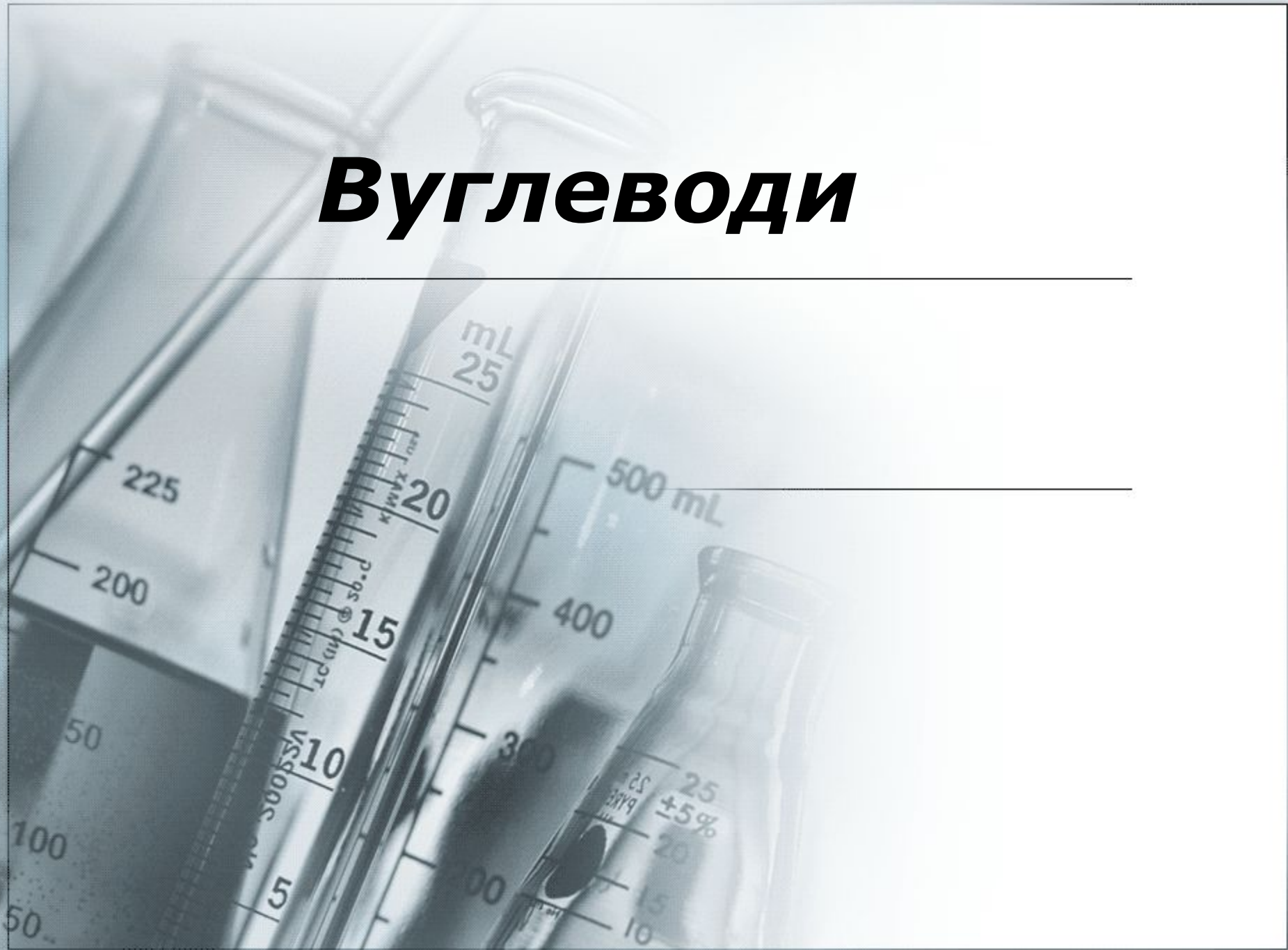


Вуглеводи



До **вуглеводів** відносять численну групу природних і синтетичних сполук, які є за хімічною будовою полігідроксильними речовинами, що містять альдегідну або кетонну групу.

Вуглеводи надзвичайно поширені в природі і відіграють важливу роль в організмі людини.

**НАЙВАЖЛИВІШИМИ БІОЛОГІЧНИМИ
ФУНКЦІЯМИ ВУГЛЕВОДІВ Є:**

Енергетична (забезпечують до 70% добового енергопостачання; добова потреба в раціоні людини складає 450-500г)

структурна (входять до складу структурно – функціональних компонентів клітин);

захисна (захищають організм від механічних і хімічних пошкоджень);

інтегративна (є джерелом для синтезу в організмі людини інших важливих речовин – ліпідів і деяких амінокислот);

В залежності від числа моносахаридних одиниць, зв'язаних в молекулу, вуглеводи діляться на прості та складні.

Прості вуглеводи, або моносахариди

(монози) не здатні гідролізуватися.

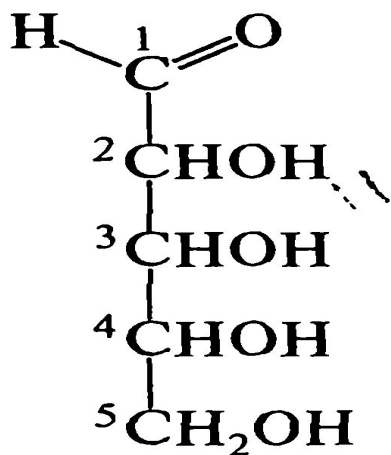
Моносахариди — гетерофункціональні сполуки в молекулах яких одночасно містяться карбонільна і декілька гідроксильних груп.

Складні вуглеводи при гідролізі утворюють моносахариди.

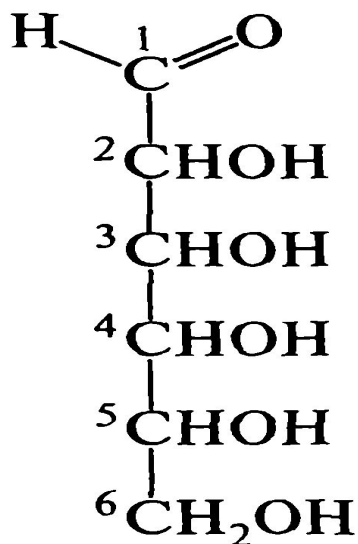
КЛАСИФІКАЦІЯ МОНОСАХАРИДІВ

В залежності від природи карбоксильної групи — поділяють на АЛЬДОЗИ (альдегідна група) І КЕТОЗИ (кетонна група).

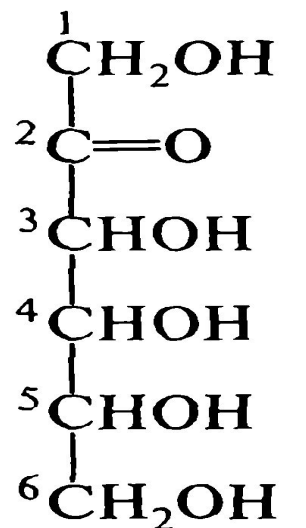
В залежності від довжини вуглецевого скелету (3-10 атомів) поділяють на треози(3), тетрози(4), пентози(5), гексози(6), гептози(7). В природі найбільш поширені є пентози та гексози. При класифікації враховують обидві класифікаційні ознаки, наприклад:



альдопентоза



альдогексоза



кетогексоза

КЛАСИФІКАЦІЯ СКЛАДНИХ ВУГЛЕВОДІВ

Олігосахариди (дисахариди), утворюють при гідролізі від двох до десяти молекул моносахаридів.

Дисахариди в залежності від способу утворення глікозидного зв'язку, поділяють на *відновні та невідновні*.

Полісахариди (поліози), гідролізуються з утворенням більше десяти молекул моносахаридів.

Полісахариди поділяють:

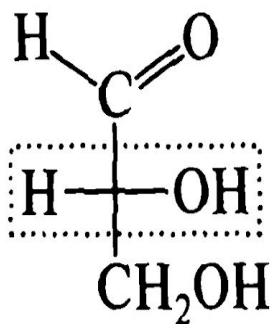
гомopolісахариди (залишки одного моносахариду)

гетерopolісахариди (різні моносахаридні одиниці).

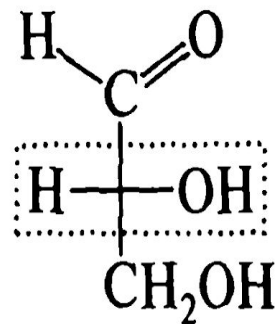
СТЕРЕОІЗОМЕРІЯ ТА БУДОВА МОНОСАХАРИДІВ

Молекули моносахаридів містять декілька атомів вуглецю і тому існують у вигляді різних ізомерів. На площині стереоізомери зображають у вигляді проєкційних **ФОРМУЛ ФІШЕРА**.

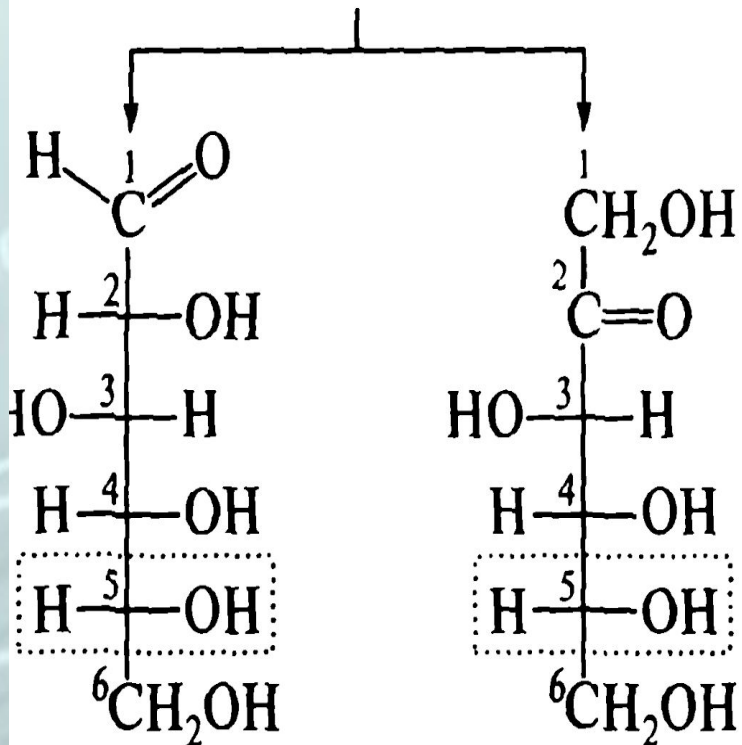
Всі ізомери моносахаридів підрозділяють на ***D- і L- стереохімічні ряди***, належність до яких визначається за конфігурацією асиметричного атома вуглецю, максимально віддаленого від карбонільної групи (для пентоз – C₄, гексоз – C₅).



D-глицериновый альдегид

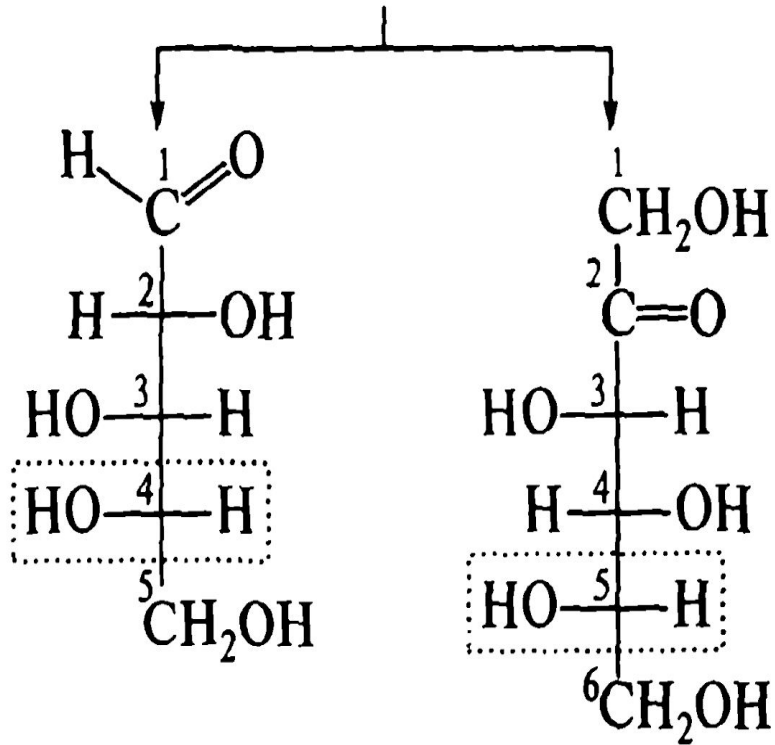


L-глицериновый альдегид



D-глюкоза

D-фруктоза

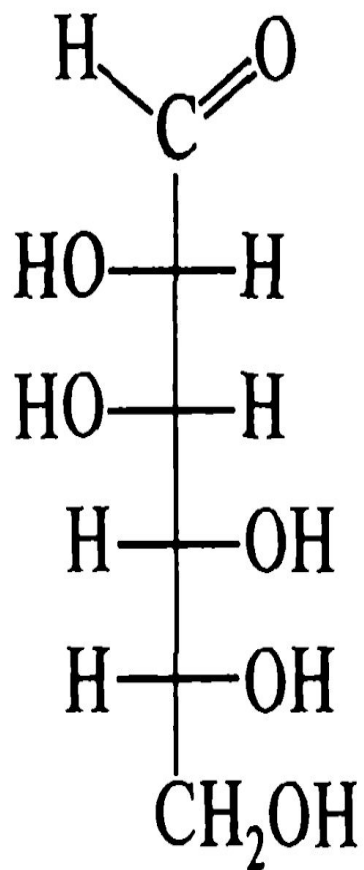


L-арабиноза

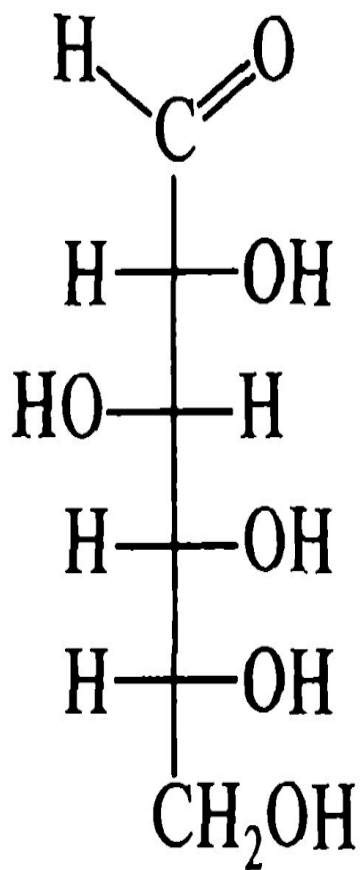
L-сорбоза

ПЕРЕВАЖНА БІЛЬШІСТЬ ПРИРОДНИХ МОНОСАХАРИДІВ ВІДНОСЯТЬСЯ

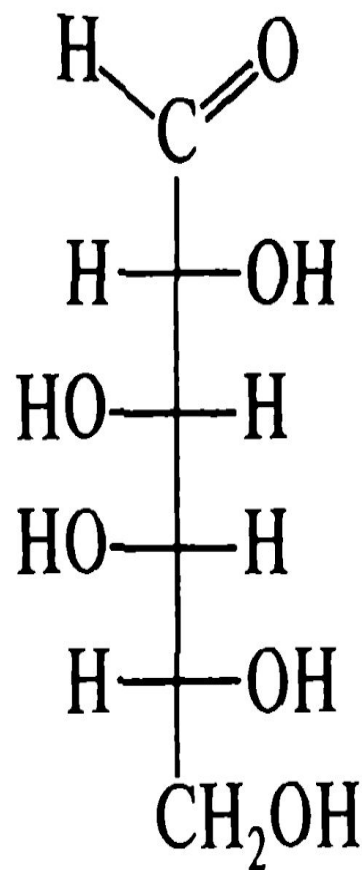
ДО *D*-РЯДУ.



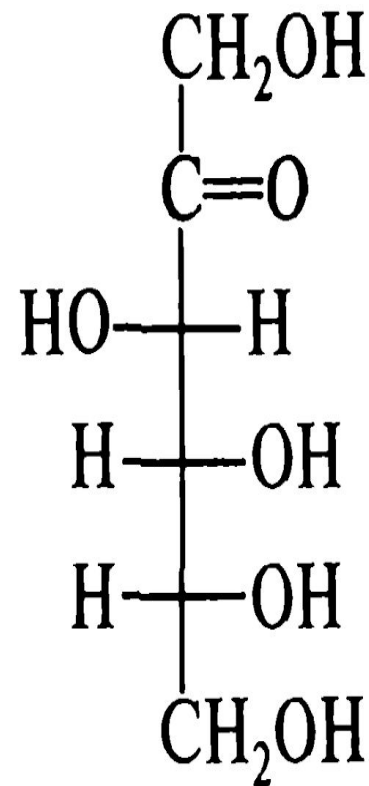
D-маноза



D-глюкоза



D-галактоза



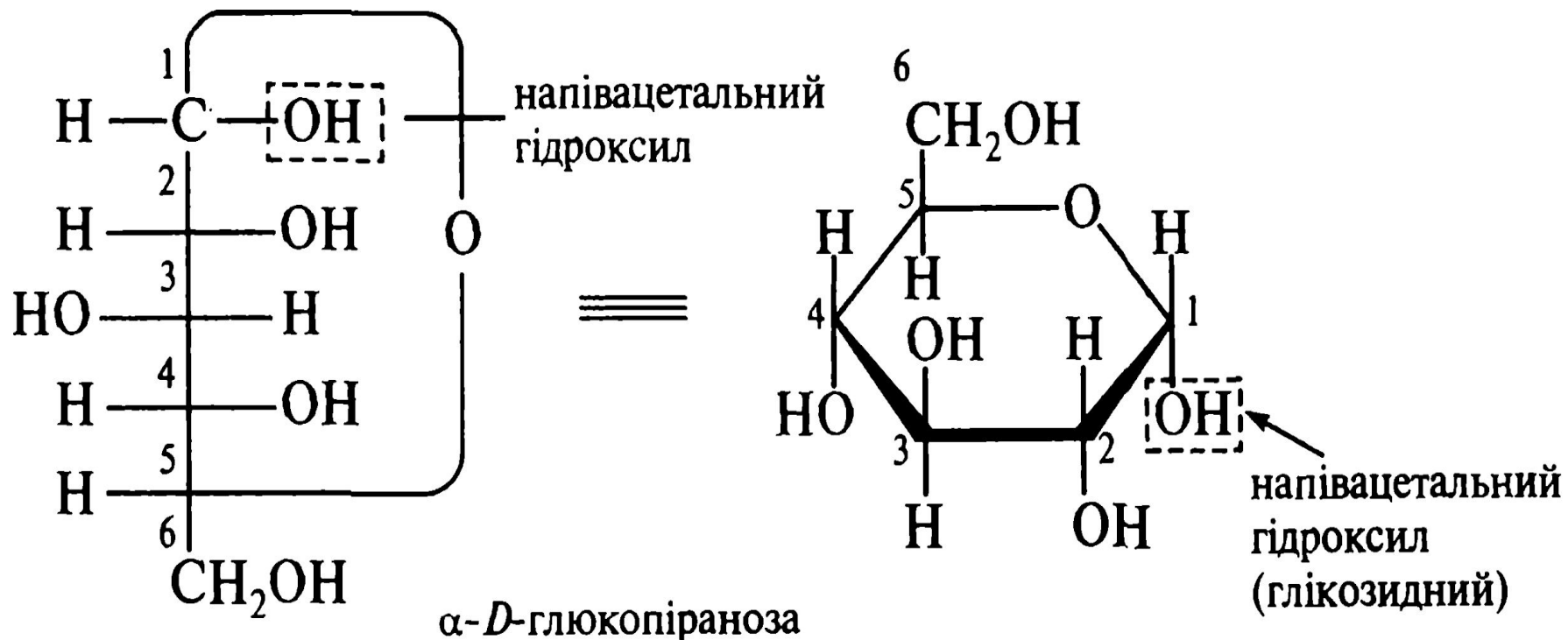
D-фруктоза

Стереоізомери різняться просторовим розташуванням замісників біля одного або кількох асиметричних вуглецевих атомів і не є дзеркальним відображенням один одного (тобто не є енантіомерами), називаються **ДІАСТЕРЕОМЕРАМИ.**

Діастереомери, що відрізняються конфігурацією тільки одного вуглецевого атома, називаються **ЕПІМЕРАМИ.**

Так, епімерами є маноза і глюкоза та глюкоза і галактоза.

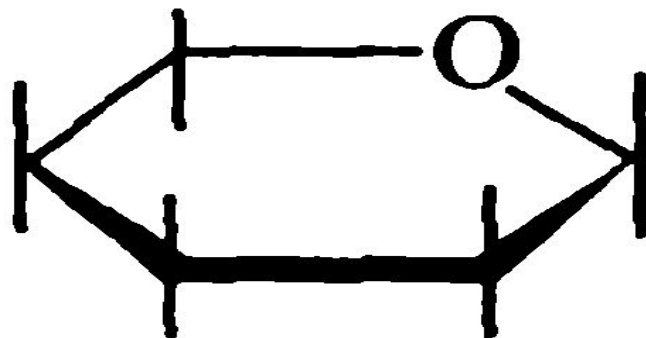
Крім ланцюгових форм моносахариди
можуть існувати в циклічних
(напівацетальних) формах.



Для циклічних форм моносахаридів прийняті **ФОРМУЛИ ХЕОРСА**, в яких цикли зображають у вигляді площинних багатокутників.

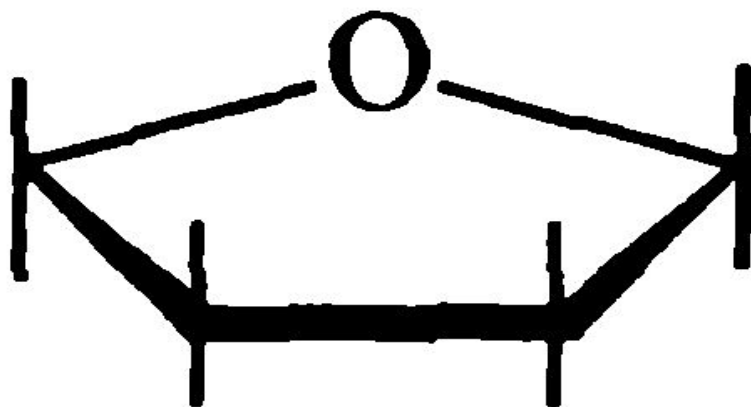
Шестичленний цикл утворюється при взаємодії карбонільної групи з гідроксильною при **С5** альдогексоз або **С6** кетогексоз і

називається він – **ПІРАНОЗНИМ**



піранозний цикл

При взаємодії карбоксильної групи з гідроксильною при **C4** альдогексоз або **C5** кетогексоз утворюється п'ятичленний цикл – **ФУРАНОЗНИЙ**.

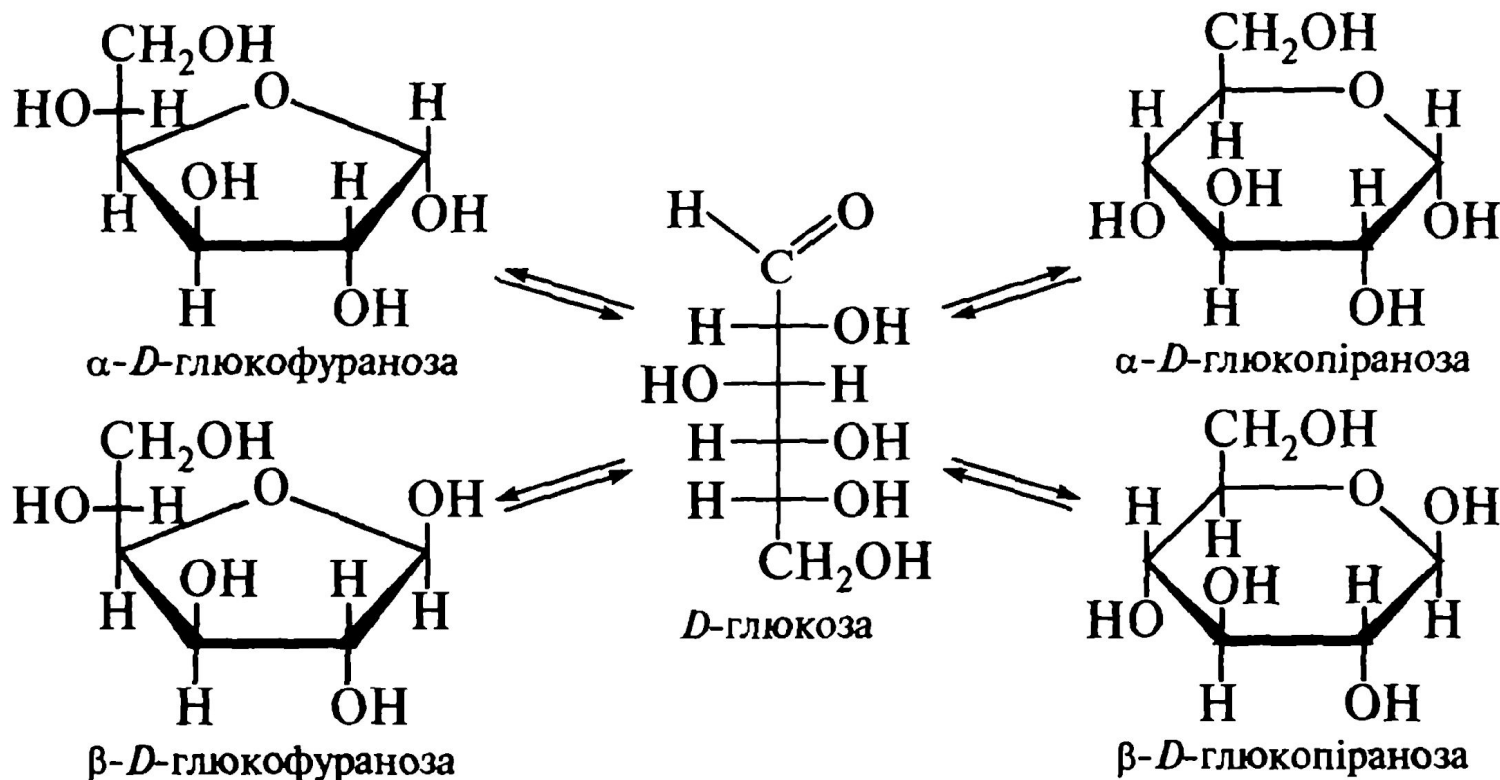


фуранозний цикл

ПРАВИЛА ПЕРЕХОДУ ВІД ФОРМУЛ (ПРОЕКЦІЙ) ФІШЕРА, ДО ФОРМУЛ ХЕОРСА

1. Здійснюють парну кількість переставлянь замісників біля **C5** так, щоб внизу виявилась **ОН** – група;
2. Замісники, що знаходяться праворуч у проекціях Фішера, розташовують у формулі Хеорса під площиною циклу, а розташовані зліва – над площиною.

Таутомерія моносахаридів



Такий вид таутомерії називається

ЦИКЛО – ОКСО – ТАУТОМЕРІЄЮ

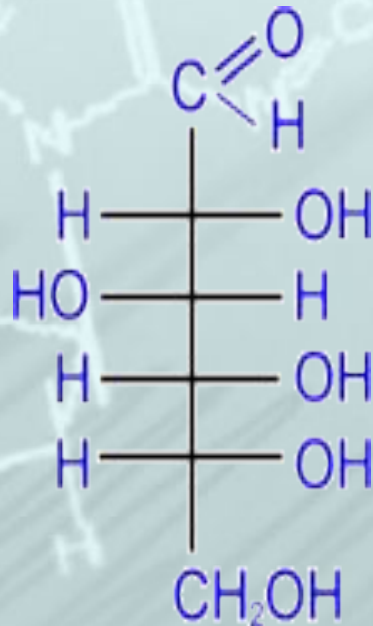
Хімічні властивості

- Моносахариди проявляють властивості спиртів і карбонільних сполук.

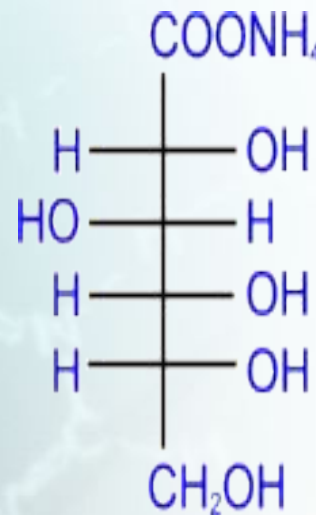
I. Реакції по карбонільній групі

1. **ОКИСНЕННЯ** (для альдегідів)– призводить до утворення відповідних кислот.

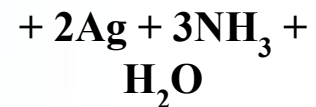
а) реакція "срібного дзеркала":



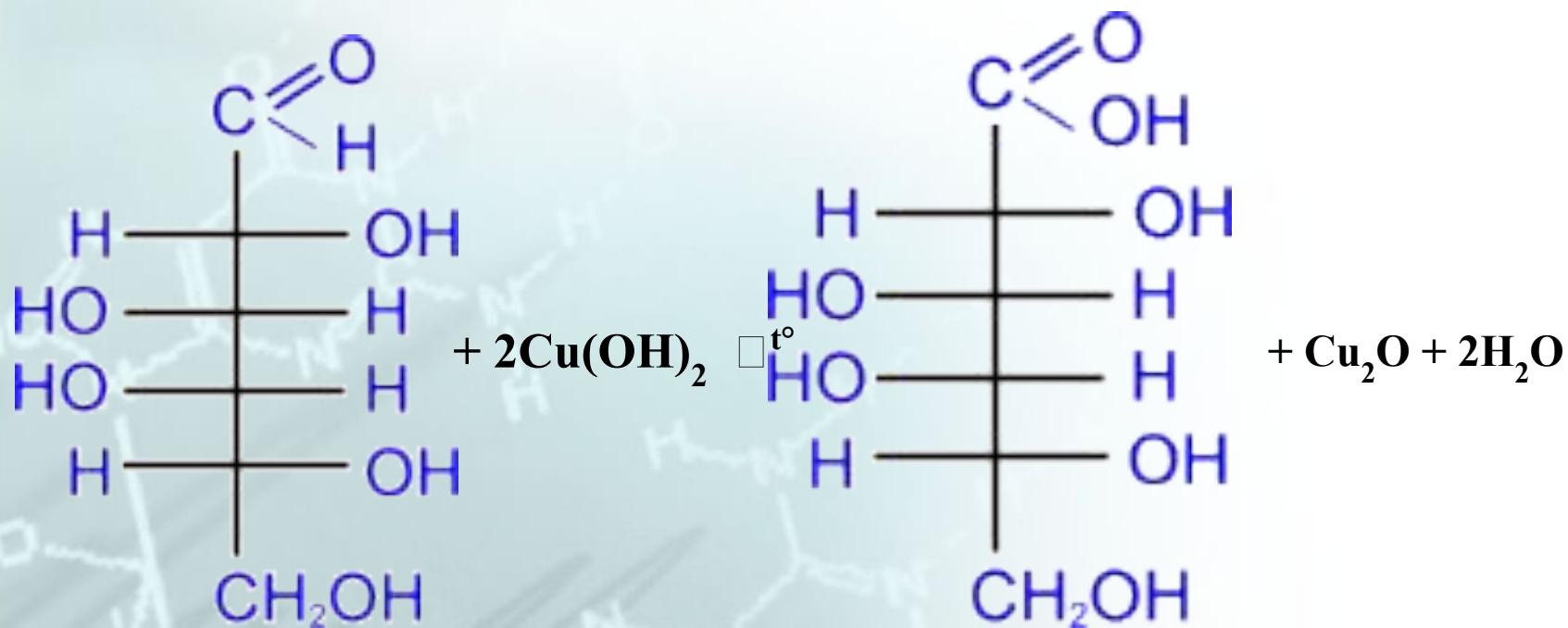
D- глюкоза



амонієва сіль
D- глюконової
кислоти



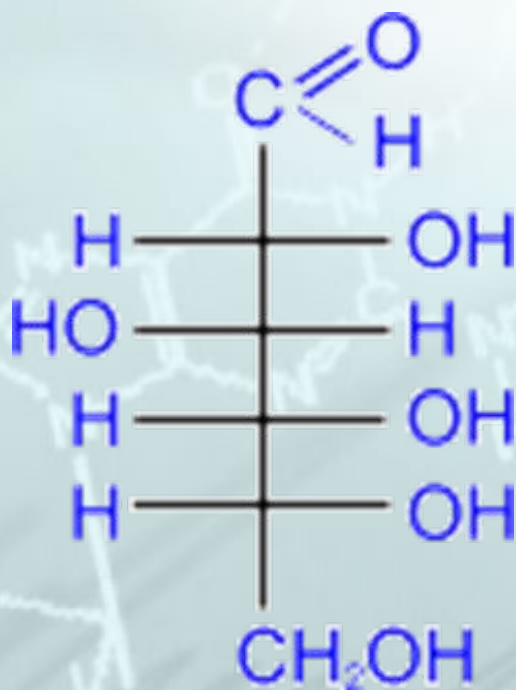
б) реакція "мідного дзеркала":



D- галактоза

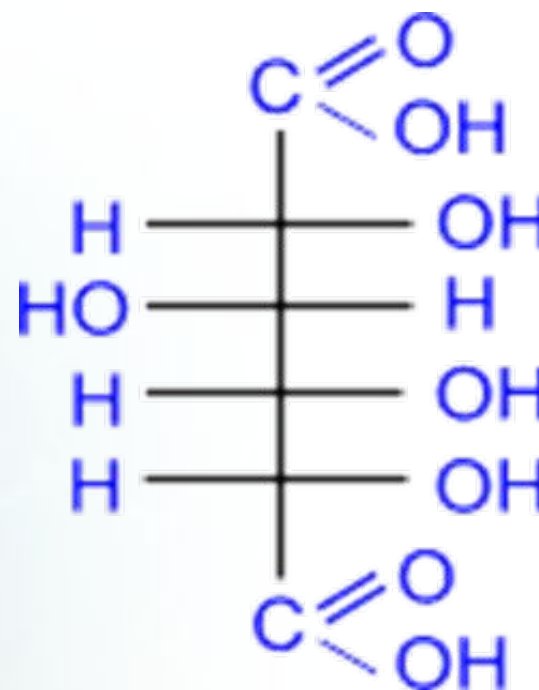
D- галактонова
кислота

в) реакція з концентрованою азотною кислотою:



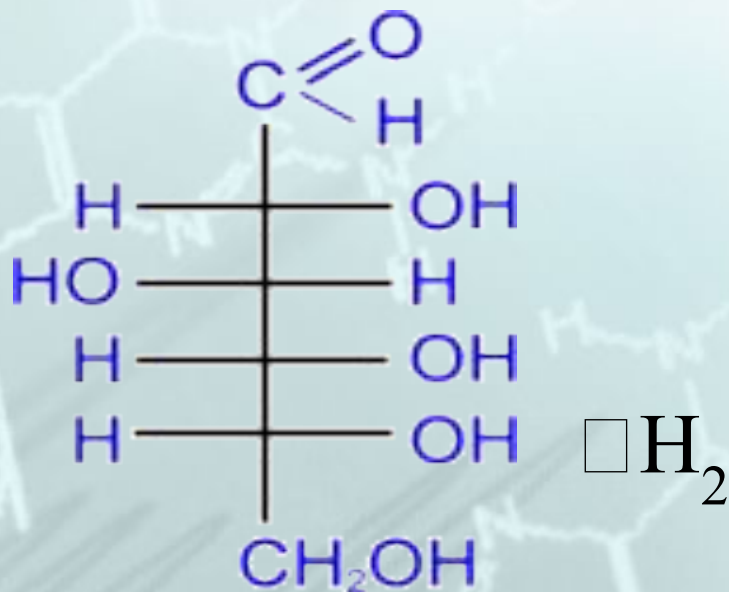
D-
ГЛЮКОЗА

HNO₃(конц.) □

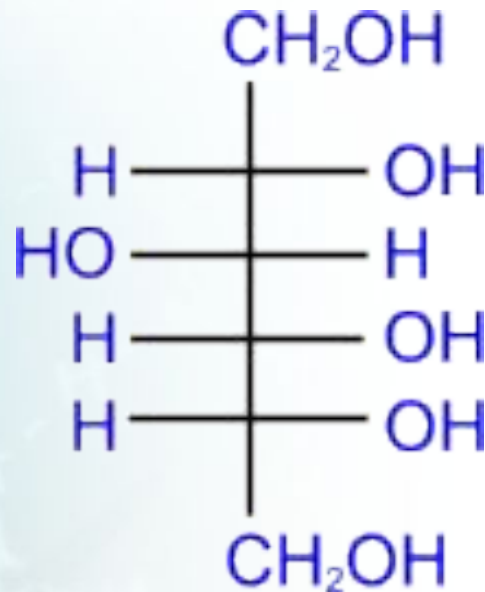


(D- глюкова)
кислота

- 2. **ВІДНОВЛЕННЯ** – призводить до утворення багатоатомних спиртів. Як відновник використовують водень.
-



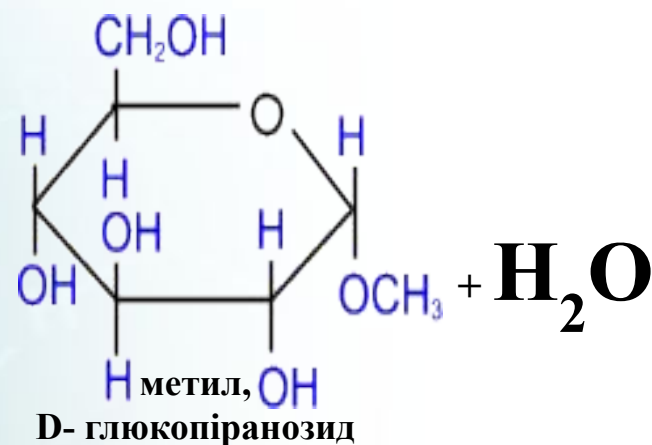
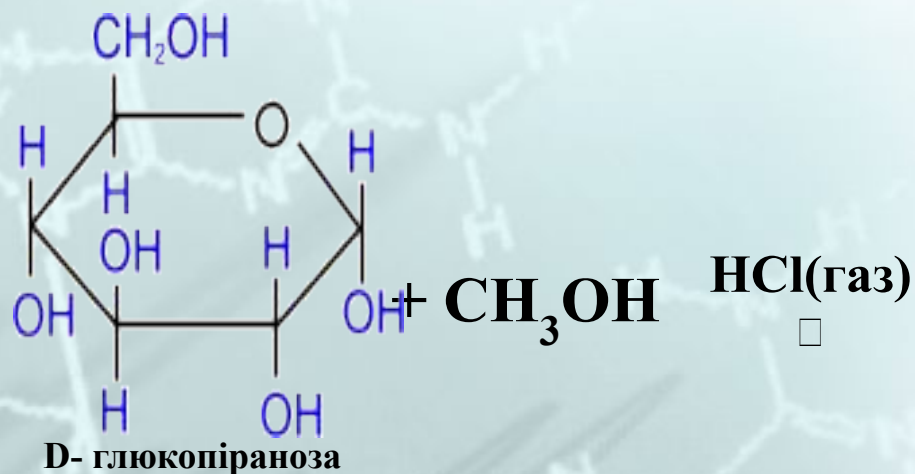
D- глюкоза



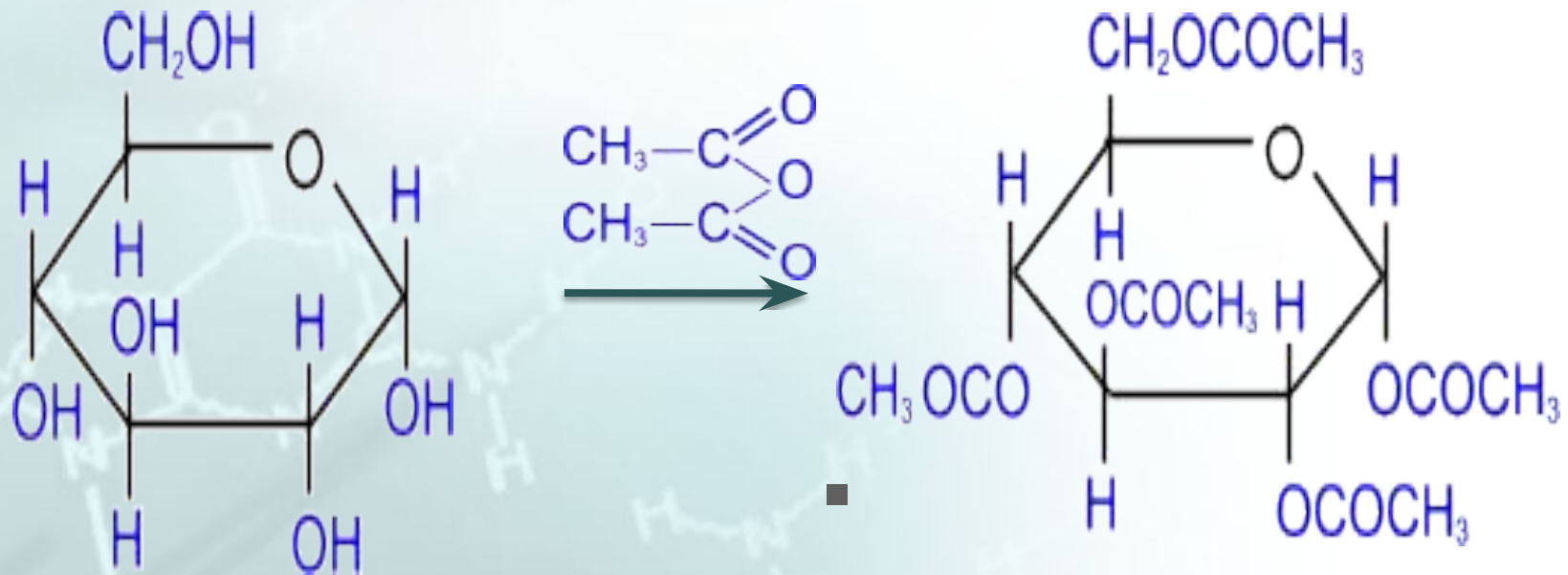
D- сорбіт

■ II. Реакції по гідроксильних групах

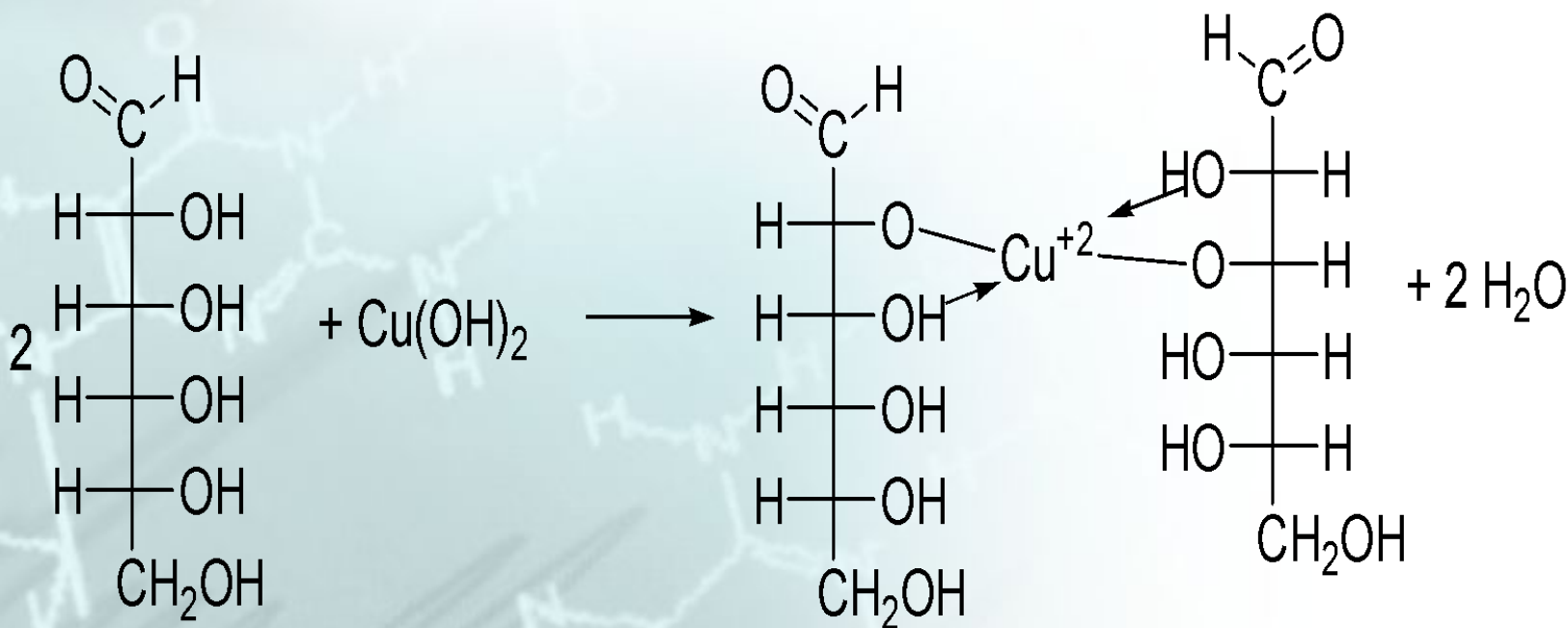
1. АЛКІЛУВАННЯ (утворення простих ефірів) -



■ 2. АЦИЛЮВАННЯ (утворення складних ефірів).



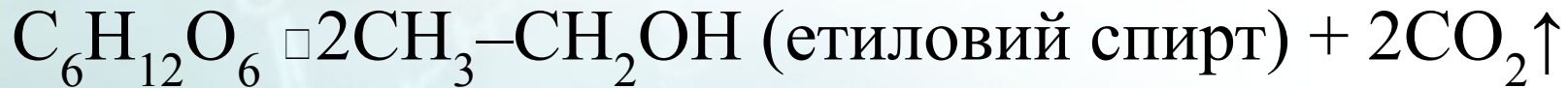
- 3. Як і всі багатоатомні спирти, глюкоза з гідроксидом міді (II) дає інтенсивне синє фарбування (***ЯКІСНА РЕАКЦІЯ***).



III. Специфічні реакції

- **БРОДІННЯ** - процес розщеплення молекул цукрів під впливом ферментів (ензимів): _____

а) спиртове бродіння



б) молочнокисле бродіння



Дисахариди.

- **ДИСАХАРИДИ** – при гідролізі утворюють два однакових або різних моносахариди.

Загальна формула - $C_{12}H_{22}O_{11}$

Дисахариди діляться на дві групи:

ВІДНОВНІ

НЕВІДНОВНІ

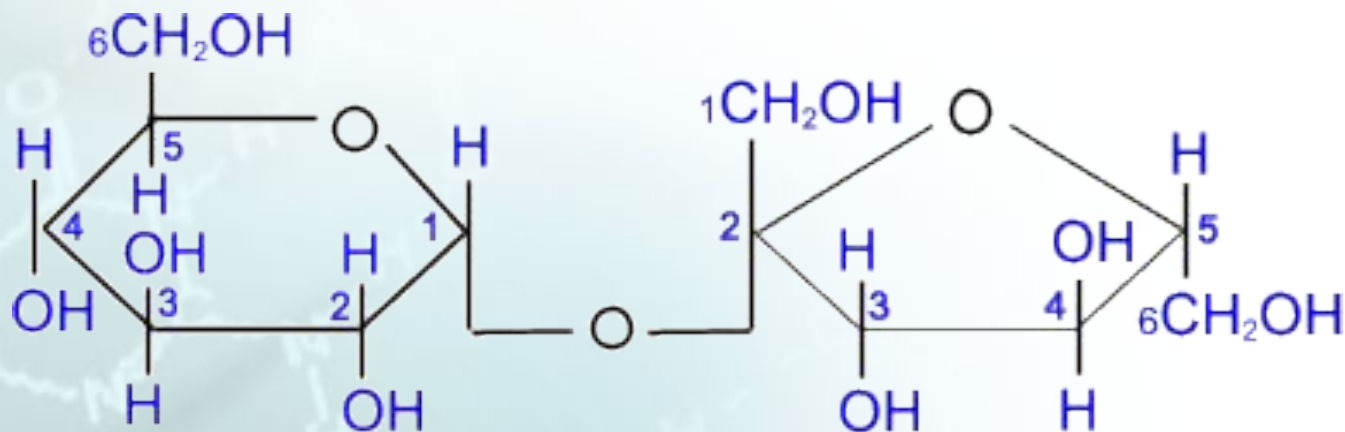
МАЛЬТОЗА

САХАРОЗА

ЦЕЛЛОБІОЗА

ЛАКТОЗА

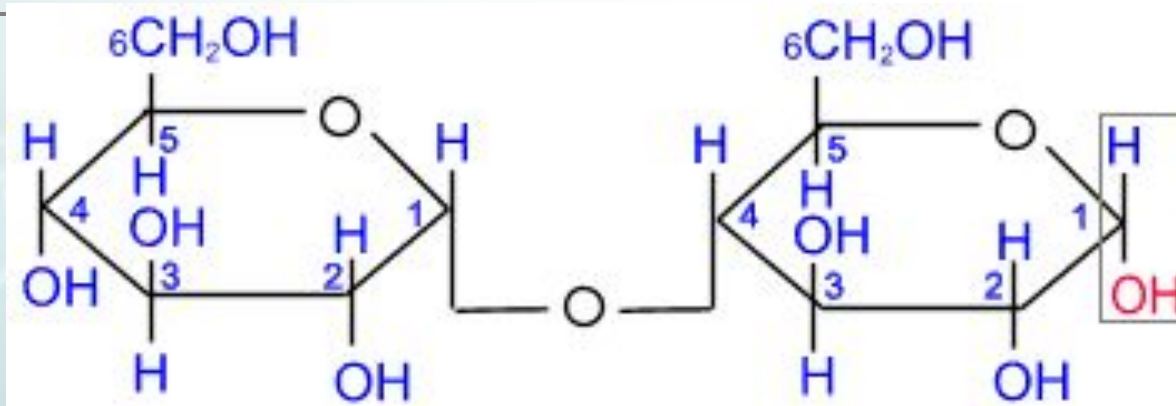
- □ До НЕВІДНОВНИХ дисахаридів відноситься **САХАРОЗА** Молекула сахарози побудована з *α* , *D*-глюкопіранози і *β* , *D*-фруктофуранози.
-



- Для сахарози характерні реакції по гідроксильних групах.

ВІДНОВНІ:

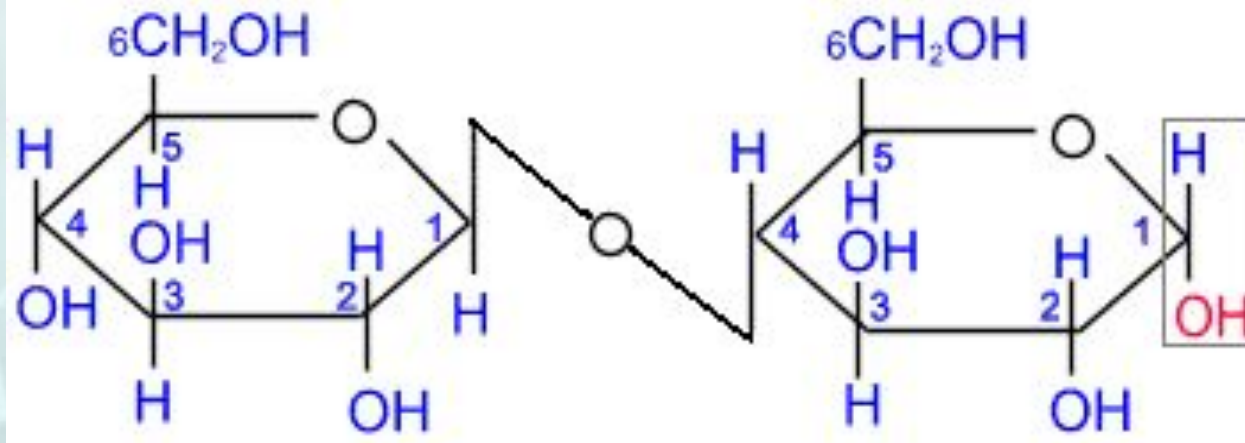
- 1) **МАЛЬТОЗА** (*солодовий цукор*)



(МАЛЬТОЗА: α, D - глюкопіраноза + α, D - глюкопіраноза)

- Мальтоза здатна вступати в реакції, характерні для альдегідів, і, зокрема, давати реакцію "срібного дзеркала", тому її називають **ВІДНОВНИМ** дисахаридом.

2) **ЦЕЛОБІОЗА**, виходить при неповному гідролізі полісахариду целюлози.

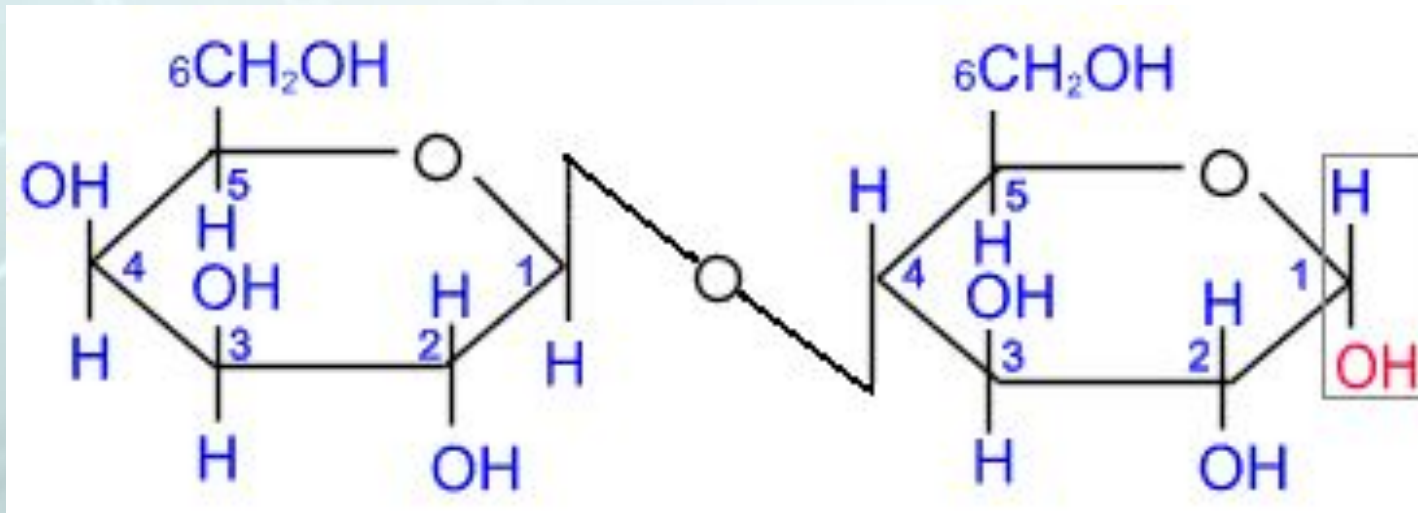


(ЦЕЛОБІОЗА: β ,D- глюкопіраноза + β ,D- глюкопіраноза)

Целлобіоза, як і мальтоза складається з двох залишків D- глюкопіранози.

3) **ЛАКТОЗА** (молочний цукор)

міститься в молоці (4-5%) і одержується з молочної сироватки.



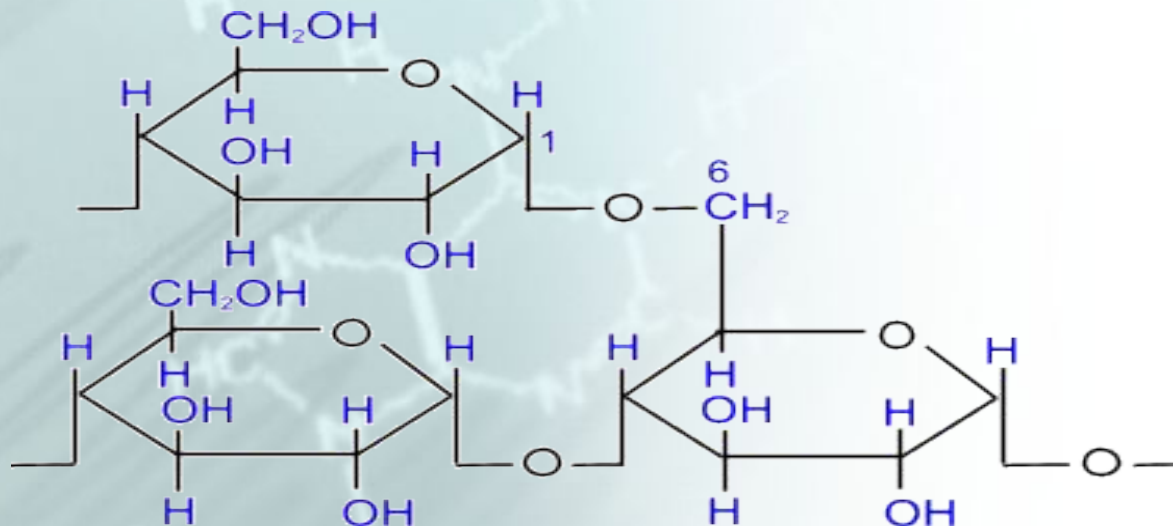
(ЛАКТОЗА: β ,D- галактопіраноза + α ,D- глюкопіраноза)

Полісахариди

- Загальна формула полісахаридів $(C_6H_{10}O_5)_n$.
Найважливіші з полісахаридів – це **КРОХМАЛЬ** і **ЦЕЛЮЛОЗА** (клітковина). Вони побудовані із залишків **ГЛЮКОЗИ**.

Крохмаль

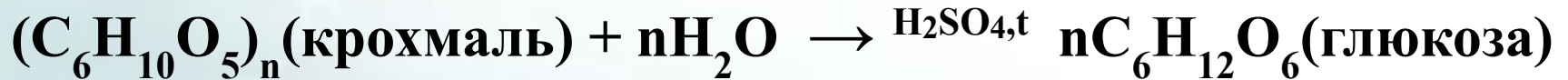
Будова молекули (розгалужений ланцюг)



Крохмаль

■ Хімічні властивості

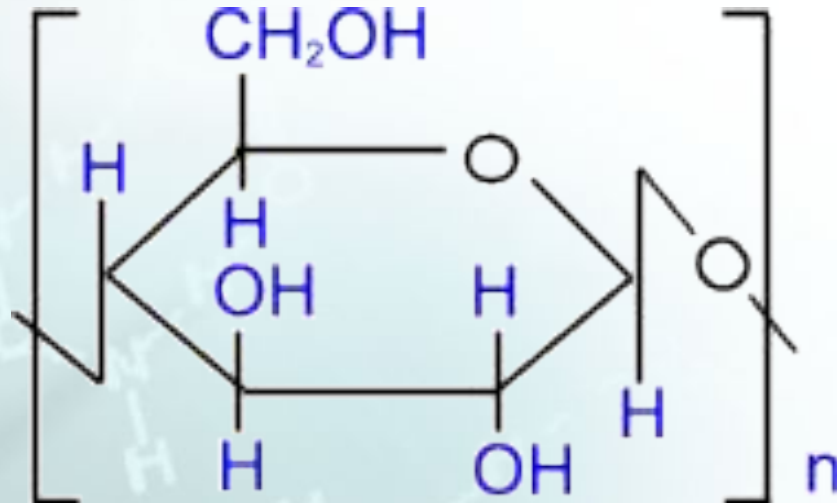
Крохмаль легко піддається гідролізу



- Якісною реакцією на крохмаль є його взаємодія з йодом – спостерігається інтенсивне синє забарвлення.
- Крохмаль не вступає в реакцію "срібного дзеркала".

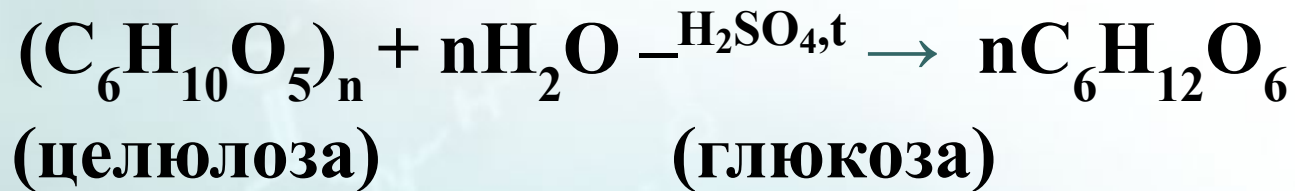
Целюлоза (клітковина)

Будова молекули (лінійний ланцюг)



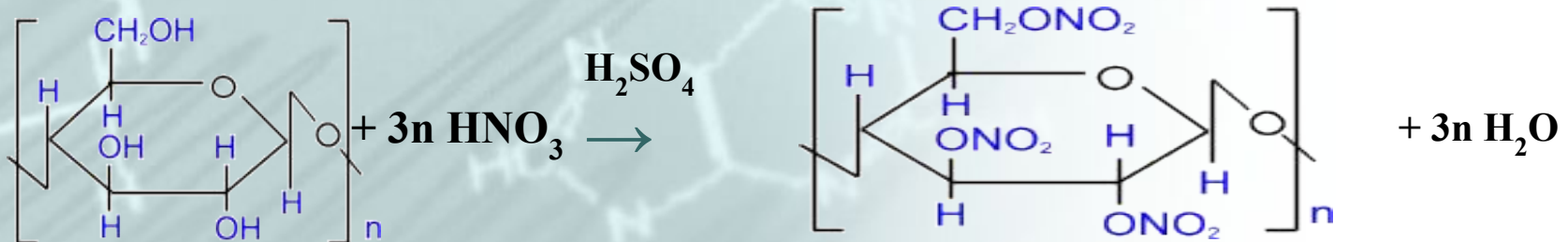
Хімічні властивості

- 1. Як і крохмаль, целюлоза при кислотному гідролізі дає глюкозу.



Целюлоза не дає реакції "срібного дзеркала".

- 2. Реакції етерифікації (утворення складних ефірів). Найбільше практичне значення мають реакції з азотною кислотою.



ГЕТЕРОПОЛІСАХАРИДИ. ПОЛІСАХАРИДИ СПЛУЧНОЇ ТКАНИНИ

ХОНДРОЇТИНСУЛЬФАТ — основний компонент - хрящів, сухожилля, шкіри, кісток.

ГІАЛУРОНОВА КИСЛОТА — міститься у скловидному тілі ока, хрящів, суглобній рідині.

ГЕПАРИН міститься у великій кількості в печінці, легенях, в менших — у скелетних м'язах.

Гепарин перешкоджає зсіданню крові, бере участь в обміні ліпідів, жирів і холестерину. Застосовується в медицині як **антикоагулянтний засіб**.