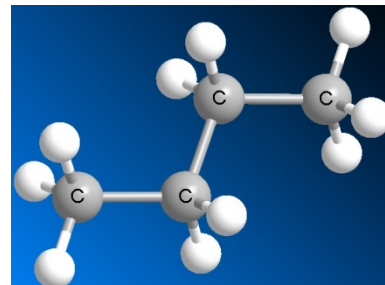
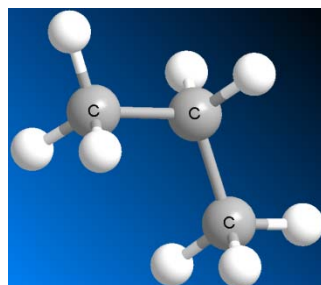
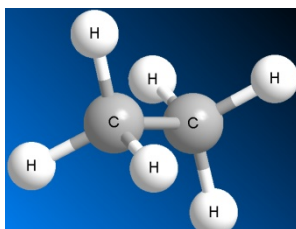
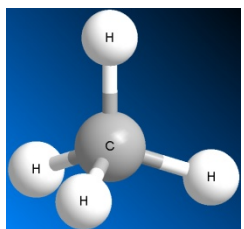
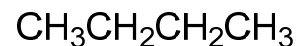
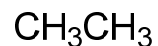


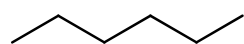
## **4-6. Wprowadzenie do nazewnictwa związków organicznych**

### 3.1. Homologia i izomeria konstytucyjna

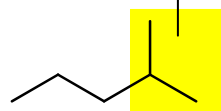


**Homologi** – związki z tej samej klasy, każdy związek różni się od swego poprzednika o jedną grupę metylenową (CH<sub>2</sub>)

**Izomery konstytucyjne** – ten sam wzór sumaryczny, różny sposób połączenia atomów

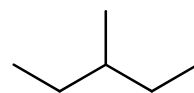


heksan

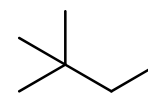


2-metylopentan  
(*izoheksan*)

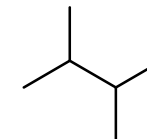
jednostka strukturalna „izo”



3-metylopentan



2,2-dimetylobutan

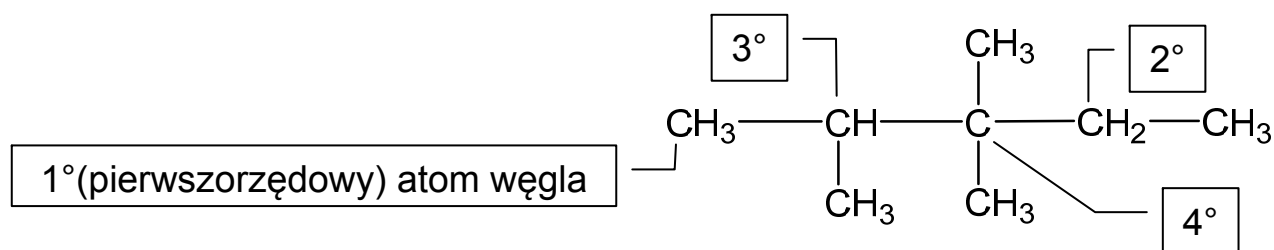


2,3-dimetylobutan

nazwa systematyczna

nazwa zwyczajowa

## 3.2. Nazewnictwo podstawników



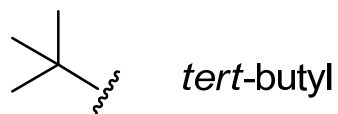
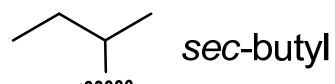
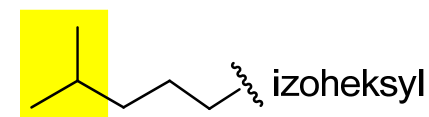
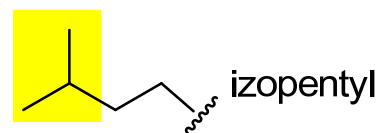
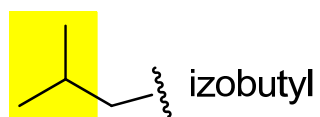
Węglowodór	<u>metan</u>	CH <sub>4</sub>	<u>etan</u>	CH <sub>3</sub> CH <sub>3</sub>	<u>propan</u>	CH <sub>3</sub> CH <sub>2</sub> CH <sub>3</sub>	<u>butan</u>	CH <sub>3</sub> CH <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> CH <sub>3</sub>	itd.
Podstawnik	<u>metyl</u>	CH <sub>3</sub> -	<u>etyl</u>	CH <sub>3</sub> CH <sub>2</sub> -	<u>propyl</u>	CH <sub>3</sub> CH <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> -	<u>butyl</u>	CH <sub>3</sub> CH <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> -	

zamiana końcówki „an” w nazwie systematycznej węglowodoru na „yl”

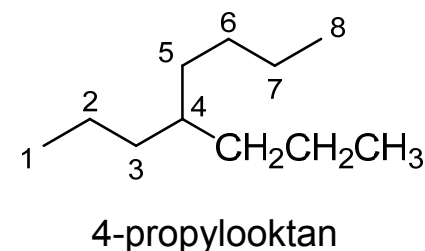
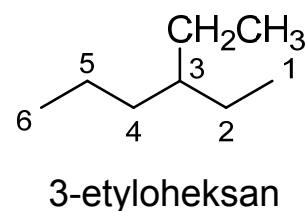
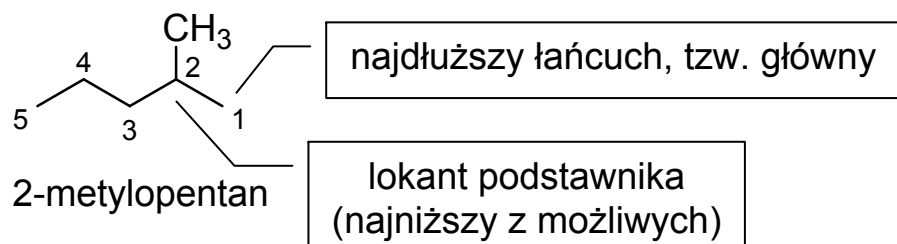
### Podstawniki rozgałęzione (nazwy zwyczajowe)



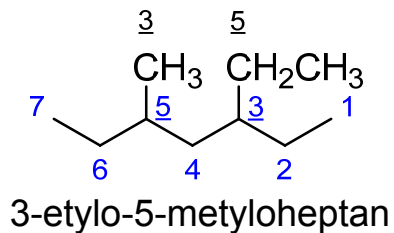
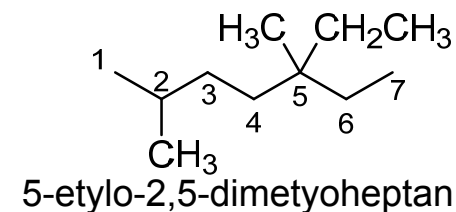
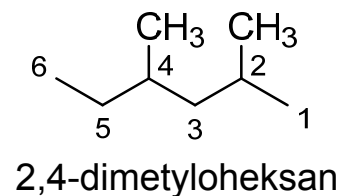
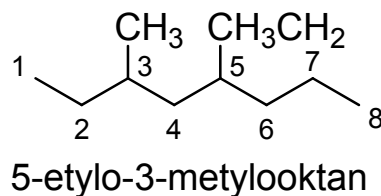
oznaczenie „odjęcia” wodoru



### 3.3. Nazewnictwo alkanów

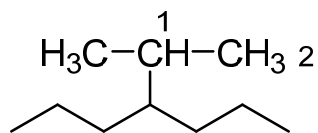


- podstawniki w porządku alfabetycznym
- di, tri, tetra, itd. – krotność takich samych podstawników (przedrostki – nie uwzględniane w porządku alfabetycznym, podobnie jak przedrostki *sec-* i *tert-*)

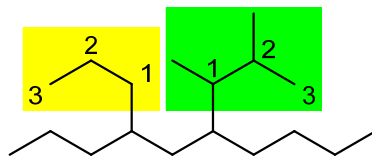


- lokanty są takie same w obu kierunkach numeracji - kierunek numeracji jest zgodny z porządkiem alfabetycznym podstawników

### 3.3.cd. Nazewnictwo alkanów



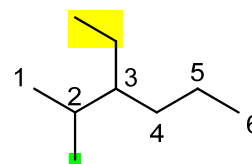
4-(1-metyloetylo)heptan



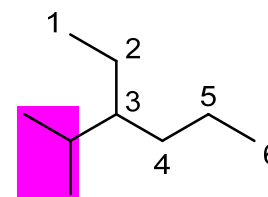
6-(1,2-dimetylopropylo)-4-propylodekan

- atom węgla podstawnika rozgałęzionego związany z łańcuchem głównym - zawsze lokant „1” w numeracji podstawnika
- przedrostki di, tri, tetra, itd. - część nazwy podstawnika uwzględniana w porządku alfabetycznym podstawników

- dwa lub więcej łańcuchów tej samej długości – łańcuch główny to ten z większą liczbą podstawników



3-etylo-2-metyloheksan



3-(1-metyloetylo)heksan

nazwa prawidłowa

### 3.4. Nazewnictwo cykloalkanów

- przedrostek „cyklo” przed nazwą alkanu o danej liczbie atomów węgla



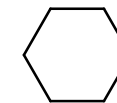
cyklopropan



cyklobutan

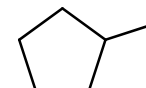


cyklopentan

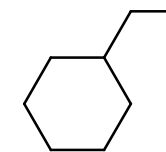


cykloheksan

- jeden podstawnik w pierścieniu – brak numeracji pierścienia

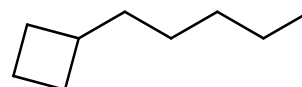


metylocyklopentan



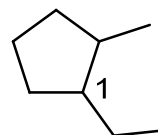
etylocykloheksan

- większa liczba atomów węgla w podstawniku niż w pierścieniu – pierścień jest podstawnikiem

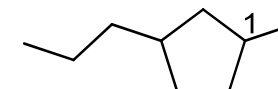


1-cyklobutylopentan

- dwa różne podstawniki – kierunek numeracji pierścienia zgodny z porządkiem alfabetycznym nazw podstawników

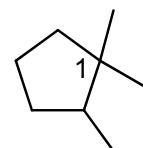


1-etylo-2-metylocyklopentan



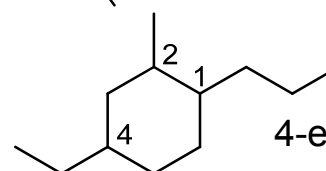
1-metylo-3-propylocyklopentan

- dwa podstawniki – taki kierunek numeracji pierścienia, aby lokant drugiego podstawnika był jak najniższy



1,1,2-trimetylocyklopentan

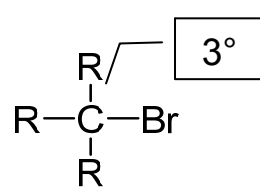
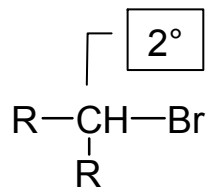
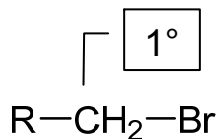
- takie same niskie lokanty dwóch podstawników – numeracja pierścienia w kierunku skutkującym jak najniższym lokantem trzeciego podstawnika



4-etylo-2-metylo-1-propylocykloheksan

### 3.5. Nazewnictwo halogenków alkili

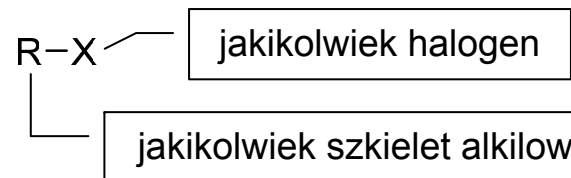
Atom wodoru w alkanie jest zastąpiony przez halogen

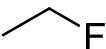
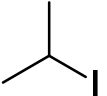
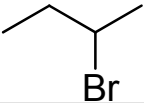


1° bromek alkilu

2° bromek alkilu

3° bromek alkilu

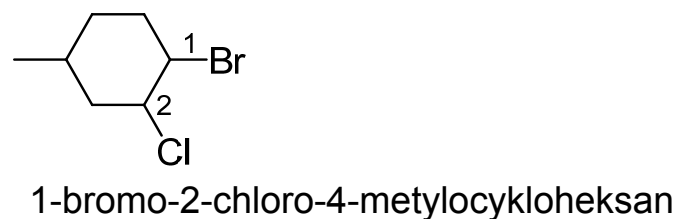
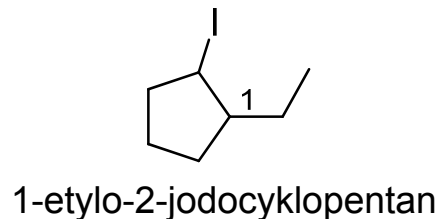
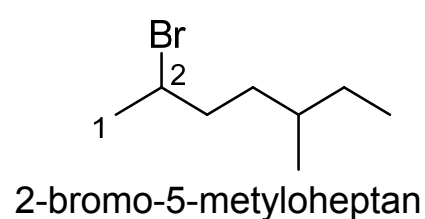


związek	<u>Nomenklatura klasowo-funkcyjna</u>	<u>Nomenklatura podstawnikowa;</u> halogen - podstawnik
CH <sub>3</sub> Cl	<u>chlerek</u> metylu	<u>chlorometan</u>
	<u>fluorek</u> etylu	<u>fluoroetan</u>
	<u>jodek</u> izopropylu	2- <u>jodopropan</u>
	<u>bromek</u> sec-butylu	2- <u>bromobutan</u>

**Nomenklatura klasowo-funkcyjna** - główną grupę charakterystyczną określa nazwa klasy związku, np.: chlerek, alkohol lub keton, pisana jako oddzielny wyraz przed nazwą macierzystego wodoru (np.: jodek metylu, keton etylowo-metylowy) lub nazwa podstawnika (np. chlerek acetylu).

**Nomenklatura podstawnikowa** - wymiana jednego lub większej liczby atomów wodoru macierzystego wodoru lub macierzystej struktury na inny atom lub grupę atomów określanych właściwym dla nich przyrostkiem bądź przedrostkiem, np.: 1-metylnaftalen, pentan-1-ol.

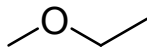
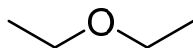
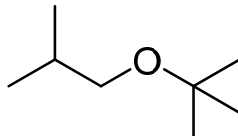
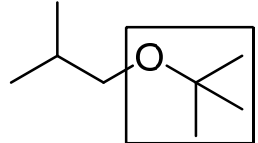
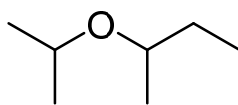
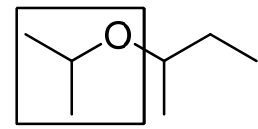
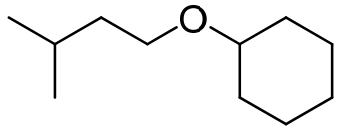
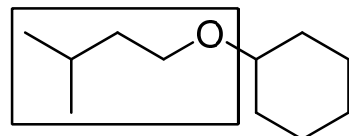
**Macierzysty wodorek** jest strukturą, której nazwa po dodaniu afiksów wskazujących podstawniki utworzy nazwę określonego związku.



### 3.6. Nazewnictwo eterów

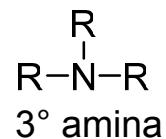
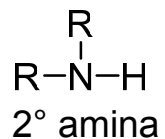
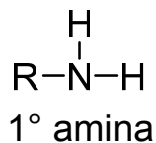
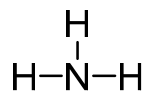
$R-O-R$  eter symetryczny  
(jednakowe szkielety węglowe)

$R-O-R'$  eter niesymetryczny  
(różne szkielety węglowe)



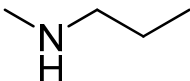
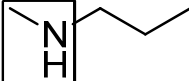
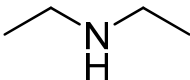
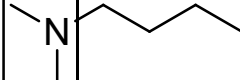
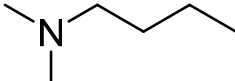
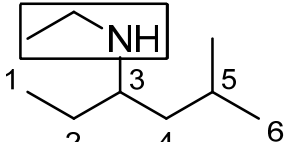
<u>Nomenklatura klasowo-funkcyjna;</u> eter – klasa związku (do nazywania małych cząsteczkowych eterów) – nazwy szkieletów węglowych w porządku alfabetycznym	<u>Nomenklatura podstawnikowa</u> (alkoksyl - podstawnik)
 <p><u>eter</u> etylowo-metylowy</p>	
 <p><u>eter</u> dietylowy</p>	
 <p><u>eter</u> <i>tert</i>-butylowo-izobutyłowy</p>	 <p>1-<u><i>tert</i>-butoksy-2-metylopropan</u></p>
 <p><u>eter</u> <i>sec</i>-butylowo-izopropylowy</p>	 <p>2-<u>izopropoksybutan</u></p>
 <p><u>eter</u> cykloheksylo-izopentyłowy</p>	 <p><u>izopentyloksycyklohexan</u></p>



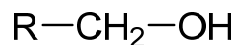
### 3.7. Nazewnictwo amin



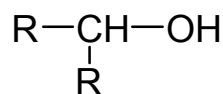
• rzędowość aminy – liczba podstawników węglowych przy at. N

<p><u>Nomenklatura klasowo-funkcyjna;</u> amina – klasa związku (do nazywania małowcząsteczkowych amin) – podstawniki przy atomie azotu w porządku alfabetycznym</p>	<p><u>Nomenklatura podstawnikowa;</u> grupa aminowa (NH<sub>2</sub>, RNH lub R<sub>2</sub>N) – podstawnik</p>
 <p>etylo<u>amina</u></p>	 <p>etano<u>amina</u></p>
 <p>metylopropylo<u>amina</u></p>	 <p><u>N</u>-metylopropano-1-<u>amina</u></p>
 <p>dietylo<u>amina</u></p>	 <p><u>N,N</u>-dimetylobutano-1-<u>amina</u></p>
 <p>butylodimetylo<u>amina</u></p>	 <p><u>N</u>-etylo-5-metyloheksano-3-<u>amina</u></p>

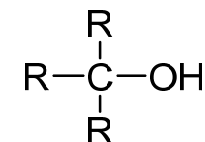
### 3.8. Nazewnictwo alkoholi



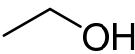
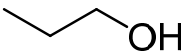
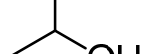

1° alkohol



2° alkohol

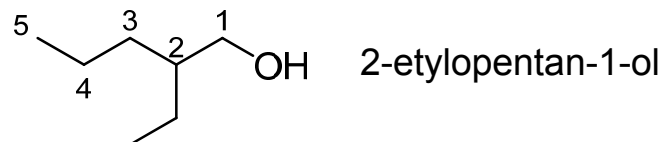


3° alkohol

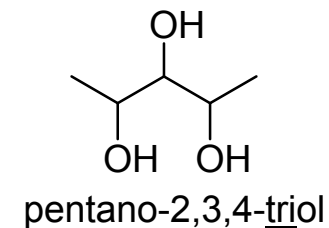
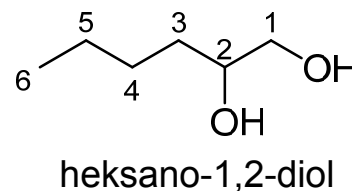
związek				
<u>Nomenklatura klasowo-funkcyjna</u> ; alkohol – klasa związku	<u>alkohol</u> etylowy	alkohol propylowy	alkohol izopropylowy	alkohol izobutylowy
<u>Nomenklatura podstawnikowa</u> ; grupa hydroksylowa (ol) - podstawnik	etan <u>ol</u>	propan- <u>1</u> -ol	propan- <u>2</u> -ol	2-metylopropan- <u>1</u> -ol

#### Zasady konstruowania nazw grupowo-funkcyjnych

- łańcuch główny musi zawierać grupę funkcyjną (tutaj, OH), a jej lokant musi być najniższy z możliwych

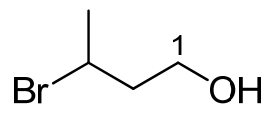


- liczba grup OH w łańcuchu głównym – przedrostek di-, tri-, tetra-, itd.

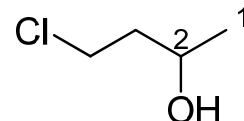


### 3.8.cd. Nazewnictwo alkoholi

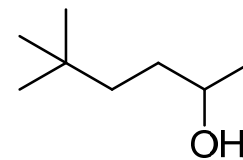
- grupa OH ma najniższy lokant spośród lokantów innych podstawników



3-bromobutan-1-ol

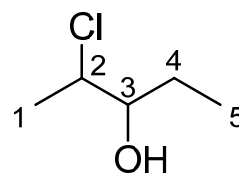


4-chlorobutan-2-ol

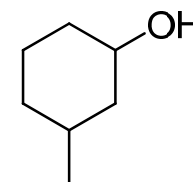


5,5-dimetyloheksan-2-ol

- jeśli numeracja w obu kierunkach daje taki sam lokant grupy OH, to łańcuch główny jest numerowany tak, aby lokant drugiego podstawnika był najniższy z możliwych

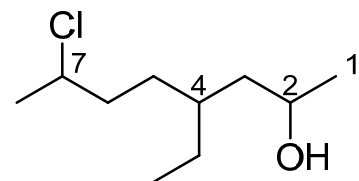


2-chloropentan-3-ol



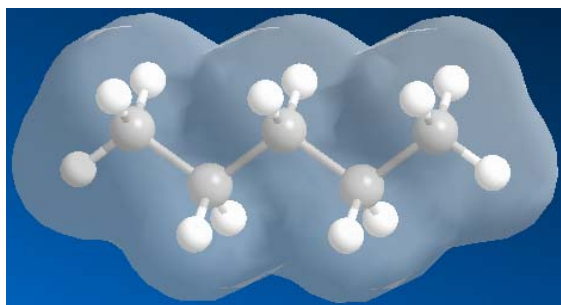
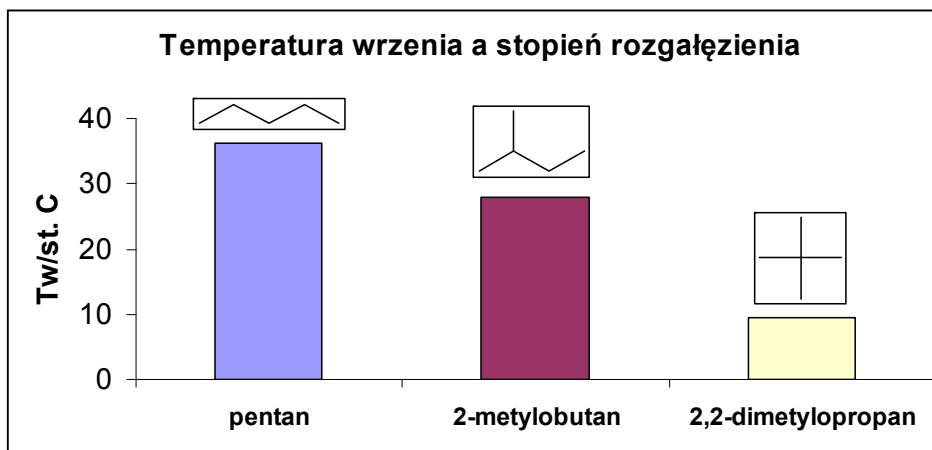
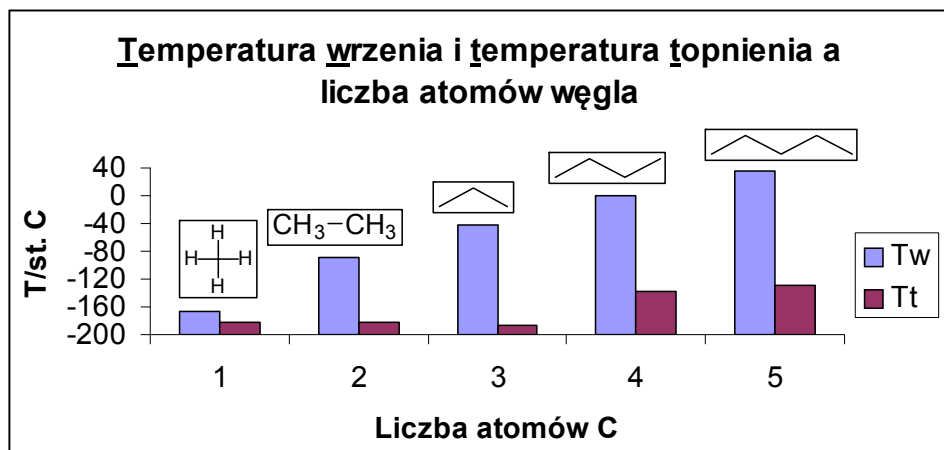
3-metylocycloheksanol

- jeśli są dwa lub więcej podstawniki (poza grupą OH), to wymienia się je w porządku alfabetycznym

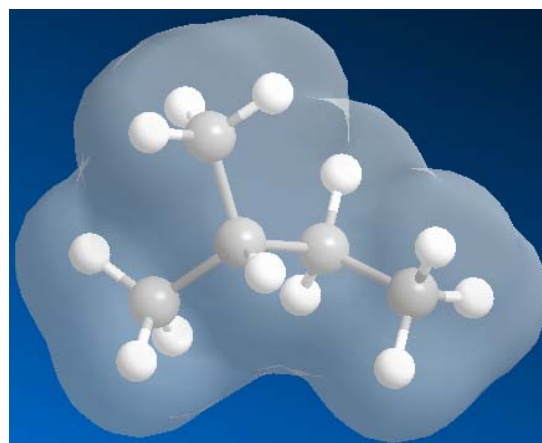


7-chloro-4-etylooktan-2-ol

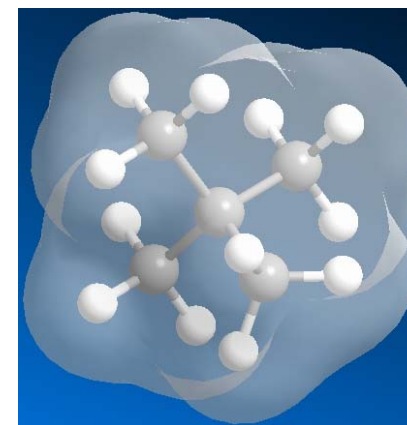
### 3.9. Wybrane właściwości fizyczne związków organicznych



pentan

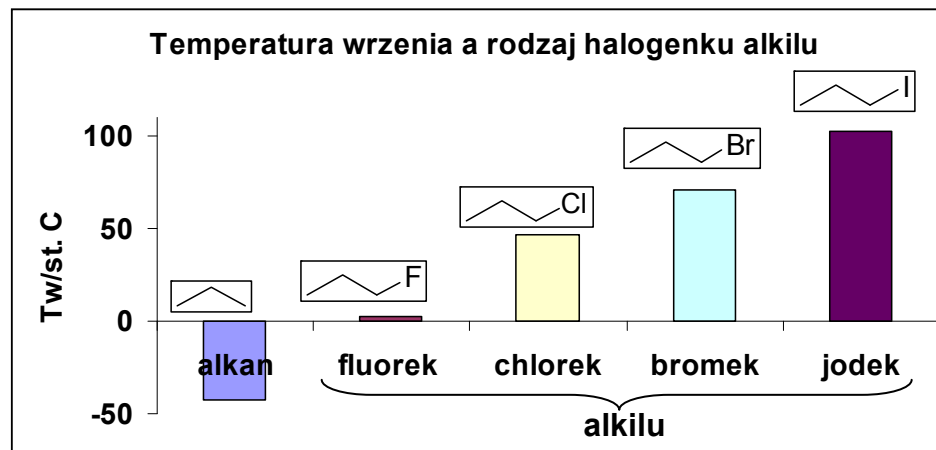
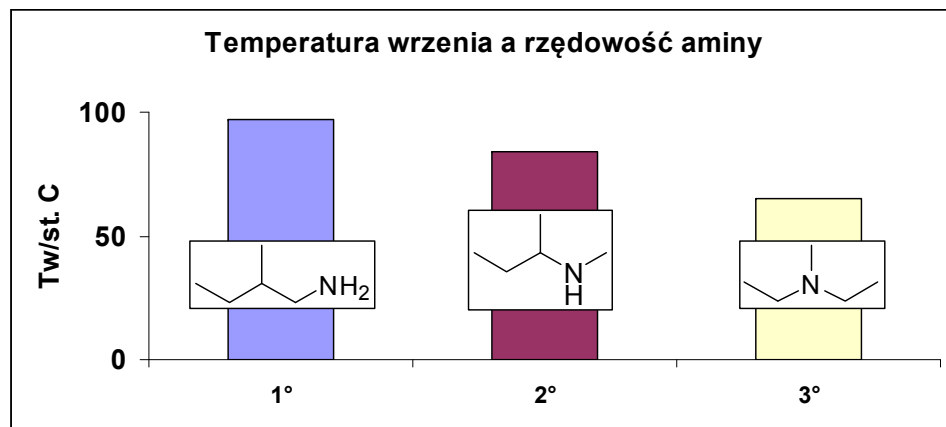
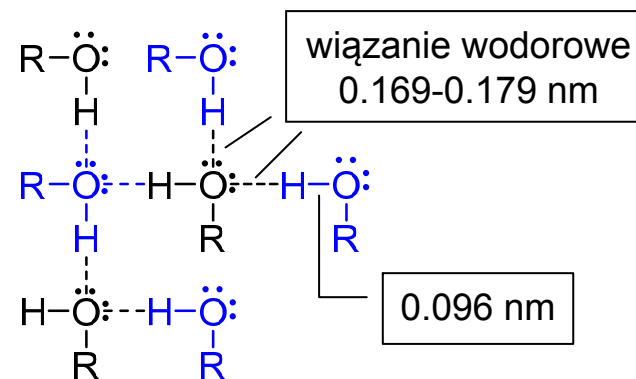
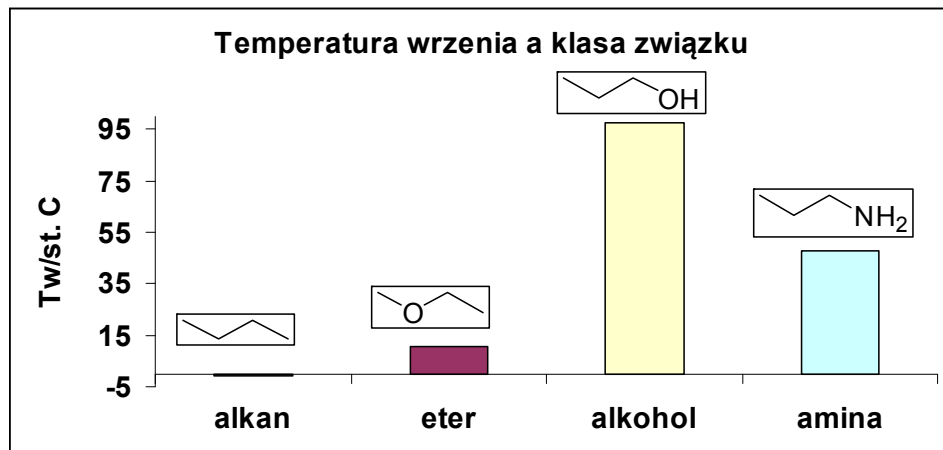


2-metylobutan



2,2-dimetylopropan

### 3.9.cd. Wybrane właściwości fizyczne związków organicznych

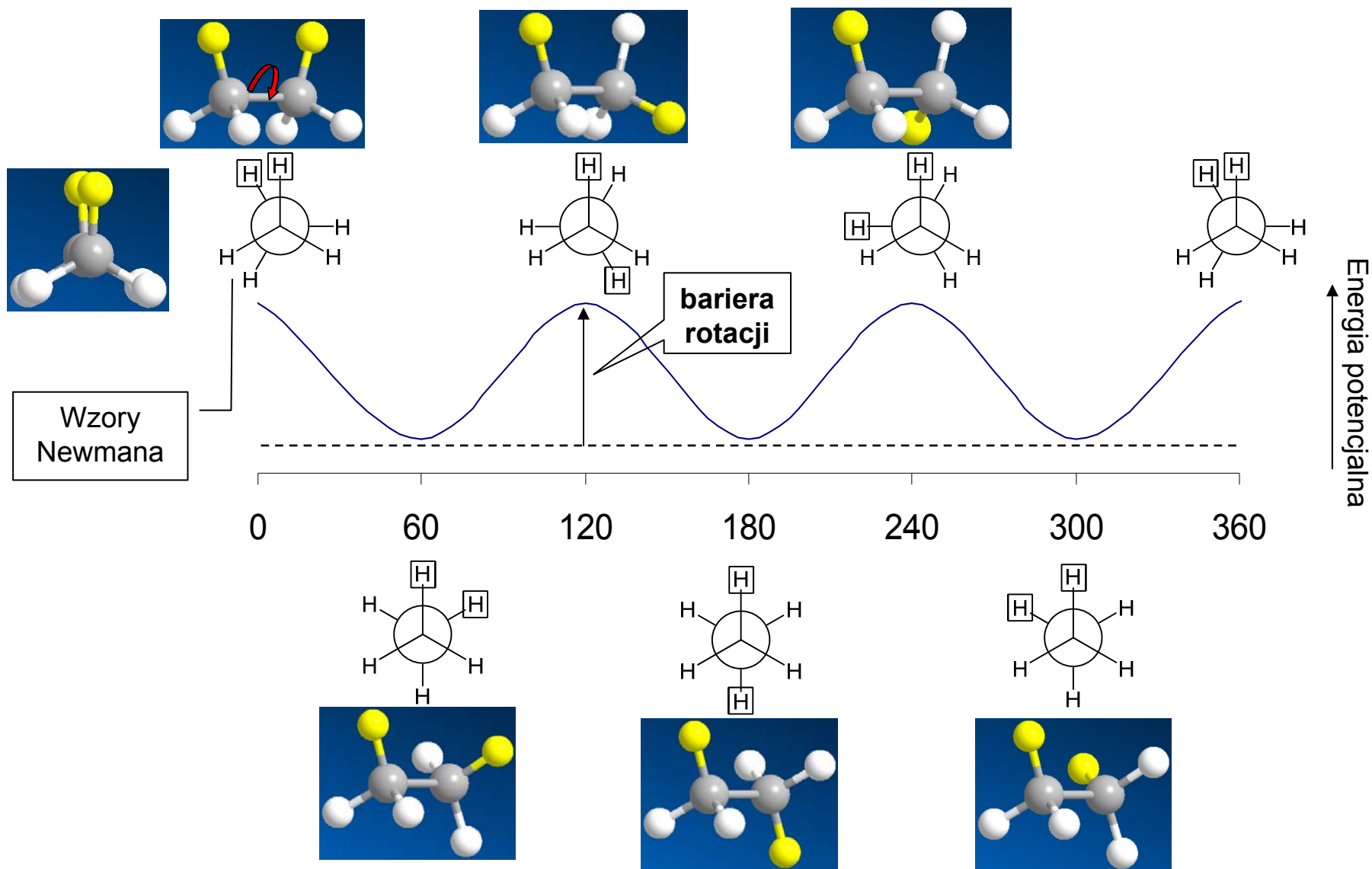


### 3.10. Pojęcie konformacji

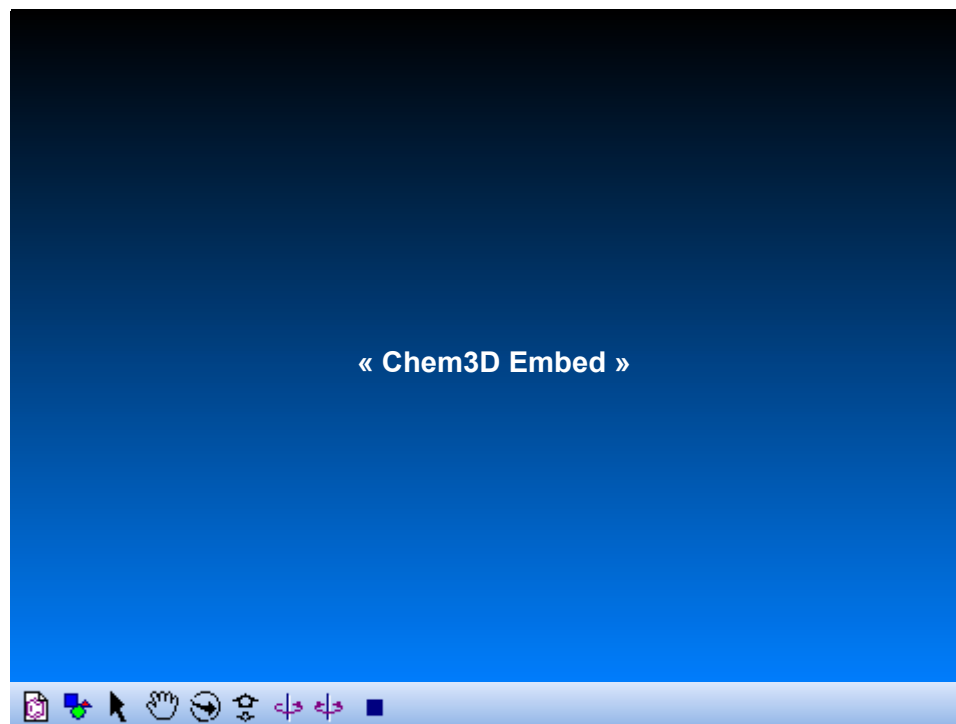
**Konformacja** – wzajemne ułożenie w przestrzeni elementów składowych obiektu bez zmiany konstytucji (budowy) obiektu

**Przemiana konformacyjna** – zmiana wzajemnego ułożenia w przestrzeni elementów składowych obiektu bez zmiany konstytucji (budowy) obiektu; **nie powoduje rozłączenia elementów obiektu**

### 3.11. Równowaga konformacyjna w etanie

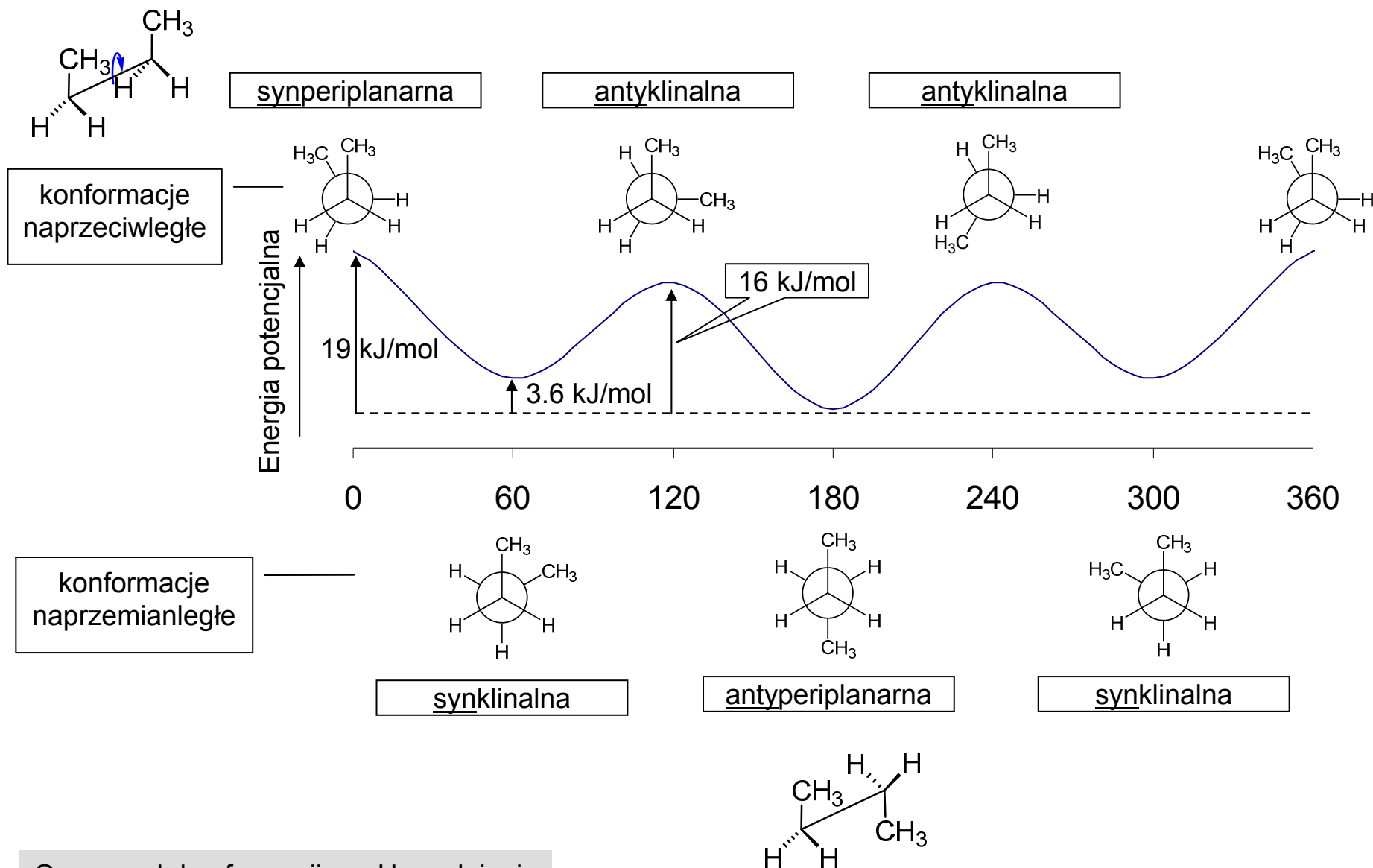


### 3.12. Wizualizacja równowagi konformacyjnej w butanie





### 3.13. Równowaga konformacyjna w butanie – zmiana energii potencjalnej



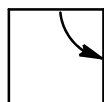
O nazwach konformacji - p. Uzupełnienie

### 3.14. Naprężenia kątowe w cykloalkanach

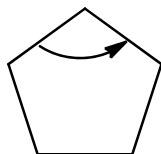
60°



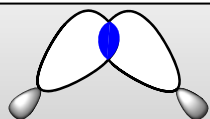
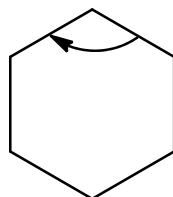
90°



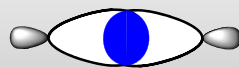
108°



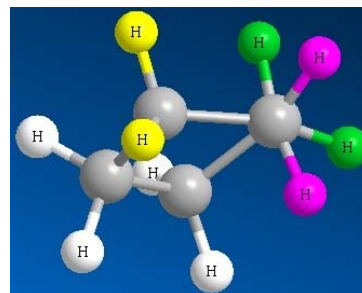
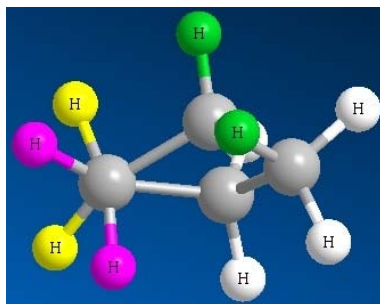
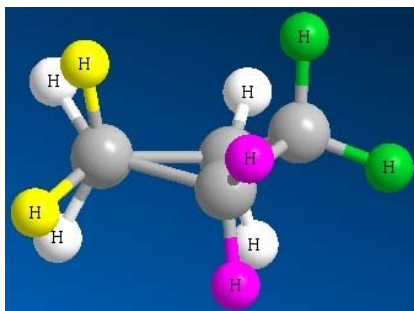
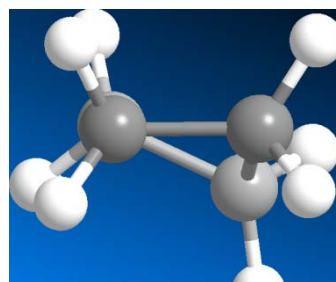
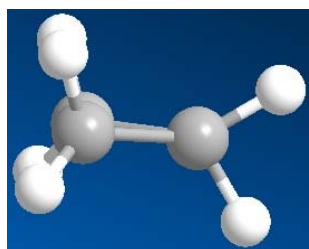
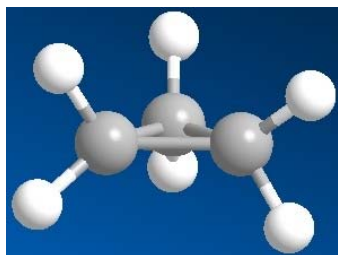
120°



niewielki stopień nałożenia orbitali  
słabe wiązanie



znaczný stopień nałożenia orbitali  
silne wiązanie



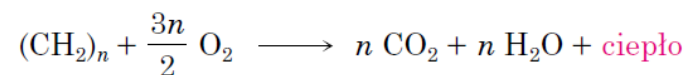
Energia naprężeń\*  
[kcal/mol]

cyklopropan	27.3
cyklobutan	26.5
cyklopentan	6.2
cykloheksan	0
cykloheptan	6.2

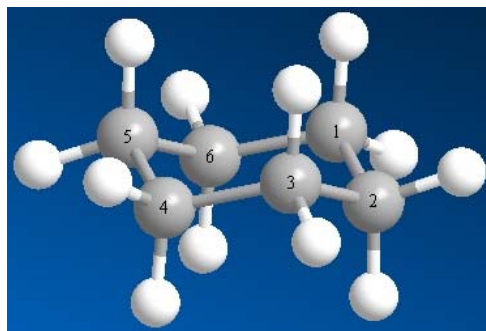


\*z różnicy między ciepłem spalania cykloalkanu (w przeliczeniu na jednostkę CH<sub>2</sub>) i ciepłem spalania acyklicznego alkanu (w przeliczeniu na jednostkę CH<sub>2</sub>), pomnożonej przez liczbę jednostek CH<sub>2</sub> w pierścieniu.

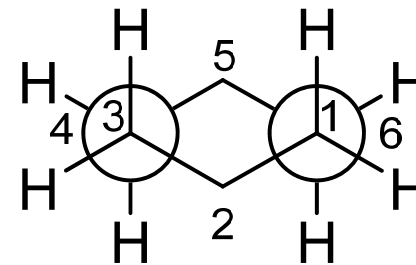
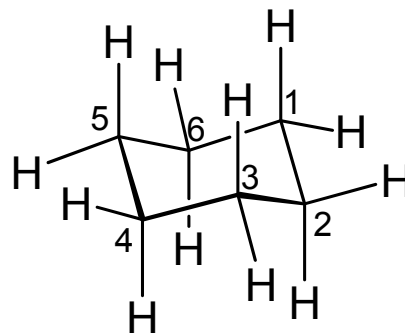
Im więcej energii (naprężenia) związek zawiera, tym więcej energii (ciepła) zostaje uwolnione w czasie spalania.



### 3.15. Równowaga konformacyjna w cykloheksanie – rodzaje wiązań C-H



konformacja krzesłowa  
minimum energii potencjalnej



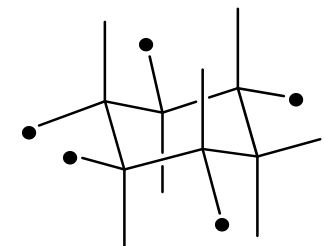
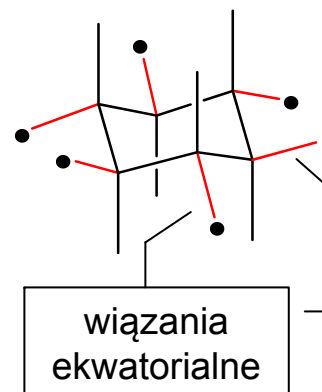
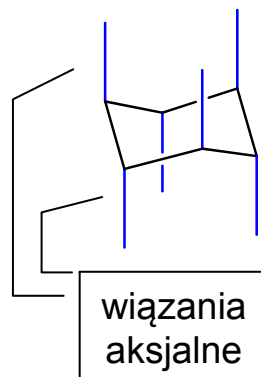
krok 1.

2.

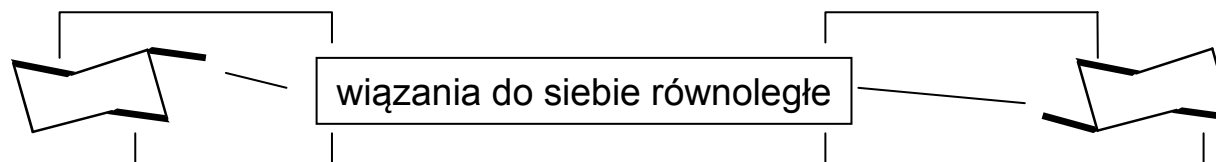
3.

4.

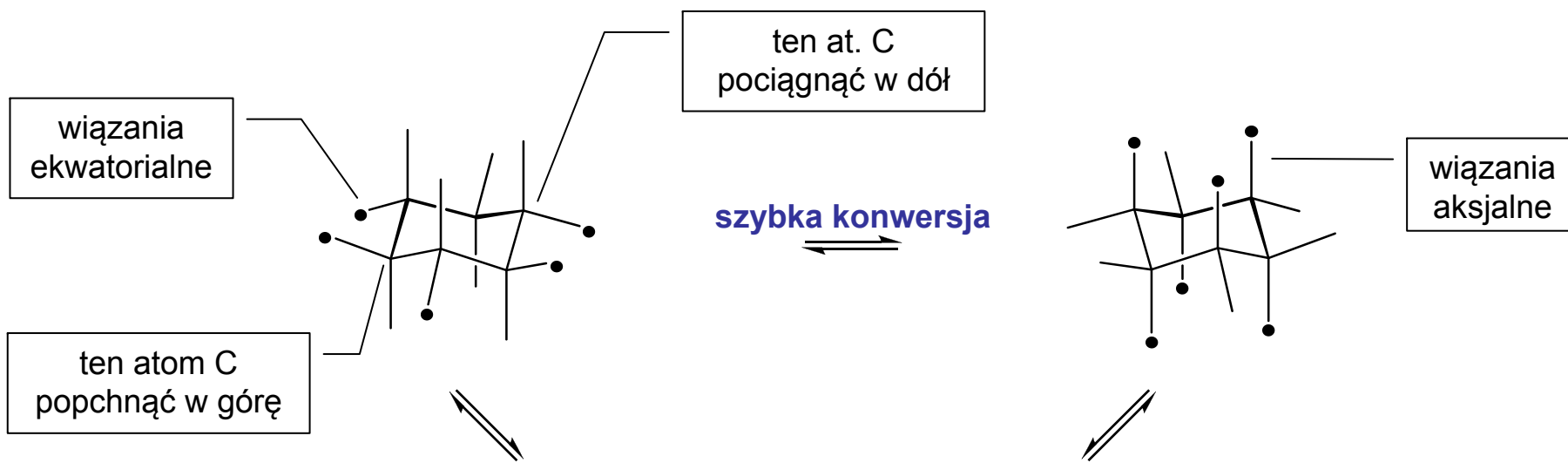
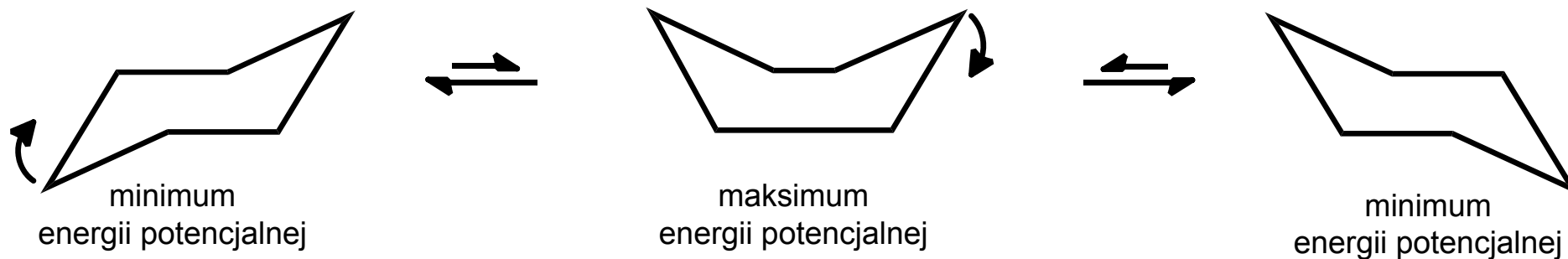
5.



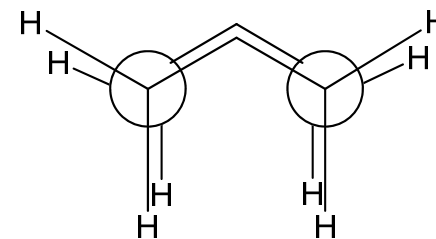
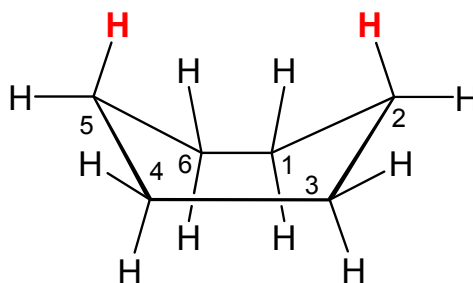
Ważne



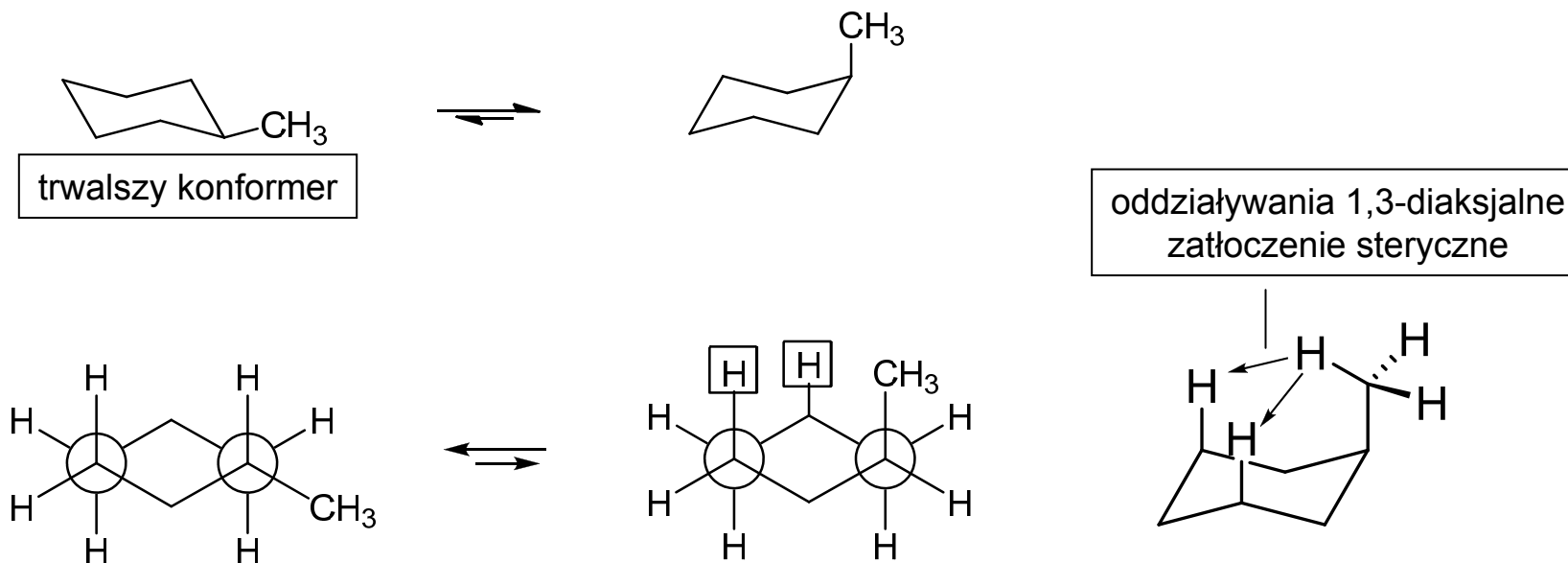
### 3.16. Równowaga konformacyjna w cykloheksanie – rodzaje konformacji



konformacja łodziowa  
maksimum energii potencjalnej



### 3.17. Równowaga konformacyjna w monopodstawionych cykloheksanach



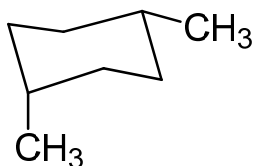
Podstawnik	H	CH <sub>3</sub>	CH <sub>2</sub> CH <sub>3</sub>		
$K = \frac{[\text{ekwatorialny}]}{[\text{akjalny}]}$	1	18	21	35	4800

ponad 99.9% populacji cząsteczek w postaci konformera z *t*-Bu w położeniu ekwatorialnym

### 3.18. Równowaga konformacyjna w dimetylocykloheksanie

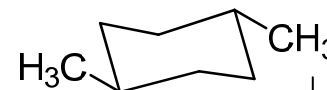
cis-1,4-dimetylocykloheksan

obie gr. CH<sub>3</sub> po tej samej stronie pierścienia  
(oba wiązania skierowane w dół)



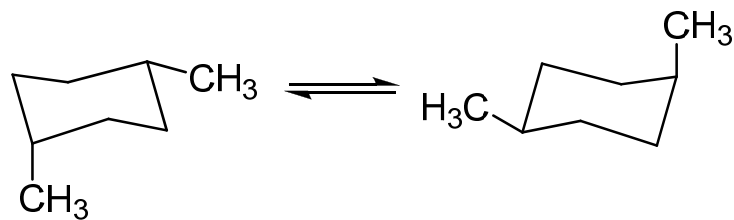
trans-1,4-dimetylocykloheksan

obie gr. CH<sub>3</sub> po przeciwnych stronach pierścienia



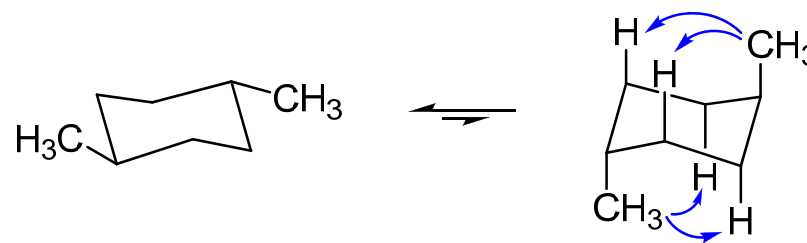
wiązanie skierowane w górę

wiązanie skierowane w dół



konformer (a,e)

(e,a)



(e,e)

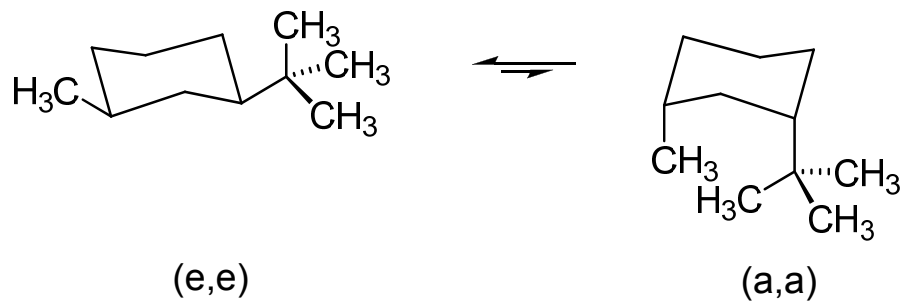
(a,a)

Ważne

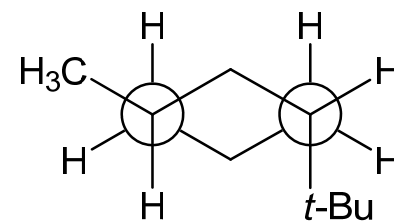
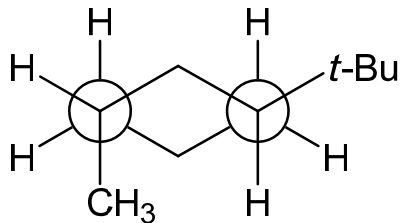
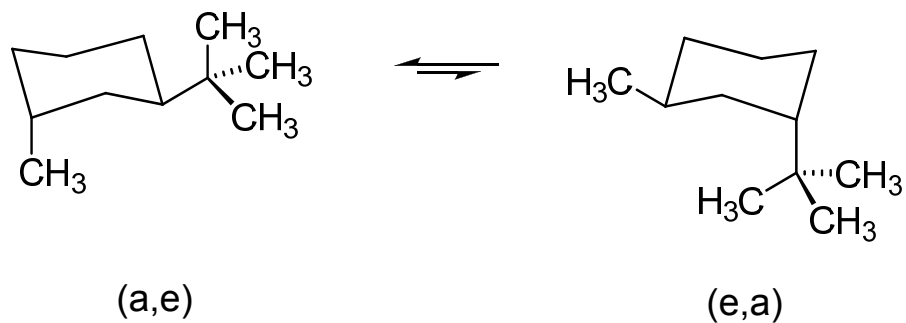
Konwersja pierścienia nie powoduje zmiany rodzaju izomeru

### 3.19. Równowaga konformacyjna w 1-*t*-butylo-2-metylocykloheksanie

cis-1-*t*-butylo-3-metylocykloheksan

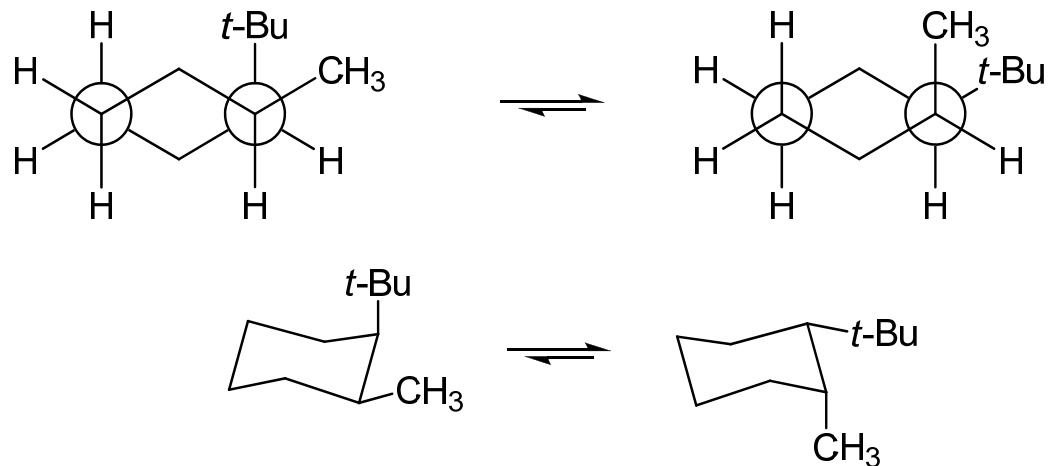


trans-1-*t*-butylo-3-metylocykloheksan

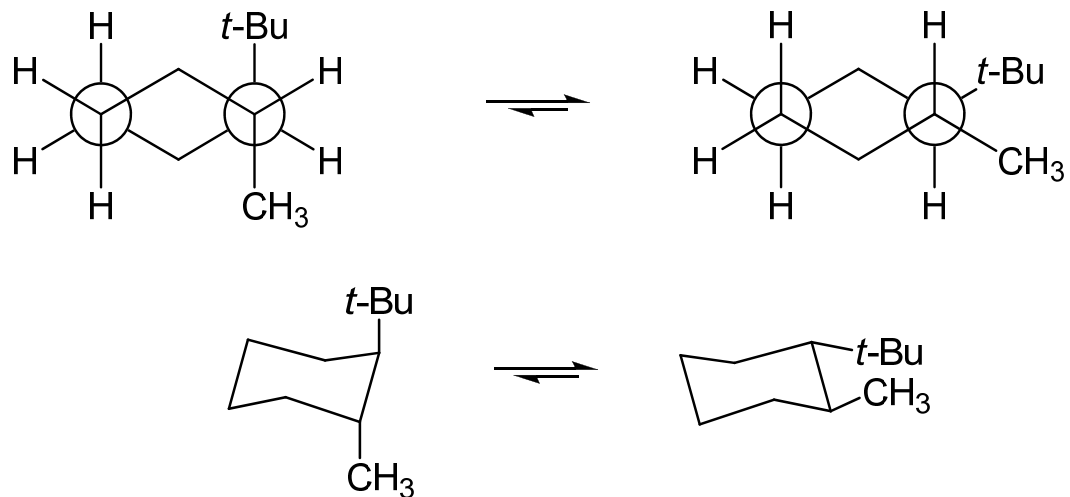


### 3.20. Równowaga konformacyjna w 1-*t*-butylo-3-metylocykloheksanie

cis-1-*t*-butylo-2-metylocykloheksan

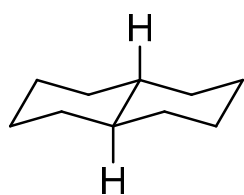


trans-1-*t*-butylo-2-metylocykloheksan

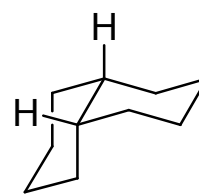
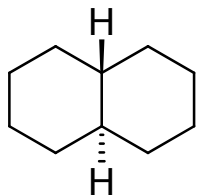




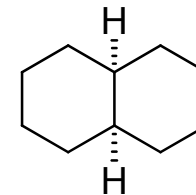
### 3.21. Skumulowane cykloalkany



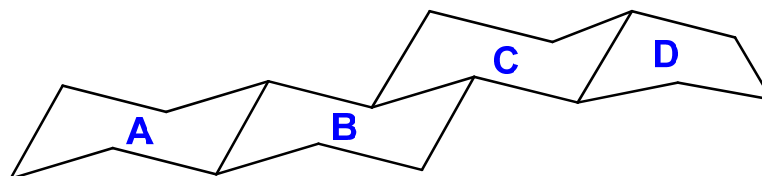
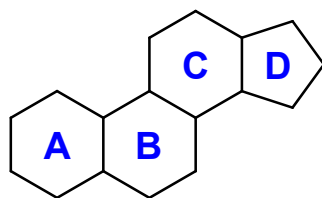
*trans*-dekalina



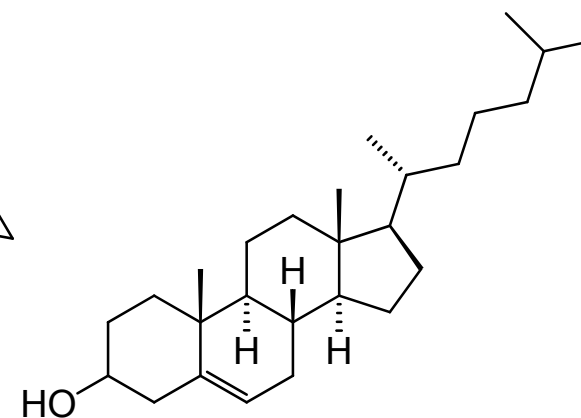
*cis*-dekalina



Układ pierścieni w cząsteczkach steroidów



*trans*-skumulowane pierścienie



cholesterol

## Uzupełnienie

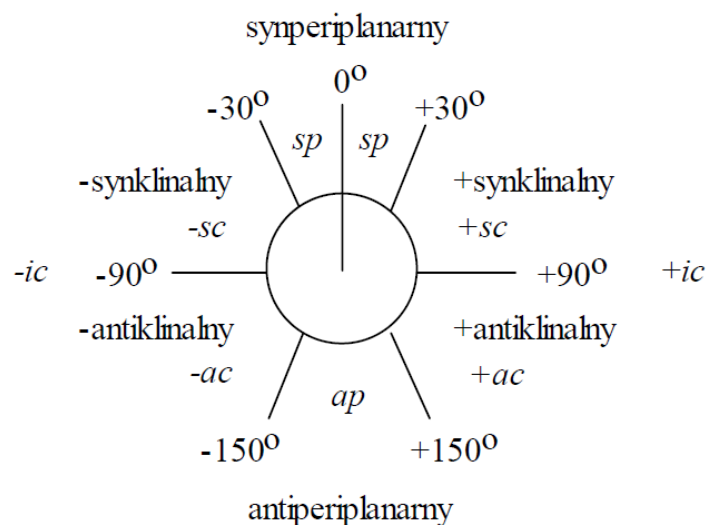
### Kąt torsyjny (*Torsional Angle*)<sup>[1]</sup>

W łańcuchu atomów A-B-C-D kąt dwuścienny pomiędzy płaszczyzną zawierającą atomy A,B,C i płaszczyzną zawierającą atomy B,C,D. W projekcji Newmana kąt torsyjny jest kątem (mającym bezwzględną wartość od 0° do 180°) pomiędzy wiązaniami skierowanymi do dwóch grup odniesienia, jednej związanej z atomem bliższym i drugiej związanej z atomem dalszym od obserwatora. Kąt torsyjny pomiędzy grupami A i D uznaje się za dodatni jeżeli obrót wiązania A-B zgodnie z ruchem wskazówki zegara o mniej niż 180° doprowadzi do jego nałożenia się z wiązaniem C-D; ujemny kąt torsyjny wymaga, dla osiągnięcia tego efektu, obrotu w przeciwnym kierunku.

Stereochemiczne ułożenie odpowiadające kątom torsyjnym pomiędzy 0° i ±90° nazywa się syn (s), kątom torsyjnym pomiędzy ±90° i 180° anti (a). Podobnie, ułożenie podstawników odpowiadające kątom torsyjnym pomiędzy -30° i -150° albo pomiędzy 30° i 150° nazywane jest klinalnym (c), a pomiędzy 0° i ±30° albo ±150° i 180° nazywane jest periplanarnym (p). Te dwa rodzaje terminów można połączyć tak, aby definiowały cztery zakresy kątów torsyjnych:

0° do ±30°	synperiplanarny (sp),
30° do 90° i -30° do -90°	synklinalny (sc),
90° do 150° i -90° do -150°	antyklinalny (ac),
±150° do 180°	antiperiplanarny (ap).

Ułożenie podstawników odpowiadające kątom torsyjnym  $\nabla 90^\circ$  nazywa się  $\nabla$ izoklinalnym (+ic, -ic).



[1] Podstawowa terminologia stereochemii (Zalecenia IUPAC 1996), Polskie Towarzystwo Chemiczne, Warszawa 1999.

**Cykloalkany przyjmują konformacje o minimalnej energii z trzech łącznie występujących przyczyn:**

- **Naprężenia kąтового** – naprężenia związanego z powiększaniem lub zmniejszaniem się kątów między wiązaniami.
- **Naprężenia torsyjnego** – naprężenia związanego z naprzeciwległym ułożeniem wiązań przy sąsiednich atomach węgla.
- **Naprężenia sterycznego** – naprężenia związanego z oddziaływaniem odpychającym, gdy atomy (grupy atomów) zbliżają się do siebie zbyt blisko.

(McMurry, rozdział 4.5, s. 112)