

CHEMIA ORGANICZNA

Zakres materiału

lp	wykład	data	temat
1	W1-W2	7.10.2015	klasy zw org alkany i cykloalkany
2	W3-W4	14.10.2015	stereoizomeria
3	W5-W6	21.10.2015	alkeny i cykloalkeny
4	W7-W8	28.10.2015	alkadieny i alkiny
5	W9-W10	4.11.2015	pochodne benzenu
6	W11-W12	18.11.2015	flurowc pochodne
7	W13-W14	25.11.2015	alkohole i fenole
8	W15-W16	2.12.2015	etery i epoksyzwiązki
9	W17-W18	9.12.2015	aldehydy i ketony
10	W19-W20	16.12.2015	kw. karboksylowe i pochodne
11	W21-W22	13.01.2017	aminy
12	W23-W24	20.01.2017	obliczenia
13	W25-W26	27.01.2017	ogólne
14	W27-W28	3.02.2017	techniki
15	W29-W30		EGZAMIN

CHEMIA ORGANICZNA

Literatura

- **Chemia organiczna. Kurs podstawowy** Daniela Buza, Wojciech Sas, Przemysław Szczeciński
- **Zadania z chemii organicznej z rozwiązaniami** Daniela Buza, Wojciech Sas, Przemysław Szczeciński
- **Chemia Organiczna** Przemysław Mastalerz
- **Chemia Organiczna** John McMurry
- **Chemia Organiczna** Robert Neilson Boyd, Robert Thornton Morrison
- **Chemia organiczna** Jonathan Clayden, Nick Greeves, Stuart Warren, Peters Wothers

Warunki zaliczenia

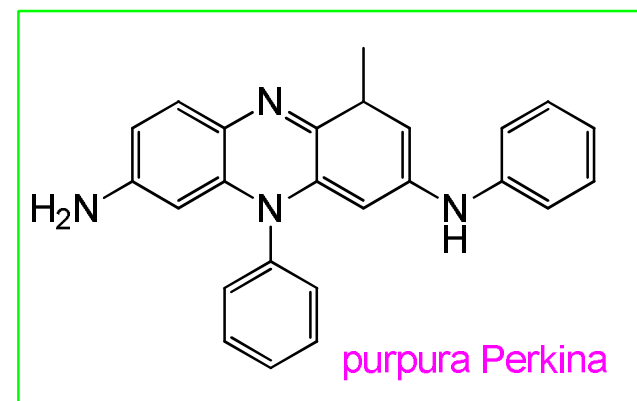
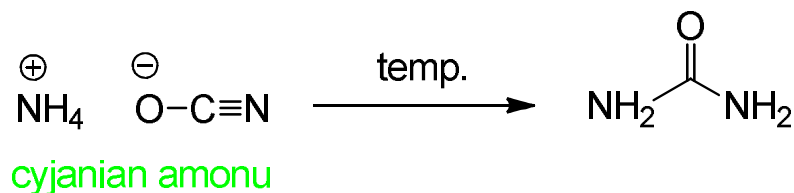
Egzamin w formie testu otwartego na 100 pkt. (zalicza 51 pkt.)

Zagadnienia egzaminacyjne będą podawane przez prowadzącego przedmiot pod koniec każdego wykładu

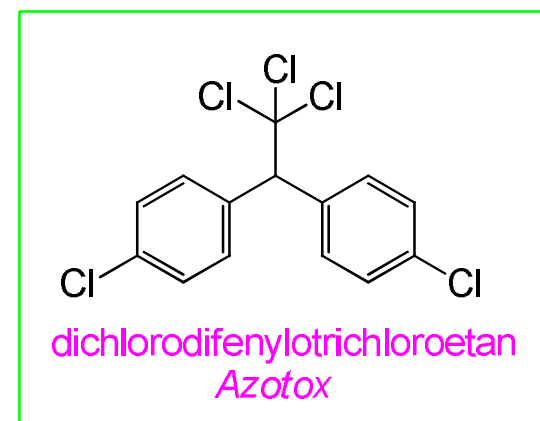
CHEMIA ORGANICZNA

- **Dawniej *chemia organiczna*** to dział chemii zajmujący się systematyką oraz badaniem własności związków organicznych, które, jak wierzono, nie mogą być otrzymane na drodze syntezy laboratoryjnej, a jedynie przez żywe organizmy – **dziś *biochemia* ...**

- **rok 1828 ! Friedrich Wöhler - synteza mocznika**



- **rok 1856 William Henry Perkin przypadkowo otrzymał barwnik organiczny tzw. purpura Perkina**
- **rok 1874 Othmer Zeidler – synteza DDT**



CHEMIA ORGANICZNA

to dziedzina **chemii** zajmująca się badaniem budowy, właściwości oraz reakcji związków chemicznych zawierających węgiel, a także opracowywaniem różnorodnych metod syntezy tych połączeń.

Związki organiczne zawierają oprócz atomów węgla atomy innych pierwiastków, takich jak wodór, tlen, azot, fosfor, krzem oraz siarka.

Zawartość węgla w skorupie ziemskiej wynosi 0,018%

Węgiel występuje:

• w postaci pierwiastka chemicznego:

- grafit;
- diament;
- fulereny;
- sadza (zanieczyszczony węgiel bezpostaciowy);

• w postaci związków chemicznych:

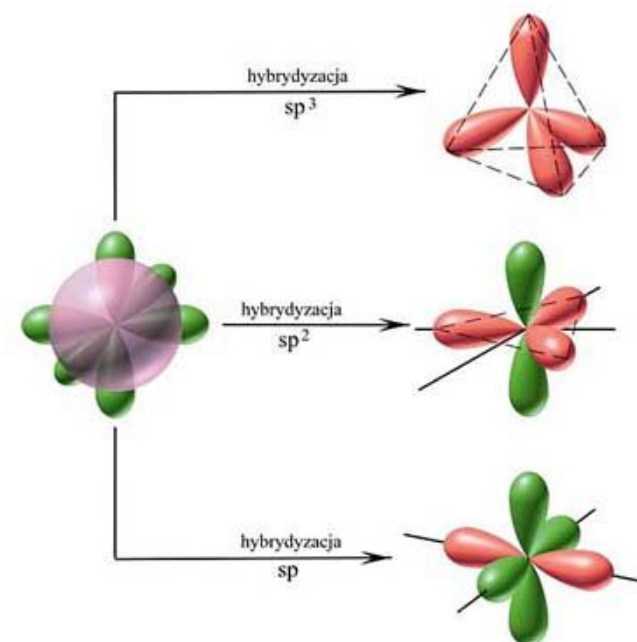
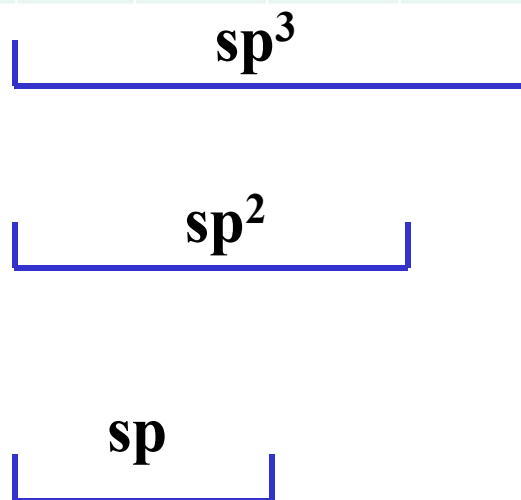
- nieorganicznych: węglany, węgliki, tlenki;

CHEMIA ORGANICZNA

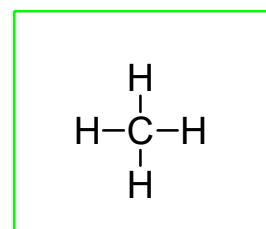
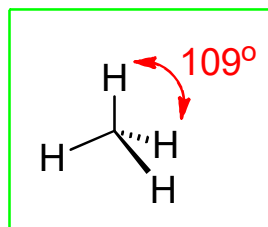
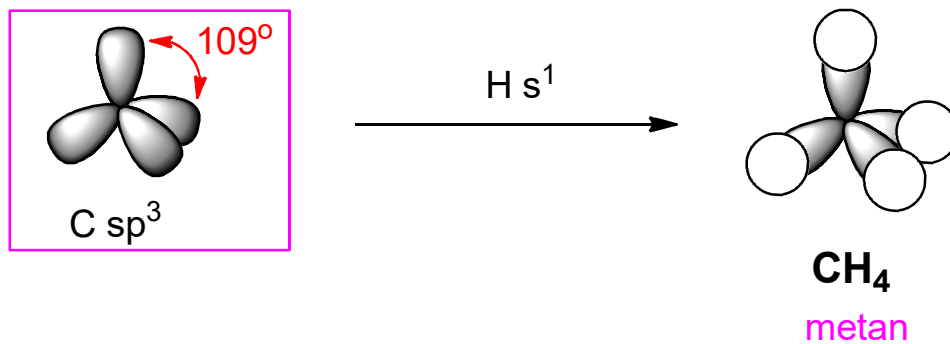
Węgiel w chemii organicznej

Konfiguracja elektronowa atomów wodoru, węgla, azotu i tlenu

Atom	L. atomowa	1s	2s	2p _x	2p _y	2p _z
H	1	↑				
C	6	↑↓	↑↓	↑	↑	
N	7	↑↓	↑↓	↑	↑	↑
O	8	↑↓	↑↓	↑↓	↑	↑
C*	6	↑↓	↑	↑	↑	↑

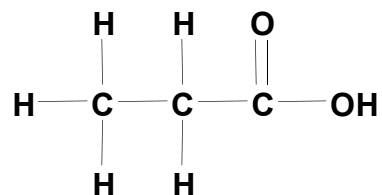
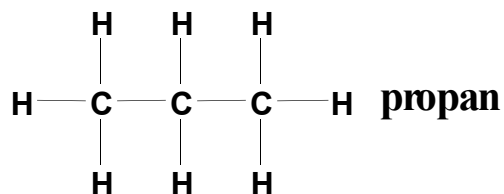


CHEMIA ORGANICZNA



SPOSOBY RYSOWANIA WZORÓW STRUKTURALNYCH ZWIĄZKÓW ORGANICZNYCH

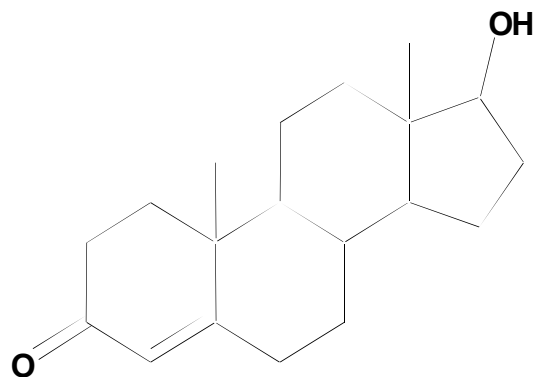
WZÓR STRUKTURALNY



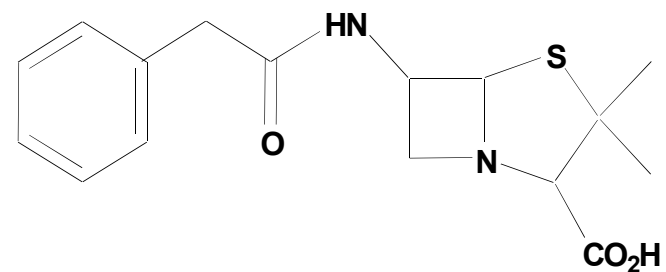
kwasy propionowy

Uwidocznia wszystkie wiązania chemiczne między atomami wchodzącymi w skład cząsteczki za pomocą kreski symbolizującej jedno wiązanie kowalencyjne (czyli parę elektronów wspólną dla obu atomów tworzących wiązanie).

UPROSZCZONY SPOSÓB PRZEDSTAWIANIA WZORÓW STRUKTURALNYCH:

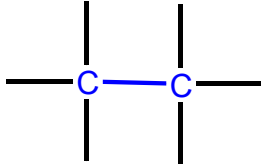
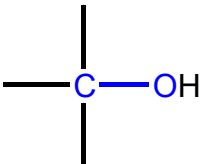
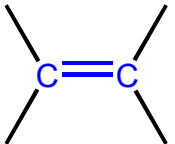
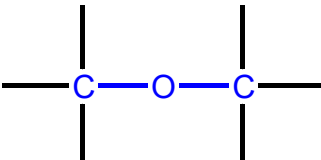

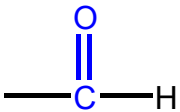
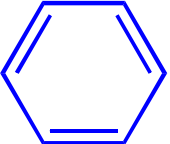
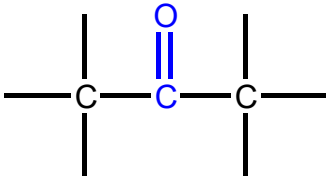
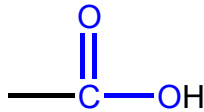
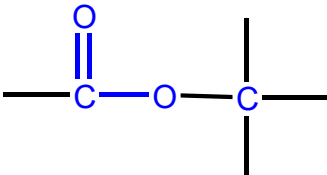


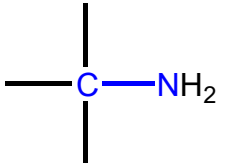
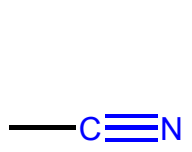
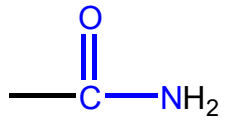
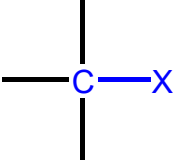
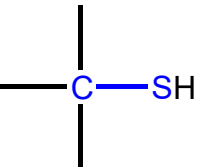
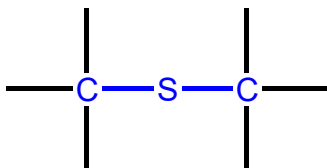
testosteron



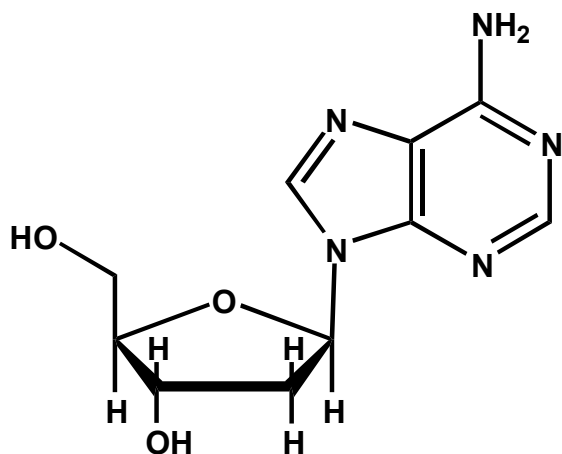
penicylina-G

KLASYFIKACJA ZWIĄZKÓW ORGANICZNYCH

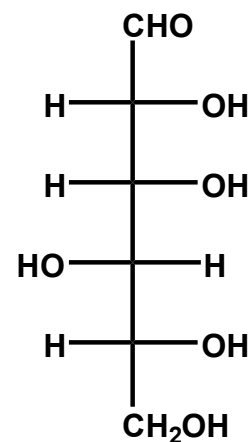
 <p>Alkany CH₃CH₃ (etan)</p>	 <p>Alkohole CH₃OH (metanol)</p>
 <p>Alkeny CH₂=CH₂ (etylen)</p>	 <p>Etery CH₃OCH₃ (eter dimetylowy)</p>
 <p>Alkiny HC≡CH (acetylen)</p>	 <p>Aldehydy HCHO (formaldehyd)</p>
 <p>Areny (benzen)</p>	 <p>Ketony CH₃C(O)CH₃ (aceton)</p>
	 <p>Kwasy karboksylowe HCOOH (kwas mrówkowy)</p>
	 <p>Estry CH₃COOCH₃ (octan metylu)</p>

	<p>Aminy CH₃NH₂ (metyloamina)</p>		<p>Nitryle CH₃CN (acetonitryl)</p>		<p>Amidy HC(O)NH₂ (formamid)</p>		<p>Fluorowc pochodne CH₃CH₂Cl (chloroetan)</p>		<p>Tiole CH₃SH (tiometanol)</p>		<p>Tioetery (CH₂=CHCH₂)₂S (diallilosulfid) (zapach czosnku)</p>
---	--	---	--	---	--	---	---	---	---	---	---

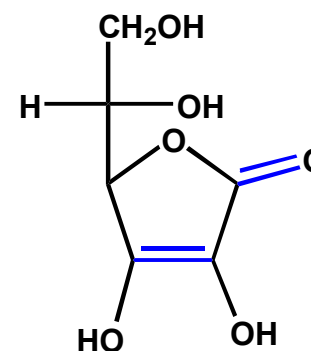
WYBRANE PRZYKŁADY ZWIĄZKÓW WIELOFUNKCYJNYCH



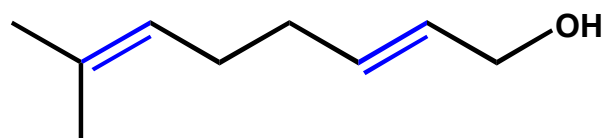
**adenozyna -
komponent DNA**



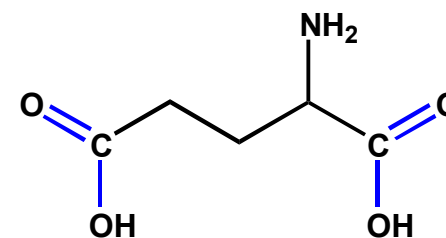
glukoza



**kwas askorbinowy -
witamina C**



**geraniol -
składnik olejku różanego**



**kwas glutaminowy -
dodatek do żywności**

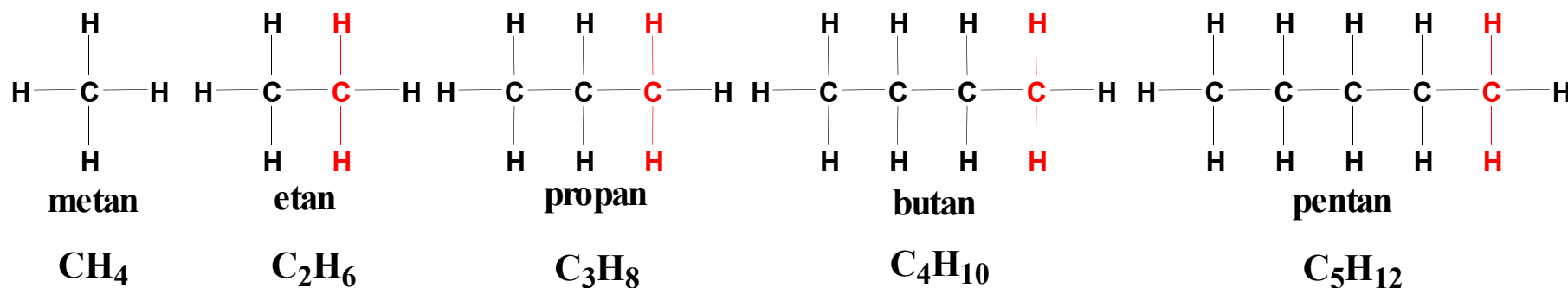
ALKANY – węglowodory posiadające tylko wiązania pojedyncze (sigma).

1. WZÓR SUMMARYCZNY



1.1. SZEREG HOMOLOGICZNY

Seria związków, np. alkanów nierozgałęzionych (tzw. *n*-alkanów), różniących się tylko liczbą grup $-CH_2-$; poszczególne zw. należące do szeregu homologicznego to homologi.



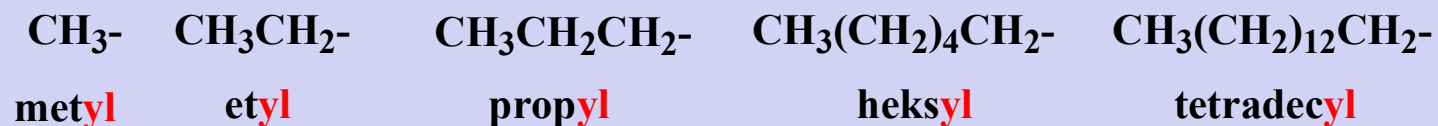
2. NAZEWNICTWO (NOMENKLATURA) ALKANÓW

- Metan, etan, propan, butan – nazwy zwyczajowe.
- Nazwy wyższych homologów: rdzeń liczebnikowy (w j. greckim lub łacińskim) odpowiadający liczbie atomów węgla w łańcuchu + końcówka –an.

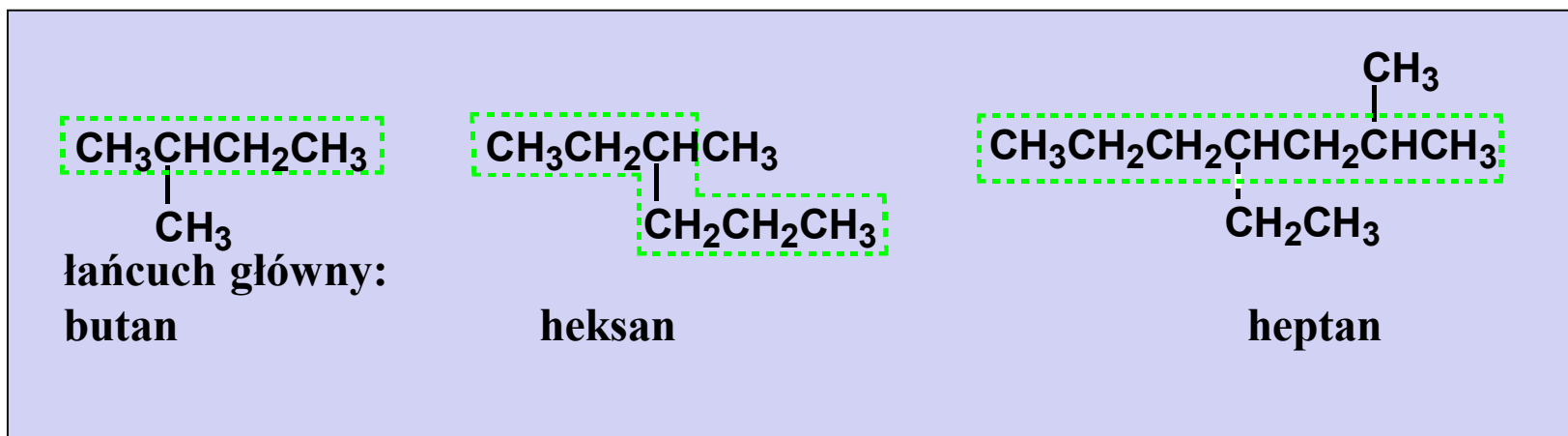
Liczba at. C	Nazwa alkanu	Liczba at. C	Nazwa alkanu
1	metan	7	heptan
2	etan	8	oktan
3	propan	9	nonan
4	butan	10	dekan
5	pentan	11	undekan
6	heksan	12	dodekan

2. NAZEWNICTWO (NOMENKLATURA) ALKANÓW

- Nazwy nierozgałęzionych grup alkilowych powstałych przez odjęcie jednego atomu wodoru od krańcowego atomu węgla - zastąpienie końcówki -an w nazwie węglowodoru końcówką -yl (lub -il). Ogólna nazwa grupy R- alkil.

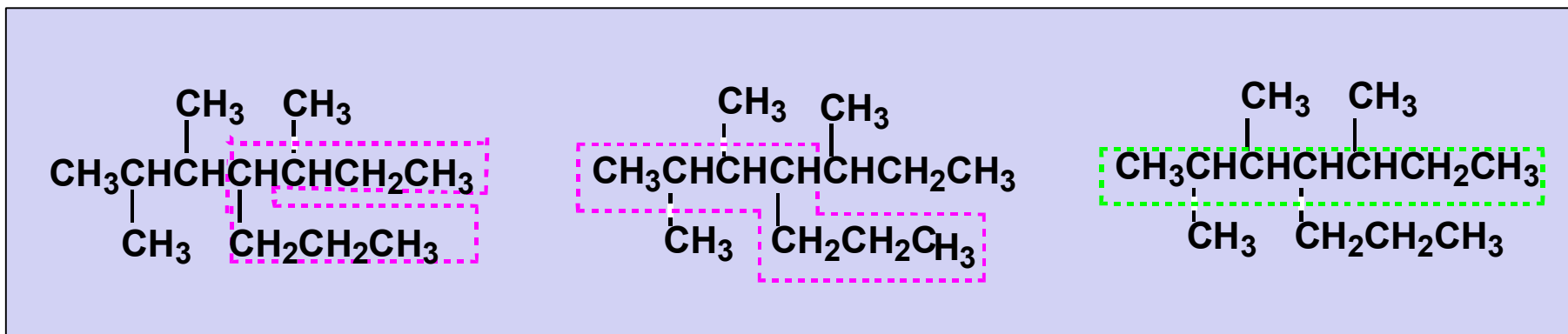


- Tworzenie nazw alkanów o łańcuchach rozgałęzionych - wskazówki:
Wybrać najdłuższy łańcuch węglowy (łańcuch główny) i nadać mu nazwę zależną od liczby atomów węgla.



NAZEWNICTWO (NOMENKLATURA) ALKANÓW

- Łańcuch główny ma zawierać największą z możliwych liczbę rozgałęzień (podstawników)

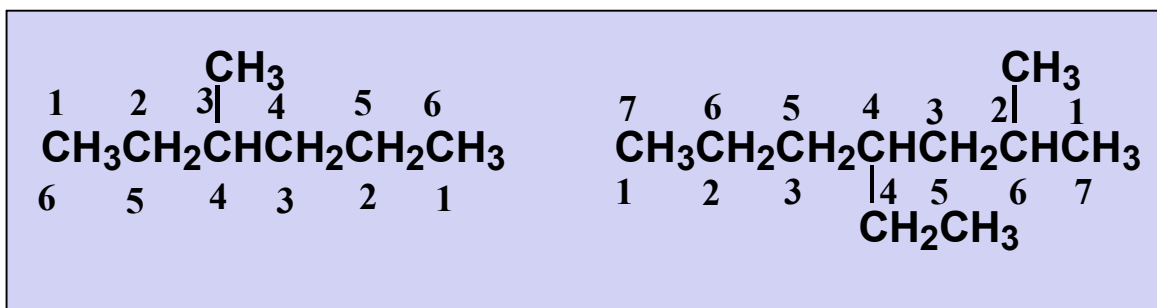


nieprawidłowy:
2 podstawniki

nieprawidłowy:
3 podstawniki

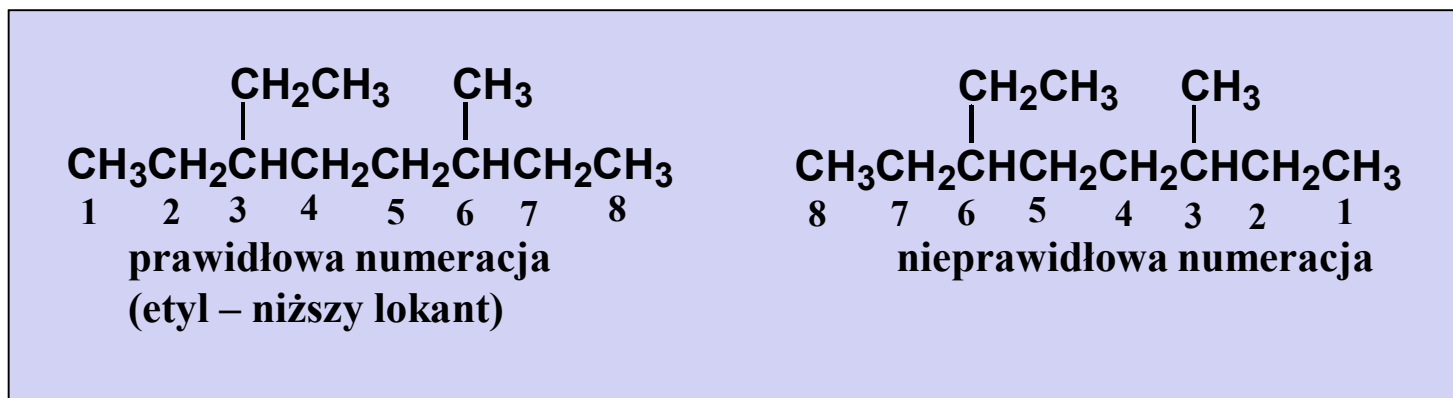
prawidłowy:
4 podstawniki

- Nazwać wszystkie podstawniki połączone z łańcuchem głównym.
- Przypisać lokanty atomom węgla w łańcuchu głównym – pierwszy podstawnik ma posiadać jak najniższy lokant.

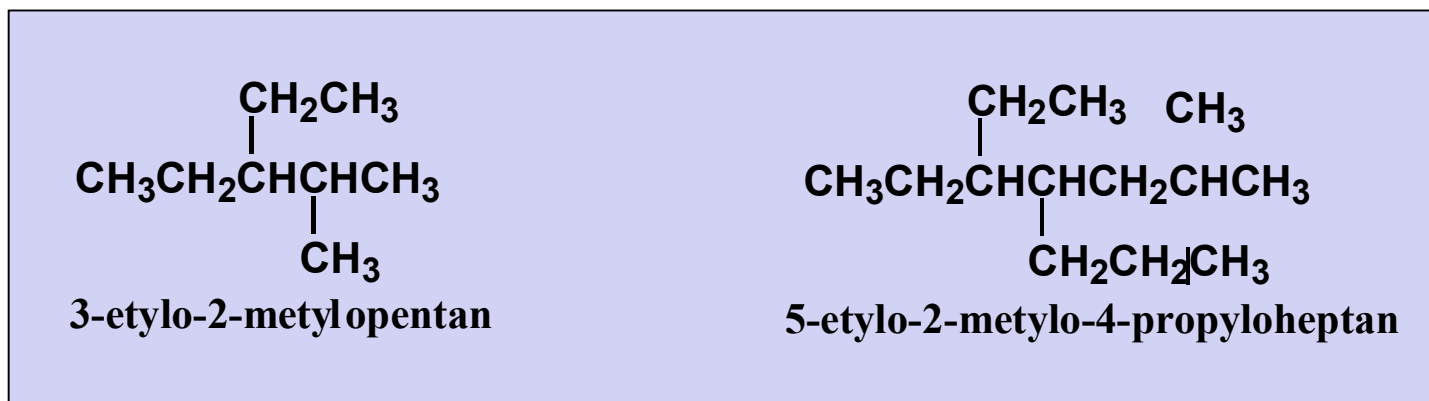


NAZEWNICTWO (NOMENKLATURA) ALKANÓW

- Dwa podstawniki w takiej samej odległości od są obu krańców łańcucha głównego - o kierunku numeracji atomów węgla decyduje kolejność alfabetyczna nazw tych podstawników.

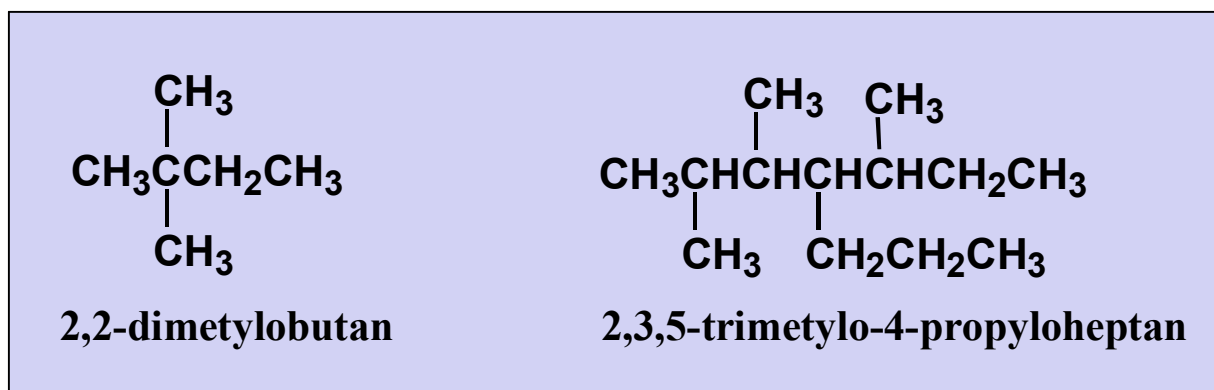


- Nazwy podstawników (łańcuchów bocznych) wymienić w kolejności alfabetycznej przed nazwą łańcucha głównego. Podać właściwy lokant przed nazwą podstawnika.

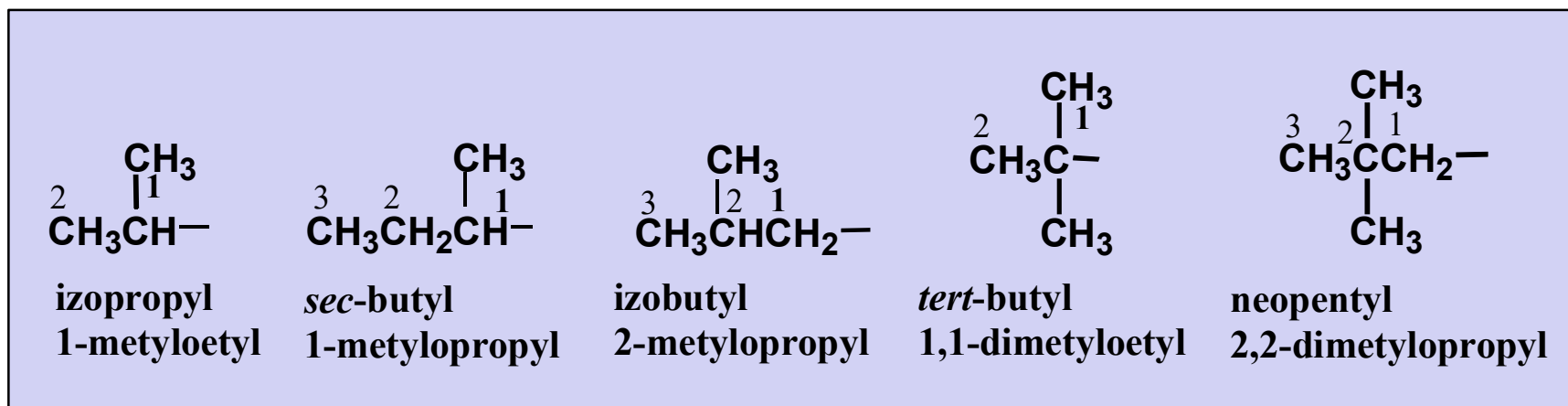


NAZEWNICTWO (NOMENKLATURA) ALKANÓW

- **Krotność kilku identycznych nierozgałęzionych podstawników zaznaczyć podając przed ich nazwą przedrostek di-, tri-, tetra-, itd.; przedrostki te nie są brane pod uwagę przy ustalaniu kolejności alfabetycznej nazw podstawników.**

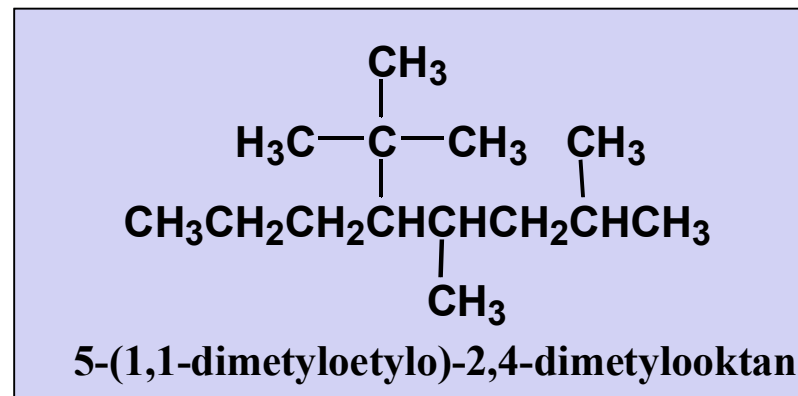


- **Wzory i nazwy zwyczajowe wybranych podstawników rozgałęzionych:**

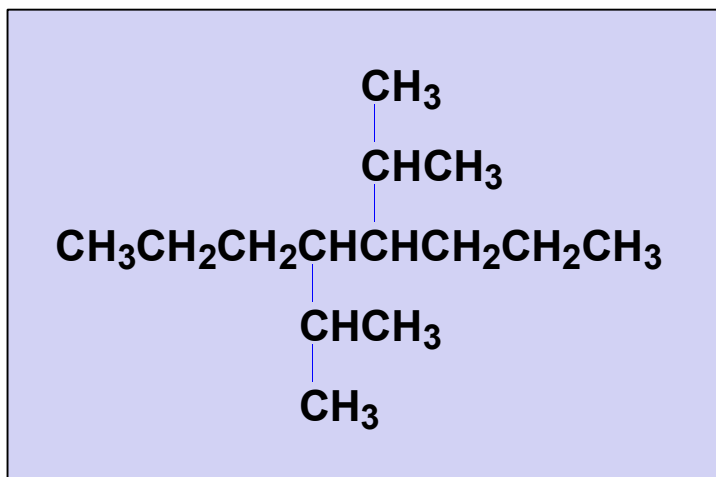


NAZEWNICTWO (NOMENKLATURA) ALKANÓW

- Przedrostki di-, tri-, itd. zawarte w nazwie podstawników rozgałęzionych są brane pod uwagę przy ustalaniu ich kolejności alfabetycznej.



- Krotność kilku identycznych rozgałęzionych podstawników zaznaczyć podając przed ich nazwą systematyczną przedrostek bis-, tris-, tetrakis-, itd. Jeśli podaje się ich nazwy zwyczajowe, to przed nazwą umieszcza się przedrostki di-, tri-, tetra-, itd.



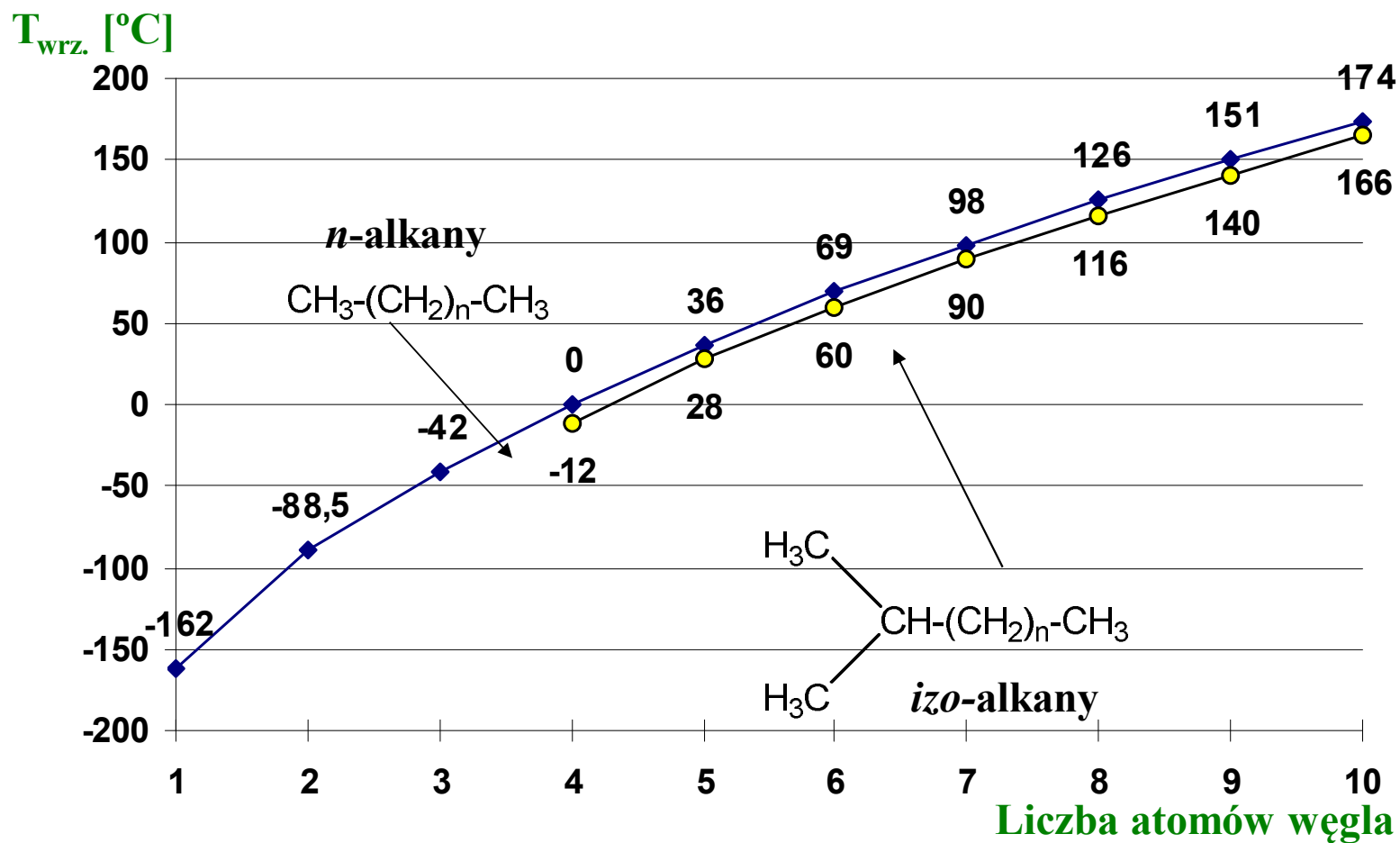
3. ALKANY- WŁAŚCIWOŚCI FIZYCZNE

3.1. ROZPUSZCZALNOŚĆ

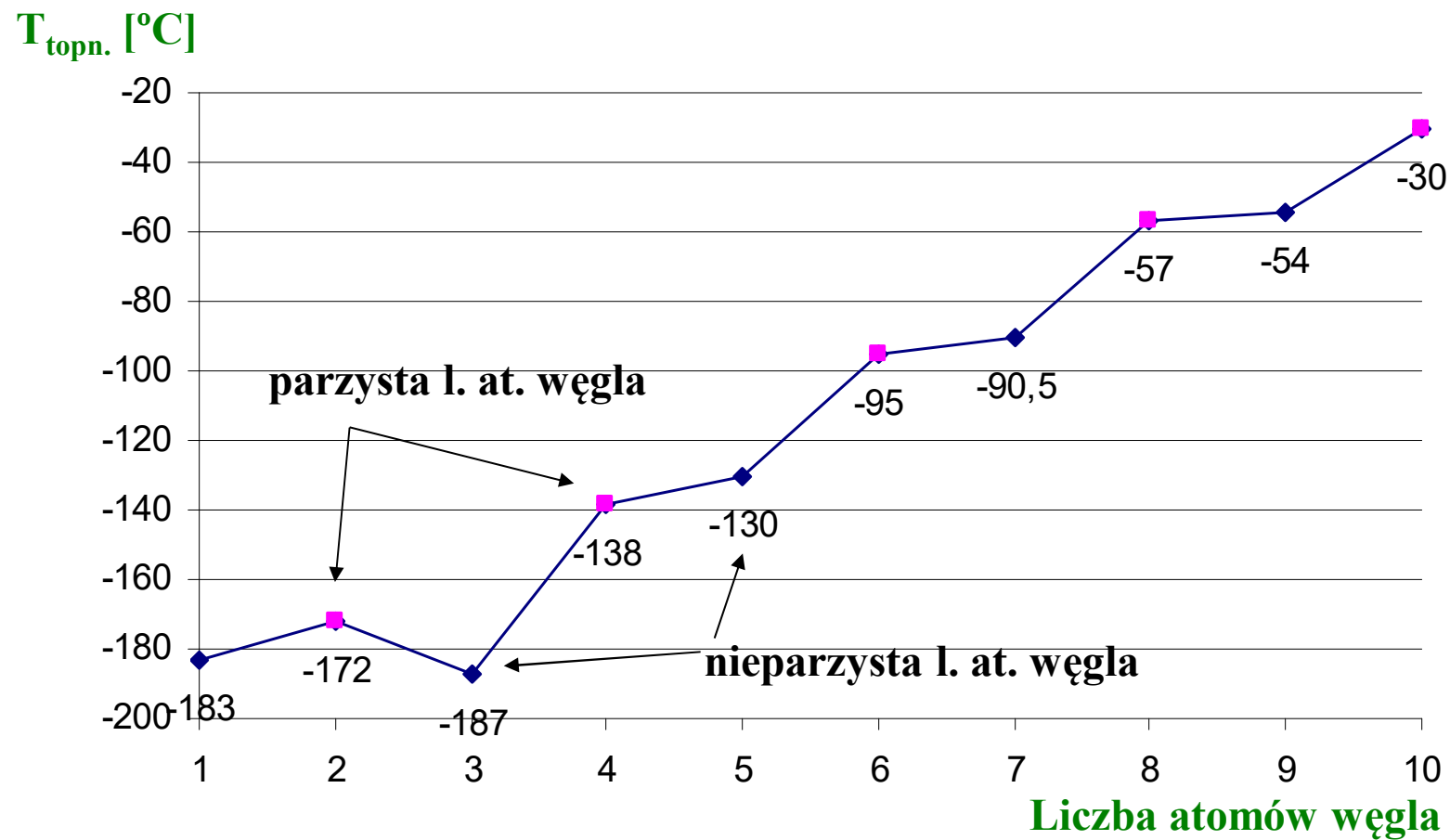
3.2. GĘSTOŚĆ

Ok. 0,7 g/cm³; łatwy podział mieszaniny z wodą, alkan – faza górna.

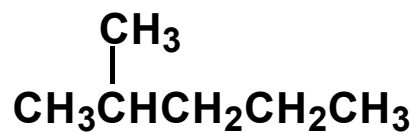
3.3. TEMPERATURA WRZENIA



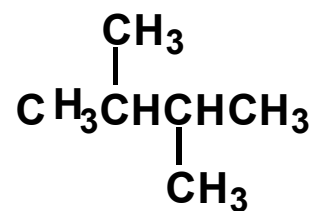
3.4. TEMPERATURA TOPNIENIA



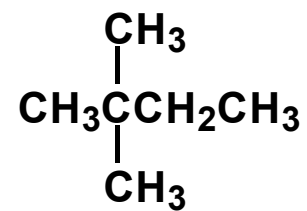
3.5. TEMPERATURA WRZENIA I TOPNIENIA A STOPIEŃ ROZGAŁĘZIENIA ŁAŃCUCHA



$$\begin{array}{l} T_{\text{wrz.}} \quad 60^\circ\text{C} \\ T_{\text{top.}} \quad -154^\circ\text{C} \end{array}$$



$$\begin{array}{l} 58^\circ\text{C} \\ -135^\circ\text{C} \end{array}$$



$$\begin{array}{l} 50^\circ\text{C} \\ -98^\circ\text{C} \end{array}$$

4. ALKANY- ŹRÓDŁA POZYSKIWANIA

4.1. GAZ ZIEMNY - 70% metanu, 10% etanu i 15% propanu.

4.2. ROPA NAFTOWA – mieszanina alkanów, głównie o łańcuchach nierozgałęzionych; cykloalkanów i węglowodorów aromatycznych; także inne związki organiczne zawierające tlen, azot i siarkę.

•**KRAKING** –

•**REFORMING** –

5. ALKANY - ZASTOSOWANIA PRAKTYCZNE

5.1. C_1 - C_2 –

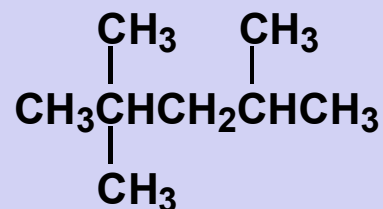
5.2. C_3 - C_4 –

LPG (skrót od ang. *Liquefied Petroleum Gas*)

5. ALKANY - ZASTOSOWANIA PRAKTYCZNE

5.3. C_5-C_8 –

$CH_3(CH_2)_5CH_3$ *n*-heptan (LO=0)



izooktan (LO=100)
2,2,4-tri metylopentan

5.4. C_9-C_{16} –

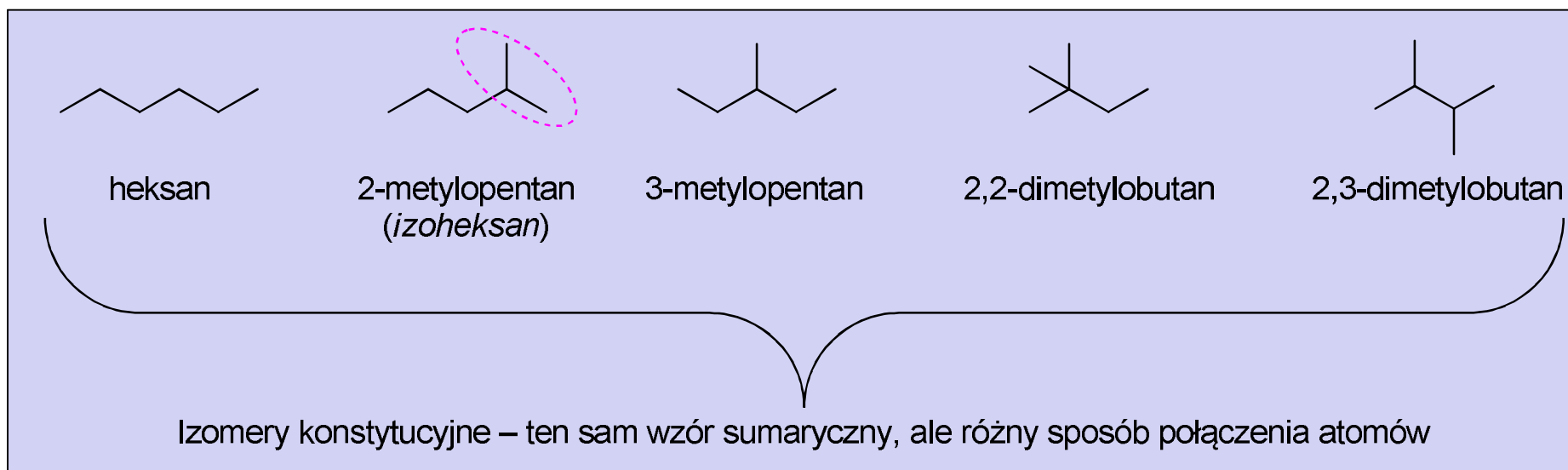
5.5. mieszaniny $C_{16}-C_{34}$ –

5.6. mieszaniny $C_{20}-C_{34}$ –

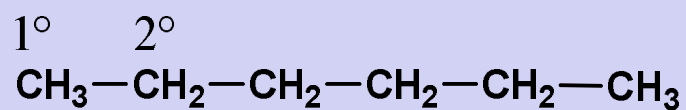
6. IZOMERIA ALKANÓW

IZOMERY –

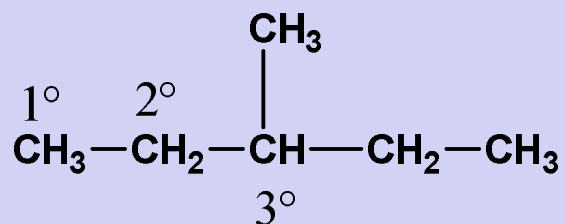
IZOMERIA KONSTYTUCYJNA –



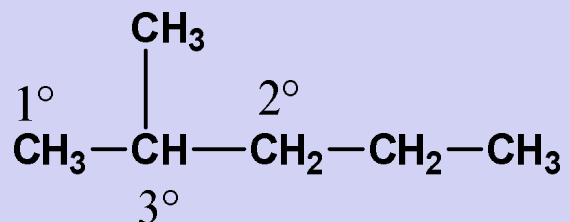
7. RZĘDOWOŚĆ ATOMU WĘGLA W ZWIĄZKACH ORGANICZNYCH NA PRZYKŁADZIE ALKANÓW



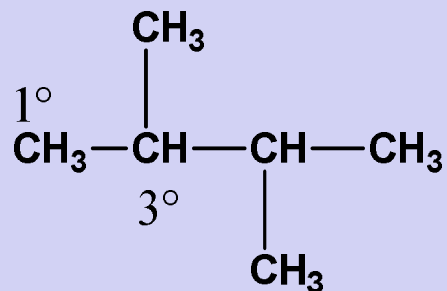
n-heksan



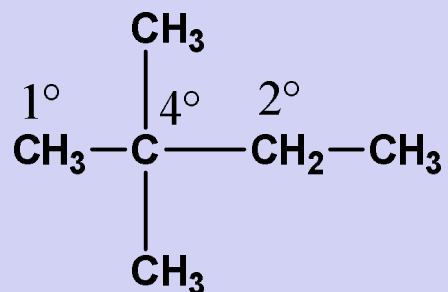
3-metylopentan



2-metylopentan

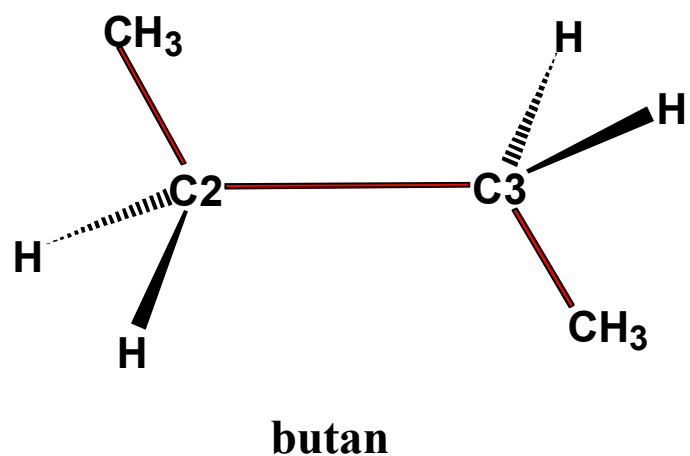
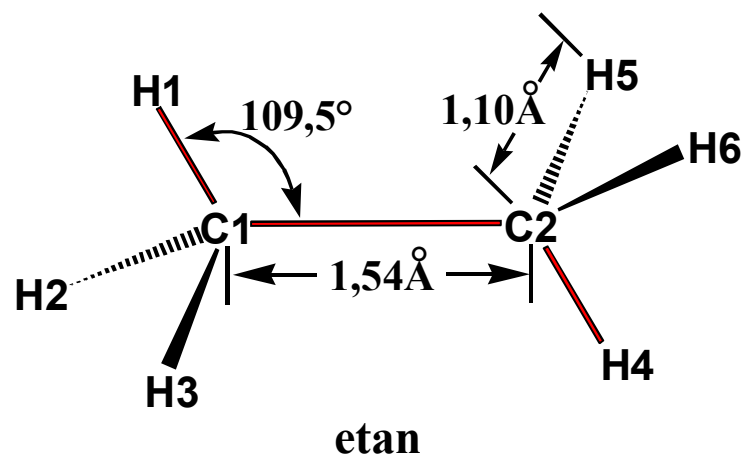


2,3-dimetylobutan



2,2-dimetylobutan

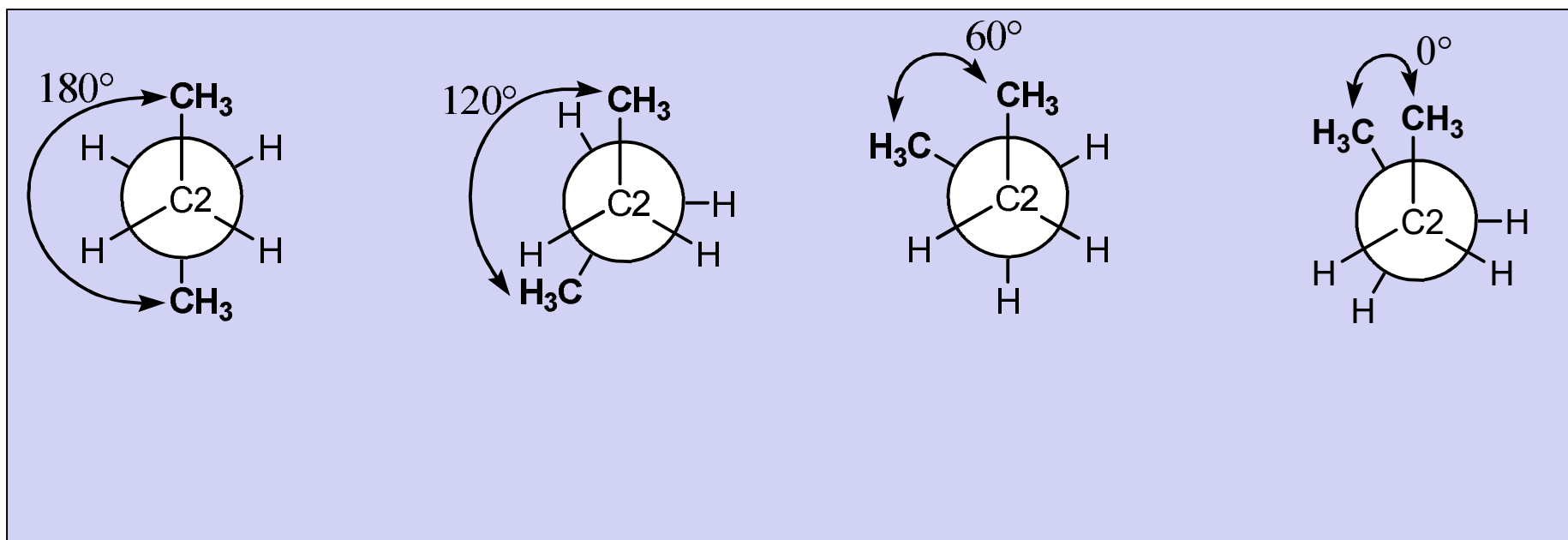
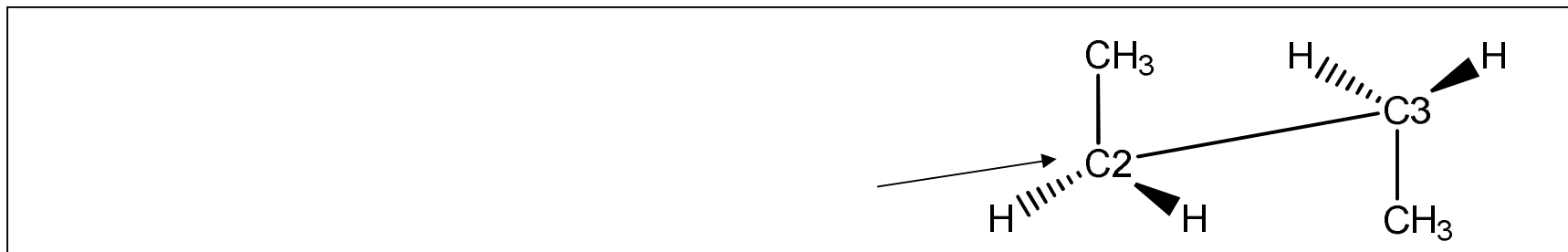
8. BUDOWA PRZESTRZENNA ALKANÓW



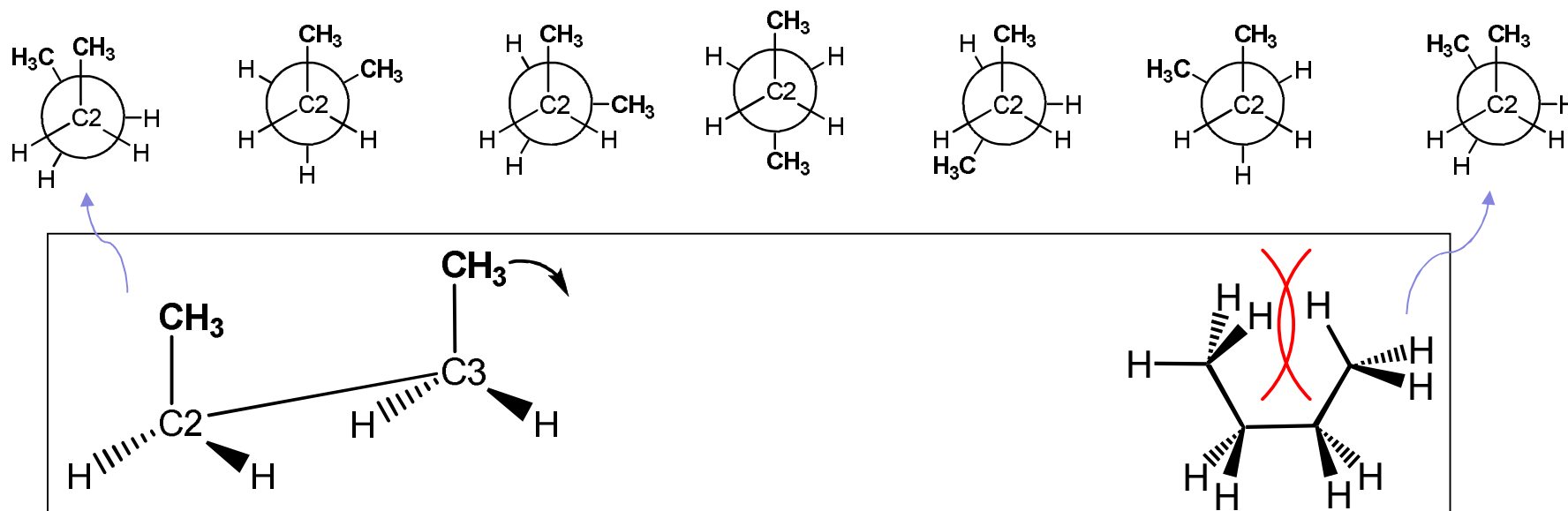
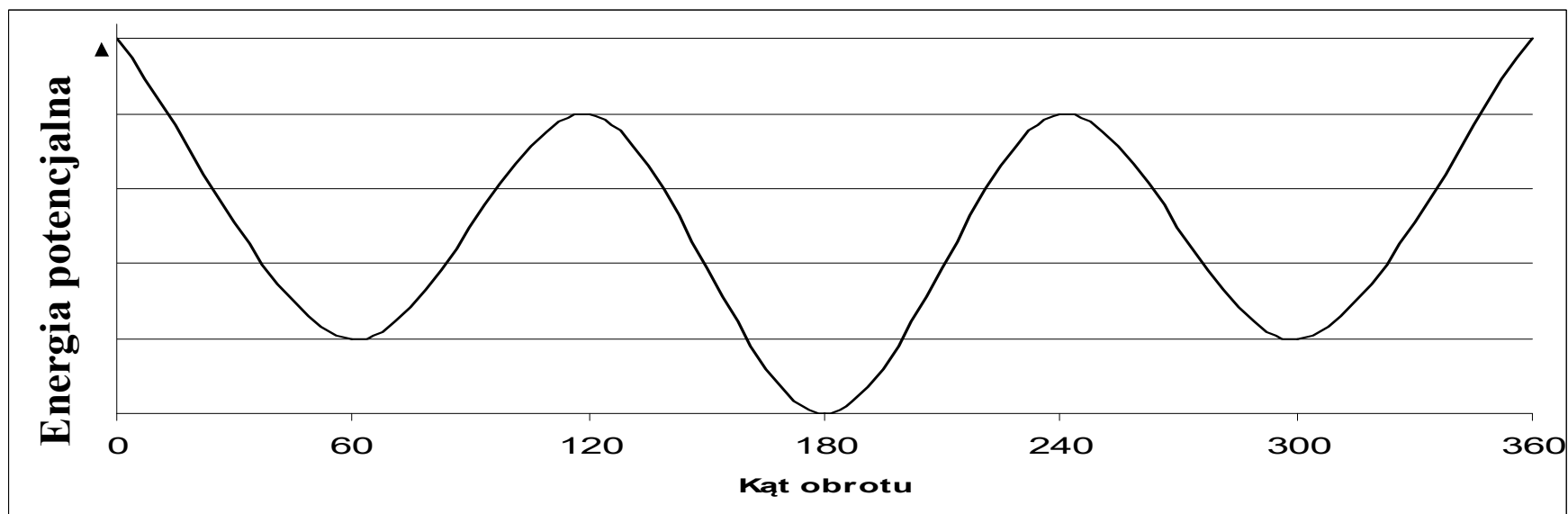
obrót wokół wiązania C2-C3 prowadzi do powstania czterech **konformerów**

9. KONFORMACJE ALKANÓW

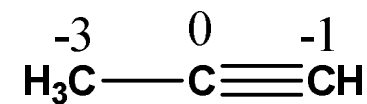
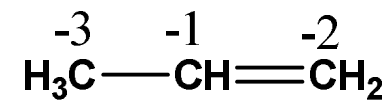
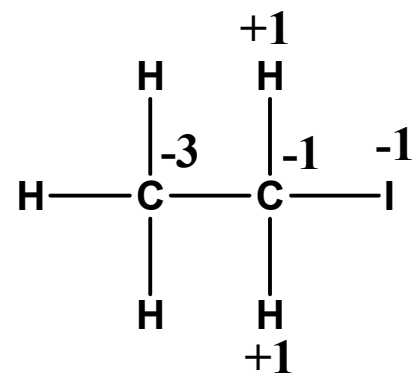
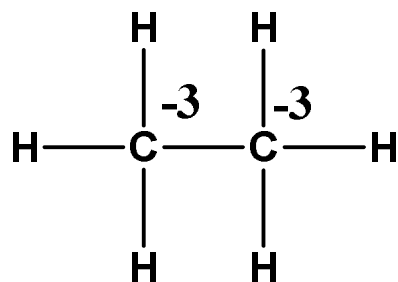
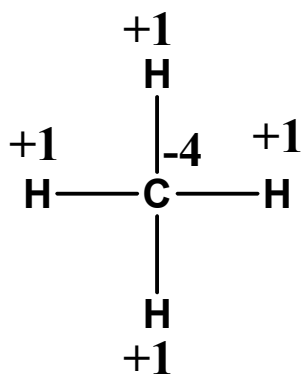
Konformacja –



Wykres zmian energii potencjalnej podczas rotacji wokół wiązania C2-C3 w butanie



Podstawowe zasady ustalania stopnia utlenienia w związkach kowalencyjnych:



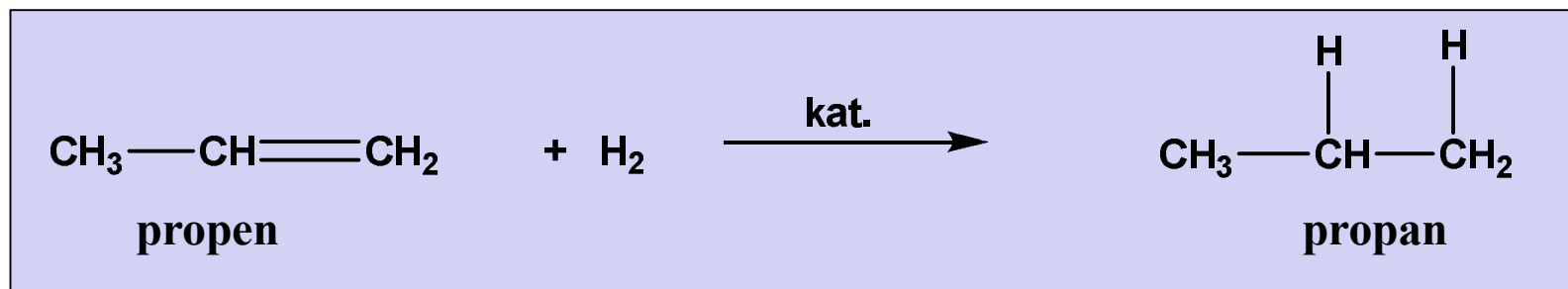
Utlenianie -

Redukcja -

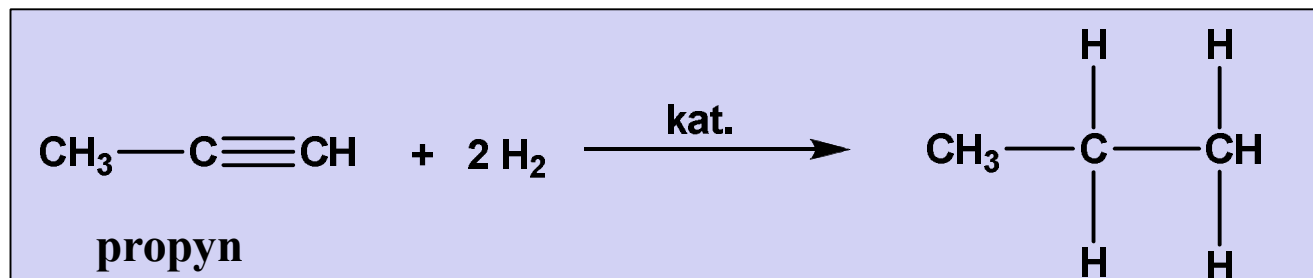
10. LABORATORYJNE METODY SYNTEZY ALKANÓW

10.1. METODY POLEGAJĄCE NA USUWANIU GRUP FUNKCYJNYCH

10.1.a. KATALITYCZNE UWODORNIENIE (redukcja) ALKENÓW



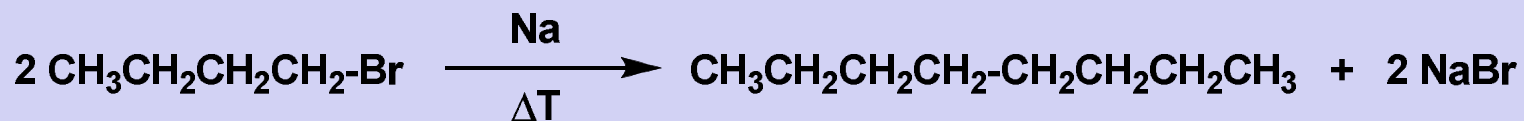
10.1.b. KATALITYCZNE UWODORNIENIE (redukcja) ALKINÓW



W obu tych reakcjach - **katalizator**: Pt (platyna), Pd (pallad) lub Ni-Raneya (nikiel Raneya)

10.2. METODY POLEGAJĄCE NA „BUDOWIE” SZKIELETU WĘGLOWEGO

10.2.a. REAKCJA WURTZA (1855 r.)



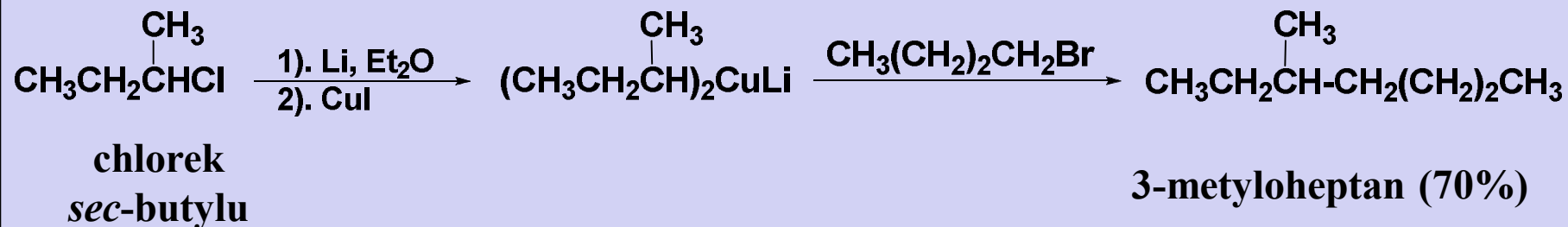
1-bromobutan

halogenek
pierwszorzędowy

n-oktan, wyd. ok. 50%

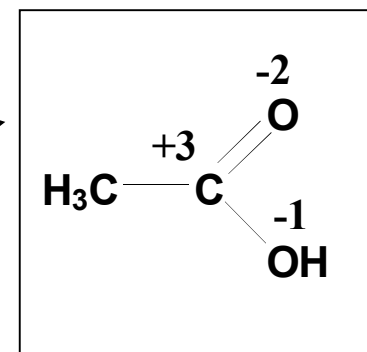
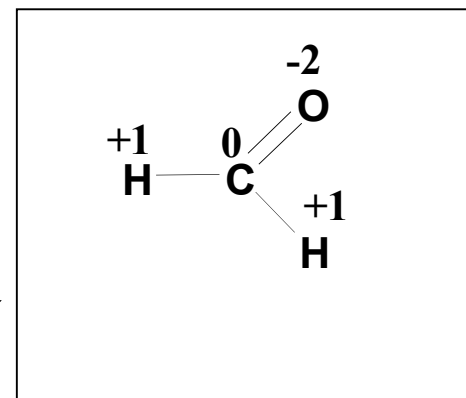
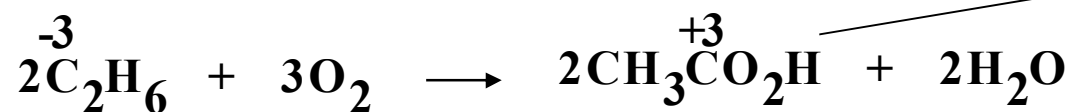
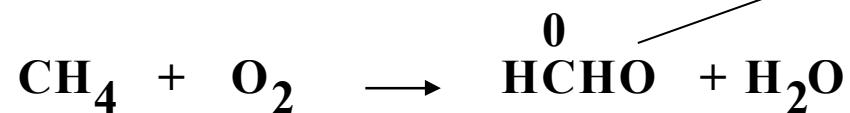
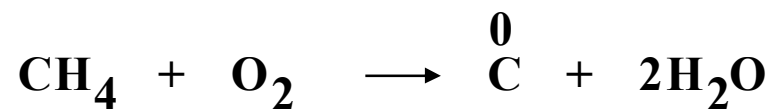
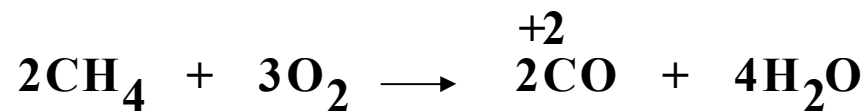
Produkty – alkany o parzystej
liczbie atomów węgla

10.2.b. SPRZĘGANIE HALOGENKÓW (BROMKÓW, JODKÓW) ALKILOWYCH Z DIALKILOMIEDZIANAMI LITU (REAKCJA COREY’A-HOUSE’A)

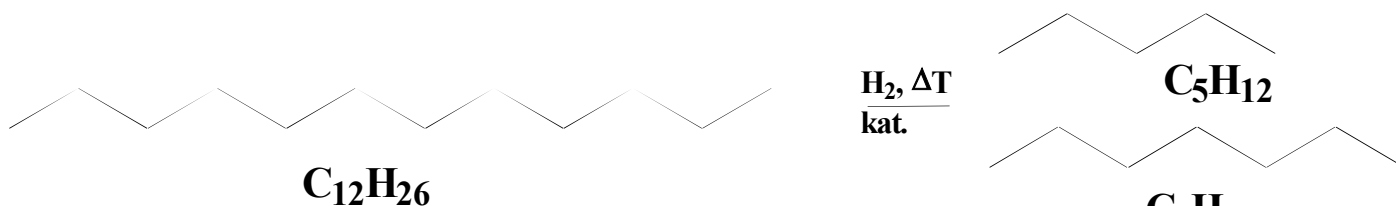


11. REAKCJE ALKANÓW

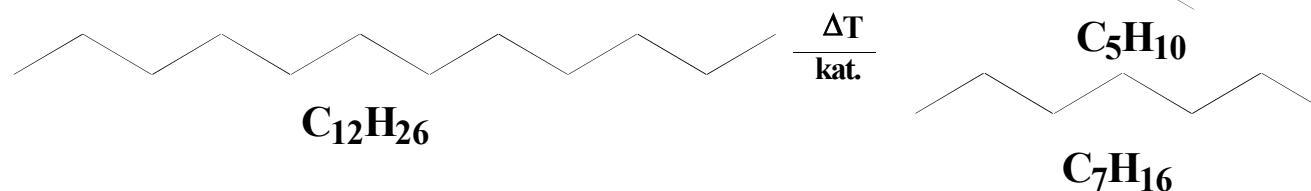
11.1. UTLENIANIE



11.2. HYDROKRAKING KATALITYCZNY



11.3. KRAKING KATALITYCZNY



11.4. HALOGENOWANIE – zamiana jednego lub wielu atomów wodoru w alkanie przez atom chlorowca



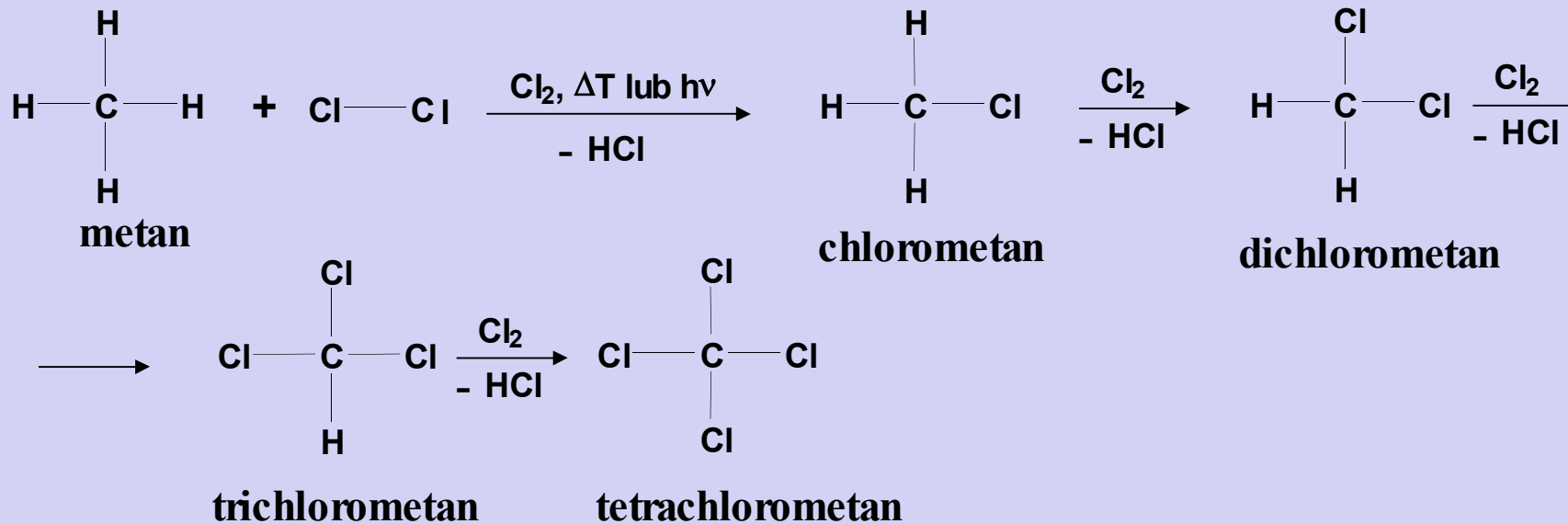
- * **Z fluorem** – reakcja bardzo gwałtowna, nawet w temperaturze pokojowej i bez dostępu światła
- * **Z chlorem i bromem** reakcja wymaga stosowania wysokiej temperatury i/lub naświetlania promieniowaniem ultrafioletowym (reakcja metanu z chlorem zachodzi dopiero w temperaturze ok. 300°C i po naświetlaniu promieniowaniem ultrafioletowym)
- * Szereg reaktywności halogenów: $\text{F}_2 \gg \text{Cl}_2 \gg \text{Br}_2$
- * Reakcja ma bardzo małe zastosowanie w syntezie organicznej.

11.4.a. CHLOROWANIE METANU



ΔT – podwyższona temperatura (ok. 300°C)

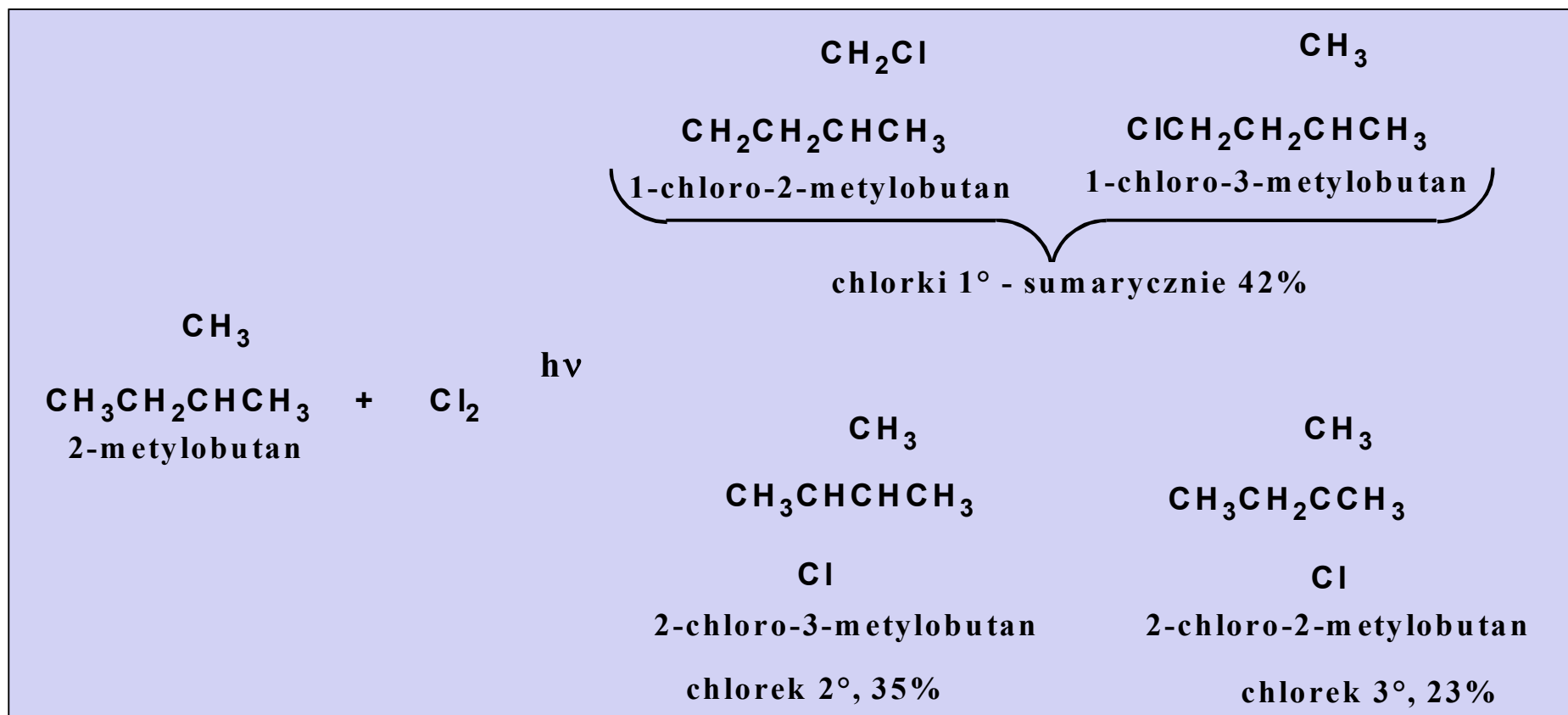
$h\nu$ – promieniowanie ultrafioletowe



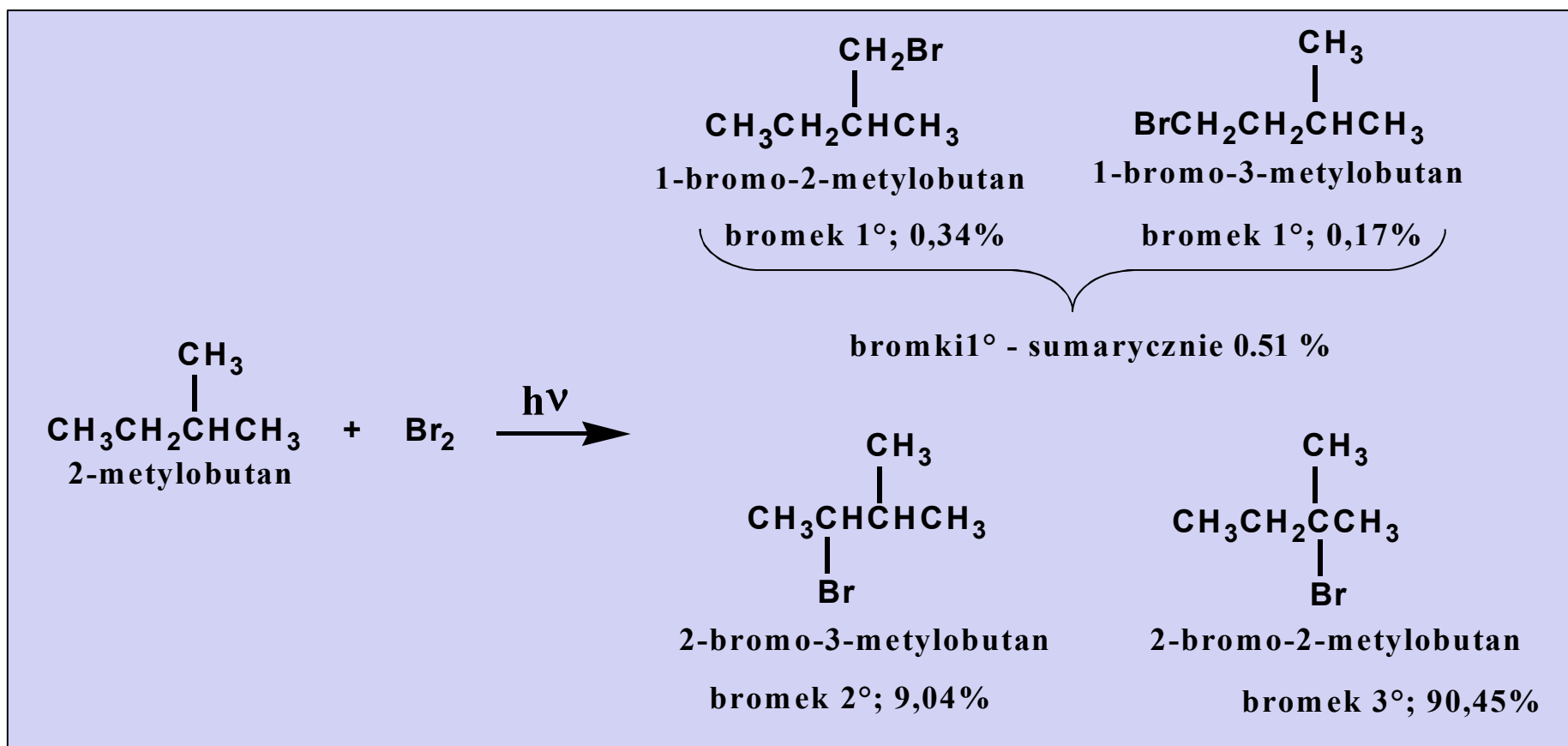
11.4.b. MONOCHLOROWANIE WYŻSZYCH ALKANÓW –

powstaje mieszanina monochloropochodnych różnej rzędowości

Względna reaktywność atomów wodoru w reakcji chlorowania wolnorodnikowego:

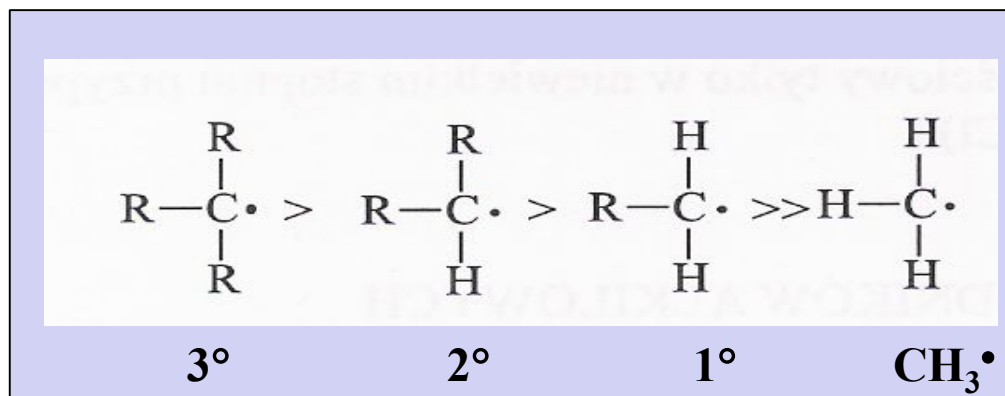


11.4.c. MONOBROMOWANIE WYŻSZYCH ALKANÓW – powstaje mieszanina monobromopochodnych różnej rzędowości

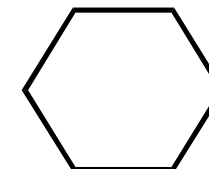
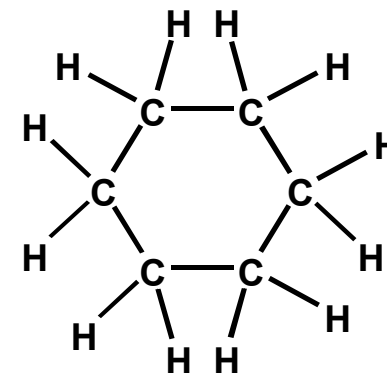
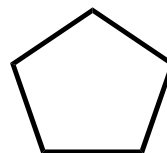
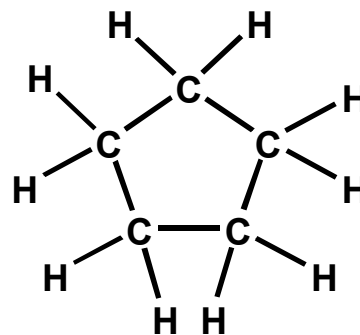
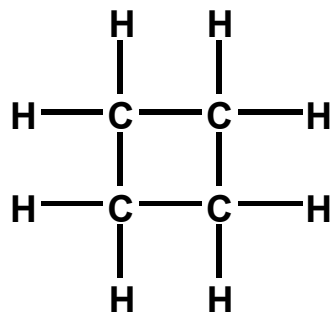
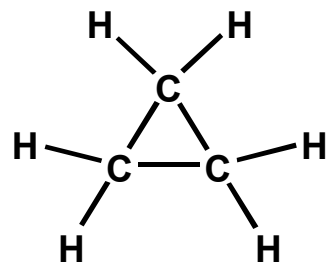


TRWAŁOŚĆ RODNIKÓW ALKILOWYCH

Reakcja	ΔH [kJ/mol]
$\text{CH}_3\text{-H} \rightarrow \text{CH}_3\cdot + \text{H}\cdot$ tworzenie rodnika metylowego	+438
$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{-H} \rightarrow \text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\cdot + \text{H}\cdot$ tworzenie rodnika pierwszorzędowego	+410
$(\text{CH}_3)_2\text{CH-H} \rightarrow (\text{CH}_3)_2\text{CH}\cdot + \text{H}\cdot$ tworzenie rodnika drugorzędowego	+395
$(\text{CH}_3)_3\text{C-H} \rightarrow (\text{CH}_3)_3\text{C}\cdot + \text{H}\cdot$ tworzenie rodnika trzeciorzędowego	+381

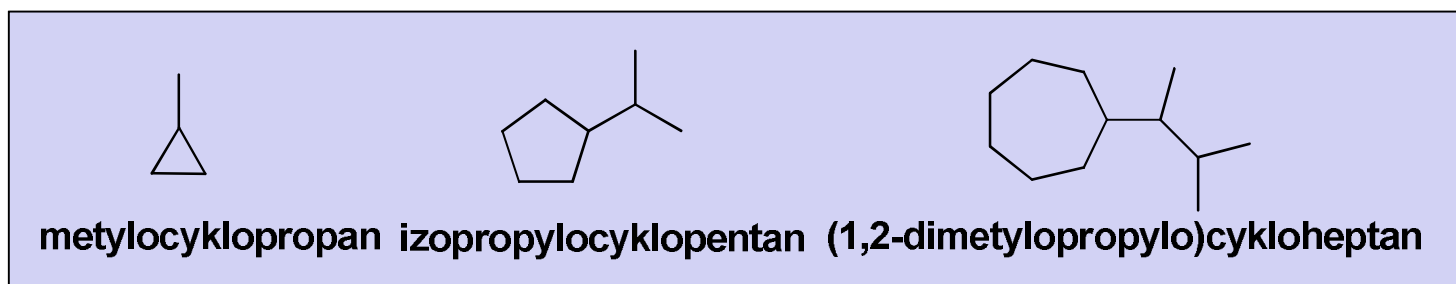


CYLKOALKANY – alkanany o budowie cyklicznej (zamkniętej); Wzór sumaryczny C_nH_{2n}

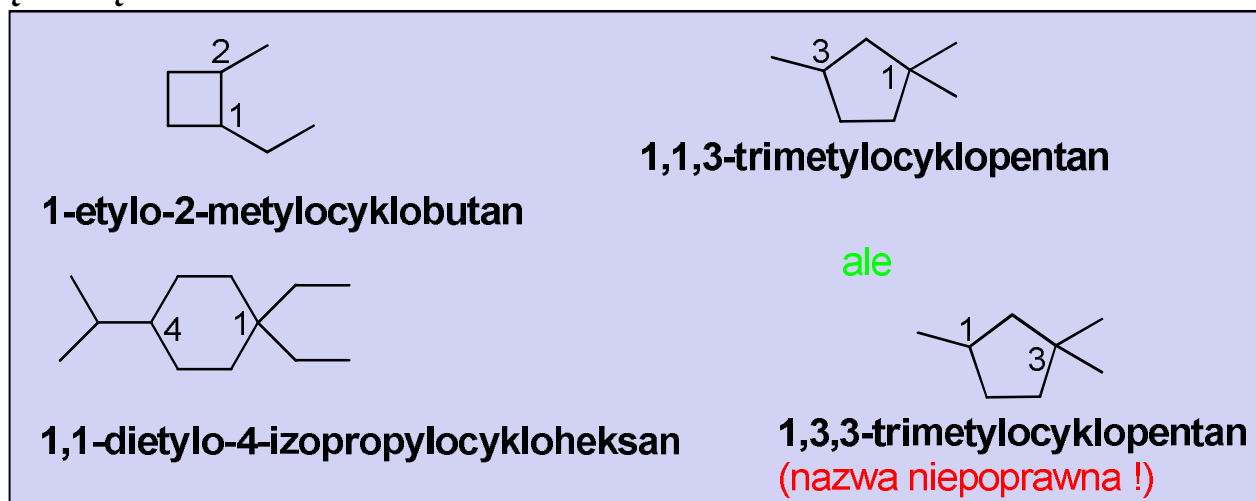


NOMENKLATURA CYKLOALKANÓW

- Do nazwy alkanu o tej samej liczbie atomów węgla dodaje się przedrostek **cyklo-**.
- Nazwy podstawionych cykloalkanów – dodanie nazwy podstawnika przed nazwą odpowiedniego cykloalkanu (pisownia łączna).
- W nazwach monopodstawionych cykloalkanów nie podaje się lokanta podstawnika

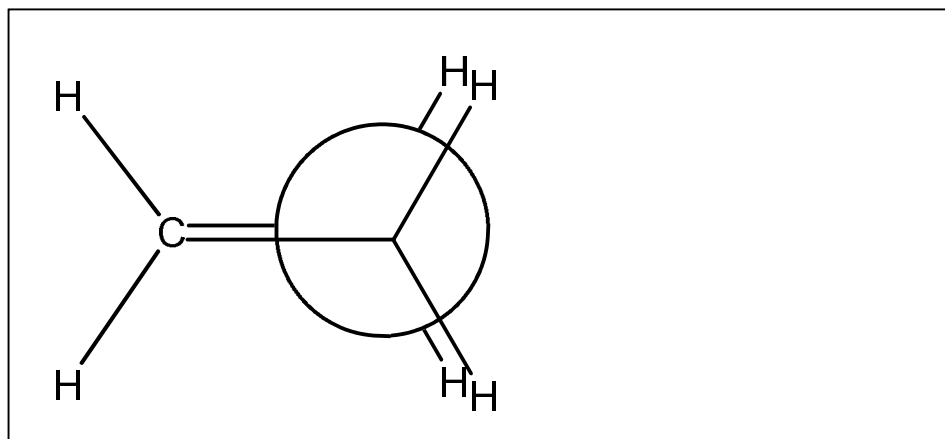
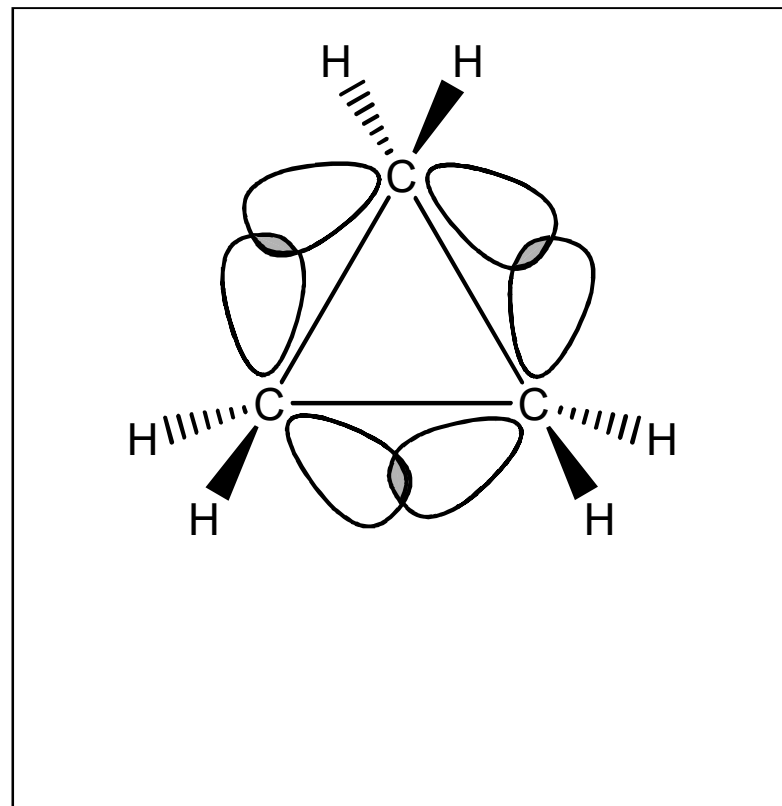
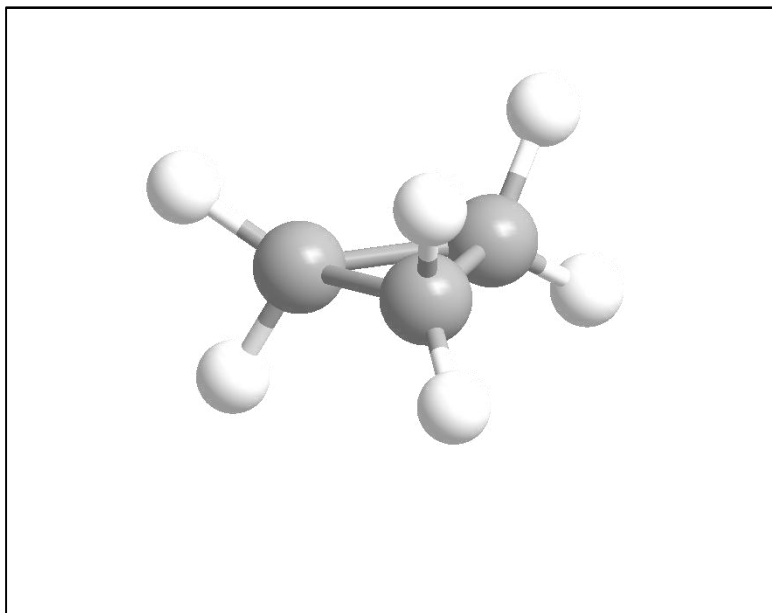


- Nazwy cykloalkanów posiadających dwa i więcej podstawników – atomy węgla w pierścieniu numeruje się kolejno w taki sposób, aby lokanty podstawników były jak najniższe; numerację rozpoczyna się od atomu węgla posiadającego podstawnik, którego nazwa rozpoczyna się na wcześniejszą literę alfabetu

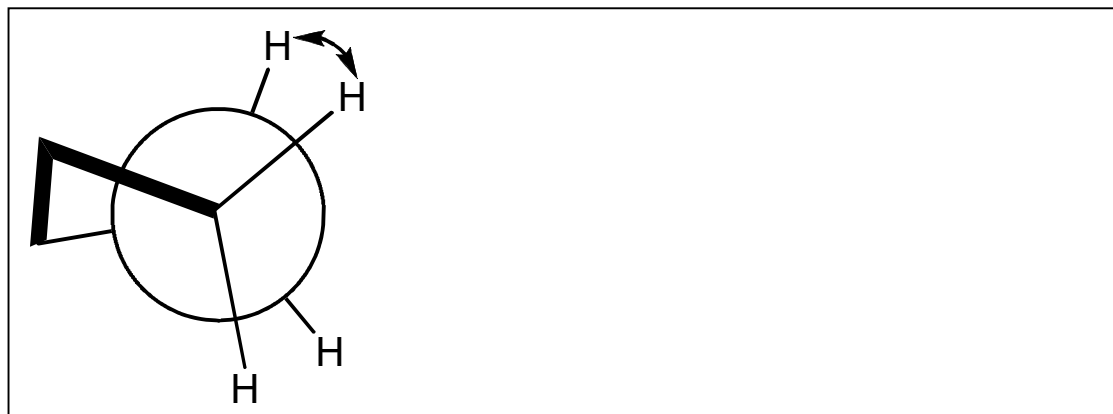
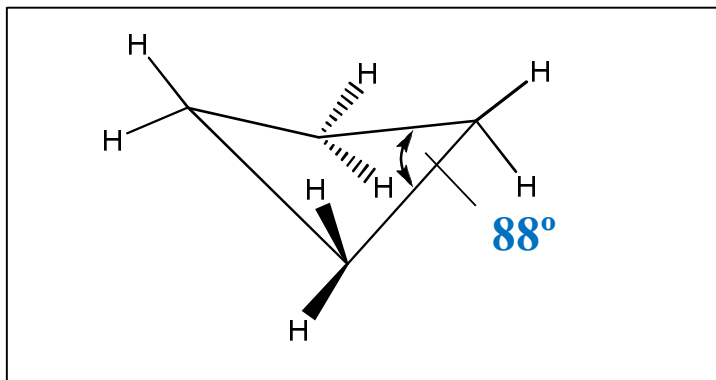


BUDOWA PIERŚCIENIA W CYKLOALKANACH

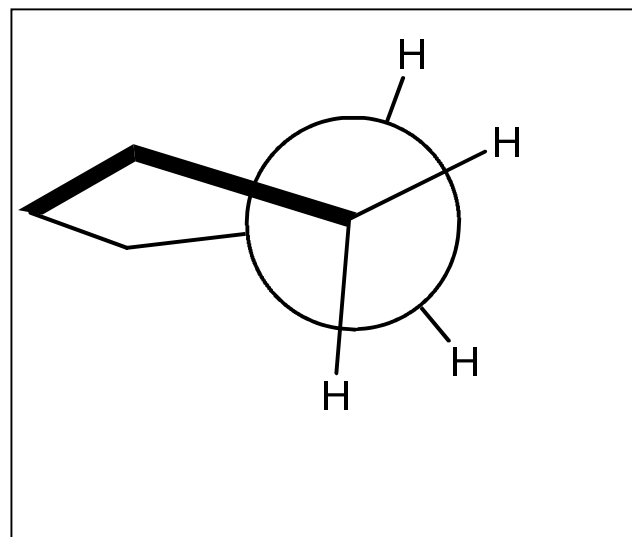
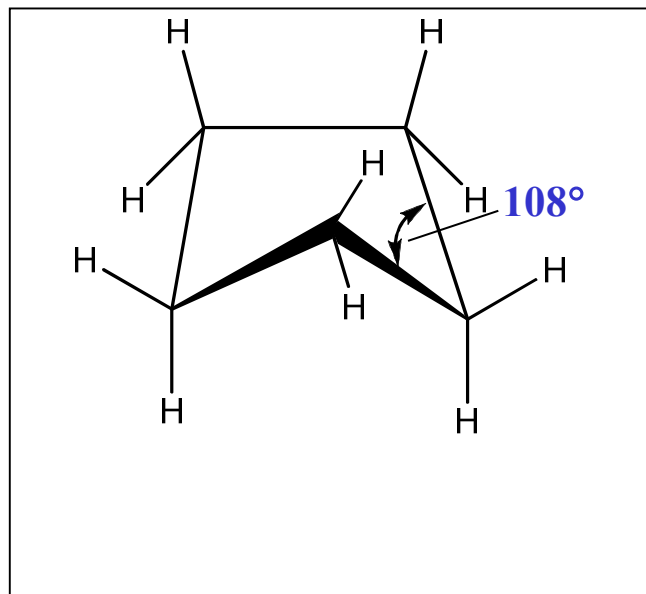
CYKLOPROPAN –



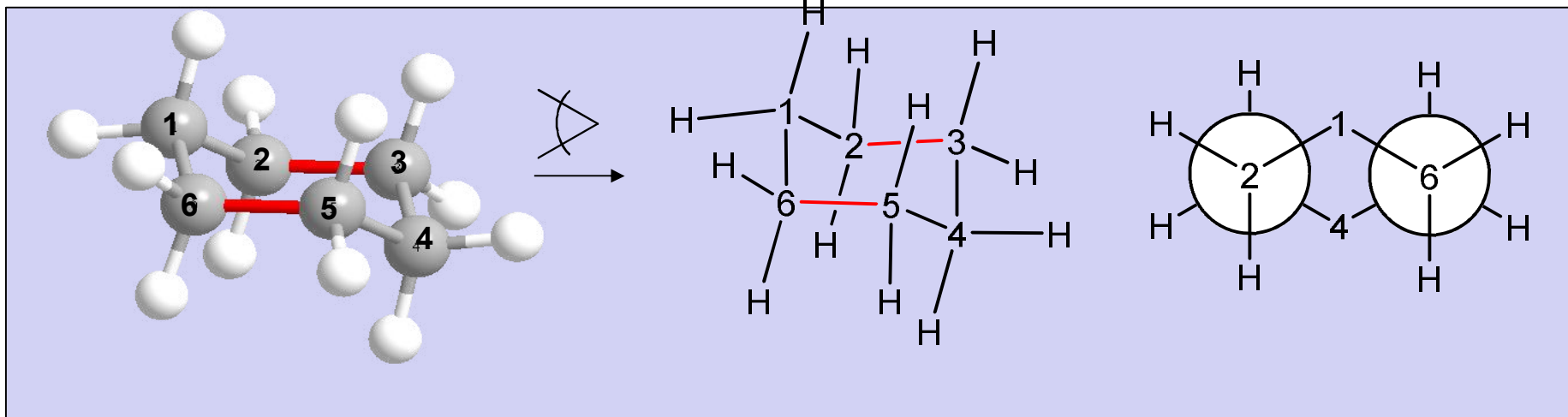
CYKLOBUTAN –



CYKLOPENTAN –

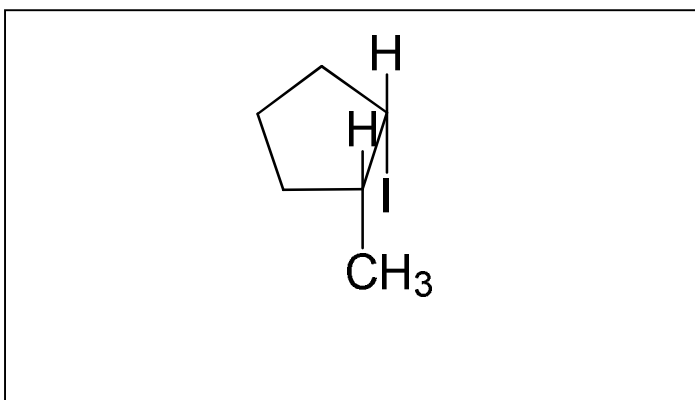
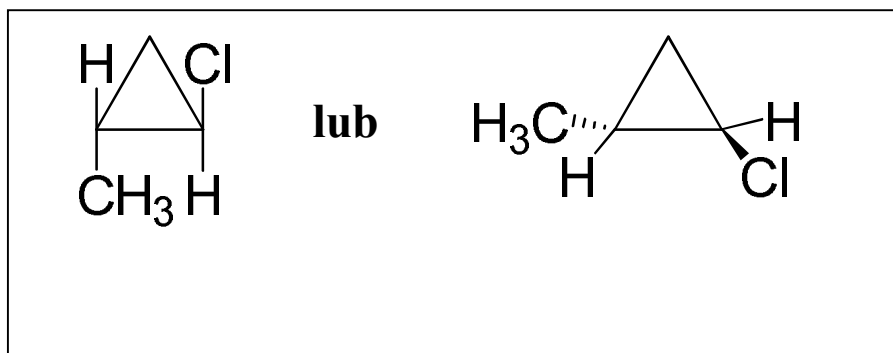
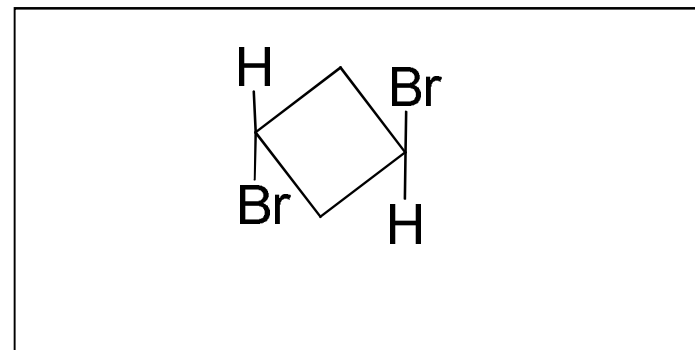
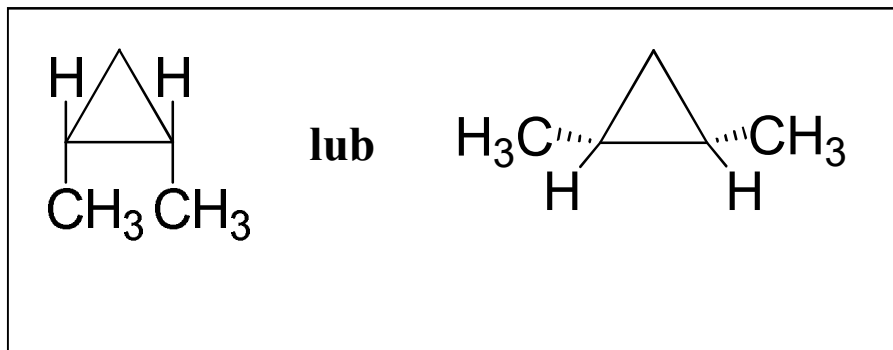


CYKLOHEKSAN –



Konformacja krzesłowa –

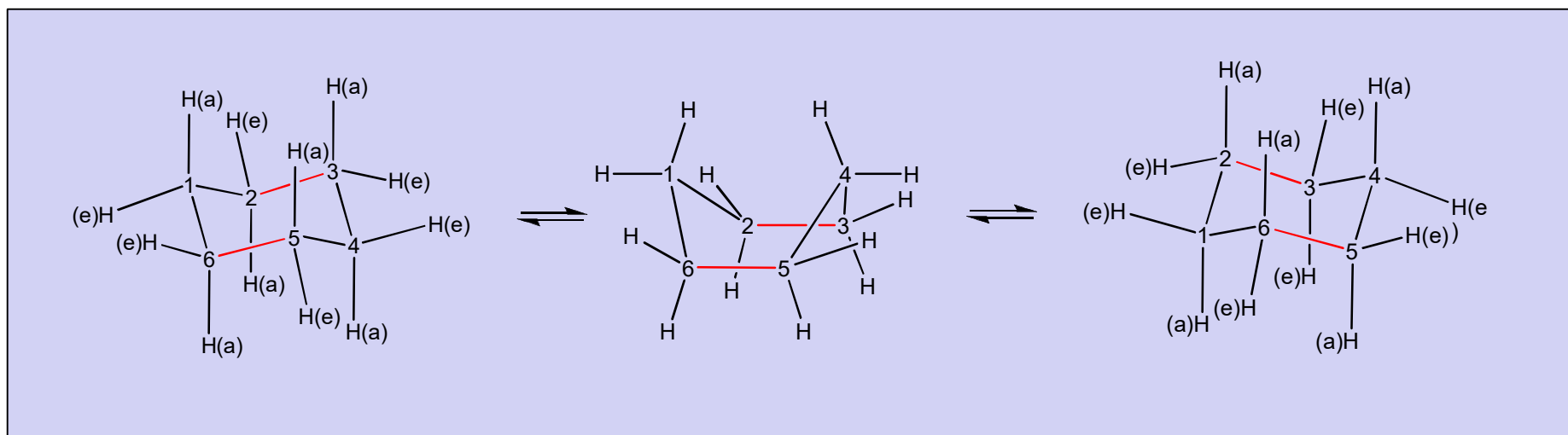
Izomeria geometryczna w cykloalkanach (izomeria *cis-trans*) –



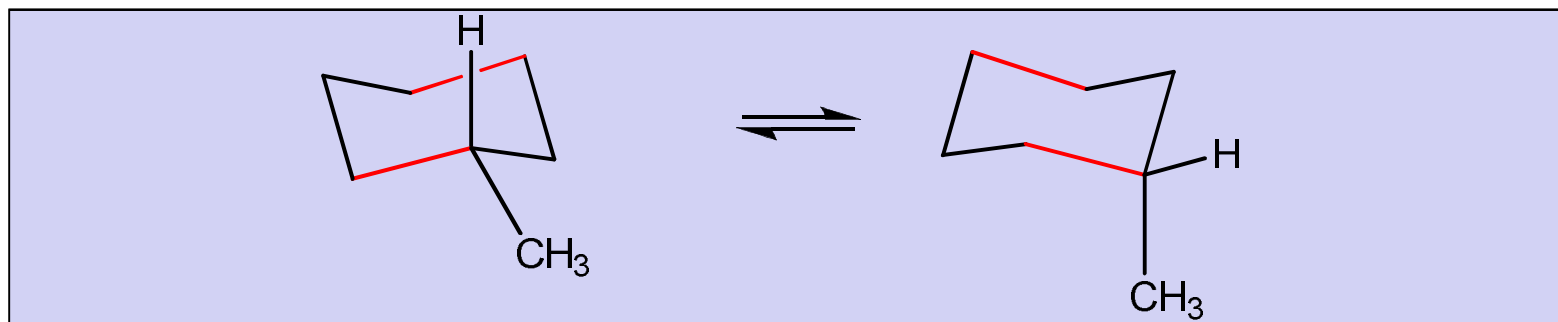
Nazewnictwo wiązań C-H w konformacji krzesłowej cykloheksanu i inwersja pierścienia cykloheksanu

a - wiązania (protony) aksjalne
e - wiązania (protony) ekwatorialne

Inwersja pierścienia

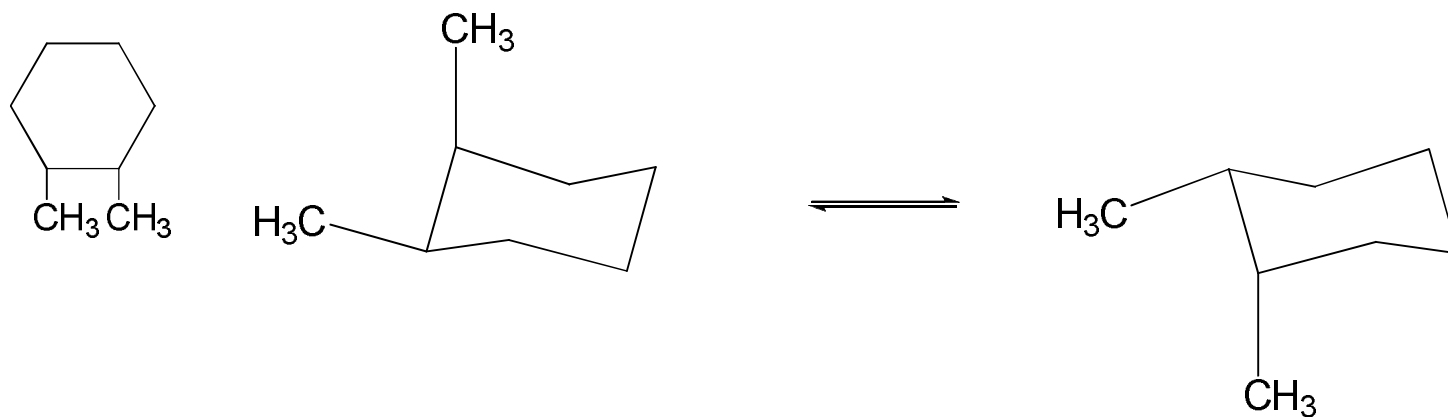


Konformacje monopodstawionych pochodnych cykloheksanu na przykładzie metylocykloheksanu

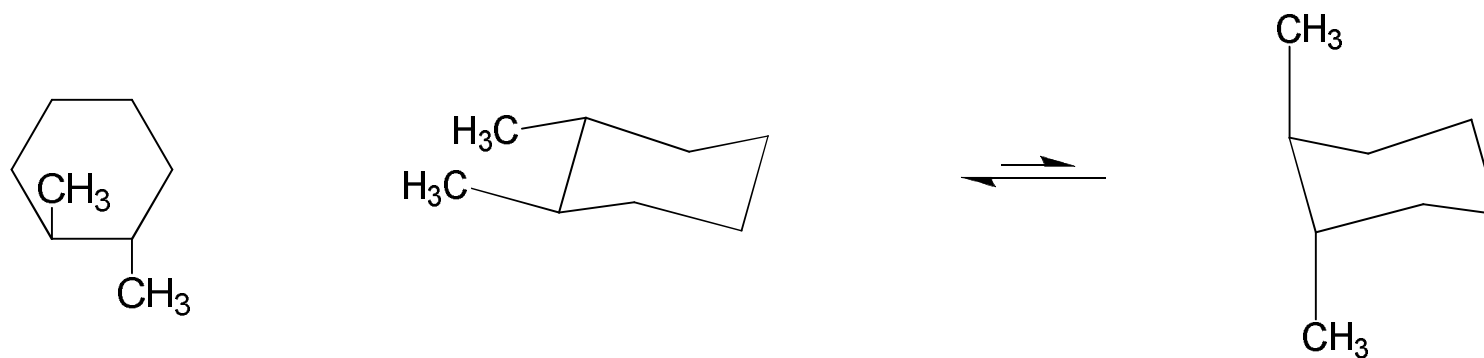


Równowaga konformacyjna w 1,2-dipodstawionym cykloheksanie na przykładzie 1,2-dimetylocykloheksanu

Cis-1,2-

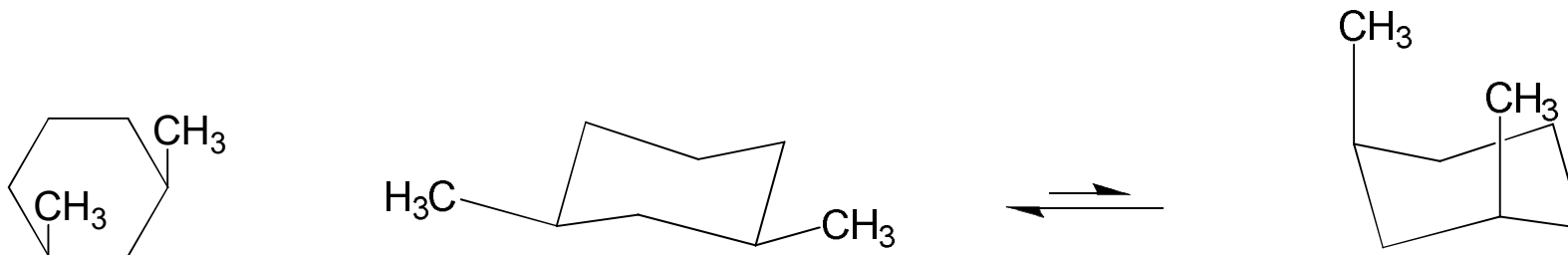


Trans-1,2-

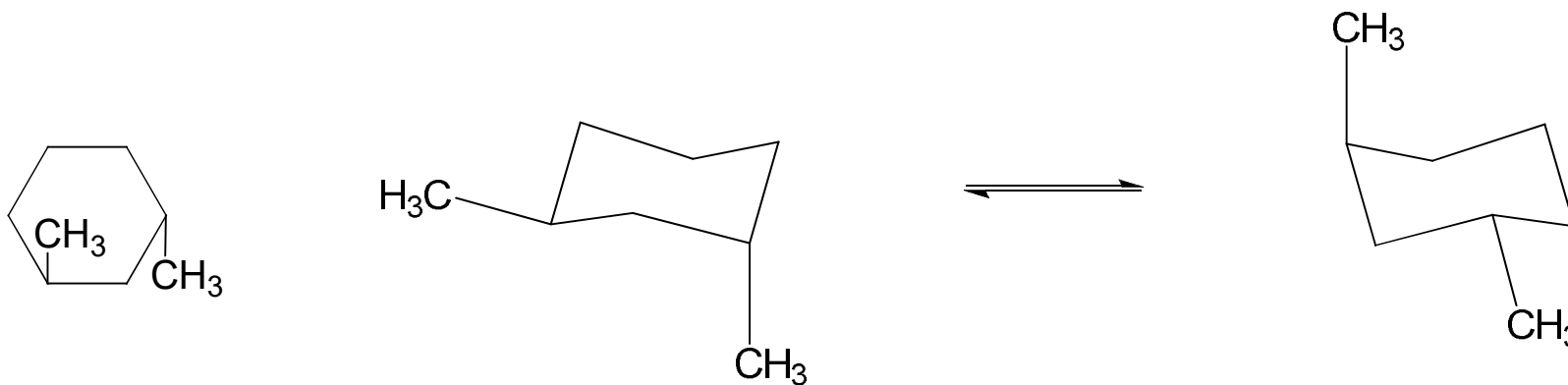


Równowaga konformacyjna w 1,3-dipodstawionym cykloheksanie na przykładzie 1,3-dimetylocykloheksanu

Cis-1,3-

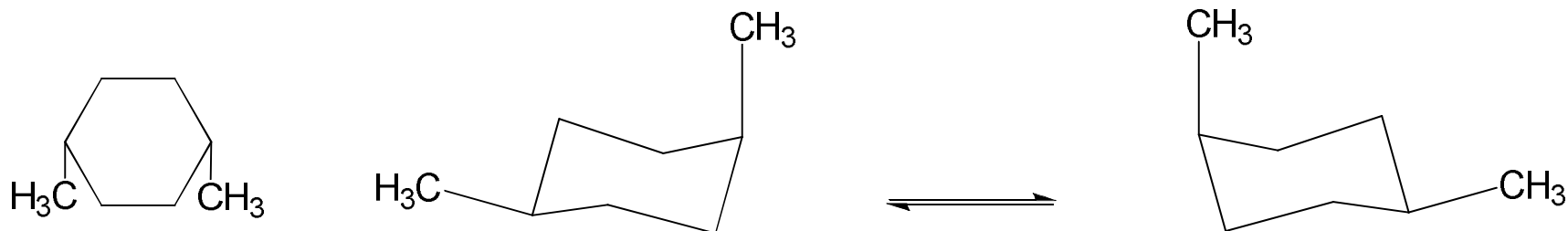


Trans-1,3-

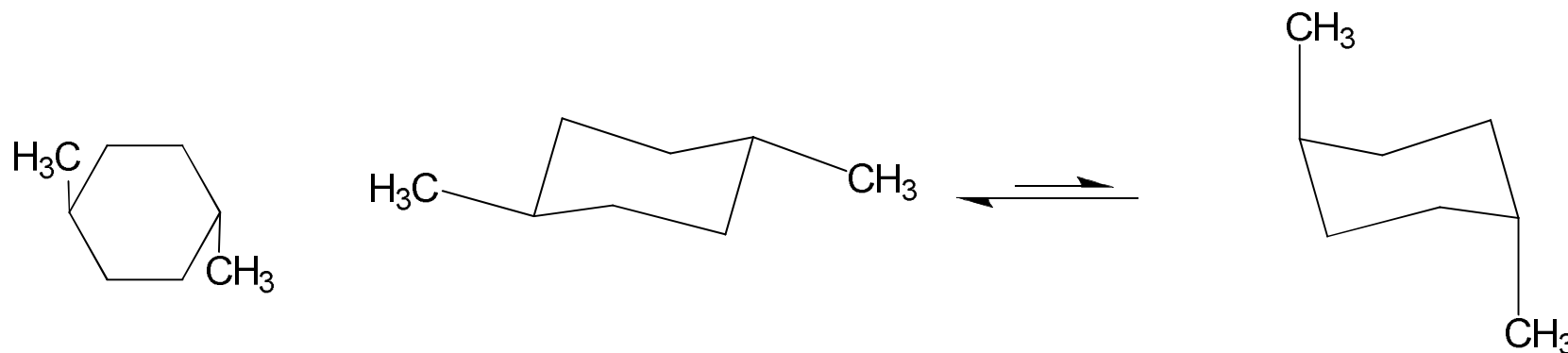


Równowaga konformacyjna w 1,4-dipodstawionym cykloheksanie na przykładzie 1,4-dimetylocykloheksanu

Cis-1,4-

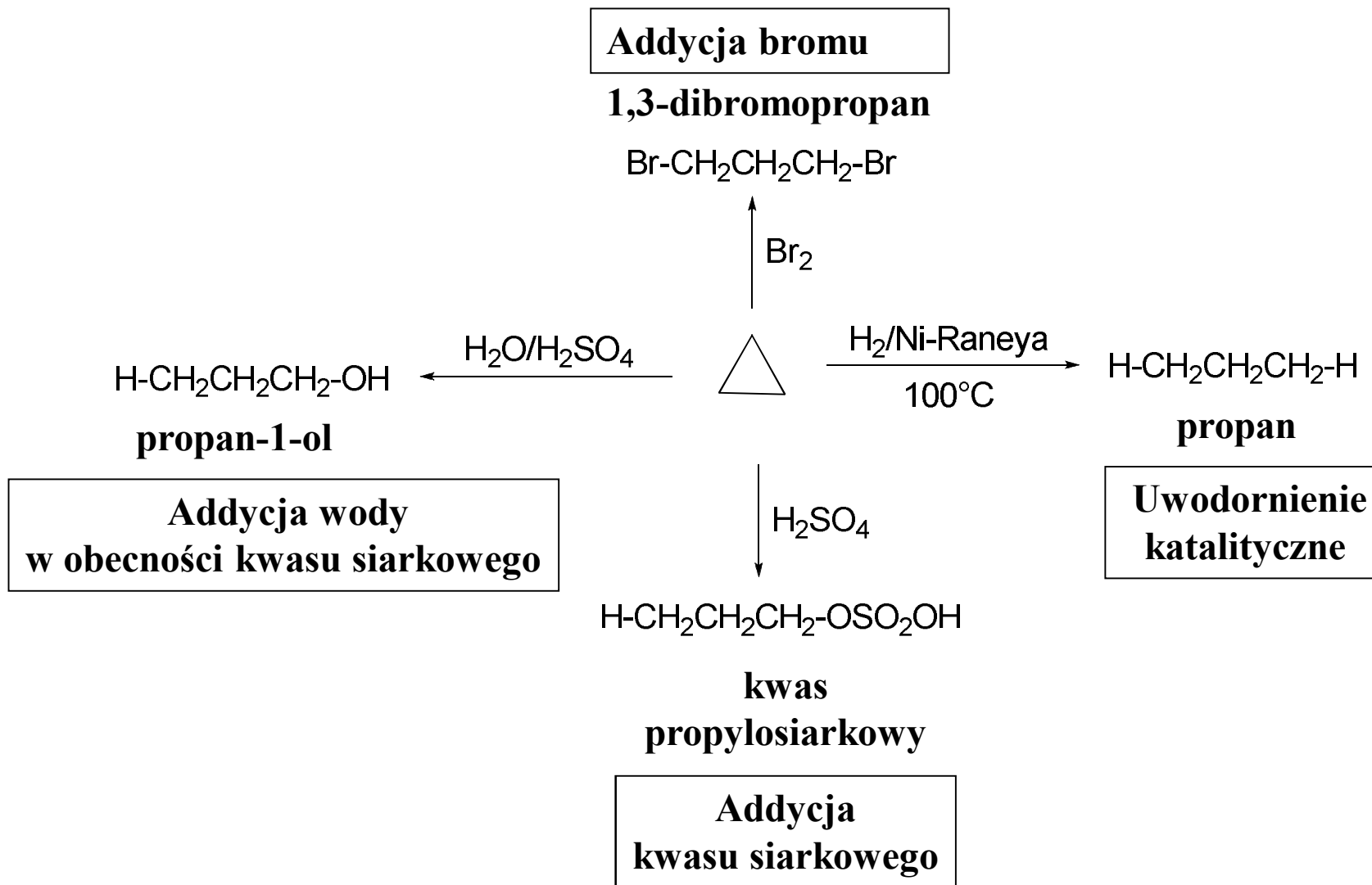


Trans-1,4



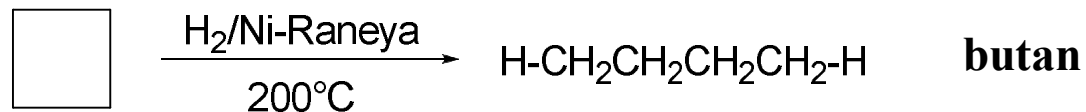
REAKCJE CYKLOALKANÓW

Cyklopropan



REAKCJE CYKLOALKANÓW

Cyklobutan



Cykloalkany o pierścieniach **pięcio-** i **sześcioczłonowych** ulegają takim samym reakcjom jak alkany, tj. chlorowaniu i bromowaniu w obecności promieniowania nadfioletowego i/lub w podwyższonej temperaturze.