



Zachodniopomorski
Uniwersytet Technologiczny

BIOCHEMIA

Kierunek: **Technologia Żywności
i Żywnienie Człowieka**
semestr III

Prof. dr hab. inż. Artur Bartkowiak
(pok. 1.13 – ul Janickiego 35)

Wykłady: 15 tyg. x 2 godz. = 30 godz.

Egzamin:

pisemny (test wyboru – 60 min 60 pytań)
i ustny (poprawkowy II)



WYDZIAŁ NAUK O ŻYWNOSCI I RYBACTWA
CENTRUM BIOIMMOBILIZACJI I INNOWACYJNYCH
MATERIAŁÓW OPAKOWANIOWYCH



BIOCHEMIA semestr III

Kierunek: Technologia Żywności i Żywnienie Człowieka

www.cbimo.zut.edu.pl

The screenshot displays the website for the Center for Biobioavailability and Innovative Packaging Materials (CBIMO) at the Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie. The main navigation bar includes links for 'PRACA', 'KONTAKT', 'MAPA STRONY', and a search box. A secondary navigation bar features 'CENTRUM', 'PROJEKTY I BADANIA', 'OPERTA I APARATURA', and 'BAZA WIEDZY'. The header image shows a large, modern brick building. A blue sidebar on the left contains the center's logo and name, along with a navigation menu for 'Monitoring projektu POKG 2.2'. The main content area is titled 'Monitoring projektu POKG 2.2' and contains several news items with dates and brief descriptions of activities, such as construction progress reports and a meeting. A right sidebar offers options to 'ZOSTAŃ NASZYM PARTNEREM', 'Oferta CBIMO', 'CBIMO info', and 'Dla Pracownika / Partnera', along with a newsletter sign-up form and a login field. The browser's taskbar at the bottom shows several open windows and the system clock.

Standardy kształcenia dla kierunku studiów:

Technologia żywności i żywienie człowieka

A. STUDIA PIERWSZEGO STOPNIA

3. Kształcenie w zakresie chemii i biochemii

Treści kształcenia: Budowa i stany skupienia materii. Budowa atomu. Właściwości fazy gazowej oraz faz ciekłych i stałych. Wiązania chemiczne. Typy reakcji chemicznych. Obliczenia stechiometryczne. Elementy termodynamiki i kinetyki chemicznej. Kataliza. Procesy utleniania i redukcji. Równowaga chemiczna – dysocjacja elektrolityczna, hydroliza. Fizykochemia roztworów, rozpuszczalność. Przemiany i równowagi fazowe. Elementy elektrochemii. Zjawisko sorpcji. Układy koloidalne. Osmoza. Analiza jakościowa i ilościowa. Techniki analityczne: miareczkowe, chromatograficzne, spektrofotometryczne, elektrochemiczne. Związki nieorganiczne i kompleksowe. Węglowodory – budowa, właściwości, izomeria. Alkohole, fenole, aldehydy, ketony, kwasy karboksylowe. Reakcje addycji, kondensacji, polimeryzacji i polikondensacji. Zjawisko izomerii geometrycznej i optycznej. Organiczne związki azotu – aminy, nitrozwiązki, aminokwasy, zasady purynowe i pirymidynowe. Budowa i właściwości białek, lipidów, sacharydów, polisacharydów i kwasów nukleinowych. Molekularne podstawy procesów życiowych. Peptydy i białka – funkcje biologiczne. Enzymy – klasyfikacja, kinetyka i mechanizm działania. Koenzymy i witaminy. Fotosynteza. Metabolizm białek, węglowodanów i lipidów. Etapy utleniania biologicznego. Przekazywanie informacji genetycznej. Regulacja przemian metabolicznych. Integracja przemian w komórce.

Efekty kształcenia – umiejętności i kompetencje: rozumienia procesów chemicznych i biochemicznych zachodzących w żywności i organizmie.

BIOCHEMIA – kluczowe zagadnienia

- 1. Wprowadzenie-wybrane zagadnienia chemii organicznej,
- 2. Aminokwasy i białka,
- 3. Kataliza enzymatyczna,
- 4. Kinetyka reakcji enzymatycznych,
- 5. Związki wysokoenergetyczne,
- 6. Łańcuch oddechowy,
- 7. Metabolizm tłuszczów,
- 8. Mechanizmy adaptacyjne drobnoustrojów,
- 9. Pomiary aktywności drobnoustrojów,
- 10. Kwasy nukleinowe,
- 11. Horyzontalny transfer genów,
- 12. Błony biologiczne,
- 13. Metabolizm węglowodanów,
- 14. Cykl kwasów trójkarboksyłowych (cykl Krebsa),
- 15. Metabolizm węglowodorów,

Żywność a zdrowie

„Z niewłaściwego odżywiania biorą się wszystkie choroby ludzkie” – Herodot V w p.n.e.

- To, co zjadamy musi zostać spalone bądź wbudowane w tkanki. Wszystkich składników odżywczych musi być więc w diecie tyle, ile wynosi indywidualne optimum. A optimum uzależnione jest od indywidualnej szybkości zachodzenia poszczególnych szlaków metabolicznych, a także skutków nadmiernego gromadzenia lub niedoboru poszczególnych substancji.

BIOCHEMIA (od *bios* - *gr. życie*) - dyscyplina naukowa opisująca składniki chemiczne organizmów (biochemia statyczna) oraz przemiany tych składników (biochemia dynamiczna).

Całość procesów życiowych tzn. ogół reakcji chemicznych w organizmie żywym nazywamy **metabolizmem** (*gr. metabole-przemiana*), a substancje uczestniczące w tych reakcjach nazywamy metabolitami.

Biochemia w skrócie.....

- Biochemia = chemia życia
- Biochemia pozwala zrozumieć podstawowy poziom organizacji życia żywego organizmu – poziom chemiczny.
- Biochemia = chemia związków organicznych: Chemia dużych (przeważnie), złożonych cząsteczek, niezbędnych do podtrzymywania życia
- Biochemia = chemia węgla, ponieważ w związkach organicznych występuje szkielet utworzony z atomów węgla, połączonych wiązaniami kowalencyjnymi
- Obecnie znanych jest ok. 5 mln związków organicznych. Zdecydowana większość związków organicznych występuje w organizmach żywych.
- Te związki organiczne, które nie występują w organizmach żywych, często z tych organizmów pochodzą, np. ropa naftowa.
- Wszystkie związki organiczne obecne w naturze można dziś zsyntetyzować.

Cechy reakcji biochemicznych

- 1. Regulowanie ich przebiegu przez biokatalizatory zwane enzymami.
- 2. Powiązanie z określonymi strukturami komórkowymi.
- 3. Istnienie precyzyjnych mechanizmów integrujących poszczególne reakcje i procesy biochemiczne,
- 4. Wymaganie tzw. fizjologicznych warunków przebiegu reakcji,
- 5. Skojarzenie z przemianami energetycznymi.

Ta ostatnia cecha jest wspólna zarówno reakcjom biochemicznym, jak również chemicznym.

1. Budowa związków organicznych



Grupy funkcyjne - atom lub kombinacja połączeń atomów, które w istotny sposób określają rodzaj reakcji chemicznych, jakim ulegają dane związki organiczne (np. -COOH).

- **Grupa hydroksylowa** (wodorotlenowa) -OH
- **Grupa karboksylowa** -COOH
- **Grupa aldehydowa** -CHO
- **Grupa ketonowa** =CO
- **Grupa aminowa** -NH₂
- **Grupa nitrowa** -NO₂
- **Grupa sulfonowa** -SO₃H

1.1. Podstawowe grupy biochemiczne

1 – grupa metylowa $-\text{CH}_3$

2 - hydroksylowa (alkoholowa)

3 – ketonowa

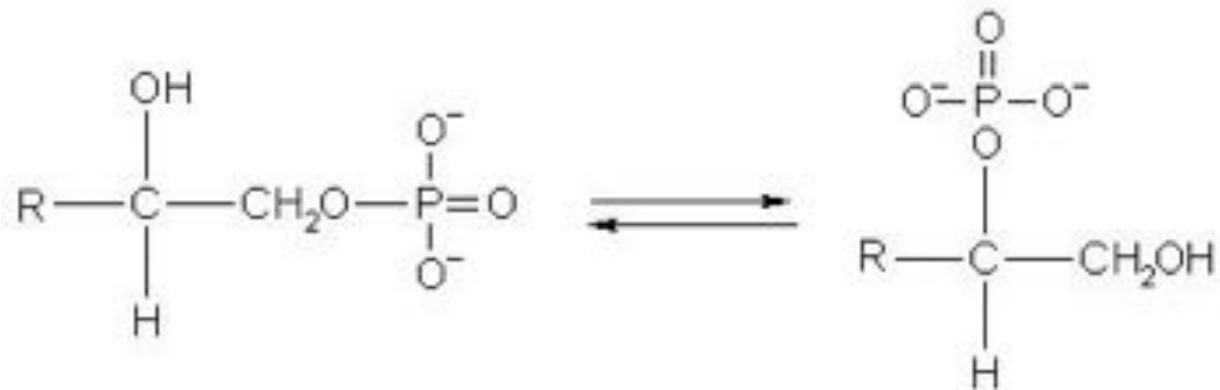
4 – sulfhydrylowa $-\text{SH}$

5 – aminowa

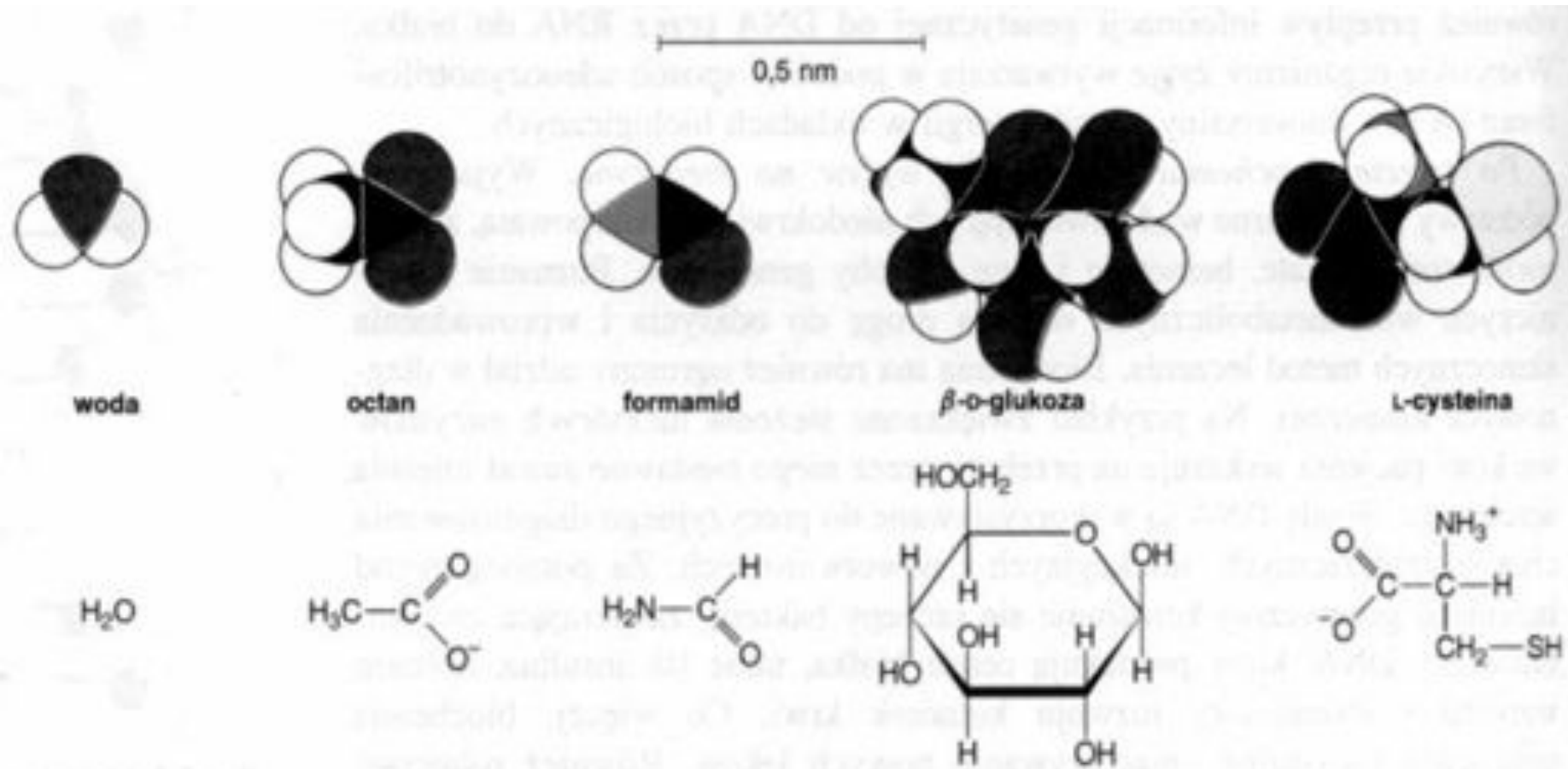
6 – karboksylowa

7 – aldehydowa

8 - fosforanowa (wysokoenergetyczna) $-\text{H}_2\text{PO}_4$

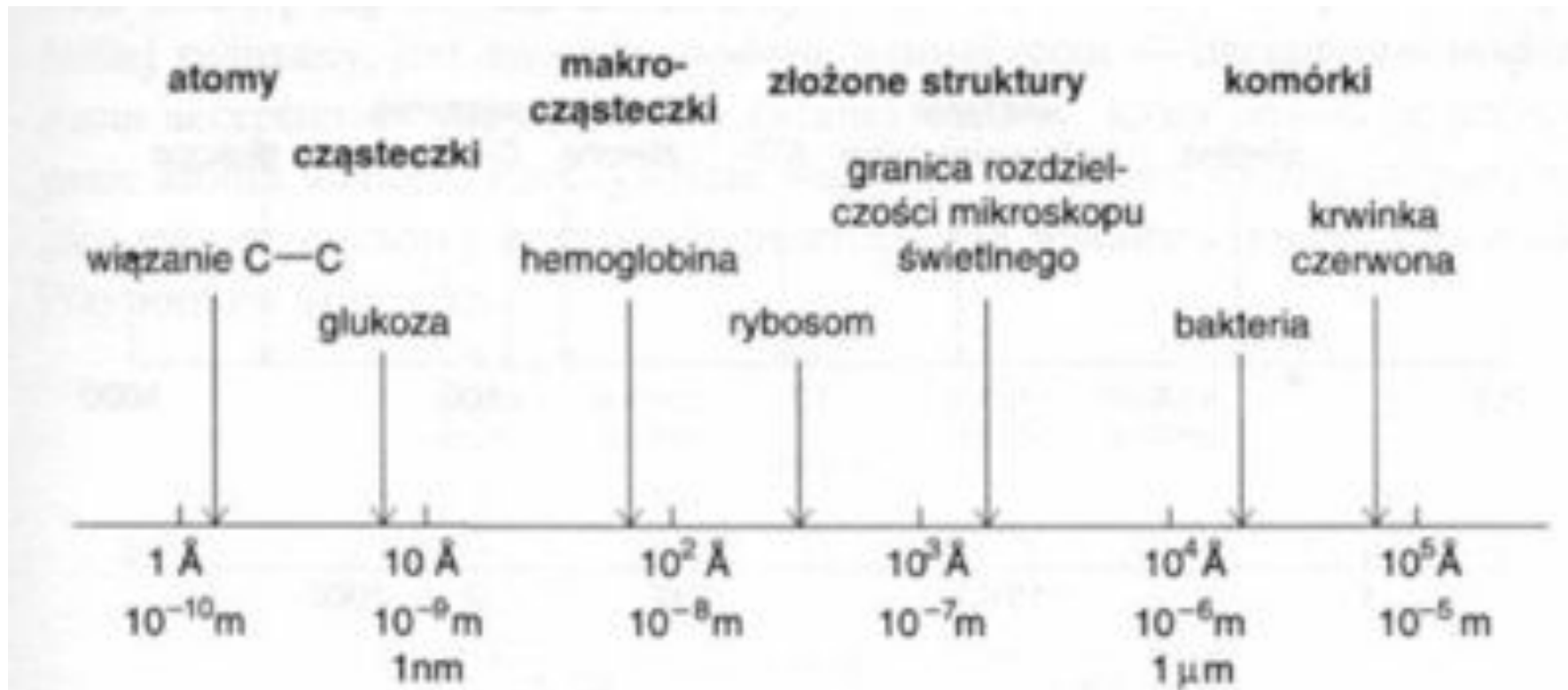


Budowa związków organicznych



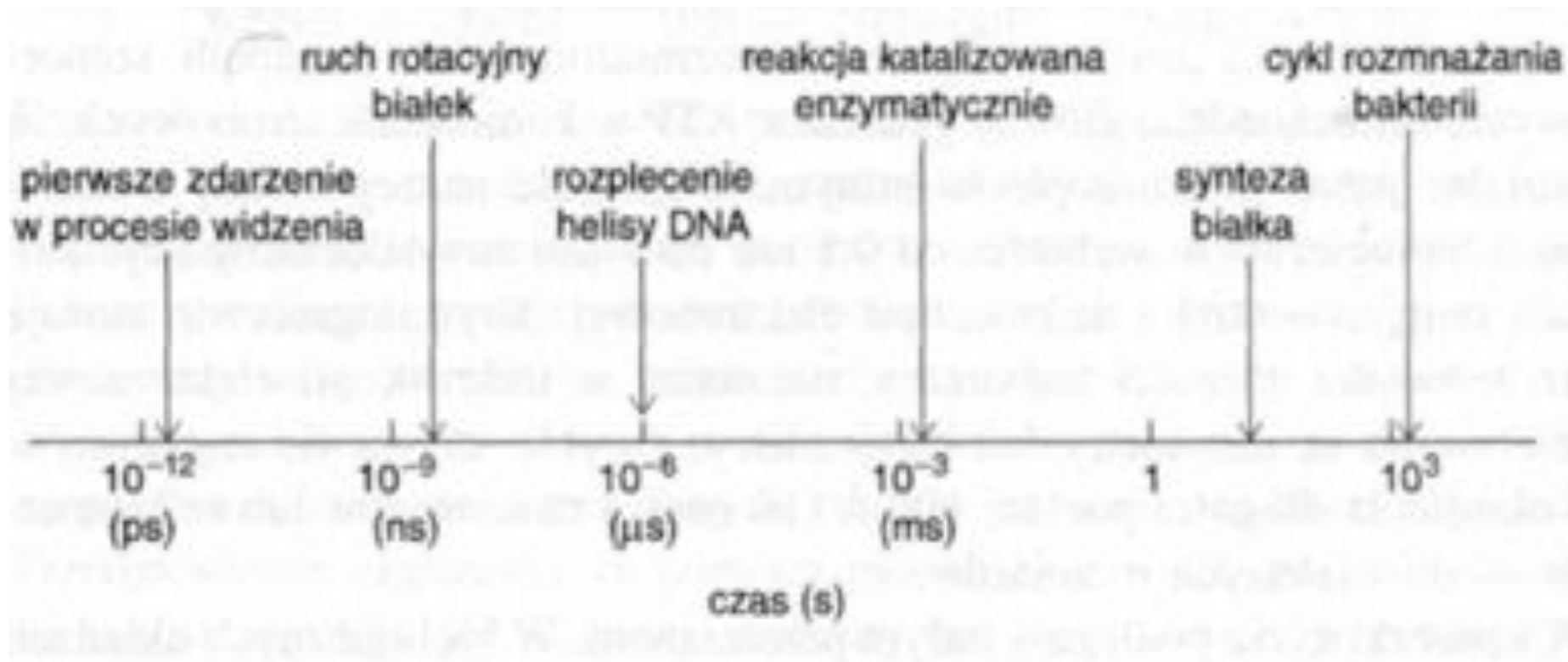
Rys. 1-3. Modele przestrzenne wody, octanu, formamidu, glukozy i cysteiny

Przestrzeń, czas i energia

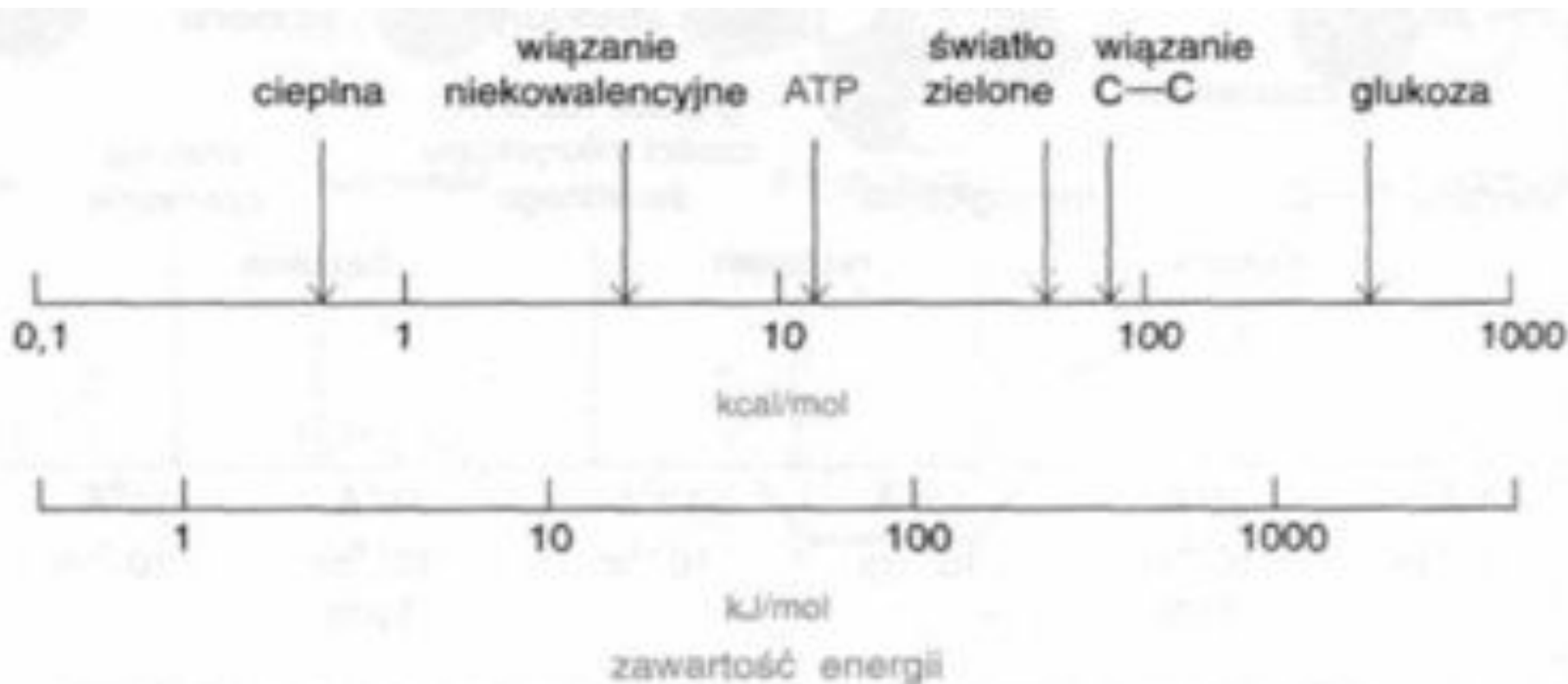


Rys. 1-5. Wielkości niektórych biocząsteczek, kompleksów makrocząsteczek i komórek

Przestrzeń, czas i energia



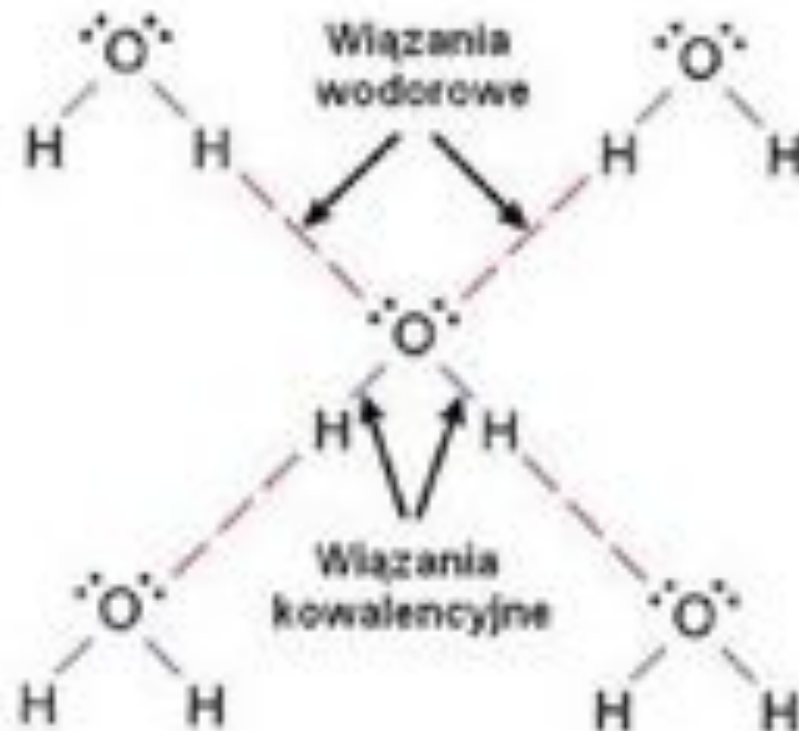
Przestrzeń, czas i energia



Wiązania niekowalencyjne – świat biochemii

Trzy rodzaje wiązań niekowalencyjnych pośredniczą w odwracalnych reakcjach cząstek biologicznych:

- wiązania elektrostatyczne
- wiązania wodorowe
- wiązania van der Waalsa

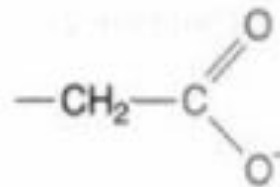


1. Wiązania elektrostatyczne

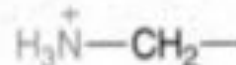
1. *Wiązania elektrostatyczne.* Obdarzona ładunkiem grupa substratu może przyciągać przeciwnie naładowaną grupę znajdującą się na cząsteczce enzymu. Siłę (F) tego przyciągania elektrostatycznego określa prawo Coulomba:

$$F = \frac{q_1 q_2}{r^2 D}$$

gdzie: q_1 i q_2 — ładunki obu grup, r — odległość pomiędzy nimi, D — stała dielektryczna środowiska. Przyciąganie elektrostatyczne jest najsilniejsze w próżni (gdzie $D = 1$), a najslabsze w środowisku takim jak woda (gdzie $D = 80$). Ten rodzaj przyciągania nazywa się również *wiązaniem jonowym*, *mostkiem solnym*, lub *parą jonową*. Odległość między przeciwnie naładowanymi atomami przy optymalnym przyciąganiu elektrostatycznym wynosi 0,28 nm.



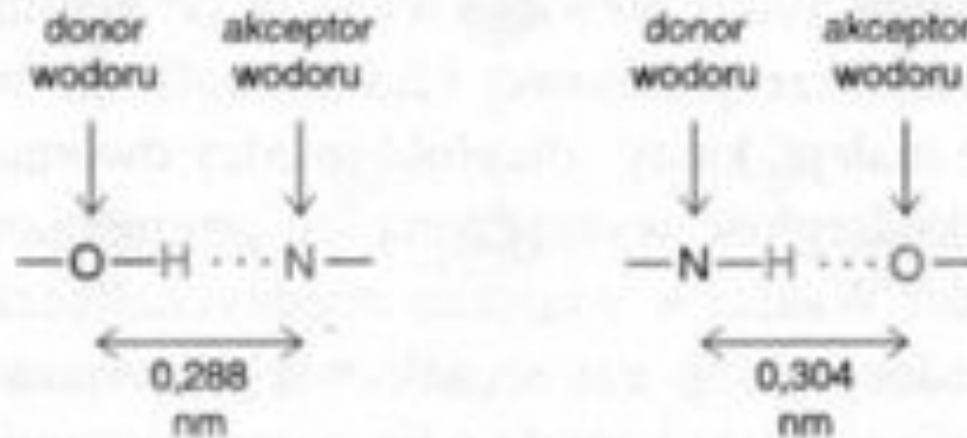
grupa substratu
naładowana ujemnie



grupa substratu
naładowana dodatnio

2. Wiązania wodorowe

2. *Wiązania wodorowe* mogą się tworzyć zarówno między cząsteczkami nienaładowanymi jak i naładowanymi. W wiązaniu wodorowym *atom wodoru może stać się wspólny dla dwóch innych atomów*. Atom, z którym wodór jest ściślej związany, jest *donorem wodoru*, a drugi atom — *akceptorem wodoru*. Atom akceptorowy ma cząstkowy ładunek ujemny, który powoduje przyciąganie atomu wodoru. Rzeczywiście wiązanie wodorowe można rozpatrywać jako stan przejściowy w procesie przeniesienia wodoru z kwasu do zasady. Przypomina to trojaka.



2. Wiązania wodorowe



Rys. 1-9. Schemat wiązań wodorowych między grupą amidową i karbonylową w helisie α białka

Tabela 1-1. Typowe długości wiązań wodorowych

Wiązanie	Długość (nm)
O—H...O	0,270
O—H...O ⁻	0,263
O—H...N	0,288
N—H...O	0,304
N ⁺ —H...O	0,293
N—H...N	0,310

3. Wiązania van der Waalsa

3. *Wiązanie van der Waalsa*, niespecyficzna siła przyciągania pojawiająca się kiedy dwa atomy zbliżą się na odległość od 0,3 do 0,4 nm. Pomimo że słabsze i mniej specyficzne niż wiązanie elektrostatyczne lub wodorowe, jest równie ważne w układach biologicznych. Wiązanie van der Waalsa jest spowodowane zachodzącymi w czasie zmianami rozkładu ładunków elektronowych wokół atomu. W określonej chwili rozkład ładunków nie jest dokładnie symetryczny.

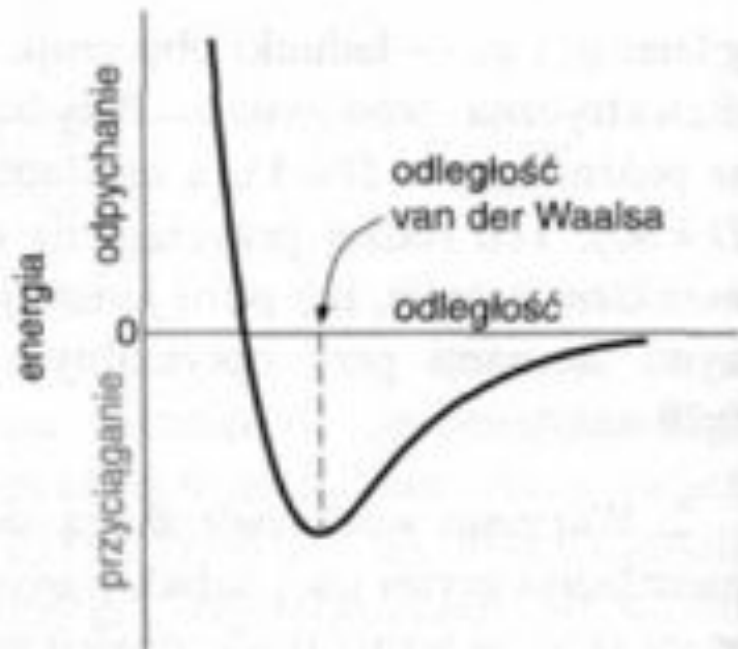
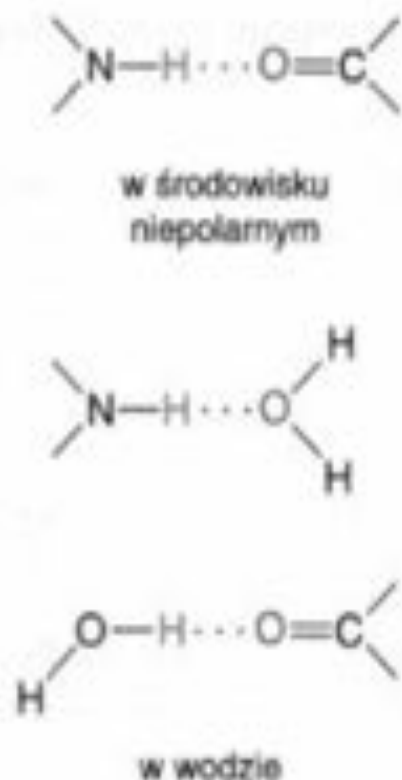


Tabela 1-2. Promienie van der Waalsa niektórych atomów (nm)

Atom	Promień
H	0,12
C	0,20
N	0,15
O	0,14
S	0,185
P	0,19

Woda – środowisko przemian biochemicznych

Woda – uniwersalny rozpuszczalnik dzięki wysokiej polarności i dużemu napięciu powierzchniowemu



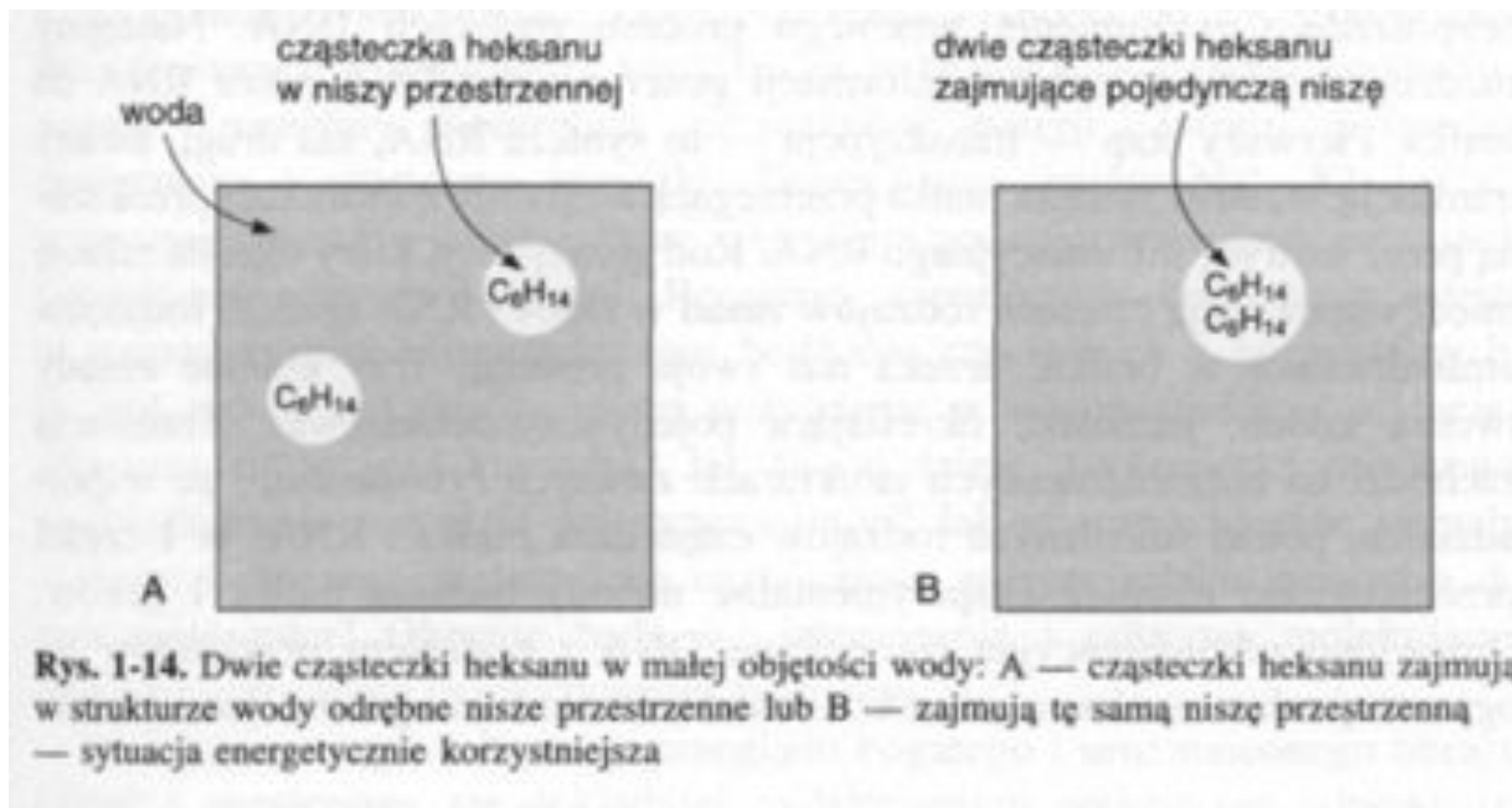
Rys. 1-12. Woda współzawodniczy o wiązania wodorowe

Tabela 1-3. Stałe dielektryczne niektórych rozpuszczalników w 20°C

Substancja	Stała dielektryczna
Heksan	1,9
Benzen	2,3
Eter dietylowy	4,3
Chloroform	5,1
Aceton	21,4
Etanol	24
Metanol	33
Woda	80
Cyjanek wodoru	116

Substancje hydrofobowe – zachowanie w wodzie

Grupy niepolarne w wodzie wykazują tendencję do przyciągania się



Izomeria związków organicznych

IZOMERIA - zjawisko istnienia związków chemicznych o identycznym wzorze sumarycznym, różniących się strukturą lub budową przestrzenną cząsteczki, a w konsekwencji właściwościami fizykochemicznymi.

Rodzaje izomerii:

I. izomeria konfiguracyjna - występowanie dwóch lub więcej cząsteczek o tej samej liczbie i rodzaju atomów, między którymi występują dokładnie te same wiązania chemiczne, różniących się mimo to układem atomów w przestrzeni (optyczna i geometryczna)

II. izomeria konformacyjna - występowanie dwóch lub więcej cząsteczek o tej samej liczbie i rodzaju atomów, między którymi występują dokładnie te same wiązania chemiczne, różniących się mimo to układem atomów w przestrzeni. Izomery konformacyjne mogą przechodzić wzajemnie w siebie bez reakcji chemicznej - np. wskutek swobodnej rotacji wokół wiązania pojedynczego, lub wskutek tzw. "przekrętu" pierścienia

III. Izomeria konstytucyjna - występowanie dwóch lub więcej cząsteczek o tej samej liczbie tych samych atomów, między którymi występuje jednak inny układ ("konstytucja cząsteczki") wiązań chemicznych.

I. izomeria konfiguracyjna

I-1. Izomeria cis-trans

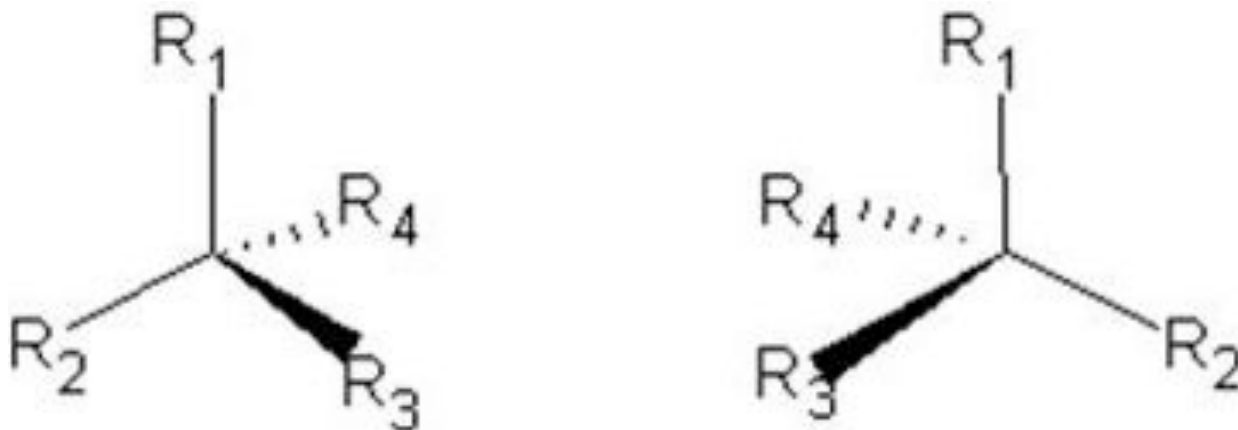
IZOMERY CIS-TRANS - izomery przestrzenne (stereoizomery), różniące się położeniem atomów lub grup atomów względem płaszczyzny przechodzącej wiązanie utworzone (wynika z ograniczenia rotacji wokół tego wiązania np. dla wiązania podwójnego $C=C$)



I. izomeria konfiguracyjna

I-2. Izomery optyczne związków węgla

Związki, które mają choćby 1 asymetryczny atom węgla nazywamy związkami aktywnymi optycznie, tzn. mają one zdolność skręcania płaszczyzny polaryzacji światła.



Jeśli skręcają tę płaszczyznę:

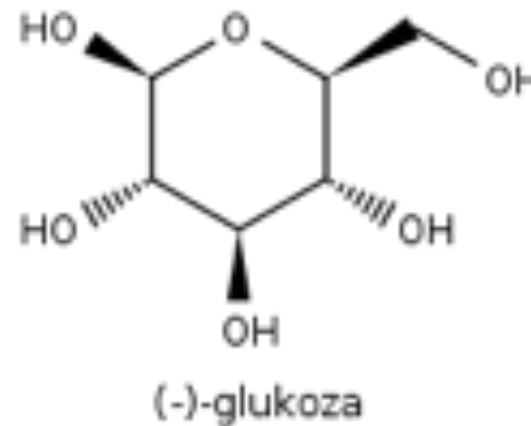
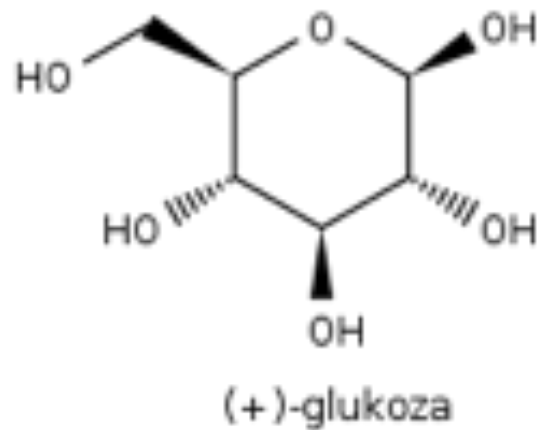
- w prawo – forma D,
- w lewo – forma L.

Zdolność związku do posiadania swojego enancjomeru zależy od cechy geometrycznej zwanej chiralnością.

I. izomeria konfiguracyjna

I-2. Izomeria optyczna

Enancjomery to izomery optyczne, które są własnymi lustrzanymi odbiciami – mniej więcej tak jak prawa i lewa rękawiczka. Mogą istnieć tylko dwa enancjomery danego związku chemicznego.



Najważniejsze związki tego typu występujące w organizmie ludzkim to cukry i aminokwasy.

II. Izomeria konformacyjna

Izomeria konformacyjna – rodzaj izomerii cząsteczek chemicznych, polegającej na częściowym zablokowaniu swobodnej rotacji podstawników lub pojedynczych atomów,

Mogą się wzajemnie w siebie przekształcać bez reakcji chemicznej, na skutek skoordynowanych ruchów fragmentów cząsteczki.

Izomeria konformacyjna występuje w głównie w związkach, które posiadają bardzo rozbudowane przestrzennie podstawniki, lub podstawniki, które nawzajem silnie z sobą oddziałują poprzez przestrzeń, tworząc np. słabe wiązania wodorowe.

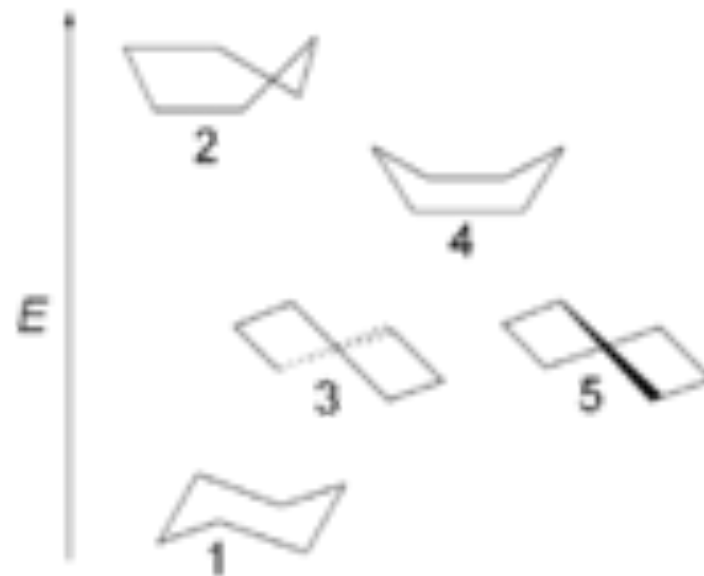
Konformacje pierścienia cykloheksanu uszeregowane w zależności od energii (oś pionowa)

1 – krzesło

2 – pół-krzesło

3 i 5 – skręcona łódka

4 – łódka

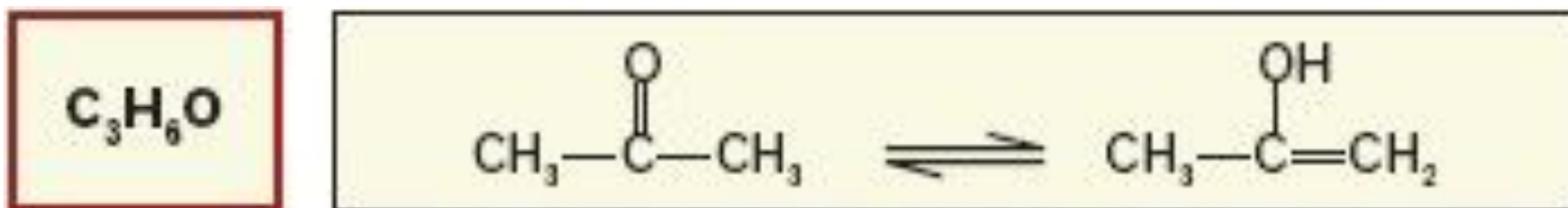


III. Izomeria konstytucyjna

III.1. Izomeria ketoenolowa

W cząsteczkach zawierających atomy wodoru i spolaryzowaną grupę funkcyjną, może wystąpić wędrówka protonu w ramach tej samej cząsteczki. Wędrówka taka możliwa jest w ketonach dzięki obecnej w nich grupie karbonylowej ($-C=O$).

Odwracalna wędrówka protonu od węgla do tlenu grupy karbonylowej prowadzi do zaistnienia równowagi dynamicznej dwóch form tego samego związku, które posiadają dwie różne grupy funkcyjne. Forma I jest ketonem, a druga II alkoholem (-ol) nienasyconym zawierającym wiązanie podwójne (-en) czyli "enolem".



Odmiany I i II nazywamy odpowiednio ketonową i enolową.

KONIEC

