същото събитие без ензим би отнело седмици.

Ензими

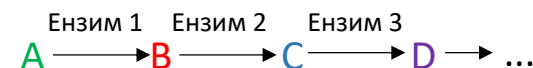
Ензимите са **глобулни белтъци**. В третичната им структура се образува **активен център**, чрез който се извършва катализата. Активният център на всеки ензим има **специфична форма** и в него може да се помества **само определен субстрат** (реагираща молекула). Субстратът не съответства напълно на формата на активния център, но благодарение на гъвкавата белтъчна молекула, ензимът допълнително се нагажда към него. В края на реакцията субстратът се превръща в продукт, а ензимът остава непроменен и може многократно да катализира същата реакция. Някои ензими катализират **реакции на разграждане**, а други – **реакции на синтеза**.



Имената на ензимите завършват на „аза“. Името на ензима обикновено е свързано или с реакцията, която катализира или със субстрата:

- Липаза – разгражда липиди
- ДНК – полимераза – полимеризация на нуклеотиди (синтеза на ПНВ)

Благодарение на ензимите, в клетката могат да протичат последователно и координирано няколко химични реакции. Продуктът от една ензимно катализирана реакция може да служи като субстрат за следващата. Процесът има посока и се нарича още **метаболитна верига**.



+ Енергия (E)

Автотрофи

Анаболизъм

Част от енергията
се отделя като топлина
(загуба на E)

Хранителни вещества

Част от енергията
се отделя като топлина
(загуба на E)

Катаболизъм

Разграждане на веществата
-> при разрушаването
на химичните връзки
се отделя енергия (E)

Гликолиза,
Разграждане на мазнини,
Цикъл на Кребс и др.

Анаболизъм

Синтеза на веществата
-> енергията се влага в синтеза
на химични връзки

Репликация, Транскрипция,
Транслация,
Синтеза на въглехидрати,
Синтеза на мазнини

Метаболизъм

E в химични
връзки

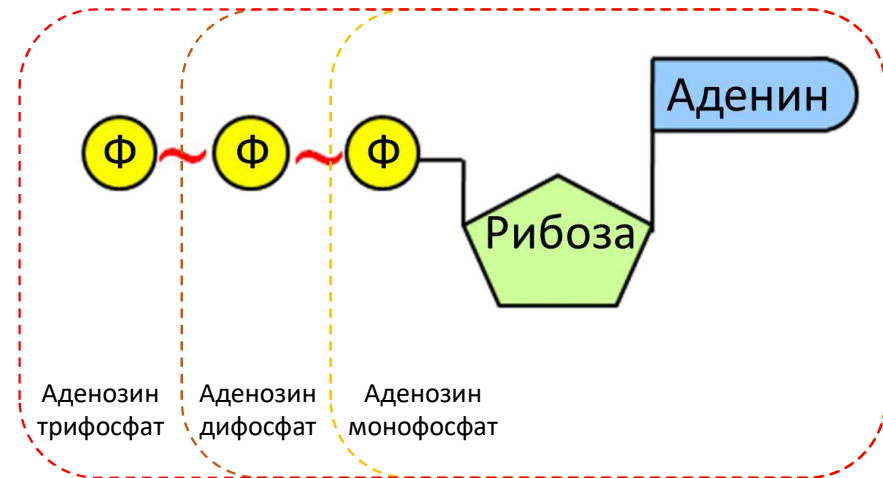
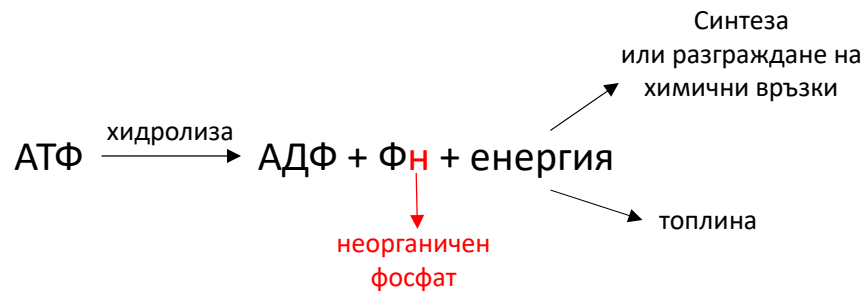
E + градивни
вещества

Част от енергията
се отделя като топлина
(загуба на E)

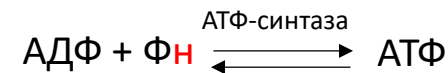
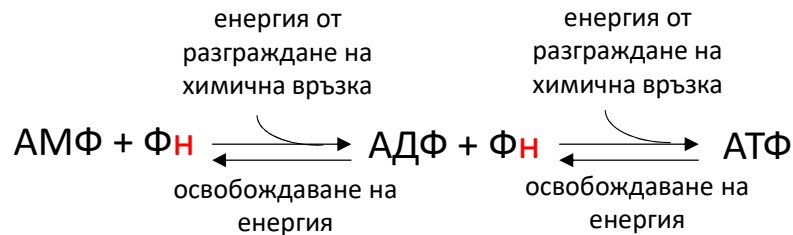
Отпадни
продукти

Аденозин трифосфатът (АТФ) е основният преносител на енергия в клетката

Аденозин трифосфатът (АТФ) е рибонуклеотид с азотна база Аденин и три фосфатни остатъка на 5'. Химичните връзки между фосфатните остатъци носят много енергия и затова се наричат **макроергични**. Отделената енергия при тяхното разрушаване се използва от ензимите за изграждане или разграждане на други химични връзки.



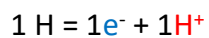
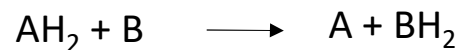
АТФ се синтезира, като към АМФ и АДФ се добавят ФН. Процесът на добавяне на ФН се нарича **фосфорилиране**. За синтезата на макроергичната връзка може да се използва енергията от разграждането на друга химична връзка с по-голяма енергия или специален ензим (АТФ – синтаза) във вътрешната мембрана на митохондриите и тилакоидната мембрана на хлоропластите. При бактерии АТФ-синтазата е в клетъчната мембрана.



Окислително – редукионни процеси представляват пренос на електрони и протони между химичните съединения

Клетката може да използва енергията на водородните електрони и протони, за да се снабдява с по-голямо количество АТФ. За целта трябва молекула, която да ги пренесе до **електрон-транспортните вериги (ЕТВ)** във **вътрешната мембрана на митохондриите**. Основният преносител на електрони и протони до ЕТВ е **никотинамид аденин динуклеотид (НАД)**. НАД е изграден от два нуклеотида, които са свързани с два фосфатни остатъка:

Отнемането на електрони и протони се нарича **окисление**, приемането на електрони и протони се нарича **редукция**:

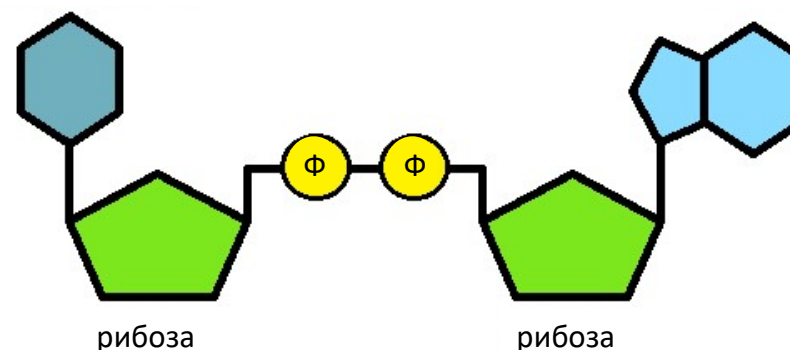


A се окислява -> отдава $2e^- + 2\text{H}^+$

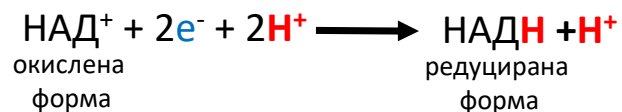
B се редуцира -> приема $2e^- + 2\text{H}^+$

никотинамид

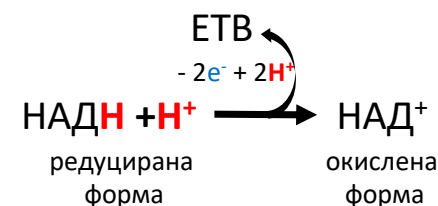
аденин



При окислението (разграждането) на органични вещества някои от ензимите прехвърлят водородните електрони и протони върху НАД. При приемането на електрони и протони НАД се редуцира:



Редуцираният НАД пренася електроните и протоните до ЕТВ в митохондриите и ги отдава. При това положение НАД се окислява:



Гликолиза: Окисление на глюкоза до пирогроздена киселина (пируват)

Най-предпочитаният източник на енергия в клетката е глюкоза. Разграждането на глюкозата се нарича **гликолиза** и се извършва в цитоплазмата (= цитозола) на клетката. Глюкозата е монозахарид с 6 въглеродни атома (6C) и се окислява до 2 молекули пируват (2x3C).

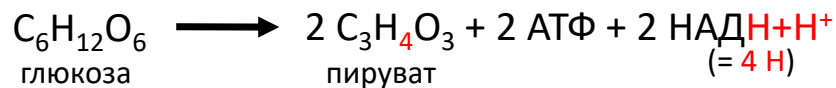
Гликолизата се разделя на 2 фази:

А) Фаза на влагане на енергия – изразходват се 2 молекули АТФ

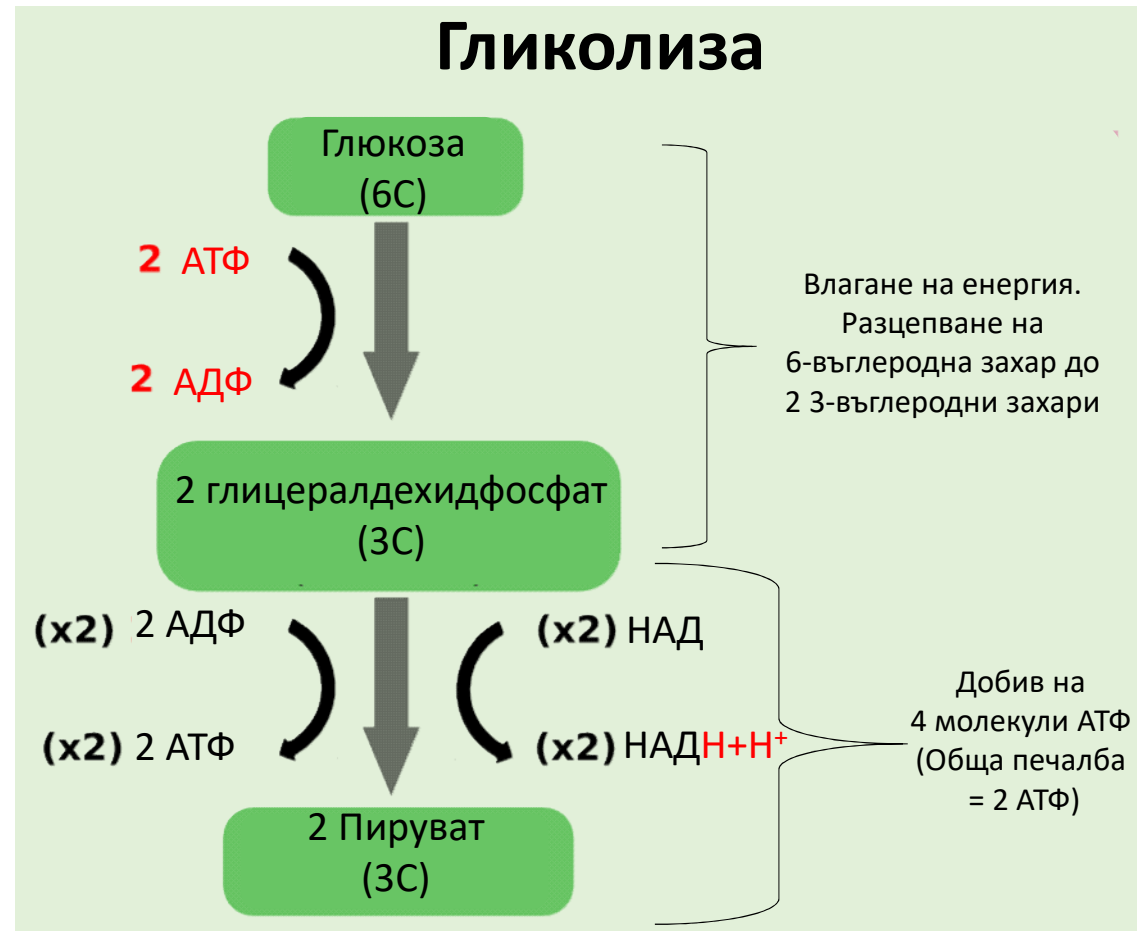
Б) Фаза на добиване на енергия – синтезират се 4 молекули АТФ и се редуцират 2 молекули НАД (НАДН+Н⁺)



Печалбата от Гликолиза е 2 молекули АТФ и 2 молекули НАДН:



Гликолизата е **универсален процес**, защото **не изисква O₂**.
Използват я прокариоти и еукариоти.

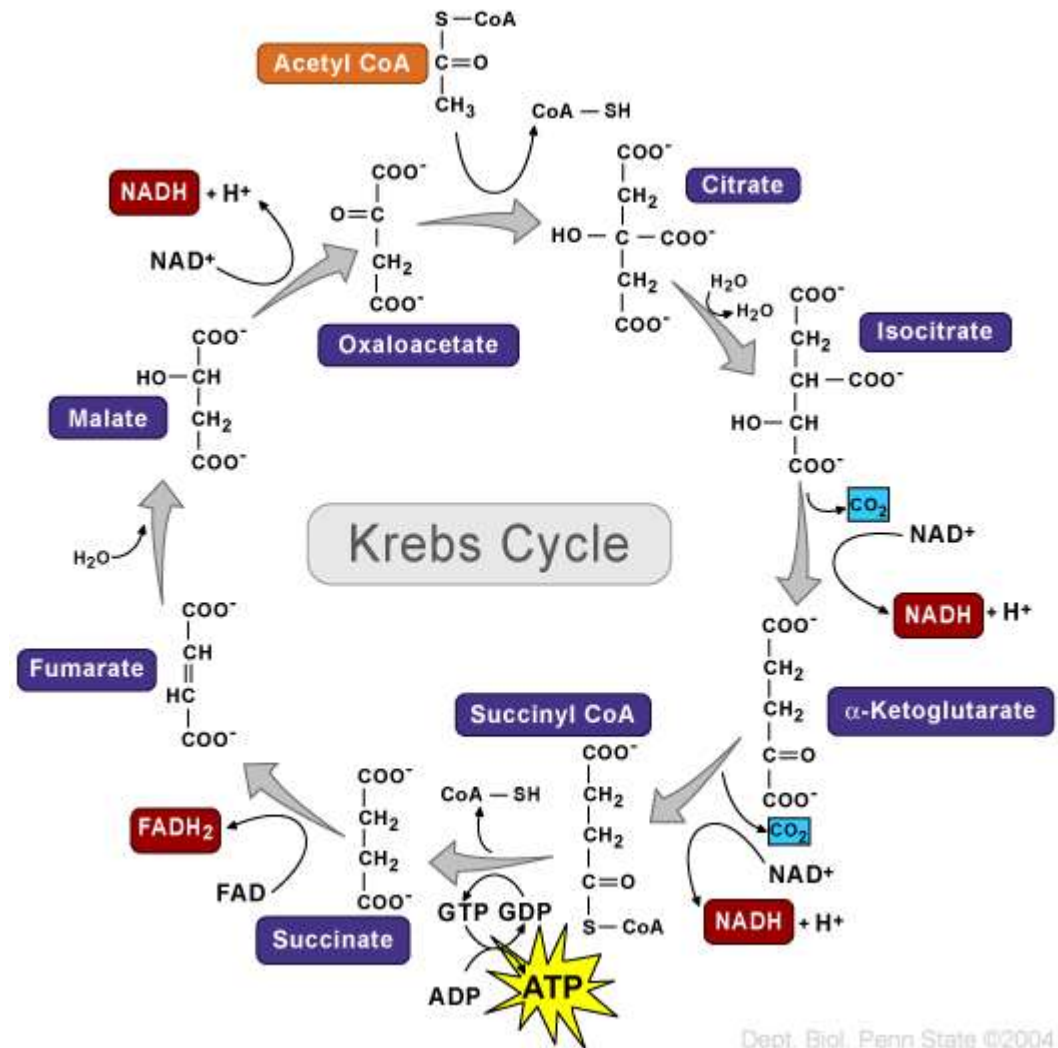


Цикъл на трикарбоксилните киселини (Цикъл на Кребс)

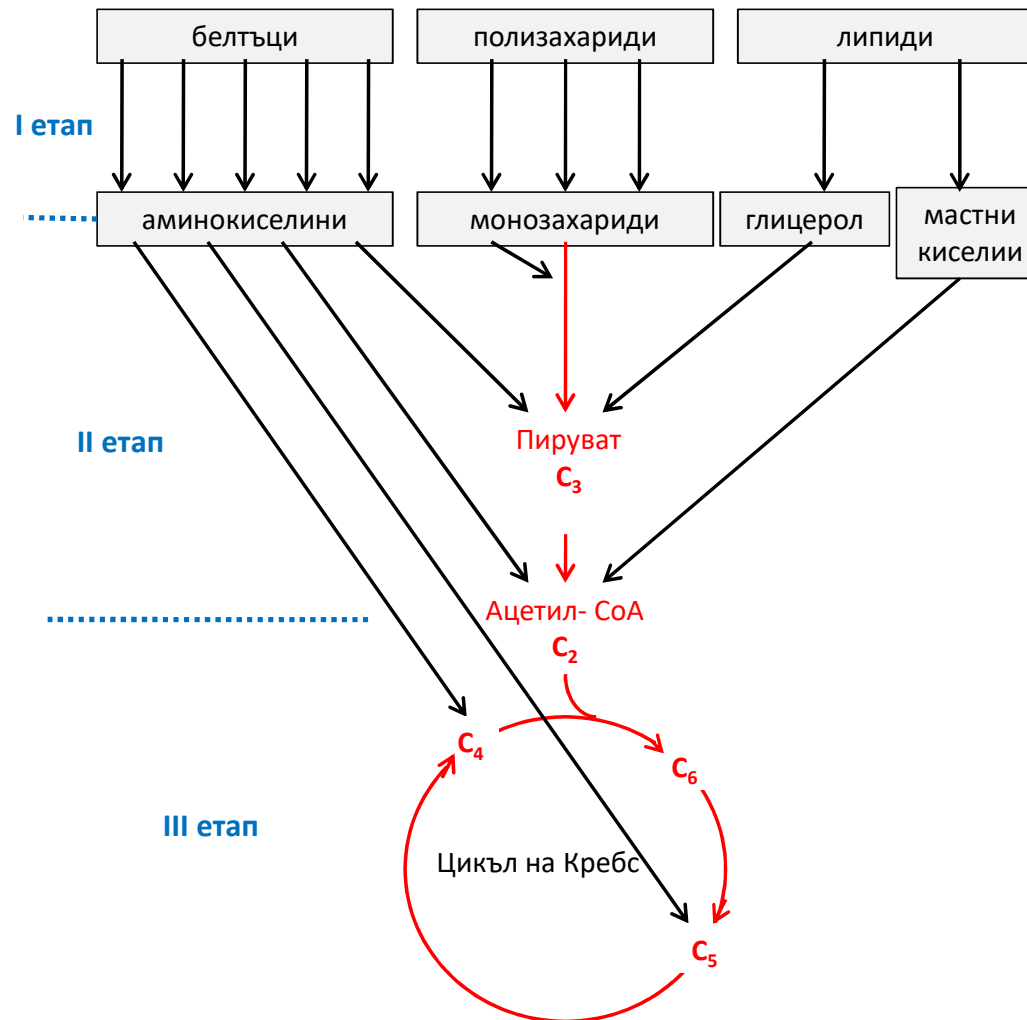
Цикълът на Кребс се извършва в матрикса на митохондриите. При него пируватът получен от гликолизата се окислява до CO_2 и H_2O . В този процес се отнемат водородни електрони и протони, които се предават през ЕТВ на крайния им акцептор O_2 . Цикълът на Кребс е характерен за аеробните организми и изисква наличие на O_2 .

Преди старта на цикличният процес има междинна реакция, при която пируватът от гликолизата се свързва с CoA (Коензим А). Получава се **Ацетил – CoA**. Ацетилната група е остатък от пирувата и тя се добавя към оксалоацетат, при което се получава **цитрат (лимонена киселина)**. Поради тази причина другото име на Цикъла на Кребс е „**Цикъл на лимонената киселина**“. При последователното окисление на цитрата се получава $\text{NADH} + \text{H}^+$ и се отделя CO_2 . Крайният продукт на процеса е оксалоацетат, който може да взаимодейства с нова молекула Ацетил – CoA и **така се образува цикъл**.

Получените $\text{NADH} + \text{H}^+$ пренасят електроните и протоните до ЕТВ, където ще се използват при окислителното фосфорилиране и синтеза на АТФ.



Продуктите от катаболизма на основните хранителни вещества се включват в основния път на аеробно разграждане на въглехидратите

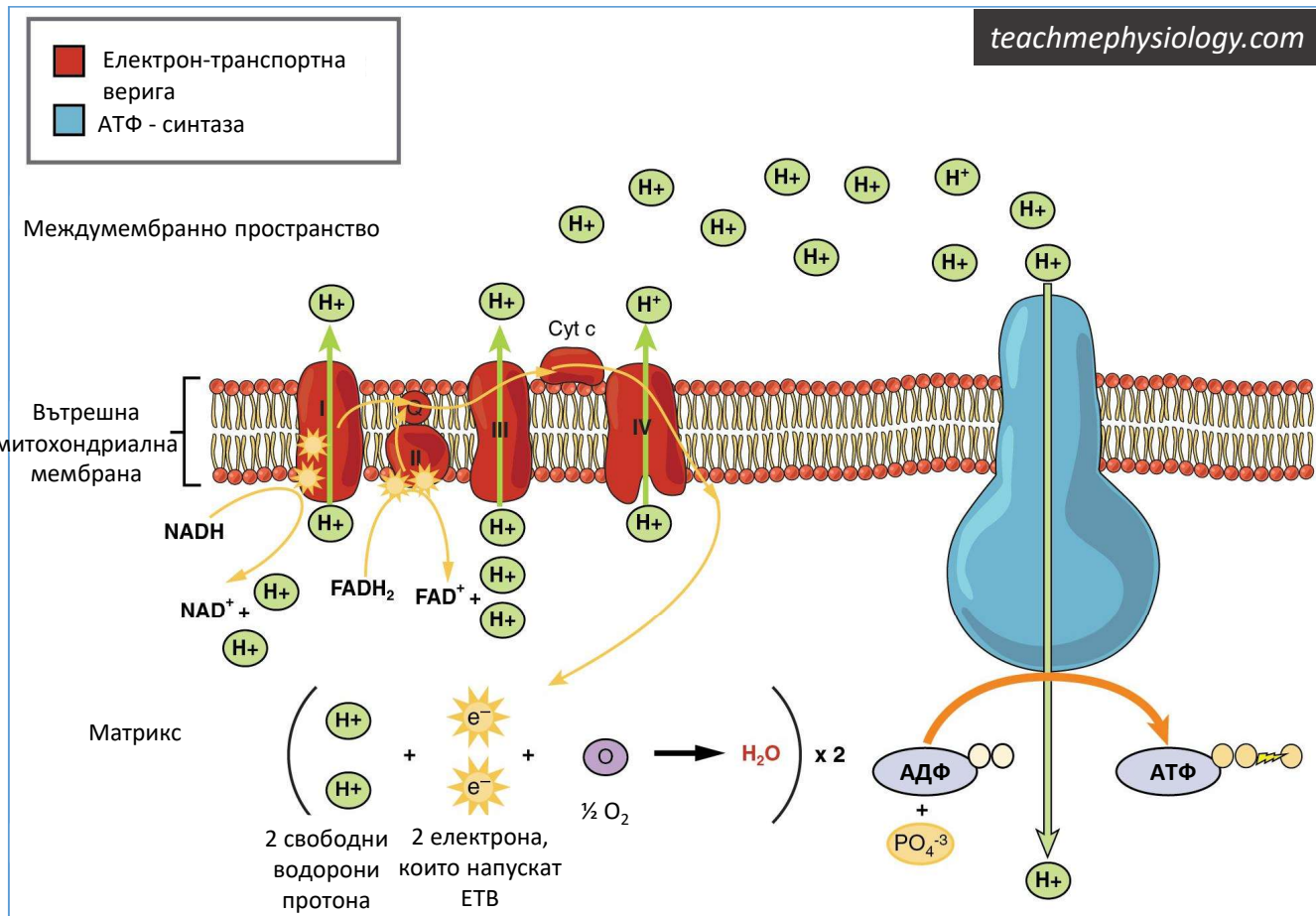


Окислително форсфориране

Окислителното фосфориране се извършва от ЕТВ във вътрешната митохондриална мембрана и по-точно в кристите. ЕТВ представлява система от белтъчни елементи. Едни от тях използват енергията на електроните, получени от окислението на органичните вещества, за да изпомпват водородни протони от едната страна на мембрана. По този начин се получава протонен градиент. Водородните протони не могат да се върнат обратно през мембраната., защото тя е непропусклива за тях. АТФ – синтазата има канал, през който пропуска протоните обратно. Докато водорните протони преминават през канала, АТФ-синтазата използва енергията им, за да освободи синтезирания в нея АТФ.

ЕТВ преобразува енергията на електроните в енергия на протонния градиент, а енергията на протонния градиент позволява на АТФ-синтазата да синтезира по-голямо количество АТФ.

Крайният акцептор на електроните и протоните е кислородът, при което взаимодействие се образува вода. Това е и ролята на кислорода, който дишаме. Поради тази причина ЕТВ се наричат още „Дихателни вериги“. **Кислородът е крайният окислител и привлича потокът от електрони към себе си, с което помага за фосфорилирането на АДФ до АТФ ->Окислително фосфориране.**



При аеробното разграждане на глюкозата до CO₂ и H₂O (Гликолиза + Цикъл на Кребс + Окислително фосфориране) се синтезират около 30 до 32 молекули АТФ.