

Sejtek a térben: a sejtközi térben lévő fehérvértestek „szolgálat” közben.

Sérülés esetén a helyszínen megjelenő **szelektin** nevű fehérjék a **LewisX** glikopeptidek segítségével fehérvérsejtek (leukociták) kötnek meg. E felületre adhézió során kötődő és az érfalon kilépő leukociták fontos szerephez jutnak a további védekezésben.



fehérvérsejtek felületén lévő szialil LewisX glikopeptidek

vörösvértest

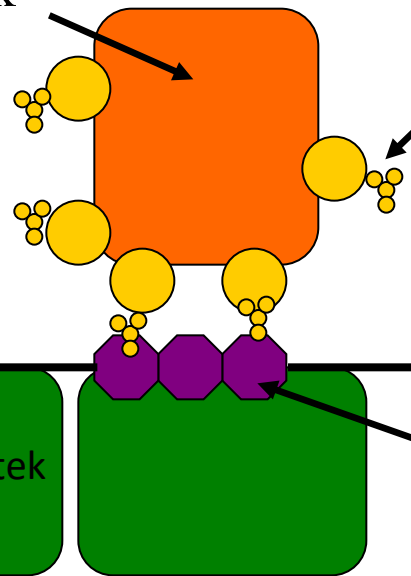
fehérvérsejtek

Kapilláris

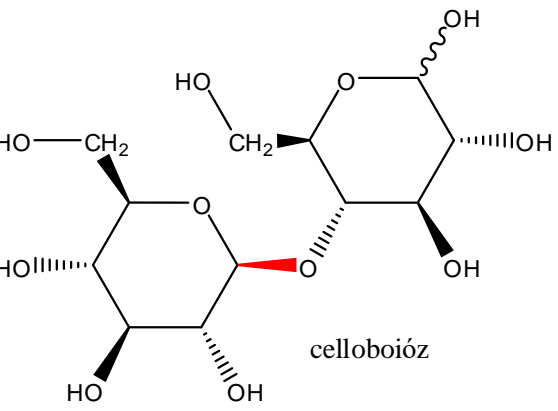
kapilláris fal

endotél sejtek

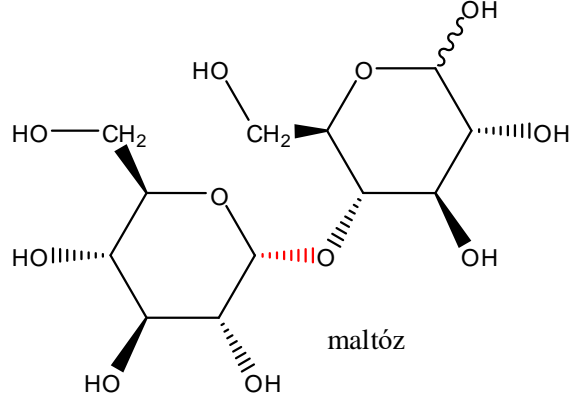
szelektin (fehérje)



Molekulák amelyek esetében a 3D-jelleget explicit módon kódoljuk:



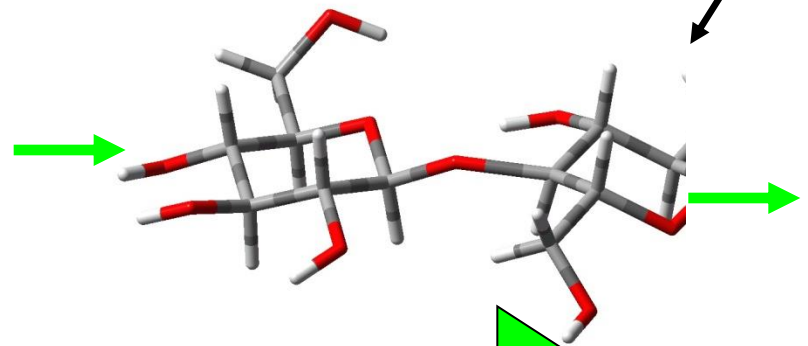
cellobioíz = 4-(β -D-glükózil<1,5>)-D-glükóz <1,5>



maltóz = 4-(α -D-glükózil<1,5>)-D-glükóz <1,5> (maláta cukor)

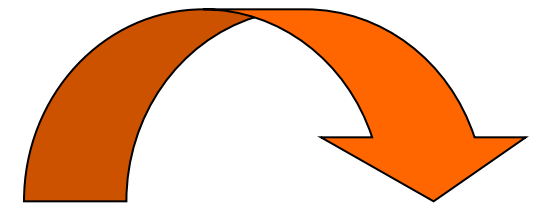
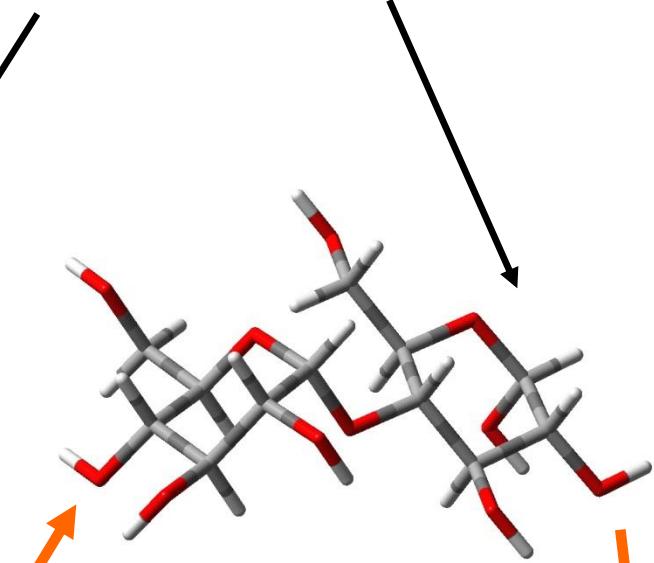
cellulóz (lineáris)
keményítő (spirális)

hidrolízis \Rightarrow cellobioíz (β -forma)
hidrolízis \Rightarrow maltóz (α -forma)



A cellulóz (Földünk legelterjedtebb szénvegyülete):

- minden -OH H-kötés akceptor vagy donor ezért nem oldódik vízben,
- minden második piranóz gyűrű „el van forgatva” 180°-kal



A keményítő hélixében:

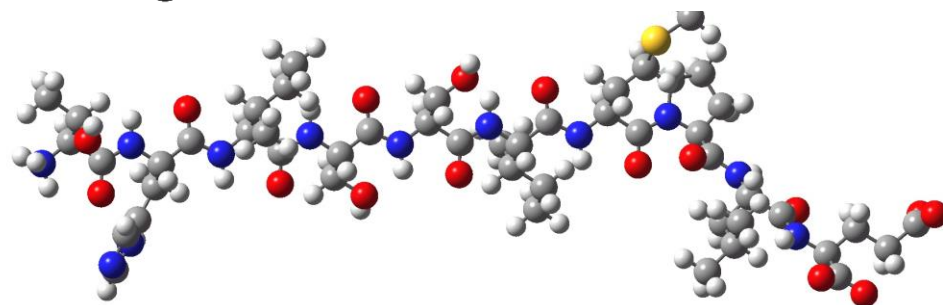
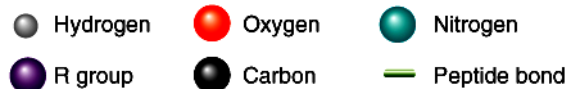
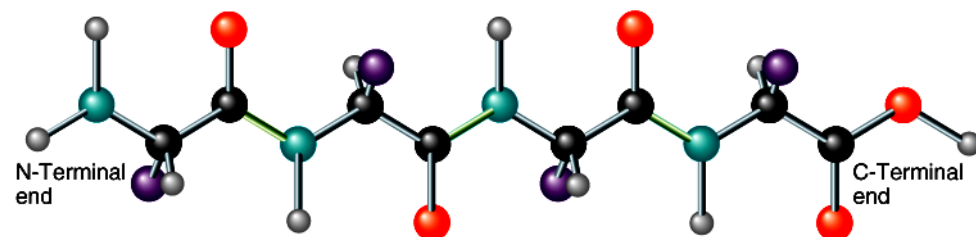
- a hidrofób rész van befelé (I_2)
- vannak szabad -OH-k, ezért vízben oldható a makromolekula

Molekulák amelyekben a 3D-szerkezet a „lényeg”:



Courtesy Kenneth Dunmire, Pacific Lutheran University

Linus Pauling



3 betűs kód: -Thr-His-Ile-Ser-Ser-Ile-Met-Pro-Leu-Glu-
1 betűs kód: T -H -I -S S -I -M -P -L -E

β -kanyar

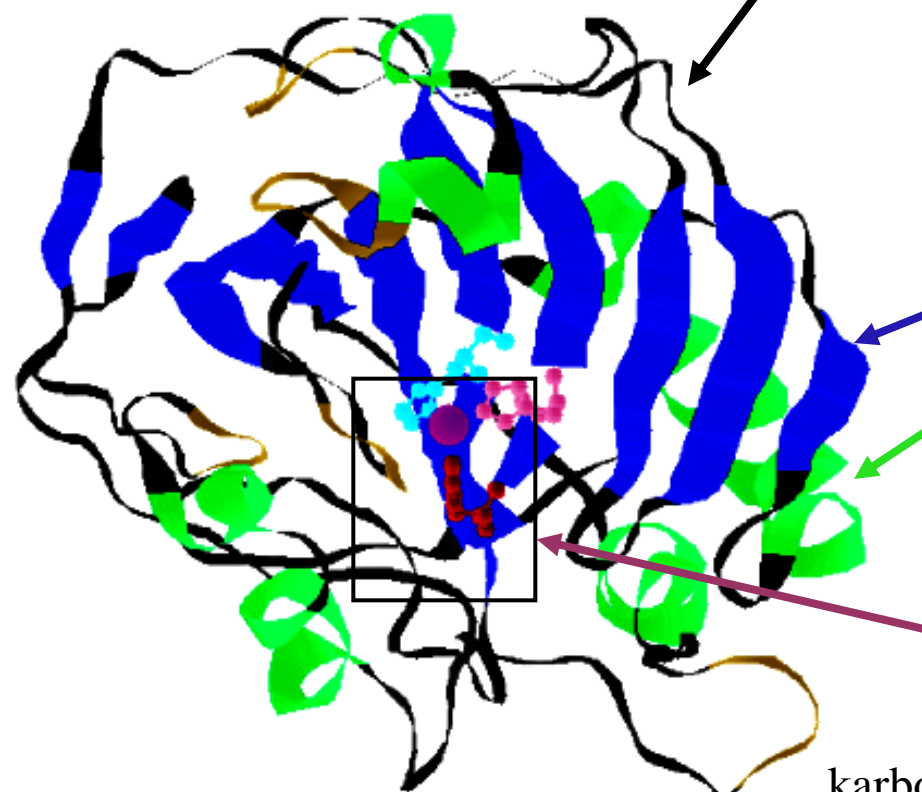


β -redő

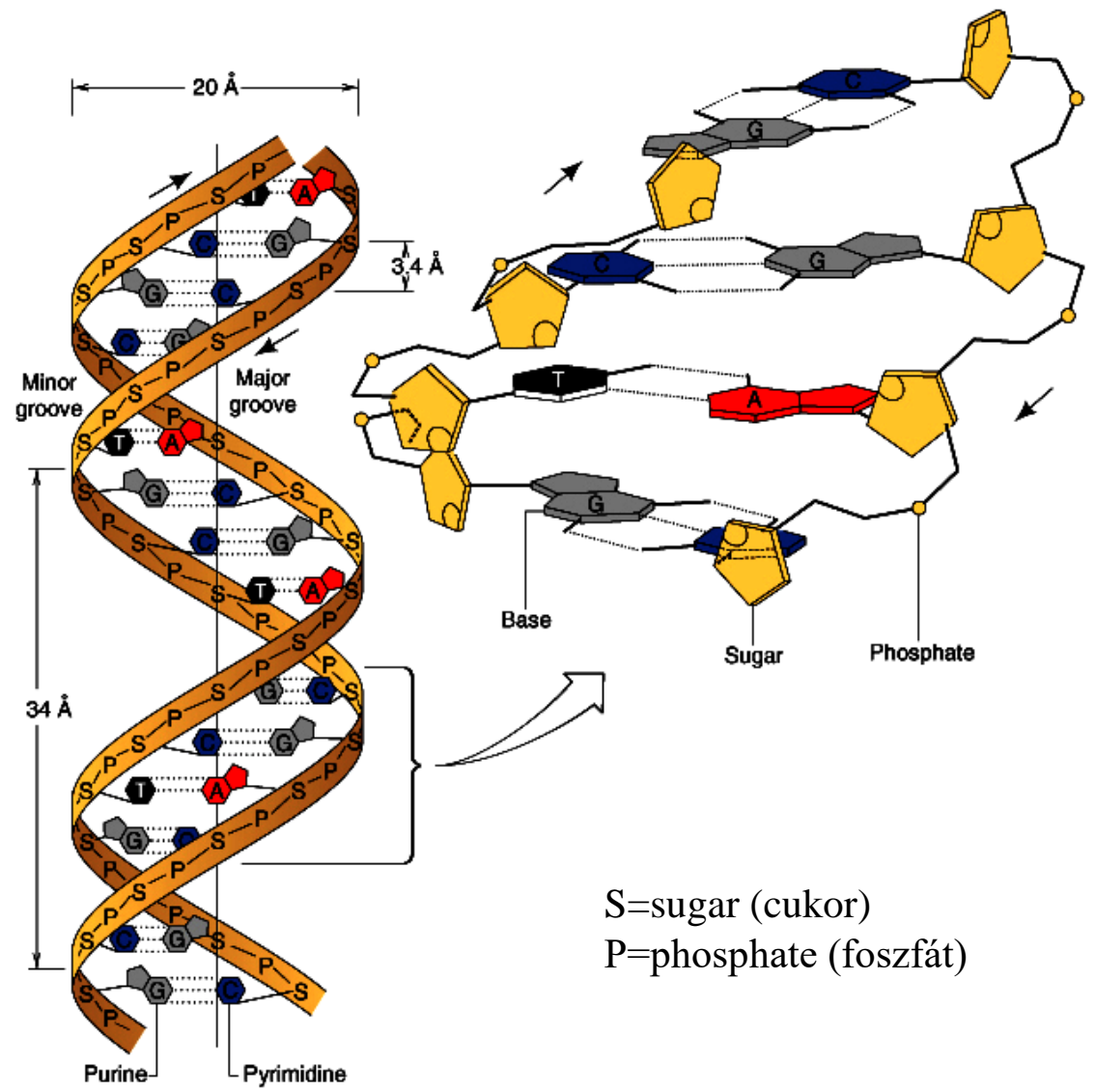
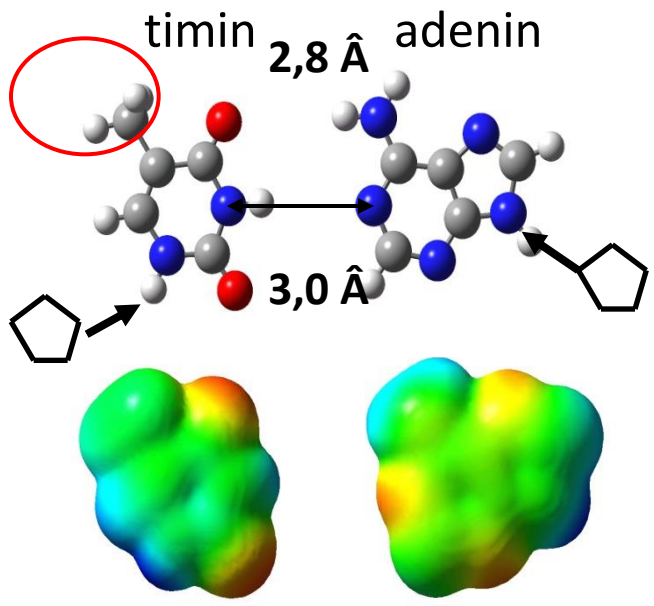
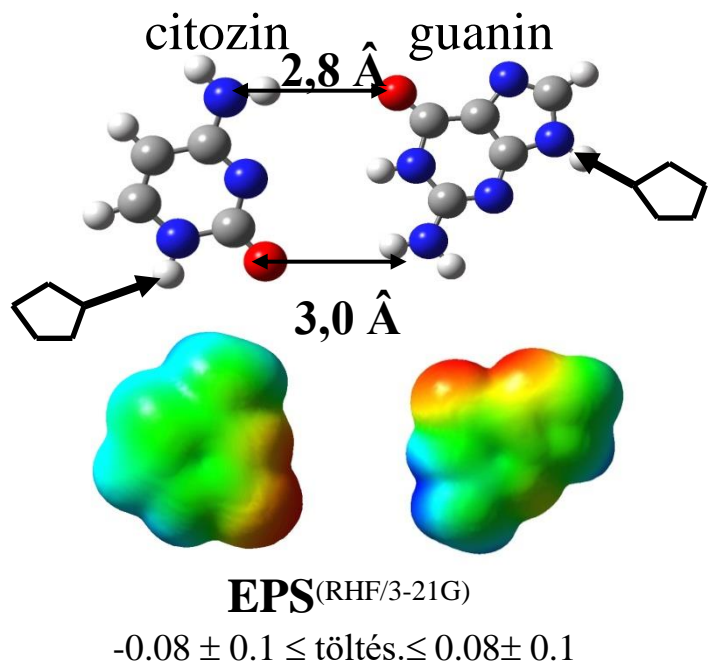
α -hélix

Zn + His(3 db)

karbonsav-anhidráz



DNS: A bázispárok közötti molekuláris kölcsönhatások csak a 3D-ben nyerik el valódi jelentőségüket:



S=sugar (cukor)
P=phosphate (foszfát)

A sztereokémia rövid története



1. Berzelius (1819) **dualisztikus** elektrokémiai elmélet, kétpólusú” magyarázó elv
lineáris vagy *egydimenziós* szerkezetleírás (1D)

2. Kekulé és Couper (1858) **vegyérték**elmélete

(a molekulák atomjait szigorú rend szerint működő vegyértékek tartják össze)

-az atomok kapcsolódási sorrendjét a papír síkján ábrázolták ("a síkkémia" megszületése)

- **konstitúciós izoméria** szemléltethetővé válik!

síkbeli vagy *kétdimenziós* szerkezetleírás (2D)

3. Van't Hoff és LeBel (1874): a molekulák valódi térbeli képződmények, a **tetraédermodell** megalkotása

-**sztereoizoméria** szemléltethetővé válik

(optikai izoméria és geometriai izoméria)

-síkkémia kontra térkémia (Baeyer-féle feszülési elmélet (1885) elfogadása)

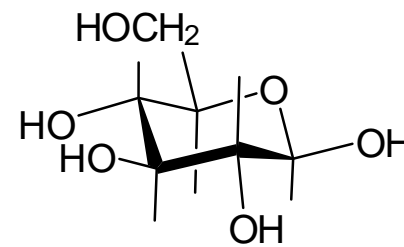
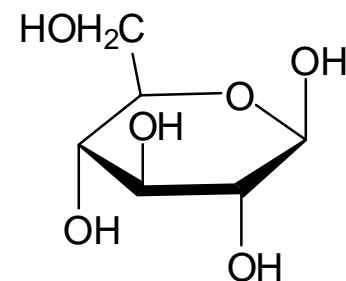
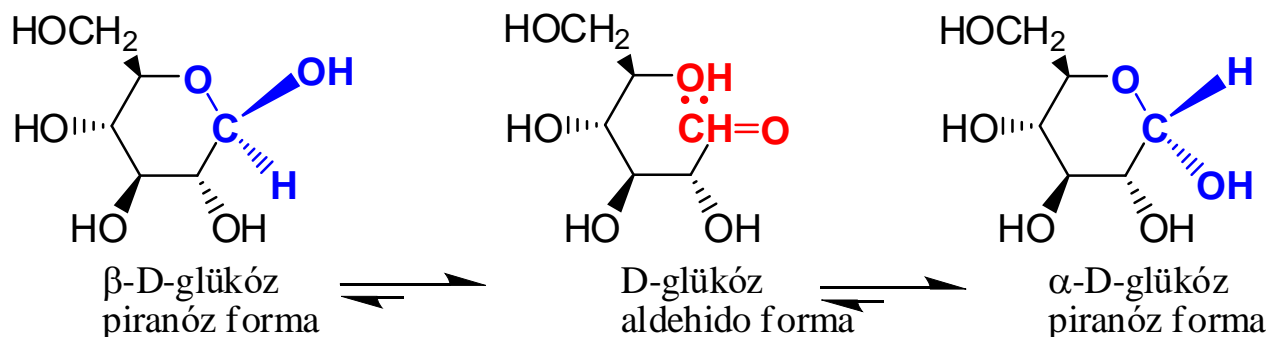
-Sachse: a ciklohexán kétféle nem síkbeli modelljének megalkotása (1890)

térbeli vagy *háromdimenziós* szerkezetleírás (3D)

4. egy molekula *többféle konformációban* jelenhet meg:

Mohr (1918): a ciklohexán szék- és kádalkata nem merev rendszer, hanem ezek egymásba már szobahőmérsékleten is átalakulhatnak

- *a konformációanalízis megszületése* (Reeves (1949): szénhidrátok térszerk.)

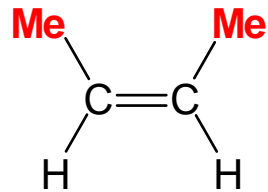


Haworth-Böesecken-képlet
síkalkat impresszió

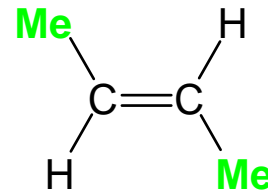
Reeves-képlet

érdekesség:

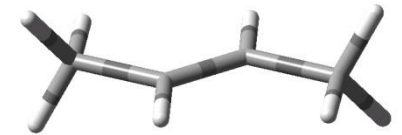
- but-2-én (*cisz-transz* izomerek) **már 1889-ben**
(Wislicenus [maleinsav fumársav])



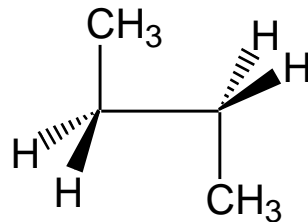
cisz-but-2-én



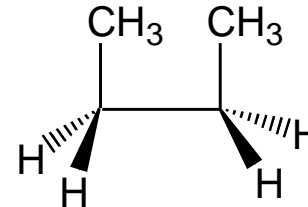
transz-but-2-én



- bután (szin-periplanáris és anti-periplanáris konformációk)
(**csak 1930-ban**) [Prelog]



anti-periplanáris
konformáció



szin-periplanáris
konformáció

- A **konformációanalízis** során egyazon konstitúció esetében is *egynél több* téralkatot kell figyelembe vennünk.

- Adott fizikai-kémiai paraméterek mellett

- a lokális minimumok és

- a potenciálisenergia-gátak mutatják meg hogy:

- izomerekkel vagy

- konformerekkel van-e dolgunk

memo: ha a gát magas akkor izomerek, ha a gát alacsony akkor konformerek

$$p_i = \exp(-\Delta E_i/kT) / \sum \exp(-\Delta E_i/kT),$$

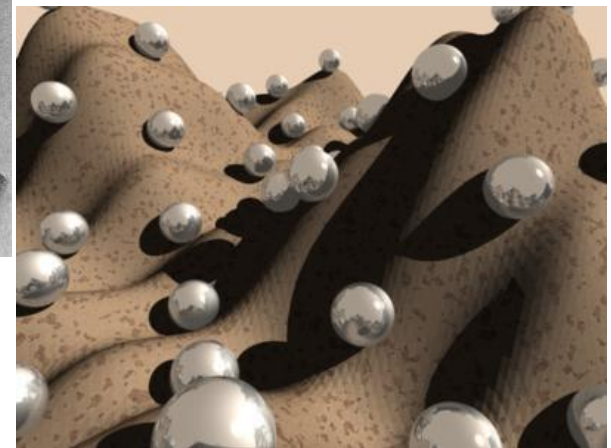
ahol $T=300\text{K}$ -on $kT=0.595371(\text{kcal.mol}^{-1})$

és $k=1.38\text{E-}23 [\text{J.K}^{-1}]$ míg az

Avogadro-féle szám $6.02 \cdot 10^{23} (\text{mol}^{-1})$

példa: 3 eltérő konformer: c_1 , c_2 és c_3 :

	$\Delta E_i (\text{kcal.mol}^{-1})$	$p_i (300\text{K})$	$p_i (1300\text{K})$
c_1	0	0,82	0,47
c_2	1	0,15	0,32
c_3	2	0,03	0,21



- Boltzmann-féle **determinisztikus** leírásmód

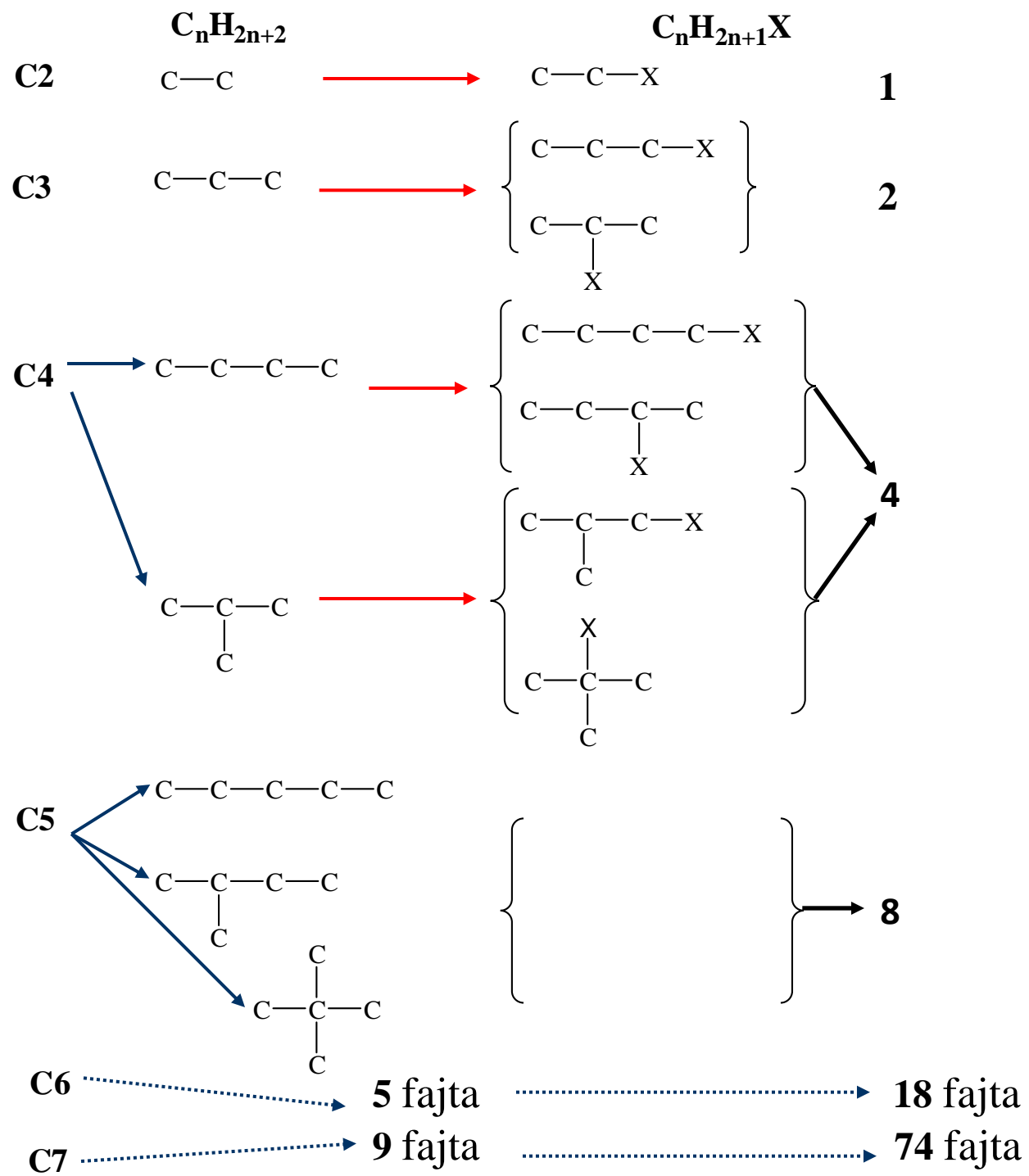
(**tér**koordináták mellett **valószínűség**i változó)

- **sztochasztikus** leírásmód

(**tér**- plusz **idő**koordináták)

hiper-térbeli vagy *négydimenziós* szerkezetleírás (**4D**)

A izomerek bár számosak, azok
a 2D-ben még hitelesen
szemléltethetők:



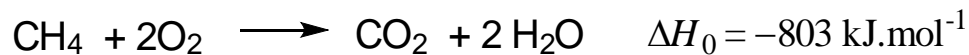
kérdés: melyik izomer a stabilabb?

válasz: meg kell vizsgálni a képződéshő és a stabilitásértékeket:

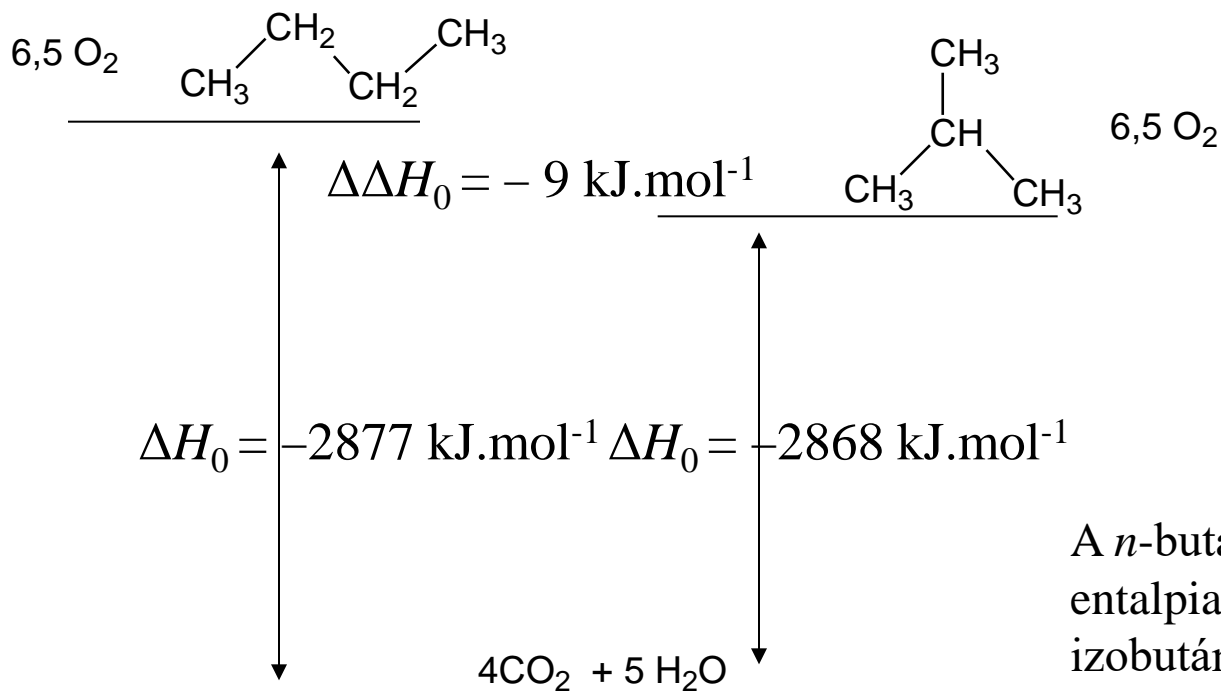
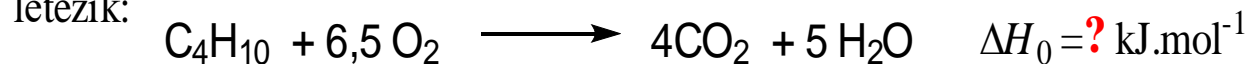


Tekintsük a következő (tökéletes) égést:

a sűjtólég 2 komp.



A C₄ alkán esetében nem ilyen egyszerű a helyzet, mert 2 C₄H₁₀ konstitúciójú vegy. létezik:



memo: a metán a földgáz legnagyobb komponense

A *n*-bután elégetése során 9 kJ·mol⁻¹ több entalpia szabadul fel, mint amikor az izobutánt égetjük el.

Tehát a C₄H₁₀ összegképletű szénhidrogének közül az **izobután** 9 kJ·mol⁻¹-al **stabilabb mint a *n*-bután.**

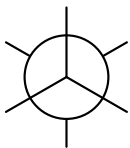
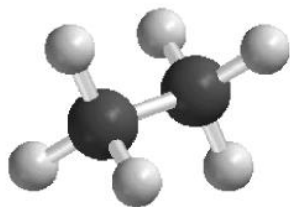
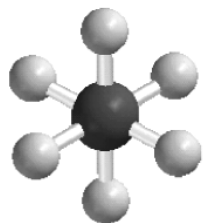
Konformációanalízis: térszerkezetvizsgálat

konformáció: adott konstitúciónak megfelelő geometriai elrendeződés

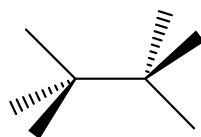
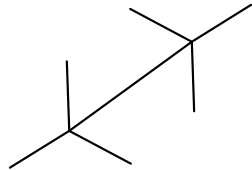
konformer: minimális energiájú konformáció

Ábrázolási módok és konvenciók:

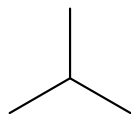
A Newman projekció



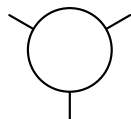
Newman-féle
projekciós képlet



"shawhorse"
képlet



frontális



hátdali
szénatom

Alkánok konformációanalízise:

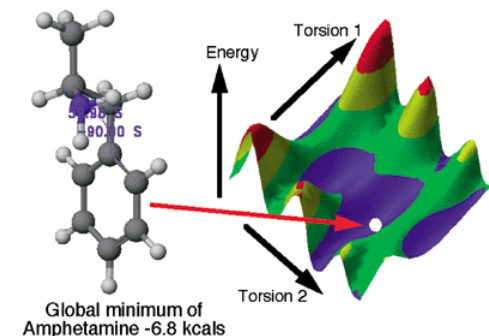
meghatározzuk a lehetséges térszerkezeteket

memo: ezek az alacsony rotációs gát miatt

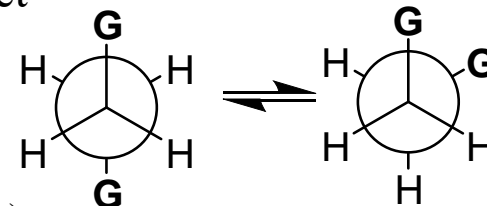
még jóval a szobahőmérséklet

alatt sem különíthetők el.

(Csak ha $T < -250^{\circ}\text{C}$, akkor lesz a rotáció gátolt.)

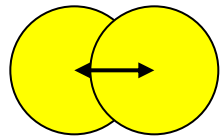


Melvin Spencer Newman
(1908-1993)

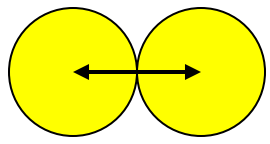


Van der Waals (hidrofób) potenciál

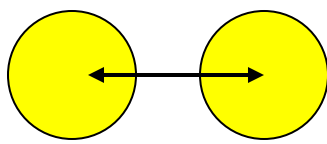
-,túl távol” aszimmetrikusan polarizált elektronfelhők vonzása
-,túl közel” elektronfelhők egymásba hatolása taszítást okoz



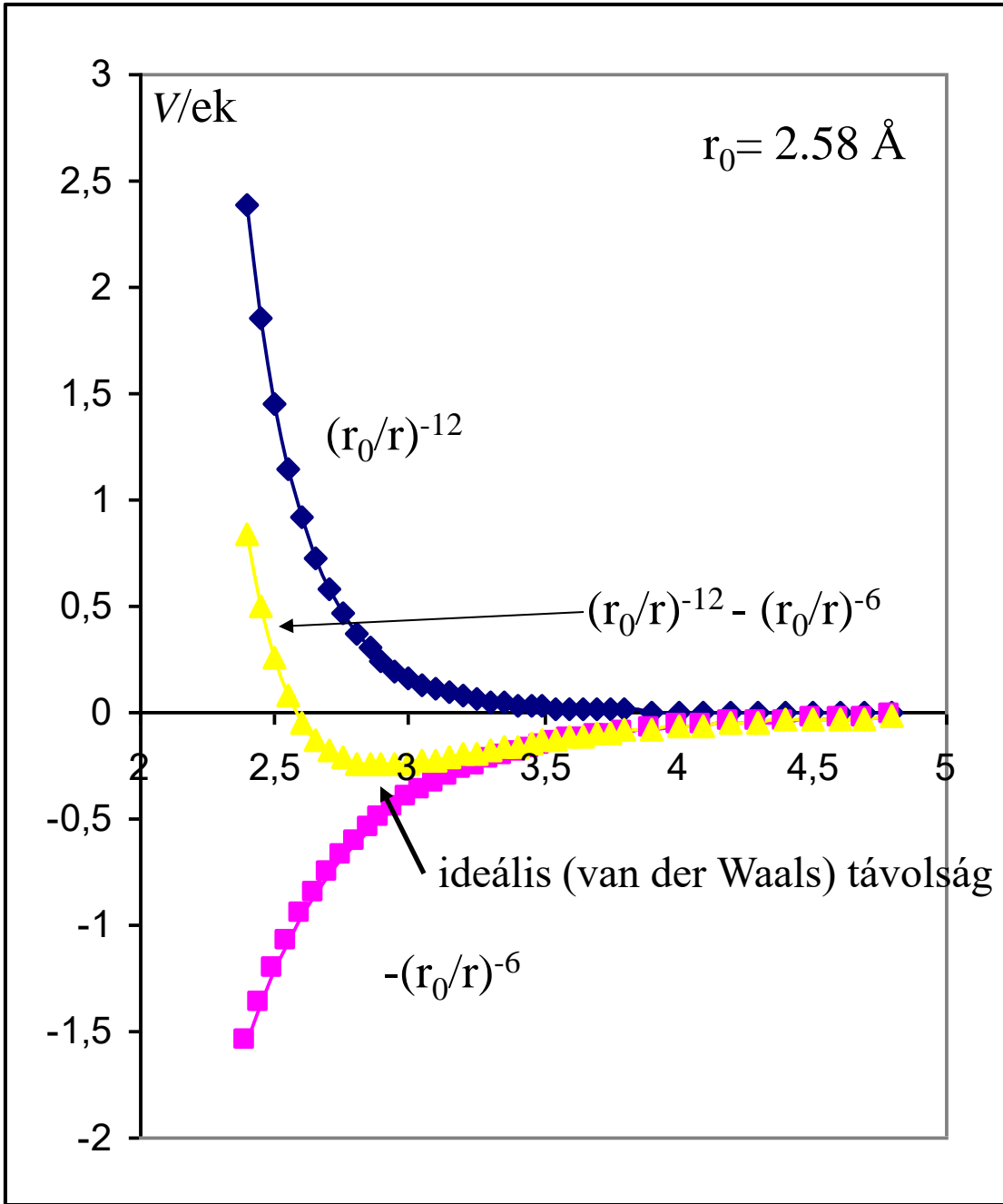
túl közel
taszítás



ideális



túl távol
vonzás

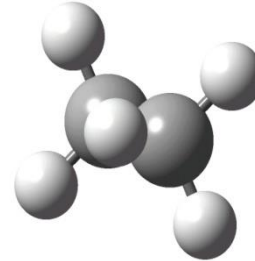
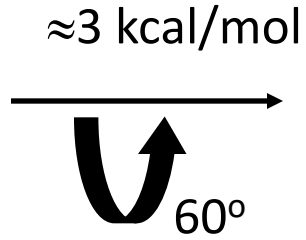
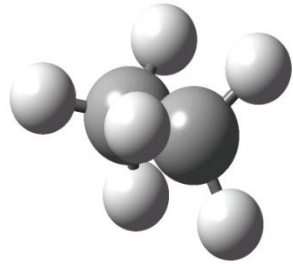


Az etán konformációanalízise

(Solomons 4.8)

fedő térállás,

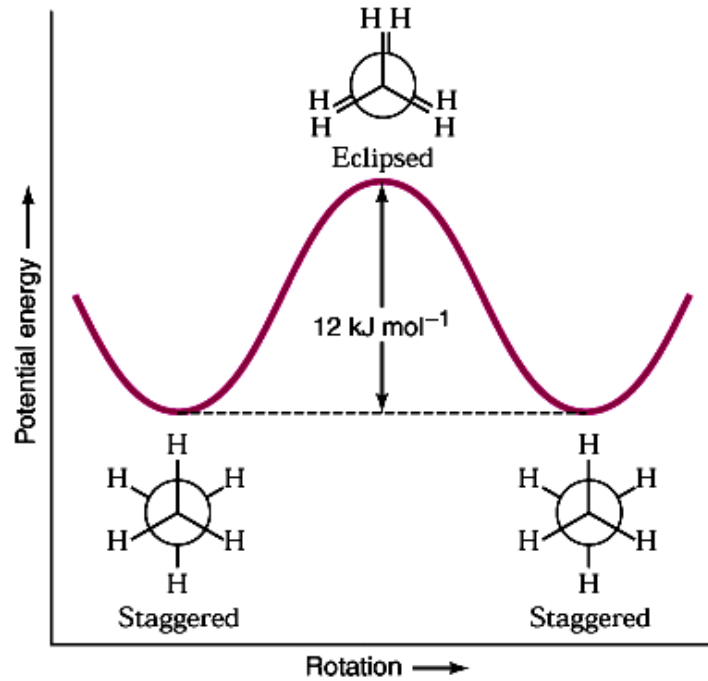
etán nyitott térállás



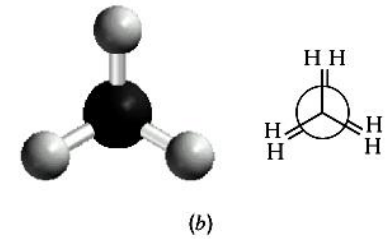
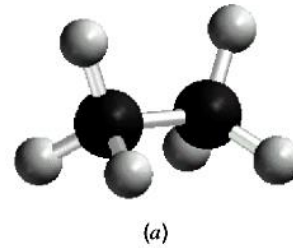
© The Nobel Foundation

J.H. van't Hoff
(Nobel díj 1901)

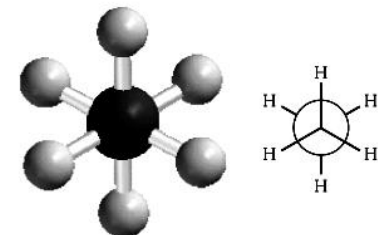
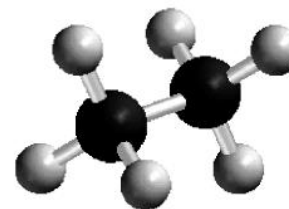
memo: egyetlen konformer, végtelen számú konformáció



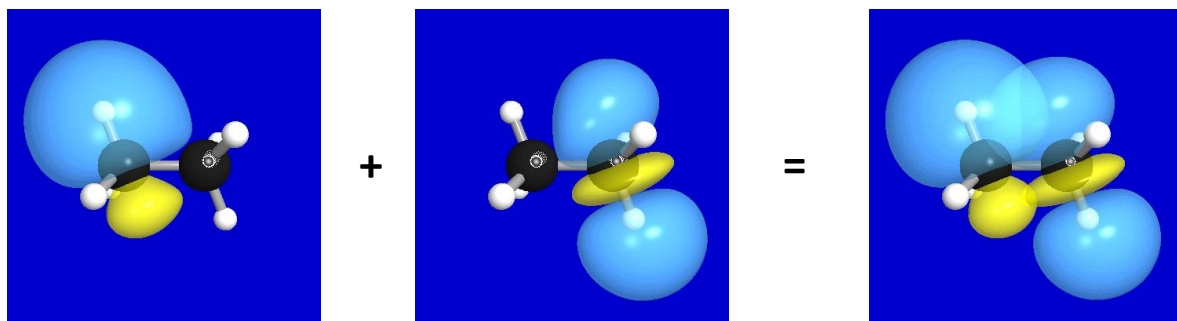
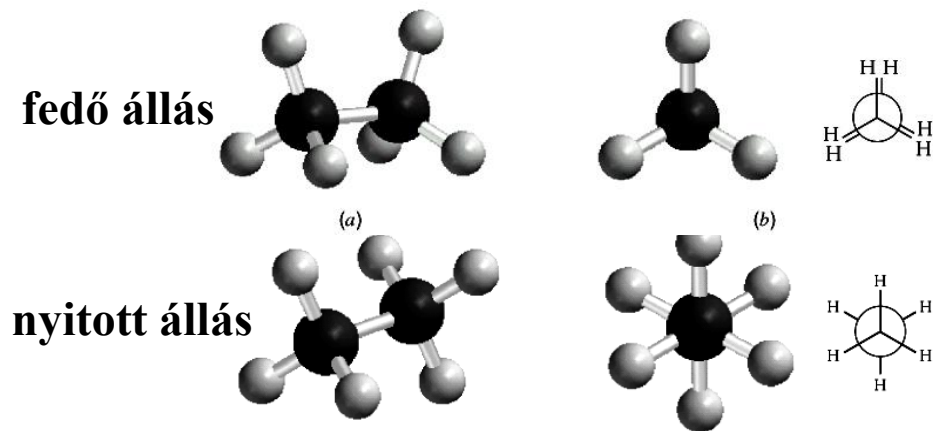
fedő állás



nyitott állás



MO alapú magyarázat:



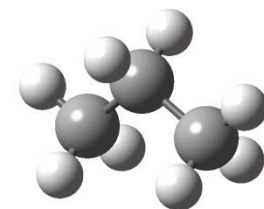
az egyik C-H
kötő MO-ja
(betöltött σ
pálya)

a szomszédos
C-H lazító MO-ja
(üres σ^* pálya)

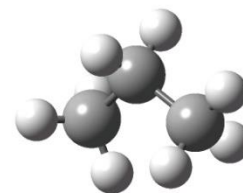
A **nyitott** térállás esetén e
két MO-között az átfedés
nagyobb \rightarrow nagyobb a
hiperkonjugáció mértéke
 \rightarrow stabilabb a konformáció!

memo: fedő állás esetén a két MO átfedése (kék a késsel)
kisebb (nem könnyű így látni: átfedés a kék és a sárga térrész között
megnő és az kedvezőtlen.)

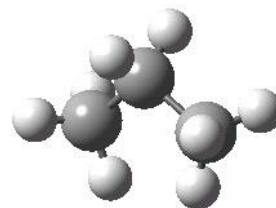
A propán konformációanalízise:
egyszeresen fedő és többszörösen
fedő térállások (Solomons 4.8)



nyitott, nyitott
0,0 (kcal.mol⁻¹)
minimum



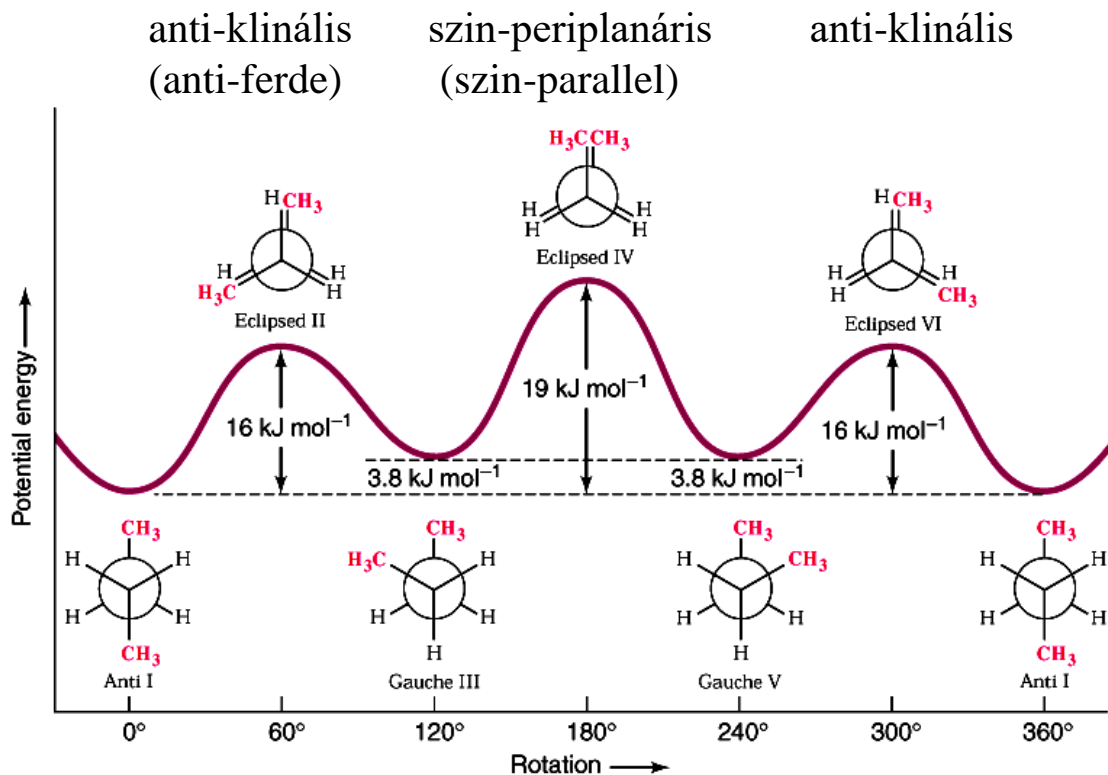
fedő, nyitott
3,3 (kcal.mol⁻¹)
nyeregpon
(átmeneti állapot)



fedő, fedő
7,8 (kcal.mol⁻¹)
maximum

A bután konformációanalízise:

általában egy nagyobb molekulában C₄-es egységek konformációját nézzük egyszeresen fedő és többszörösen fedő térállások analízise (Solomons 4.8)



C₁-C₂-C₃-C₄ := ω

anti := távolabbi

szin := közelebbi

1) periplanáris vagy síkalkatú elrendeződésből

két lehetőség van: - a közelebbi (szin) (ω=0°) és

- a távolabbi (anti) (ω=180°)

2) „szöget” bezáró vagy klinális, tehát nem síkalkatú elrendeződésből is

két lehetőség van: - a közelebbi (szin) (ω=60°) és

- a távolabbi (anti) (ω=120°)

anti-periplanáris
(anti-parallel)

szin-klinális
(szin-ferde)

szin-klinális

anti-periplanáris

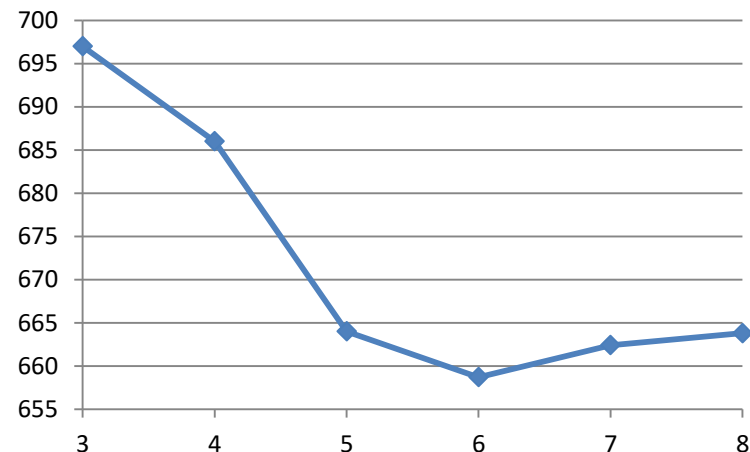
anti-klinális
(anti-ferde)

szin-periplanáris
(szin-parallel)

anti-klinális

A cikloalkánok konformációanalízise:

cikloalkán	n	ΔH_0 (kJ.mol ⁻¹)	$\Delta H_0/n$ (kJ.mol ⁻¹)	gyűrűfeszültség (kJ.mol ⁻¹)
ciklopropán	3	2091	697	115
ciklobután	4	2744	686	109
ciklopentán	5	3320	664	27
ciklohexán	6	3952	658,7	0
cikloheptán	7	4637	662,4	27
ciklooktán	8	5310	663,8	42
normál alkán (ref.)			658,6	

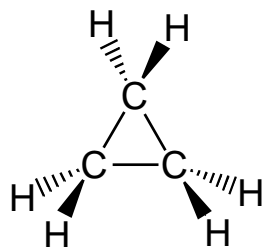


megfigyelés:

- 1) A **ciklohexán** a legstabilabb amelynek égéshője azonos a **normálsláncú** izomer (korrigált) értékével. Tehát ebben a molekulában nincs gyűrűfeszülés!
- 2) A ciklopropán igen feszült rendszer (nagy potenciálisenergia-tartalmú)

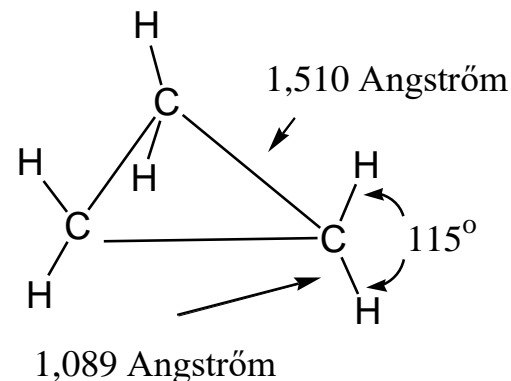
A ciklopropán:

síkalakátú
igen jelentős feszültséget
hordozó geometria

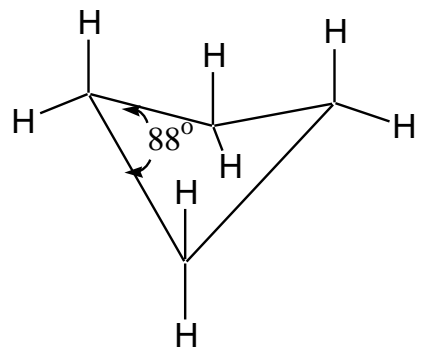
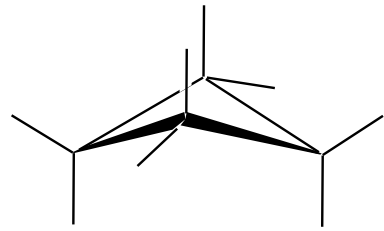


$$\alpha_{C-C-C} = 60^\circ$$

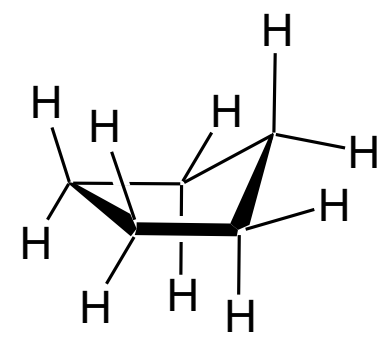
$$\alpha_{C-C-C} (\text{ideális}) = 109,5^\circ$$



A ciklobután:
nem síkalakátú
jelentős feszültséget
hordozó geometria



A ciklopentán:
nem síkalakátú
már majdnem ideális
(feszültségmentes) geometria



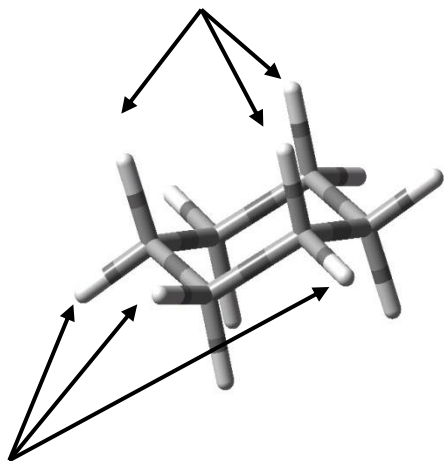
$$\alpha_{C-C-C} = 108^\circ$$
$$\alpha_{C-C-C} (\text{ideális}) = 109,5^\circ$$

Cikloalkánok konformációs tulajdonsága:

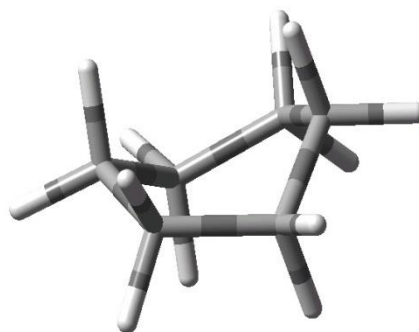
nem síkalakotú, ideális (feszültség mentes) geometria

ciklohexán szék-térállás, ciklohexán csavartkád-térállás (*Solomons 4.12*)

axiális



$\approx 5,5 \text{ kcal.mol}^{-1}$

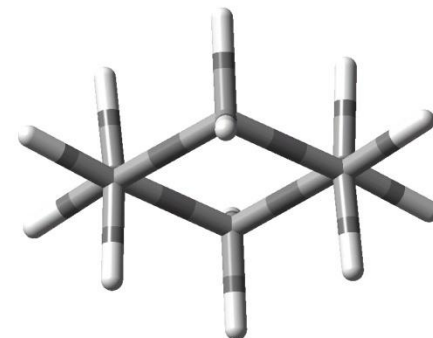


minimum: a szék- és a csavartkád-térállás

átmeneti állapot: félsík (5 atom egy síkban) és a kád-térállás



A hat C-C kovalens
kötés mentén a „szubsztitu-
ensek” közül négy *gauche*
de kettő fedő-térállású:

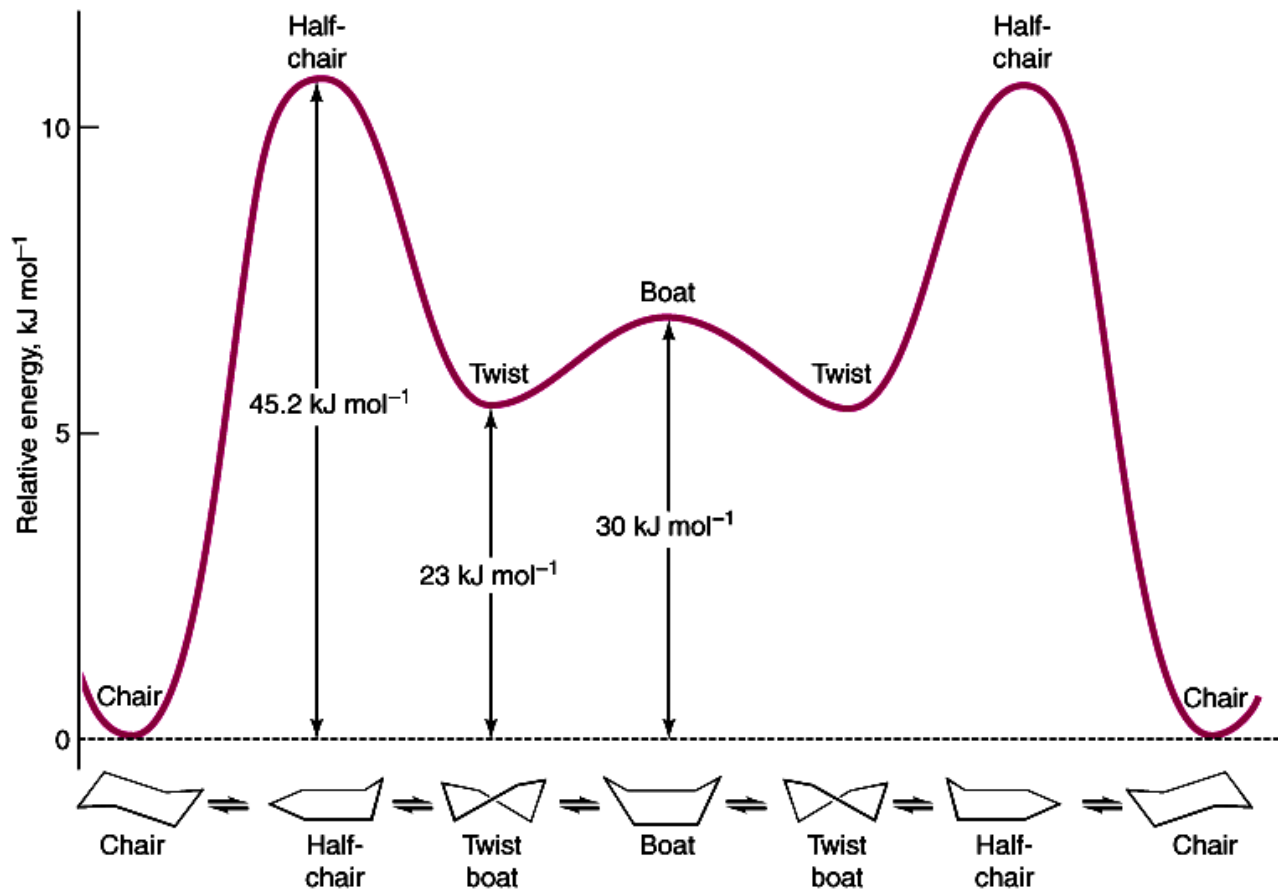


ekvatoriális



Mind a hat C-C kovalens
kötés mentén a „szubsztitu-
ensek” *gauche* térállásuk:

A ciklohexán különböző szerkezeteinek relatív energiája:



Odd Hassel



Sir. Derek Barton

1969 megosztott kémiai Nobel-díj
a konformációanalízis kifejlesztéséért és alkalmazásáért.

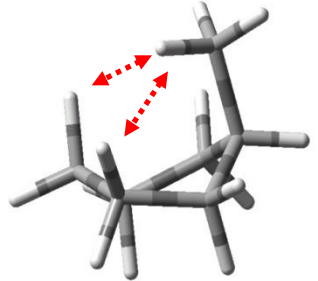
A metilciklohexán konformációs viszonyai:

ciklohexán: két konformer
metilciklohexán: négy konformer

memo: kedvezőtlen 1,3-diaxiális k.cs.(←.....→)

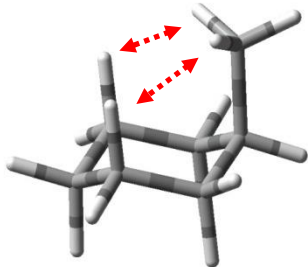
axiális csavart kád

$E_{\text{RHF/3-21G}} = -271,724362$ Hartree
 $\mu = 0,08$ Debye



axiális szék

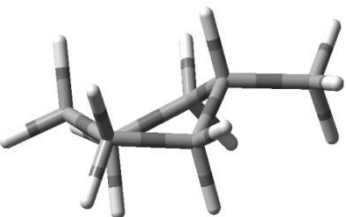
$E_{\text{RHF/3-21G}} = -271,735061$ Hartree
 $\mu = 0,04$ Debye



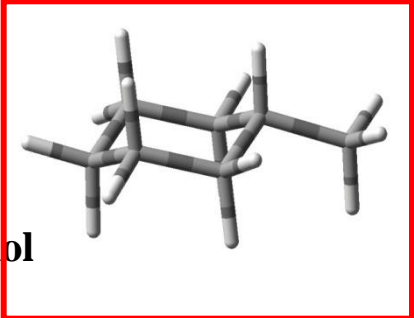
←
6,71 kcal/mol

↑
1,9 kcal/mol

↑
1,92 kcal/mol



←
6,73 kcal/mol



ekvatoriális csavart kád

$E_{\text{RHF/3-21G}} = -271,727385$ Hartree
 $\mu = 0,05$ Debye

**globális minimum
ekvatoriális szék**

$E_{\text{RHF/3-21G}} = -271,738115$ Hartree
 $\mu = 0,05$ Debye

Geminális diszubsztituált ciklohexán-származékok konformációs tulajdonsága:

(a nagyobb térigényű kerül ekvatoriális helyzetbe)

ciklohexán:

két konformer: 2 db. szék és 2 db. csavart kád

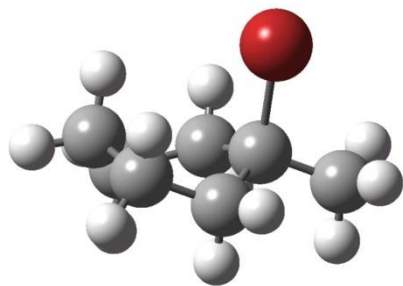
metilciklohexán:

négy konformer

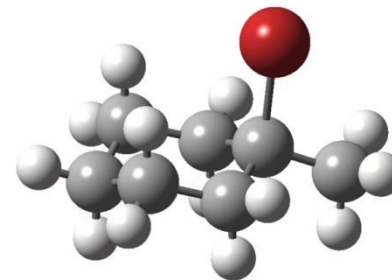
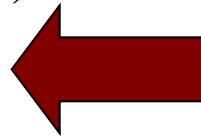
1-bróm-1-metil-ciklohexán:

négy konformer

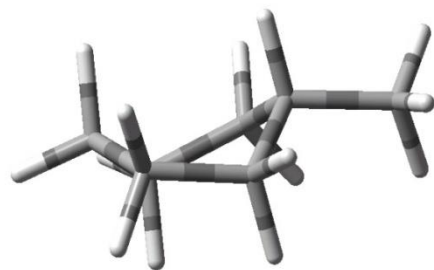
memo: a Me-csoport jóval nagyobb mint a Br



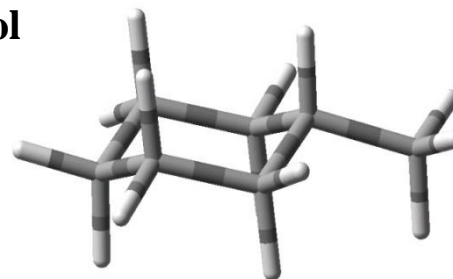
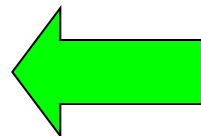
7,75 kcal/mol



$E_{\text{RHF/3-21G}} = -2831,223541$ Hartree
 $\mu = 2,46$ Debye



6,73 kcal/mol

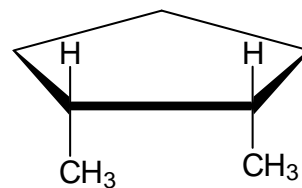


$E_{\text{RHF/3-21G}} = -271,727385$ Hartree
 $\mu = 0,05$ Debye

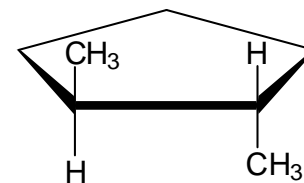
$E_{\text{RHF/3-21G}} = -271,738115$ Hartree
 $\mu = 0,05$ Debye

Vicinális (1,2-), 1,3- 1,4- diszubsztituált ciklo-alkánok sztereokémiai tulajdonságai:

nevezéktan: *cisz* és *transz* 1,2-, 1,3- vagy 1,4-



cisz-1,2-dimetilciklopentán
fp 100°C



transz-1,2-dimetilciklopentán
fp 92°C

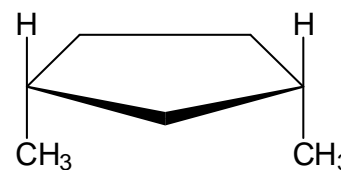
memo:

-nyíltláncú alkánok esetében *anti*-(*transz*-) konformerből *gauche*-(*cisz*-)konformerbe σ -kötés **hasítása nélkül** forgatással eljuthatunk.

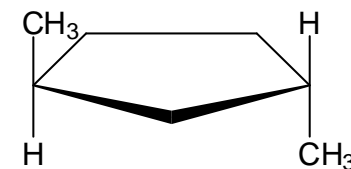
(konformerek)

-Cikloalkánok estében *cisz*-ből a *transz*-izomerbe **forogtatással**

eljutni **nem** lehet, csak σ -kötés hasítása után (izomerek)



cisz-1,3-dimetilciklopentán
fp 91°C

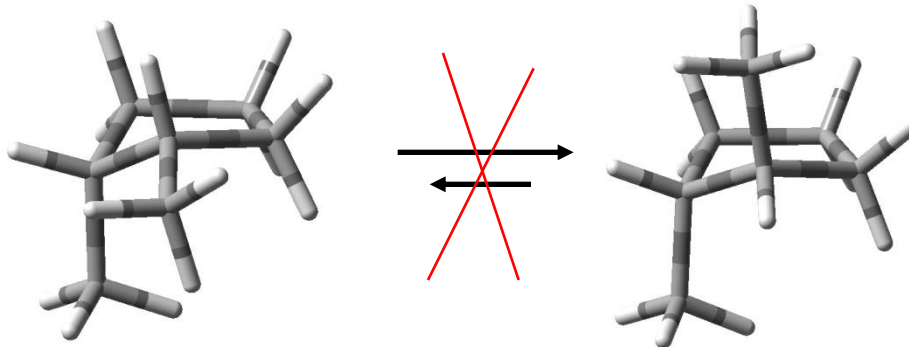


transz-1,3-dimetilciklopentán
fp 92°C

$E = -271,7281779$

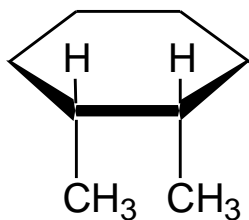
$-271,7290454$

$\Delta E \approx 0,5 \text{ kcal.mol}^{-1}$

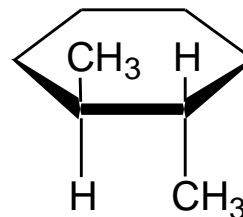


1,4- dimetilciklohexán konformációanalízise:

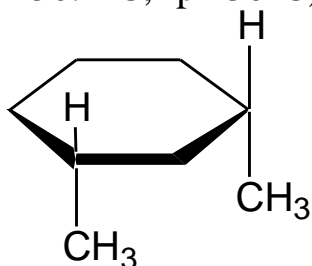
valódi izomerek: eltérő fiziko-kémiai paraméterek:



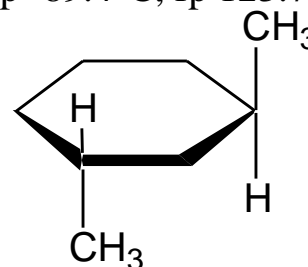
cisz-1,2-dimetilciklohexán
(op -50.1°C , fp 130°C)



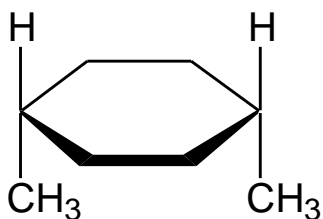
transz-1,2-dimetilciklohexán
(op -89.4°C , fp 123.7°C)



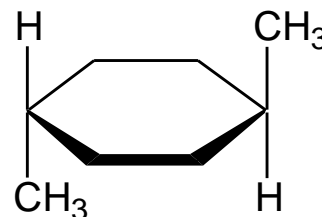
cisz-1,3-dimetilciklohexán
(op -76°C , fp 120°C)



transz-1,3-dimetilciklohexán
(op -90°C , fp 124°C)



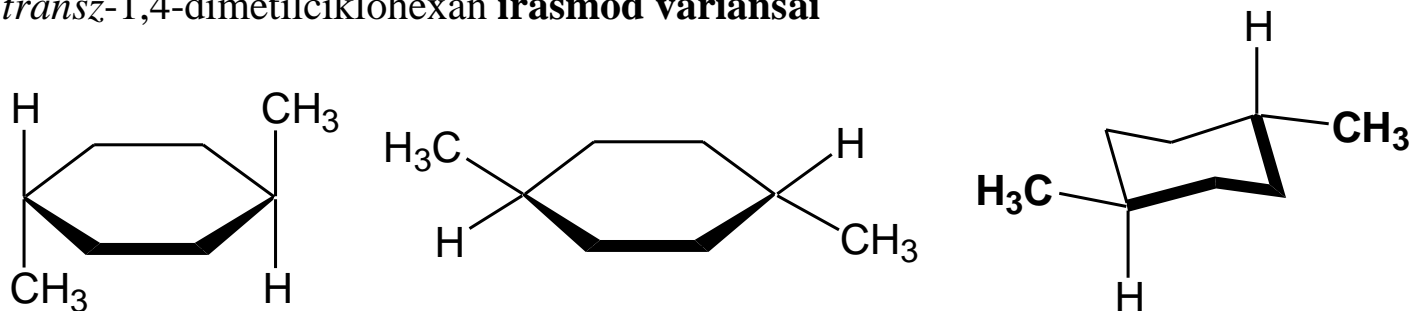
cisz-1,4-dimetilciklohexán
(op -87°C , fp 124°C)



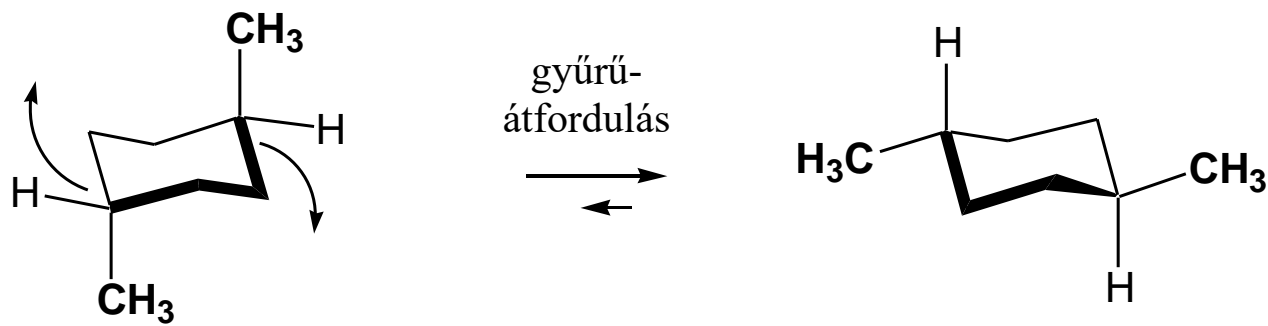
transz-1,4-dimetilciklohexán
(op -37°C , fp 120°C)

A *cisz-* *cisz-*, a *transz-* *transz-* izomer marad **gyűrűátfordulás** után is.

transz-1,4-dimetilciklohexán **írasmód variánsai**

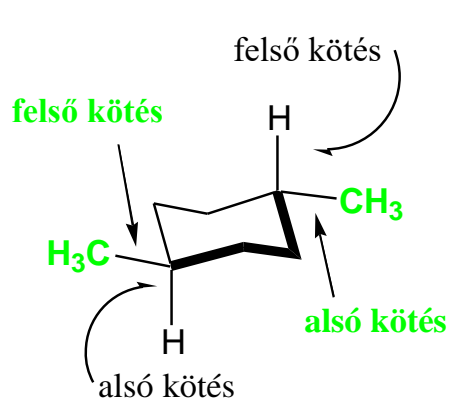


transz-1,4-dimetilciklohexán **gyűrűátfordulása**

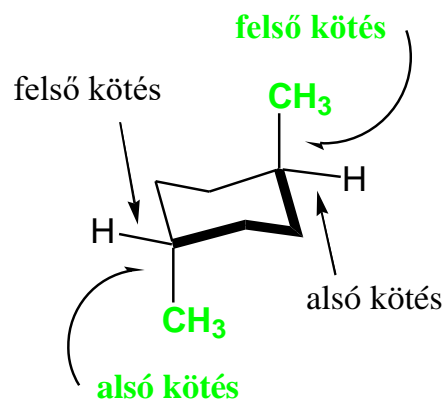
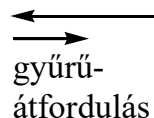


A diszubsztituált cikloalkánok *cisz*-, és *transz*-izomereinek nevezéktana

transz -1,4-

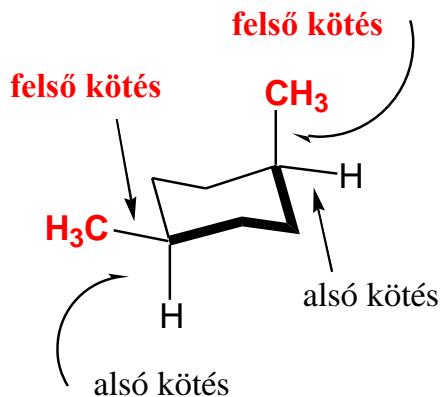


transz-(diekvatoriális)-1,4-dimetilciklohexán
domináns konformer (>99%)

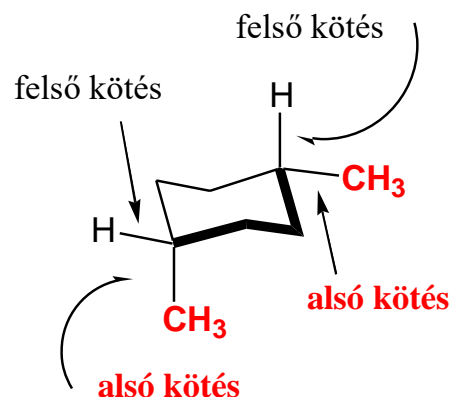
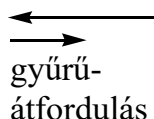


transz-(diaxiális)-1,4-dimetilciklohexán
minor konformer (<1%)

cisz -1,4-



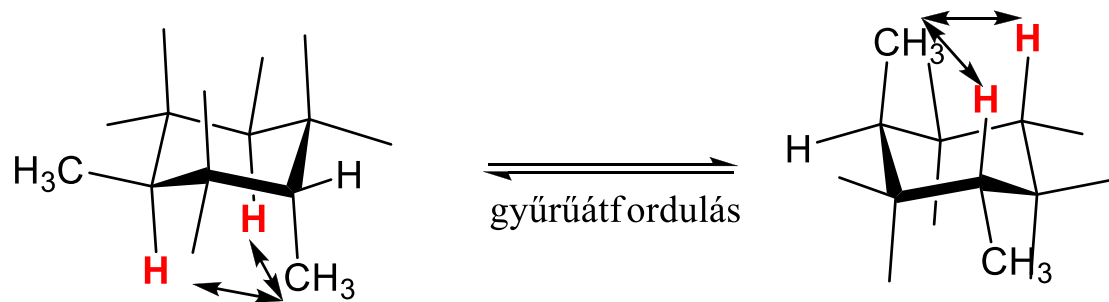
cisz-(axiális-ekvatoriális)-1,4-dimetilciklohexán
ekvivalens konformerek
(nem különböztethetők meg egymástól)



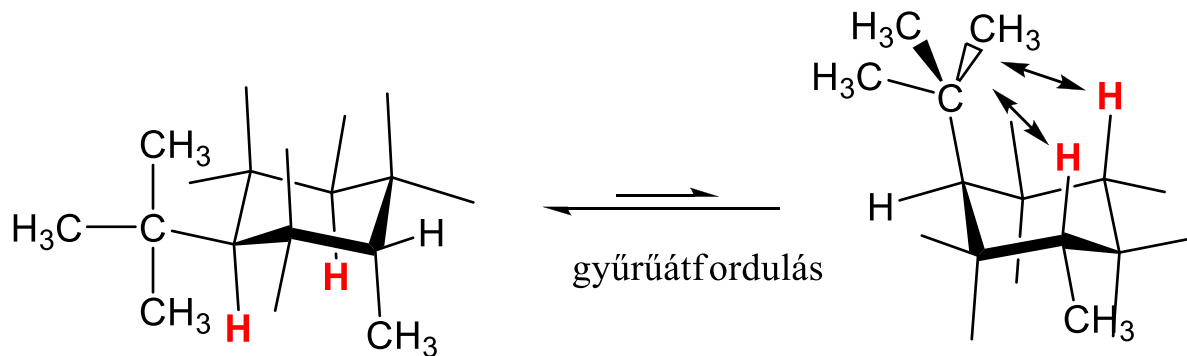
konklúzió:

- *cisz*-szerkezetű az izomer, ha a szubsztituensek **vagy két felső vagy két alsó** kötéshez kapcsolódnak.
- *transz*-szerkezetű az izomer, ha a szubsztituensek **vegyesen** felső és alsó kötésekhez kapcsolódnak, éppen így lesz vagy diaxiális, vagy diekvatoriális a szubsztituenspár.

Különböző szubsztituenseket tartalmazó diszubsztituált cikloalkánok konformációanalízise



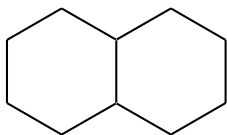
transz-1,3-dimetilciklohexán
azonos energiájú konformerek



transz-1-*terc.*-butil-3-metilciklohexán
kedvező energiájú konformer
(*^tBu* ekvatoriális)

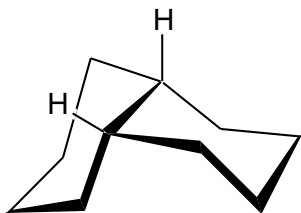
transz-1-*terc.*-butil-3-metilciklohexán
kedvezőtlen energiájú konformer
(*^tBu* axiális)

Biciklo- és polcikloalkánok konformációanalízise

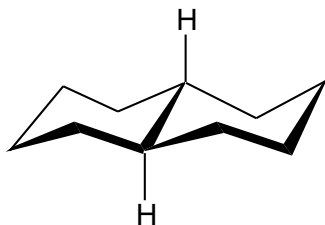


dekalin
bicyklo[4.4.0]dekán

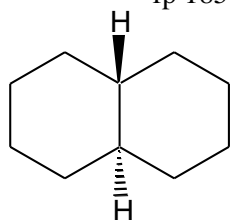
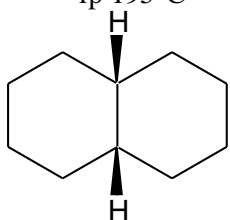
cisz-, *transz*-izomerek:



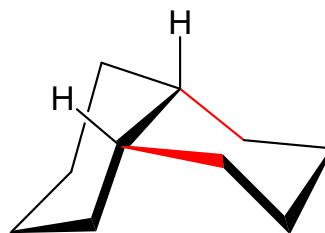
cisz-dekalin
fp 195°C



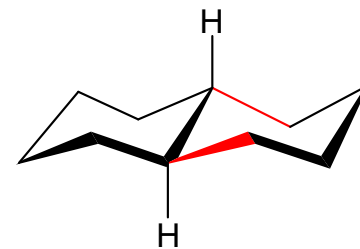
transz-dekalin
fp 185.5°C



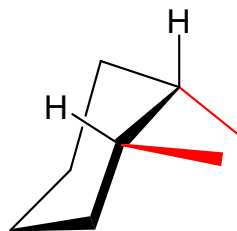
figyelem: bár most a hídfő-hidrogéneket nézzük,
a *cisz*-*transz*-gyűrűanelláció ugyanaz
mint a diszubsztituált ciklohexán esetében:



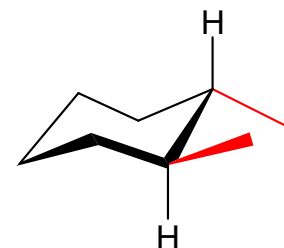
cisz-dekalin



transz-dekalin

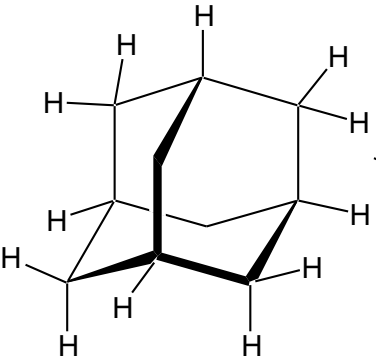


cisz-1,2-dimetilciklohexán
két alsó kötés
avagy axiális-ekvatoriális metilek

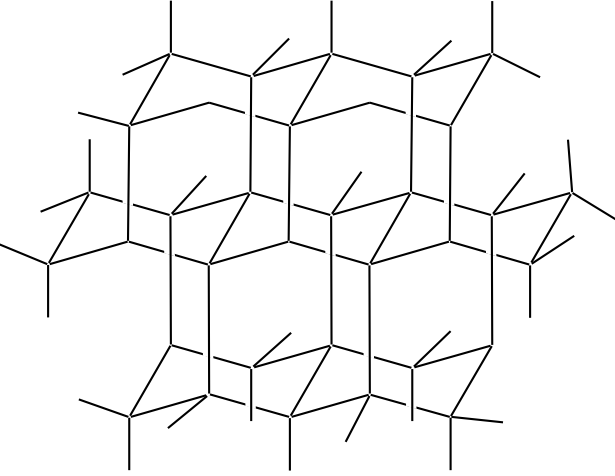


transz-1,2-dimetilciklohexán
egy felső és egy alsó kötés
avagy diekvatoriális a két metil

Tricikloalkán

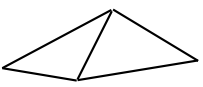


adamantán
csupa szék

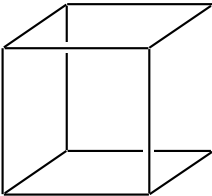


gyémántrács része

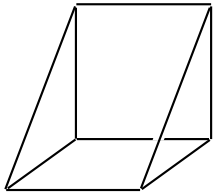
Érdekes cikloalkánok:



biciklo[1.1.0]bután

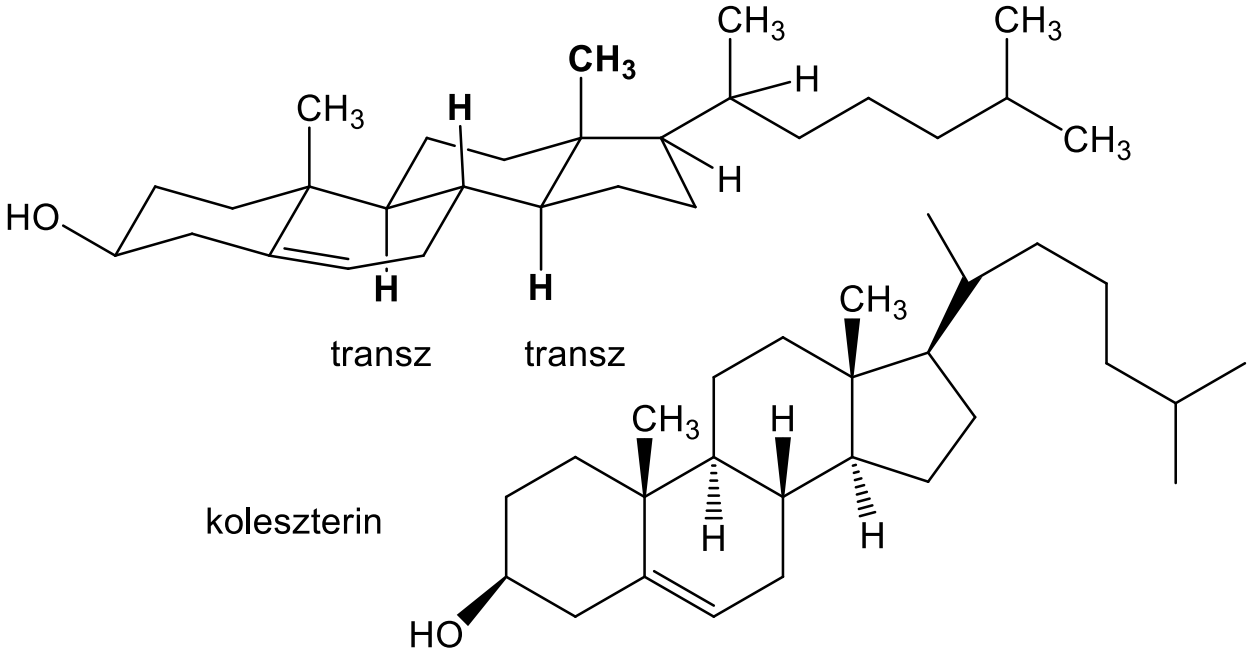


kubán



prizmán

Egy fontos policikloalkán származék:



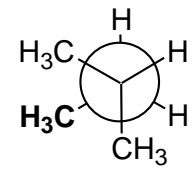
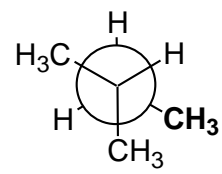
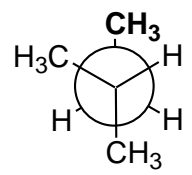
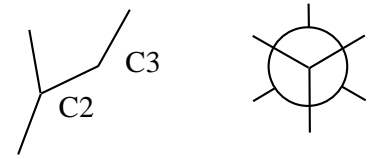
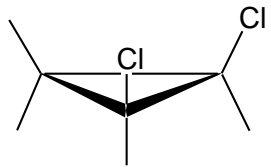
koleszterin

Mintapéldák

Rajzolja fel a 2-metilbután C2-C3 kötés mentén adódó különböző minimum szerkezeteinek Newman-projekcióit!

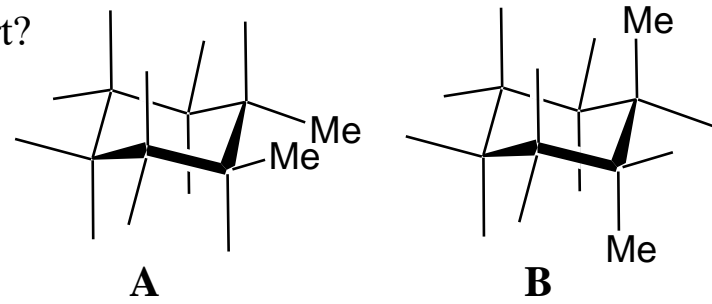
Becsülje meg azok relatív stabilitását!

Írja fel az 1,2-diklórciklopropán **cisz** izomerjét



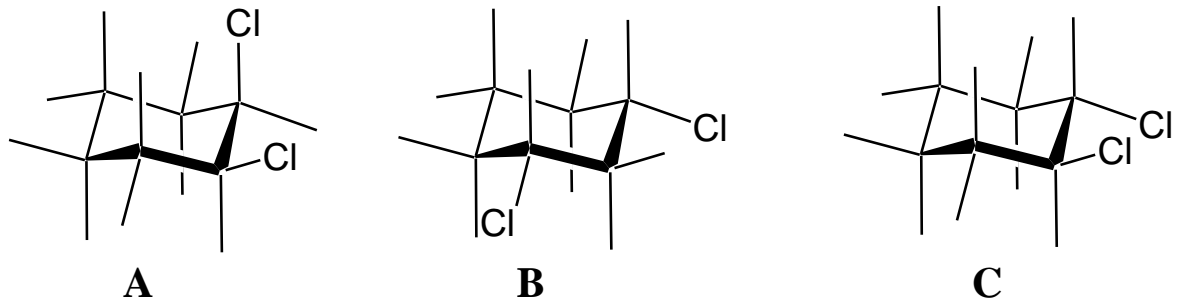
- I. Me és H között a Me alacsonyabb E
 - II. Me és H között a Me alacsonyabb E
 - III. két Me között a Me magasabb E
- I és II azonos E

Melyik konformer lesz stabilabb? Miért?



A = diekvatoriális: stabilabb
 B = diaxiális: a 2 db Me és a 4 axiális H miatt labilisabb

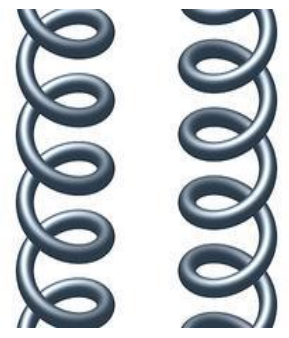
Nevezze el a konformereket!



A = felső, felső → cisz
 B = alsó, alsó → cisz
 A = alsó, felső → transz (diekvatoriális)

Helikális vagy spirális téralkat:

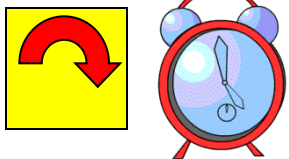
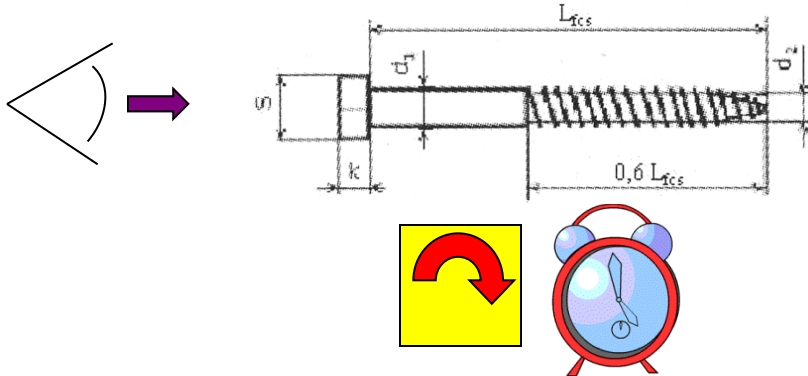
lehet jobbmenetes vagy balmenetes



1) ha a spirális szerkezeti elemnek nincs kitüntetett vége (vagy eleje) (pl. rugó) akkor is van tükörképi párja.

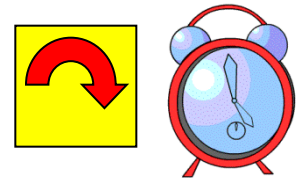
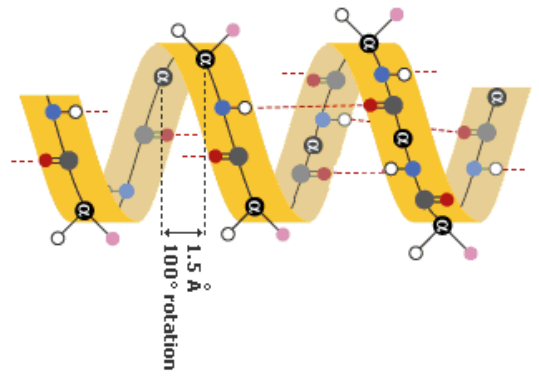
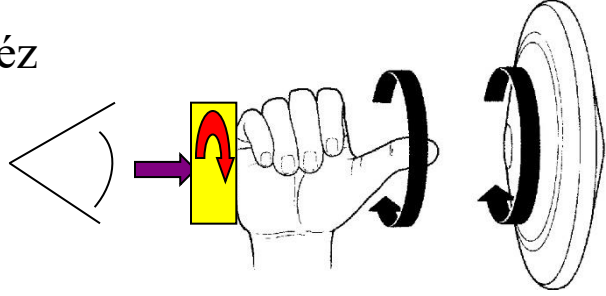
2) ha a spirális szerkezeti elemnek van kitüntetett vége (vagy eleje): pl. oszlop (töve és teteje), csavarhúzó (feje), peptid hélix (N- és C-term.)

N-term. → C-term.



tehát ez egy jobbmenetes csavar

A jobbkez szabály:



tehát ez egy jobbmenetes a-hélix

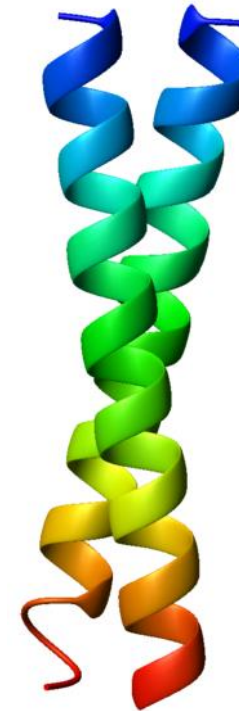
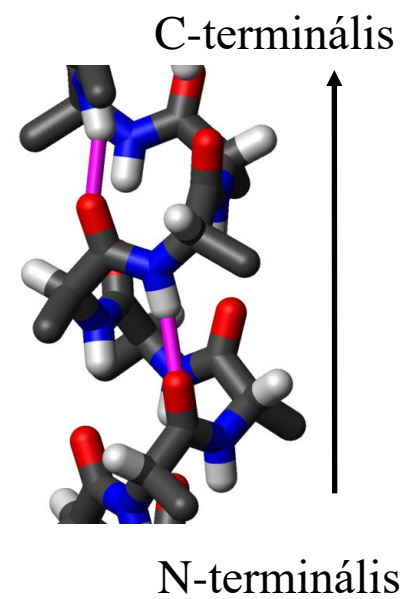
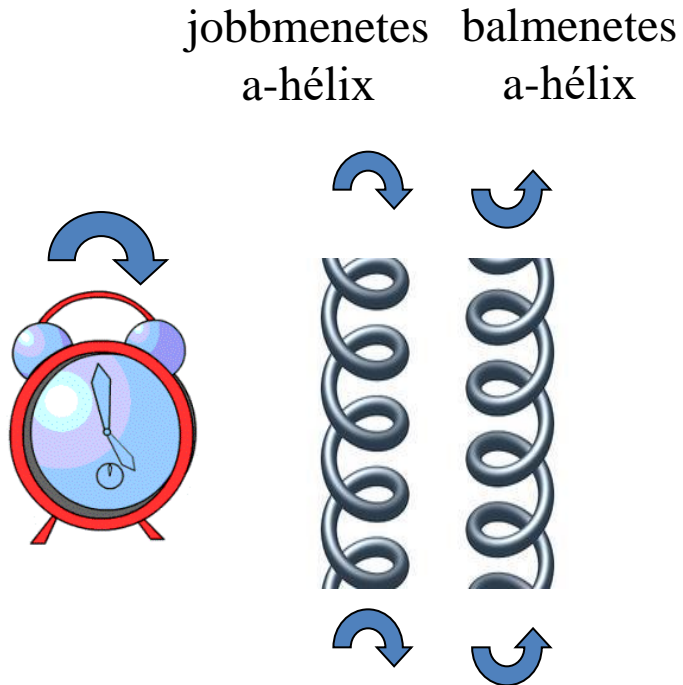
def.: Nézzük a hélixet a hossz tengelye mentén. Ha a helikális elmozdulás, amely a nézőtől távolodik az óramutató járásával megegyező irányú, akkor az a hélix jobbmenetes. (Ezt a hélix típust szokás P-helixnek (plusz) nevezni.)

memo: Jobbkezesek a fehérjékben található a-hélixek, a DNS A és B- formái, stb.

Peptidek és fehérje építőelemek térszerkezete:

- **alfa hélix (α -hélix)** a természetes L-aminosavak esetében a jobb csavarmenet téralkat a szokásos (rúgó). Itt minden $(i+4)$. amidcsoport H-donor az i . amid C=O felé.

alfa hélix: **Pauling-Corey-Branson**

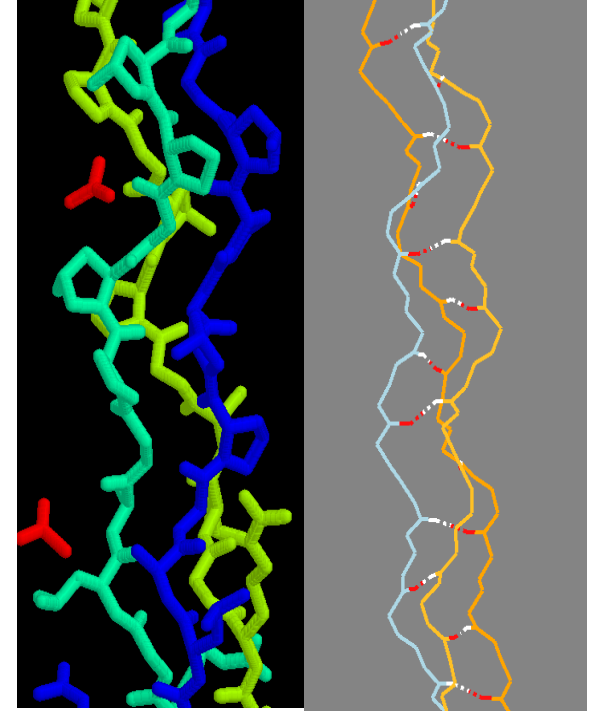
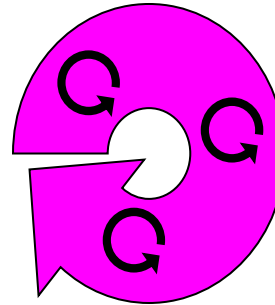
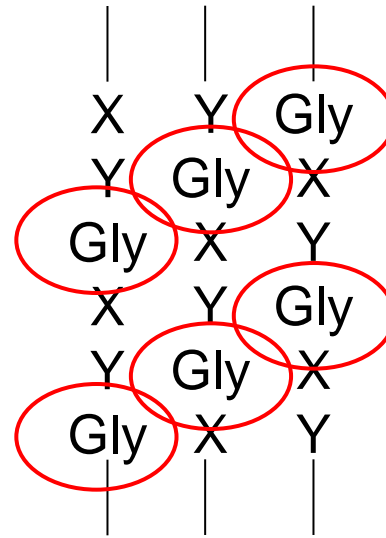


memo: a 2 db. a-hélixből feltekeredő coiled-coil szerkezet, balmenetes szupramolekuláris komplexet eredményez.

- **kollagén szál:** a természetes L-aminosavak esetében az egyes szálak balcsavarmenetűek.

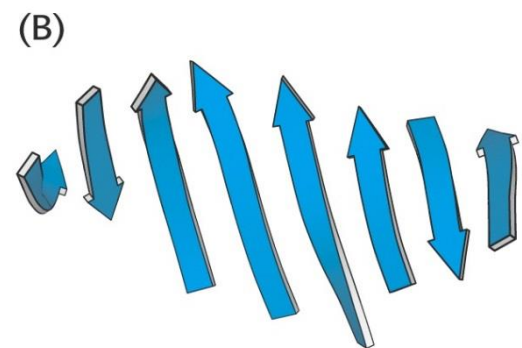
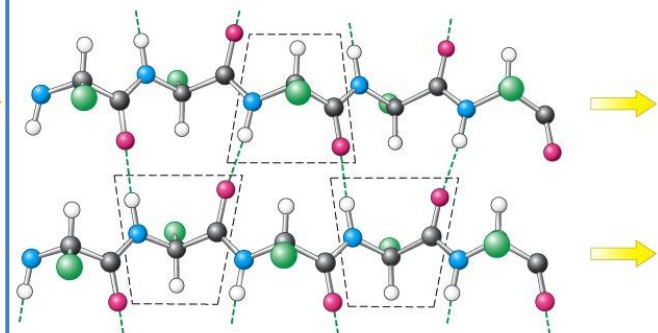
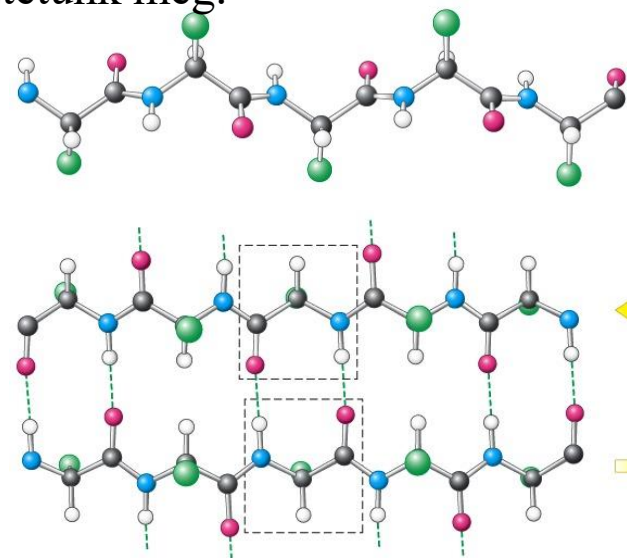
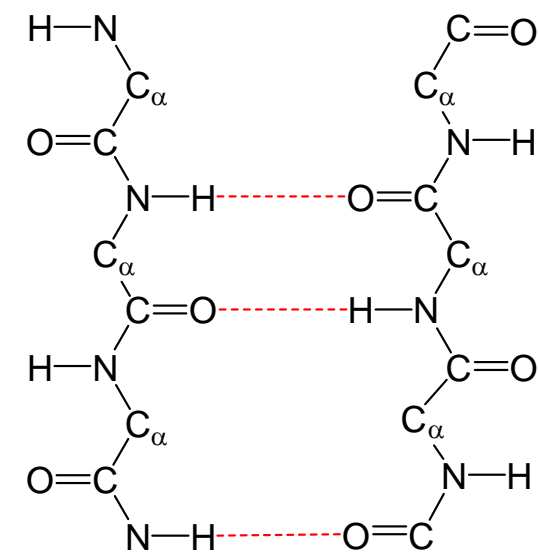
Ideális aminosav összetétel: -POG-.

-**tropokollagén:** a három kollagén szál együttese, amely jobbmetes hélixet eredményez!

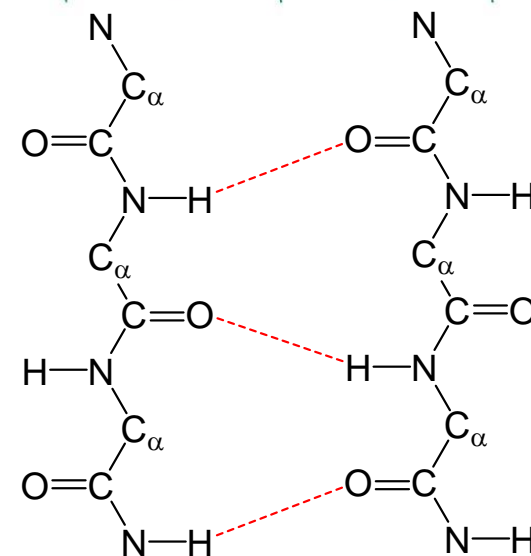
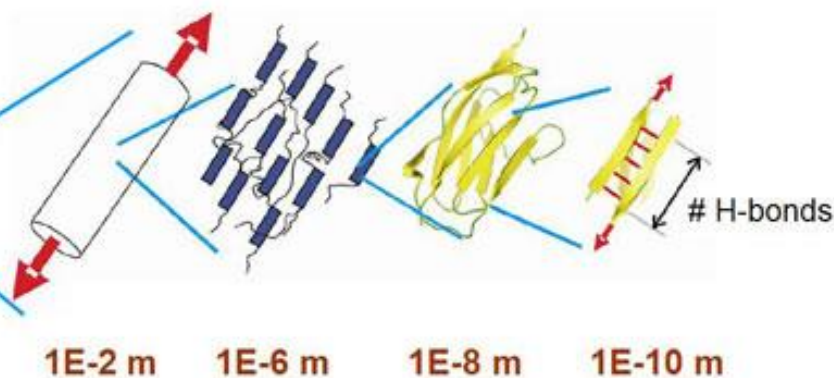
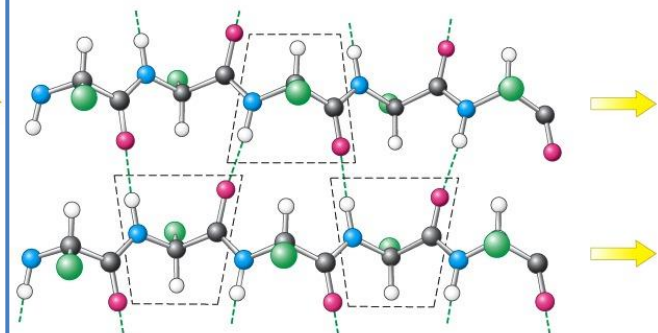


- béta redőzött réteg

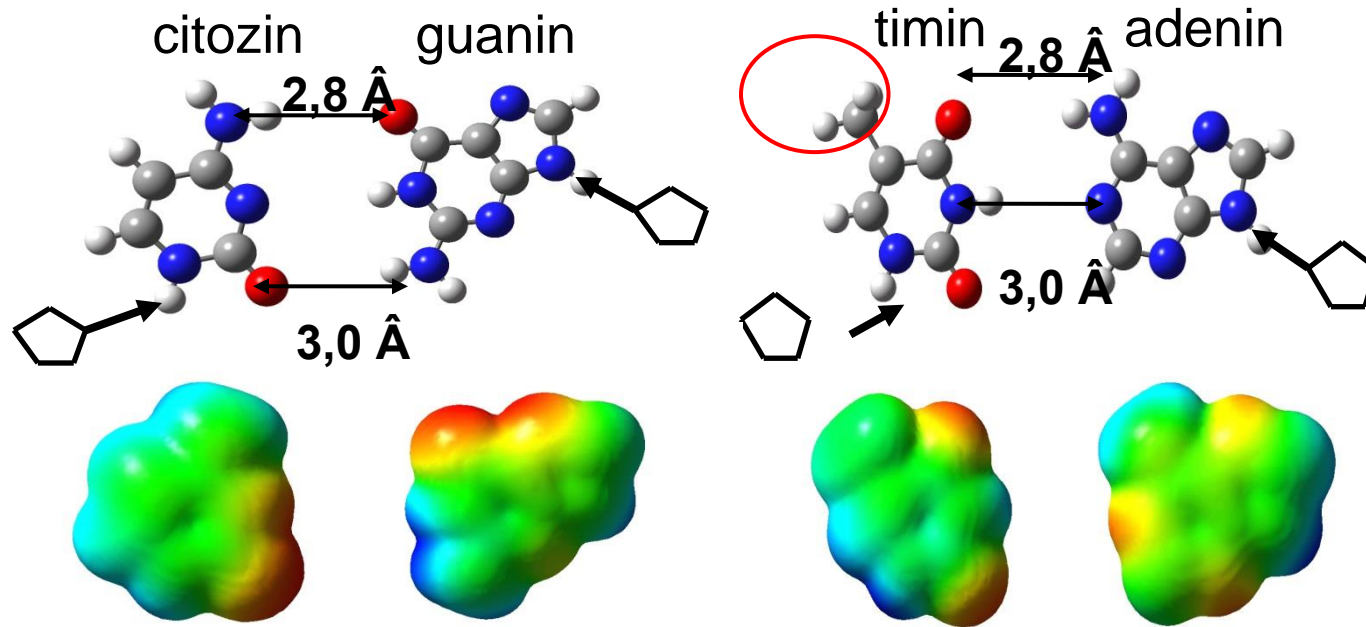
(**β-redő**) a természetes L-aminosavak esetében parallel és antiparallel redőket különböztetünk meg.



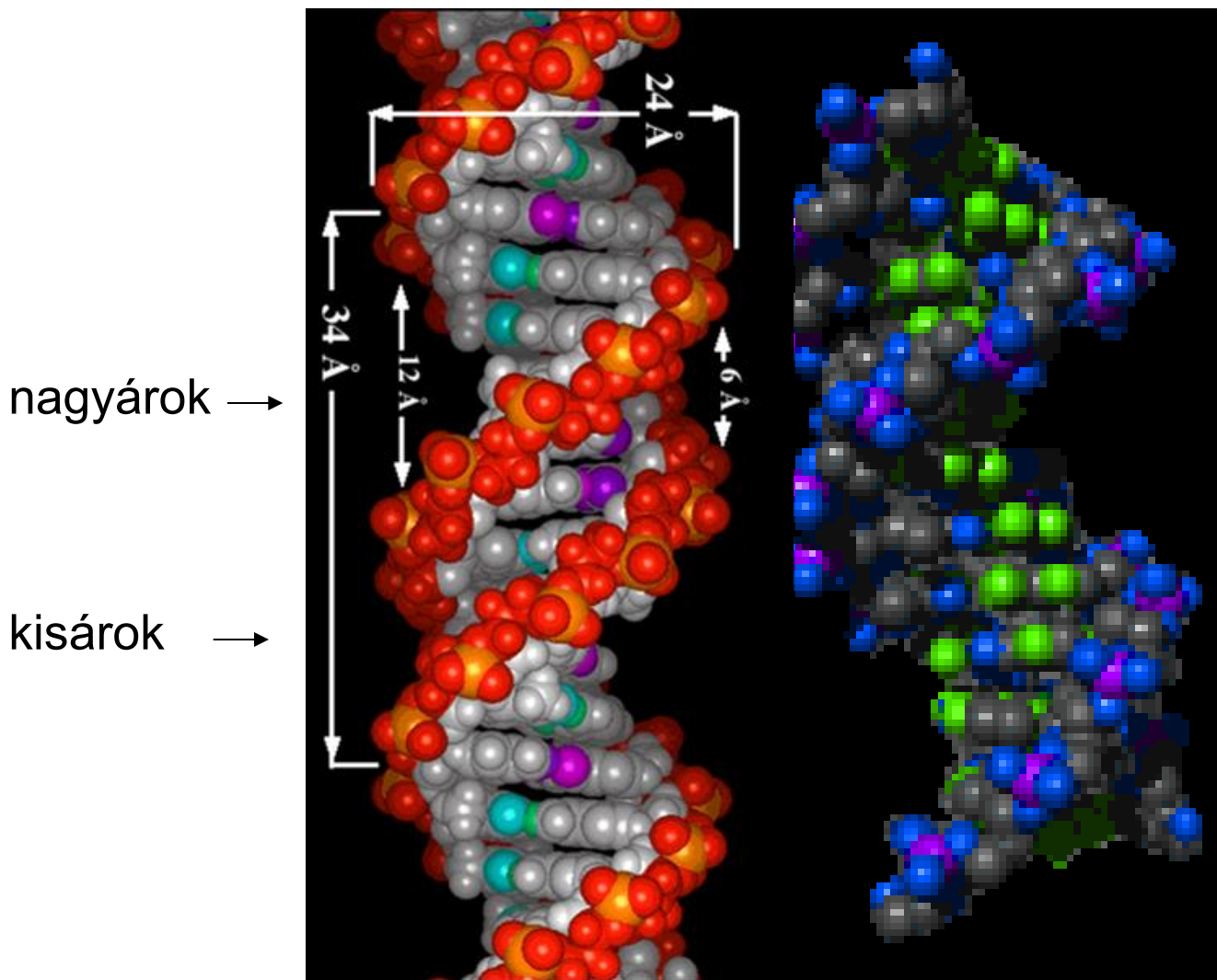
(B) szalagmodell

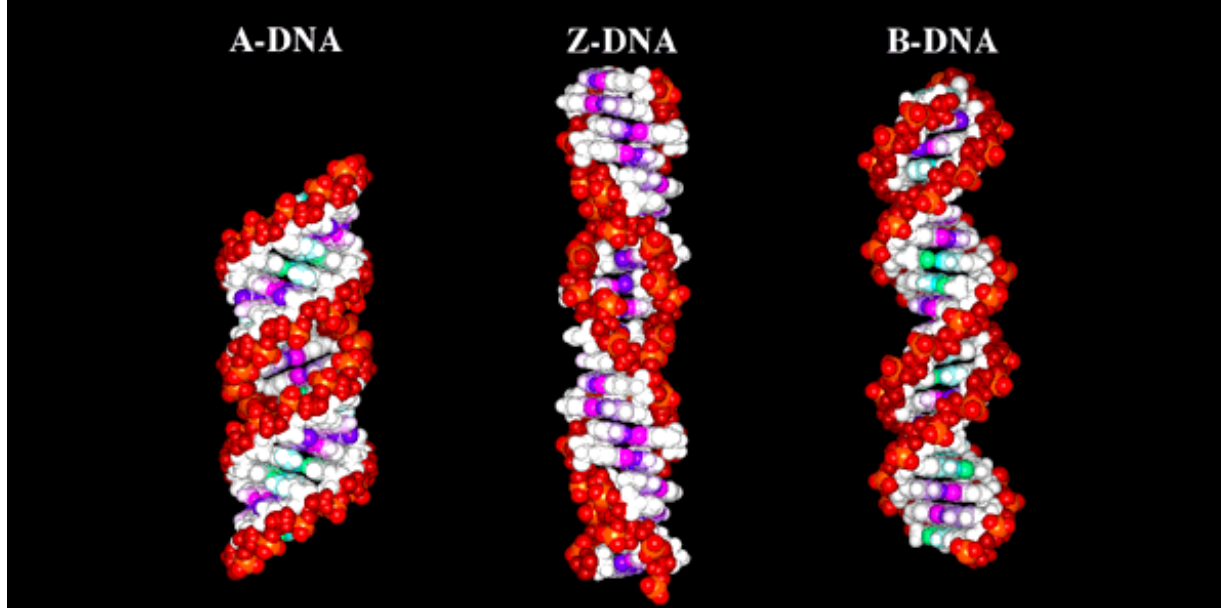


A DNS térszerkezete: jobbméretes kettős hélix, körülbelül 10 nukleotidpárral hélix menetenként. A spirálokat H-hidak tartják össze. Az adenint és a timint 2, míg a guanint és a citozint 3- H híd köti össze. Ezt a téralakat először James Watson, Maurice Wilkins és Francis Crick határozták meg 1953-ban (Nobel-díj 1962). (Rosalind Franklin 1962-re meghalt.)



A leggyakoribb forma a B-DNS, amely jobbmenetes, a két szál antiparallel elhelyezkedésű

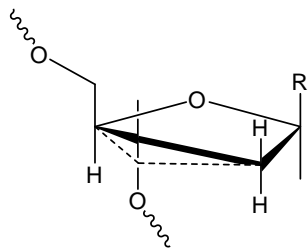




jobbmenetes
hélix



Az **A-DNS** hélix
tömzsibb és rövidebb
mint a B-DNS,
a fő tengelyhez képest a
bázispárok síkja
döntött (\perp képest 19°).



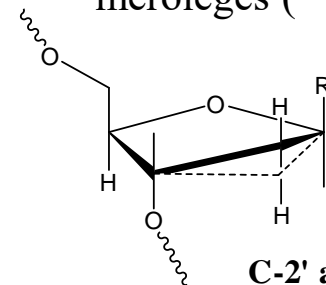
C-3' a sík felett
C-3' endo

balmenetes
hélix



Az **Z-DNS** hélix karcsúbb,
fő tengelyhez képest a
bázispárok síkja döntött
(\perp képest 9°).

Az **B-DNS** hélixben a
fő tengelyhez képest a
bázispárok síkja
merőleges (\perp képest 1°).

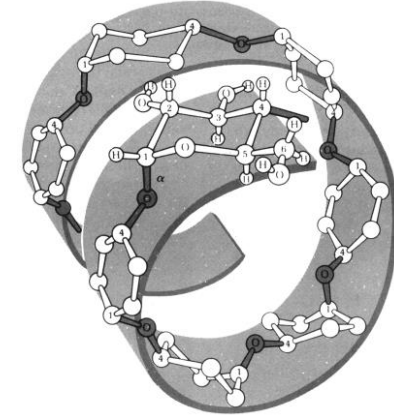


C-2' a sík felett
C-2' endo

Poliszacharidok v. glikánok
pl. keményítő, glikogén, cellulóz

Homo- és heteropoliszacharidok

jobbmenetes hélix

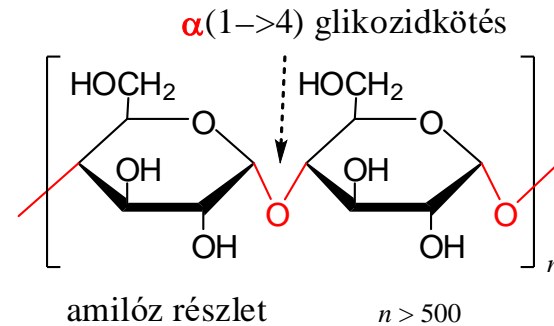


A keményítő: (kukorica, búza, burgonya, rizs)

Vízzel forralva a kolloidból két komponenst kaphatunk:

1) amilóz (10-20%)

(~ 1000 D-Glükóz) csupa α -(1→4) glikozidkötés
lineáris polimer
maltózra hasonlít



2) amilopektin (80-90%)

elágazó polimer,

elágazás 20-25 cukronként

