

# Sztereookémia, királis molekulák:

(királis Univerzum, tükörképi Világ, 4D-Universum?)

**memo:** a földi élet királis elemek sokasága!

Tény hogy a Földön létrejött a királis szelekció:

pl. az L-aminosavak vannak túlnyomó többségben.

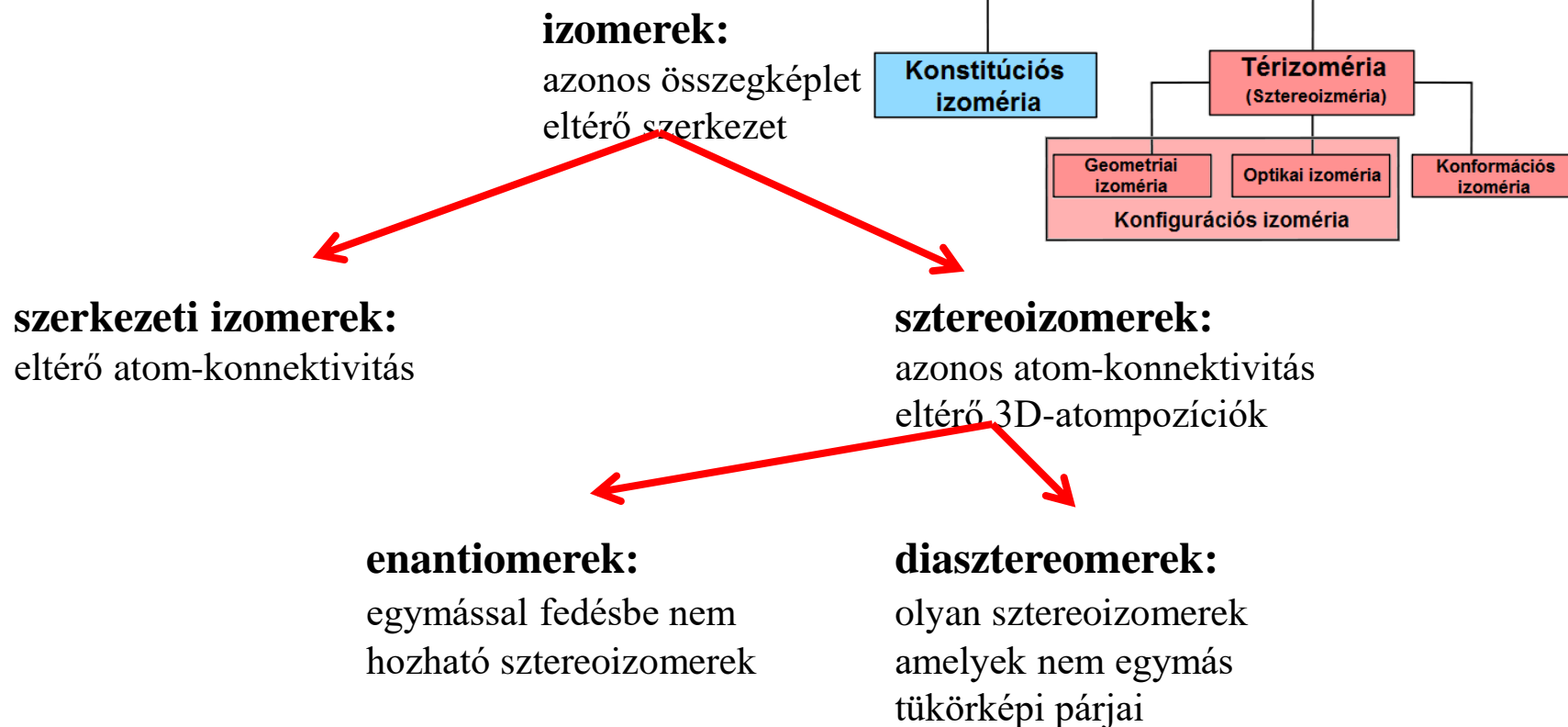
- Az **enantiomer szelekció**, módját idejét és okát csak találgatjuk.

- A Murchison meteoritban (1970) egy sor nem földi eredetű aminosavat azonosítottak, és ezek között négy esetén mindössze 7-9% -al több csak az L- mint a D forma. (Talán a pörgő neutron csillagok által kibocsájtott elektromágneses sugárzás indukálja a kiralitást a csillagközi térben?)

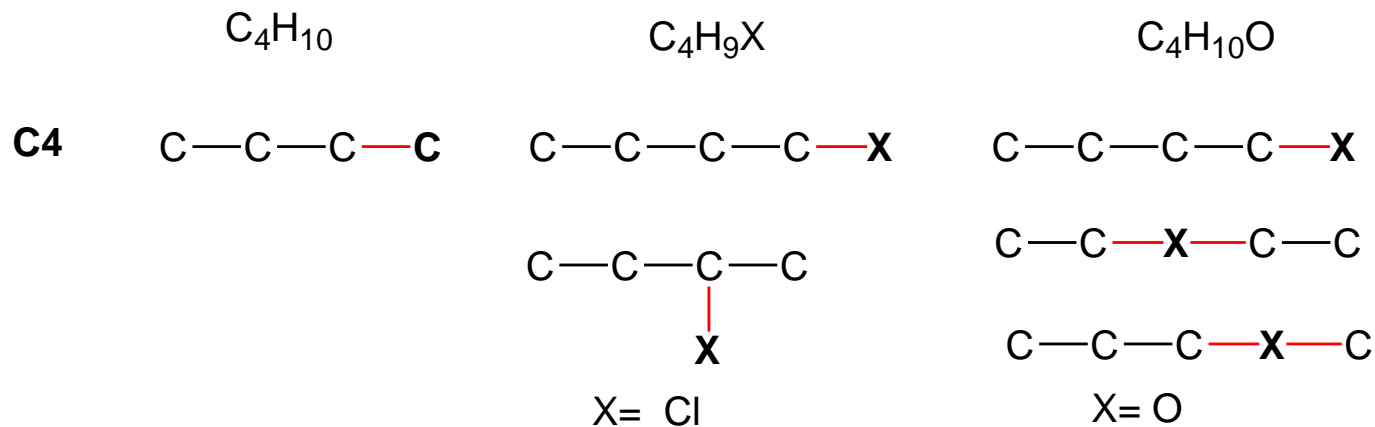
## Izomerek felosztása



Copyright 1986 Anglo-Australian Observatory, photography by David Malin.



**szerkezeti izomerek:** (eltérő atom-konnektivitás) pl.:  $\text{EtOH} \leftrightarrow \text{Me-O-Me}$



## sztereoizomerek

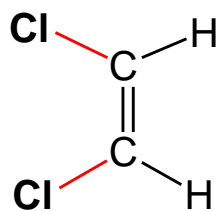
azonos atom-konnektivitás:

ugyanannyi

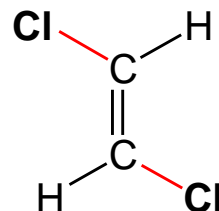
C-Cl, C-H, C=C

kötés

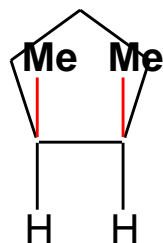
de eltérő 3D-atompozíciók



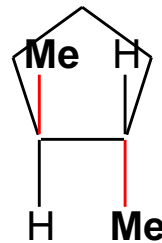
*cisz*-1,2-diklóretén



*transz*-1,2-diklóretén

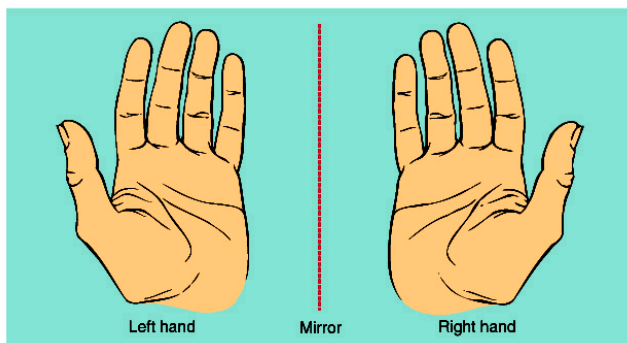
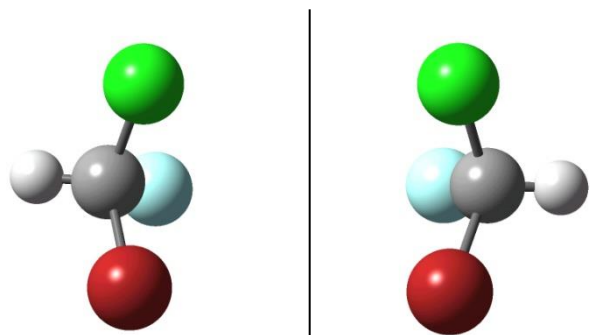


*cisz*-1,2-dimetilciklopentán

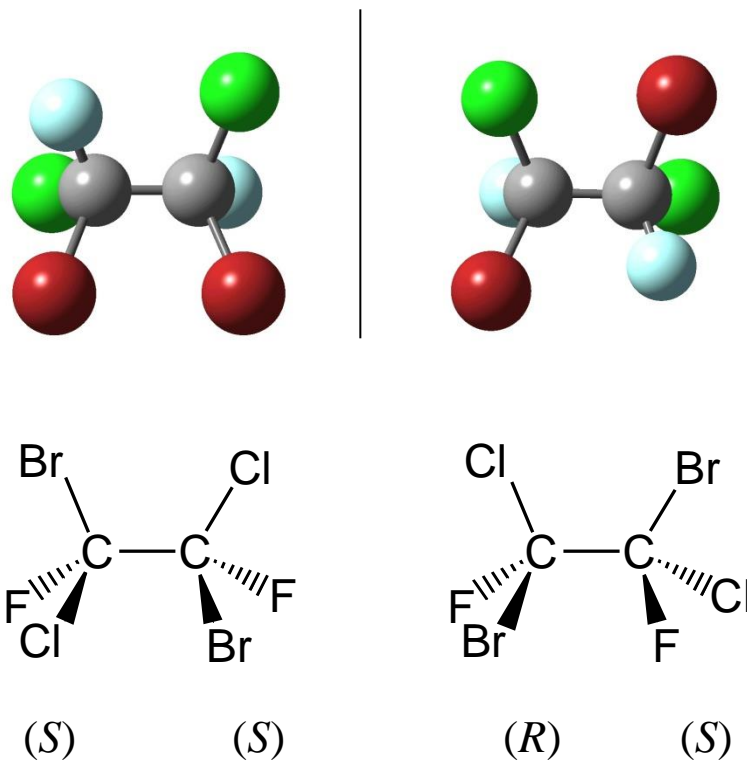


*transz*-1,2-dimetilciklopentán

**enantiomerek:** egymással fedésbe nem hozható sztereoisomerek

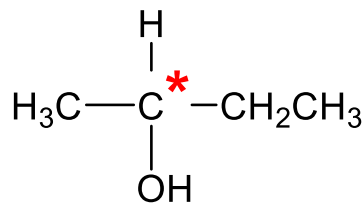


**diasztereomerek:** olyan sztereoisomerek amelyek egymásnak nem tükörképi párjai



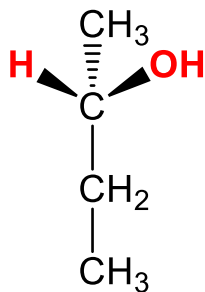
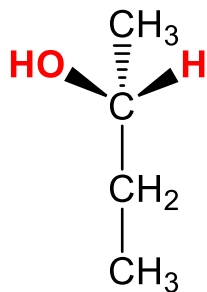
**kérdés:** királis-e a bután-2-ol?

**válasz:**

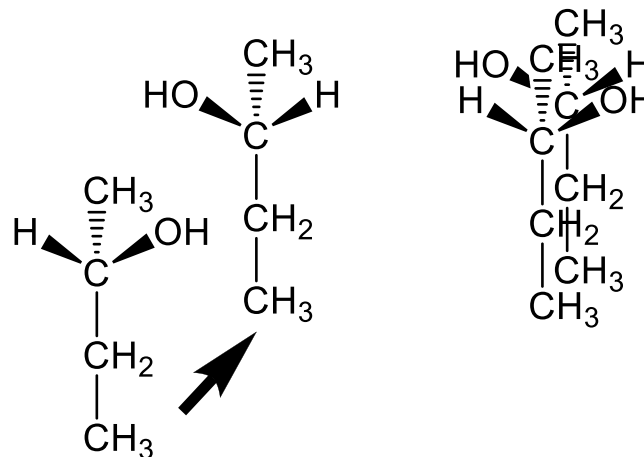


A csillaggal jelölt C-atom körül 4 különböző szubsztituens található. Ez a szénatom **sztereocentrum** (aszimmetriás szénatom).

a két enantiomer pár **nem hozható fedésbe**



bután-2-ol  
két enantiomerje



**megjegyzés:**

az enantiomerpárok **mindig felrajzolhatók**, ha van **egy  $sp^3$ -as** szénatom **négy egymástól különböző szubsztituenssel**.

**módszer:**

**ha** a királis  $sp^3$ -as szénatom szubsztituensei közül bármely kettőt felcseréljünk, **akkor** az enantiomer térszerkezetet kapjuk meg:

pl. bután-2-ol 2-es szénatomján a -H-t és az -OH-t felcseréljük.

**tulajdonságai:**

- enantiomerek spontán **nem alakulnak** egymásba

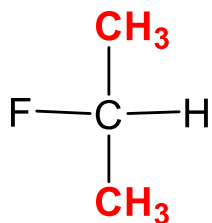
- az enantiomerek (híg rendszerének) minden fizikai és kémiai tulajdonsága **azonos**, kivéve ha királis anyaggal vagy behatással (pl. fénnel) kerülnek kölcsönhatásba.

**kérdés:** mikor **akirális** egy molekula?

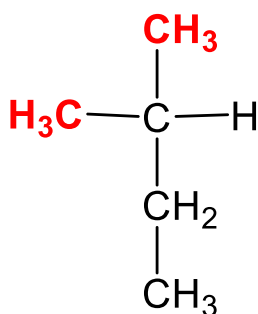
**válasz:** 1) ha minden  $sp^3$ -as szénatomjához **legalább két egyforma** szubsztituens kapcsolódik.

2) ha van a molekulában egy „belső” tükörsík

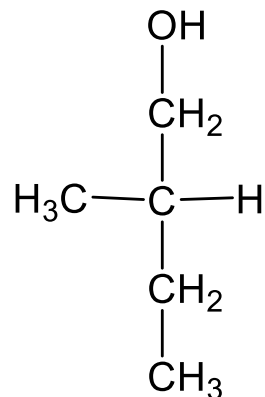
**kérdés:** mely molekulák királisak az alábbiak közül?



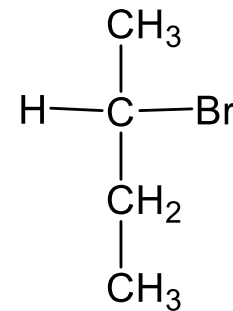
2-fluorpropán  
(**akirális**)



2-metilbután  
(**akirális**)



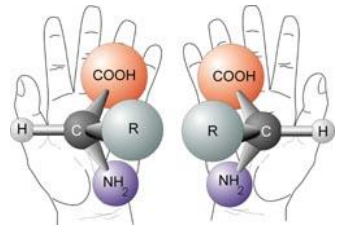
2-metilbután-1-ol  
(királis)



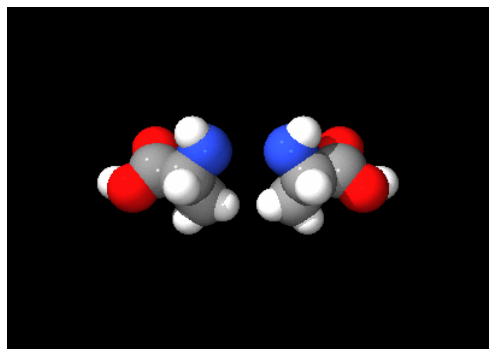
2-brómbután  
(királis)

**kérdés:** mi minden királis?

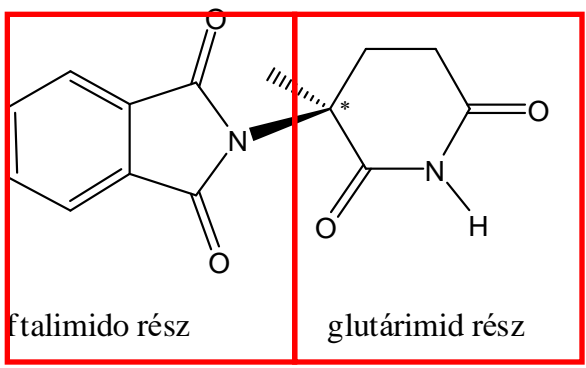
- válasz:**
- az emberi **test** királis,
  - az emberek többsége jobbkezes,
  - a **csigaházak** menete királis,
  - egy sor **futónövény** királisan nő,
  - a legtöbb **biológiailag fontos molekula** királis, de csak az egyik királis



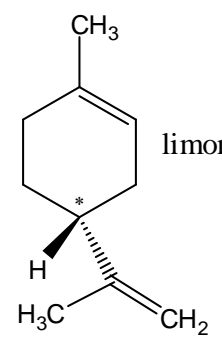
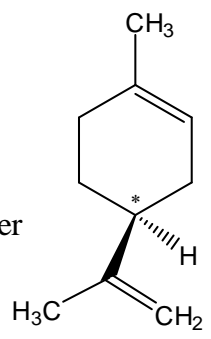
- forma a természetes,
- a 21 természetes aminosavból 20 királis,
- a szénhidrátok többsége királis,
- a természetes DNS A és B formái királisak (jobbkezes)



**memo:** egy királis ligandum királis receptoron fejt ki hatást (a kéz és a kesztyű kapcsolata)  
 pl. limonén: **az egyik** enantiomer narancs vagy citrom illatú  
**a másik** enantiomer fenyőtohoz illatú (Bruckner II/2 1295)



thalidomid (contergan) egyik enantiomer teratogén kísérleteznek ma is vele mint AIDS, agydaganat stb. elleni szer



limonén enantiomejei

# A sztereokémia rövid története:

- **Hermann Kolbe** (1877 Lipcsei Egyetem); tetraéderezes ligandumtér csirái
- **Jacobus Henricus van't Hoff** (holland) és **Le Bel** (francia) [1874]; a C-atom tetraéderezes
- van't Hoff (1901 Nobel-díj)



Photo courtesy University College Library, Manuscripts & Rare Books, copyright University College London.

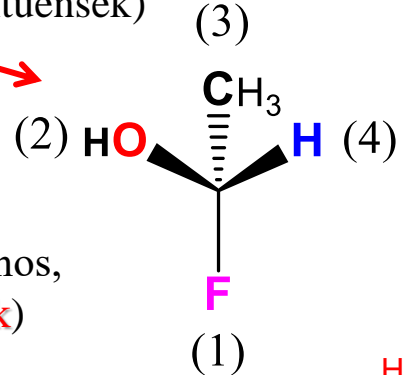
R.S.Cahn, C.K.Ingold és V.Prelog (1966)

**kérdés:** hogyan különböztetjük meg „papíron” az enantiomereket?

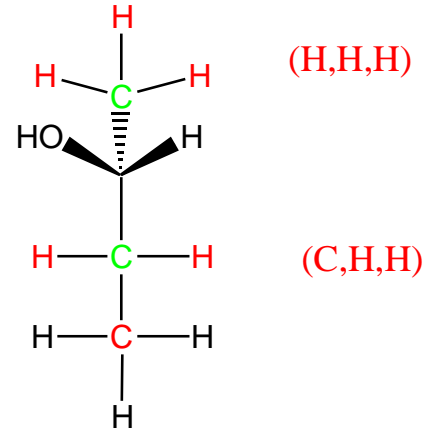
**válasz:**

1) a sztereocentrumhoz közvetlenül kapcsolódó atomok (szubsztituensek) rangsorának felállítása:

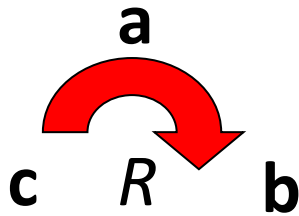
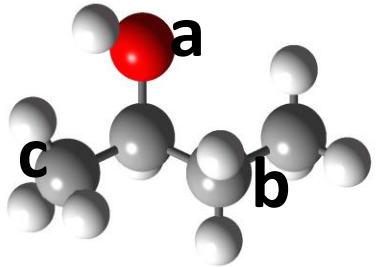
az atomok **rangja** az **atomszámmal nő** ( $H < C < N < O < F < Cl < \dots$ )



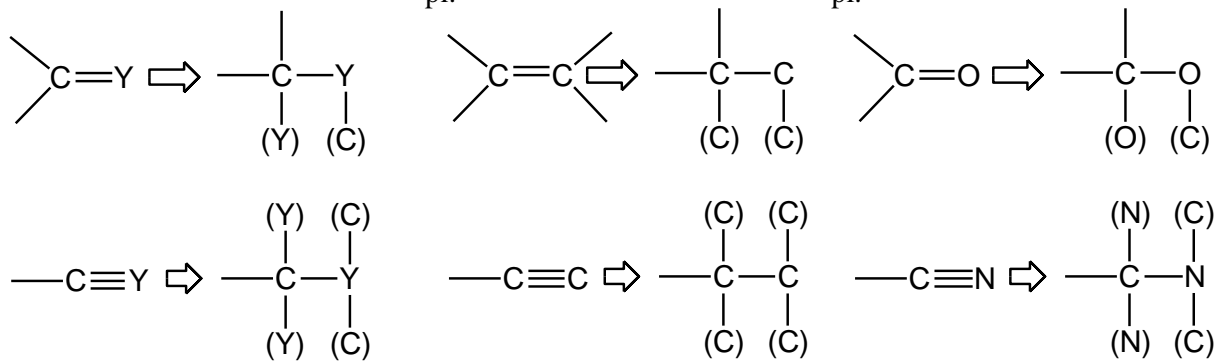
2) ha két szubsztituens királis szénhez kapcsolódó atomtípus azonos, akkor a konektivitás mentén az első különbséget keressük (**szférák**)



3) R vagy S meghatározása: úgy nézzük a királis szent hogy a legkisebb rangú szubsztituenst (az **a, b, c,d** sorból) „ne lássuk” (a **d-t**): ha a rang az óramutató járása szerint növekszik, akkor **R (Rectus)**, amúgy **S (Sinister)**



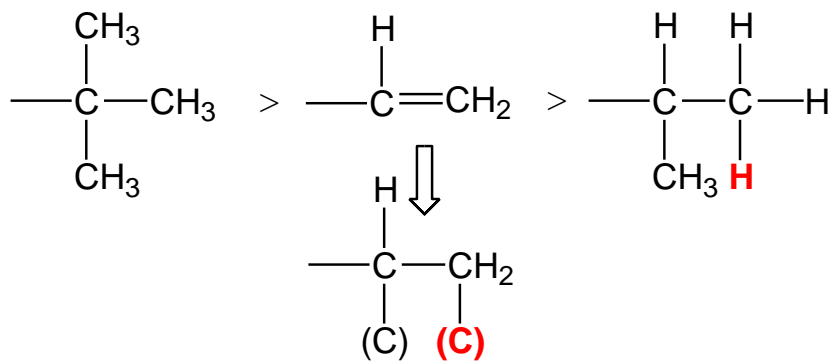
4) A többszörös kötés esetén  
duplikálás, triplikálás



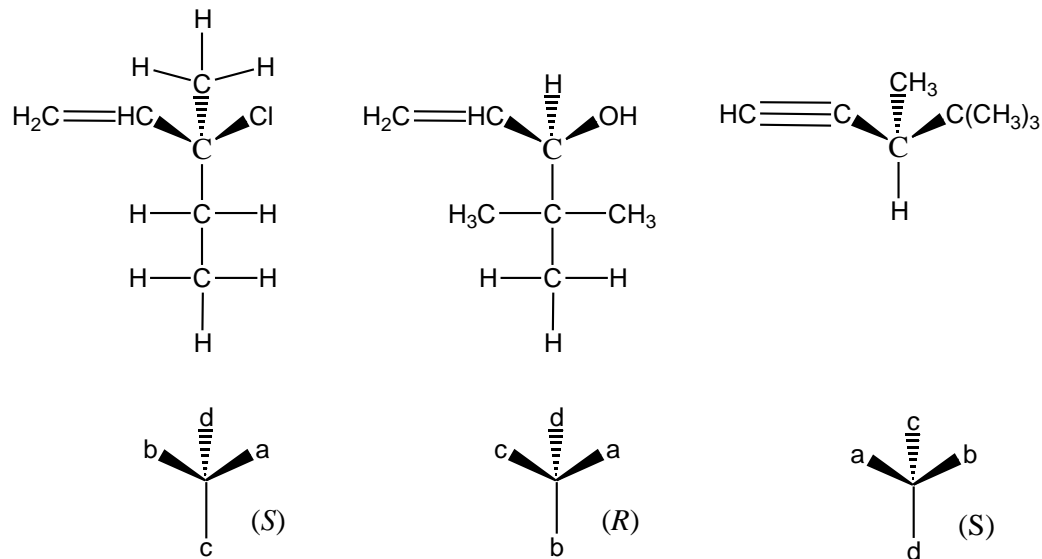
**megjegyzés: prioritás** sorrendek

- Cl > -SH > -OH > -H
- CH<sub>2</sub>Br > -CH<sub>2</sub>Cl > -CH<sub>2</sub>OH > -CH<sub>3</sub>
- OH > -CHO > -CH<sub>3</sub> > -H

a ( ) atomok "meztelen" atomok, azaz nincs "folytatás"



**példák:**





**kérdés:** miben **különböznek** és miben **hasonlóak** az enantiomerek fizikai valóságukban?

**válasz:** enantiomer molekuláknak azonos az olvadás és forráspontjuk, a törésmutatójuk, az oldhatóságuk az IR- és NMR-spektrumuk.

**példa:**

fizikai tulajd.	( <i>R</i> )-bután-2-ol	( <i>S</i> )-bután-2-ol
fp (1atm)(°C)	99,5	99,5
sűrűség (g/mL)(20°C)	0,808	0,808
törésmutató (20°C)	1,397	1,397

**kérdés:** Tehát minden tulajdonságuk azonos?

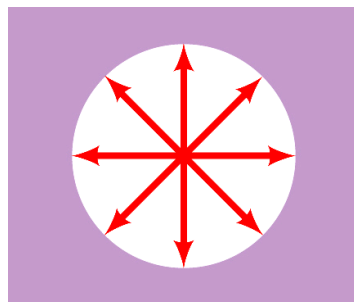
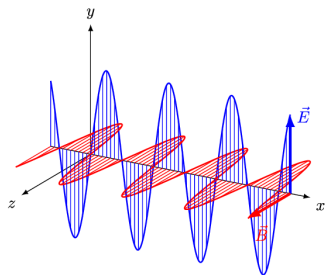
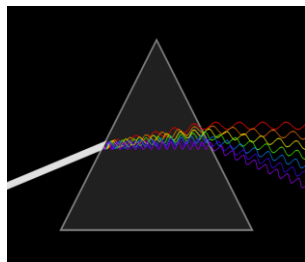
**válasz:** Különbség akkor mutatkozik, mikor az enantiomerek **királis anyaggal** vagy **behatással** (pl. fény) kerül kölcsönhatásba.

**példa:**

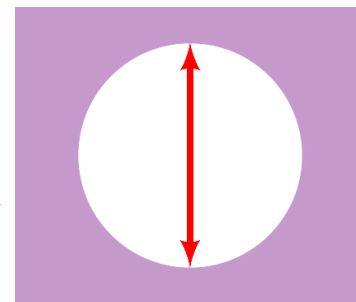
- **királis oldószerben** másként oldódnak
- **királis molekulákkal** másként reagálnak
- **polarizált fényel** másként lépnek kölcsönhatásba

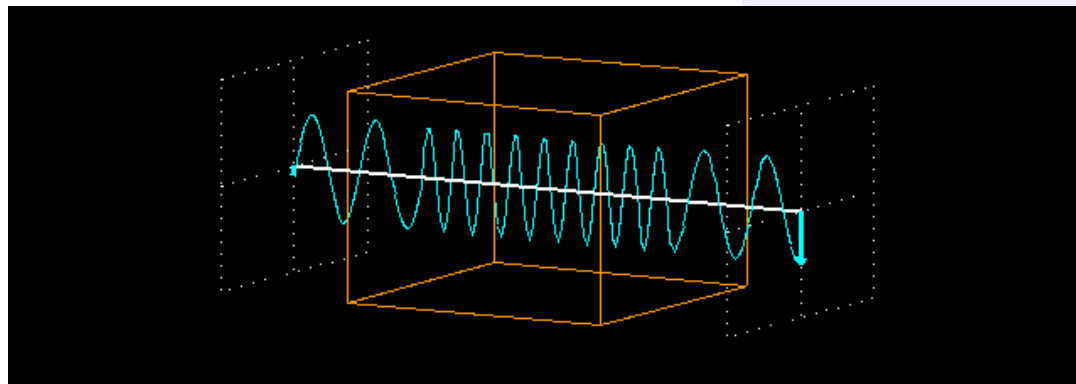
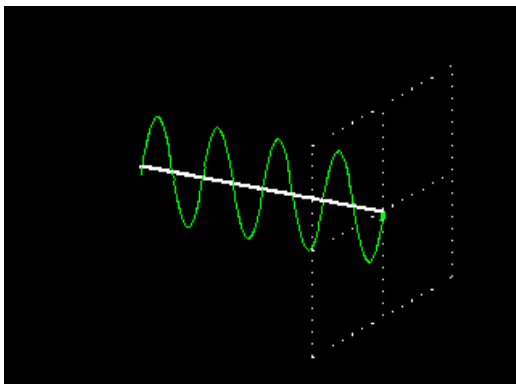
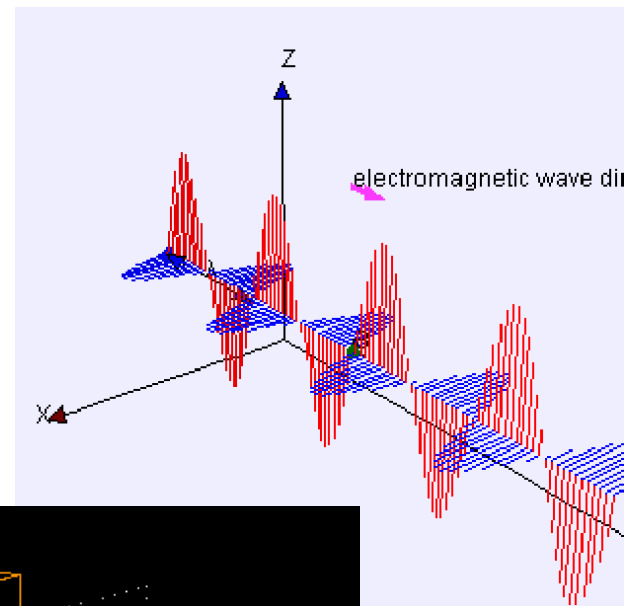
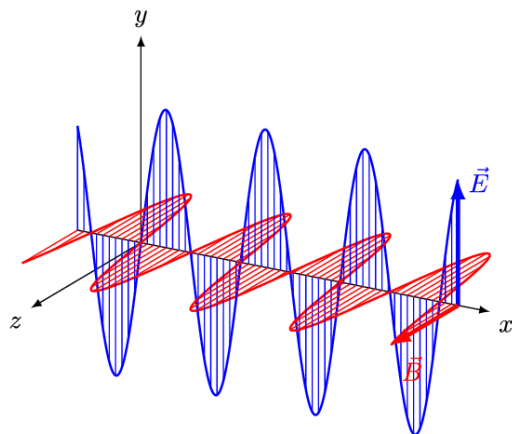
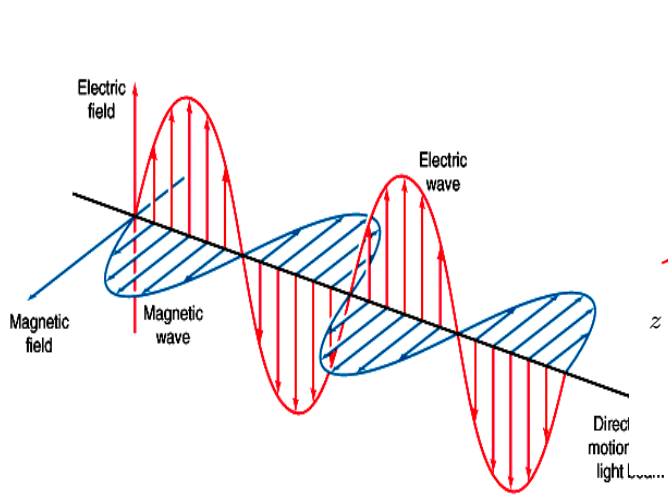
(az egyik enantiomer annyit forgatja balra, mint a másik jobbra a síkban polarizált fényt.)

**megjegyzés:** Mind a polarizált mind a polarizálatlan fényben az **elektromos és mágneses transzverzális hullámok** síkja egymásra merőleges. (Polarizálatlan fény esetén minden lehetséges síkban történik rezgés.)

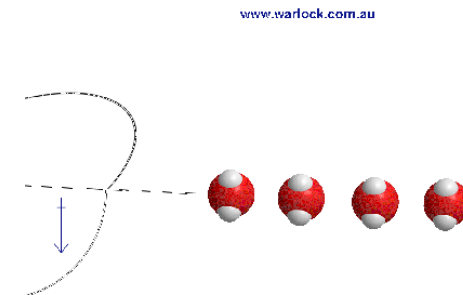
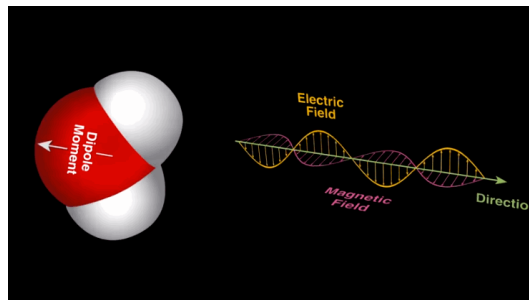
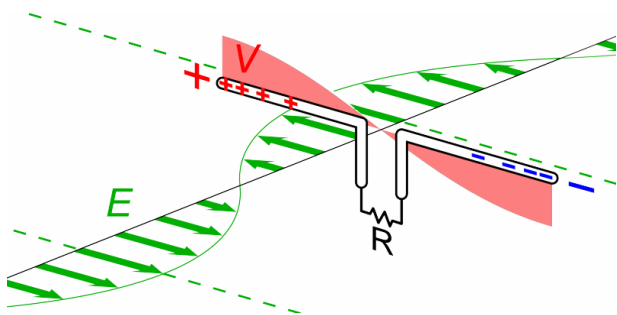


síkban polarizált fény  
elektromos mezőjének  
síkja

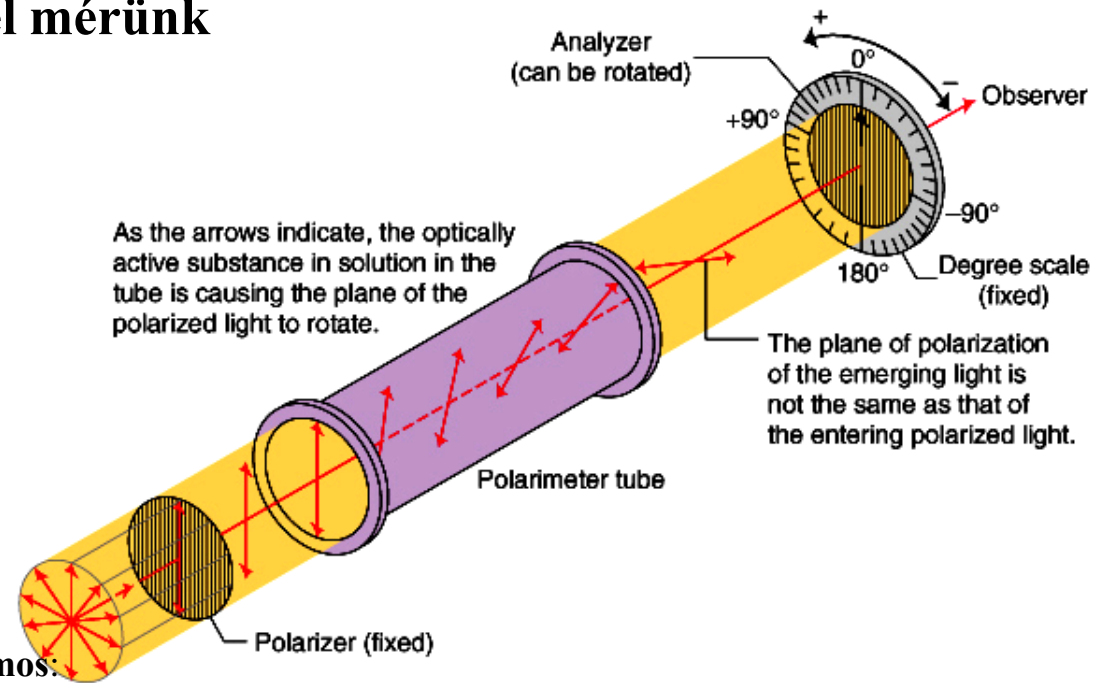




## microwaves



# memo: Forгатást polariméterrel mérünk

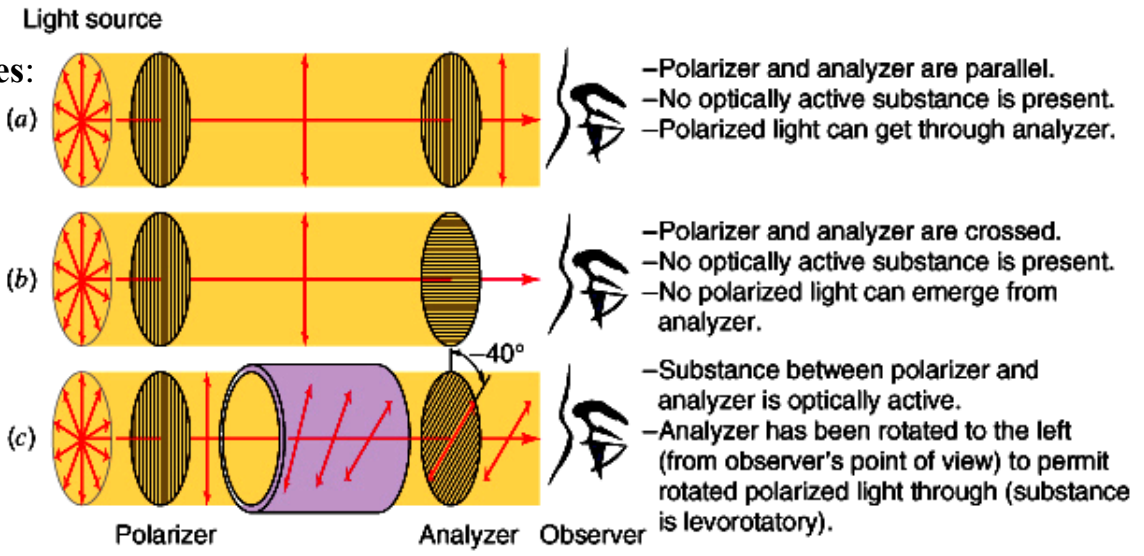


memo:

a) polarizátor és anilizátor **párhuzamos**:  
síkban poláris fényt látunk

b) polarizátor és anilizátor **merőleges**:  
nem látunk fényt

c) polarizátor által előállított síkban polarizált fényt a királis közeg  $40^\circ$ -kal ( $\alpha=40^\circ$ ) elforgatja, amit az **anilizátor** helyes **beállításával** mérünk.



memo:

- a jobbra forgatás (óramutatóval azonos irány)
- az a (+) [*dexter*]
- a balra forgatás (óramutatóval ellentétes irány)
- az a (-) [*laevus*]

**kérdés:** mitől függ egy anyag forgatása  $\alpha$ ?

(Bruckner I/1 335)

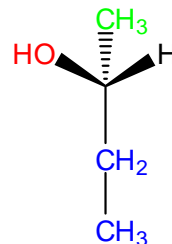
**válasz:** arányos - az oldat koncentrációjával ( $c$ ) {g/mL},

- a rétegvastagsággal ( $l$ ) {dm}

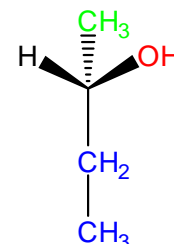
- és a fajlagos forgatóképességgel  $[\alpha]$ , adott  $T$  és  $\lambda$  mellett

**példa:**  $[\alpha]_D^{25} = +3.12^\circ$  ( az a Na-lámpa D vonalán [ $\lambda=589.6$  nm],  $25^\circ\text{C}$ -on, egy 1.00 g/mL koncentrációjú oldat egy 10 cm-es küvettában éppen pozitív irányba 3,12 fokot forgat.)

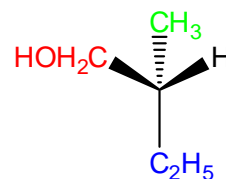
**memo:** van amikor a névbe beírjuk az empirikus forgatási irányt, van amikor nem.



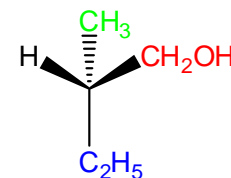
(*R*)-(-)-bután-2-ol  
 $[\alpha]_D^{25} = -13,52^\circ$



(*S*)-(+)-bután-2-ol  
 $[\alpha]_D^{25} = +13,52^\circ$

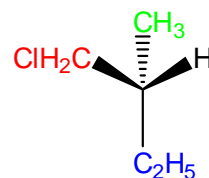


(*R*)-(+)-2-metilbután-1-ol  
 $[\alpha]_D^{25} = +5,756^\circ$

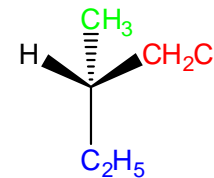


(*S*)-(-)-2-metilbután-1-ol  
 $[\alpha]_D^{25} = -5,756^\circ$

**memo:** vegyük észre hogy az (*R*) és (*S*) abszolút konfiguráció és a pozitív vagy negatív forgatás egymástól **teljesen független!!**



(*R*)-(-)-1-klór-2-metilbután  
 $[\alpha]_D^{25} = -1,64^\circ$

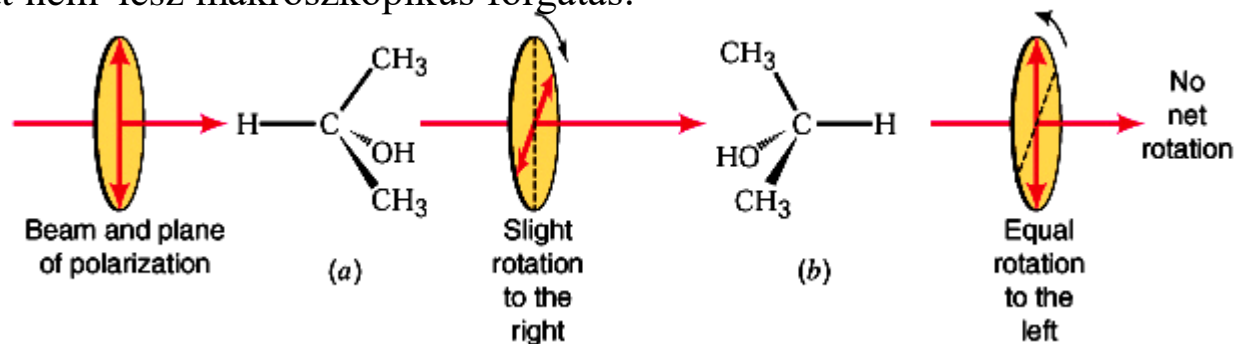


(*S*)-(+)-1-klór-2-metilbután  
 $[\alpha]_D^{25} = +1,64^\circ$

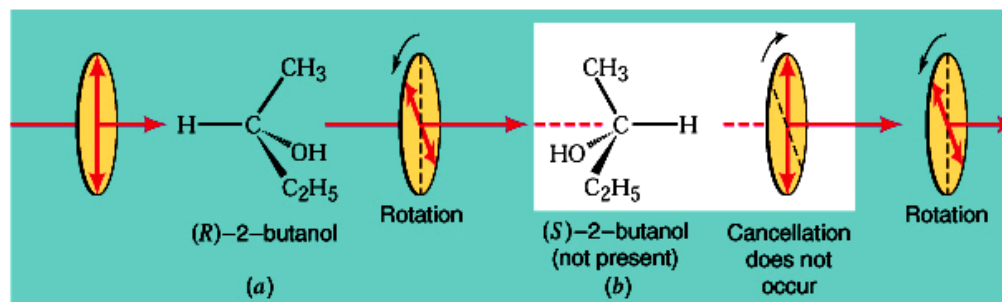
**kérdés:** mi az optikai aktivitás molekuláris eredete?

**válasz:** mind a királis mind az akirális molekulák **kölcsönhatásba kerülnek** a síkban **polarizált fényel**.

A) ha a molekula **akirális**, akkor az egymással egyébként azonos **tükröképi párok kompenzációja** miatt nem lesz makroszkópikus forgatás:



B) ha a molekula **királis** (és csak az egyik enantimer van jelen) akkor **nincs belső kompenzáció** és **lesz** makroszkópikus forgatás:



C) ha a molekula királis, s mindkét eleme az enantimerpárnak jelen van (**racemát**), akkor a tükröképi párok kompenzációja miatt **nem lesz** makroszkópikus forgatás:

**memo:** a racemátokat a ( $\pm$ ) szimbólummal látjuk el:  
pl: ( $\pm$ )-2-bután-1-ol

**kérdés:** mi az hogy enantiomer arány?

**válasz:** ha egyetlen enantiomer van jelen akkor a királis anyag optikailag tiszta.  
Ekkor az enantiomer arány 100%.

pl. az (*S*)-(+)-bután-2-ol esetében ( $[\alpha]_D^{25} = +13.52^\circ$ ) a forgatás  $+13.52^\circ$

**kérdés:** mi lesz az enantiomer arány értéke, ha az anyag csak részben tiszta optikailag?

**válasz:** ha teljes a racemizáció akkor a forgatás  $0^\circ$ .

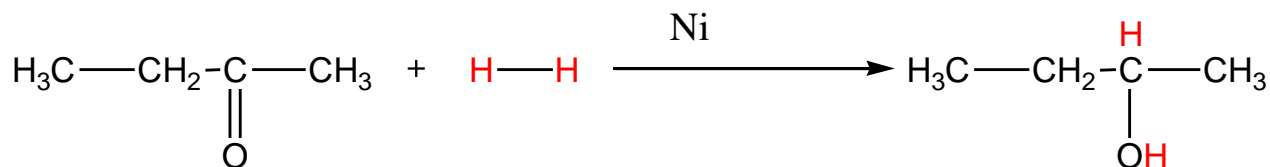
Ha tehát egy  $0^\circ$  és  $+13.52^\circ$  közé eső forgatást mérünk, akkor tudjuk, hogy a racém elegy több (*S*)-(+)-bután-2-olt tartalmaz, mint (*R*)-(-)-bután-2-ol-t.

**kérdés:** hogy lehet az enantiomer arányt meghatározni a forgatásból?

**válasz:** enantiomer arány (%) = mért forgatás /  $[\alpha]_D^{25}$

pl. enantiomer arány (%) =  $+6.76^\circ / +13.52^\circ = 50\%$

**memo:** Egy királis molekulát ha nem enantioszelektív módon állítunk elő, akkor racémátot kapunk:



bután-2-on  
akirális keton

hidrogén-  
molekula

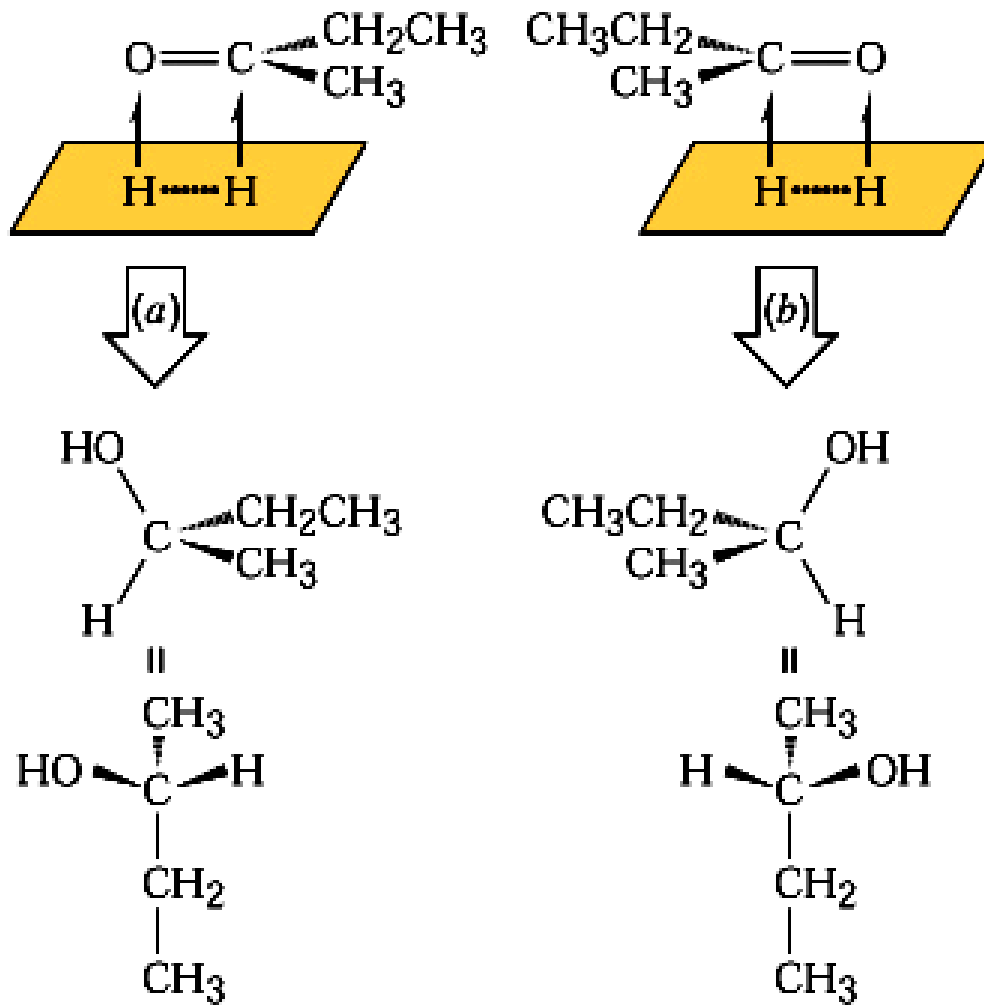
(±)-bután-2-ol  
királis alkohol  
racemátja

a redukció során az enantiomerek 1:1 arányú keverékét kapjuk.

**kérdés:** mi az enantioszelektív szintézis?

**válasz:** amikor az egyik enantiomer túlsúlyban keletkezik a reakció során.

**példa:** A hagyományos Ni-katalízis során mindkét enantiomer egyforma valószínűséggel keletkezik, hiszen a karbonil mindkét orientációja egyformán valószínű:



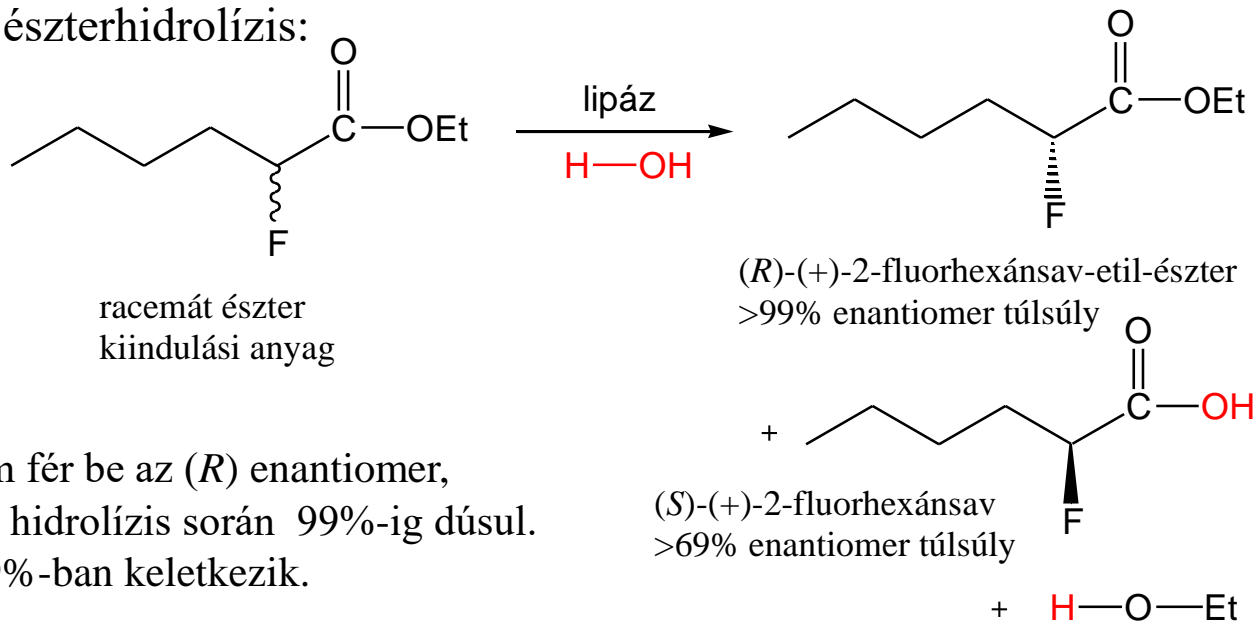
**(R)-(-)-(2)-Butanol**

**(S)-(+)-(2)-Butanol**

**kérdés:** hogyan lehet elérni hogy egy reakció enantioszelektív legyen?

**válasz:** királis reagens, oldószer, katalizátor vagy enzim kell!

**példa:** lipáz enzimmel történő észterhidrolízis:



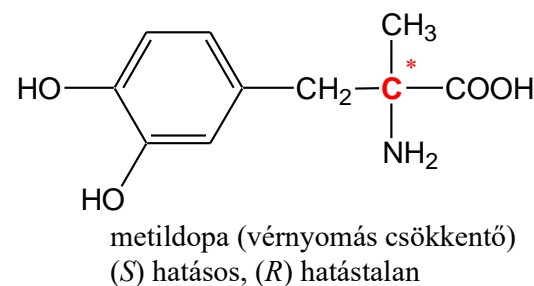
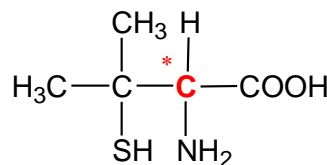
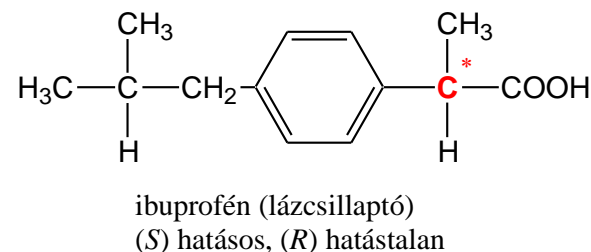
**magyarázat:**

- a lipáz aktív zsebébe nem fér be az (*R*) enantiomer, ezért az visszamarad és a hidrolízis során 99%-ig dúsul.
- továbbá az (*S*)-(-)-sav 69%-ban keletkezik.

**kérdés:** egy királis gyógyszer mindkét enantiomerje ugyanolyan hatást fejt ki?

**válasz:** gyakran csak az egyik enantiomer a hatásos

**példa:**

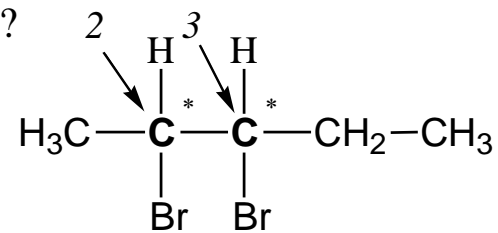




**kérdés:** mi a helyzet ha a molekula egynél több kiralitáscentrumot tartalmaz?

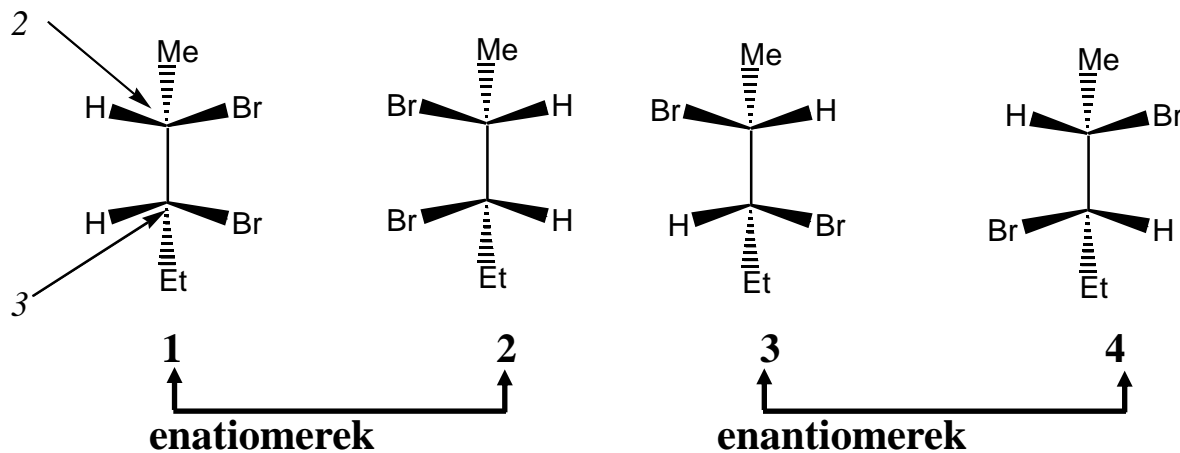
**válasz:** elvileg  $n$  kiralitáscentrum  $2^n$  sztereoizomert eredményez

**memo:** tekintsük az  $n=2$  esetet



**kérdés:** melyik lesz ez a négy ( $2^2$ ) sztereoizomer?

**válasz:** az alábbi négy szerkezet, amely közül



*(egymással nem hozhatók fedésbe egymás tükörképi párjai)*

*(egymással nem hozhatók fedésbe egymás tükörképi párjai)*

**kérdés:** milyen viszonyban vannak ezek a sztereoizomerek egymással?

**válasz:**

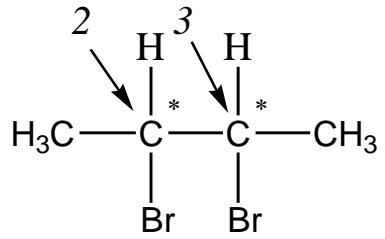
- 1 és 2 egymás tükörképi párja: azaz enantiomerek
- 3 és 4 egymás tükörképi párja: azaz enantiomerek
- 1 és 3 vagy 2 és 4 nem tükörképi párok, de sztereoizomerek: azaz diasztereomerek:

	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>
<b>1</b>	azonos	enantiomer	dia (C2 epi)	dia (C3 epi)
<b>2</b>		azonos	dia (C3 epi)	dia (C2 epi)
<b>3</b>			azonos	enantiomer
<b>4</b>				azonos

**memo:** Az 1-es és 3-as molekulák C3-as szénatomjainak konfigurációja azonos, míg a C2-szénatomot konfigurációja különböző: ezért ez a diasztereomer pár egymás C3-epimere.

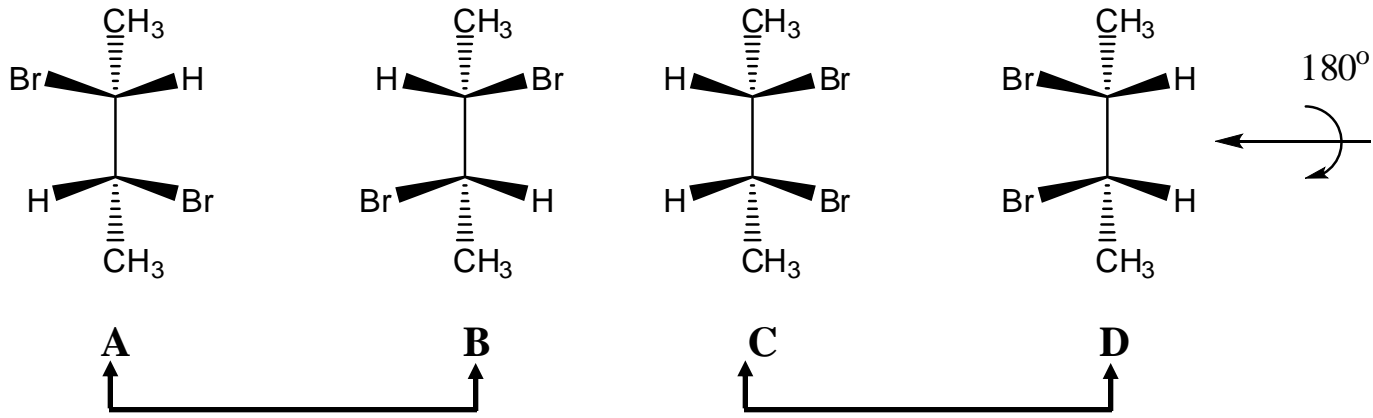
**memo:** A diasztereomer molekulák olvadás- és forráspontja eltérő, a törésmutatójuk különböző, az oldhatóságuk az IR- és NMR-spektrumuk más és más.  
A két molekula **különböző** tulajdonságokkal rendelkezik.

**kérdés:** mi a helyzet ha van két királiscentrum, de a királis szénatomok szubsztituensei páronként azonosak? Pl: 2,3-dibrómbután?



2,3-dibrómbután

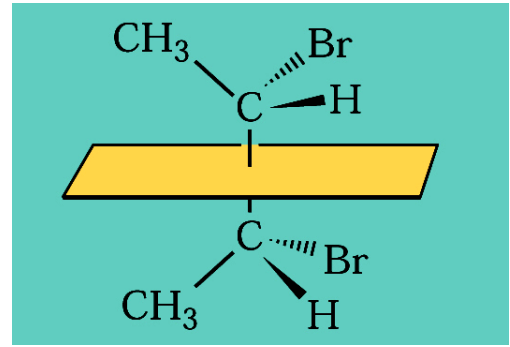
**válasz:** az alábbi négy szerkezet írható fel, amely közül



**enantiomerek**  
*(egymással nem hozhatók fedésbe  
 egymás tükörképi párjai)*

**mezo-alak**  
*(egymással fedésbe hozható szerkezetek  
 nem királis molekula)*

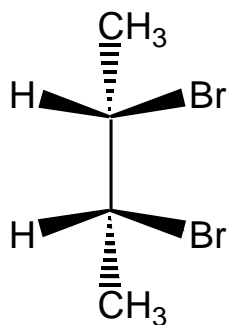
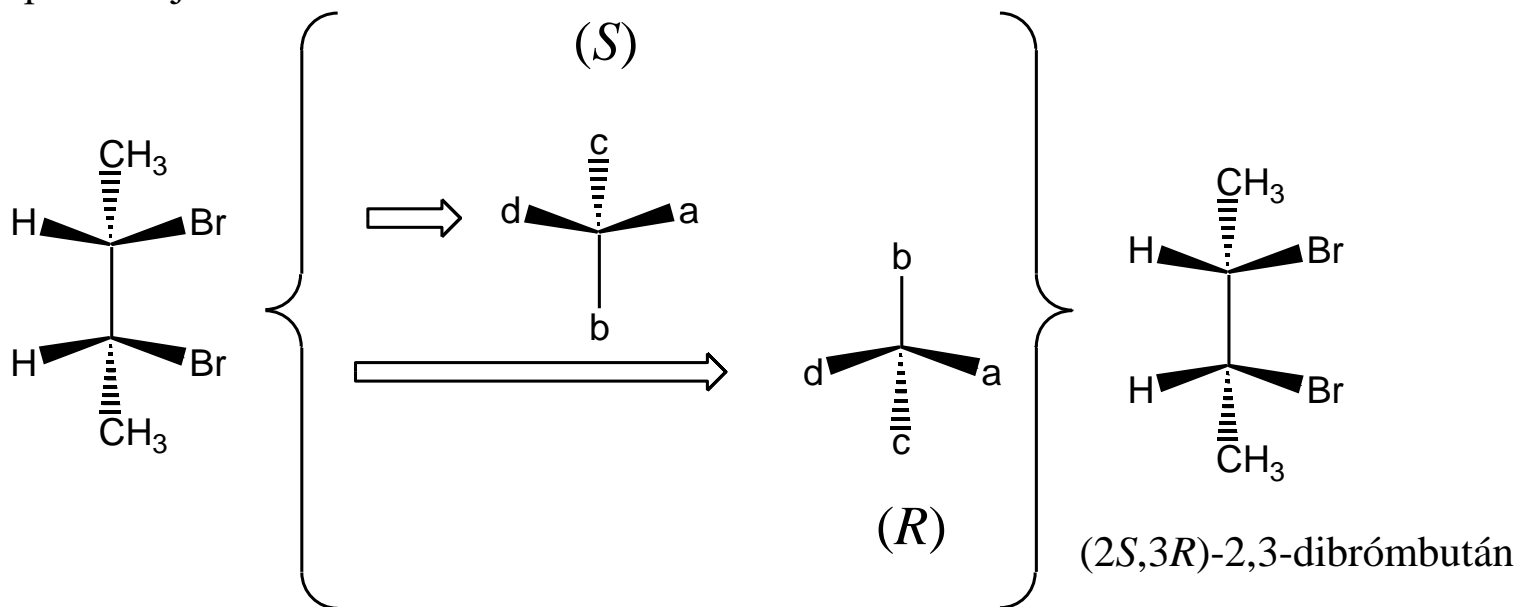
- memo:**
- A és B egymás tükörképi párja
  - C-t 180°-ot helyesen elforgatva D kapjuk.
  - D-t 180°-ot helyesen elforgatva C kapjuk.



**memo:** a mezo szerkezetű anyag  
 (C amely azonos D-vel)  
**optikailag inaktív:** intramolekuláris kompenzáció miatt nem forgat

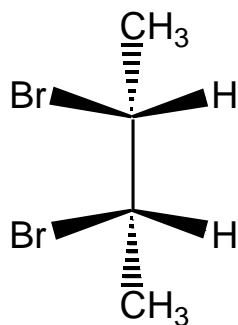
**kérdés:** hogyan adjuk meg a több sztereocentrummal rendelkező molekulák abszolút konfigurációját?

**válasz:** úgy mint ha csak egyetlen királis szén volna, mindegyiket egymástól függetlenül külön-külön specifikáljuk:



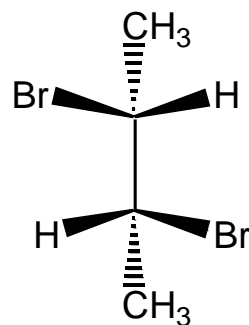
**A**

(*S,R*)



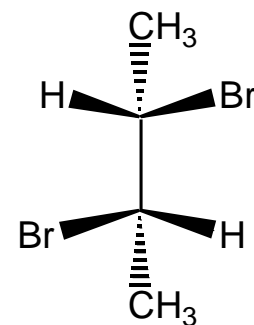
**B**

(*R,S*)



**C**

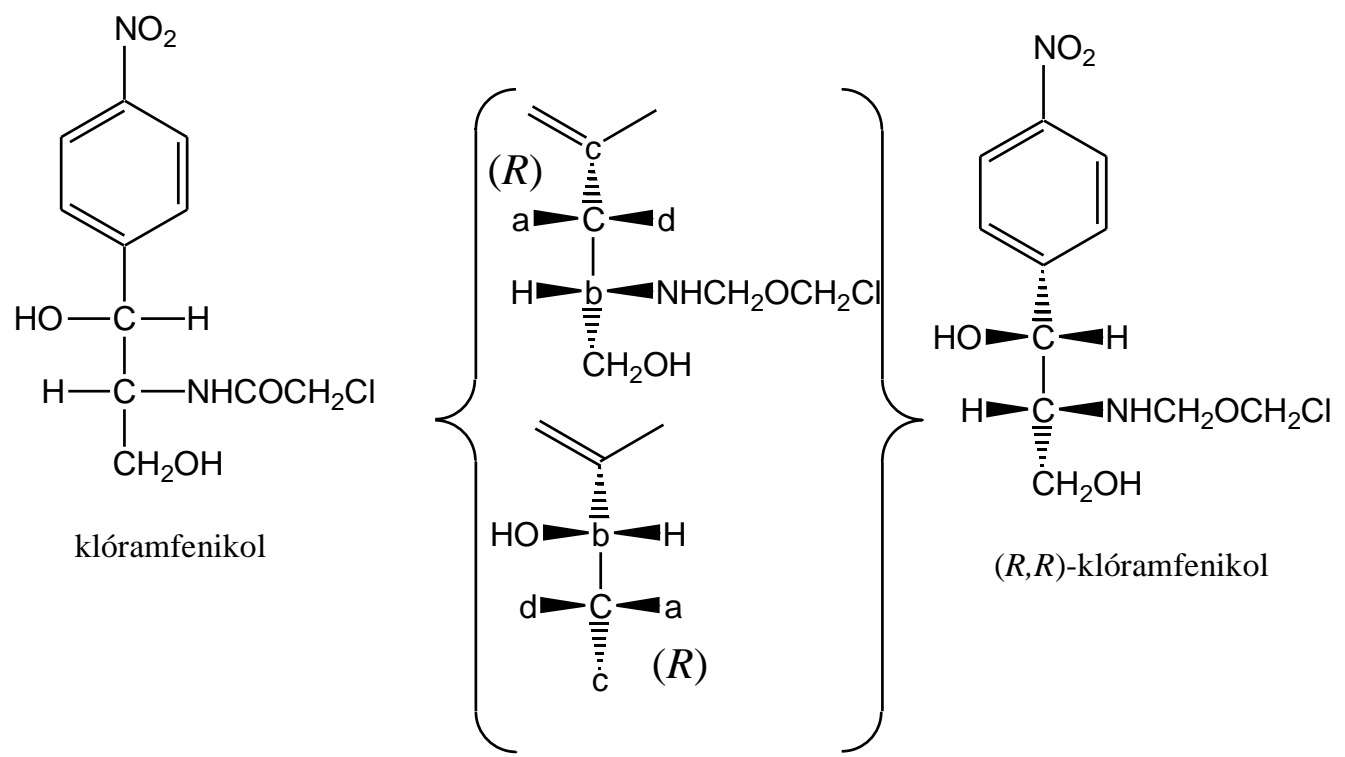
(*R,R*)



**D**

(*S,S*)

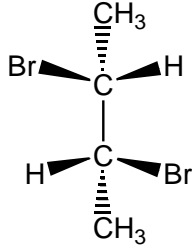
**memo:** a klóramfenikol (antibiotikum [*Streptomyces venezuelae*]) volt az első természetes eredetű nitrobenzol-származék amelyet izoláltak. Rajzoljuk fel az *R,R* természetes sztereoizomert!



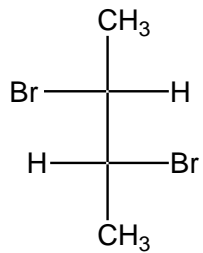
**kérdés:** hogyan tudjuk a kiralitáscentrumot körülvevő szubsztituensek térbeli elhelyezkedését következetesen síkbeli rajzokon visszaadni?

**válasz:** használjuk a Fischer-féle projekciót:

**példa:**



(*R,R*)-2,3-dibrómbután  
3-dimenziós  
ábrázolása



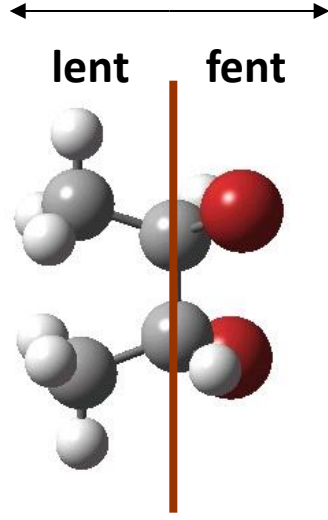
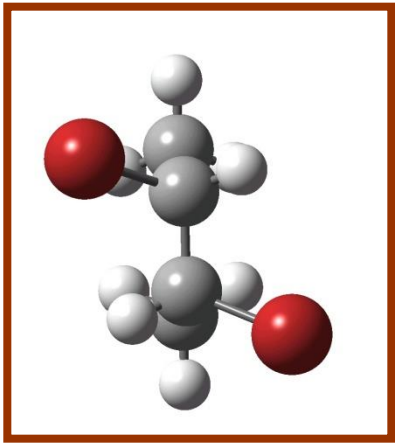
2,3-dibrómbután  
Fischer-projekciós  
ábrázolása



© Corbis

**Emil Fischer**

**szabály:** minden vízszintes vonal a papír síkjához képest felfelé, minden függőleges vonal a papír síkjához képest lefelé kötésirányt rögzít.



**memo:** a papír síkjához képest lefelé vannak a metilek, felfelé a bróm- és a hidrogénatom.

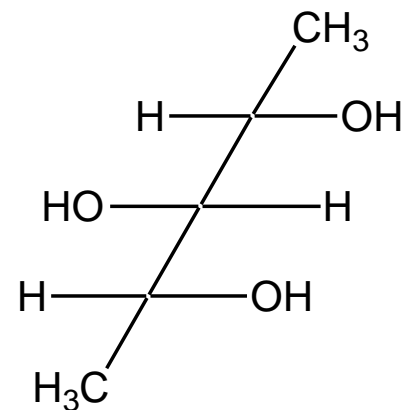
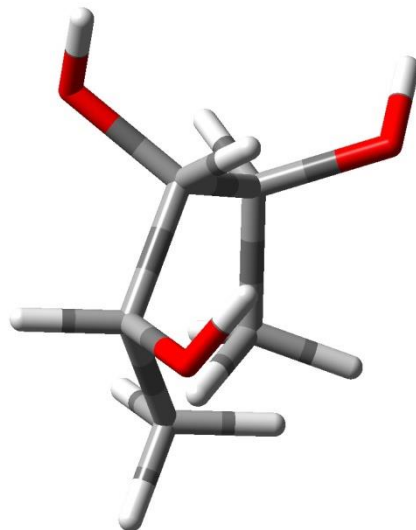
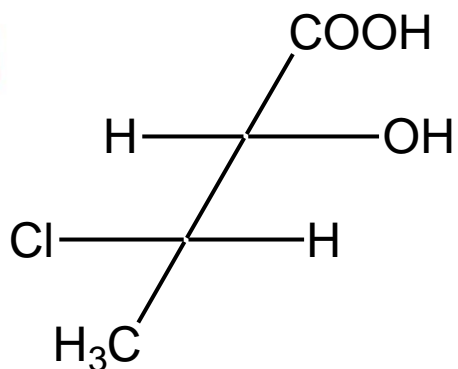
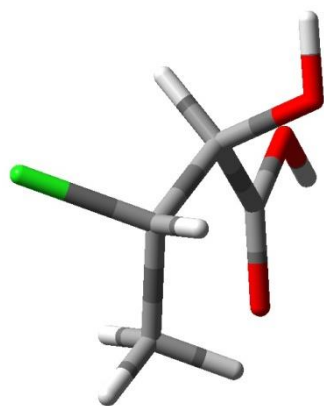
**konvenció:**

- a főláncot függőlegesen orientáljuk,
- az összes szubsztituenst fedő (szin-parallel) állásúnak rajzoljuk:

**következmény:**

- a függőleges kötések a papírsík mögé vetítődnek,
- a vízszintes kötések a papírsík elé.

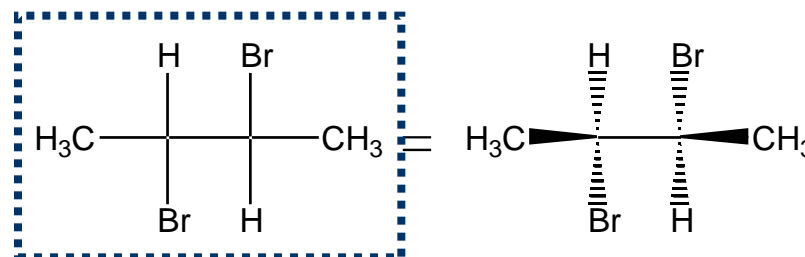
*Bruckner I-1 364*



**memo:** A Fischer-féle konvenció értelmében a sík „irányai” hordozzák a molekula térbeliségének információját.

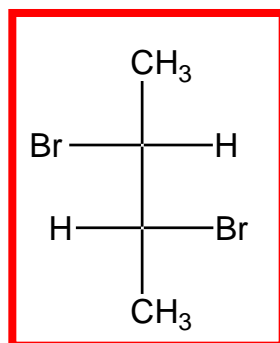
**kérdés:** mit lehet csinálni és mit nem egy Fischer-féle projekciós képlettel anélkül, hogy a konfigurációt megváltoztatnánk?

**válasz:**



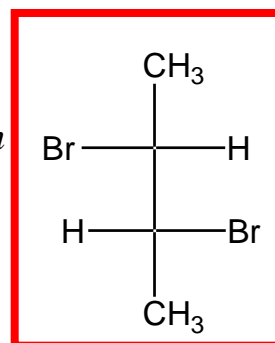
*90° forgatás*

*a papír síkjában*



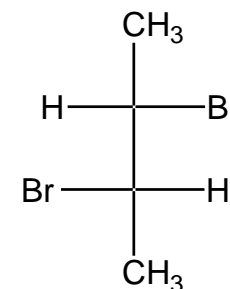
**A-val azonos szerkezet**

*180° forgatás a papír síkjában*



**A (*R,R*)**

*180° forgatás a papír síkjára merőleges síkban (tükrözés)*



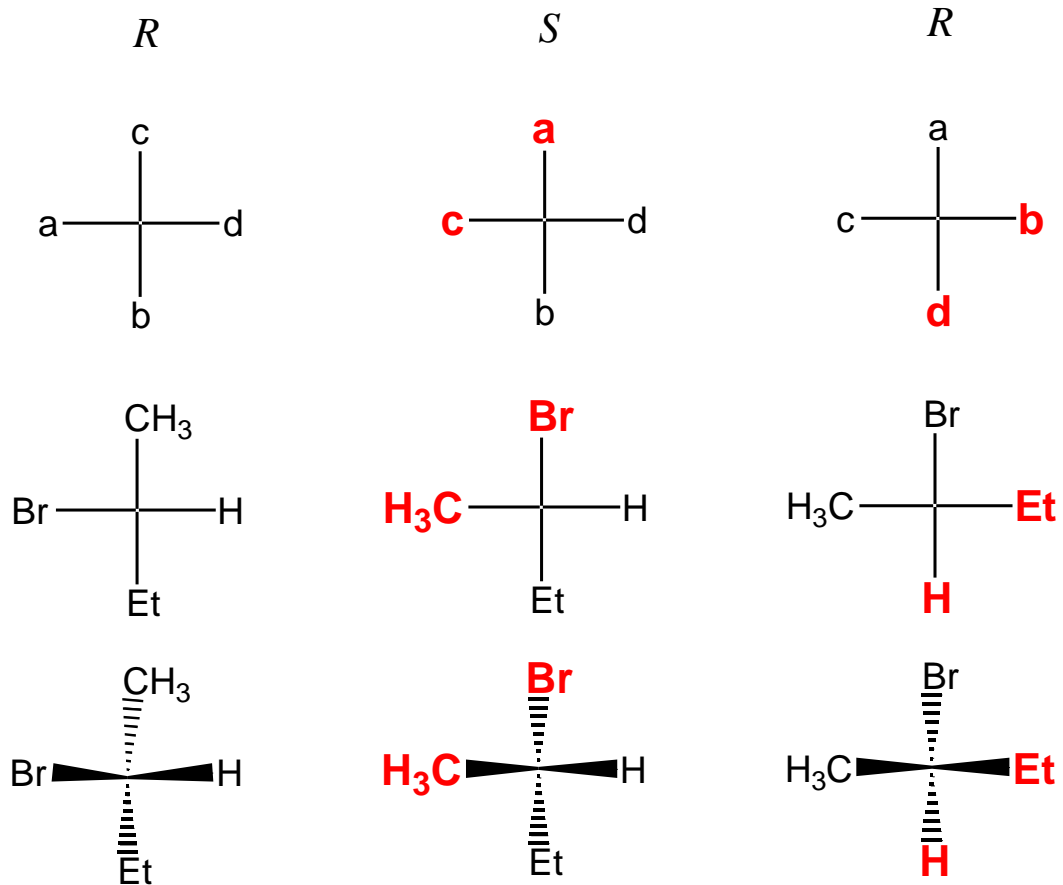
**A-val **nem** azonos szerkezet **A** enantiomerje (*S,S*)**



**kérdés:** szabad-e a szubsztituenseket felcserélni, ha a konfigurációt meg kívánjuk őrizni?

**válasz:** igen, a projekciós képen **páros számú cserét** végre szabad hajtani páratlan számút nem!

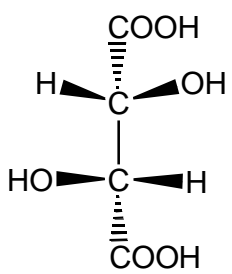
**példa:**



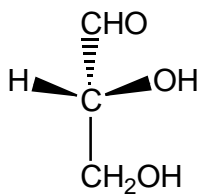
**kérdés: mi a relatív konfiguráció?**

**válasz:** 1951 előtt csak relatív (egymáshoz viszonyított) konfigurációk voltak ismertek, J.M.Bijvoet volt az első aki a röntgendiffrakció segítségével először megállapította a (+)-borkősav tényleges térszerkezetét,

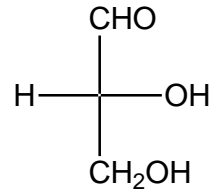
**korábban** csak egy optikailag aktív alapvegyülethez (pl. glicerinalehid) viszonyított konfigurációról lehetett beszélni



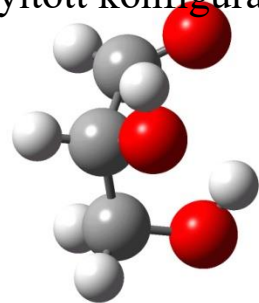
(+)-borkősav



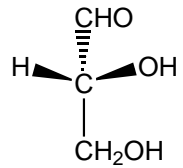
D-(+)-glicerinalehid



R abszolút

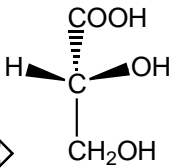
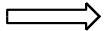


**eljárás:** genetikus kapcsolat keresése, avagy hogyan csinálnánk meg a szóbanforgó molekulát a glicerinalehidből úgy hogy az eredeti konfigurációt megőrizzük:



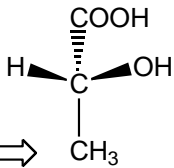
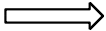
D-(+)-glicerinalehid

R abszolút  
D relatív



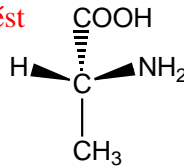
2,3-dihidroxi-propionsav

R abszolút  
D relatív



D-(-)-tejsav

R abszolút  
D relatív



D-(-)-alanin

R abszolút  
D relatív

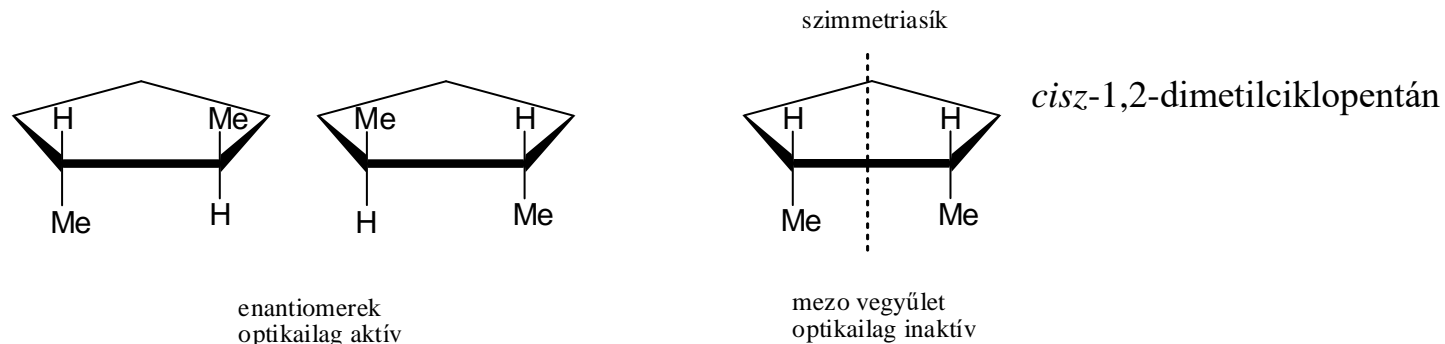
nem megengedett lépés mert a C-O kötést el kellene szakítani

**megjegyzés:** a D-glicerinalehidből két szubsztituens kémiai átalakításával (de a konfiguráció megőrzésével kapjuk a D-tejsavat.) Ugyanakkor amíg a D-glicerinalehid forgatása pozitív (jobbra forgat), addig a belőle származtatott D-tejsav forgatása negatív (balra forgat). **Ilyen az élet!**

**memo:** A D-tejsavból egy -OH, -NH<sub>2</sub> cserével kapjuk a D-alanint.

**kérdés:** mi a helyzet ha a két vagy több kiralitáscentrum gyűrűbe van zárva?

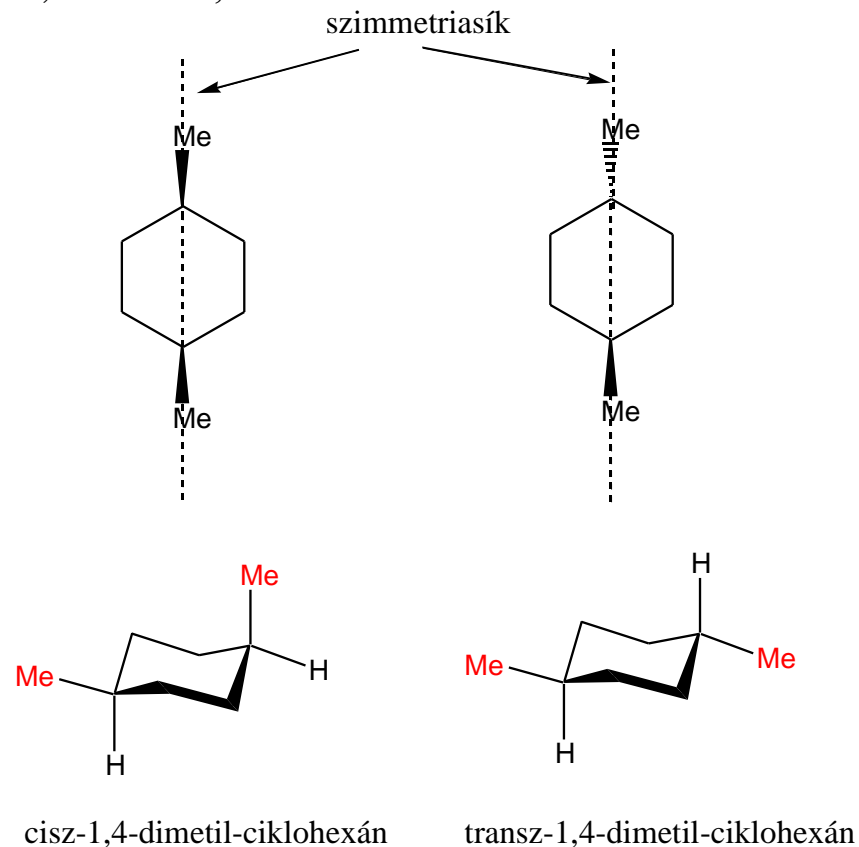
**válasz:** ciklopentán származékok esetén, a gyűrű kvázi síkalkata miatt a helyzet a következő:



**kérdés:** mi a helyzet ha a két kiralitáscentrum egy hattagú **gyűrűbe van zárva**?

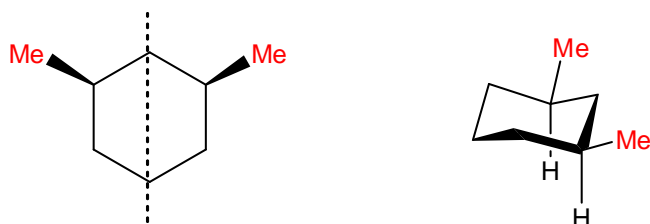
**válasz:** a ciklohexán esetében külön fejezetek az 1,4- az 1,3- és az 1,2- diszubsztituált származékok helyzete:

az **1,4-dimetilciklohexán**:



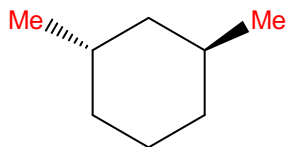
**memo:** nincs négy különböző szubsztituenst tartalmazó szén, nincs sztereocentrum, nincs optikailag aktív forma, tehát **akirális**.

a **cisz-1,3-dimetilciklohexán**:

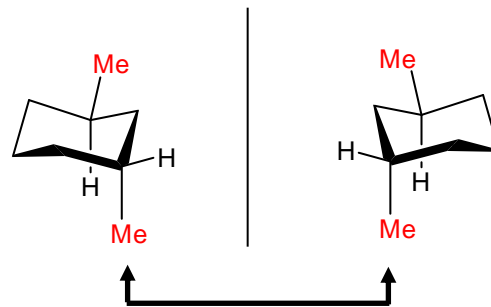


rendelkezik szimmetriasíkkal  
ezért **akirális**

a **transz-1,3-dimetilciklohexán**:

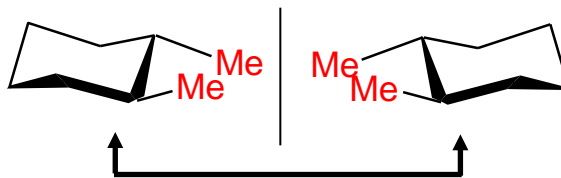


nincs szimmetriasík  
ezért **királis**,  
az enantiomerpár létezik



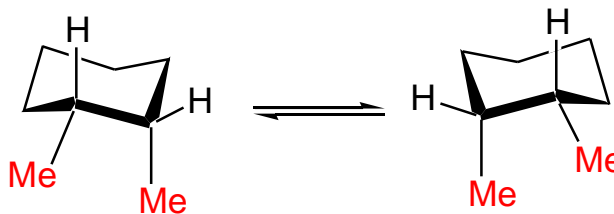
**tehát:** elvileg két kiralitáscentruma van ezért 4 sztereoizomert várunk:  
de: - **cisz** esetben akirális, tehát itt csupán **egyetlen** szerkezet van  
- **transz** esetben létezik az enantiomerpár, azaz **két** szerkezet van  
összesen tehát **3 sztereoizomer** létezik

a **transz-1,2-dimetilciklohexán**:



*transz-1,2-dimetil-ciklohexán*  
enantiomerpárja

a **cisz-1,2-dimetilciklohexán**



*cisz-1,2-dimetil-ciklohexán*  
konformációs sztereoizomerek  
amelyek egymásba alakulnak

**memo:** példa a konformációs sztereoizoméria jelenségére!

**memo:** a diasztereomerek számos fizikai és kémiai paramétere különbözik, így azok szétválasztása elvileg egyszerű

**kérdés:** hogyan lehet kísérleti úton enantiomereket szétválasztani?

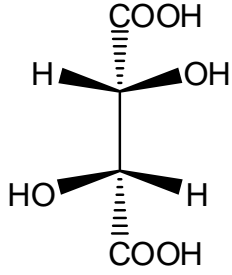
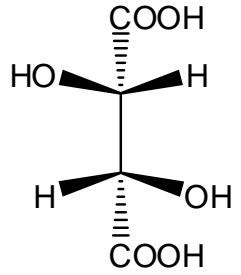
**történelem:** Louis Pasteur (1848) a (+)-borkősav és a (-)-borkősav **kristályait** nagyító alatt különbözőnek találta (a két kristály egymás fedésbe nem hozható tükörképi párja) szétválasztotta azokat nagyító alatt, majd feloldva külön-külön, ellentétes előjelű, de azonos nagyságú forgatást mért.



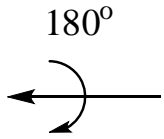
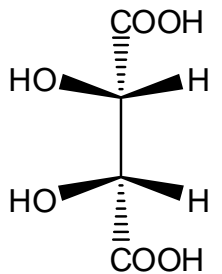
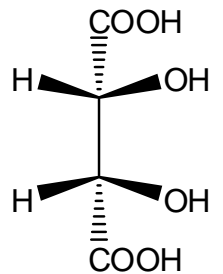
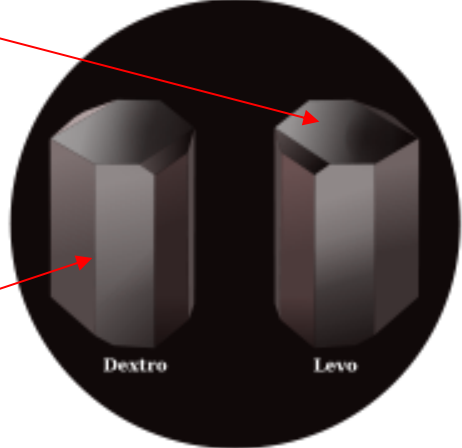
Library of Congress

Louis Pasteur (1822- 1895 )

**D-(S,S)-(-)-borkősav**  
*levotartaric acid*



**L-(R,R)-(+)-borkősav**  
*dextrotartaric acid*



**mezo-borkősav (opt. inaktív)**

vízoldhatósága = 133 g/100ml (20°C)

**memo:** a borkősav (antioxidáns: E334) a borászat mellékterméke  
(a szőlőben lévő természetes sav)

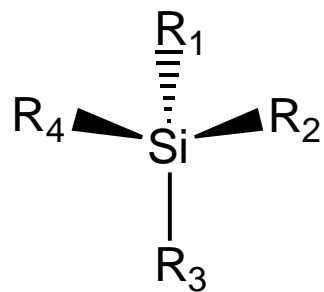
**kérdés:** hogyan lehet ezt akkor megtenni, ha az enantiomerek **nem kristályosodnak?**

**válasz:** rezorválással: az enantiomerpárból diasztereomerpárt csinálunk

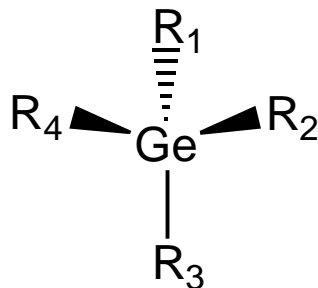
**memo:** lehet rezolválni királis szerves molekulákkal (királis HPLC), enzimekkel, stb.

**kérdés:** lehet-e a **szézen kívül** más atom is sztereocentrum?

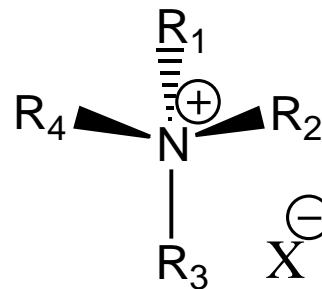
**válasz:** igen, minden atom amelyiknek **4 különböző** „liganduma” van:



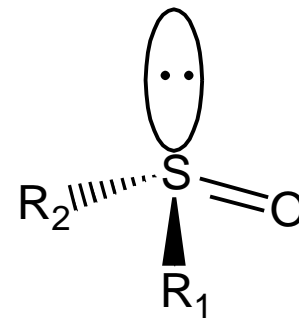
szilánok



germánok



ammóniumsók



szulfoxidok

**kérdés:** lehet-e királis egy molekula tetraéderes központi atom nélkül?

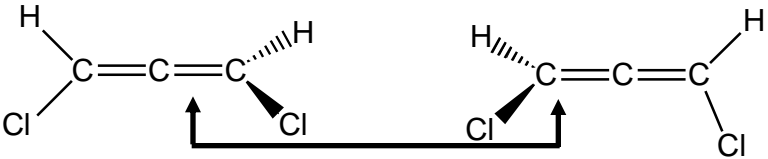
**válasz:** igen, ha van nem szuperponálható tükörképi párja:

**kérdés:** hány ilyen esetet különböztetünk meg?

**válasz:** a **pontkiralitás** mellett három eset közismert:

**példák:** - a **vonalkiralitás**

pl.allének  
(kumulált kettőskötések, gátolt rotáció)

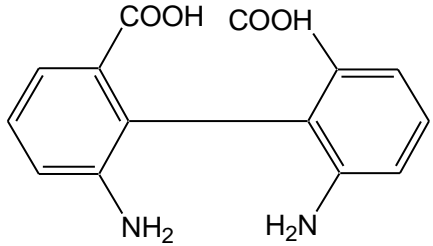


1,3-diklórpropa-1,2-dién

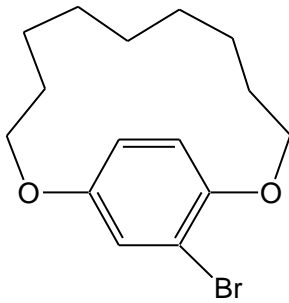
- az **anza kiralitás** (fellép az atropizoméria jelensége: szterikus okok miatt két rotamer nem tud egymásba alakulni)

-(CH<sub>2</sub>)<sub>n</sub>- n=9 nem tud átfordulni; enantiomerek

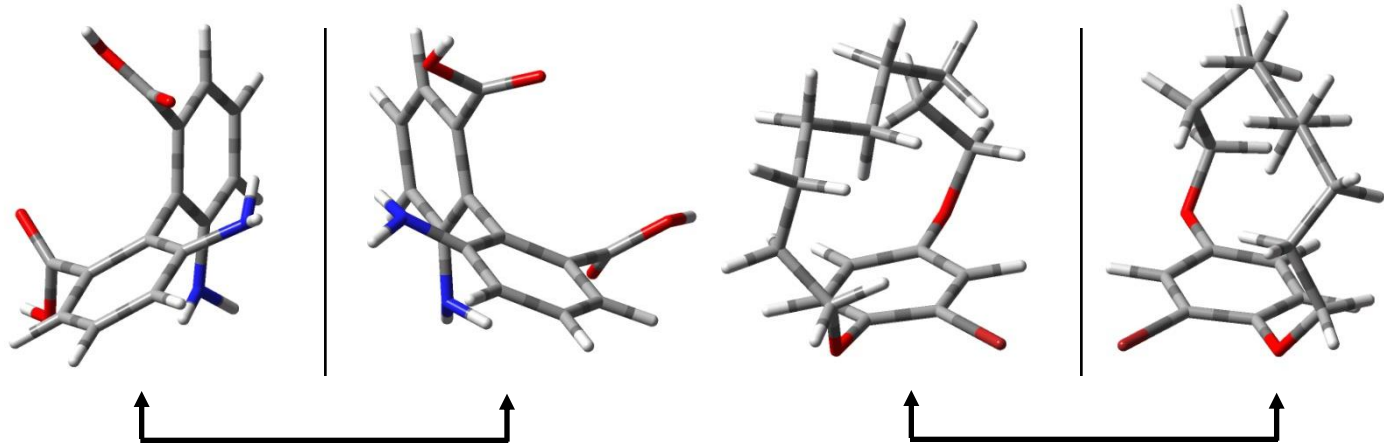
-(CH<sub>2</sub>)<sub>n</sub>- n=12 már át tud fordulni; azonosak



6,6'-diamino-bifenil-2,2'-dikarbonsav



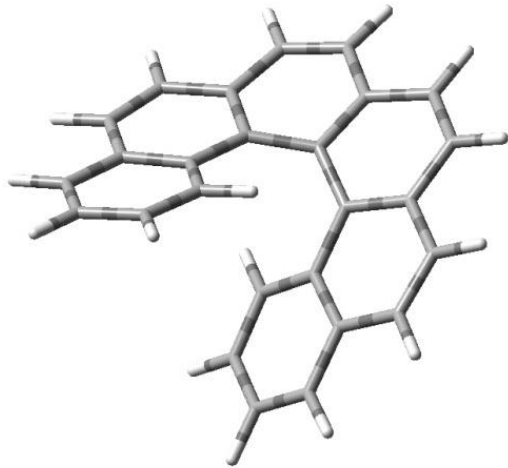
Br



- a **helikális kiralitás**

pl. hexahelicének

(sztérikus okok miatt pl. jobbmenetes)



*jobbkezes lépcső, jobbkezes lovag*

**memo:** *balkezes nem lehetett lovag, mert a balkezesség az ördögtől való dolog.*



# izomerek besorolása:

Azonos összegképletű a két molekula?

**Igen**

**Nem**

*Nem izomerek!*

Különböznek egymástól?

**Igen**

**Nem**

*Azonosak!*

Rendre azonos típusú és sorrendű  
kötések szerepelnek mindkettőben?

**Igen**

**Nem**

*Konstitúciós izomerek!*

Egymás tükörképi párjai?

**Igen**

**Nem**

*Diasztereomerek!*

*Enantiomerek!*