

Foton, elektron, proton és a Föld élő világa*

Ács Ferenc

ELTE, Földrajz- és Földtudományi Intézet,
Meteorológiai Tanszék

*Meghívott előadás a XXI. Apáczai Nyári Akadémián,
Természettudományi szekció, Újvidék, 2021 július 5-9

Tartalom

- Bevezetés (foton, elektron, proton: mik „ezek”? A Föld élő világa: hogyan jelenítjük meg ezt „rendszer”, jelenséget?)
- Cél: a „kapcsolatok” felfedése, elemzése a **Föld** minél jobb **megértése** végett.
- **Kulcsszó: energia (J)**
- Módszertan (a fotoszintézis és a respiráció folyamatainak összehasonlító elemzése)
- Egy új tudomány: a **kvantumbiológia**
- Konklúzió

Bevezetés - foton

- Foton: görög szó, **fényt** jelent,
- az elektromágneses kölcsönhatás hordozója,
- **elemi részecske**, a „viselkedését” a **kvantummechanika** írja le legjobban,
- Gilbert N. Lewis társította a fotont a „kvantum”, a „legkisebb csomag” fogalmával,
- az ún. **bozonok** családjába tartozik, mert a sokaságuk az ún. Bose-Einstein statisztikával jellemezhető (a bozon nevet Paul Dirac találta ki Satyendra Nath Bose tiszteletére).

Bevezetés - foton

- A foton alaptulajdonságai
- Tömeg: nincs,
- Töltés: nincs,
- Spin (impulzusnyomaték): 1 (független a frekvenciától)

Bevezetés - foton

- A lényeg: a foton egy „**nagyon kicsi energia-csomag**”, ami viselkedhet részecskeként is és hullámként is.

Bevezetés - elektron

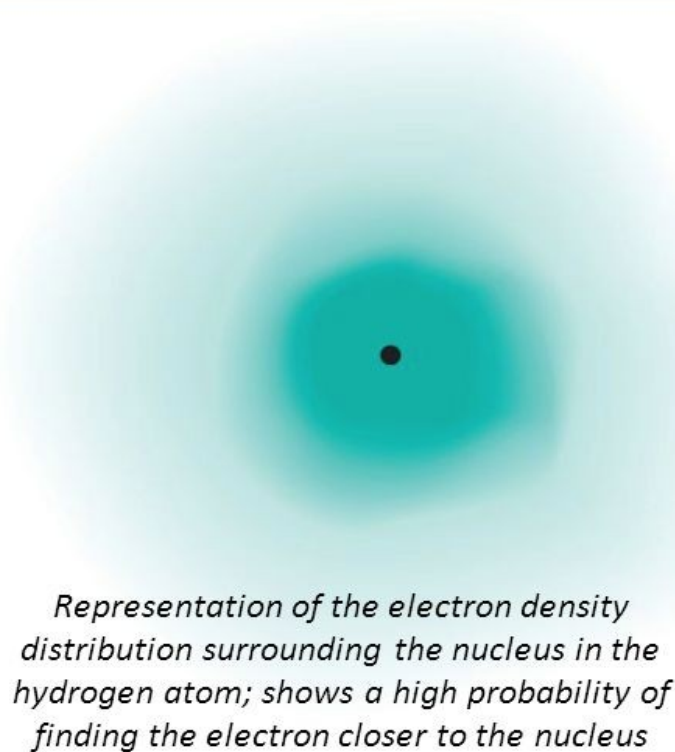
- Elektron: az ógörög borostyán szóból ered a név, jelölése e^- , **elemi részecske** (hullámként is viselkedhet, mert olyan „kicsi”), feles spinű **lepton**,
- **leptonok** a Fermi-Dirac statisztikával jellemezhető részecske típusok,

Bevezetés - elektron

- Az elektron alaptulajdonságai:
- Tömeg: a proton tömegének 1836-od része, $9.1 \cdot 10^{-31}$ kg,
- Töltés: (negatív töltésű (Franklin), elemi töltés, nagysága $1.602 \cdot 10^{-19}$ C),
- Spin (impulzusnyomaték): $1/2$

Bevezetés - elektron

Electron Density



- Gives the probability that an electron will be found in a particular region of an atom
- Regions of high electron density represent a high probability of locating the electron

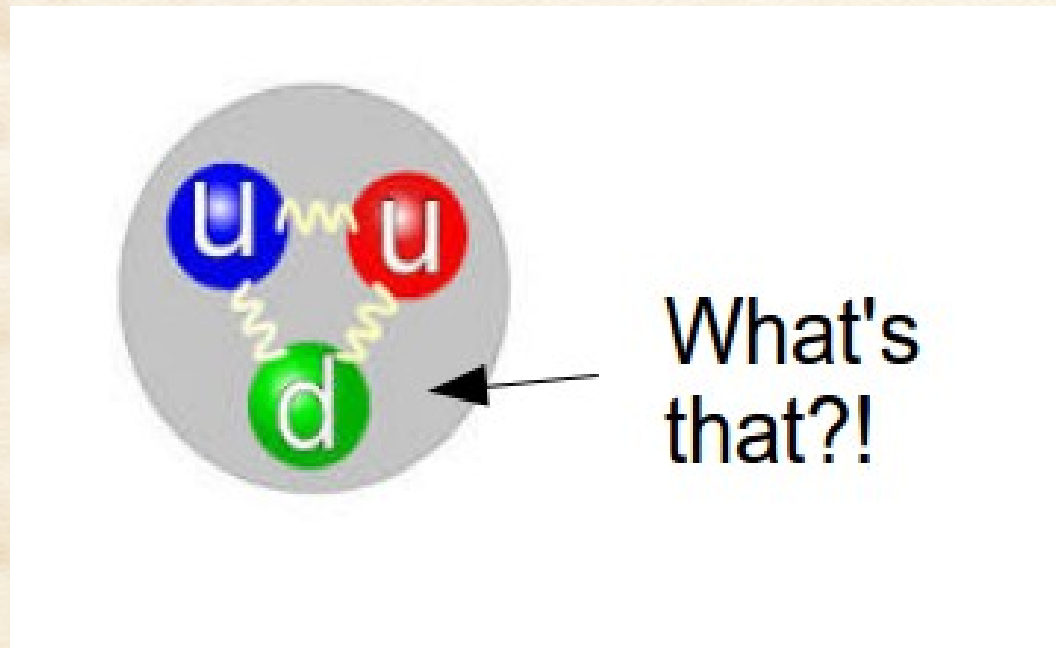
Bevezetés - proton

- Proton p^+ : **szubatom**i, de nem elemi részecske, 3 kvark és 3 gluon alkotja, a görög protosz-ból ered, ami elsőt jelent, a hadronok (ezen belül a baryonok) csoportjába tartoznak

Bevezetés - proton

- A proton alaptulajdonságai:
- Tömeg: $1.673 \cdot 10^{-27}$ kg,
- Töltés: (pozitív töltésű, elemi töltés, nagysága $1.602 \cdot 10^{-19}$ C),
- Spin (impulzusnyomaték): $-1/2$ ($\hbar/2$), ahol $\hbar = h/2\pi$, $h =$ Planck állandó ($6.62 \cdot 10^{-34}$ J·s)

Bevezetés - proton



Bevezetés – a Föld élő világa

- Az „élő rendszerek” két alapfolyamata: **fotoszintézis** és **respiráció**,
- A **szubatomi** skáláról ugorjunk a **szubcelluláris** skálára!
- A két folyamat ellentétes végkimenetelű, ugyanakkor „hasonlóak” is, és egy „falon” zajlanak!

„Ellentétes végkimenetelű” – ez mit jelent?

- Fotoszintézis:
a fényenergia a C-H-szerkezet kötési energiájává konvertálódik.
- Respiráció:
A C-H-szerkezet kötési energiája hővé, mechanikai és más energiaformákba alakul.

Miben „hasonlók”?

- Fotoszintézis:

fényenergia ($h \cdot \nu$) \rightarrow **ATP** \rightarrow C-H-szerkezetek

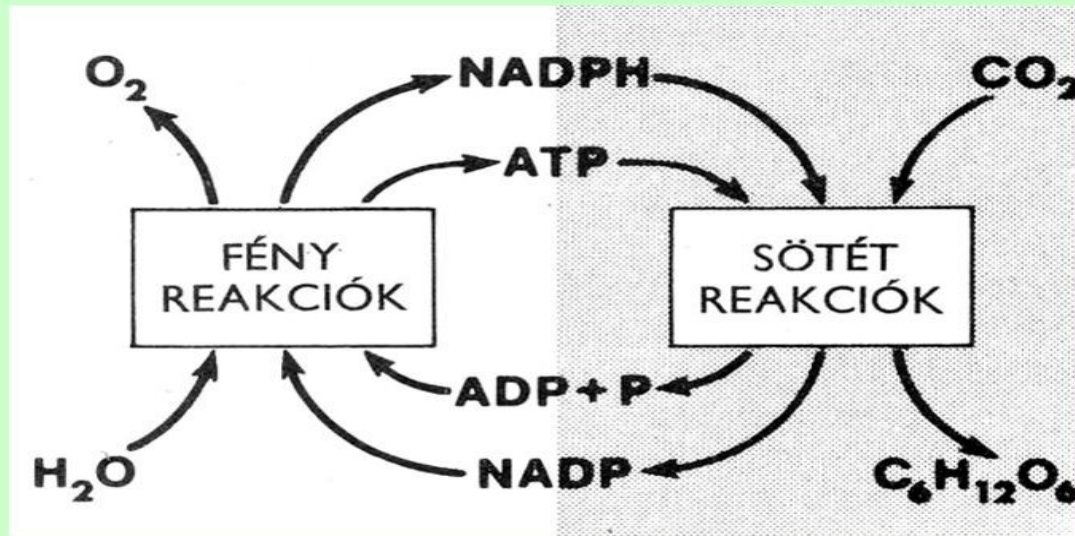
- Respiráció:

C-H-szerkezetek \rightarrow **ATP** \rightarrow energia/munka

Mindkét folyamatban az **ATP (Adenozin-trifoszfát**
= $C_{10}H_{16}N_5O_{13}P_3$) központi szereppel
rendelkezik!

Miben „hasonlók”?

- az ATP energiabomba, a Föld élő világa ATP alapú, és állandó ATP-ADP konverziók vannak



2. ábra: A fotoszintézis két szakaszának összekapcsolódása

Hol a „fal” és mi a „fal”?

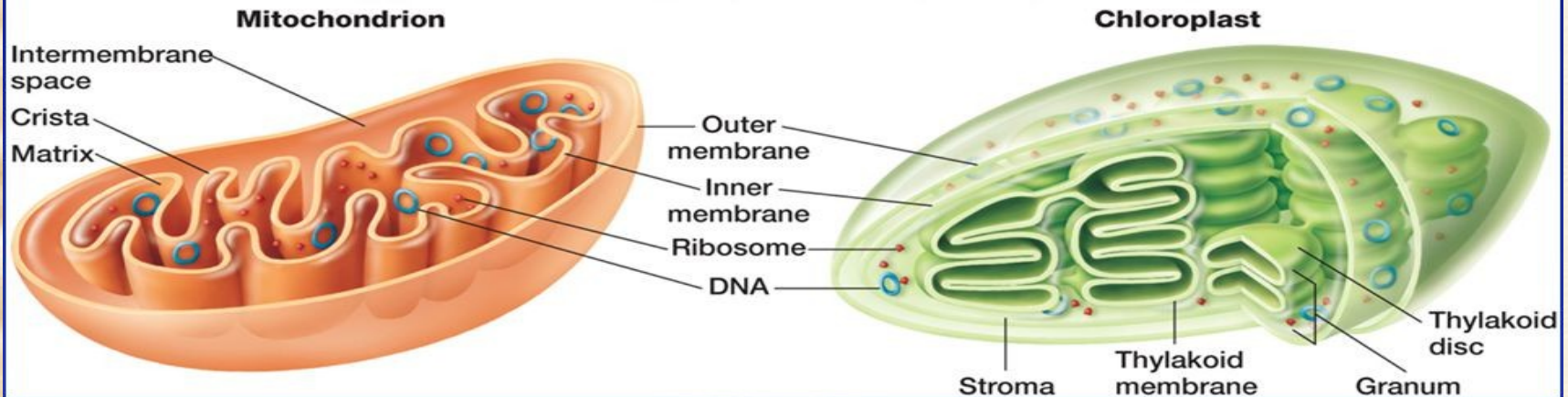
- Fotoszintézis:
- A növényi sejten belül egy sejtszervecske: a **kloroplastisz (zöld színtest)**, ezen belül a gránumtilakoid, ami egy tilakoid-sorozat, a „fal” pedig a tilakoid membránja, ami egy biológiai membrán.
- Respiráció:
- A növényi/állati sejten belül egy sejtszervecske: a **mitokondrium**, ezen belül a **belső membránnal** elhatárolt mitokondriumi rész.

Hol a „fal” és mi a „fal”?

- mitokondrium – kloroplasztisz

A mitokondrium és a színtest összehasonlítása

Copyright © The McGraw-Hill Companies, Inc. Permission required for reproduction or display.



2 membránrendszer!

- Külső
- Belső

3 membránrendszer!

- Külső
- Belső
- Tilakoid

Hol a „fal” és mi a „fal”?

- A biológiai membránokat felépítő molekulák 40-60%-a **lipidekből** áll.
- Ezek **hidrofil** (nedvszívó) és **hidrofób** (vizet taszító) végeik miatt a vízben úgy rendeződnek, hogy a hidrofil végük a vizes fázis felé mutat.

A „kapcsolatok” felfedése

- kulcsszavak:
- elektrontranszport-lánc a membránon,
- ATP-szintáz

A „kapcsolatok” felfedése

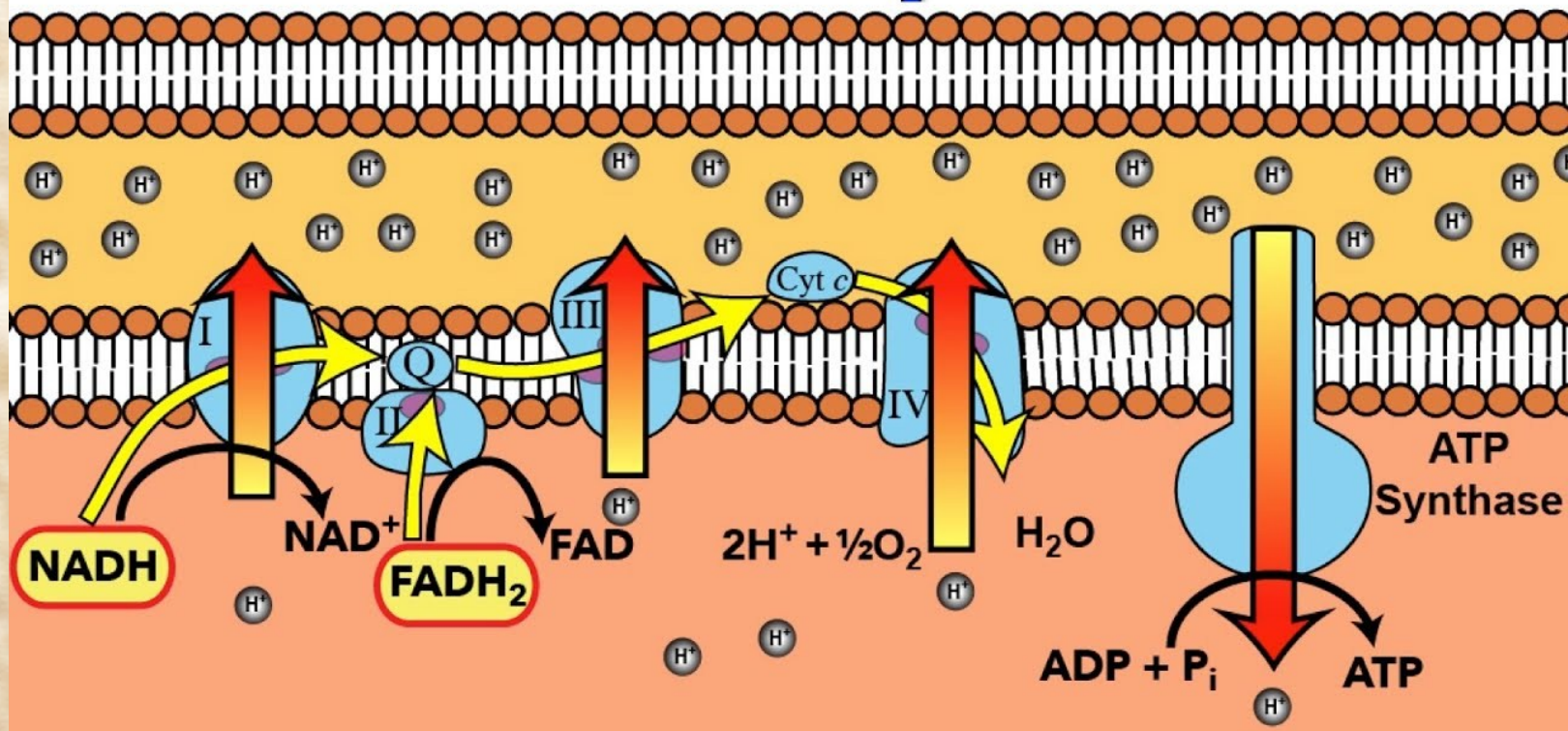
Az elektrontranszport-lánc folyamata:

- az e^- nagy energiájú (fotoszintézis: a $h \cdot \nu$ energiával **gerjesztett elektron**; respiráció: NADH és FADH₂ molekulák adnak **nagy energiájú elektron**okat),
- az e^- „haladva” a membránba beágyazott fehérjekomponensről a fehérjekomponensre adja le az energiáját a membránon áthatoló p^+ -nak,
- ennek következtében a membrán két oldala között p^+ -gradiens (elektro-kémiai potenciál-különbség) alakul ki.

A „kapcsolatok” felfedése

- e-transzport-lánc és a p⁺-pumpák

Electron Transport Chain



A „kapcsolatok” felfedése

- Azt is tudjuk, hogy az e^- és a p^+ „szubatomi részecskék”, azaz **kvantummechanikai objektumok**, ami azt is jelenti/jelentheti, hogy a „falon” meghatározható valószínűséggel hullámként is áthatolhatnak.
- Az ilyen típusú vizsgálatok egy új tudomány, a **kvantumbiológia** tárgya.

A „kapcsolatok” felfedése

- A kvantumbiológia az élő környezetre vonatkozó kvantummechanikai szemlélet, ismeretek és módszertani alkalmazások új tudománya.

A „kapcsolatok” felfedése

Visual phototransduction - Wikip... Jim Al-Khalili - Quantum Life: Ho... x

youtube.com/watch?v=wwgQVZju1ZM

quantum physics biology

BEJELENTKEZÉS

Suggestion of quantum tunnelling as a mechanism for mutations in DNA goes back nearly 50 years

REVIEWS OF MODERN PHYSICS VOLUME 35, NUMBER 3 JULY 1963

Proton Tunneling in DNA and its Biological Implications*

PER-OLOV LÖWDIN

Quantum Chemistry Group, Uppsala University, Uppsala, Sweden
Quantum Theory Project, University of Florida, Gainesville, Florida

istry, the electronic and protonic structure of biologically interesting molecules and systems has to be treated by quantum chemistry. This has lead to the opening of a new field which has been called sub-molecular biology or “quantum biology.” The prin-

56:18 / 59:57

Jim Al-Khalili - Quantum Life: How Physics Can Revolutionise Biology

808 091 megtekintés • 2013. jan. 30. 7,8 E 321 MEGOSZTÁS MENTÉS

#terramatters

Terra Mater Hirdetés www.youtube.com SUBSCRIBE

Következő AUTOMATIKUS LEJÁTSZÁS

The Secrets Of Quantum Physics: Let There Be Life (Ji... Spark 58:50 1,5 M megtekintés • 2 éve

Your brain hallucinates your conscious reality | Anil Seth TED 17:01 6,9 M megtekintés • 3 éve

Kvantummechanika: animáció a kvantumfizika magyarázatára Physics Videos by Eugene K... 25:47 2,5 M megtekintés • 7 éve

TESLA Nikola Tesla - Korlátlan energia és Egyiptom piramisai

Írjon ide a kereséshez

15:50 2020. 08. 10.

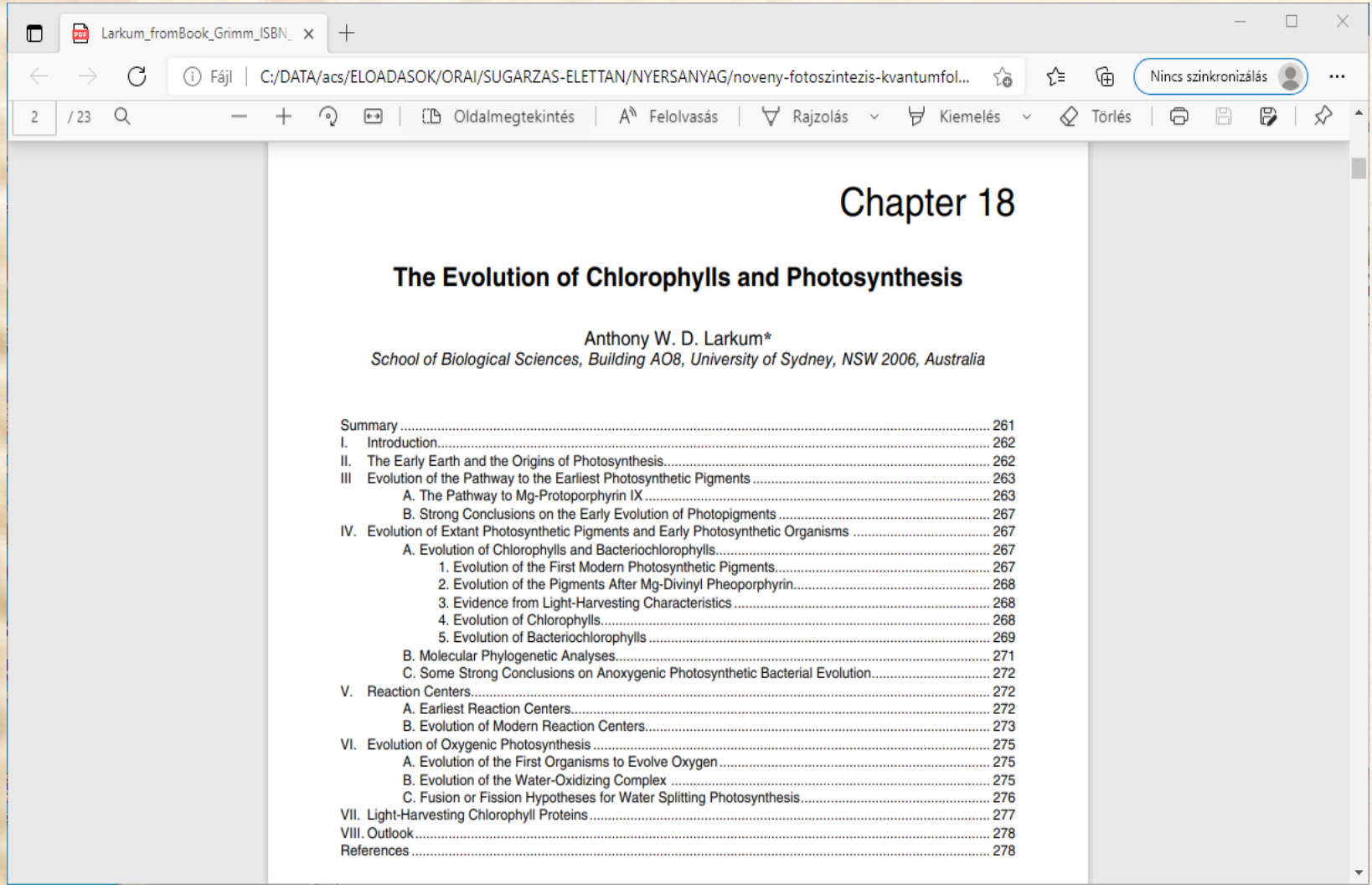
A „kapcsolatok” felfedése

- ATP-szintáz
- [https://
www.youtube.com/watch?v=XI8m6o0gXD
Y](https://www.youtube.com/watch?v=XI8m6o0gXDY)

A „kapcsolatok” felfedése

- ATP-szintáz: egy proton-meghajtású, forgó egységgel rendelkező ATP-gyár, mely ADP-ből és egy foszfátionból (PO_4^{3-}) állít elő ATP-t.

Konklúzió: az ATP a földi élet egységes „önteremtő képességének” gyönyörű példája



The image shows a PDF viewer window with the following details:

- Browser tabs: Larkum_fromBook_Grimm_ISBN_ x
- Address bar: C:/DATA/acs/ELOADASOK/ORAI/SUGARZAS-ELETTAN/NYERSANYAG/noveny-fotoszintezis-quantumfol...
- Page number: 2 / 23
- Chapter title: Chapter 18
- Section title: The Evolution of Chlorophylls and Photosynthesis
- Author: Anthony W. D. Larkum*
- Institution: School of Biological Sciences, Building A08, University of Sydney, NSW 2006, Australia
- Table of contents listing sections I through VIII and References with corresponding page numbers.

Summary	261
I. Introduction.....	262
II. The Early Earth and the Origins of Photosynthesis.....	262
III. Evolution of the Pathway to the Earliest Photosynthetic Pigments	263
A. The Pathway to Mg-Protoporphyrin IX	263
B. Strong Conclusions on the Early Evolution of Photopigments	267
IV. Evolution of Extant Photosynthetic Pigments and Early Photosynthetic Organisms	267
A. Evolution of Chlorophylls and Bacteriochlorophylls.....	267
1. Evolution of the First Modern Photosynthetic Pigments.....	267
2. Evolution of the Pigments After Mg-DivinyI Pheoporphyrin.....	268
3. Evidence from Light-Harvesting Characteristics	268
4. Evolution of Chlorophylls.....	268
5. Evolution of Bacteriochlorophylls	269
B. Molecular Phylogenetic Analyses.....	271
C. Some Strong Conclusions on Anoxygenic Photosynthetic Bacterial Evolution.....	272
V. Reaction Centers.....	272
A. Earliest Reaction Centers.....	272
B. Evolution of Modern Reaction Centers.....	273
VI. Evolution of Oxygenic Photosynthesis	275
A. Evolution of the First Organisms to Evolve Oxygen.....	275
B. Evolution of the Water-Oxidizing Complex	275
C. Fusion or Fission Hypotheses for Water Splitting Photosynthesis.....	276
VII. Light-Harvesting Chlorophyll Proteins.....	277
VIII. Outlook.....	278
References	278

Legvégül: Humboldt mondásai a Földdel és az emberrel kapcsolatban

- Milyen gyönyörű a **napfény**, mintha mennyországba hívná a Földet.
- A Világ (foton, e^- , p^+ és az élő világ) mindenütt teljes, ahova nem jut el az ember a maga kínjaival.