

$h\nu$ (2847 Кдж)



КРАХМАЛ

КРАХМАЛ \rightarrow ГЛЮКОЗА

Тiндiк тыныс алу

ДЫХАНИЕ



АДФ

АТФ

ӨСУ ЖЕ ДАМУ

ЗАТТАРДЫҢ ТАСЫМАЛДАНУЫ

ЭНЕРГИЯЛЫҚ ПОТЕНЦИАЛДАРДЫҢ ТҮЗІЛУ

ҚИМЫЛ ҚОЗҒАЛЫС

МАКРОМОЛЕКУЛА БИОСИНТЕЗІ



7. Субстраттан фосфорлану реакциясы

Сукцинаттиокиназа әсерінен

Сукцинил-КоА-дағы

макроэргиялық байланыс үзіліп

Сукцинат(янтарь қышқылы)

түзіледі.

Бөлінген энергия арқылы

ГДФ пен H_2PO_4^- – тен **ГТФ** түзіледі

Түзілген ГТФ нуклеозиддифосфат-киназа көмегімен **АТФ**-ке айналады:



8. 3–ші тотығу-тотықсыздану реакциясы.

ФАД–тәуелді сукцинатдегидрогеназа(СДГ) әсерінен Сукцинаттан фумарат және тотықсызданған ФАДН₂ түзіледі.

9.

Фумараза фумаратты
гидратациялап **малат**
түзіледі.

10.

4-ші тотығу-тотықсыздану
реакциясы .

НАД-тәуелді
малатдегидрогеназа (МДГ)
әсерінен Малаттан **ҚСҚ** және
НАДН₂ түзіледі.

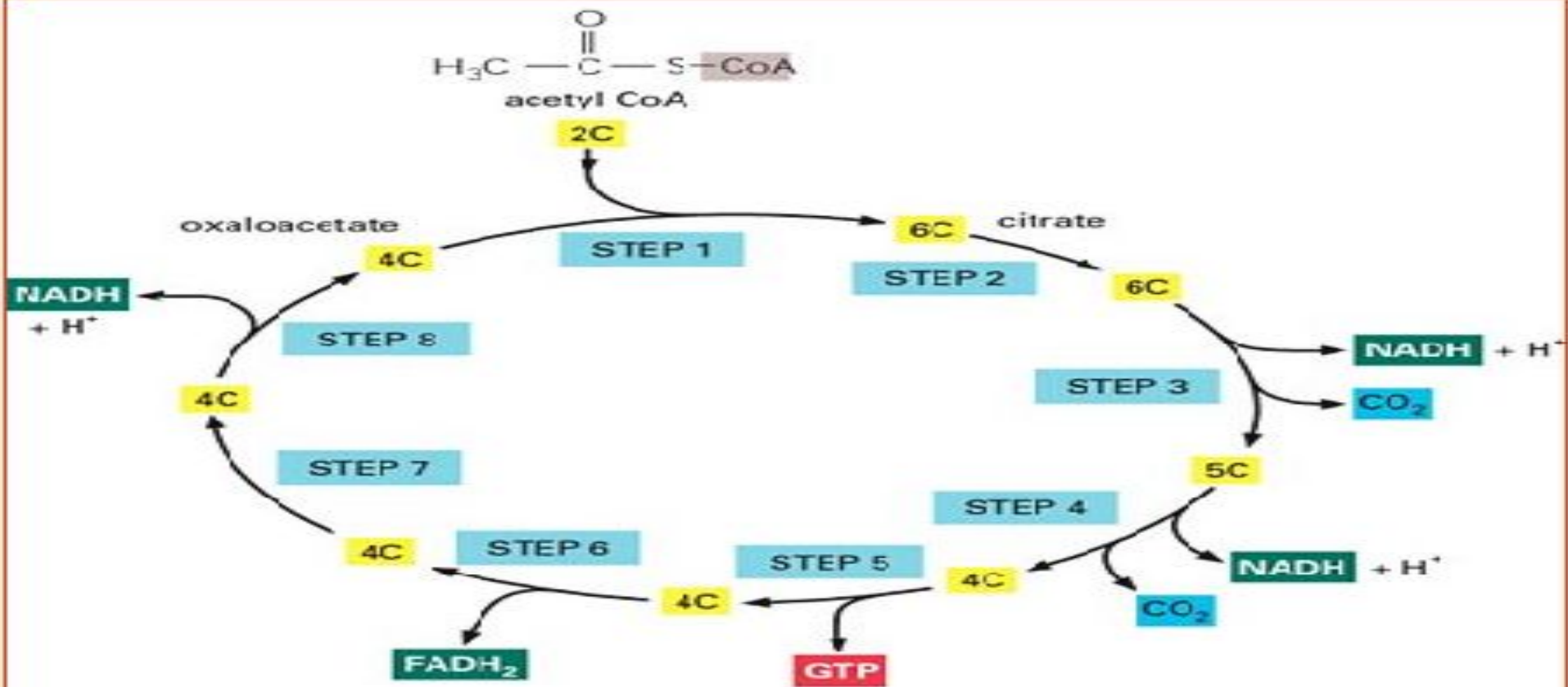
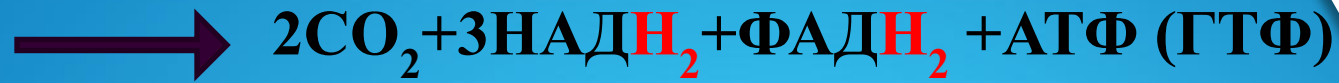
CH₃

C=O

ζ

S-CoA

Ацетил-КоА



РЕЗУЛЬТАТ ОДНОГО ОБОРОТА ЦТК: 3НАДН, 1 ФАДН₂, 1 ГТФ + 2СО₂

ДӘРІС N 8
БИОЛОГИЯЛЫҚ ТОТЫҒУ,
ЭЛЕКТРОНДАРДЫҢ
ТАСЫМАЛДАНУ ТІЗБЕГІ.
ТОТЫҒУДАН ФОСФОРЛАНУ

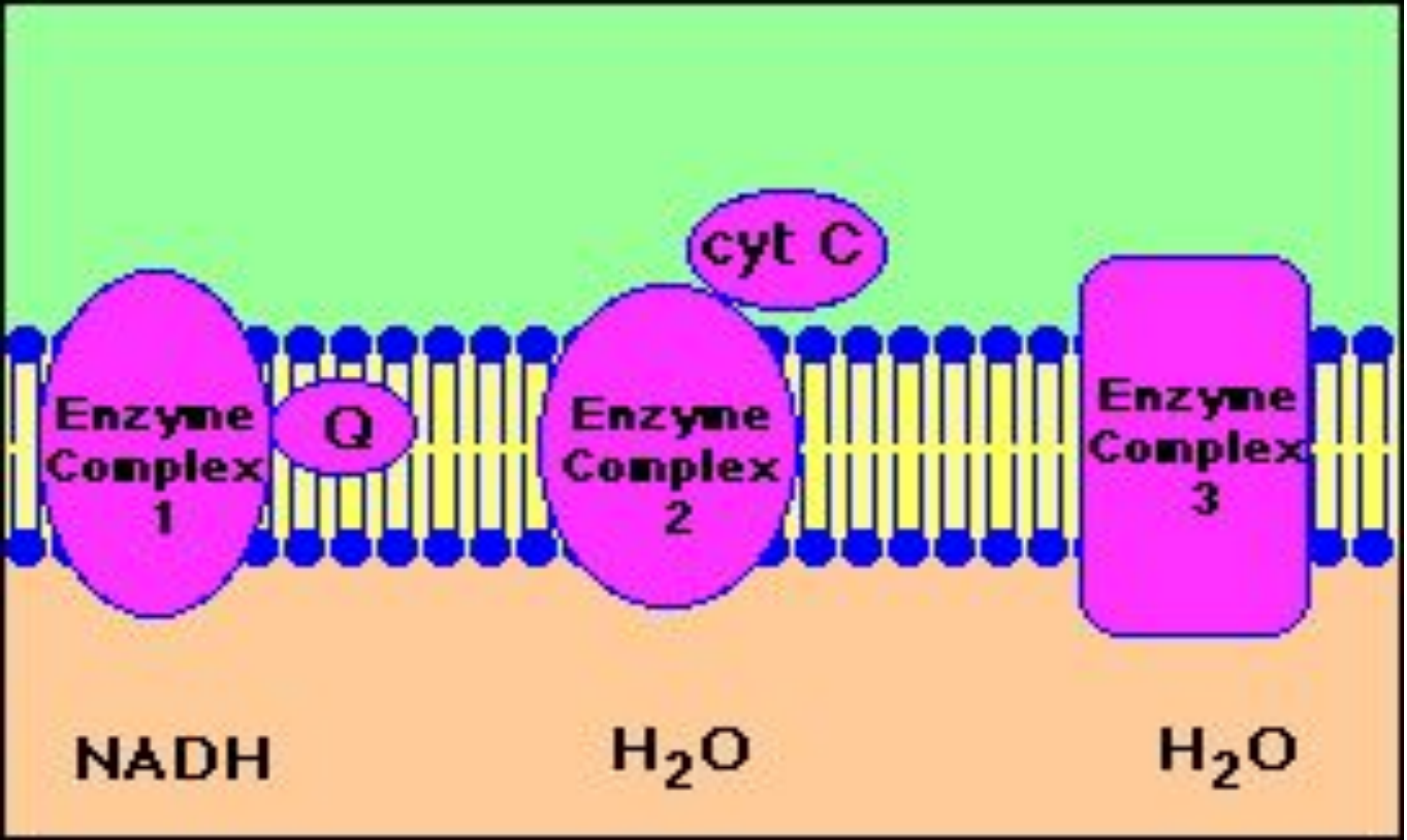
ДӘРІС ЖОСПАРЫ:

- 1. БИОЛОГИЯЛЫҚ ТОТЫҒУ,
ЭЛЕКТРОНДАРДЫҢ ТАСЫМАЛДАНУ
ТІЗБЕГІ**
- 2. БИОЛОГИЯЛЫҚ ТОТЫҒУ САТЫЛАРЫ**
- 3. ТОТЫҒУДАН ФОСФОРЛАНУ**
- 4. P/O КОЭФФИЦИЕНТІ ТУРАЛЫ ТҮСІНІК**

3 САТЫ. БИОЛОГИЯЛЫҚ ТОТЫҒУ (БТ)

**БТ— ЖАСУША МИТОХОНДРИЯСЫНДА ӨТЕТІН
ТОТЫҒУ–ТОТЫҚСЫЗДАНУ (Т-Т) РЕАКЦИЯЛАРЫНЫҢ
ЖИЫНЫ.**

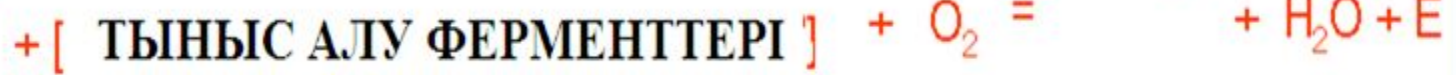
**Т-Т РЕАКЦИЯЛАРЫНЫҢ ЖИЫНЫН= ЭЛЕКТРОНДАРДЫҢ
ТАСЫМАЛДАНУ ТІЗБЕГІ = ТЫНЫС АЛУ ТІЗБЕГІ= ТІНДІК
ТЫНЫС АЛУ ДЕПТЕ АТАЙДЫ.**



SH₂



НАДН₂



НАД

+ H₂O + E

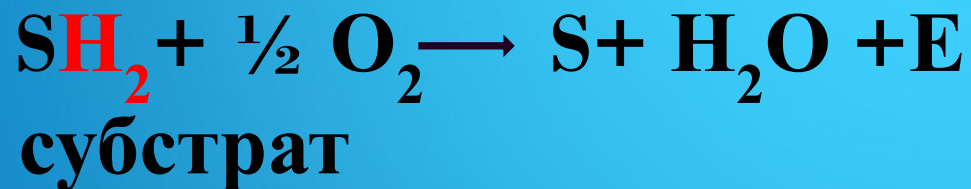
ФАДН₂

ФАД

E - ЭНЕРГИЯ = ЖЫЛУ + АТФ

БИОЛОГИЯЛЫҚ ТОТЫҒУ(БТ) МАҢЫЗЫ:

1. ЭНЕРГИЯ (E) БӨЛІНЕДІ. (E=40-48% АТФ +52-60% ЖЫЛУ)
2. ЭНДОГЕНДІ СУ ТҮЗІЛЕДІ.



БТ ОКСИДОРЕДУКТАЗАЛАР
ҚАТЫСУЫМЕН
МИТОХОНДРИЯДА ЖҮРЕДІ:
11 РЕАКЦИЯДАН ТҰРАДЫ.

БТ тізбегіндегі ферменттердің орналасу тәртібі неге тәуелді?

Е , В

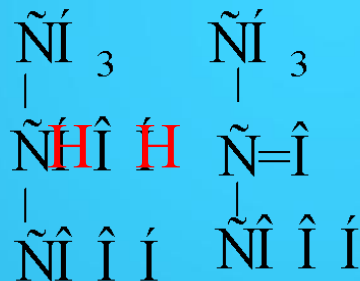
H/ H_2	-0.41
НАД\НАДН H_2	-0,32
ФМН\ФМНН H_2	-0,22
КоQ\КоQH H_2	+0,04
Цхв ($Fe^{3+}\backslash Fe^{2+}$)	+0,07
c_1 ($Fe^{3+}\backslash Fe^{2+}$)	+0,23
c ($Fe^{3+}\backslash Fe^{2+}$)	+0,25
a ($Fe^{3+}\backslash Fe^{2+}$)	+0,29
a_3 ($Fe^{3+}\backslash Fe^{2+}$)	+0,55
$\frac{1}{2} O_2$	+0,82



Тотығатын зат әртүрлі зат алмасуында түзілген органикалық қышқылдар, негізінен ҮКЦ-де түзілген орг. қышқылдар болып табылады.

I. Субстрат (лактат) коферменті НАД болатын пиридинферментпен (ПФ) тотығады (дегидрлену жолымен). НАД \rightarrow НАДН₂-ге тотықсызданады. Апофермент коферменттен бөлінеді. Бұл сатыда энергия аз бөлінеді, ол жылу түрінде таралады.

ЛАКТАТ ПЖҚ



Ī Ō (äi î ô ä ði äí ò-Í ÄÄ⁺)

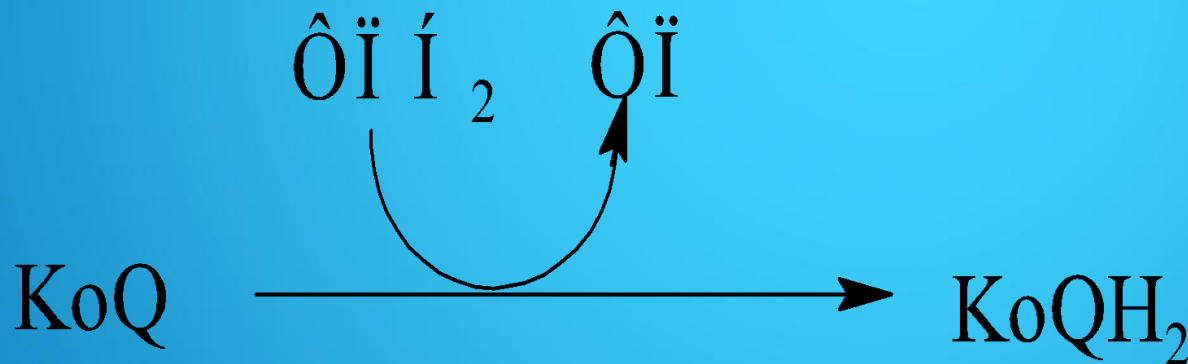
II. НАДН₂ ФП(ФМН)

флавопротеидпен тотығады,
ал ФП тотықсызданады.

Бұл сатыда 46кДж энергия бөлінеді. Осы энергияның шамамен 33кДж-і 1АТФ синтезіне пайдаланылып, қалған бөлігі жылу түрінде бөлінеді.



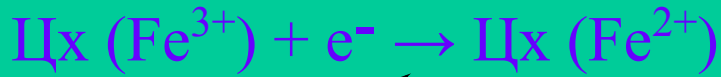
III. Тотықсызданған ФПН₂ екі сутегін убихинонға (KoQ) беріп тотығады, ал убихинон тотықсызданады (KoQH₂).



IV. CoQH_2 тотыққан кезде
 $2\text{H}^0 \rightarrow 2\text{H}^+ + 2\text{e}^-$ ге ыдырайды.

H^+ ерітіндіге ауысады, ал e^-
цитохром жүйесі арқылы оттекке
беріледі:

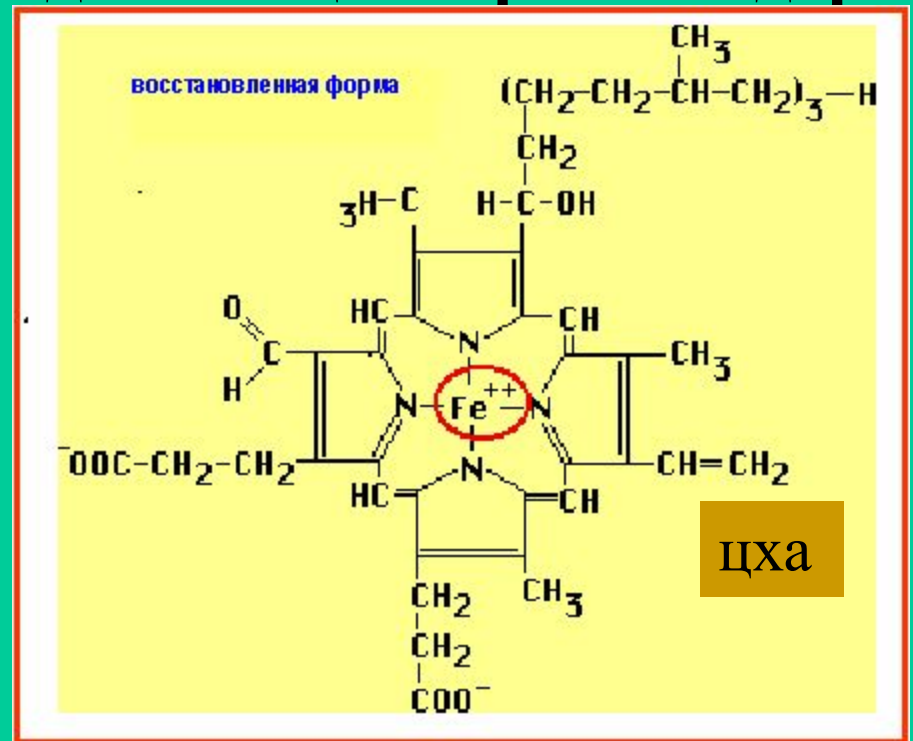
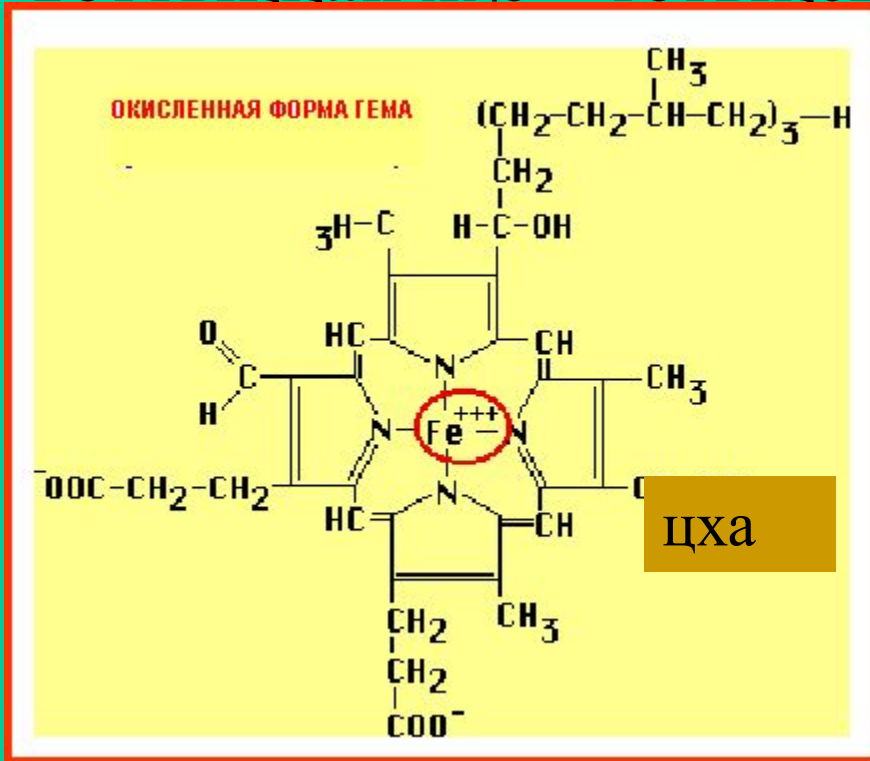




тоттыққан
ферри

тоттықсызданған
ферро

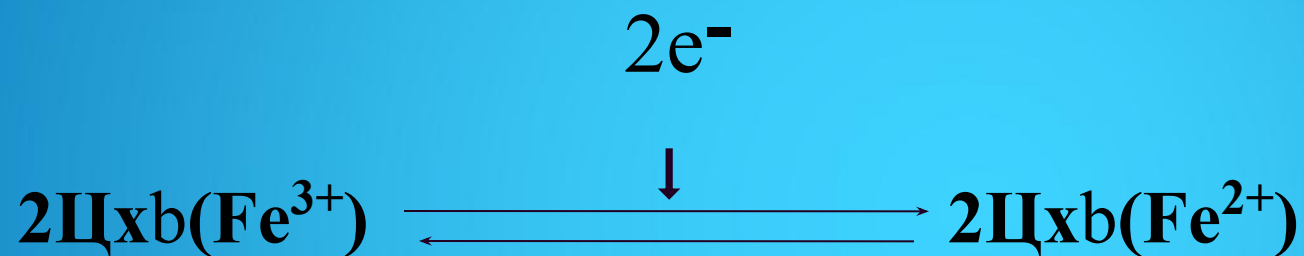
Тоттыққан және тоттықсызданған цитохром гемдері



цитохромдар электрондарды тасымалдау жолымен субстратты тоттықтырады. Ол кезде цх геміндегі Fe валенттігі өзгереді)

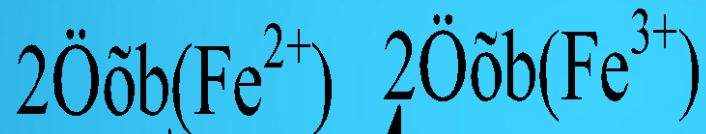
V. Убихиноннан бөлінген $2e^-$

2 ферри цхв-ға беріліп оны ферро формаға айналдырады.

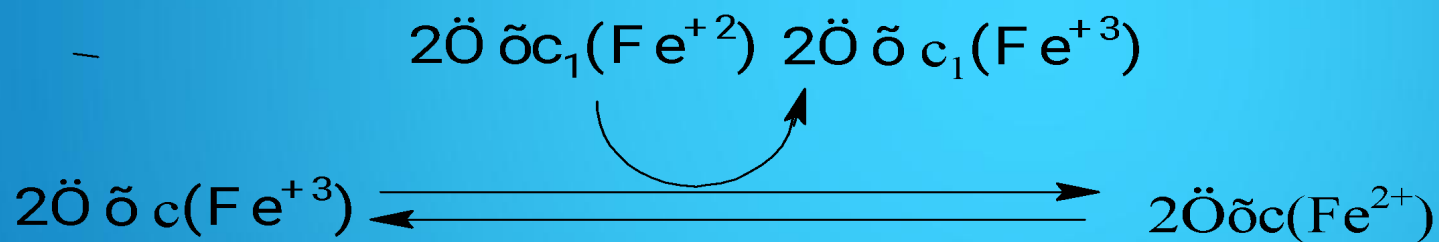


3, 4, 5 САТЫДА ЭНЕРГИЯ АЗ БӨЛІНЕДІ, ОЛ Q ТҮРІНДЕ БӨЛІНЕДІ.

VI. 2 ферро цхв 2e2 -ферри цхс₁-ге беріп
 тотығады, ал 2Цхс₁ (Fe²⁺) ауысады.

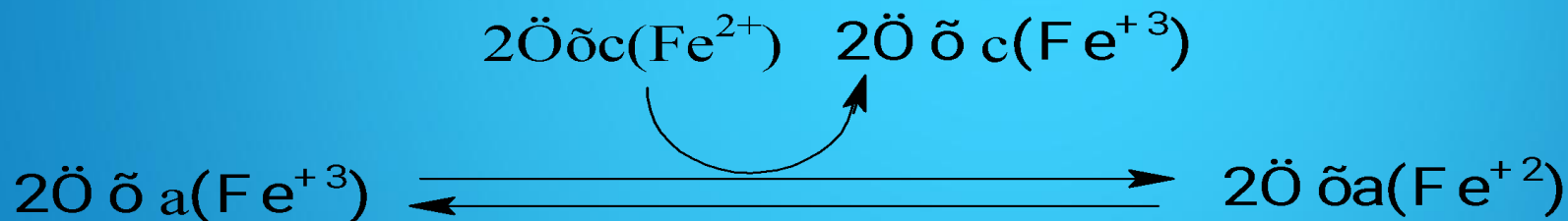


VII. 2 ферро цх с₁ 2e² -ферри цхс-ға беріп тотығады, ал 2Цхс тотықсызданады.



VIII.

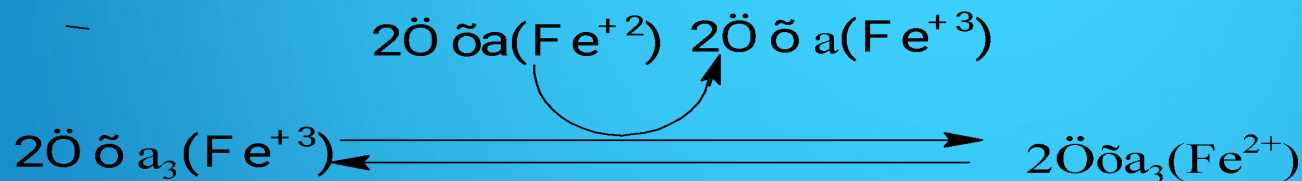
2ферроЦхс 2e2 -ферри цха—ға беріп тотығады, ал ферри 2Цха тотықсызданады, 7,8-сатыда аз энергия бөлініп, жылу түрінде таралады.



9- және 10-сатылар тығыз байланысты, себебі цитохромоксидазды мультиферменттік комплекс ($2\text{Цха} + 4\text{Цха}_3 + 6\text{Си}$) қатысады.

IX. 2ферро Цх а электрондарын

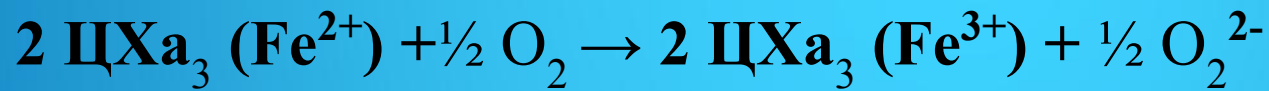
2 ферри -Цх а₃ -ке береді. 2Цх а тотығады, ал 2Цх а₃ тотықсызданады.



Х.

2 ферро Цха₃ 2e⁻ O₂ беріп тотығады, ал оттектонданады(тотықсызданады).

O₂ тотықсыздану үшін 4e⁻ керек. Оттектен 4Цх а₃ әрекеттесуі керек. Реакцияда 2e⁻, сондықтан 1/2.



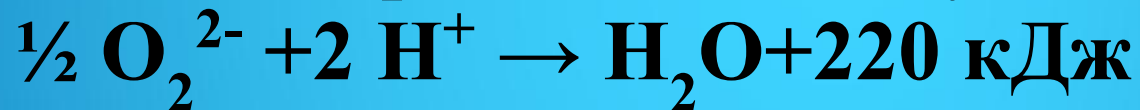
9-,10- сатыда 102кДж энергия бөлінеді.

АТФ жылу

XI. Эндогенді судың түзілуі.

Ионданған оттегі CoQH_2 тотыққанда (IV пункт) түзілген 2H^+ мен әрекеттесіп эндогенді су түзеді.

БТ қорытынды теңдеуі:



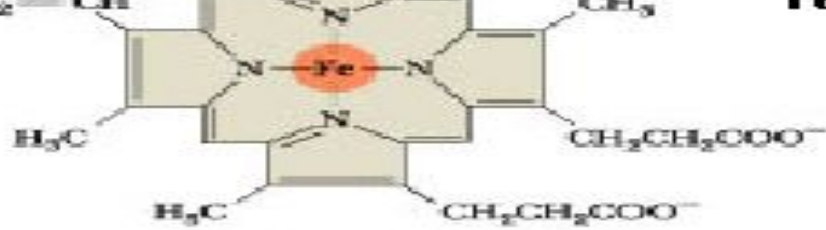
АҒЗАДА ТӘУЛІГІНЕ 400 МЛ-ГЕ ЖУЫҚ ЭНДОГЕНДІ СУ ТҮЗІЛЕДІ.

Қорытынды:

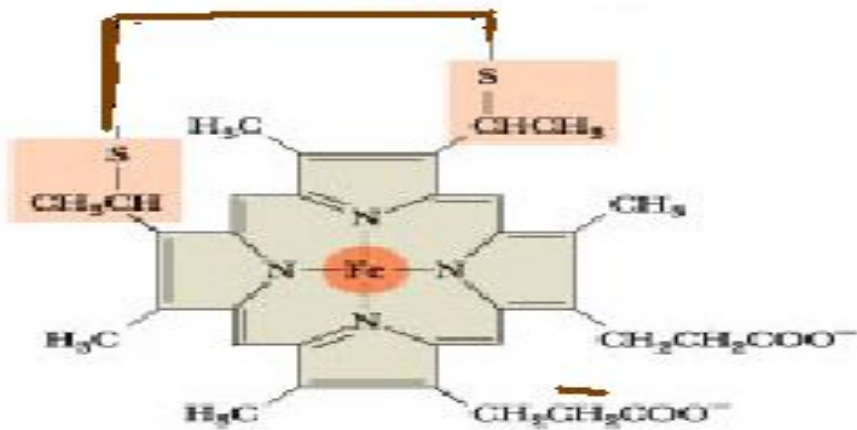
БТ-ның 3 нүктесінде (сатысында) АТФ түзуге жеткілікті энергия бөлінеді. Осы сатылар БТ мен ТФ-ның қабысу нүктелері деп аталады, олар -2, 6, 9 және 10 сатылар.

1. 2 пункт–НАДН₂-нің **ФП(ФМН)**–мен тотығуы.
2. 6 пункт- Ферро Цхв тотығуы.
3. (9,10 пункт) -Цитохромоксидазаның тотығуы.

Гем цфв



АПОФЕРМЕНТ



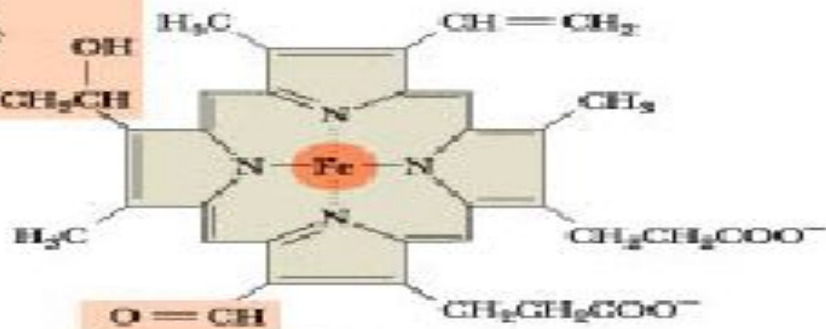
Гем цфс

АТФ

АТФ



Дыхательная цепь

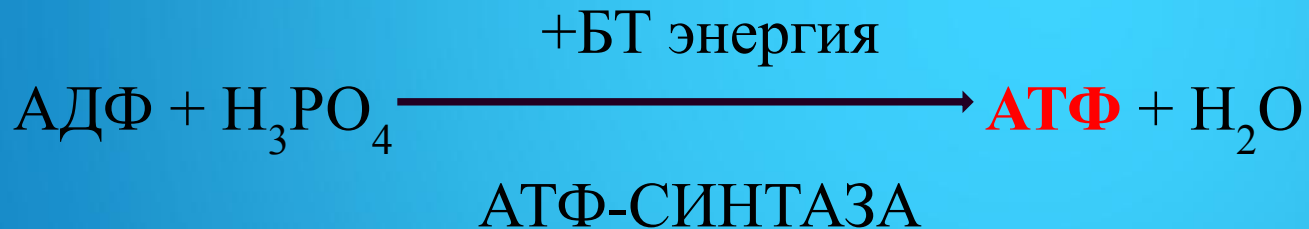


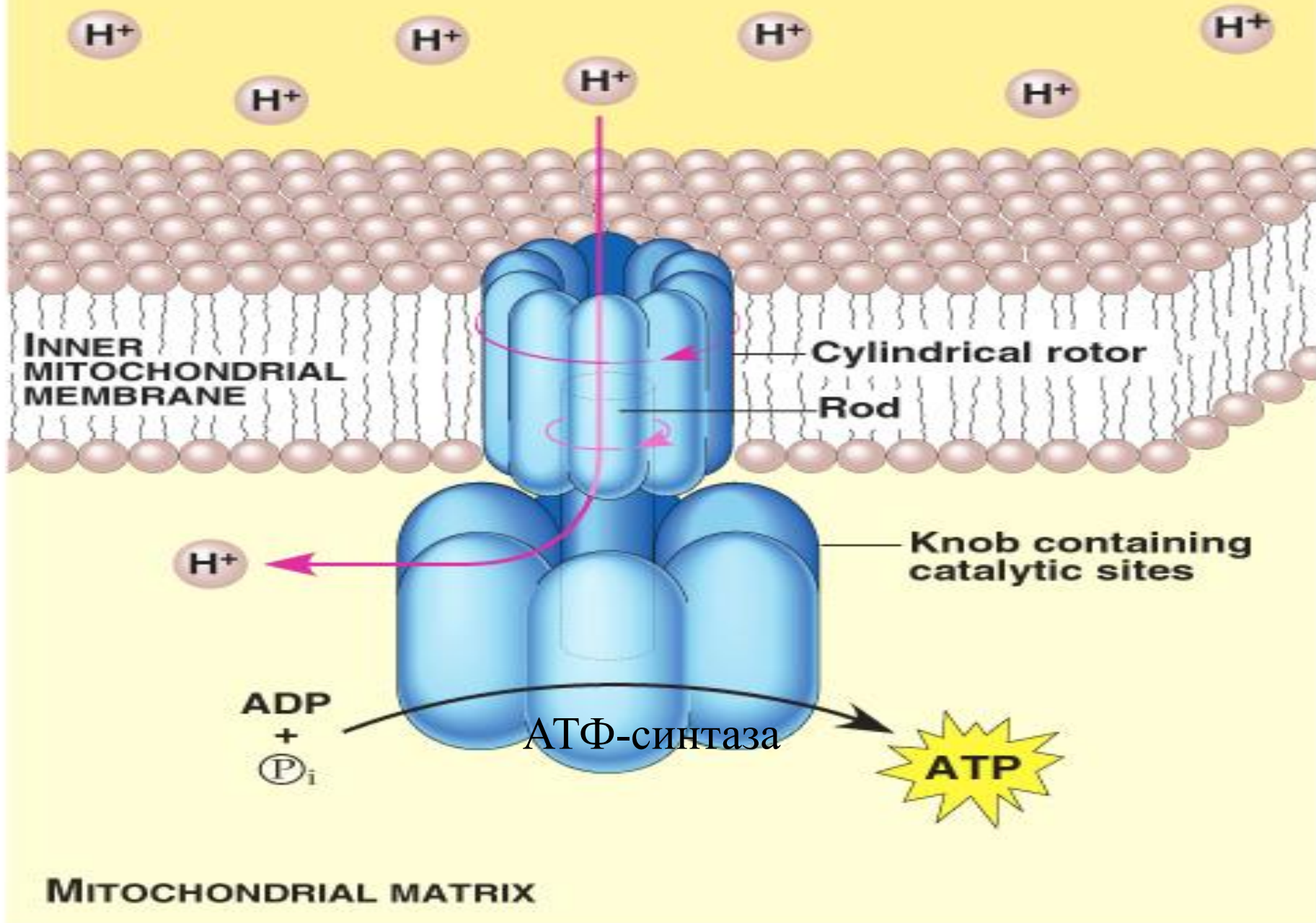
Гем ца

O=CH

ЭНЕРГИЯ АЛМАСУЫНЫҢ 4 САТЫСЫ:
ТОТЫҒУДАН ФОСФОРЛАНУ (ТФ).

ТФ – БИОЛОГИЯЛЫҚ ТОТЫҒУ ЭНЕРГИЯСЫН
ПАЙДАЛАНЫП АДФ ПЕН БЕЙОРГАНИКАЛЫҚ
ФОСФАТТАН **АТФ** ТҮЗУ ПРОЦЕСІ.





P/O – ТОТЫҒУДАН ФОСФОРЛАНУ КОЭФФИЦИЕНТІ.

**P/O – АТФ- ТІ ТҮЗУГЕ КЕТКЕН БЕЙОРГАНИКАЛЫҚ
ФОСФАТТЫҢ МОЛЬ САНЫН КӨРСЕТЕДІ (СІЦІРІЛГЕН
ОТТЕКТИҢ БІР АТОМЫНА ЕСЕПТЕГЕНДЕ). Н/Е
ТҮЗІЛГЕН АТФ-тің МОЛЬ САНЫН КӨРСЕТЕДІ.**

$$P/O = 2 \quad n/e 3$$

ЕГЕР СУБСТРАТ ПИРИДИН ФЕРМЕНТІ ПФ(НАД)

АРҚЫЛЫ ТОТЫҚСА: P/O = 3; себебі бұл кезде бөлінген

энергия 3АТФ түзуге жеткілікті. НАДН₂-ден O₂ -ке

тасымалданатын протондар мен электрондар 3 қабысу

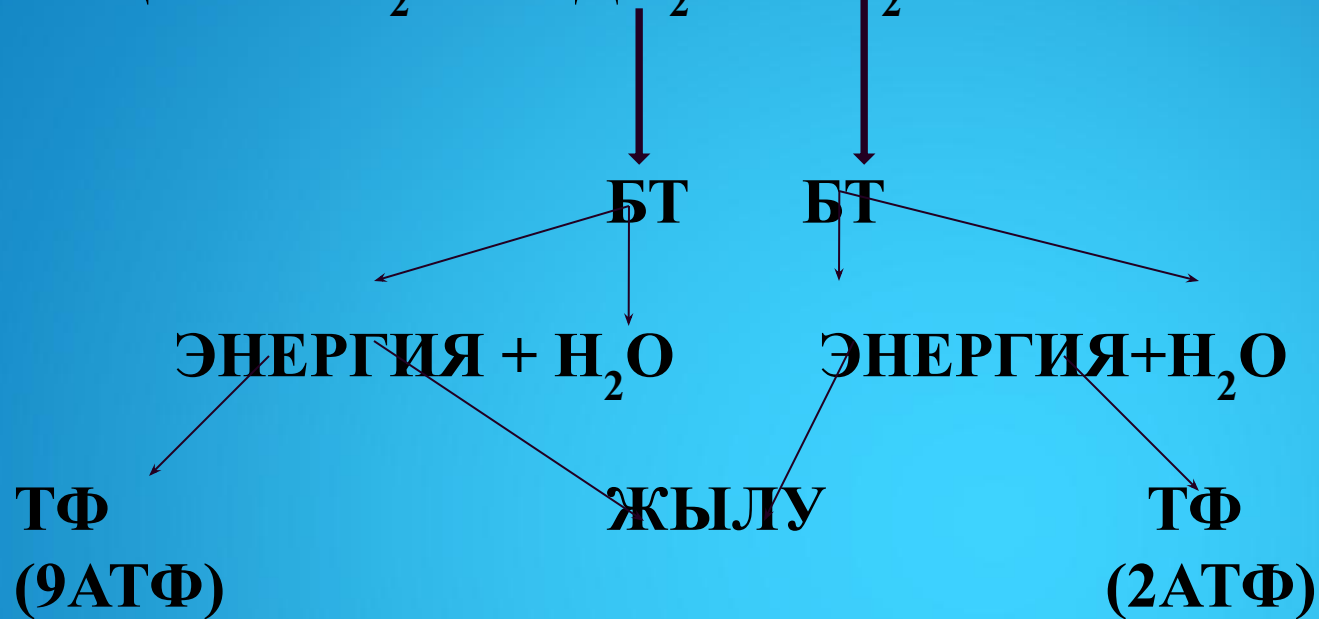
нүктесін басып өтеді. НАДН₂ \longrightarrow 3АТФ

ЕГЕР СУБСТРАТ ФЛАВОПРОТЕИД ФП(ФАД) АРҚЫЛЫ

ТОТЫҚСА: P/O = 2;

ФПН₂ \longrightarrow 2АТФ

1 МОЛЕКУЛА АСҚ ТОТЫҚҚАНДА 12 АТФ ТҮЗІЛЕДІ.



Ферменттік ансамбль.

БТ тізбегіне қатысатын ферменттер сызықты түрде орналаспайды, олар 4 комплекске (тыныс алу ансамблі) бірігіп электрондар мен протондарды тасымалдайды:

I-комплекс ФП(ФМН); ол – НАДН₂ - ні тотықтырады;

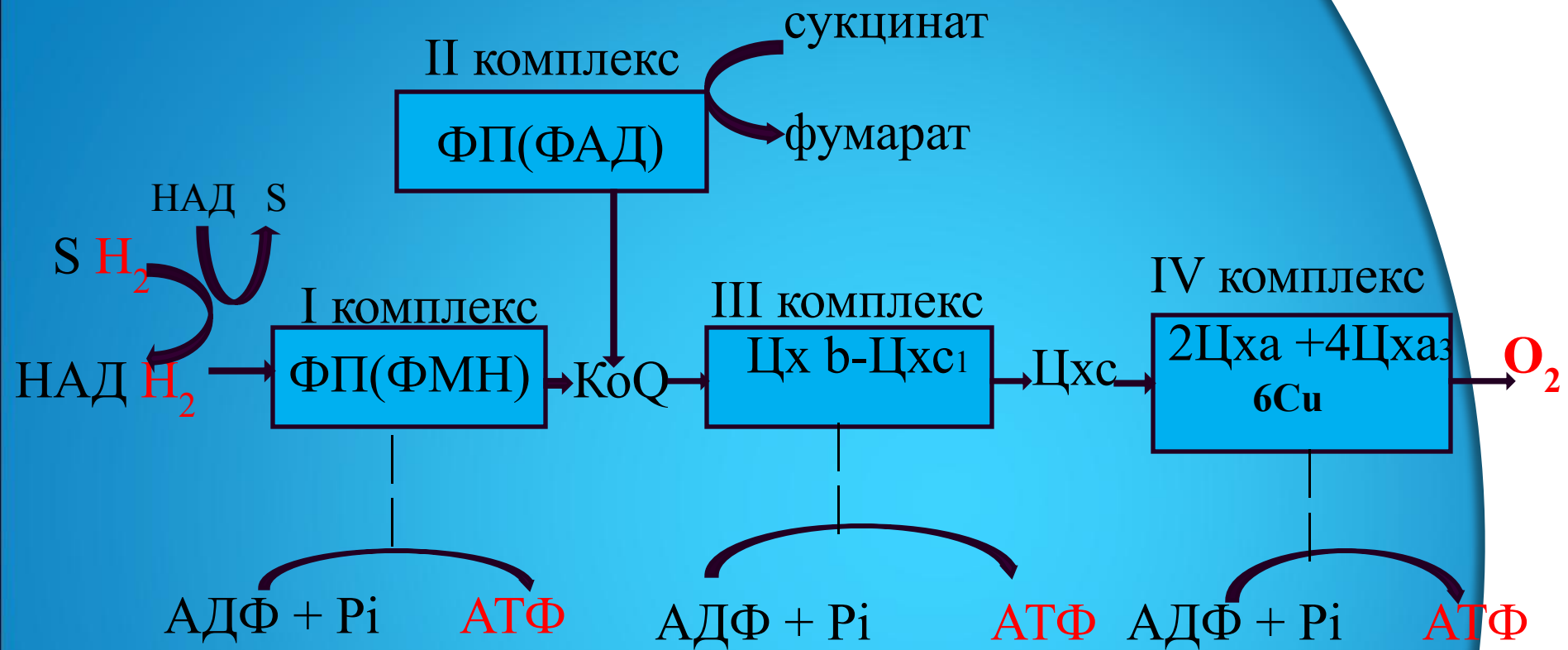
II -комплекс ФП(ФАД); ол органикалық қышқылдарды (сукцинат) тотықтырады , өздері ФАДН₂-ге тотықсызданады;

III -комплекс Цхb - Цхс₁; Олар. КоQH₂ -ден электрондарды қосып алып ферро формаға айналады.

IV -комплекс цитохромоксидаза (2Цха+4Цха₃ +6Cu)

n/e Цха мен Цх а₃ ;

олар электрондарды ферро Цхс –дан O₂ –ке тасымалдайды.



**I ж/е II комплекс КоQ арқылы III –
комплекспен байланысады,
ал III ж/е IV–комплекс Цхс арқылы
бір бірімен байланысады.**

**НАД, КоQ мен Цхс тыныс алу
комплексінің құрамына кірмейді.**

БТ МЕН ТФ ӨЗАРА ТЫҒЫЗ БАЙЛАНЫСТЫ.

БТ ЖЫЛДАМДЫҒЫН ТФ БАҚЫЛАЙДЫ, МҰНЫ ТЫНЫС
АЛУДЫ БАҚЫЛАУ ДЕЙДІ.

ЕГЕР: АДФ ↓, АЛ АТФ ↑ БОЛСА – БТ ЖЫЛДАМДЫҒЫ ↓;

АДФ ↑, АЛ АТФ ↓ БОЛСА – БТ ЖЫЛДАМДЫҒЫ ↑ .

ЭНЕРГИЯ АЛМАСУЫ САТЫЛАРЫ БІР-БІРІМЕН ТЫҒЫЗ БАЙЛАНЫСТЫ.

1-2 САТЫСЫ: АСҚ АРҚЫЛЫ БАЙЛАНЫСАДЫ.

1 САТЫДА ТҮЗІЛГЕН АСҚ 2САТЫ ҮКЦ- де ТОТЫҒАДЫ.

2-3САТЫСЫ: ҮКЦ- деТОТЫҚСЫЗДАНҒАН

ДЕГИДРОГЕНАЗАЛАР (НАДН_2 , ФАДН_2)АРҚЫЛЫ;

НАДН_2 , ФАДН_2 тек БТ-да оксидоредуктазалар қатысуымен
тотығады.

3-4САТЫСЫ: БТ ЭНЕРГИЯСЫ АРҚЫЛЫ.

ТФ-да АДФ ПЕН ФОСФОР ҚЫШҚЫЛЫНАН БТ
ЭНЕРГИЯСЫН ПАЙДАЛАНЫП АТФ ТҮЗІЛЕДІ.

ГИПОЭНЕРГЕТИКАЛЫҚ КҮЙ -АТФ СИНТЕЗІНІҢ ТӨМЕНДЕУІ:

❖ АШТЫҚ

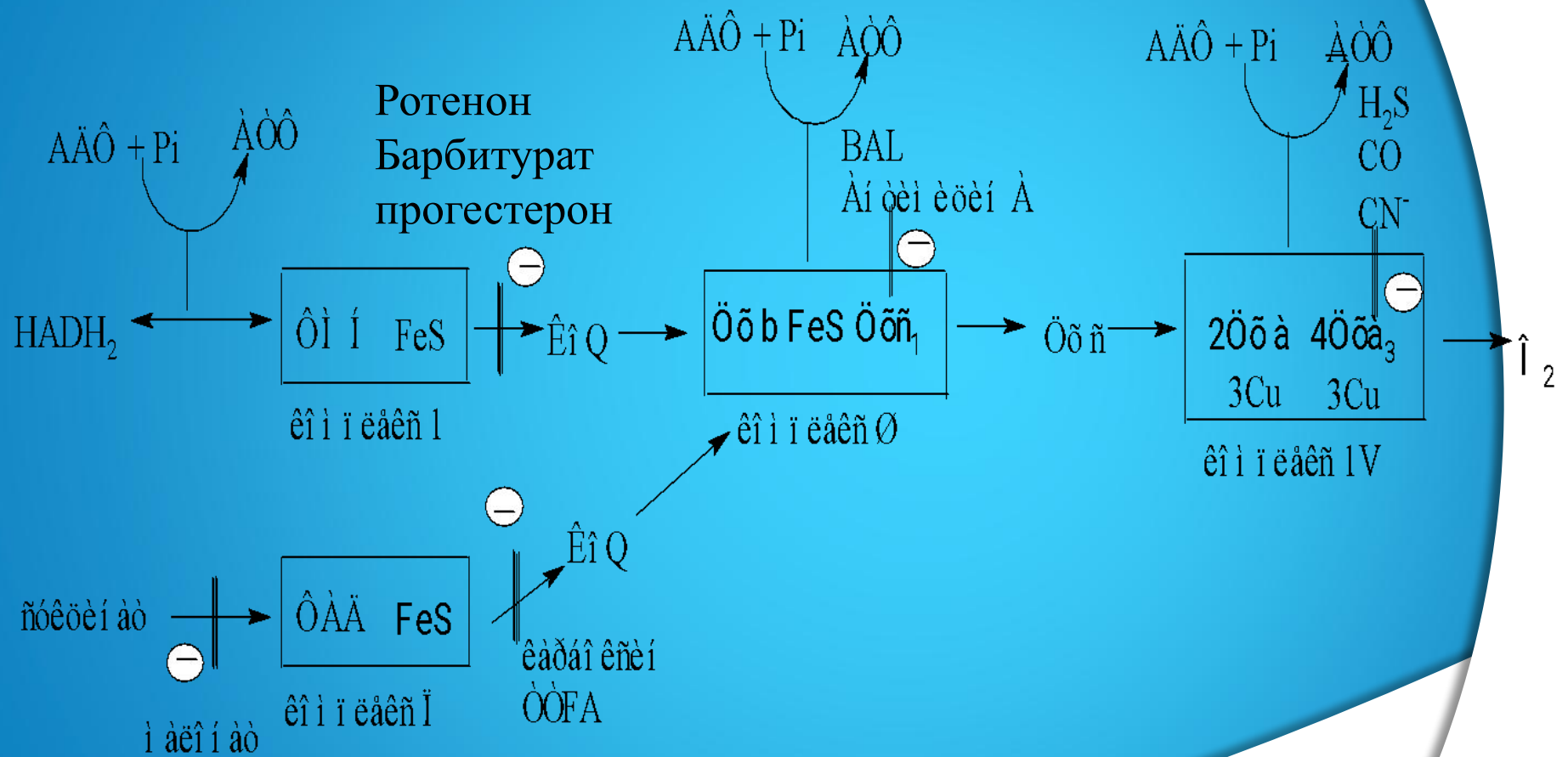
❖ O_2 ↓

❖ ЖАСУШАНЫ ОТТЕКПЕН ҚАМТАМАСЫЗ ЕТЕТІН

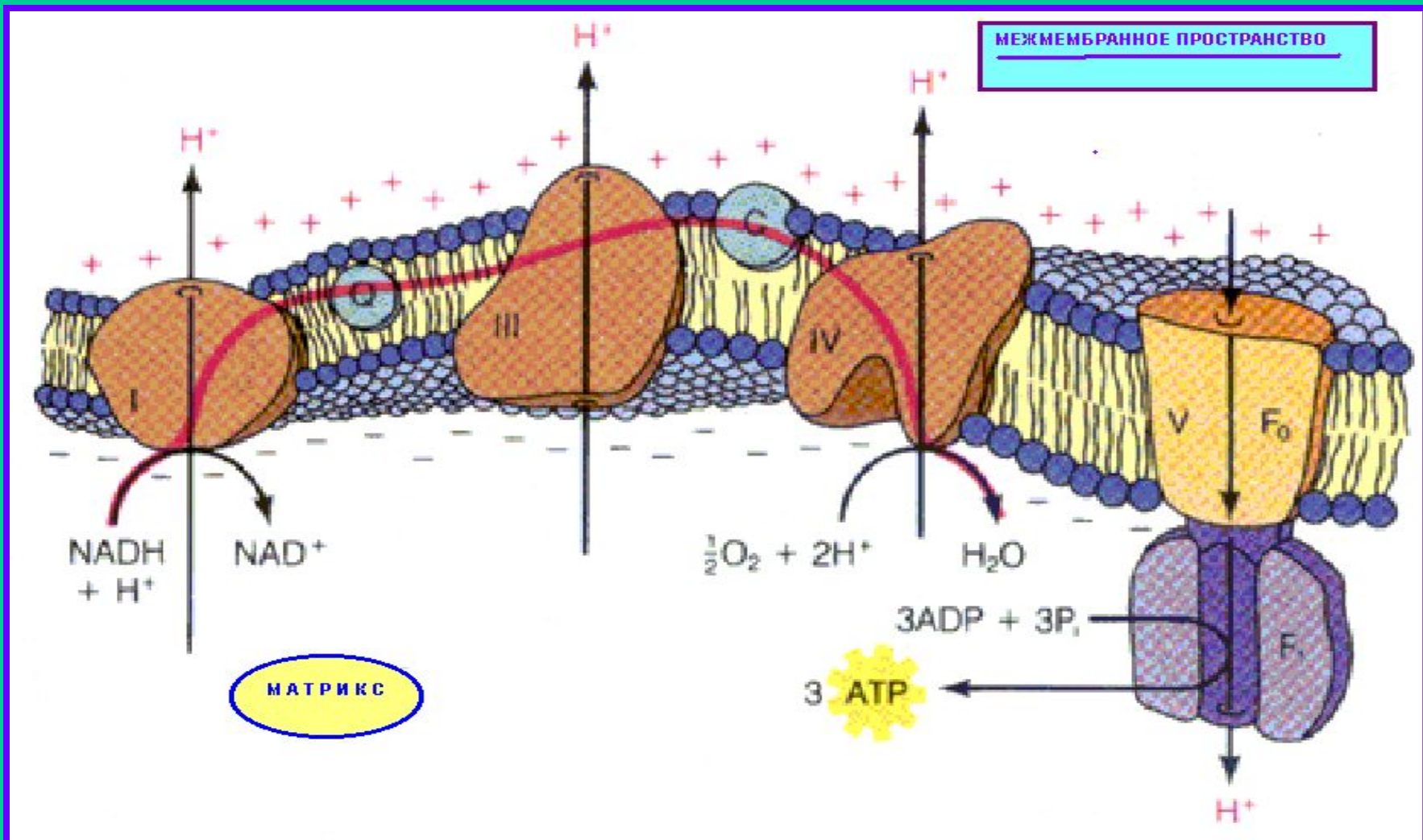
❖ ЖҮРЕК-ҚАН ТАМЫРЛАРЫ МЕН ТЫНЫС АЛУ
ЖҮЙЕСІНІҢ БҰЗЫЛУЫ;

❖ АНЕМИЯ

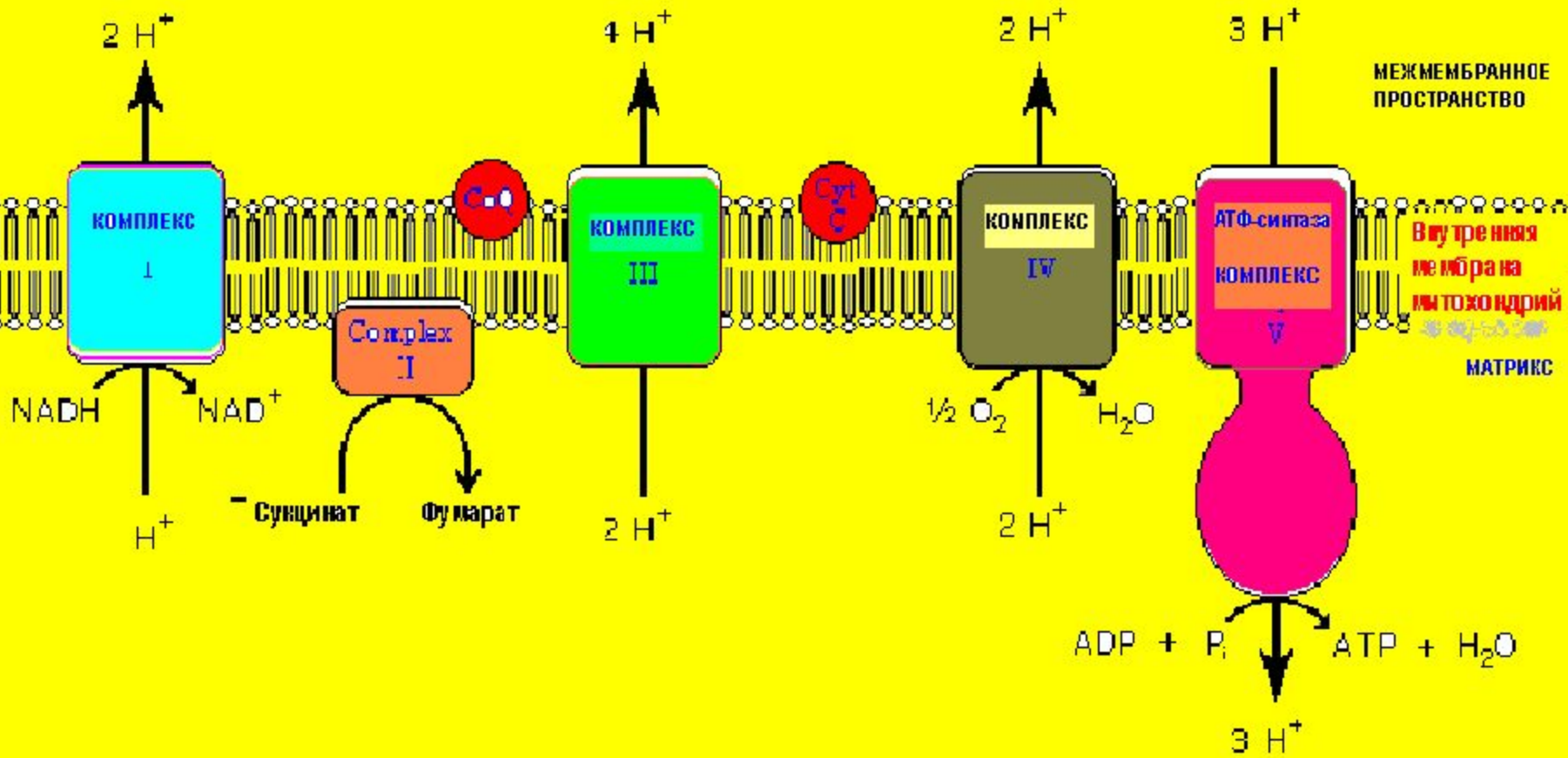
❖ ГИПОВИТАМИНОЗ



**БИОЛОГИЯЛЫҚ ТОТЫҒУ ФЕРМЕНТТЕРІ == ТЫНЫС АЛУ
ФЕРМЕНТТЕРІ = ЭЛЕКТРОН ТАСЫМАЛДАУШЫ ЖҮЙЕ**



Митохондрия мембранасындағы тыныс алу комплексі



БТ ИНГИБИТОРЛАРЫ

НАДН-ДЕГИДРОГЕНАЗА ИНГИБИТОРЛАРЫ:

БАРБИТУРАТТАР (ВЕНОНАЛ, ГЕКСЕНАЛ,
НЕМБУТАЛ, АМИТАЛ);

ЦХВ –с ИНГИБИТОРЛАРЫ- АНТИМИЦИН А;

ЦИТОХРОМОКСИДАЗА ИНГИБИТОРЛАРЫ-
ЦИАНИДТЕР(CN), УГАРНЫЙ ГАЗ (CO),H₂S.

БТ АЖЫРАТҚЫШТАРЫ

КЕЙБІР ЛИПОФИЛЬДІ ПРОТОНОФОРЛАР МИТОХОНДРИЯ МЕМБРАНАСЫНЫҢ ӨТКІЗГІШТІГІН БҰЗЫП ПРОТОНДАРДЫ ПРОТОНДЫҚ НАСОС АРҚЫЛЫ ЕМЕС МИТОХОНДРИЯ МЕМБРАНАСЫ АРҚЫЛЫ МАТРИКСКЕ ТАСЫМАЛДАЙДЫ.

ОНДА БТ МЕН ТФ АРАСЫНДАҒЫ БАЙЛАНЫСТАР ҮЗІЛІП , БІР БІРІНЕН АЖЫРАЙДЫ.БҰЛ КЕЗДЕ БТ ЖҮРЕ БЕРЕДІ, БІРАҚ БӨЛІНГЕН ЭНЕРГИЯ ЖЫЛУ ТҮРІНДЕ ТАРАЛЫП, АТФ СИНТЕЗІ ТӨМЕНДЕЙДІ.ДЕНЕ ТЕМПЕРАТУРАСЫ ЖОҒАРЛАЙДЫ. P/O КОЭФФИЦИЕНТІ ТӨМЕНДЕЙДІ.

ЭКЗОГЕНДІ АЖЫРАТҚЫШТАР–2,4-ДИНИТРОФЕНОЛ,
ДИКУМАРОЛ, СТРЕПТОМИЦИН;

ЭНДОГЕНДІ АЖЫРАТҚЫШТАР–МАЙ ҚЫШҚЫЛДАРЫ,
ҚАЛҚАНША БЕЗІНІҢ ГОРМОНЫ- ТИРОКСИН, ӨТ
ПИГМЕНТІ-БИЛИРУБИН, ТЕРМОГЕНИН БЕЛОГЫ.

ФОСФОРЛАНУДЫҢ ТЕЖЕГІШТЕРІ–ОЛИГОМИЦИН. АТФ-
СИНТЕТАЗА ӘСЕРІН ТЕЖЕЙДІ.

ӘДЕБИЕТТЕР:

Негізгі:

- Т.Ш.Шарманов, С.М.Плешкова «Метаболические основы питания с курсом общей биохимии», Алматы, 1998 г.
- С.Тапбергенов «Медицинская биохимия», Астана, 2001 г.
- С.Сеитов «Биохимия», Алматы, 2001 г.
- В.Дж.Маршал «Клиническая биохимия», 2000 г.

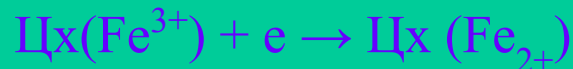
Қосымша:

- 1.Б.Гринштейн, А.Гринштейн «Наглядная биохимия», 2000 г.
 - 2.Т.Т.Березов, Б.Ф.Коровкин «Биологическая химия», 2005 г.
 - 3.Д.Г.Кнорре, С.Д.Мызина «Биологическая химия», Москва, 2002 г.
- Р.Марри, Д.Греннер «Биохимия человека», I-II том, 1993 г.
 - А.Ш.Зайчик, Л.Г.Чурилов «Основы патохимии», Москва, 2001 г.
 - Полосухина Т.Я., Аблаев Н.Р. «Материалы к курсу биологической химии», 1977 – С. 3, 30-33, 47-49, 59-62.
 - Бышевский А.Ш., Терсенов О.А. «Биохимия для врача», 1994 – С. 34-54, 75, 95, 108, 214-216, 224, 249.
 - Н.Р. Аблаев Биохимия в схемах и рисунках, Алматы 2005 г.
- 1.Биохимия. Краткий курс с упражнениями и задачами. Под ред. проф. Е.С. Северина, А. Я. Николаева, М., 2002 г.

**НАЗАРЛАРЫҢЫЗҒА
РАХМЕТ!**

Цитохромная система

- Существует несколько групп цитохромов –А,В, С, Д, которые являются гемопротеидами (дыхательными ферментами) и отличаются друг от друга составом апофермента (белкового компонента) и гема (кофермента)
- Большую роль в работе цитохромов(цх) играет атом железа: в окисленной форме гемы цх имеют окисленное железо-трехвалентное (Fe^{3+}).
- Получая электрон, цитохромы восстанавливаются= восстанавливается атом железа, - он становится двухвалентным:



В дыхательной цепи работают цитохромы в такой последовательности b, c_1, c, a, a_3

Все оксидоредуктазы обладают окислительно-восстановительным потенциалом(ОВП), величина которого зависит и от строения кофермента , и от структуры апофермента

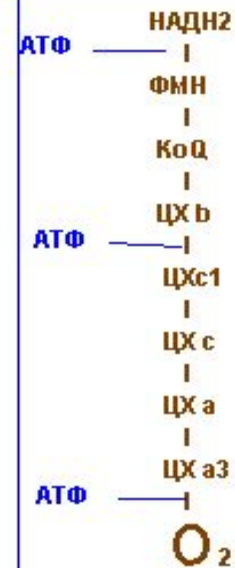
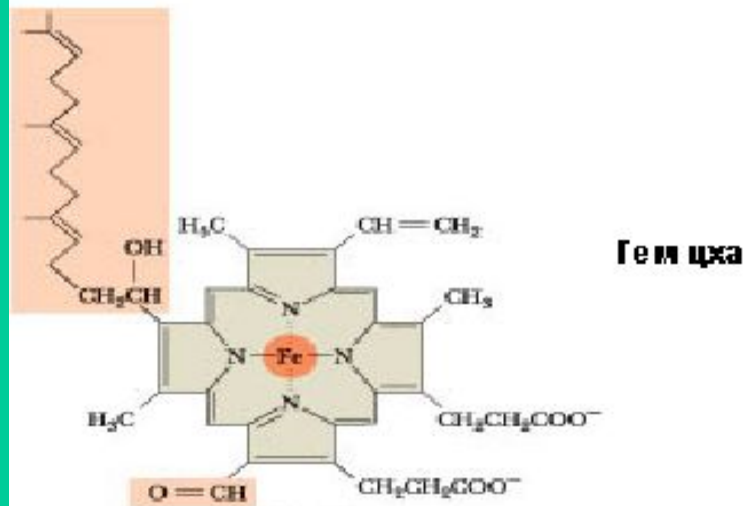
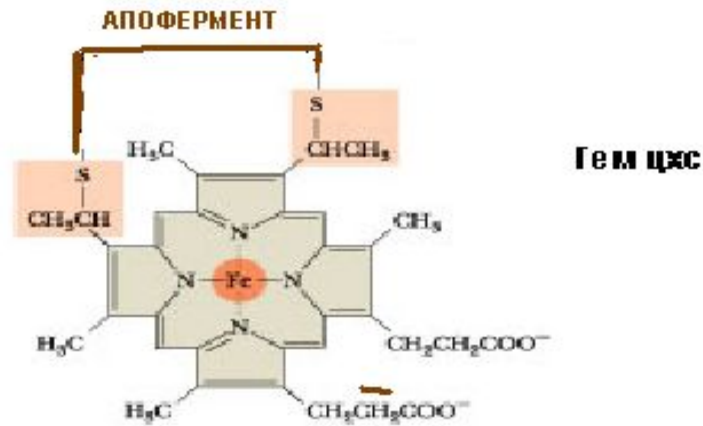
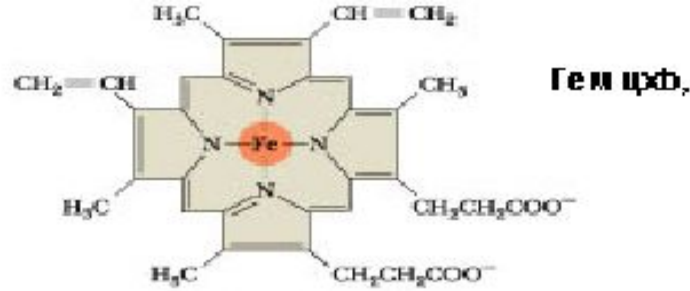
ОВП наименьший у цх b , далее он возрастает и наибольший у цх a_3 . Этим объясняется приведенная последовательность цитохромов

ГЕМЫ ЦИТОХРОМОВ

б

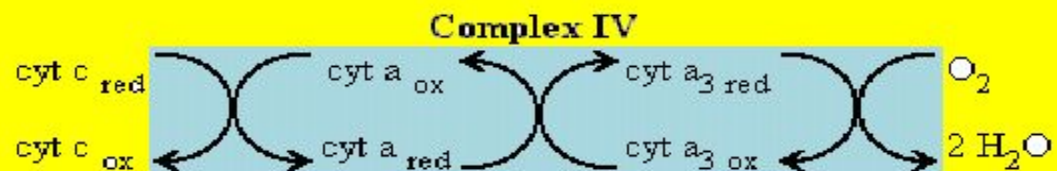
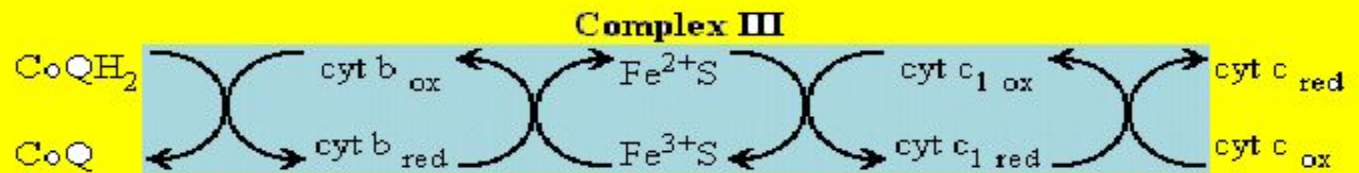
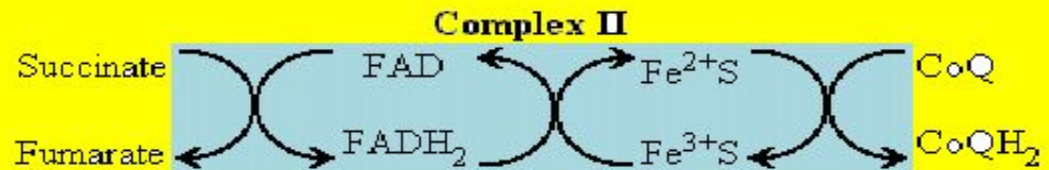
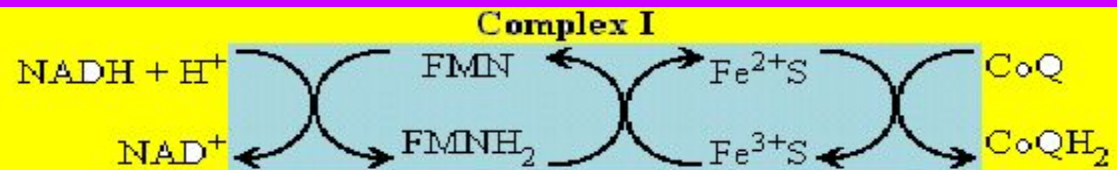
с

а



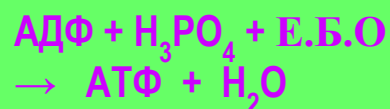
**Дыхательная
цепь**

В цепь биологического окисления или тканевого дыхания вступают в основном НАДН₂, который получается в результате бета-окисления жирных кислот, окислительного дезаминирования аминокислот, окислительного декарбоксилирования пировиноградной кислоты и, особенно, в цикле трикарбоновых кислот. Все указанные процессы протекают в митохондриях. Ферменты тканевого дыхания размещаются во внутренней мембране митохондрий и образуют так называемые **дыхательные комплексы, или дыхательные ансамбли**. Таких дыхательных комплексов 4, пятым комплексом является АТФ-синтаза, превращающая энергию разрядки во внутренней мембране в макроэргическую связь АТФ. Состав ДК, последовательность и характер их функционирования показаны на следующей схеме:

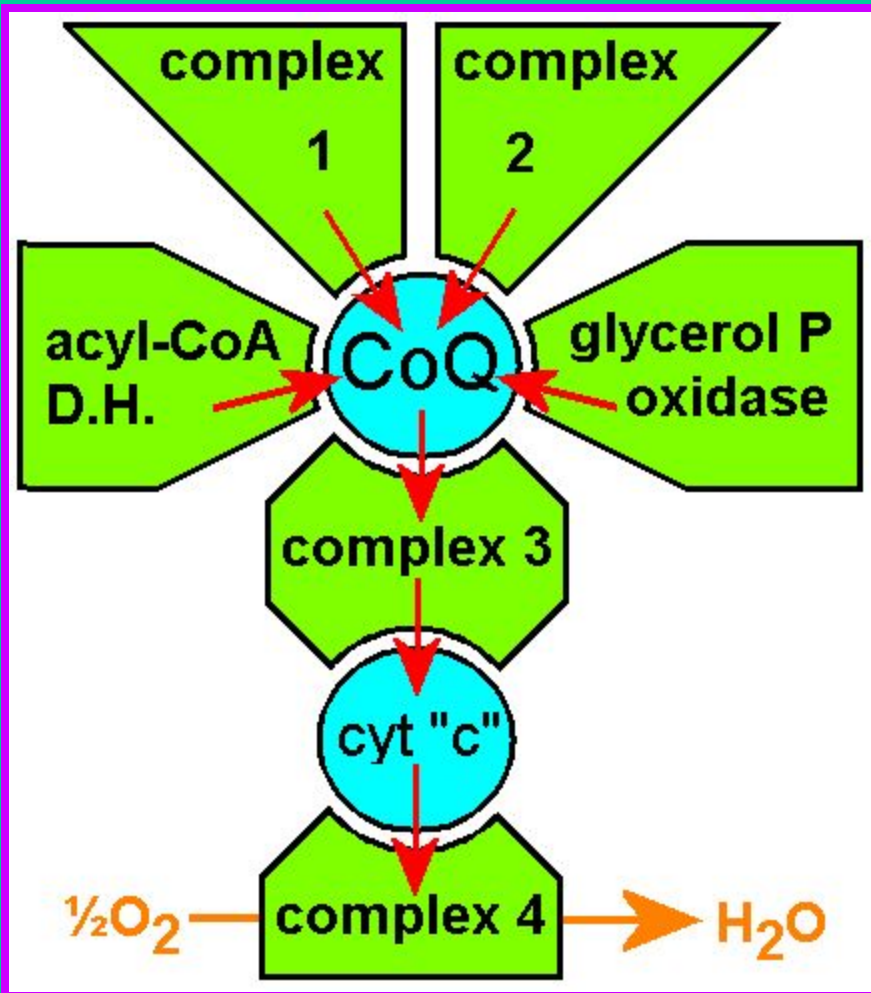


При работе

дыхательных комплексов I, III и IV освобождается энергия, которой достаточно для образования АТФ из АДФ и фосфата



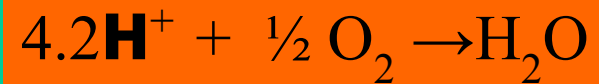
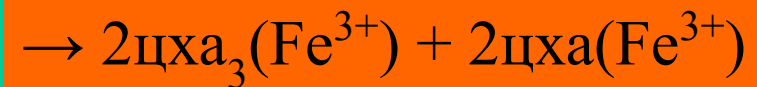
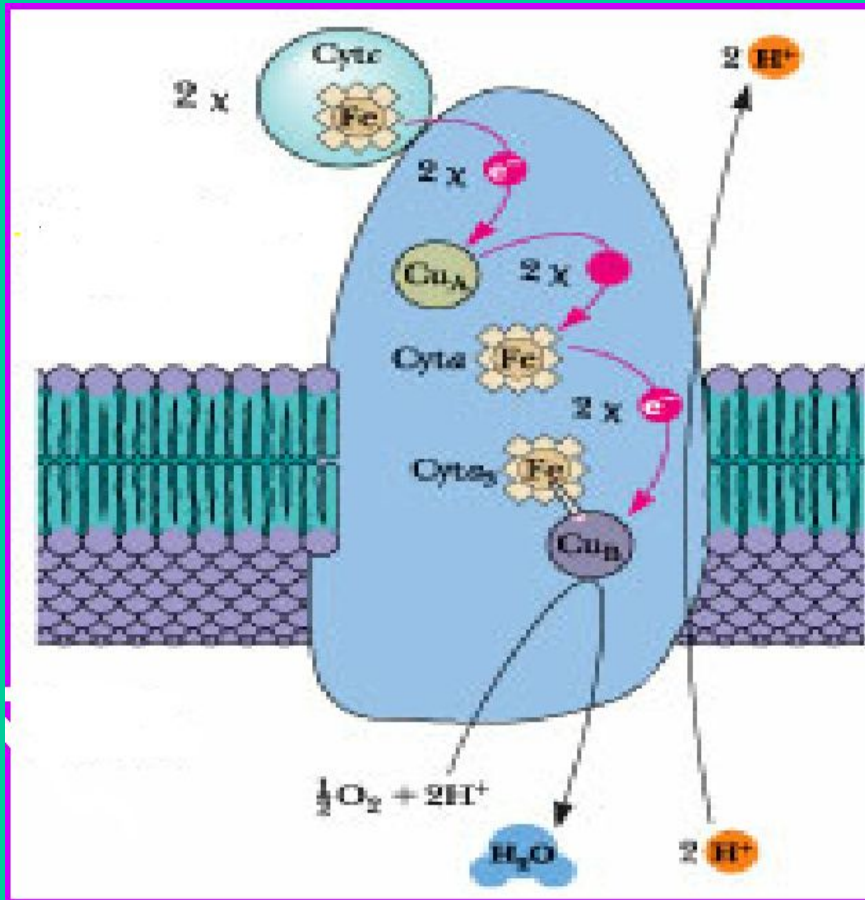
Взаимодействие дыхательных комплексов и роль при этом кофермента Q и цитохрома с



Кофермент Q получает 2H не только от ДК I и II, но также от ацил-КоА (процесс β -окисления жирных кислот) и от фермента глицерофосфатдегидрогеназы. Далее $CoQH_2$ передает электроны на ферменты цитохромной системы (цхв)

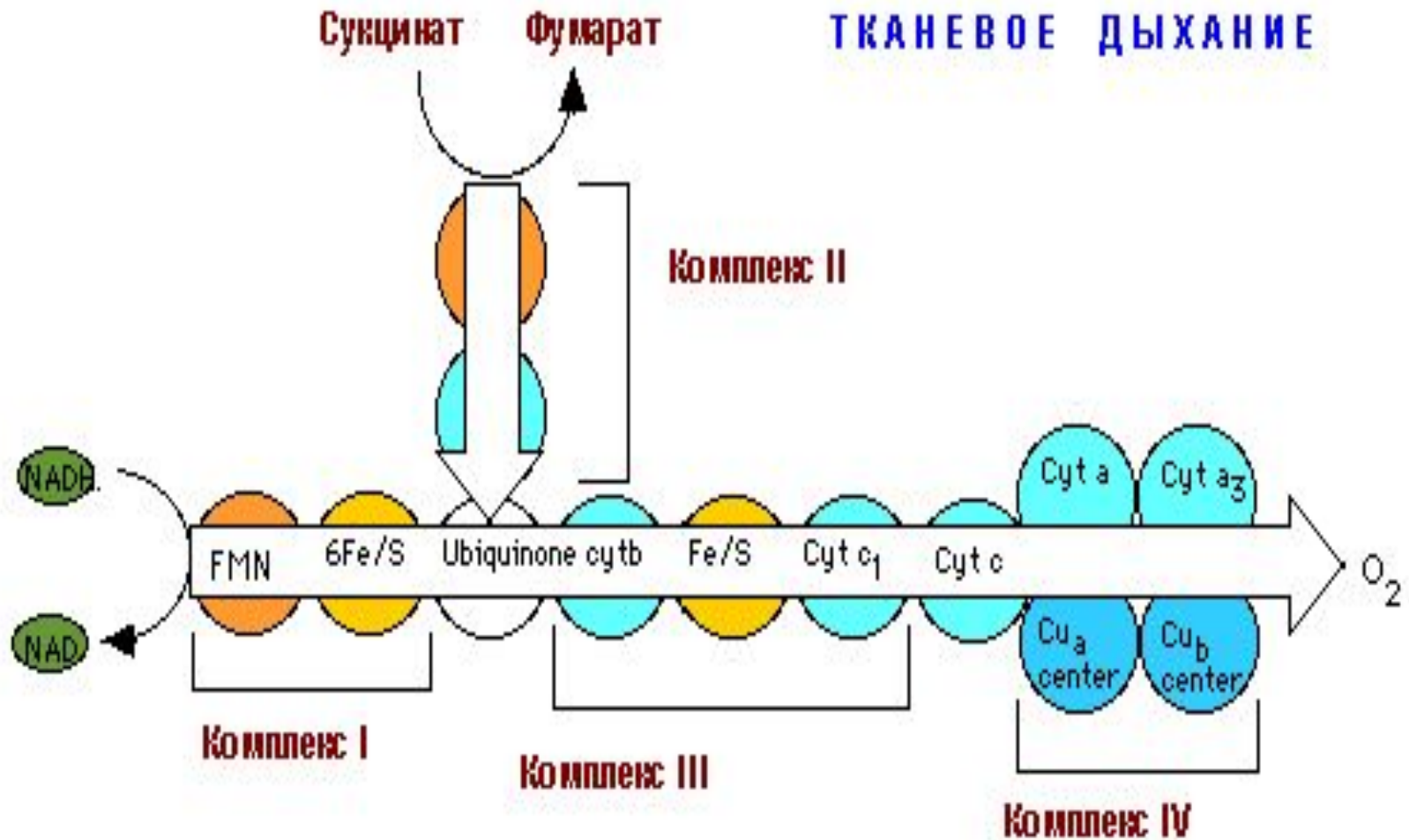
Цитохром “с” передает электроны от цитохрома c_1 на цитохромоксидазу

ПЕРЕНОС ЭЛЕКТРОНОВ ЦХ С НА ЦИТОХРОМОКСИДАЗУ



(эндогенная вода)

Тыныс алу тізбегіндегі электрондардың тасымалдануы



ТЫҢЫС АЛУ КОМПЛЕКСІНІҢ ЖҰМЫСЫ

МЕЖМЕМБРАННОЕ ПРОСТРАНСТВО

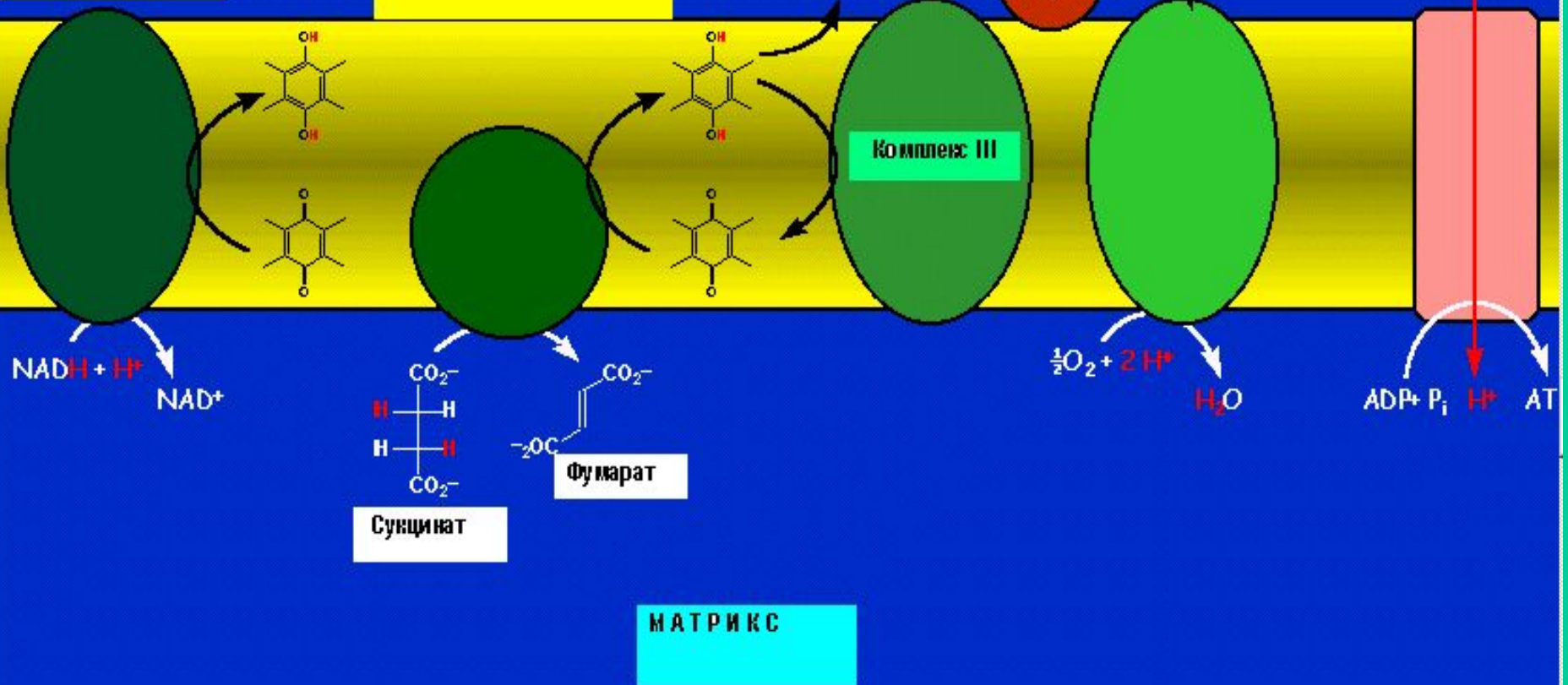
КОМПЛЕКС IV
Цитохромоксидаза

ATPase

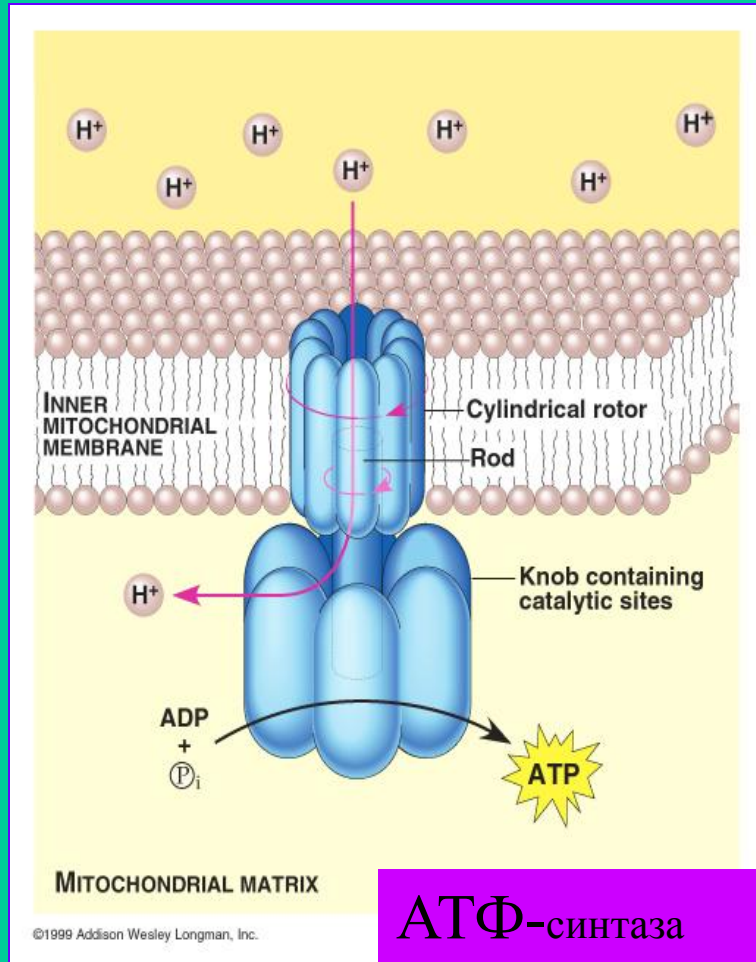
КОМПЛЕКС I
НАДФ дегидрогеназа

КОМПЛЕКС II
Сукцинатдегидрогеназа

Комплекс III



В результате работы ДК внутренняя мембрана Мх заряжается
Она разряжается путем возвращения H^+ в матрикс Мх ($H^+ + OH^- = H_2O$). Энергия разрядки способствует синтезу АТФ



Peter Mitchell
1920–1992

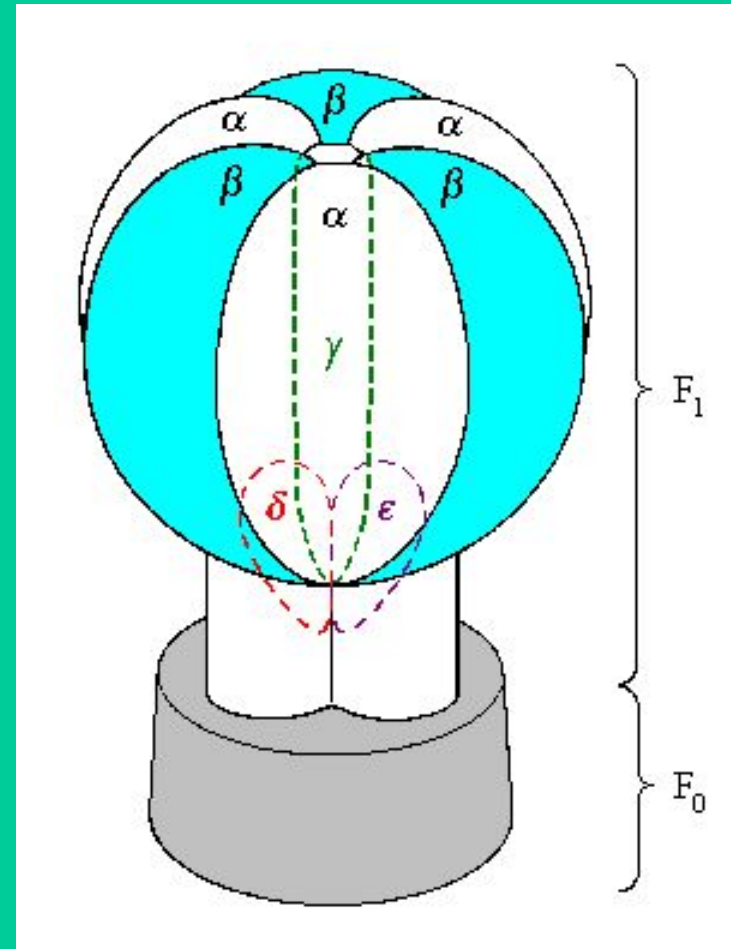
Разобшение БО
И ОФ

Нарушение проницаемости мембраны хим соединениями, избытком тироксина вызывает набухание мембран, в результате H^+ легко проходят через них, поэтому АТФ синтезируется мало, энергия биоокисления выделяется в виде тепла

АТФ-СИНТАЗА – КОМПЛЕКС V

Комплекс, катализирующий образование АТФ=окислительное фосфорилирование, называется АТФ синтазой, или комплексом V; он содержит 12–14 полипептидов.

При окислении 1 м НАДН₂ образуются 3 м АТФ, – поглощается 1 O²⁻, потребляются из среды 3 молекулы фосфата, т. е. коэффициент окислительного фосфорилирования (ОФ) равен 3, окисление же сукцината и других субстратов (ацил-КоА, α-Глицерофосфата, эти соединения окисляются флавопротеидами, содержащими в качестве кофермента ФАД), сопровождаются синтезом 2 м АТФ, – потому что пункт сопряжения располагается левее (выше) от ФПН₂



$P/O = 3/1 = 3$ - коэффициент ОФ

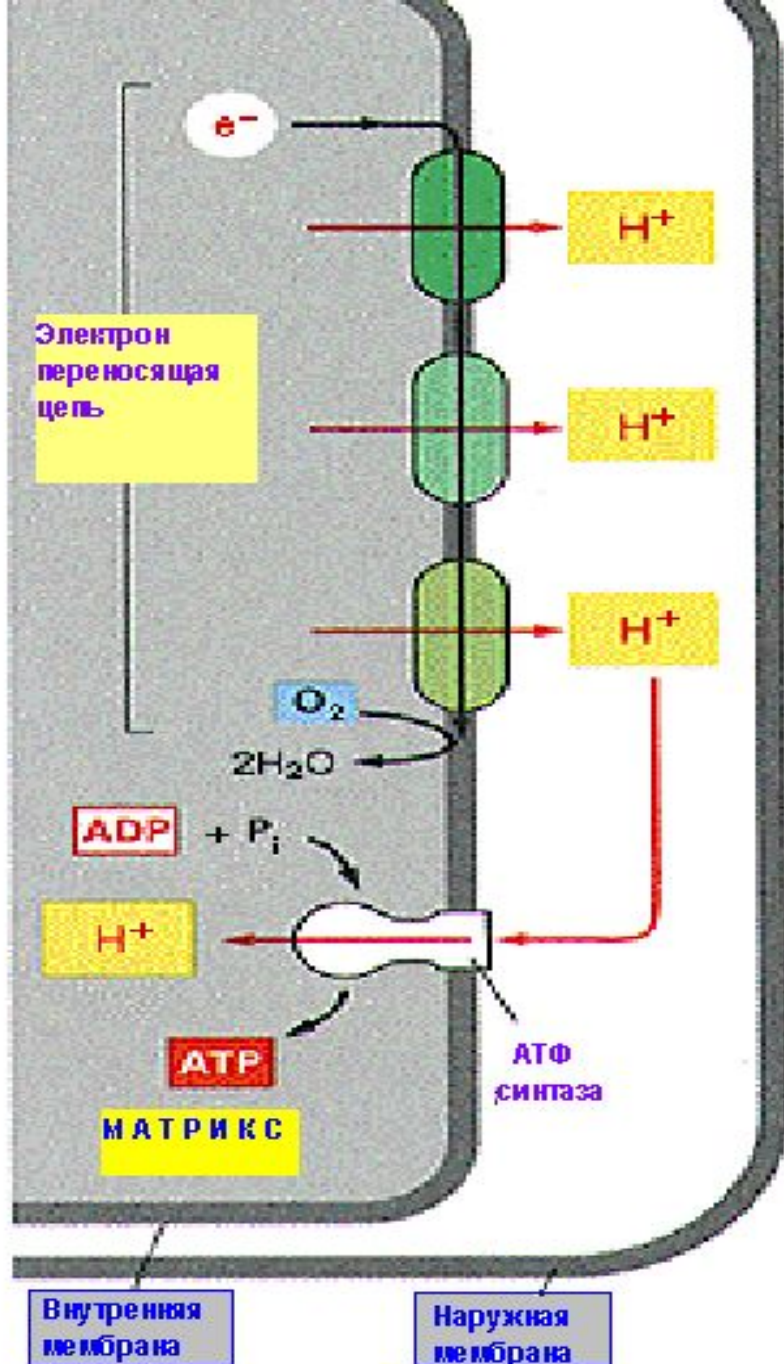
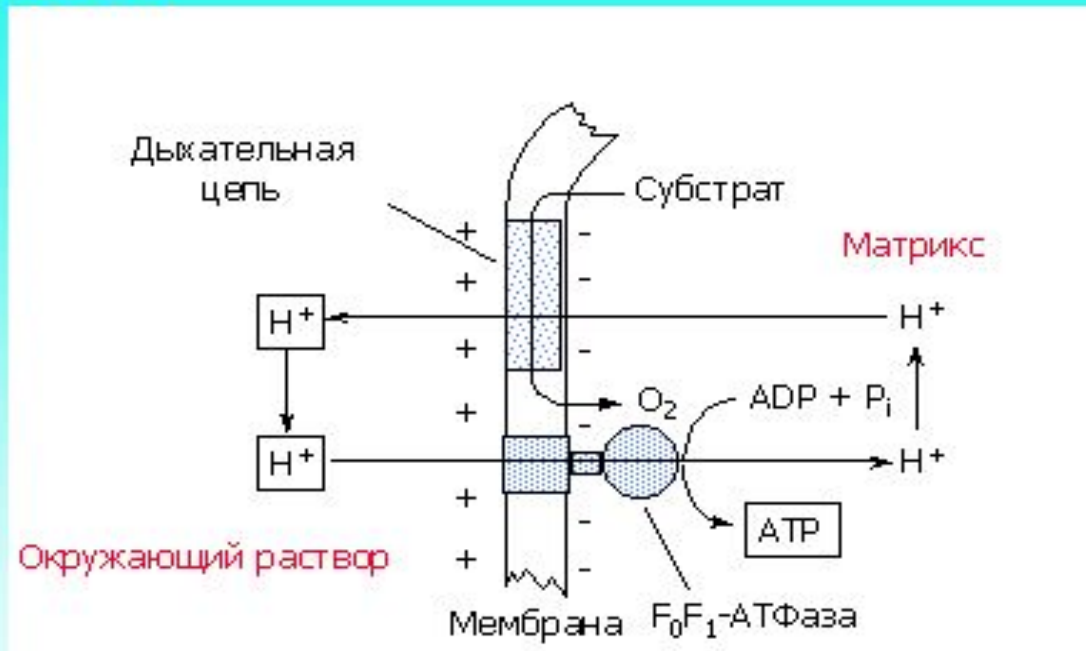


Схема переноса электронов и работы АТФ-СИНТАЗЫ

При работе дыхательных ферментов катионы водорода выталкиваются в межмембранное пространство. Затем они с помощью АТФсинтазы снова перекачиваются в матрикс митохондрий. При этом высвобождается энергия, расходуемая на синтез АТФ

ХЕМООСМОТИЧЕСКОЕ СОПРЯЖЕНИЕ

Синтез АТФ по механизму хемоосмотического сопряжения



Созданная работой дыхательной цепи разность потенциалов протона $\Delta\mu_{\text{H}^+}$ может быть использована для синтеза АТФ или переноса ионов в митохондриях. Синтез АТФ осуществляется благодаря работе АТФ-синтазы, которая представляет собой протонную АТФазу (H⁺-АТФазу), работающую как бы "задним ходом" .

ҚОРЫТЫНДЫ:

ЭНЕРГИЯ АЛМАСУ САТЫЛАРЫ:

