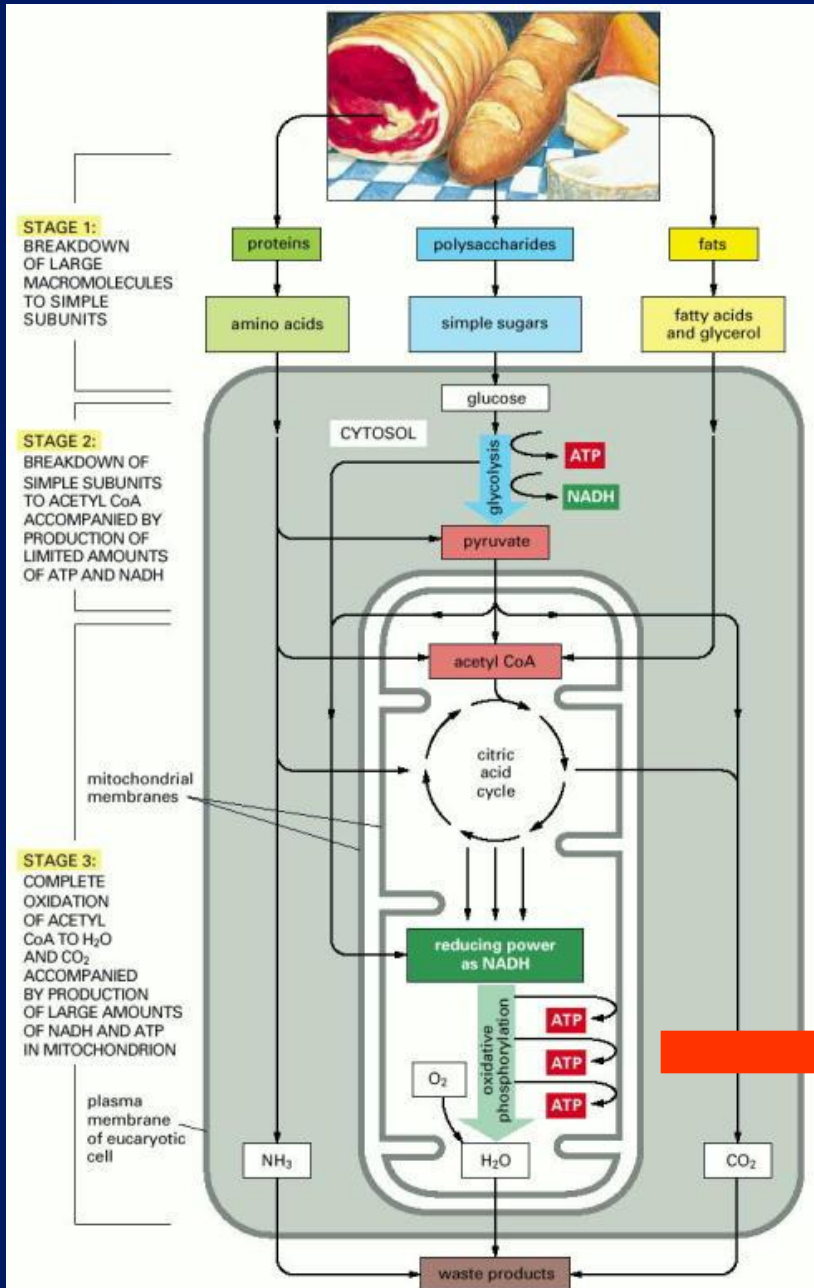
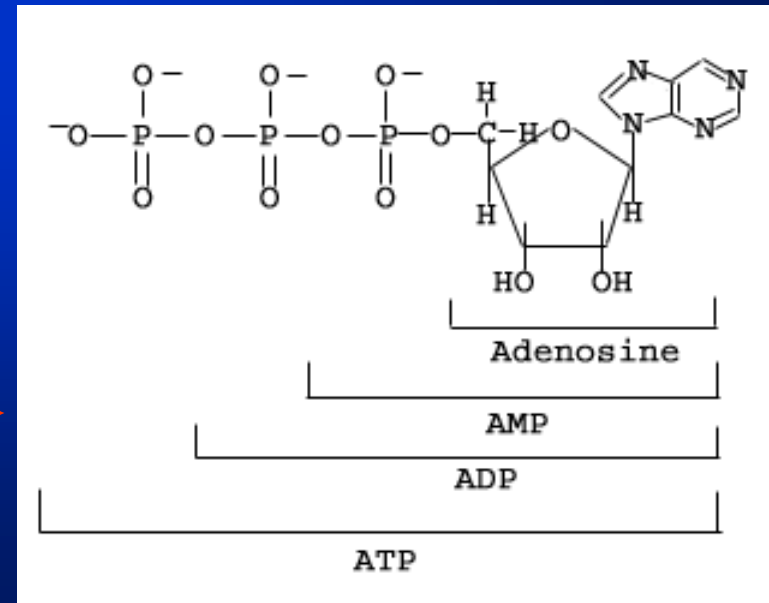


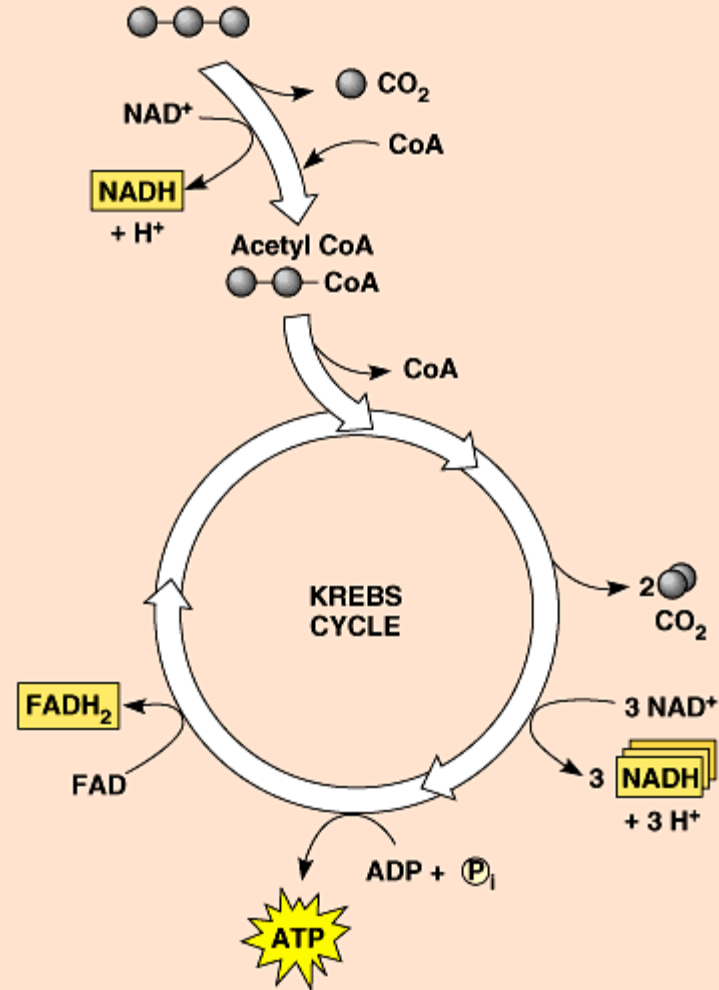
Energiatermelés a sejtekben, katabolizmus



Az energiaközvetítő molekula: **ATP**



Pyruvate
(from glycolysis,
2 molecules per glucose)



Terminális oxidáció, oxidatív foszforiláció

Helye: mitokondrium belső membránja

Terminális oxidáció:

A kofaktorokhoz (NADH, FADH₂) kötött hidrogén vízzé oxidálódik.

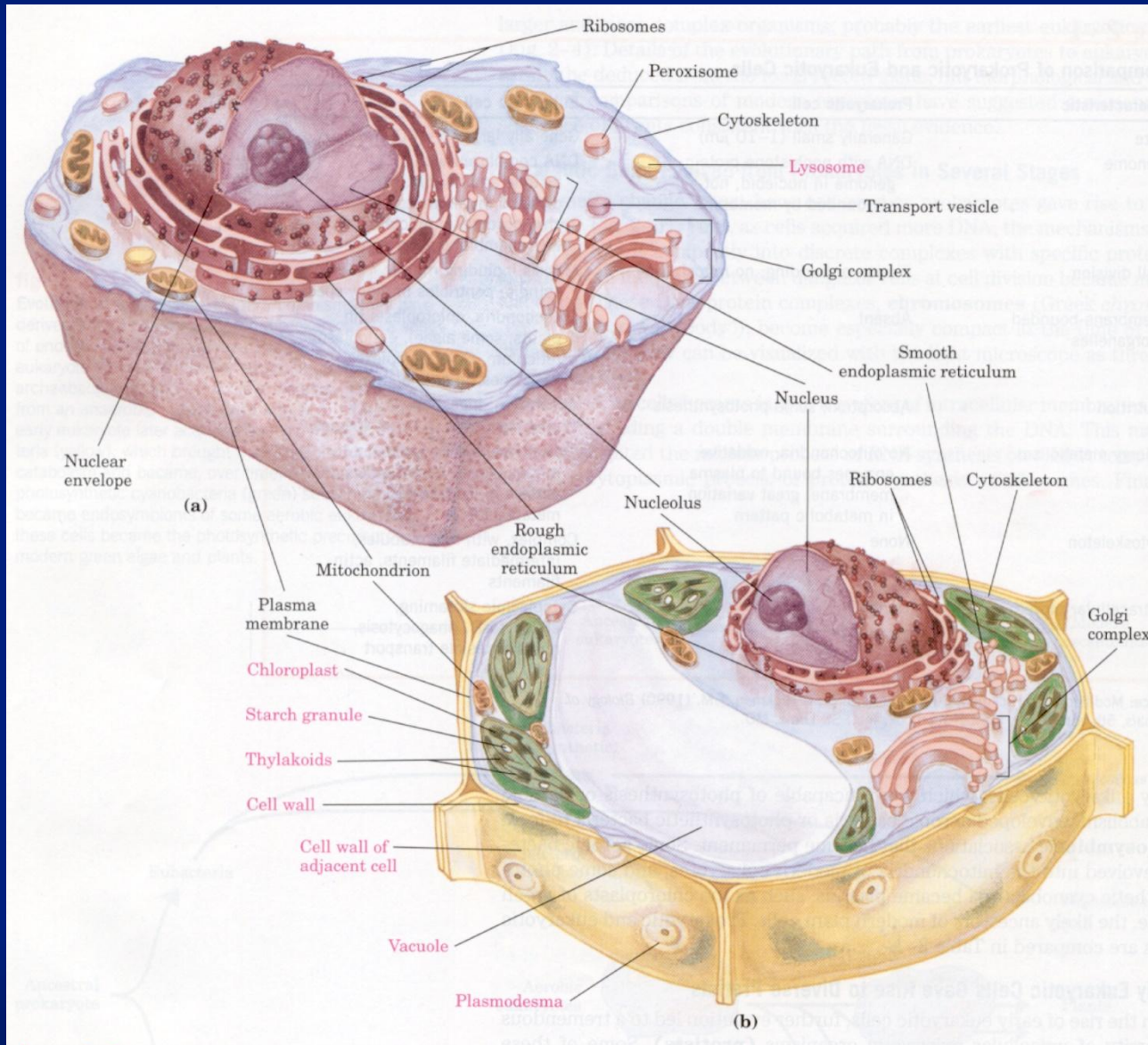


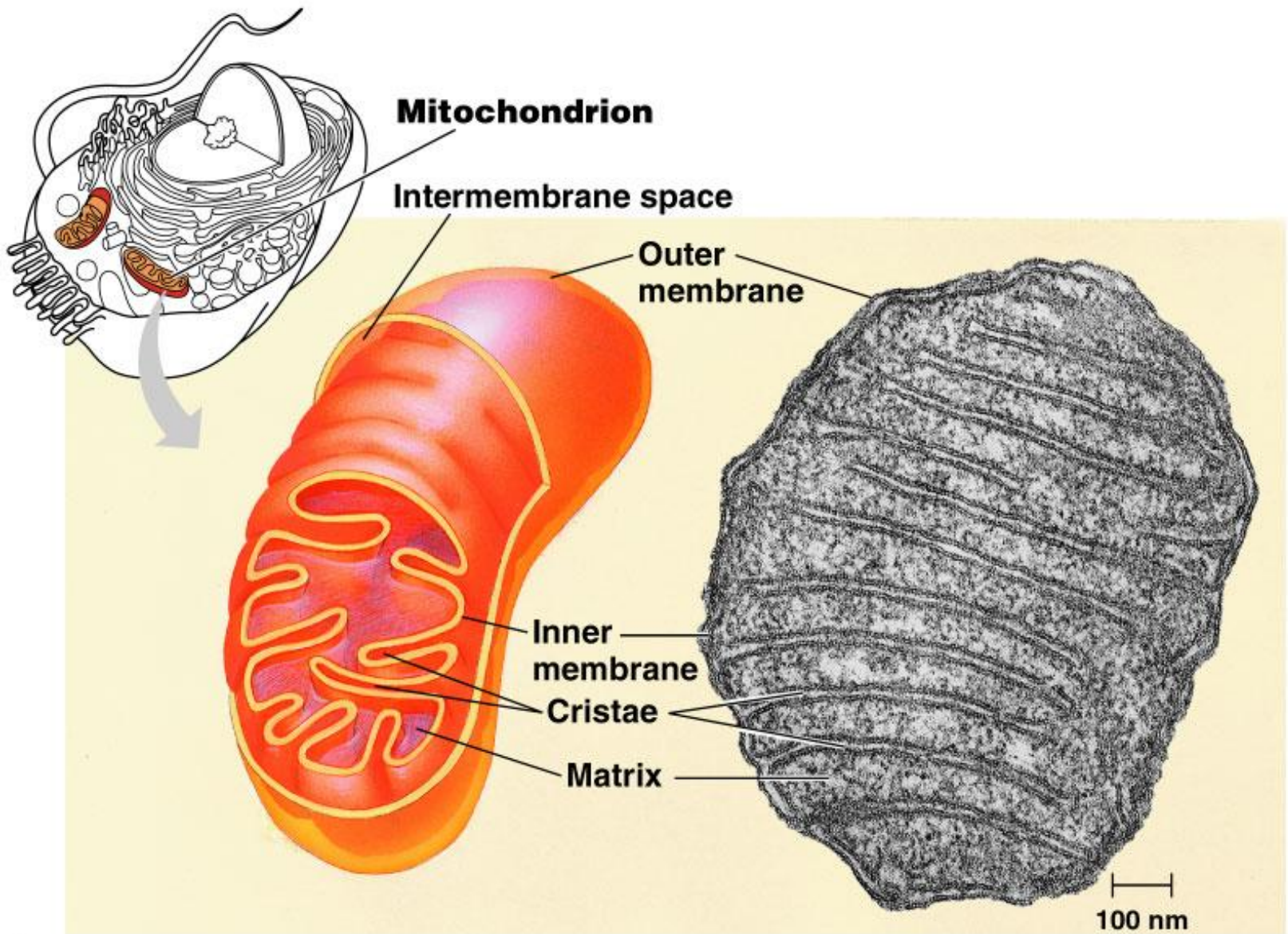
$$\Delta E_0 = 1,14 \text{ V} \quad \Delta G^0 = -220 \text{ kJ/mol}$$

Oxidatív foszforiláció: ADP foszforilációja ATP-vé

A terminális oxidáció és az oxidatív foszforiláció terben és időben összerendezett kapcsolt folyamatok

eukarióta sejtek





A mitokondriumok szerkezete

Hossz: 2 μm , átmérő 0,5 μm

Eredet: feltehetően aerob baktérium primitív anarob eukariota sejt szimbiózisa

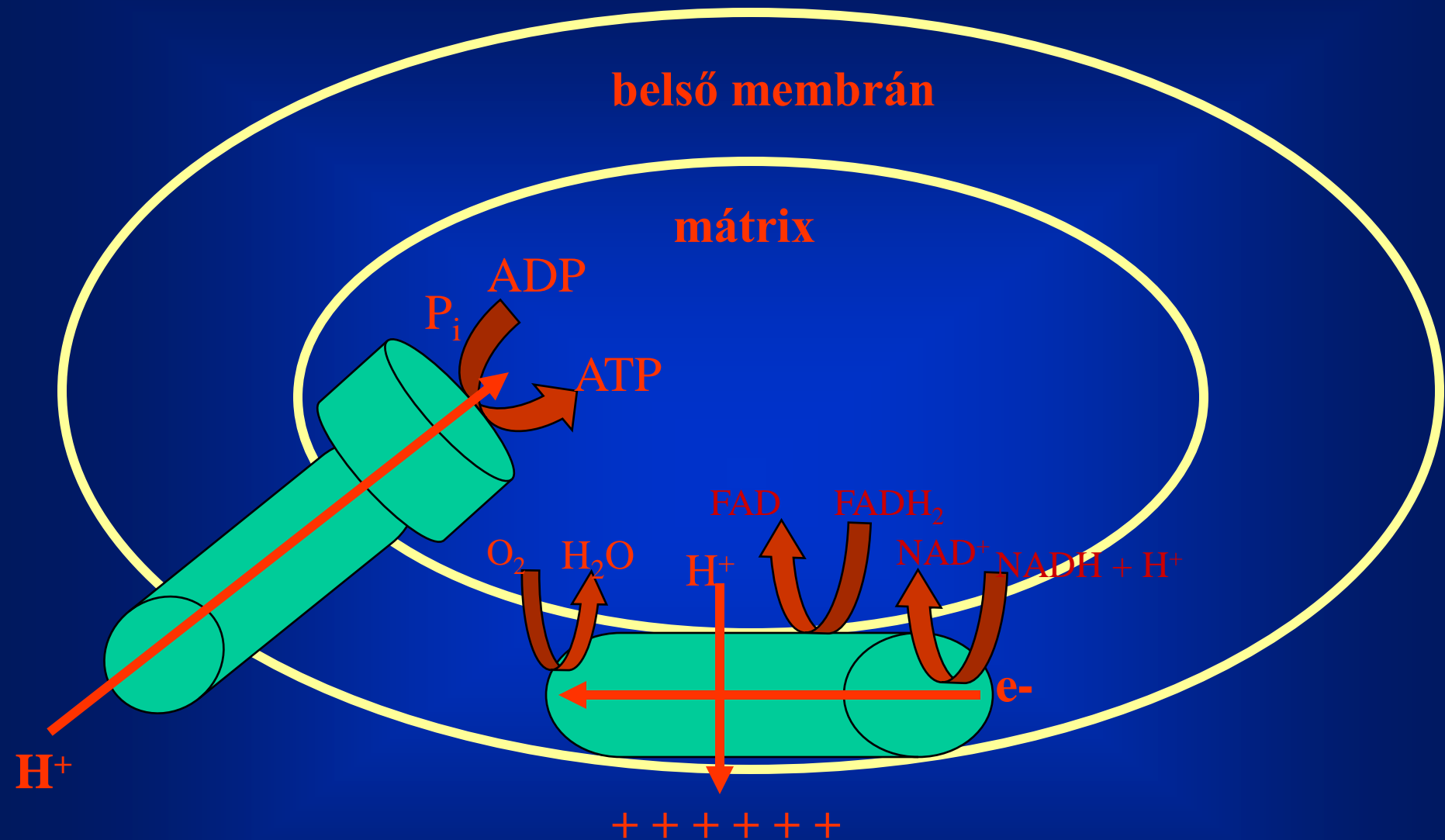
Számuk fajonként és sejttípusonként változó (pl.: májsejtek 800-2500 db, vvt 0)

Szerkezete: kettős membrán

-**külső membrán:** kb.: 50 % lipid, 50% fehérje, porin: átjárható a köztes anyagcsere intermedierjei számára

-**belső membrán:** 75% fehérje, szinte valamennyi ionra nézve átjárhatatlan, a belső membrán transzporterei biztosítják a kapcsolatot a mátrix és a citoszol között. Itt található a légzési lánc elektronátvivő rendszere és az ATP-szintáz.





A mitokondriális légzési lánc alkotói, elektronszállító molekulák

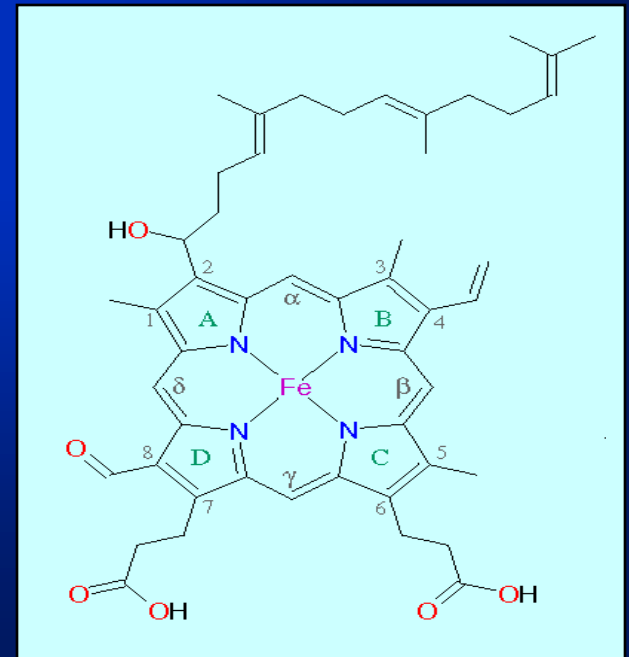
4 komplex: prosztetikus csoportot tartalmazó redox folyamatokra képes fehérjék

Elektron donor: $\text{NADH} + \text{H}^+$, FADH_2

Elektron akceptor: O_2

Elektronszállító molekulák:

1. Citokrómok: Prosztetikus csoportként heme-t tartalmaznak ($\text{Fe}^{2+} \longleftrightarrow \text{Fe}^{3+}$) abszorpciós spektrumuk alapján 3 osztályba soroljuk őket: a, b, c

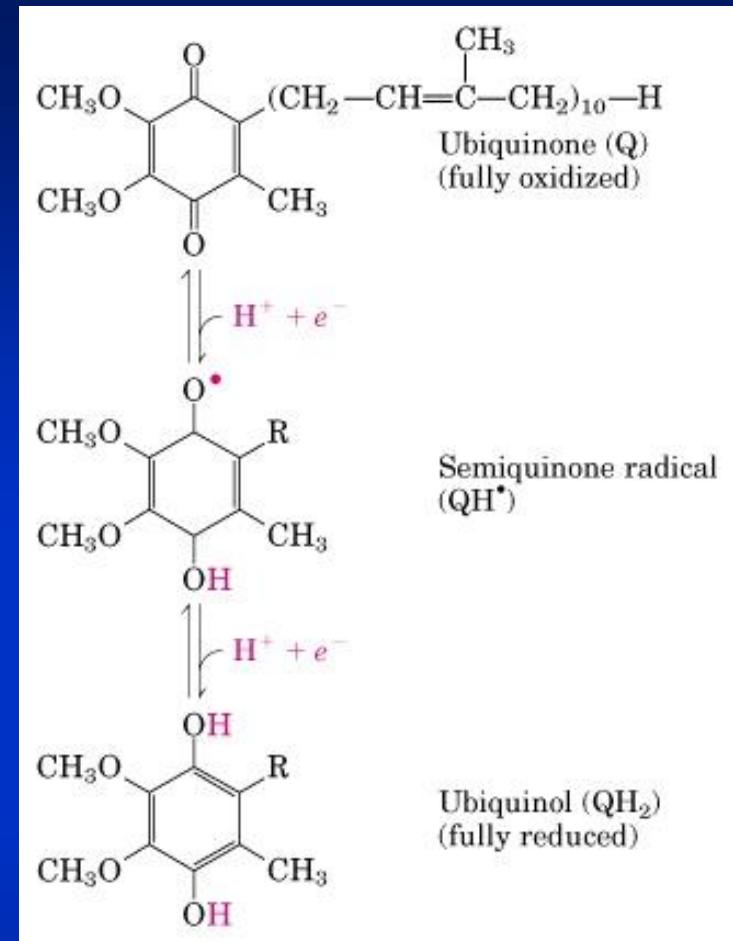


2. Ubikinon: benzokinon származék, 1 vagy 2 elektron felvétele/leadása.

A légzési láncban előforduló elektrontranszfer szerepet ellátó prosztetikus csoportok:

FeS: vas-kén komplexek. Nem hem vasat tartalmaznak: $\text{Fe}^{2+} \longleftrightarrow \text{Fe}^{3+}$ szervesetlen S, vagy Cys S kapcsolódás.

Réz tartalmú fehérjék: $\text{Cu}^+ \longleftrightarrow \text{Cu}^{2+}$



redoxrendszer

redoxipotenciál (V)

NAD⁺/NADH + H⁺

-0,32

FAD/FADH₂

-0,21

Ubikinon/ubikinol

+0,045

Citokróm_b Fe³⁺/Fe²⁺

+0,08

Citokróm_c Fe³⁺/Fe²⁺

+0,22

Citokróm_a Fe³⁺/Fe²⁺

+0,29

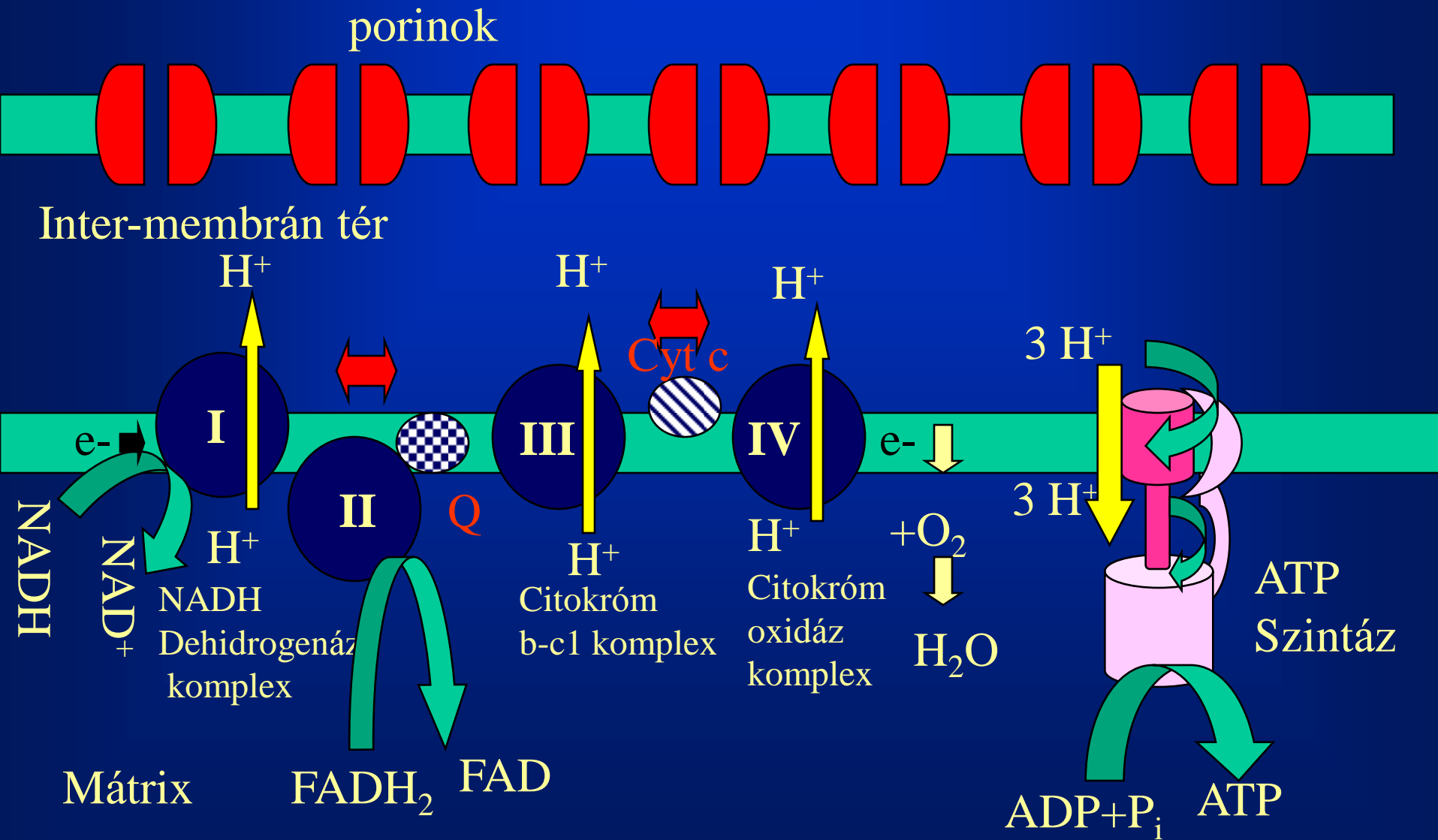
½ O₂/H₂O

+0,82



elektron áramlási irány

Az energiatermelés folyamata a mitokondriumokban

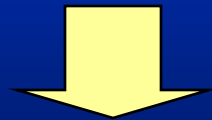


I. Komplex: NADH-UQ-oxidoreduktáz (NADH-dehidrogenáz)

25 polipeptidből álló fehérjekomplex. A NADH kötő hely a mátrix felé néz. Az I. komplexről az elektronok az **ubikinonra** kerülnek. **Protonpumpa aktivitás van.**

II. Komplex: szukcinát-UQ-oxidoreduktáz

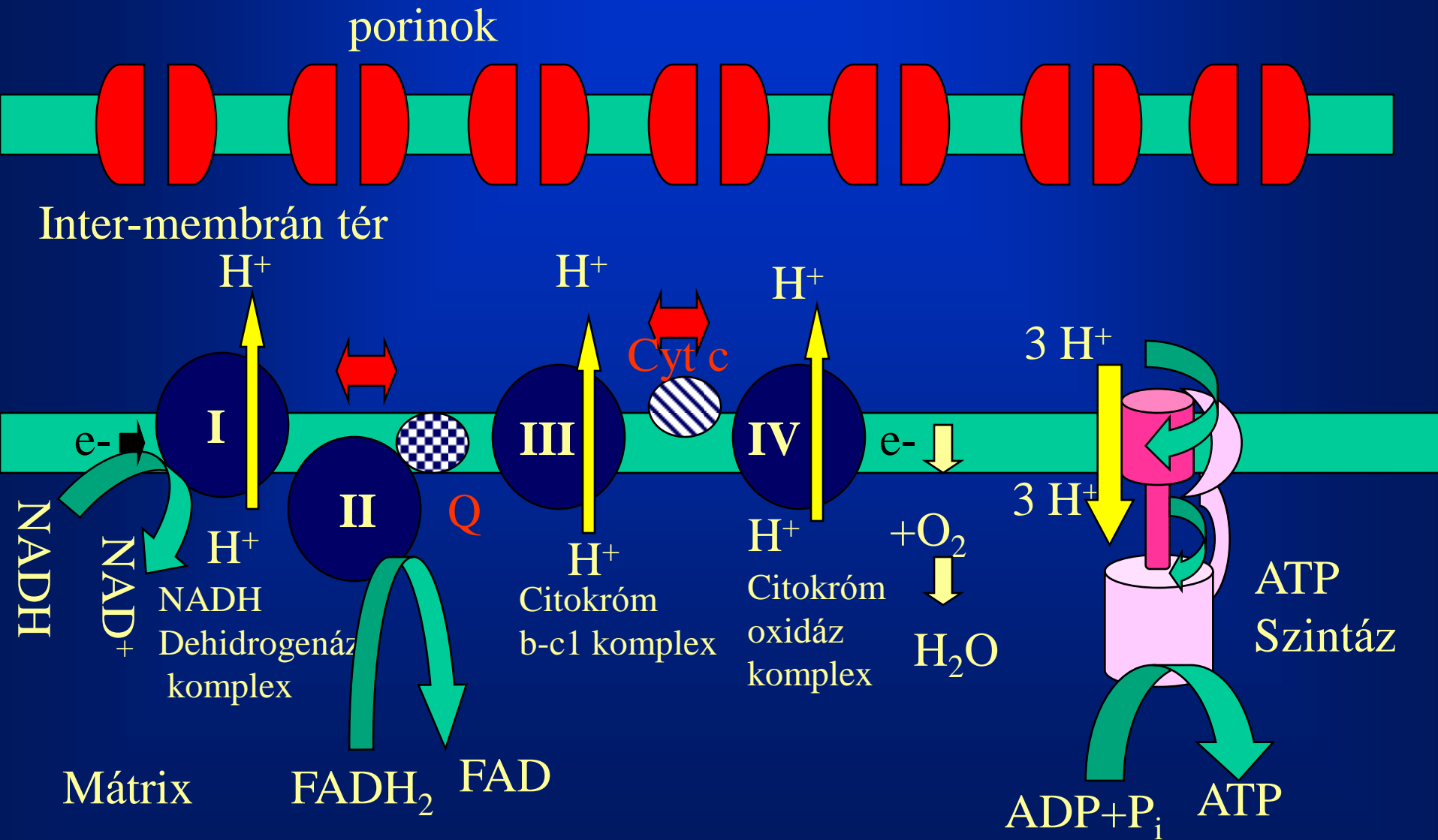
Prosztetikus csoportja a FAD. A komplex tagja a szukcinát-dehidrogenáz (citrát ciklus). A II. komplexről az **ubikinonra** kerülnek az elektronok. **Protonpumpa aktivitás nincs.**



A FAD/FADH₂ : UQ/UQH₂ redoxpárok közötti redoxpotenciál különbség kicsi a protonpumpa meghajtásához.

Glicerol-foszfát dehidrogenázról } kerülhetnek még elektronok az
Zsíracyl-KoA dehidrogenázról } ubikinonra

Az energiatermelés folyamata a mitokondriumokban



III. Komplex: UQH₂-citokróm c-oxidoreduktáz

Az elektronok az ubikinonról a citokróm c-re kerülnek.

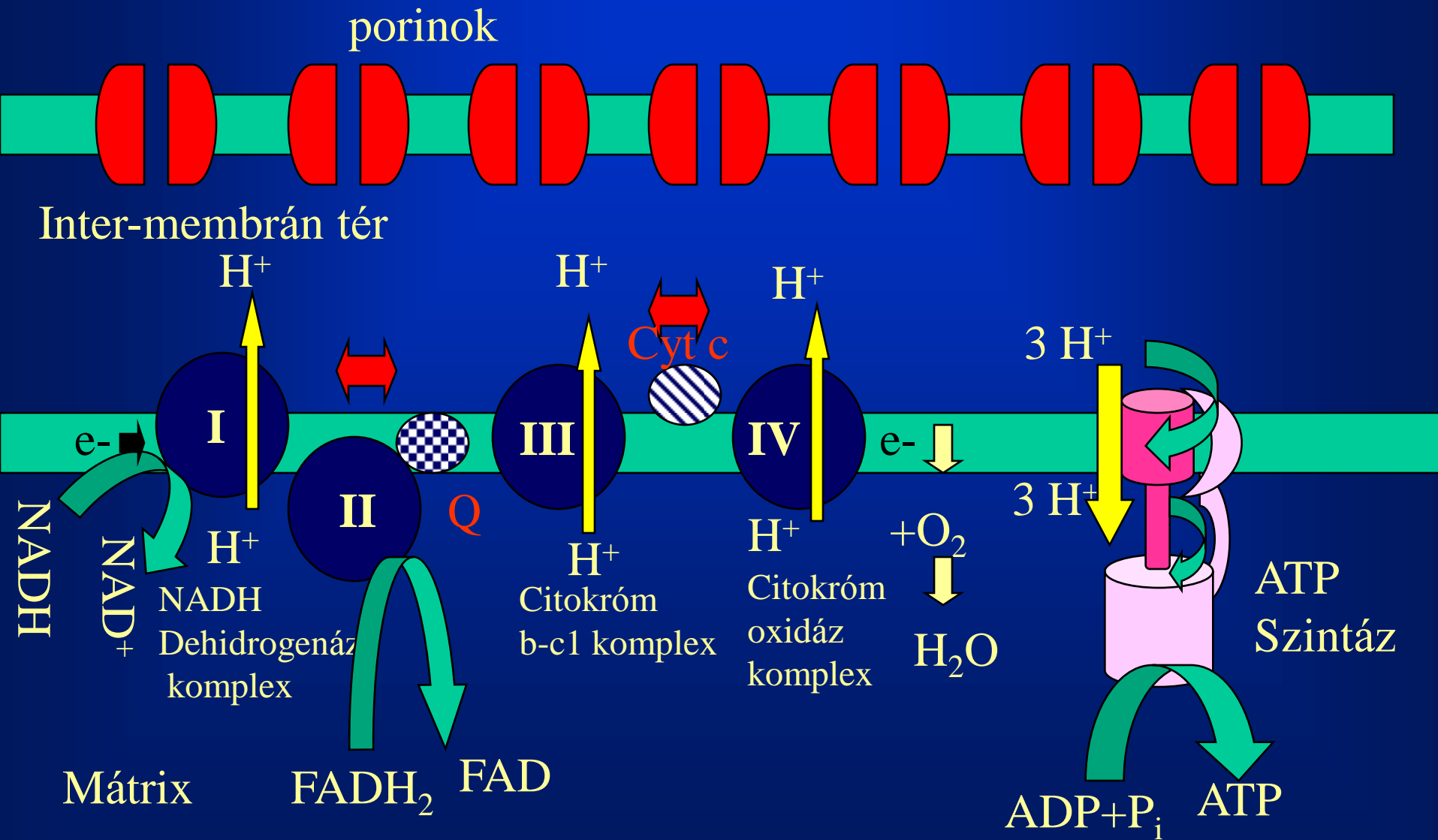
Protonpumpa aktivitás van.

IV. Komplex: citokróm oxidáz

Itt történik az O₂ vízzé redukálása.

Protonpumpa aktivitás van.

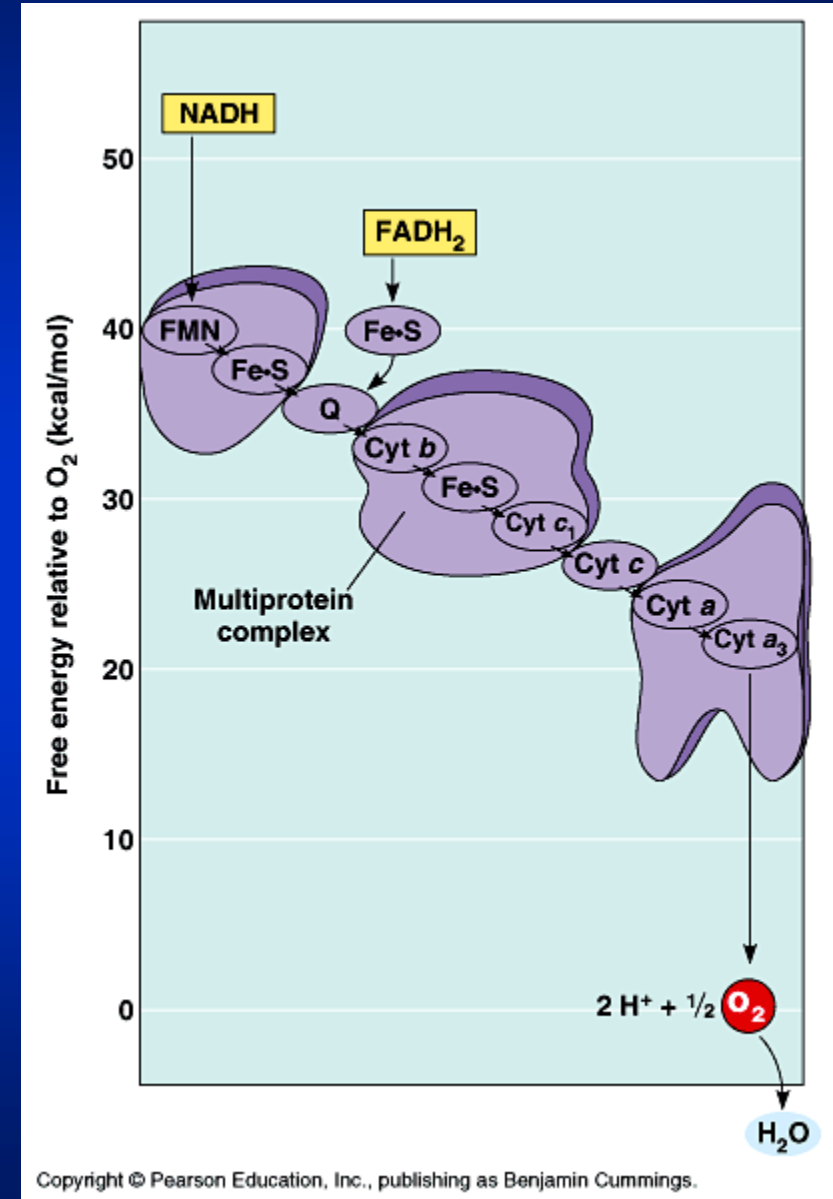
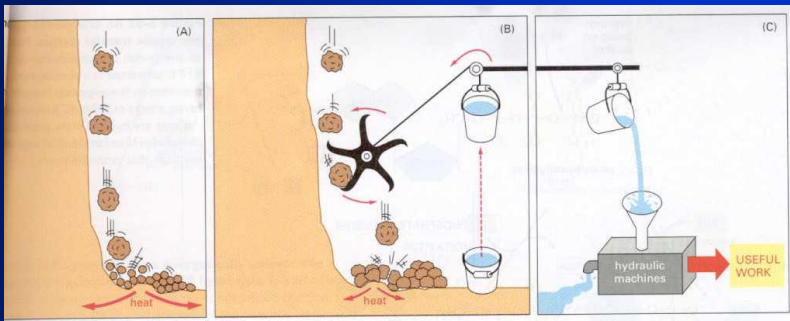
Az energiatermelés folyamata a mitokondriumokban



terminális oxidáció (elektrontranszferek sorozata) – exergonikus folyamat

oxidatív foszforiláció
($\text{ADP} + \text{P}_i \longrightarrow \text{ATP}$) – endergonikus folyamat

Kapcsolt reakciók

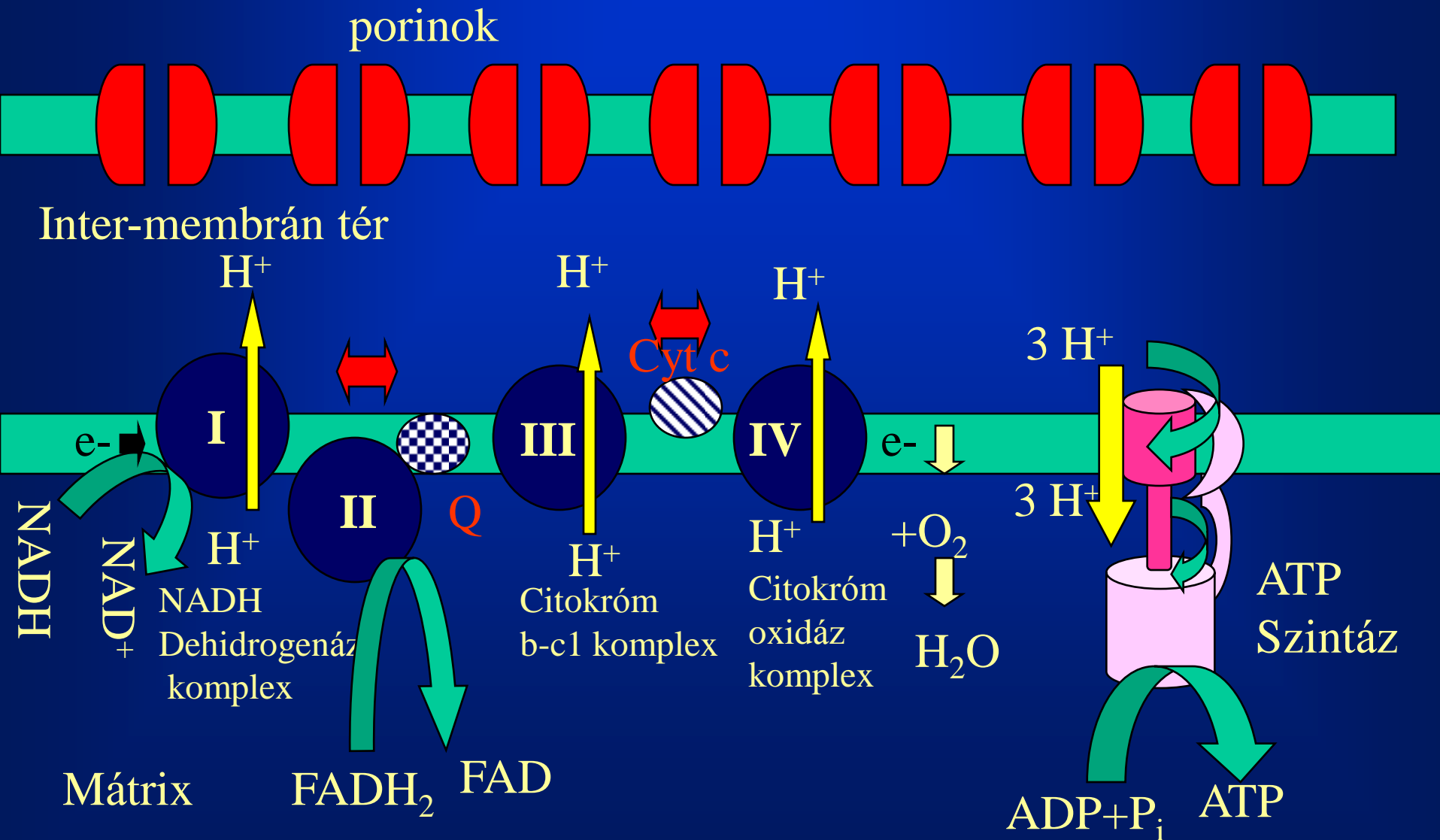


P/O hányados

NADH esetében: 3

FADH_2 esetében: 2

Az energiatermelés folyamata a mitokondriumokban

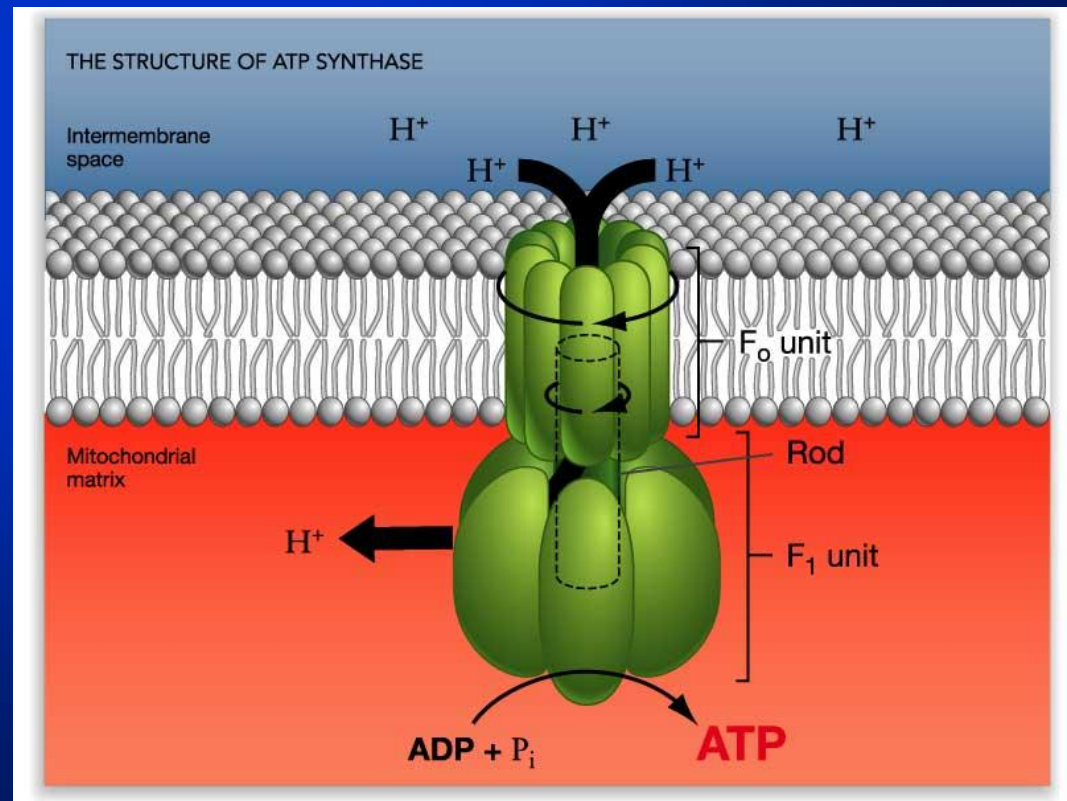
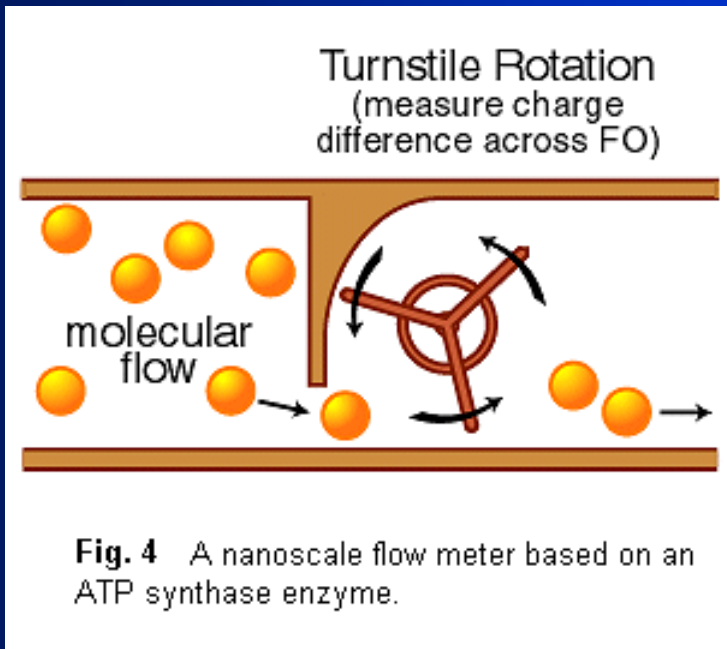


ATP szintáz

Két részből áll: F_1 és F_0

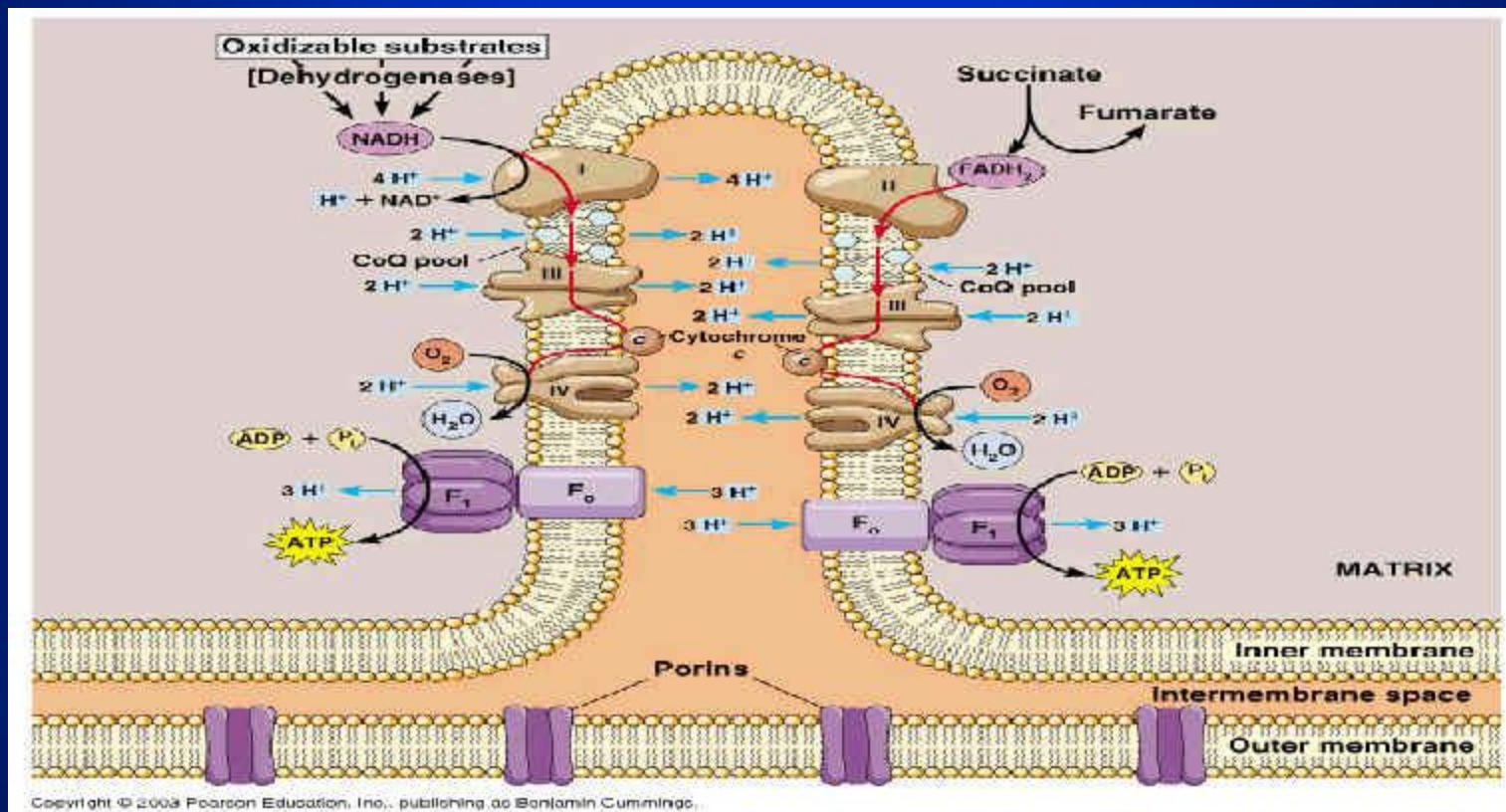
F_1 : ADP foszforilációjáért felelős rész, F_0 : protoncsatorna rész
szétkapcsolószerek (pl.: 2,4-dinitrofenol), a terminális oxidáció és az oxidatív foszforiláció szétkapcsolása

akceptor kontroll



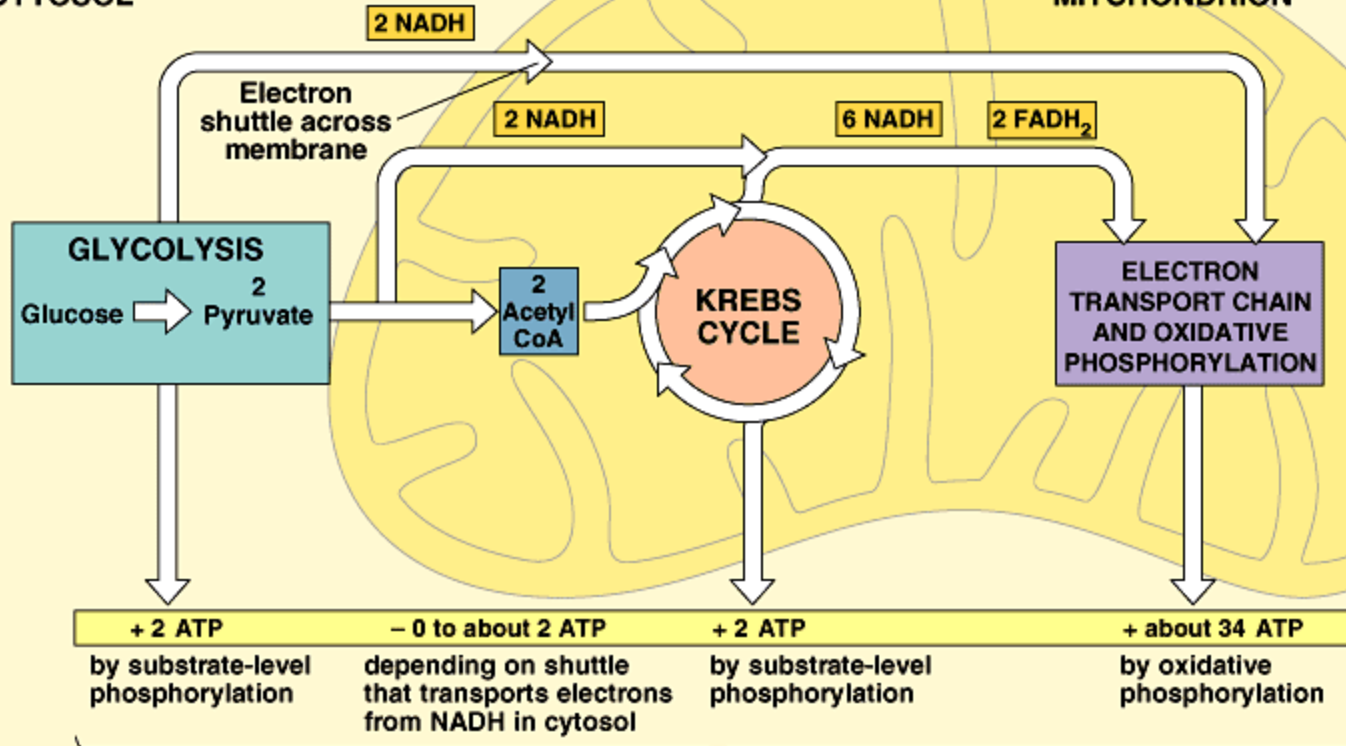
A Mitchell-féle kemiozmotikus elmélet

proton motoros erő:
 → membrán potenciál
 → H^+ ion koncentrációkülönbség



CYTOSOL

MITCHONDRION



+ 2 ATP	- 0 to about 2 ATP	+ 2 ATP	+ about 34 ATP
by substrate-level phosphorylation	depending on shuttle that transports electrons from NADH in cytosol	by substrate-level phosphorylation	by oxidative phosphorylation

Maximum per glucose:

About 38 ATP