

# Az ember sejtjeit felépítő elemek: az élő anyag molekulái, biológiai makromolekulák

**H.-Minkó Krisztina**

**P.-Fejszák Nóra**

**Halasy Viktória**

Semmelweis Egyetem

Anatómiai, Szövet- és Fejlődéstani Intézet

EKK, Egészségügyi ügyvitelszervező szak

2019. 09. 18.

# Definíciók

- Elem
- Atom – Neutron, Proton, Elektron, Atommag, Elektronfelhő
- Rendszám
- Tömegszám - Izotópok
- Kation, Anion
- Elektronegativitás
- Kovalens és ionos kötés
- Hidrogén-híd és Van der Waals kötés

**PERIÓDUSOS RENDSZER**

1 I.A		2 II.A										3 III.A										4 IV.A										5 V.A										6 VI.A										7 VII.A										8 VIII.A																																																																																																																					
1	Hidrogén	2	Helium	3	Li	4	Be	5	B	6	C	7	N	8	O	9	F	10	Ne	11	Na	12	Mg	13	Al	14	Si	15	P	16	S	17	Cl	18	Ar	19	K	20	Ca	21	Sc	22	Ti	23	V	24	Cr	25	Mn	26	Fe	27	Co	28	Ni	29	Cu	30	Zn	31	Ga	32	Ge	33	As	34	Se	35	Br	36	Kr	37	Rb	38	Sr	39	Y	40	Zr	41	Nb	42	Mo	43	Tc	44	Ru	45	Rh	46	Pd	47	Ag	48	Cd	49	In	50	Sn	51	Sb	52	Te	53	I	54	Xe	55	Cs	56	Ba	57-71	Lantanoidák	72	Hf	73	Ta	74	W	75	Re	76	Os	77	Ir	78	Pt	79	Au	80	Hg	81	Tl	82	Pb	83	Bi	84	Po	85	At	86	Rn	87	Fr	88	Ra	89-103	Aktinoidák	104	Rf	105	Db	106	Sg	107	Bh	108	Hs	109	Mt	110	Ds	111	Rg	112	Cn	113	Nh	114	Fl	115	Mc	116	Lv	117	Ts	118	Og

s-mező elemek: 57 La, 58 Ce, 59 Pr, 60 Nd, 61 Pm, 62 Sm, 63 Eu, 64 Gd, 65 Tb, 66 Dy, 67 Ho, 68 Er, 69 Tm, 70 Yb, 71 Lu  
 p-mező elemek: 87 Fr, 88 Ra, 89-103 Aktinoidák  
 d-mező elemek: 89 Ac, 90 Th, 91 Pa, 92 U, 93 Np, 94 Pu, 95 Am, 96 Cm, 97 Bk, 98 Cf, 99 Es, 100 Fm, 101 Md, 102 No, 103 Lr, 104 Rf, 105 Db, 106 Sg, 107 Bh, 108 Hs, 109 Mt, 110 Ds, 111 Rg, 112 Cn, 113 Nh, 114 Fl, 115 Mc, 116 Lv, 117 Ts, 118 Og

# Elektronegativitás

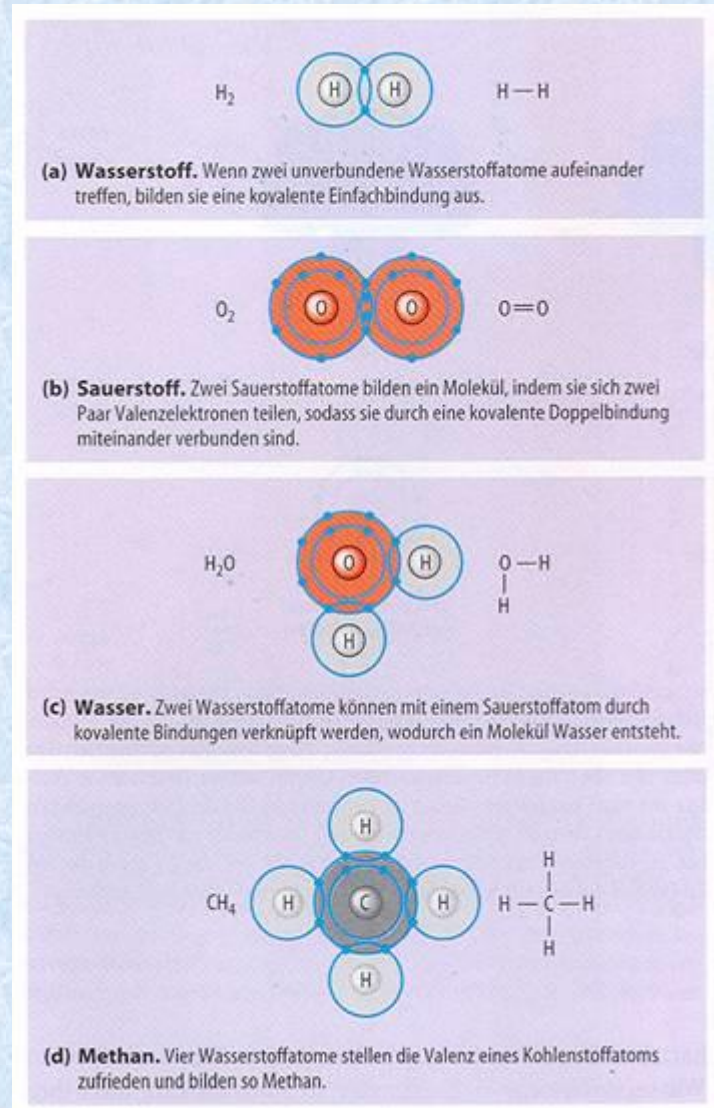
→ **Atomsugár nő** → **Ionizációs energia nő** → **Elektronegativitás nő** →

<b>Csoport</b> (oszlopok)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
<b>Periódus</b> (sorok)																		
1	H 2,20																	He 3,89
2	Li 0,98	Be 1,57											B 2,04	C 2,55	N 3,04	O 3,44	F 3,98	Ne 3,67
3	Na 0,93	Mg 1,31											Al 1,61	Si 1,90	P 2,19	S 2,58	Cl 3,16	Ar 3,3
4	K 0,82	Ca 1,00	Sc 1,36	Ti 1,54	V 1,63	Cr 1,66	Mn 1,55	Fe 1,83	Co 1,88	Ni 1,91	Cu 1,90	Zn 1,65	Ga 1,81	Ge 2,01	As 2,18	Se 2,55	Br 2,96	Kr 3,00
5	Rb 0,82	Sr 0,95	Y 1,22	Zr 1,33	Nb 1,6	Mo 2,16	Tc 1,9	Ru 2,2	Rh 2,28	Pd 2,20	Ag 1,93	Cd 1,69	In 1,78	Sn 1,96	Sb 2,05	Te 2,1	I 2,66	Xe 2,67
6	Cs 0,79	Ba 0,89	*	Hf 1,3	Ta 1,5	W 2,36	Re 1,9	Os 2,2	Ir 2,20	Pt 2,28	Au 2,54	Hg 2,00	Tl 1,62	Pb 2,33	Bi 2,02	Po 2,0	At 2,2	Rn 2,2
7	Fr 0,7	Ra 0,9	**	Rf	Db	Sg	Bh	Hs	Mt	Ds	Rg	Uub	Uut	Uuq	Uup	Uuh	Uus	Uuo
Lantanoidák	*	La 1,1	Ce 1,12	Pr 1,13	Nd 1,14	Pm 1,13	Sm 1,17	Eu 1,2	Gd 1,2	Tb 1,1	Dy 1,22	Ho 1,23	Er 1,24	Tm 1,25	Yb 1,1	Lu 1,27		
Aktinoidák	**	Ac 1,1	Th 1,3	Pa 1,5	U 1,38	Np 1,36	Pu 1,28	Am 1,13	Cm 1,28	Bk 1,3	Cf 1,3	Es 1,3	Fm 1,3	Md 1,3	No 1,3	Lr 1,291		

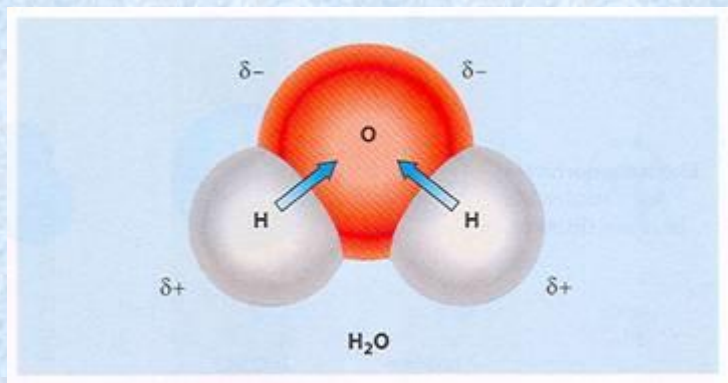
➤ Elsőrendű kémiai kötések

● Kovalens kötés

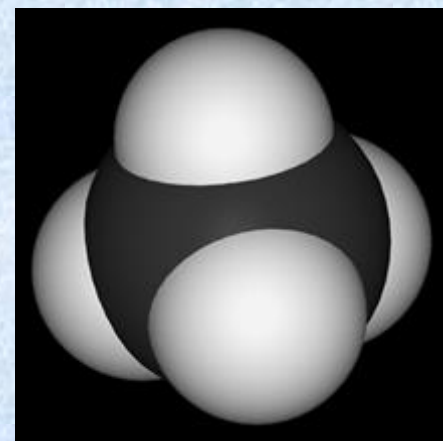
A **kovalens kötés** (elsőrendű kötés) atomok között egy vagy több közös elektrópárral kialakuló kapcsolat → stabil elektronszerkezet kialakítása



## Poláros / Apoláros kovalens kötések



**Poláros (Hidrofil)**



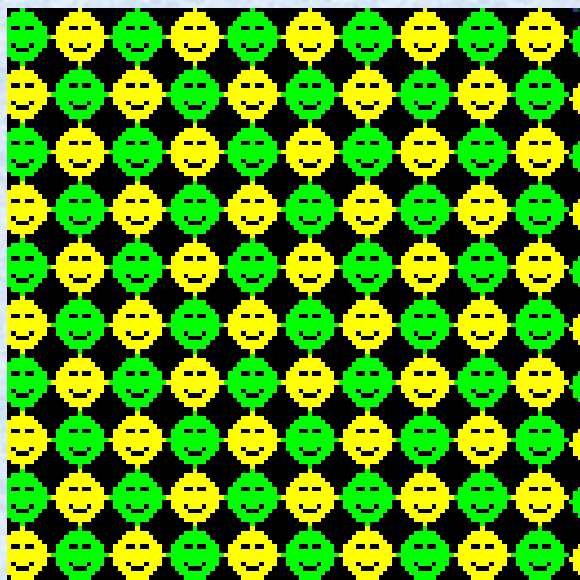
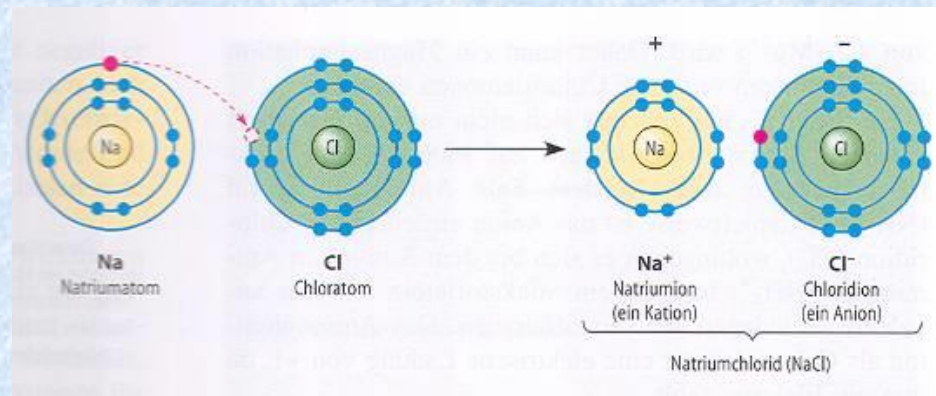
**Apoláros (Hidrofób)**

**Elektronegativitás!!!**

## ➤ Elsődleges kémiai kötések

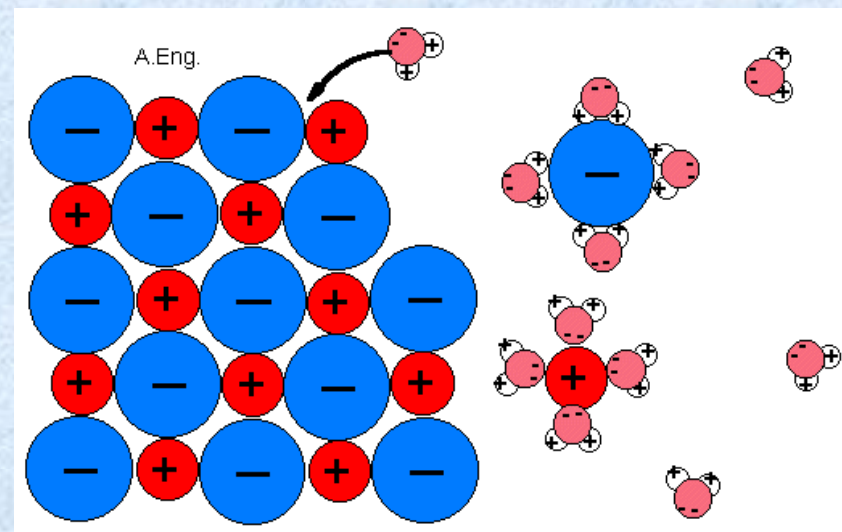
### ● Ionos kötés

Az **ionos kötés** elsőrendű kémiai kötés, mely ellentétes töltésű ionokat tartalmazó anyagokban fordul elő. Az ionok közötti elektrosztatikus vonzás és taszítás szabályos szerkezetbe, ionrácsba rendezi az anyagot alkotó ionokat, melynek a rácspontjain szabályosan váltakozva kationok és anionok találhatóak.



Anion

Kation



## ➤ Másodrendű kémiai kötések

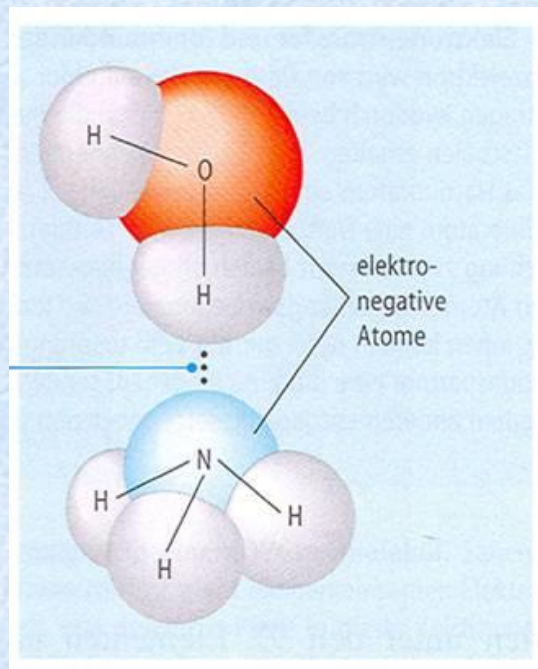
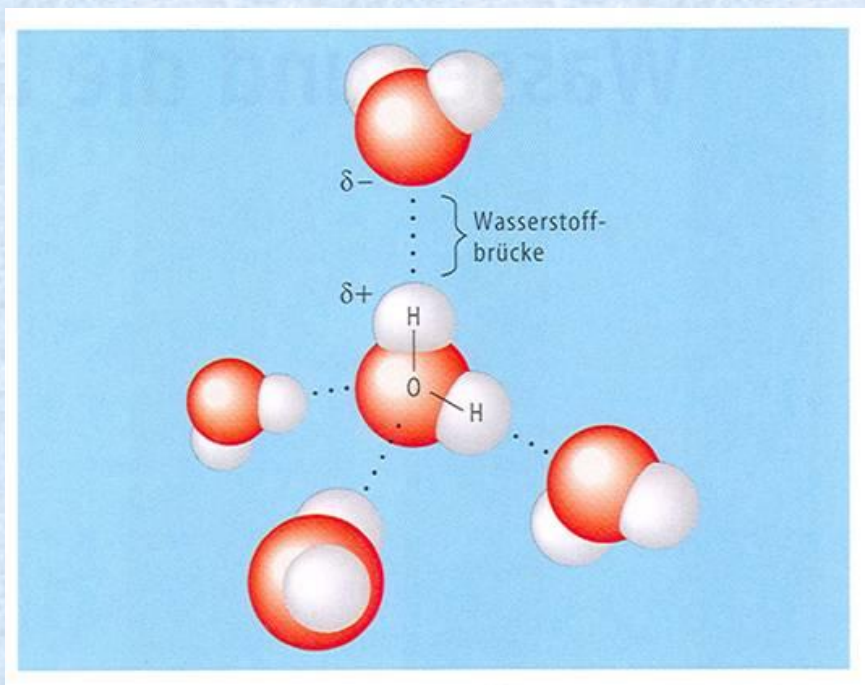
### ● Hidrogén-híd kötés

#### Feltételei:

- Nagy elektronegativitású
- Kis méretű atom
- Nem kötő elektronpár jelenléte
- Közvetlen kapcsolat H atommal

F; O; N

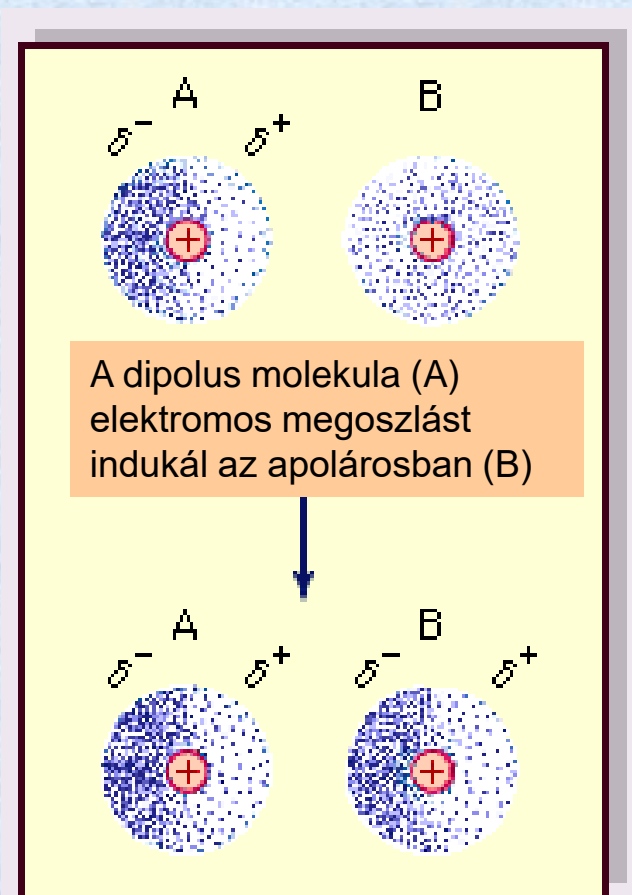
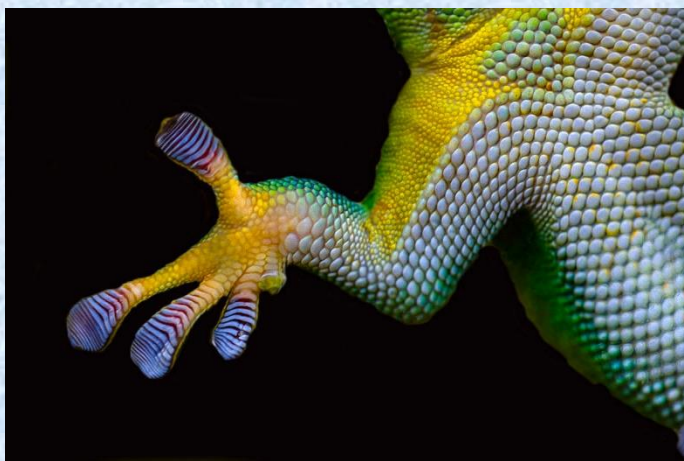
**Kötés:** F; O; N és egy H atom között



## ➤ Másodrendű kémiai kötések

### ● Van-der-Waals kölcsönhatás

- Molekulán belüli töltés asszimetriából következik
- Gyenge elektrodinamikus erők
- Intermolekuláris kölcsönhatások
- Pl. dipól-dipól kh.





# Biológiai alkotóelemek

A szervezetet különféle szervetlen és szerves molekulák, valamint ionok építik fel.

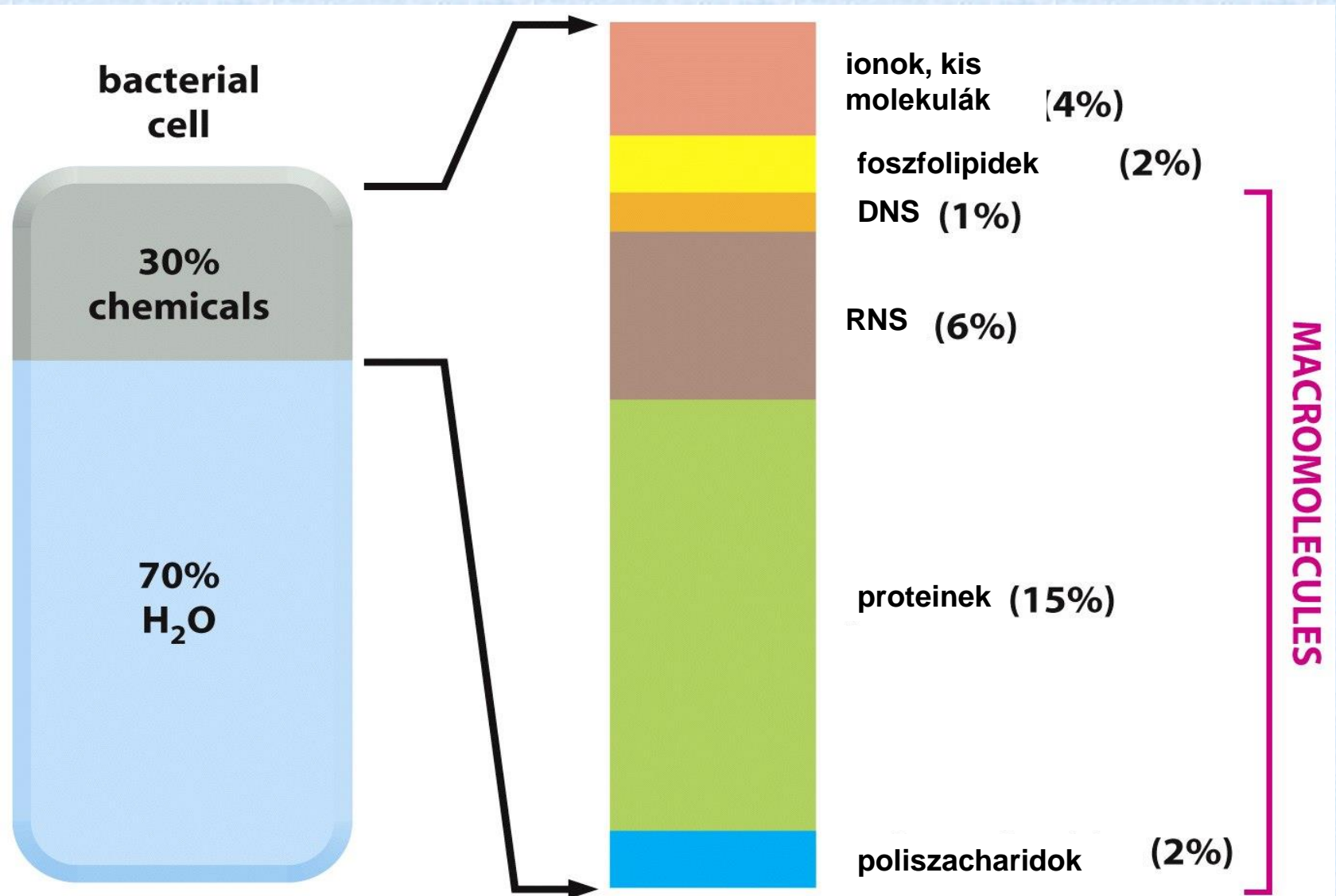


Figure 2-29 Molecular Biology of the Cell 5/e (© Garland Science 2008)

A testünk nagy részét (60-70%) **víz** alkotja, melynek aránya csökken az életkor előrehaladtával.

A különféle **makromolekulák** együttesen képezik a testünk második legnagyobb arányban jelenlévő komponenseit.

A makromolekulák közül legnagyobb mennyiségben a **fehérjék** fordulnak elő a szervezetünkben, ezt követik a **nukleinsavak**, majd a **szénhidrátok** és a **lipidek**. A **kismolekulák** és az **ionok** a szervezetünk kisebb hányadát alkotják.

# A Földet 92 természetesen előforduló elem alkotja, s ebből 21 található meg az élő szervezetekben

Ezek közül a leggyakrabban előfordulók a következők: szén (C); oxigén (O), hidrogén (H) és nitrogén (N). Más elemek kisebb mennyiségben fordulnak elő a szervezetben; ezek a foszfor (P), kálium (K), kén (S), kalcium (Ca), nátrium (Na) és klór (Cl).  
vas (Fe), magnézium (Mg)

→ Atomsugár nő → Ionizációs energia nő → Elektronegativitás nő →

Csoport (oszlopok)

Periódus (sorok)

1

2

3

4

5

6

7

Lantanoidák

Aktinoidák

1																	2
H																	He
3	4											5	6	7	8	9	10
Li	Be											B	C	N	O	F	Ne
11	12											13	14	15	16	17	18
Na	Mg											Al	Si	P	S	Cl	Ar
19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr
37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54
Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	I	Xe
55	56		72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86
Cs	Ba		Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn
87	88																
Fr	Ra																

fő alkotóelemek  
 nyomelemek

↙ lantanoidák  
 ↘ aktinoidák

# A szén speciális sajátságai:

(1) A szén 4 vegyértékű, azaz 4 kovalens kötést tud létrehozni más elemekkel vagy más szén atomokkal.

(2) A szénatomok összekapcsolódásával hosszú láncmolekulák kialakulása válik lehetővé.

(3) A 4 vegyérték az oldalláncok különféle kombinációit eredményezheti.

(4) Továbbá, a szénatom kötései egy tetraéder csúcsai felé mutatnak, ezért a szén-szén kötések nagyon erősek, ami stabil molekulaszervezetet eredményez.

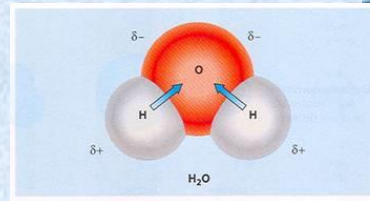
**A szén e sajátságai teszik lehetővé a földi élet létezését 😊**



# A víz központi szerepet játszik az élő rendszerekben:

az élők testének nagy része víz, illetve a legtöbb faj életterét jelenti (édesvizek, óceánok).

## A víz speciális kémiai és fizikai sajátságai teszik lehetővé az élet létezését 😊



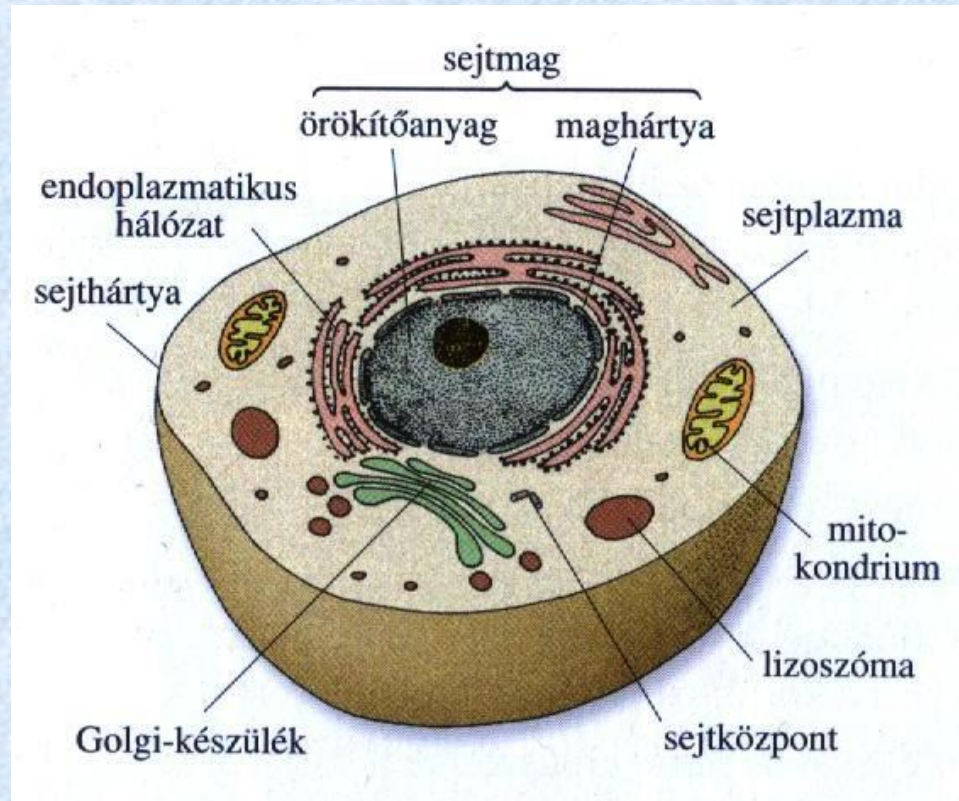
E sajátságok a következők.

(1) A vízmolekula univerzális **oldószer**, melynek oka a **dipólusos** szerkezetében rejlik. A víz két H molekulájának egy-egy elektronja megosztva kering a H és az O atomok körül (kovalens kötés), de az oxigén környezetében több időt tartózkodik. A poláros és ionos anyagok elektrosztatikus töltéssel rendelkeznek, ezért vonzzák a vizet. A vízhez való vonzódás azt eredményezi, hogy ezek az anyagok egymás helyett a vízzel létesítenek kapcsolatot, s így elkülönülnek egymástól, más szóval, oldódnak a vízben. Ezeket az anyagokat nevezzük **hidrofil (vízkedvelő)** molekuláknak, melyek lehetnek **ionok**, vagy egyéb **poláros molekulák**. Az **apoláros anyagoknak** nincs poláros felületük, azért nem oldódnak a vízben (**hidrofóbobok = vízgyűlölők**).

(2) A vízmolekula szobahőmérsékleten folyékony, melynek oka a **hidrogénkötésekben** keresendő. Egy folyékony halmazállapotú anyag szolgálhat csak oldószerként, mert egy szilárd anyagban az alkotóelemek túlságosan rögzítettek, míg egy gáz szerkezete instabil. (3) A víz **felületi feszültséggel** rendelkezik. Egy víz molekula sokkal erősebben vonz egy másik víz molekulát, mint egy levegő molekulát, így egyenlőtlen eloszlású H-kötések jönnek létre, amelyek egyfajta „**filmréteget**” alakítanak ki a felszínen. (4) A víz **4 °C-on maximális sűrűségű**, ami azt eredményezi, hogy a nagy víztömegek, mint például egy óceán, a felszíni hőmérséklet variációk ellenére a mélyben stabilan 4 °C-os. (5) A víz **nedvesít**. Poláros szilárd anyagok felszíne vonzza a vizet, ami, ezáltal nedvesíti azokat.

# Makromolekulák

1000 Daltonnál nagyobb molekulák  
Monomerekből épülnek fel



# Makromolekulák I.

## FEHÉRJÉK



# A fehérjék funkciói

A szervezet „igáslovai” kb. 18%

Struktúrfehérjék

Raktározó fehérjék

Transzportfehérjék

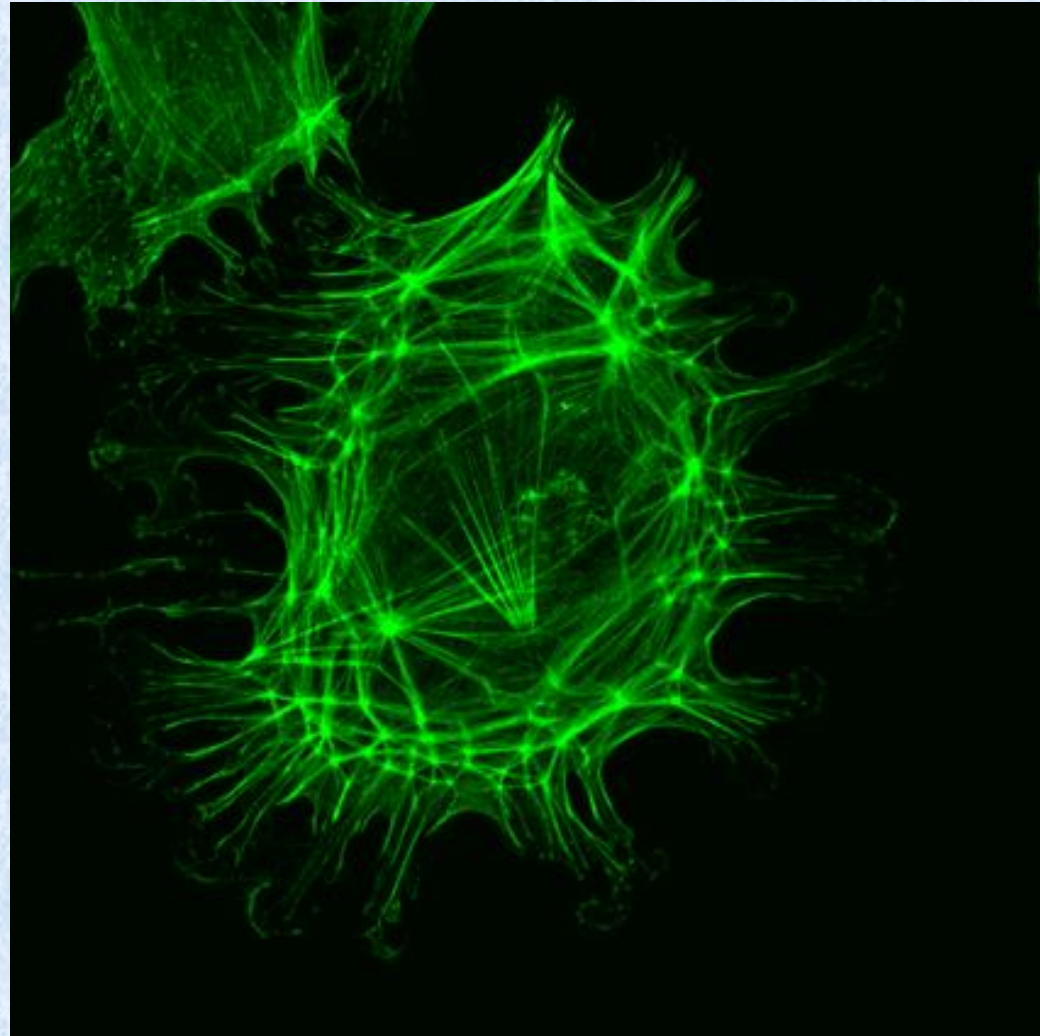
Hormonok

Receptorfehérjék

Kontraktilis fehérjék

Immunfehérjék

Enzimek



# Fehérjék építőkövei

## ➤ Aminosavak (20)

Több As össze kapcsolódása hozza létre a fehérjét  
Sorrendjük fontos: funkció meghatározó szerep

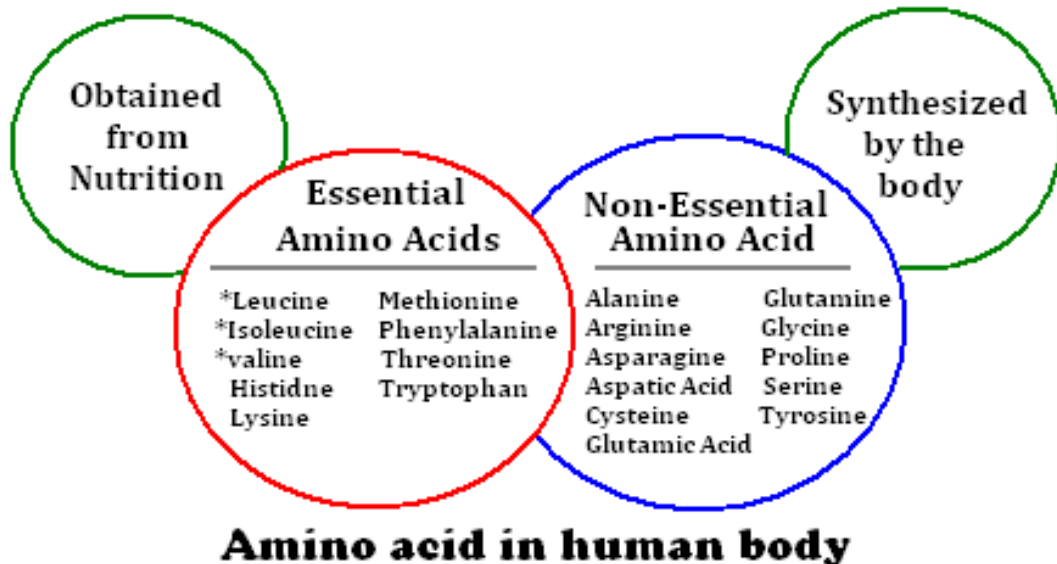


Amino Acids =  
Building Blocks  
of Protein



**Esszenciális As:** étkezéssel kell pótolni  
(9)

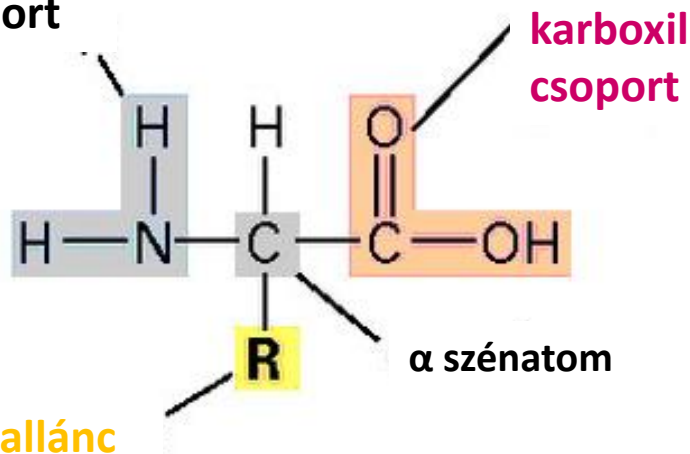
**Nem-esszenciális As:** szervezetünk  
állítja elő



# Fehérjék építőkövei

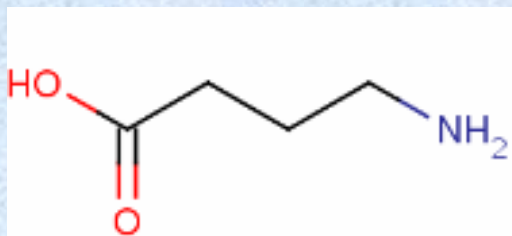
## ➤ aminosavak

amino csoport

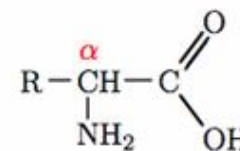


•Az aminosavak két funkciós csoportot tartalmaznak: **amino-** és **karboxil** csoportot.

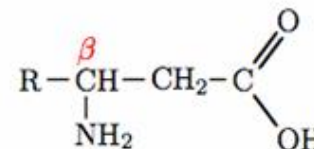
•Különböző méretű vagy töltésű oldalláncaik (R) eltérő kémiai tulajdonságot kölcsönöz nekik → csoportosításuk alapja



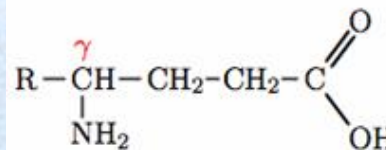
GABA  
( $\gamma$ -amino-vajsav)



$\alpha$ -aminosav



$\beta$ -aminosav

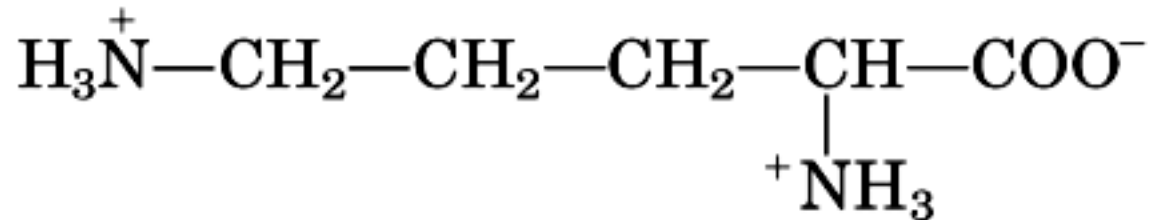


$\gamma$ -aminosav

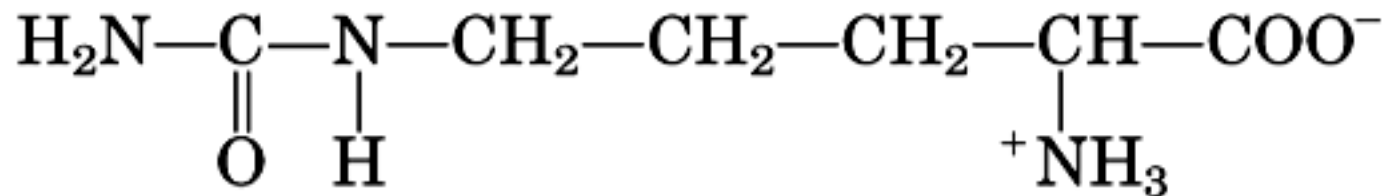
Az aminocsoport karboxilcsoporthoz viszonyított helyzete alapján:  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$  aminosavak



- Nem fehérje alkotó aminosavak



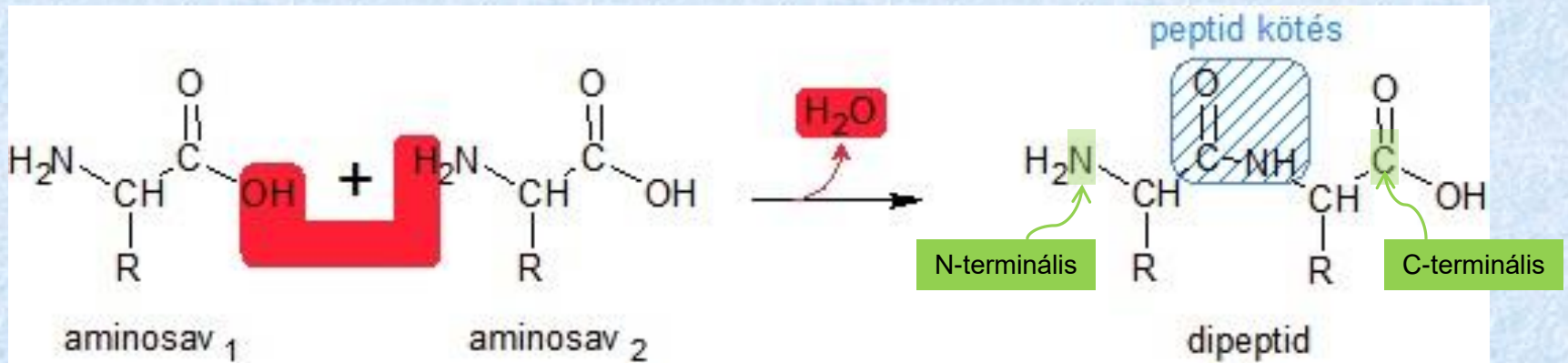
Ornithine



Citrulline

# Fehérjén belüli kötés típusok I.

## ➤ Peptidkötés



- Az egyes aminosavak (As) peptid kötéssel kapcsolódnak egymáshoz. A kötés kialakításában az egyik As amino (-NH<sub>2</sub>) csoportja és a másik As karboxil (-COOH) csoportja vesz részt, közben vízkilépés történik. Az As-k összekapcsolódásával kialakuló molekulákat peptideknek nevezzük.
- A keletkező hosszú polipeptid lánc egyik végén mindig marad egy szabad amino-csoport → ez lesz a fehérje **N-terminálisa**, a másik végén szabad karboxil-csoporttal rendelkezik → fehérjék **C-terminálisa**

2 db As= dipeptid

3 db As= tripeptid



tetrapeptid



pentapeptid



$n$  Dipeptid  $\longrightarrow$  Polipeptid +  $(n-1)H_2O$

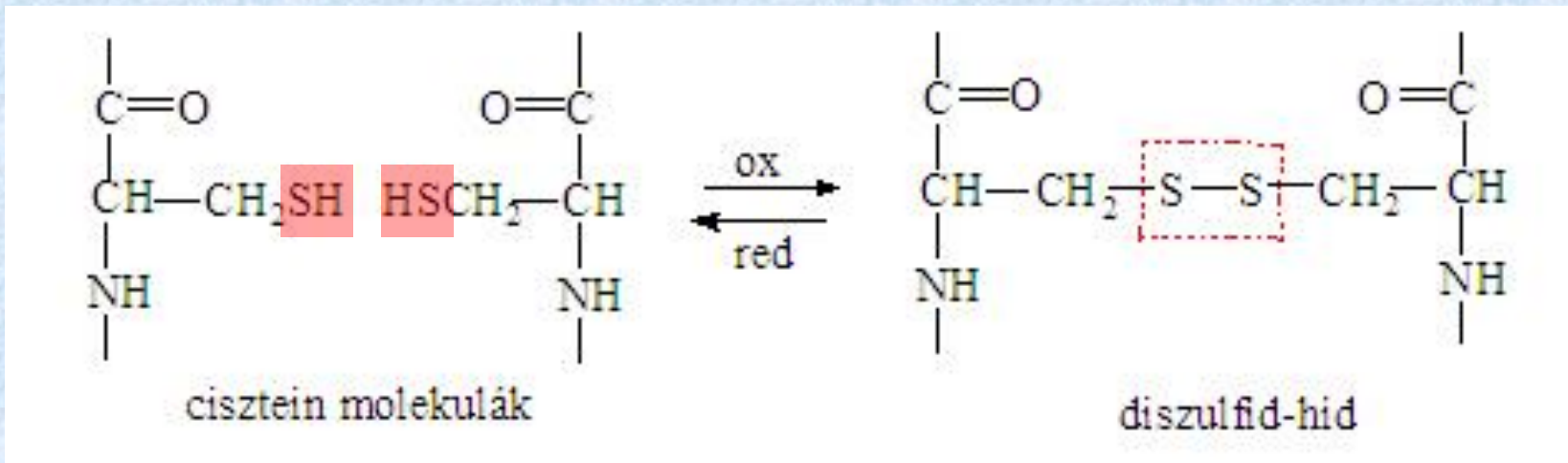
$n$  Tripeptid  $\longrightarrow$  Polipeptid +  $(n-1)H_2O$



Ha  $n \geq 100$  = fehérje  
ennek már van 3D szerkezete

## Fehérjén belüli kötés típusok II.

### ➤ Diszulfid híd képződés



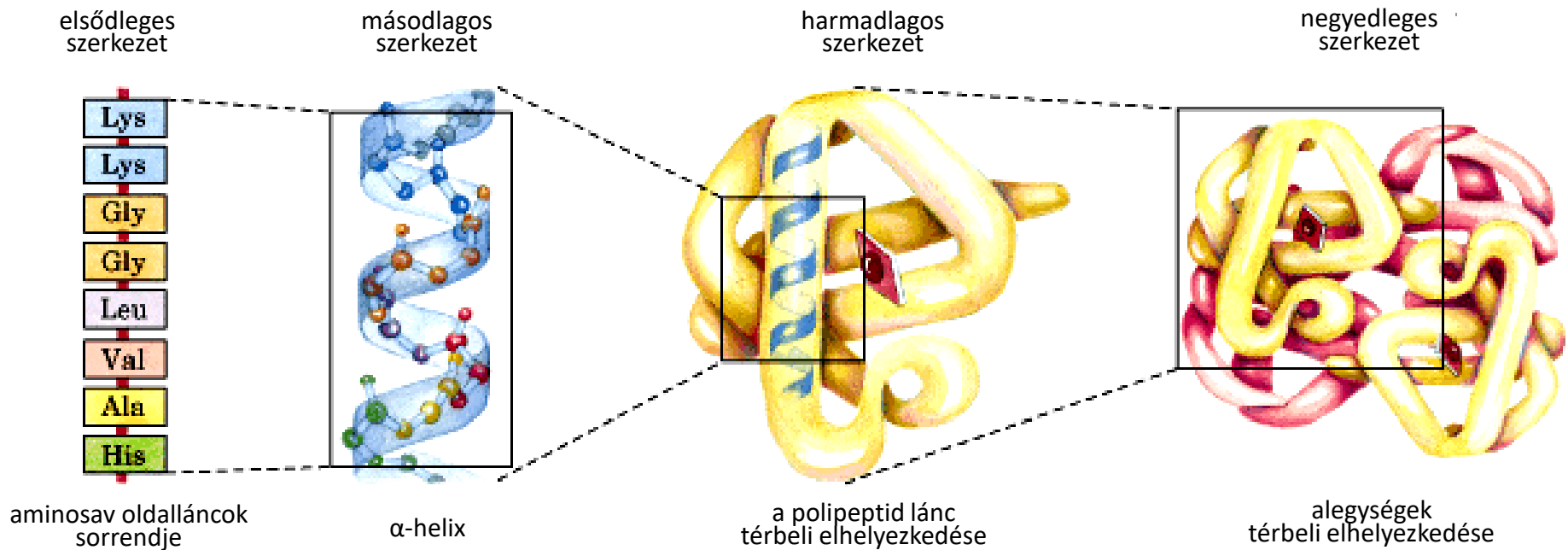
- A diszulfid kötés két cisztein tiol ( $-\text{SH}$ ) csoportja között hidrogénleadás következtében alakul ki.
- A fehérjék magasabb rendű szerkezeteinek kialakításában van jelentős szerepe  $\rightarrow$  polipeptid lánc térbeli szerkezetének rögzítése  
 $\rightarrow$  több polipeptid lánc összekapcsolódása nagyobb molekulává



# A fehérjék szerkezetének főbb szerveződési szintjei

- **Elsődleges** = aminosav sorrend
- **Másodlagos** = hélix, lemez, hordó, (hajtű) kanyar, hurok
- **Harmadlagos** = a térbeli szerkezet
- **Negyedleges** = fehérje komplexek

A szerveződési szintek viszonya egy fehérje szerkezetében:



# Az egyes szerveződési szinteket stabilizáló kémiai kötések és kölcsönhatások

---

## Szerveződési szint

## Stabilizátor

---

elsődleges

peptidkötés

másodlagos

hidrogén kötés

harmadlagos

hidrofób kölcsönhatások  
(diszulfid híd, hidrogén kötés, sókötés)

negyedleges

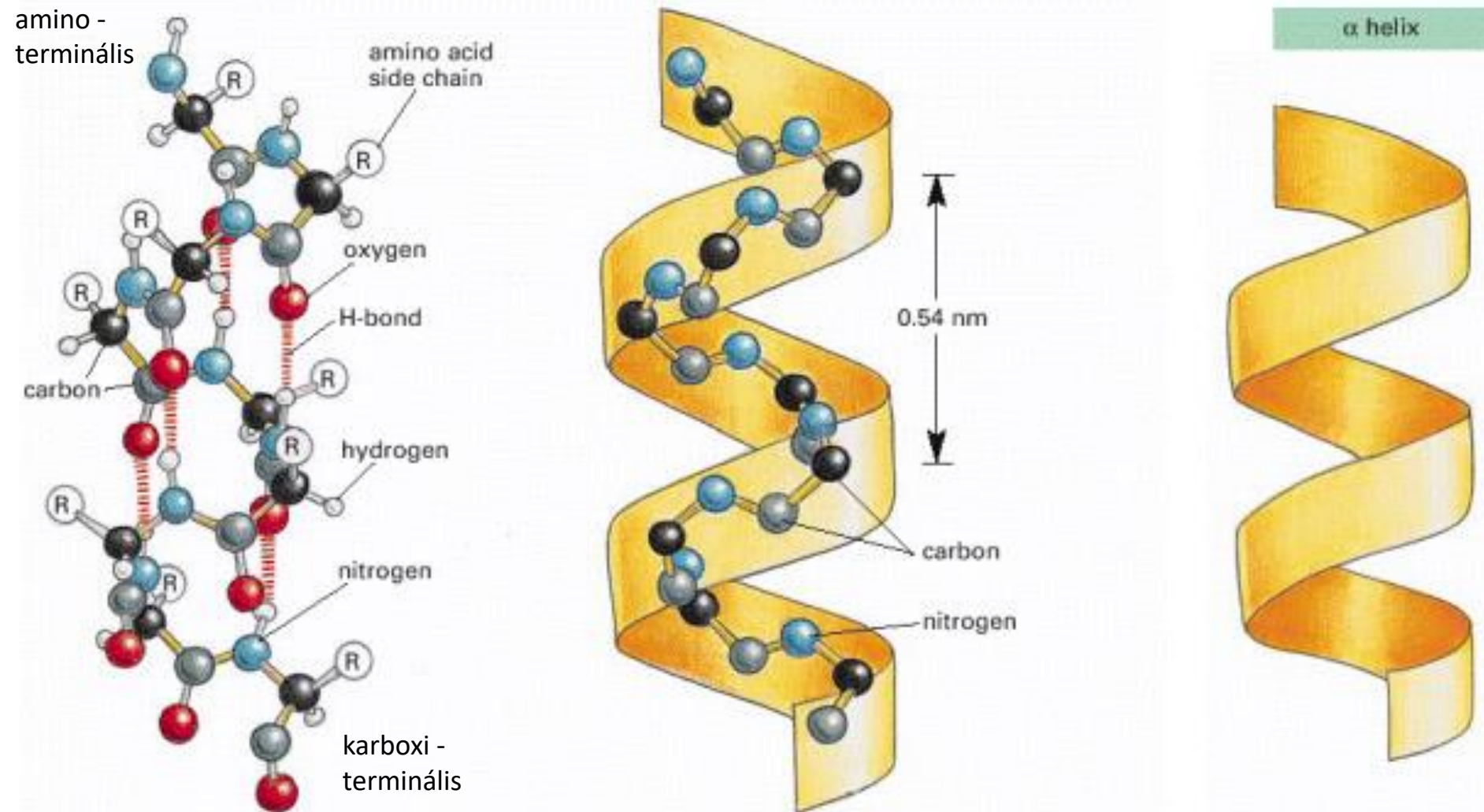
diszulfid híd  
sókötés  
hidrofób kölcsönhatások  
hidrogén kötés

---

## ➤ Másodlagos szerkezetek - főláncbéli atomok H-hidas kölcsönhatás rendszere

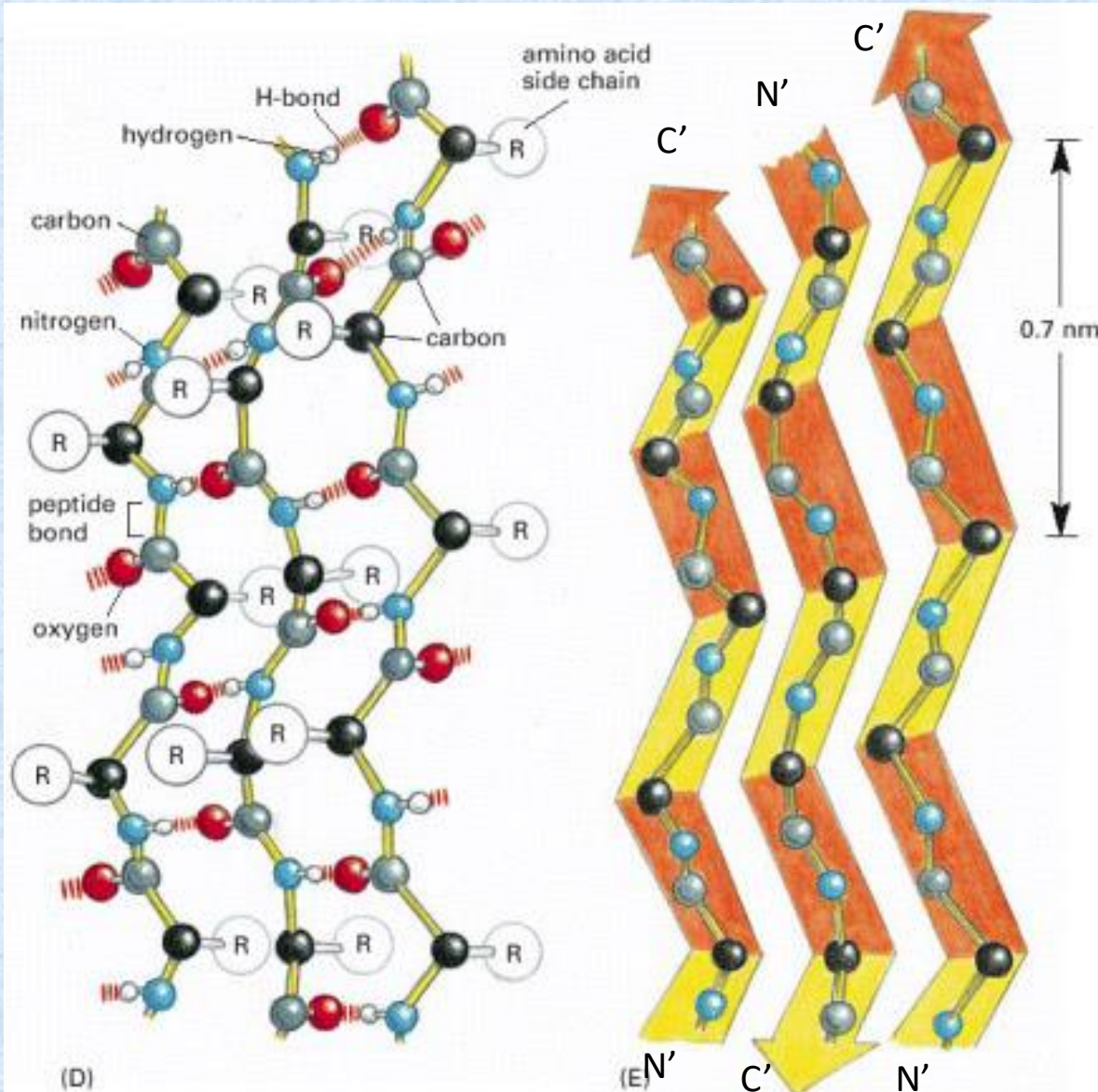
### ● $\alpha$ hélix („lánc párhuzamos” H-kötések)

Képzeltbeli, függőleges tengely mentén a polipeptid lánc helikális struktúrát alkot. A hélixet az egymást követő fordulataiban, egymás fölé kerülő N-H és C=O csoportjai közötti hidrogén-híd kötések stabilizálják.



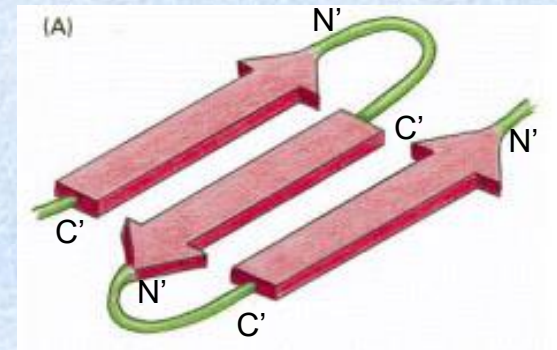
## ● **β redő** („lánc merőleges” H-kötések)

A polipeptidláncok párhuzamosan rendeződnek egymás mellé és a szemközti N-H és C=O csoportok közötti hidrogén-híd kötéssel kapcsolódnak egymáshoz.



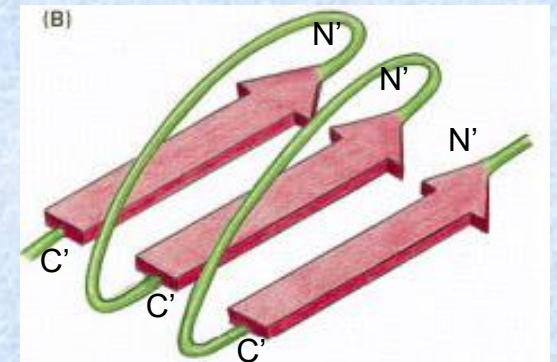
## Altípusok

### Antiparallel



A láncok ellentétes N-C terminális irányultságban rendeződnek egymás mellé.

### Parallel



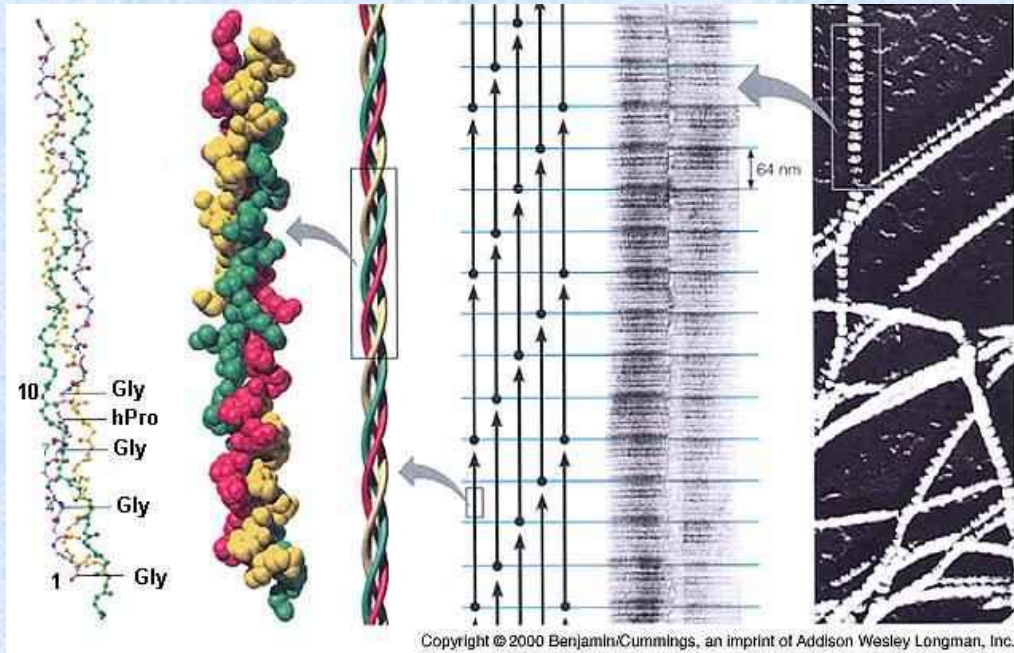
A láncok N-C terminális irányultsága megegyezik.

## ➤ Harmadlagos szerkezet (Polipeptid lánc térbeli elhelyezkedése)

- fibrilláris
- globuláris

### Fibrilláris

A fehérje teljes polipeptid lánc egyféle másodlagos struktúrát tartalmaz (vagy  $\alpha$ -hélix vagy  $\beta$ -redő)

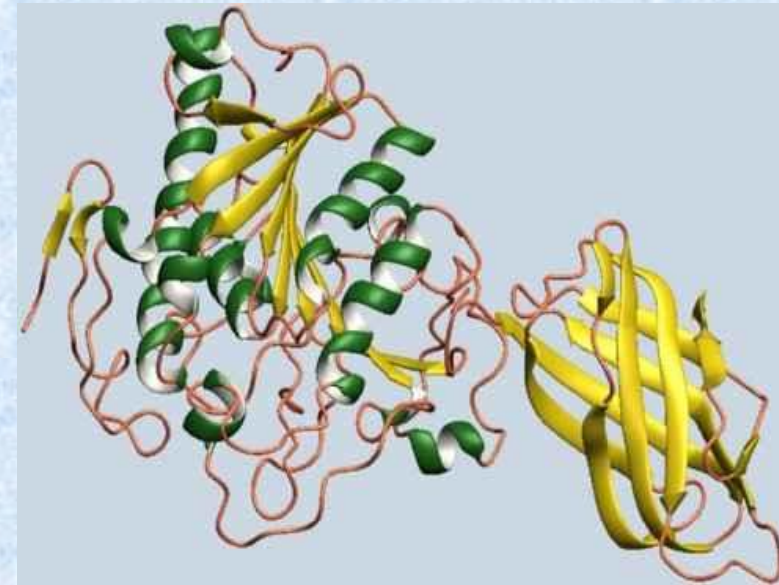


tropokollagén

kollagén

### Globuláris

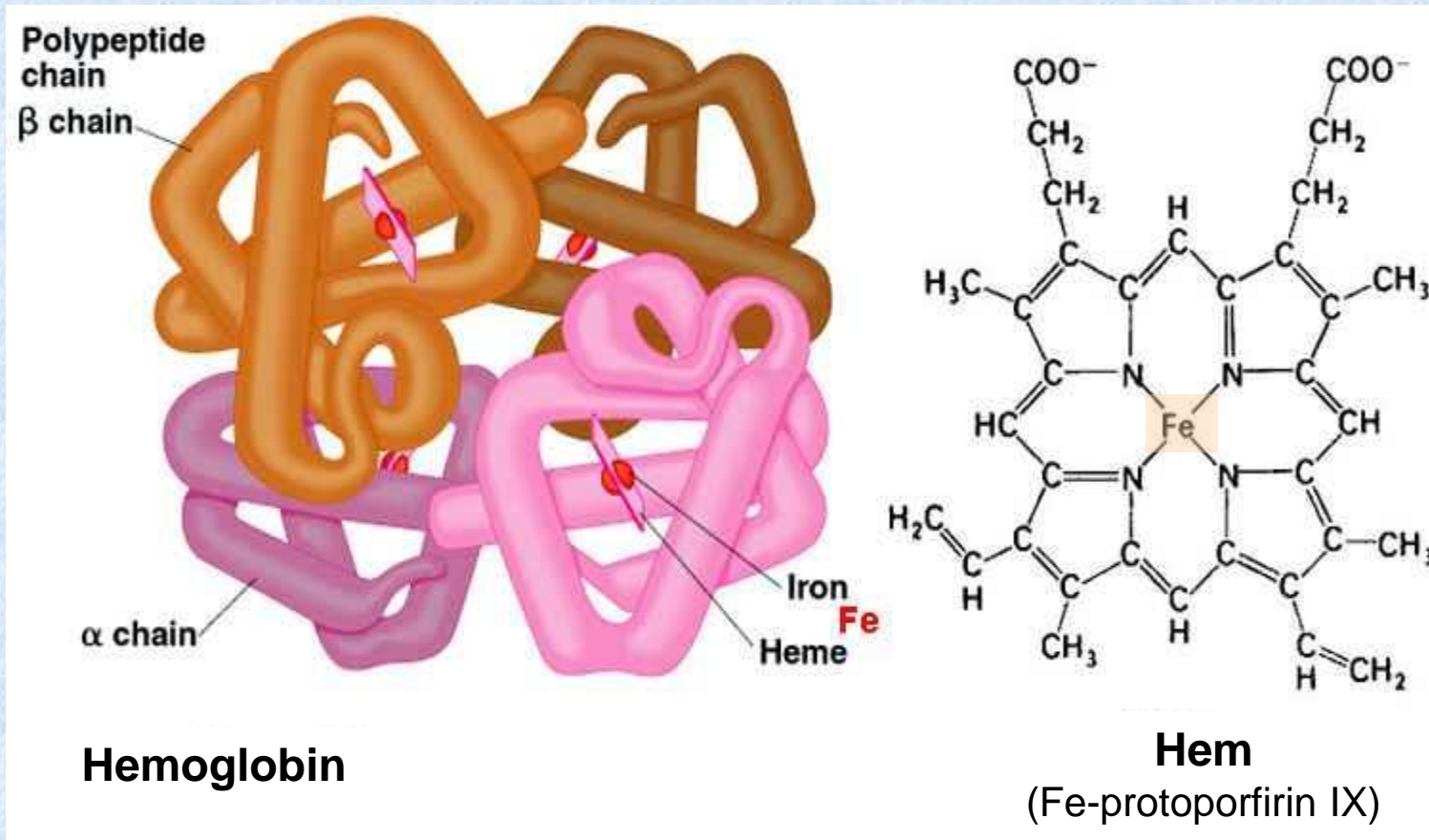
A fehérje polipeptid lánc többféle másodlagos struktúrát tartalmaz ( $\alpha$ -hélix és  $\beta$ -redő)



hasnyálmirigy lipáz

## ➤ Negyedleges szerkezet

Fehérje komplexek alegység szerkezete



Több polipeptidlánc meghatározott molekulává történő aggregációjakor keletkező struktúra.

**Szupramolekuláris szerkezet!** vírus kapszid, citoskeleton, enzim komplexek, riboszómák stb.

## A fehérjék 3D struktúrájához kapcsolódó funkcionális változások I.

- Folding
- Natív konformáció

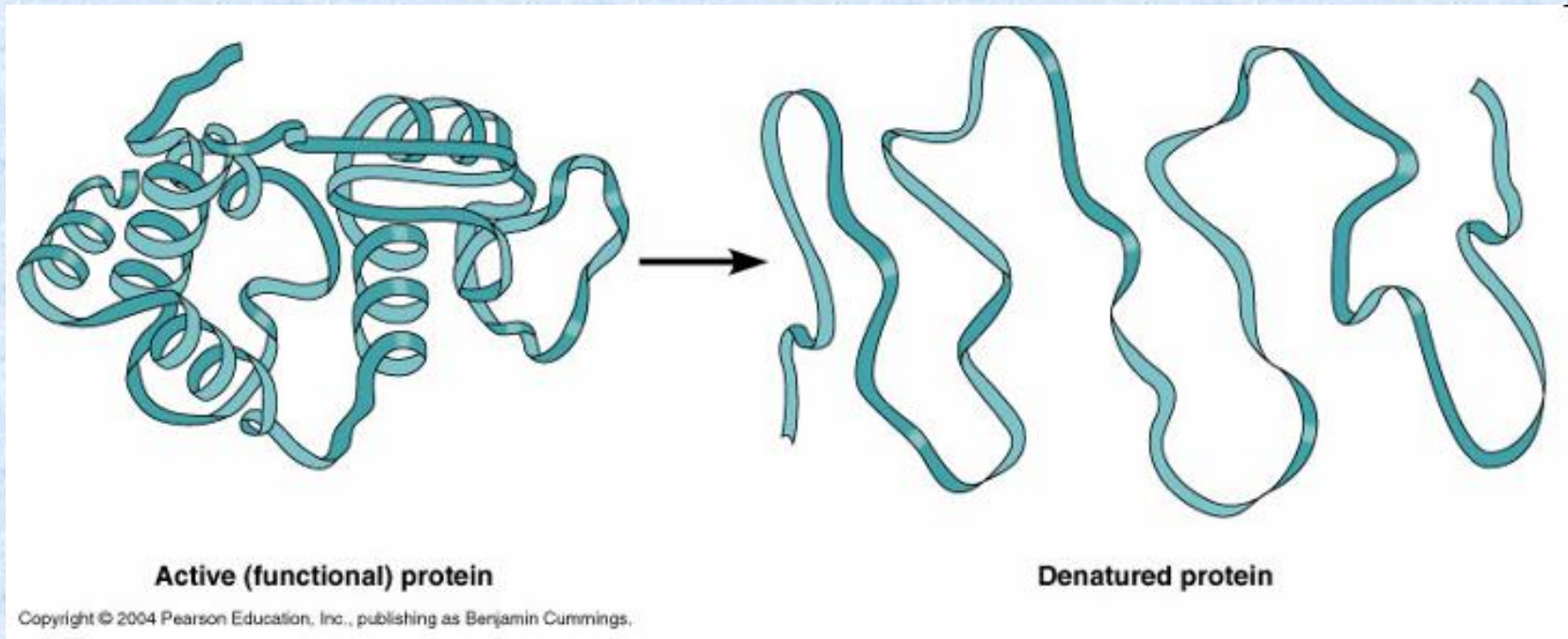
Azt a folyamatot, amely során a fehérje feltekeredik vagyis felveszi három dimenziós térbeli szerkezetét **folding**-nak nevezzük.

A folding során a polipeptidláncban egymástól távol álló aminosavak kapcsolatba kerülnek egymással, létrehozva a fehérje működőképes konformációját.

A fehérjék háromdimenziós, specifikus funkcióra alkalmas formáját **natív konformációnak** nevezzük.

## A fehérjék 3D struktúrájához kapcsolódó funkcionális változások II.

- Denaturálás



Külső káros hatás (például melegítés) által kiváltott konformáció-változás, mely funkcióvesztéssel jár. Denaturáció során másodlagos, harmadlagos és negyedleges szerkezet károsodhat és a folyamat következtében a fehérje oldékonysága is csökken.

Lehet **reverzibilis** (funkció visszanyerése lehetséges) és **irreverzibilis** (funkció visszanyerése nem lehetséges).

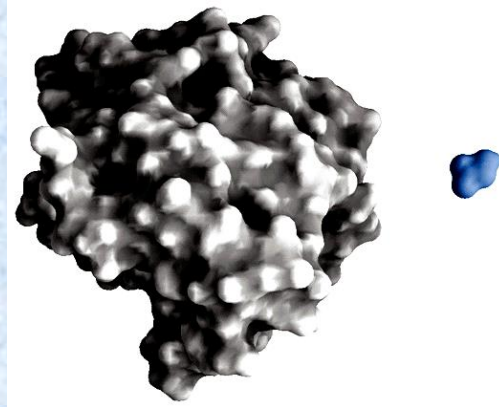


# Enzimek

# Enzimek = biológiai katalizátorok

Önmagukban igen lassan végbemenő reakciók időbeli meggyorsításához katalízisre van szükség. A katalízist az enzimek végzik

Enzim és szubsztrátja



Oldószer által hozzáférhető felszín



Sematikus ábra

**Kofaktorok** („kiegészítők”) segít, amikor a enzim önmagában (*apoenzim*) nem elég

- Fémionok:  $\text{Cu}^{2+}$  (citokróm oxidáz);  $\text{Fe}^{2+}$  vagy  $\text{Fe}^{3+}$  (peroxidáz);  $\text{Mg}^{2+}$  (piruvát kináz);  $\text{Zn}^{2+}$  (szénsavanhidráz)
- Szerves molekulák (koenzimek): biotin; nikotinamid adenin dinukleotid (NAD); flavin adenin dinukleotid (FAD); Koenzim A

(*Holoenzim*= fehérje+kofaktor)

# Az enzimkatalízis energetikája - a reakciógyorsítás értelmezése

## Energia gát csökkentés!

## Reakciógyorsítás

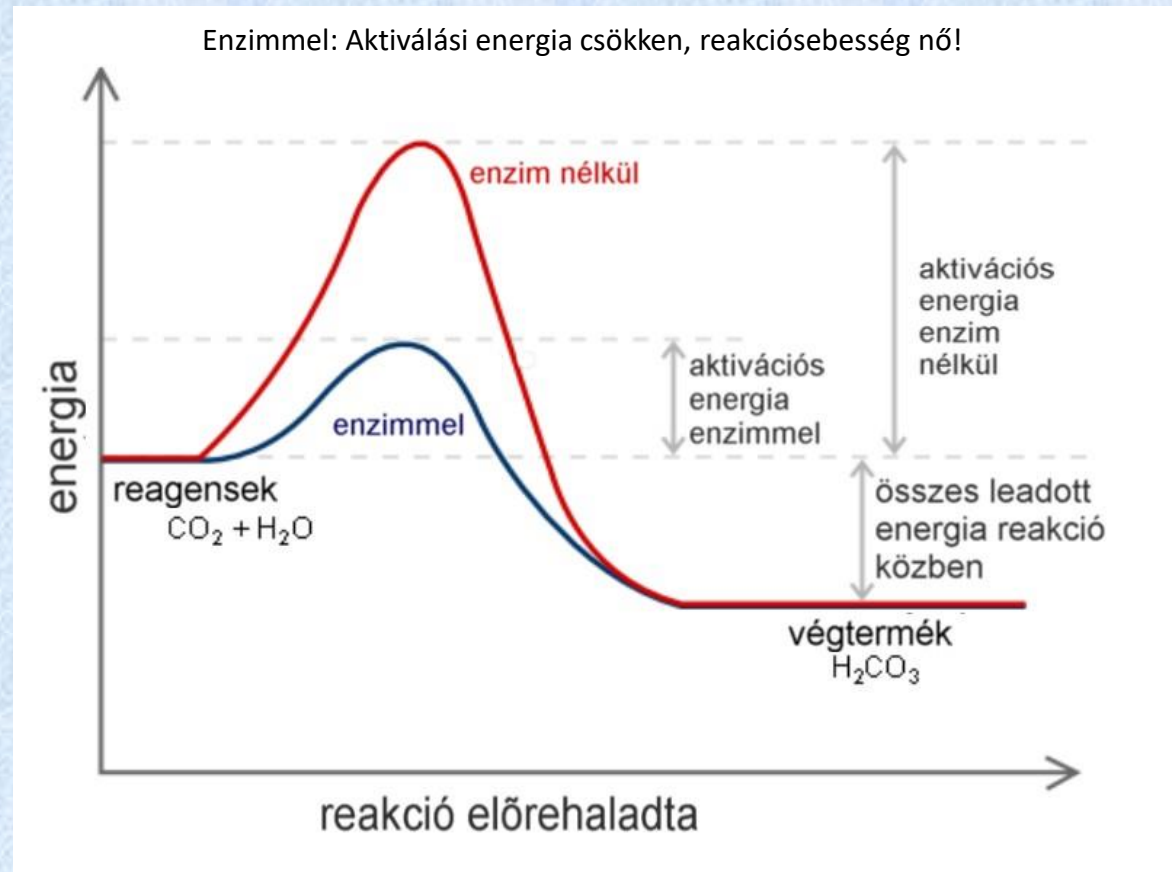
### ➤ Mechanisztikus magyarázata:

az átmeneti állapot stabilizálása (= az enzim komplementer az átmeneti állapotú szubsztrát konformációjával és töltéseloszlásával)

### ➤ Kinetikai magyarázata

- Kedvező orientáció biztosítása
- Lokális „koncentráció” növelése

Aktiválási energia: az a minimális energia, ami egy kémiai reakció lezajlásához szükséges, minél kisebb, annál jobb.



E folyamat során a rendszer energiája maximálisra nő, azután lecsökken a termék energiájára. Az aktiválási energia a maximális energia és a reaktánsok energiája közötti különbség, vagyis az **energiagát**, amelyet a reakció előrehaladásához le kell győzni.

# Enzimspecifikusság

Szubsztrát-specifikusság: - vegyület  
- funkcionális csoport (pl. proteázok)

Reakció-specifikusság: - Oxidoreduktázok  
- Transzferázok  
- Hidrolázok, liáz  
- Izomerázok  
- Ligázok

# **Makromolekulák II.**

## **SZÉNHIDRÁTOK**

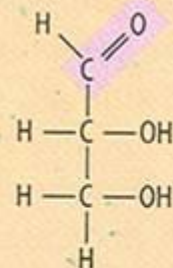
# Építőkövei:

## ➤ Monoszacharidok (egyszerű cukrok)

ALDÓZ

### TRIÓZ

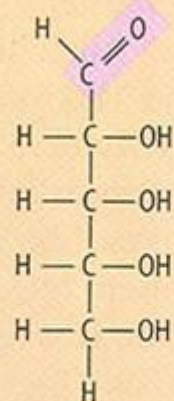
3 szénatom



glicerináldehid

### PENTÓZ

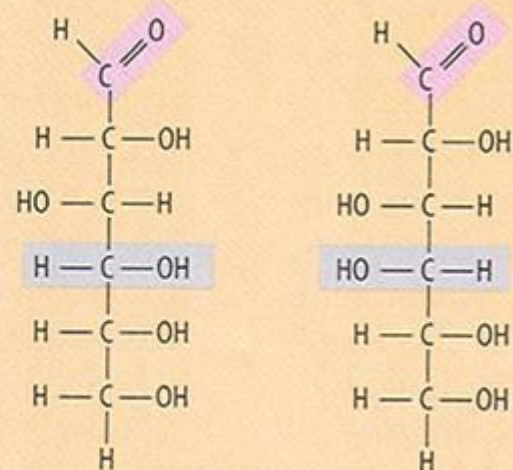
5 szénatom



ribóz

### HEXÓZ

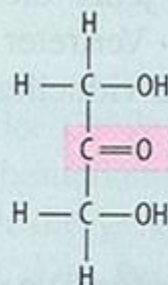
6 szénatom



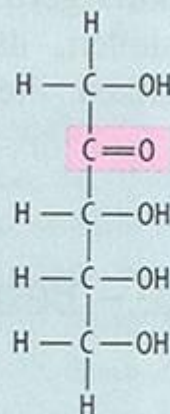
glükóz

galaktóz

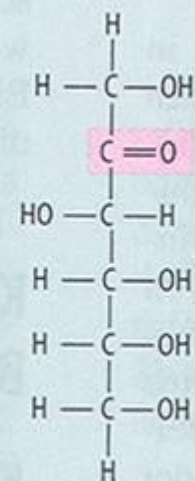
KETÓZ



dihidroxiaceton



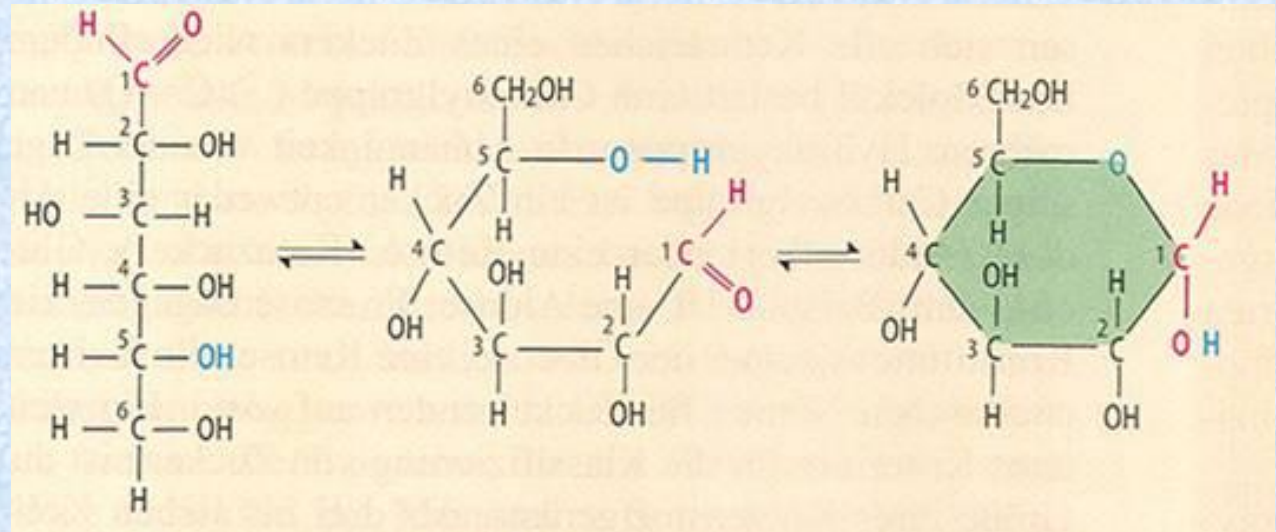
ribulóz



fruktóz

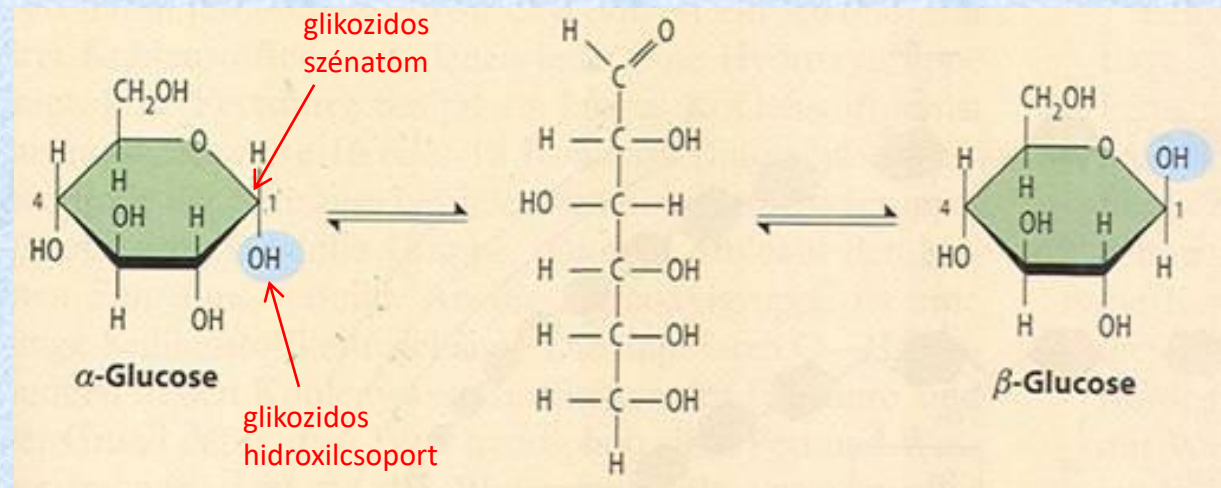
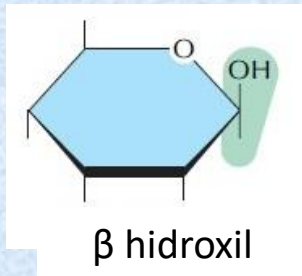
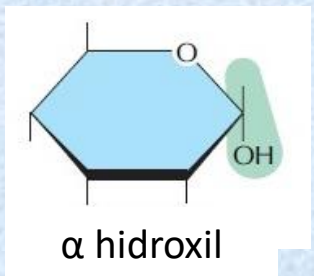
## ➤ Gyűrűvé záródás

- 5. C atom hidroxyl csoportja és a formilcsoport között kötés
- Azt a szénatomot, amelyiken a gyűrűvé záródás történik: **glikozidos szénatomnak** nevezzük.



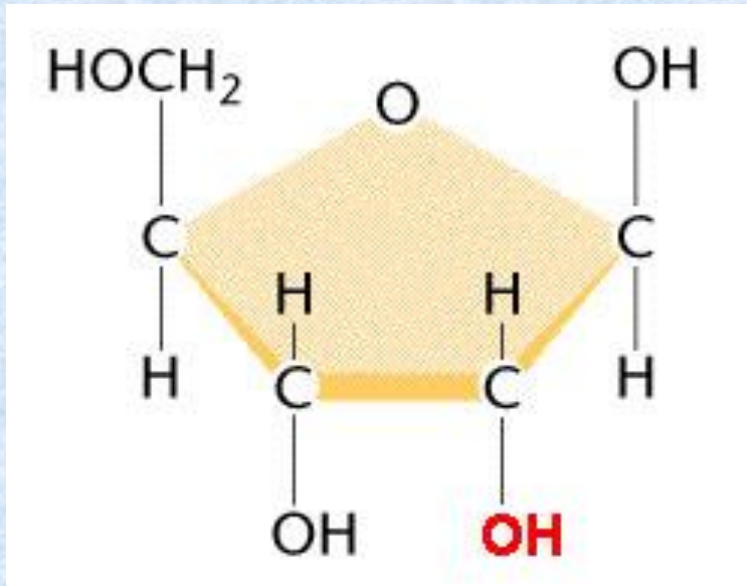
## ➤ Anomerek

Glikozidos hidroxilcsoport kétféle térállása:



Egymásba történő átalakulás lehetséges.

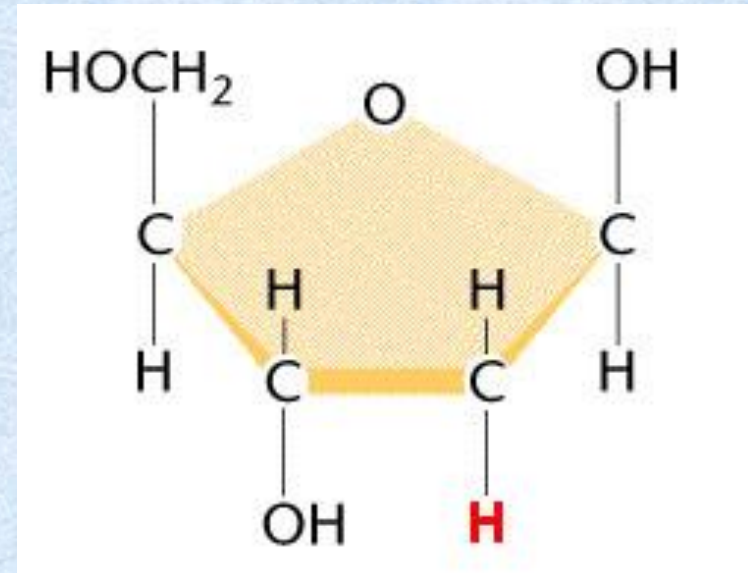
➤ Dezoxicukrok



$\beta$ - Ribóz

A 2-es szénatomhoz hidroxil csoport kapcsolódik

RNS, ATP, koezim, vitamin (pl. B2)



$\beta$ -2-Dezoxi-ribóz

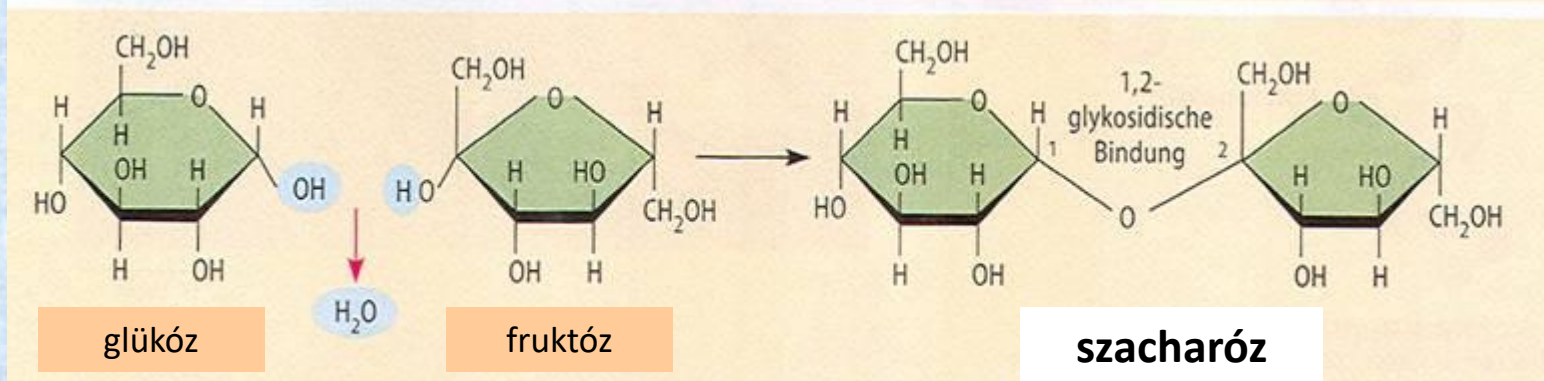
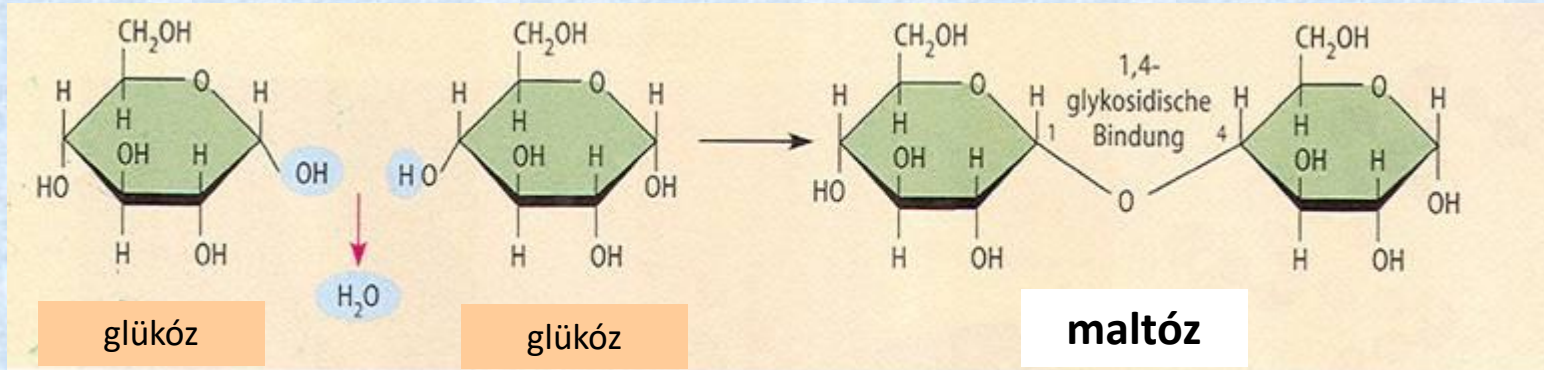
A 2-es szénatomhoz hidrogén atom kapcsolódik

DNS

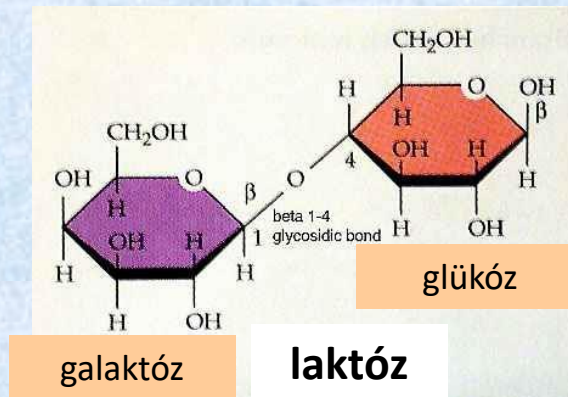


# ■ Diszacharidok

Monoszacharid → Diszacharid → Oligoszacharid → Poliszacharid



Diszacharid: két monoszacharid glikozidos hidroxil csoportja lép reakcióba → glikozidos kötés alakul ki vízkilépés során



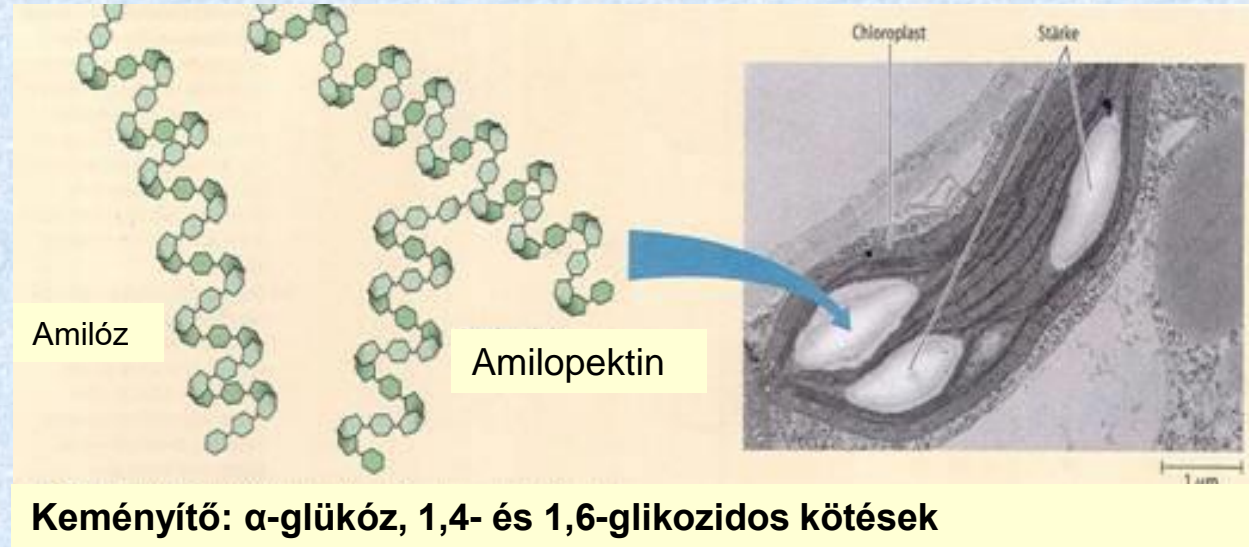
## ■ Poliszacharidok

- Energia raktározók: keményítő, glikogén
- „Merevítők”: cellulóz, kitin

### ● Keményítő:

növényi

amilózból (el nem ágazó láncú) és amilopektinből (elágazó láncú) áll



### ● Glikogén:

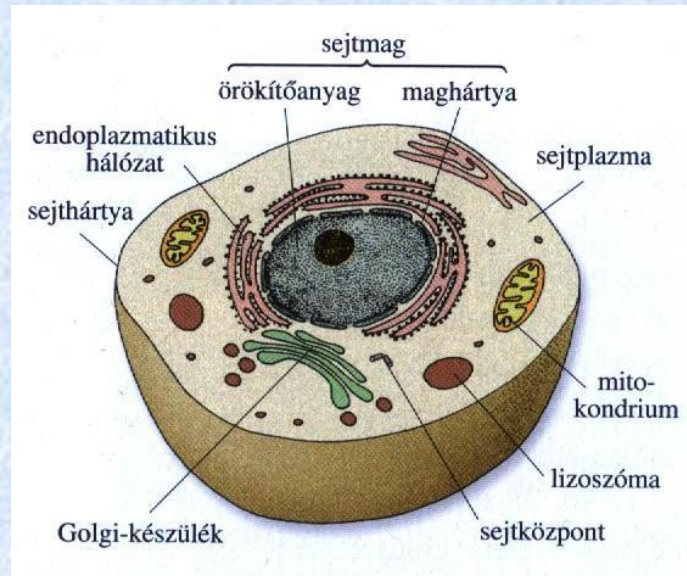
állati

máj,  
izomsejtekben



# Makromolekulák III.

## Nukleinsavak

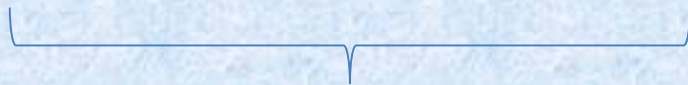


➤ **Az építőkövek:** nukleotidok

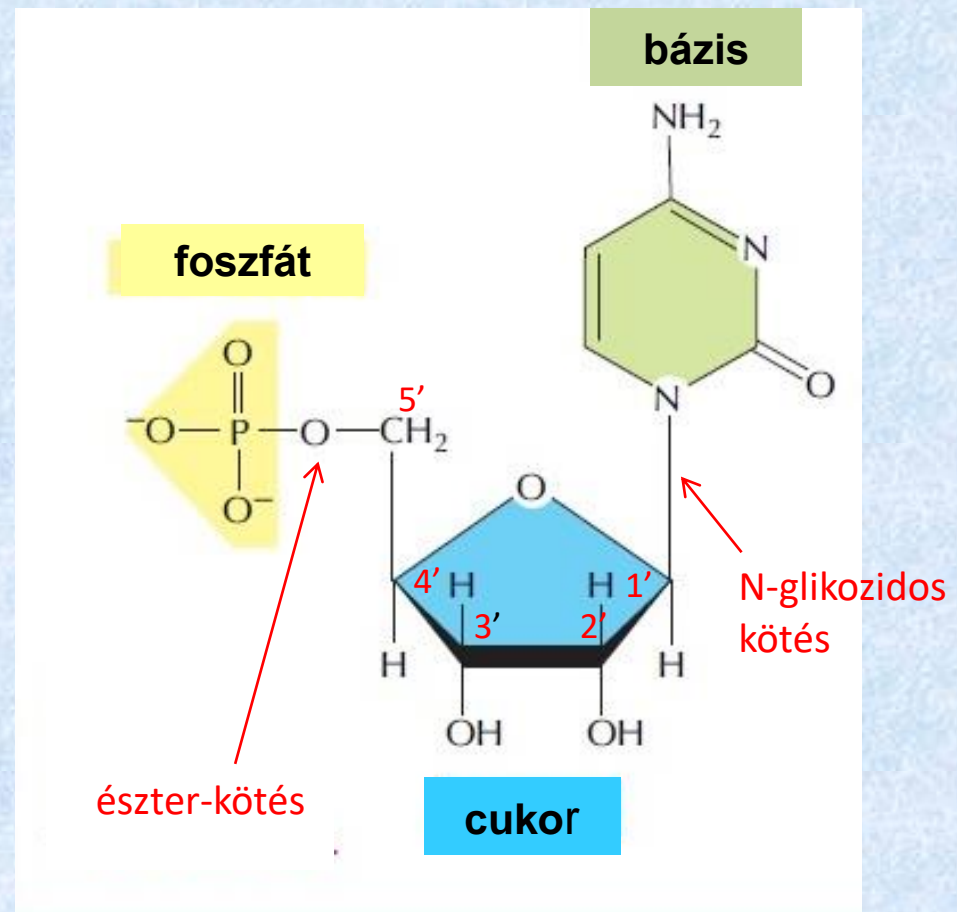
*Cukor + N-tartalmú bázis + foszfát*



Nukleozid

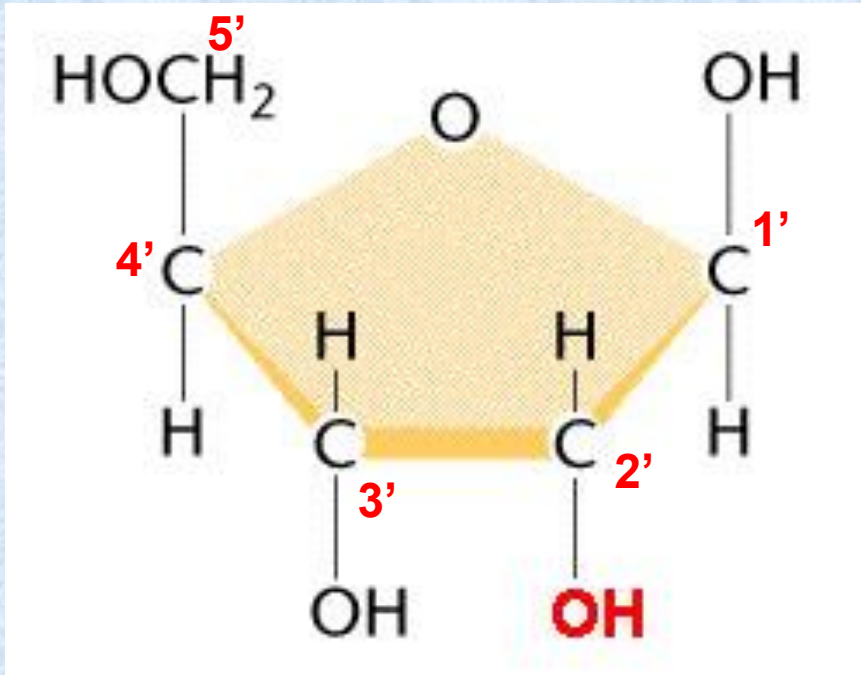


**Nukleotid**

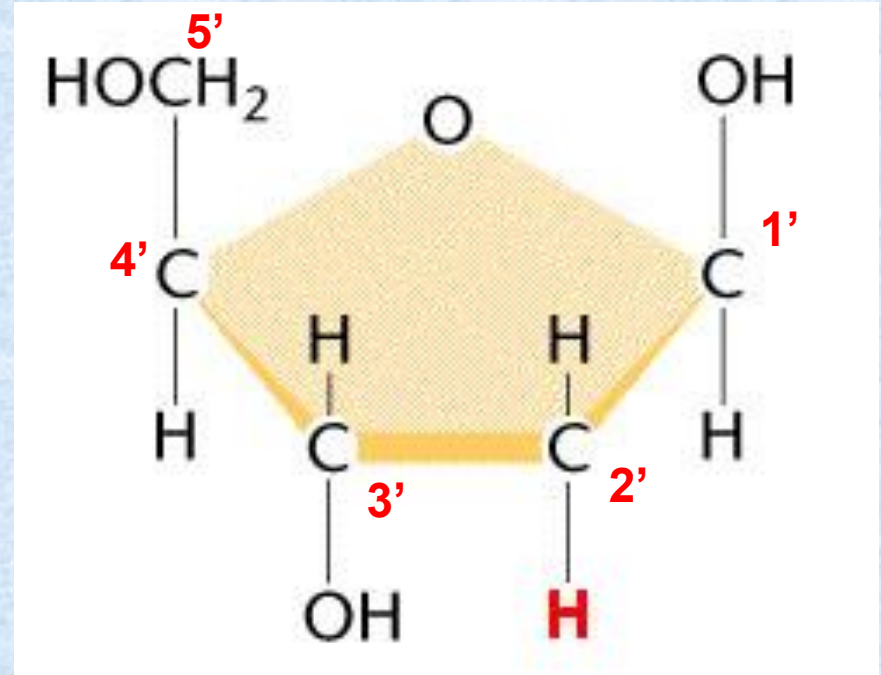


Citozin-5'-monofoszfát

# Nukleotidok felépítése: cukrok



β- ribóz  
(RNS)

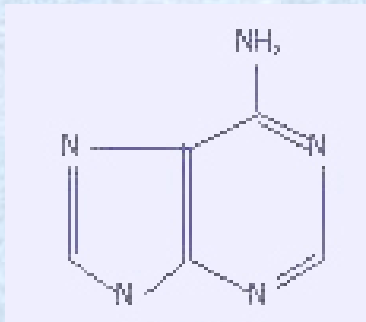
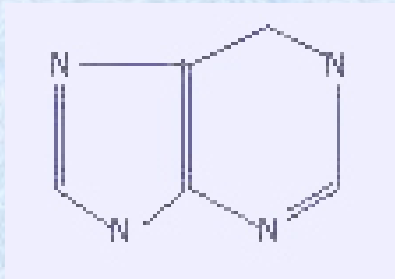


β-2-dezoxi-ribóz  
(DNS)

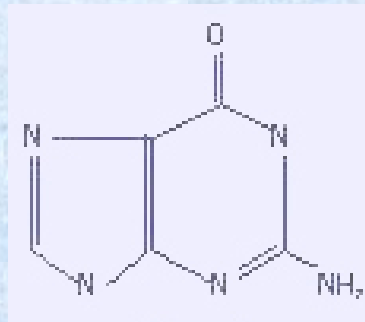
# Nukleotidok felépítése: bázisok

Csoportosítás: purin vázas vagy pirimidin vázas

## Purinok

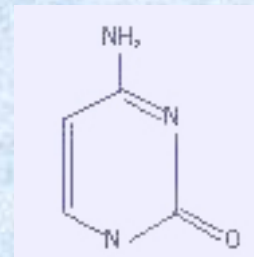
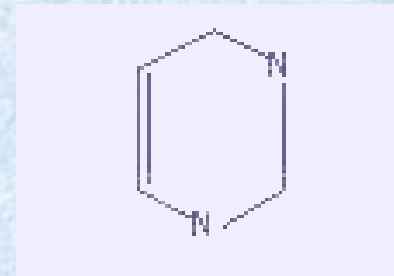


**Adenin**

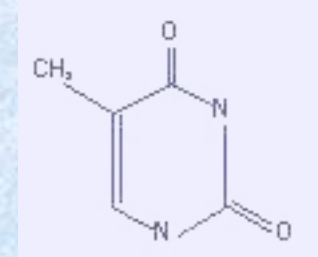


**Guanin**

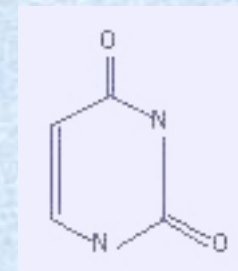
## Pirimidinek



**Citozin**



**Timin (DNA)**



**Uracil (RNA)**

## ■ Polimer szerkezetek

- Elsődleges szerkezet: bázissorrend határozza meg

Foszfodiészter kötés (5'-3')

Polimer polaritás: (5' végen szabad foszfát csoport; 3' végen szabad hidroxil csoport)

- Polimer fajták

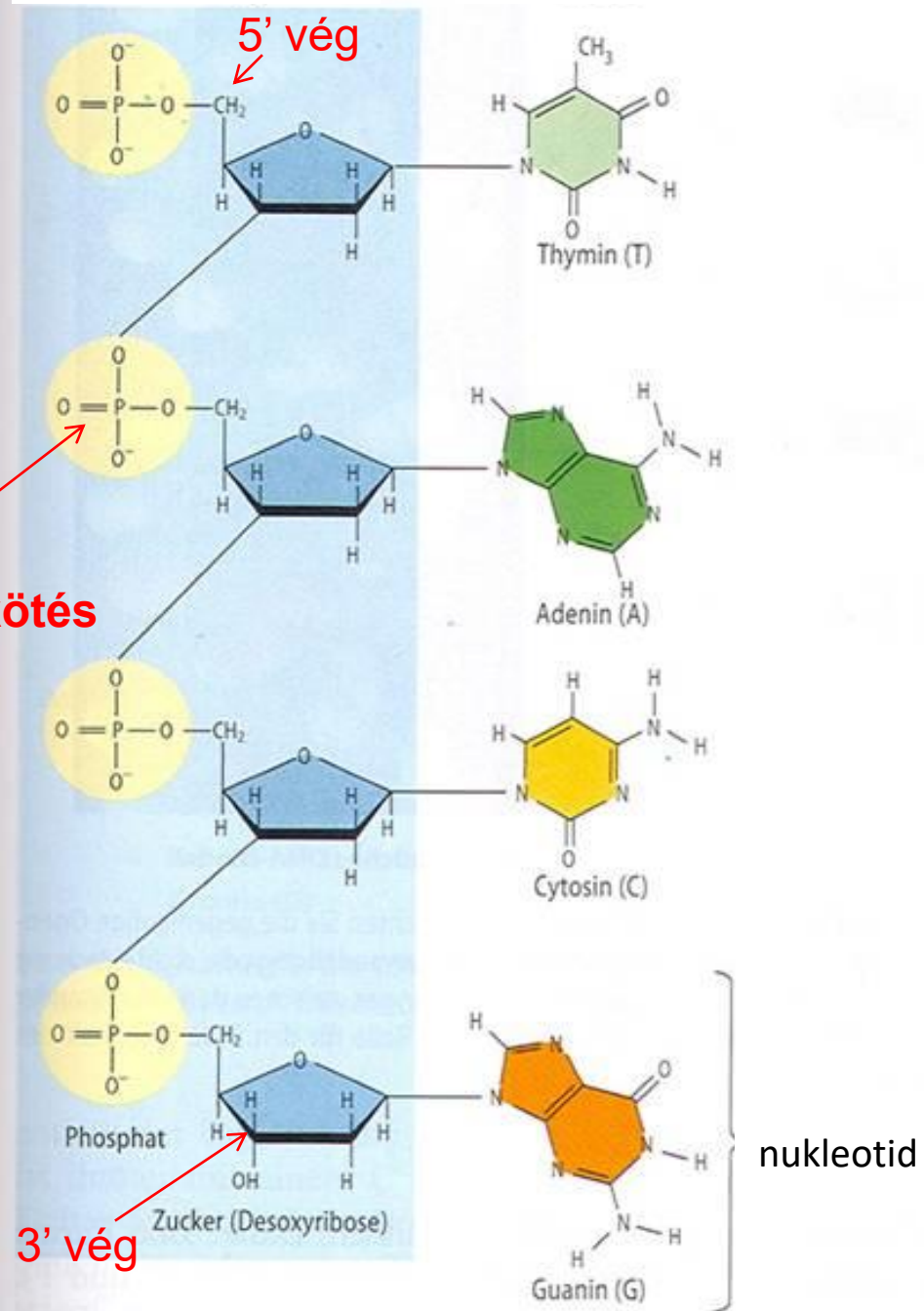
● DNS

● RNS

Cukor-foszfát váz

bázisok

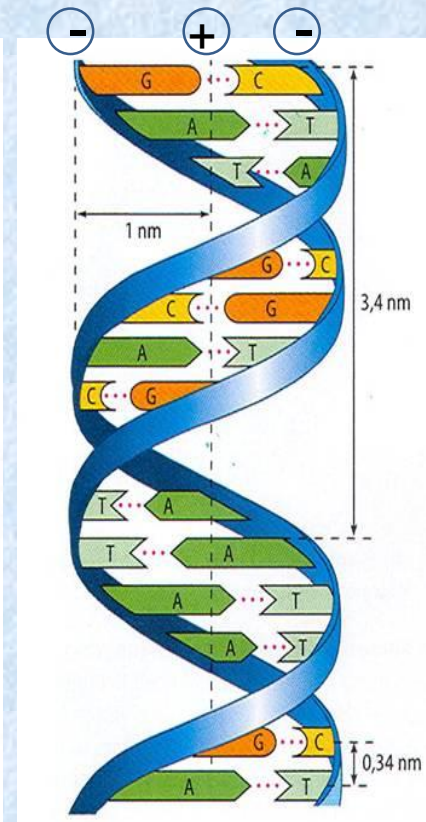
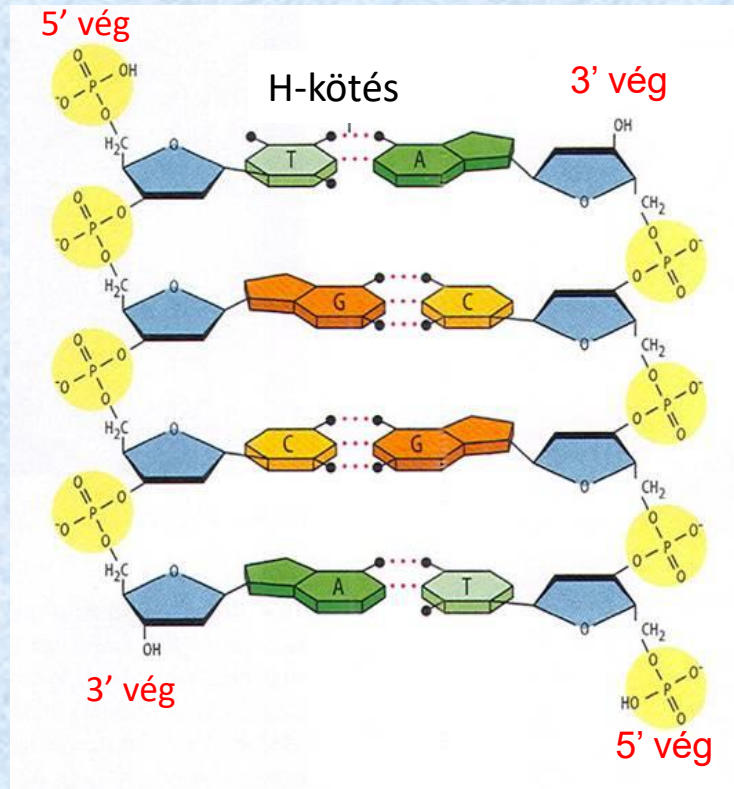
**Foszfodiészter-kötés**



# ● DNS

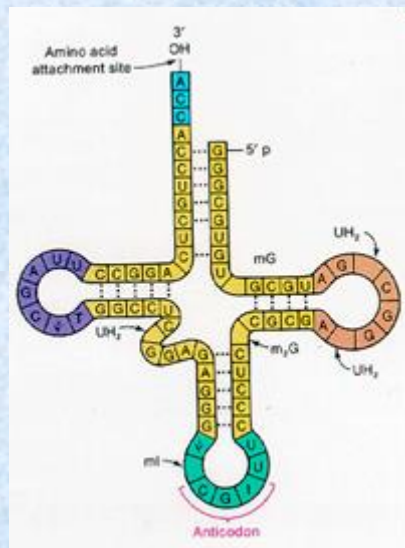
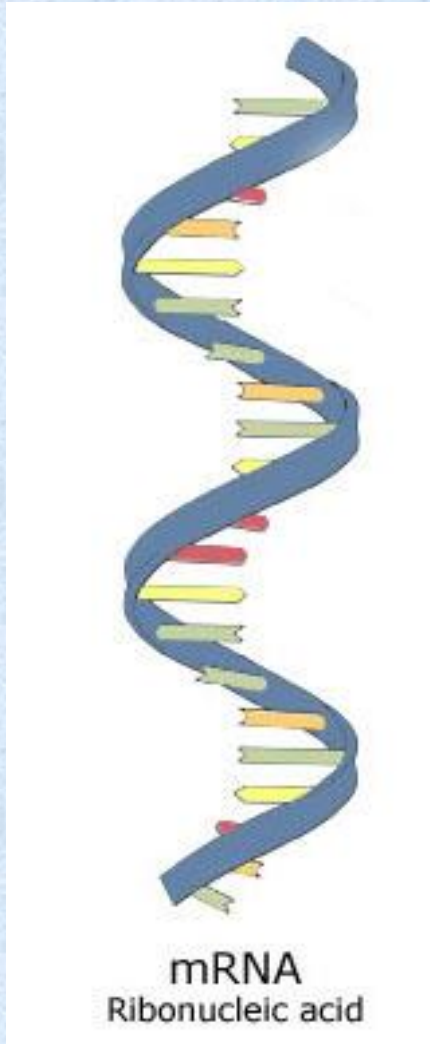
Nukleotidok: **A, T, C, G**  
( $\beta$ -2-dezoxi-ribóz)

- Másodlagos szerkezet: kettőshélix
- Komplementaritás
- H-kötés
  - A  $\equiv$  T
  - G  $\equiv$  C
- Antiparalell lefutás
- Töltésszendvics (pentóz-foszfát polimerláncok (-), bázisok (+))
- Lineáris (gDNS) vagy körkörös (mtDNS)
- Szemikonzervatív





## ● RNS



Nukleotidok: **A, U, G, C**  
(β-ribóz)

Fajtái: mRNS, tRNS, rRNS, snRNS

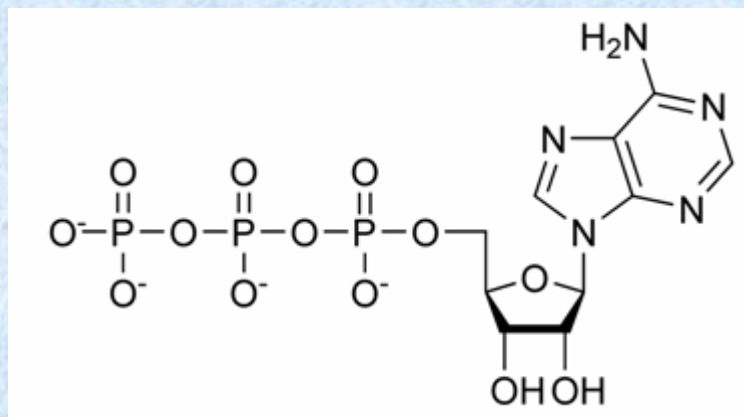
Negatív töltés

Szimpla szál

Lineáris (de hurokképzés lehetséges)

Polarizált (3'- és 5'-végek)

## ● Néhány fontos nukleotid

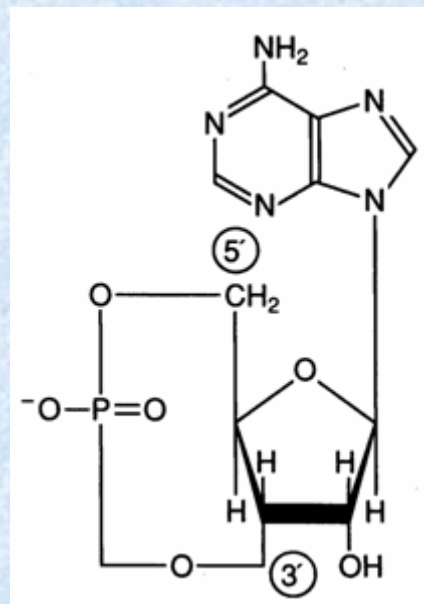


**Adenozin-trifoszfát  
(ATP)**

### Funkciók:

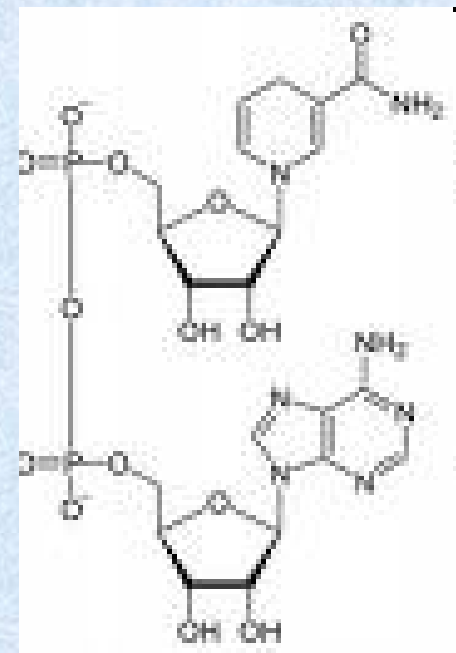
kémiai energia „hordozó”

szignál transzdukció (jelátvitel)→szubsztrát

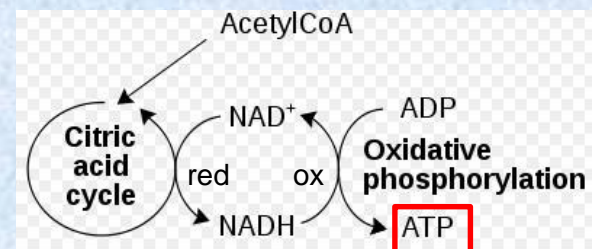


**Ciklikus adenozin-  
monofoszfát  
(cAMP)**

másodlagos messenger  
intracelluláris szignál  
transzdukciókban

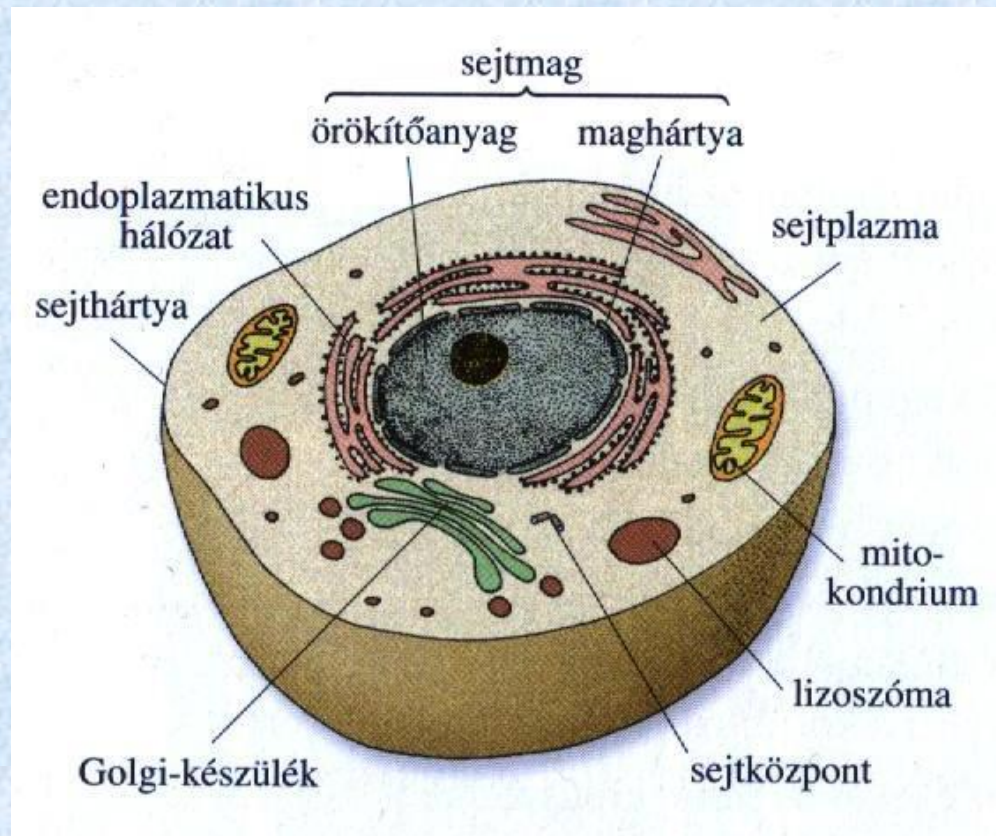


**Nikotinamid-  
adenin-dinukleotid  
(NAD)**



mitokondrium

# Lipidek



# Zsírserű vegyületek építőkövei



➤ **Zsírsvak** (egy szénhidrogénláncból és egy terminális karboxilcsoportból állnak)

## Telített zsírsvak

szén váz	szerkezet	hivatalos név	általános név
12:0	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{10}\text{COOH}$	n-dodekánsav	laurinsav
14:0	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{10}\text{COOH}$	n-tetradekánsav	mirisztinsav
<b>16:0</b>	<b><math>\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{10}\text{COOH}</math></b>	<b>n-hexadekánsav</b>	<b>palmitinsav</b>
18:0	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{10}\text{COOH}$	n-oktadekánsav	sztearinsav
20:0	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{10}\text{COOH}$	n-eikozánsav	arahidinsav

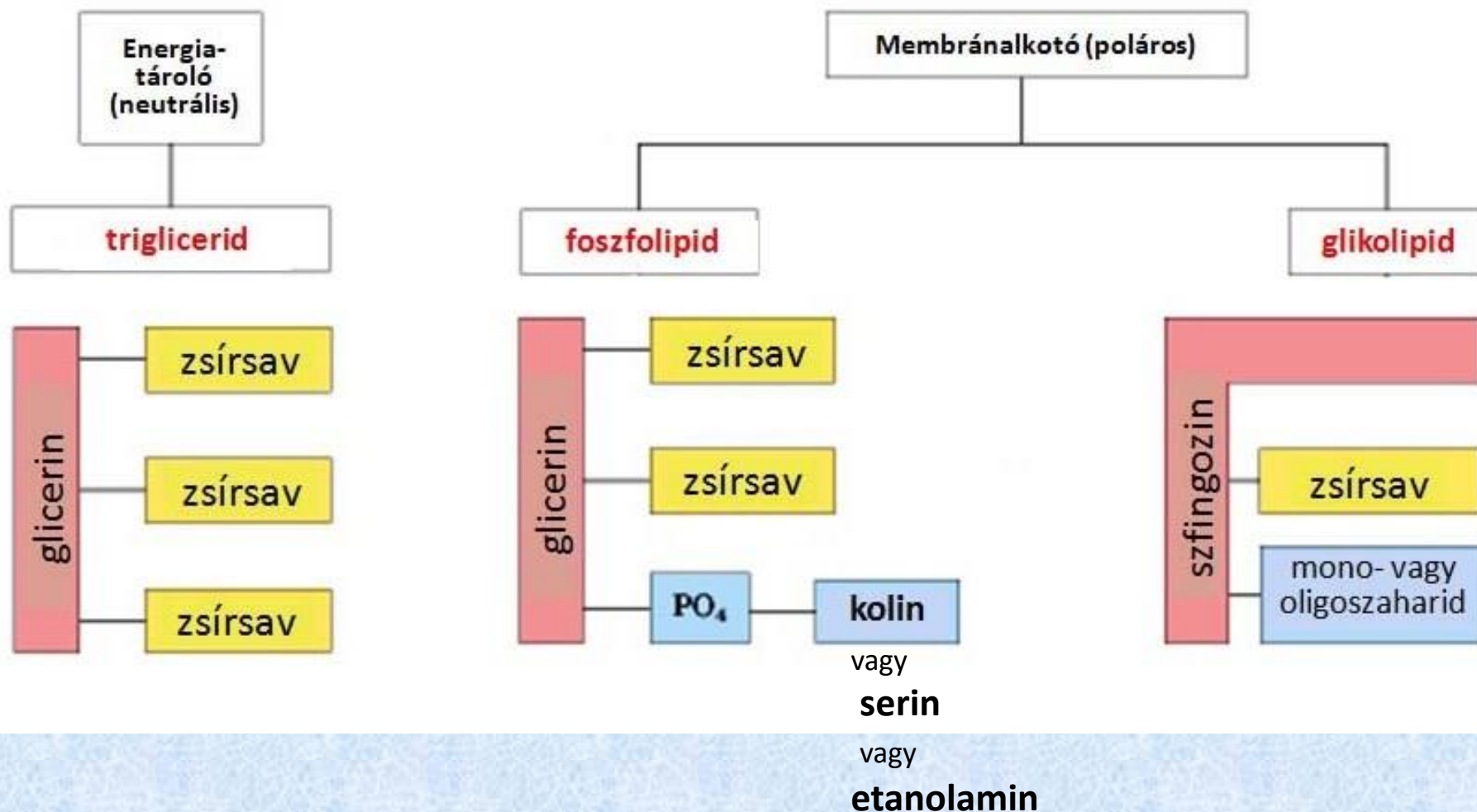
## Telítetlen zsírsvak

(láncon belüli kettős kötések)

szén váz	szerkezet	hivatalos név	általános név
18:1( $\Delta^9$ )	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_7\text{CH}=\text{CH}(\text{CH}_2)_7\text{COOH}$	cis-9-oktadekaénsav	olajsav
18:2( $\Delta^{9,12}$ )	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_4\text{CH}=\text{CHCH}_2\text{CH}=\text{CH}(\text{CH}_2)_7\text{COOH}$	cis,cis-9,12-oktadekadiénsav	linólsav
18:3( $\Delta^{9,12,15}$ )	$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}=\text{CHCH}_2\text{CH}=\text{CHCH}_2\text{CH}=\text{CH}-$ $-(\text{CH}_2)_7\text{COOH}$	cis,cis,cis-9,12,15-oktadekatriénsav	linolénsav
20:4( $\Delta^{5,8,11,14}$ )	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_4\text{CH}=\text{CHCH}_2\text{CH}=\text{CHCH}_2\text{CH}=\text{CH}-$ $-\text{CH}_2\text{CH}=\text{CH}(\text{CH}_2)_3\text{COOH}$	cis,cis,cis,cis-5,8,11,14-eikozatetrénsav	arahidonsav

➤ **Zsírok** (= összetett zsírsav származékok)

- a zsírok főbb csoportjai és szintézisük szerepe különböző élőlényekben



# ● Triglicerid

- Glicerin vázhoz 3 zsírsav lánc kapcsolódik észter kötéssel (zsírsav lánc karboxil csoportja és a glicerin hidroxil csoportjai között vízkilépéssel járó kovalens kapcsolat)

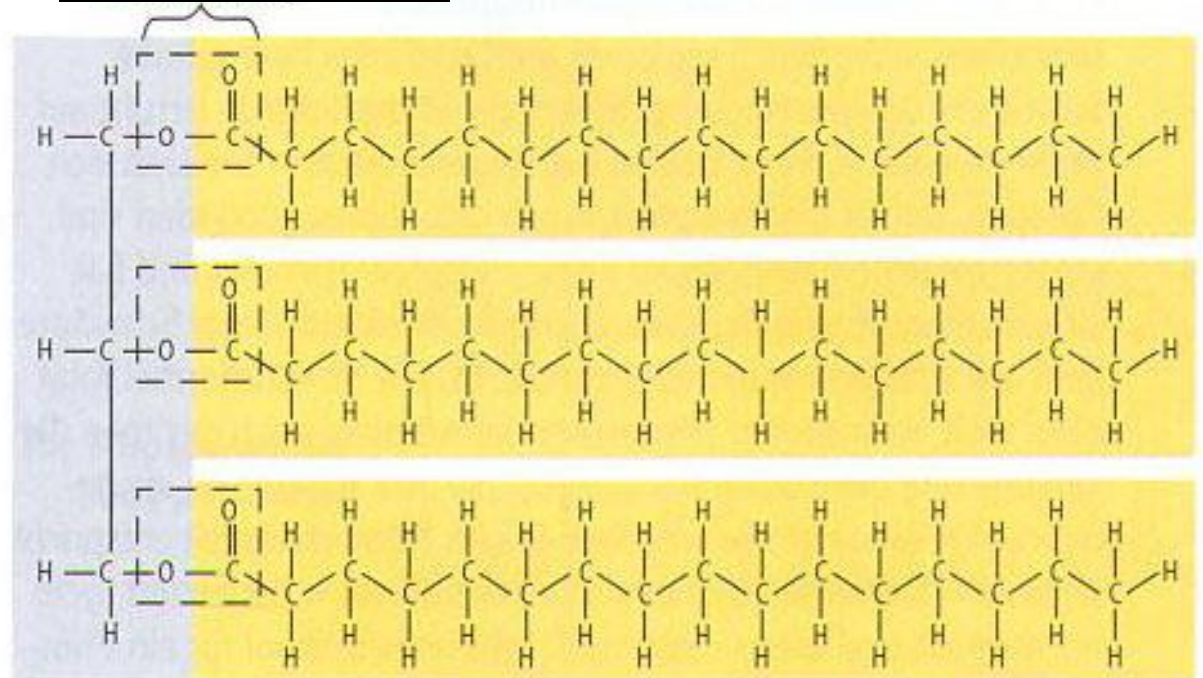


glicerin

- Szintézis: fehér zsírsejt, bélhám sejt, májsejt

- Energia raktározás (a 3 zsírsavlánc lebontása ATP szintézisére fordítódik – hatékony!)

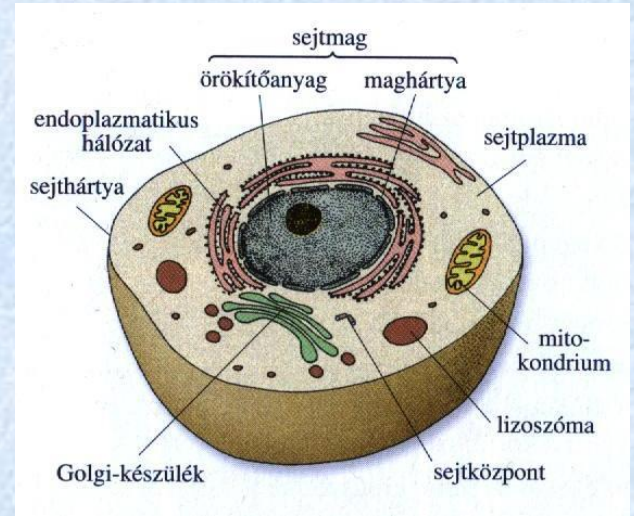
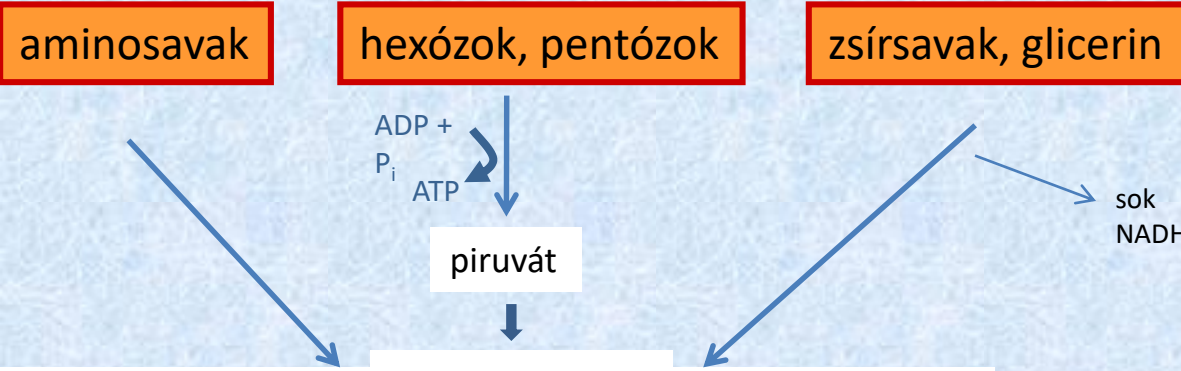
## Észter-kötés



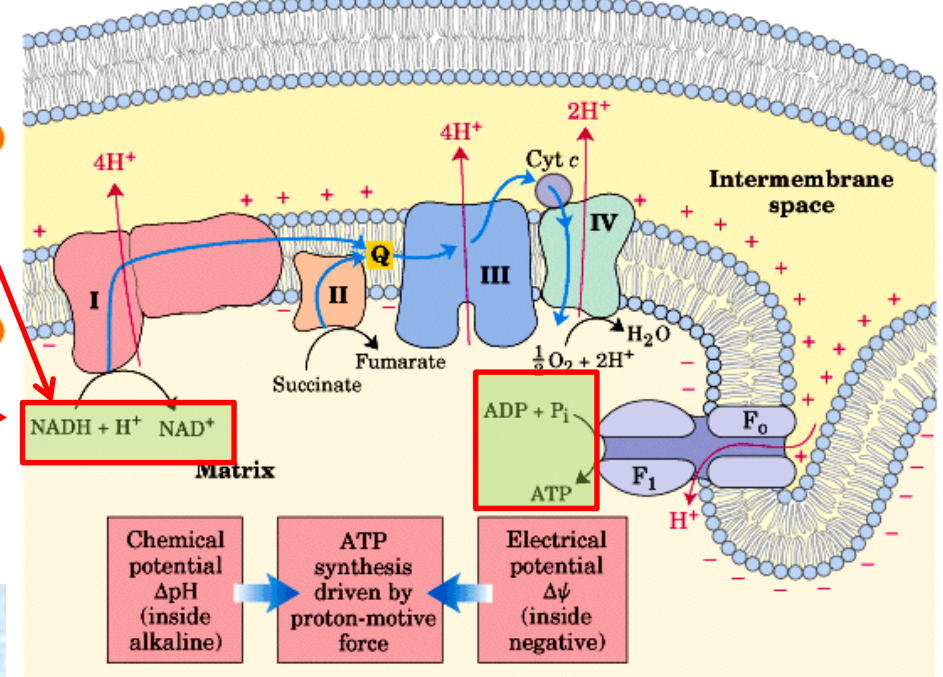
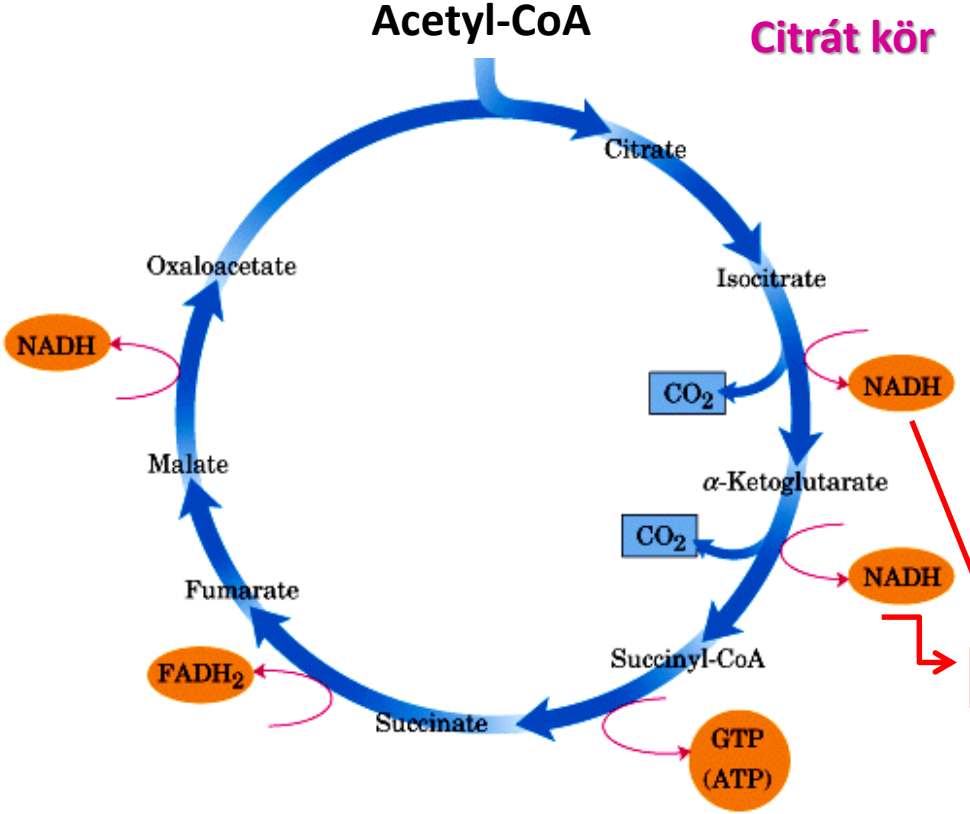
triglicerid

Hőszigetelés!

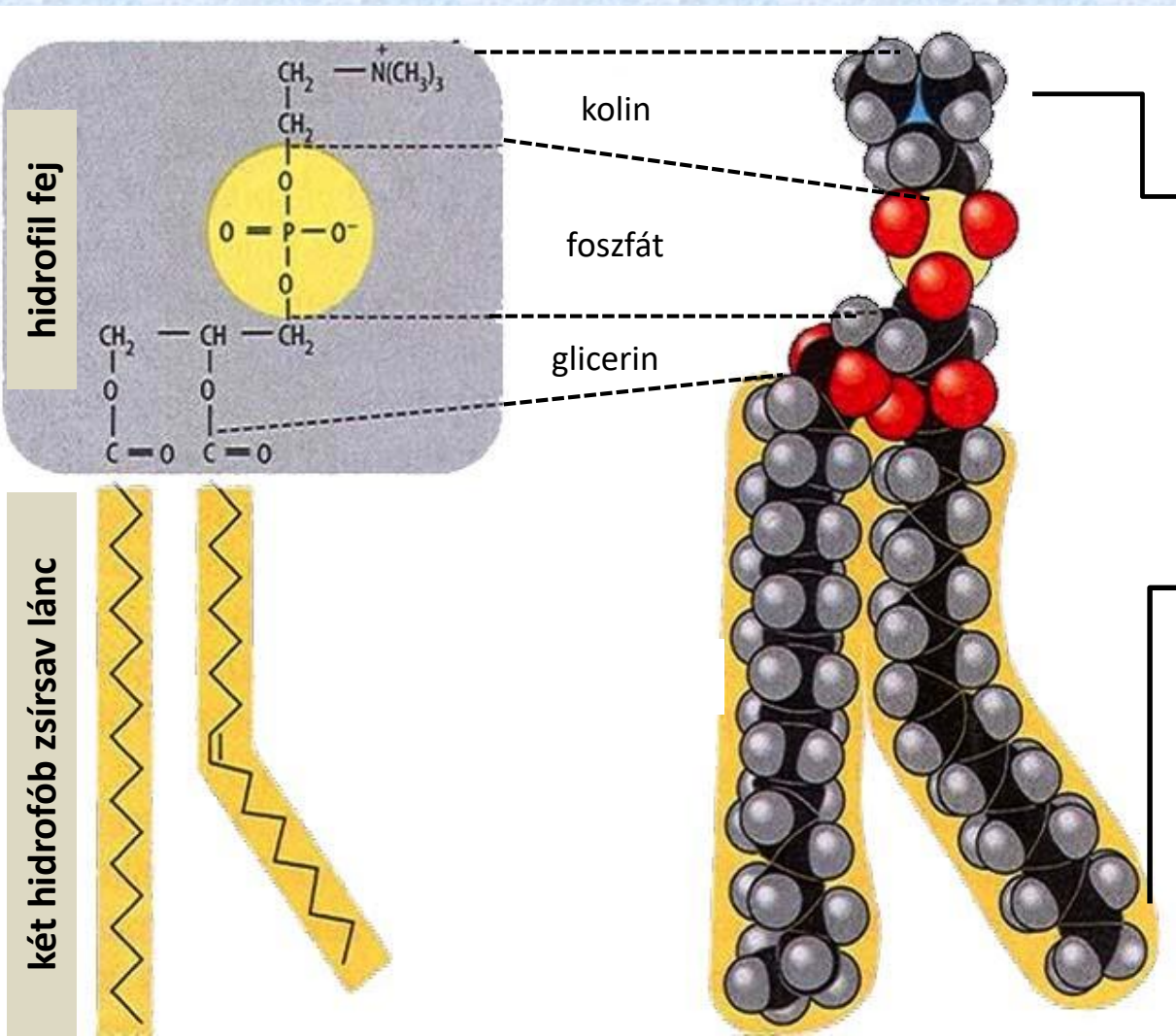
# „Energia termelés”



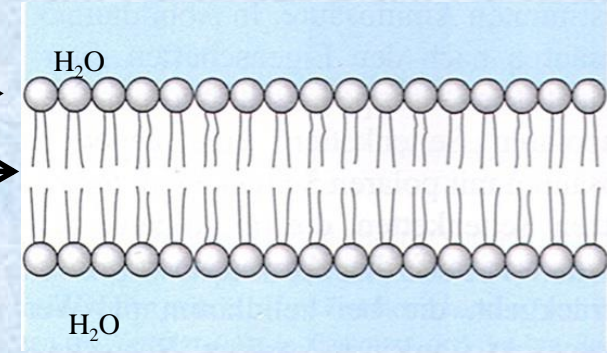
## Terminális oxidáció



# Foszfolipidek

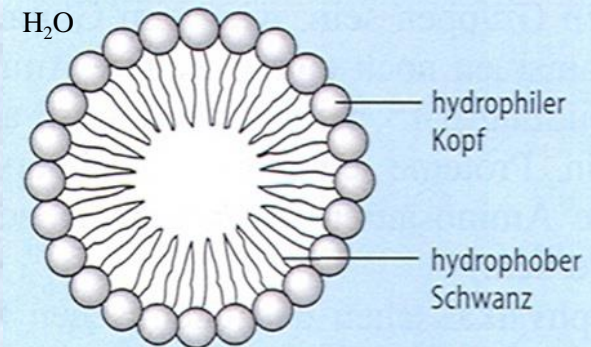


## Foszfolipid kettős réteg vagy membrán



Hidrofil „fej” vizes közeg felé, a hidrofób végek egymás felé állnak → sejtek esetében külső és belső vizes fázis elhatárolása → szabályozott transzport folyamatok kivitelezése

## Micella

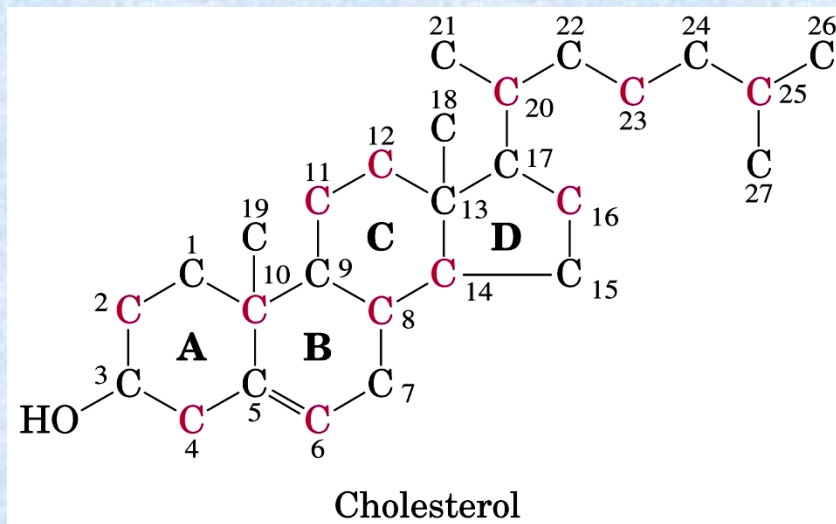
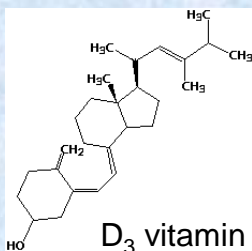




## ➤ Koleszterin és származékai

Koleszterinből képződnek:

- Szteroid hormonok
- Epesavak
- D<sub>3</sub> vitamin



*Ciklopentanoperhidrofenantrén váz*

- Szteroid hormonok képződése:

*kolesztánok (C27)*

koleszterin



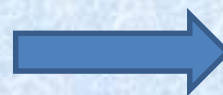
*pregnánok (C21)*

progeszteron,  
aldoszteron



*androsztánok (C19)*

androszteron,  
tesztoszteron



*ösztánok (C18)*

ösztron,  
ösztadiol

# Referenciák

előadások:

<http://anatomia.sote.hu/ix.php>

Röhlich Pál: Szövettan, Semmelweis Kiadó- Budapest, 2006

Nyitrai László és Pál Gábor: A biokémia és molekuláris biológia alapjai, - Budapest, 2013

Ádám Veronika: Orvosi biokémia, Semmelweis Kiadó  
Budapest, 1996

Bruce Alberts, et al.: Molecular Biology of the Cell, Garland Science, 2008

Boldogkői Zsolt:

[http://web.med.u-szeged.hu/mdbio/hun/anyagok/2015-2016/1.felev/smge/02/2a.Az\\_Elet\\_Molekulai.word.pdf](http://web.med.u-szeged.hu/mdbio/hun/anyagok/2015-2016/1.felev/smge/02/2a.Az_Elet_Molekulai.word.pdf):

# A Földet 92 természetesen előforduló elem alkotja, s ebből 21 található meg az élő szervezetekben

Ezek közül a leggyakrabban előfordulók a következők: szén (C); oxigén (O), hidrogén (H) és nitrogén (N). Más elemek kisebb mennyiségben fordulnak elő a szervezetben; ezek a foszfor (P), kálium (K), kén (S), kalcium (Ca), vas (Fe), magnézium (Mg), nátrium (Na) és klór (Cl).

		→ Atomsugár nő → Ionizációs energia nő → Elektronegativitás nő →																	
Csoport (oszlopok)		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Periódus (sorok)																			
1		H 2,20																	He 3,89
2		Li 0,98	Be 1,57											B 2,04	C 2,55	N 3,04	O 3,44	F 3,98	Ne 3,67
3		Na 0,93	Mg 1,31											Al 1,61	Si 1,90	P 2,19	S 2,58	Cl 3,16	Ar 3,3
4		K 0,82	Ca 1,00	Sc 1,36	Ti 1,54	V 1,63	Cr 1,66	Mn 1,55	Fe 1,83	Co 1,88	Ni 1,91	Cu 1,90	Zn 1,65	Ga 1,81	Ge 2,01	As 2,18	Se 2,55	Br 2,96	Kr 3,00
5		Rb 0,82	Sr 0,95	Y 1,22	Zr 1,33	Nb 1,6	Mo 2,16	Tc 1,9	Ru 2,2	Rh 2,28	Pd 2,20	Ag 1,93	Cd 1,69	In 1,78	Sn 1,96	Sb 2,05	Te 2,1	I 2,66	Xe 2,67
6		Cs 0,79	Ba 0,89	*	Hf 1,3	Ta 1,5	W 2,36	Re 1,9	Os 2,2	Ir 2,20	Pt 2,28	Au 2,54	Hg 2,00	Tl 1,62	Pb 2,33	Bi 2,02	Po 2,0	At 2,2	Rn 2,2
7		Fr 0,7	Ra 0,9	**	Rf	Db	Sg	Bh	Hs	Mt	Ds	Rg	Uub	Uut	Uuq	Uup	Uuh	Uus	Uuo
Lantanoidák	*	La 1,1	Ce 1,12	Pr 1,13	Nd 1,14	Pm 1,13	Sm 1,17	Eu 1,2	Gd 1,2	Tb 1,1	Dy 1,22	Ho 1,23	Er 1,24	Tm 1,25	Yb 1,1	Lu 1,27			
Aktinoidák	**	Ac 1,1	Th 1,3	Pa 1,5	U 1,38	Np 1,36	Pu 1,28	Am 1,13	Cm 1,28	Bk 1,3	Cf 1,3	Es 1,3	Fm 1,3	Md 1,3	No 1,3	Lr 1,291			

# Funkcionális csoportok II.

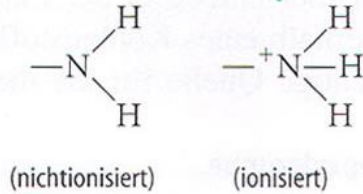
Funkcionális csoport

Képlet

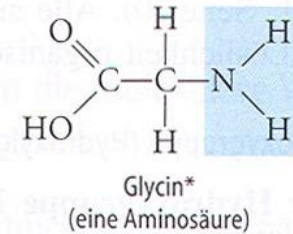
A vegyületcsoport neve

Példa

Amino



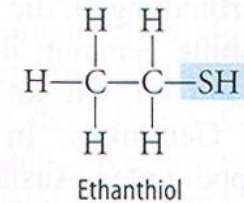
Amin



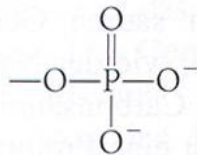
Sulphydryl



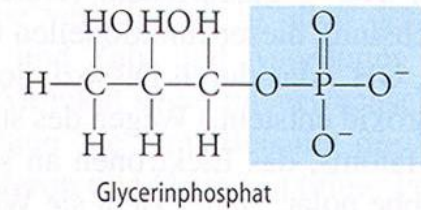
Tiol



Phosphat



Organikus foszfát



# Funkcionális csoportok I.

Funkcionális csoport	Képlet	A vegyületcsoport neve	Példa
Hydroxy	—OH	Alkohol	$  \begin{array}{c}  \text{H} \quad \text{H} \\    \quad   \\  \text{H}-\text{C}-\text{C}-\text{OH} \\    \quad   \\  \text{H} \quad \text{H}  \end{array}  $ <p>Ethanol (die Droge in alkoholischen Getränken)</p>
Carbonyl	$  \begin{array}{c}  \text{O} \\  // \\  -\text{C} \\    \\  \text{H}  \end{array}  $	Aldehyd	$  \begin{array}{c}  \text{H} \quad \text{H} \\    \quad   \\  \text{H}-\text{C}-\text{C}-\text{C}=\text{O} \\    \quad   \quad   \\  \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H}  \end{array}  $ <p>Propanal</p>
	$  \begin{array}{c}  \text{O} \\     \\  -\text{C}-  \end{array}  $	Keton	$  \begin{array}{c}  \text{H} \quad \text{O} \quad \text{H} \\    \quad    \quad   \\  \text{H}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{H} \\    \quad   \\  \text{H} \quad \text{H}  \end{array}  $ <p>Aceton</p>
Carboxyl	$  \begin{array}{c}  \text{O} \\  // \\  -\text{C} \\    \\  \text{OH}  \end{array}  $ <p>(nichtionisiert)</p>	Karbonsav	$  \begin{array}{c}  \text{H} \\    \\  \text{H}-\text{C}-\text{C}=\text{O} \\    \quad   \\  \text{H} \quad \text{OH}  \end{array}  $ <p>Essigsäure*</p>
	$  \begin{array}{c}  \text{O} \\  // \\  -\text{C} \\    \\  \text{O}^-  \end{array}  $ <p>(ionisiert)</p>		