

# Углеводы



**углеводы**

```
graph TD; A[углеводы] --> B[моносахариды]; A --> C[олигосахариды]; A --> D[полисахариды]
```

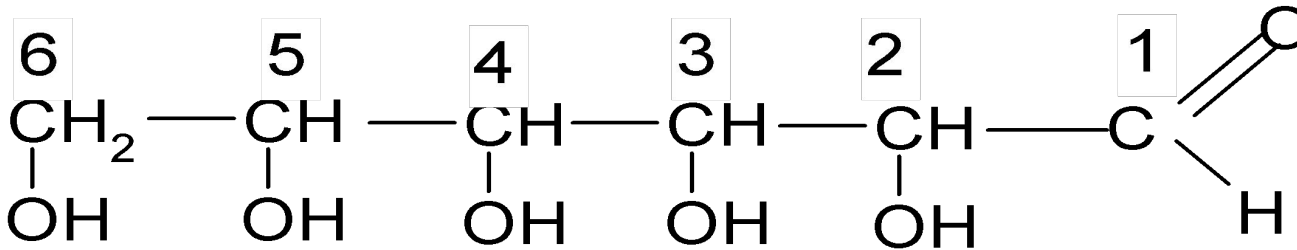
**моносахариды**

**олигосахариды**

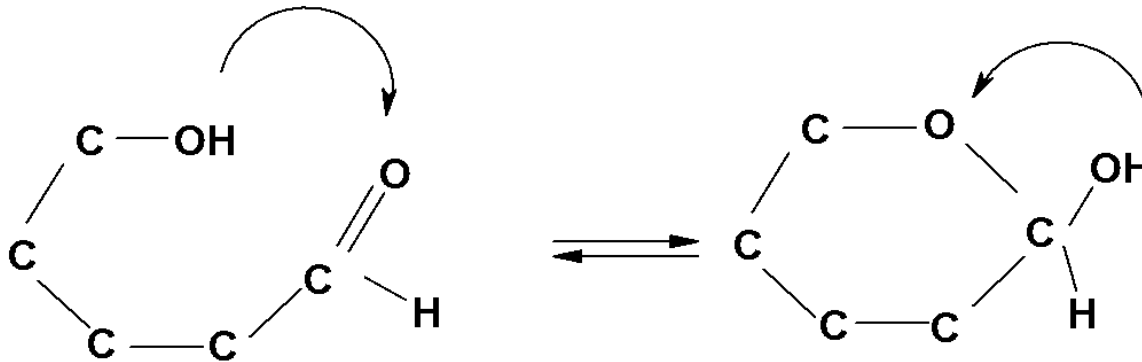
**полисахариды**

# 1.МОНОСАХАРИДЫ

# 1.МОНОСАХАРИДЫ



## ЦИКЛО - оксо-таутомерия



**полуацетальная форма  
моносахаридов**

# Классификация моносахаридов

## 1. Альдопентозы

D-рибоза, D-ксилоза, D-дезоксирибоза

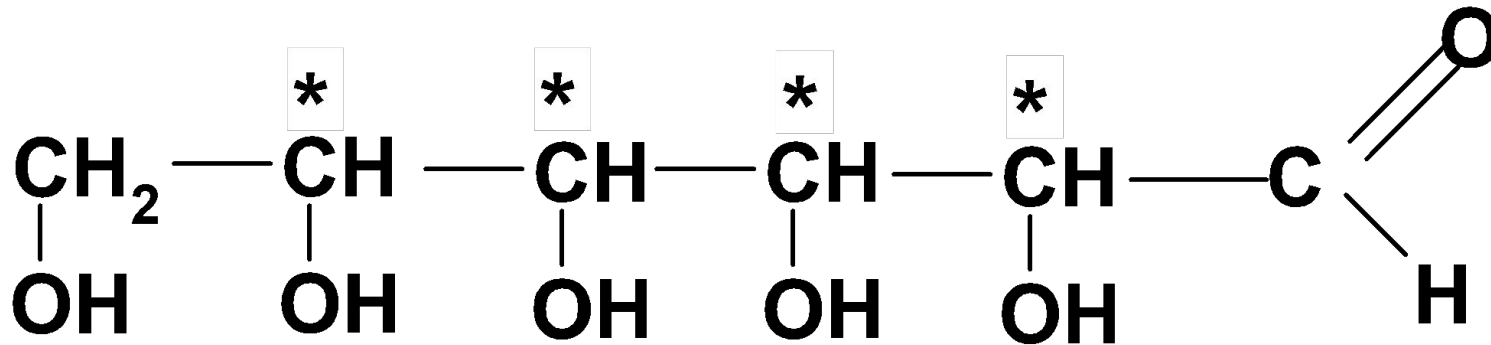
## 2. Альдогексозы

D-глюкоза, D-манноза, D-галактоза

## 3. Кетогексозы

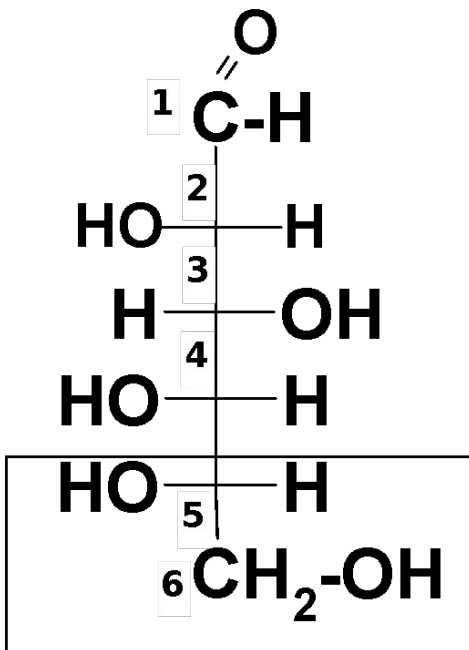
D-фруктоза

# **Стереои́зомерия моносахаридов**

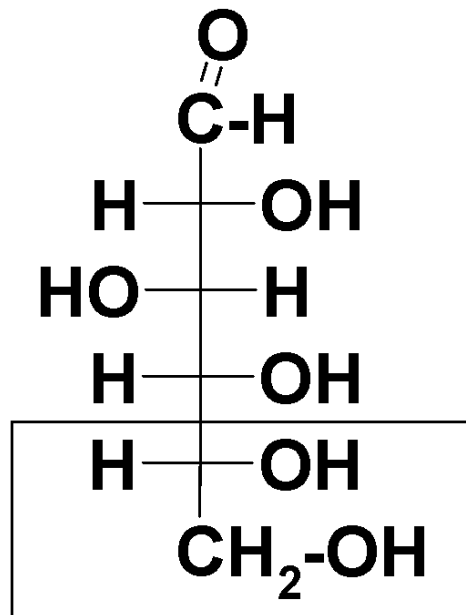


**Альдогексозы** 4 центра хиральности  
 $2^4 = 16$  стереоизомеров

# Пример энантиомеров моносахаридов



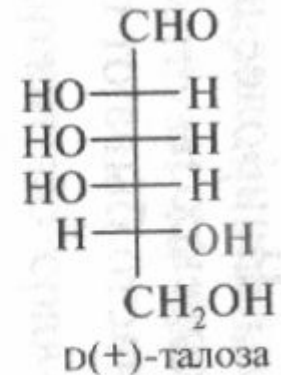
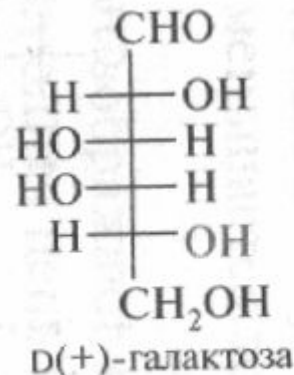
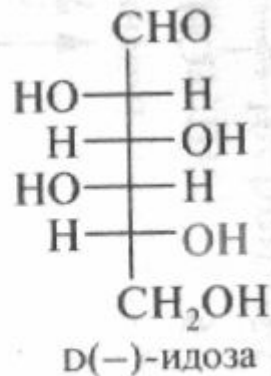
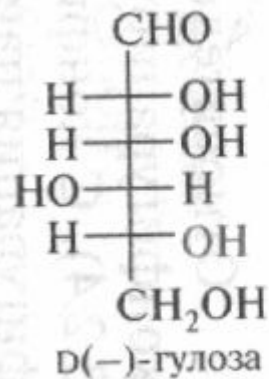
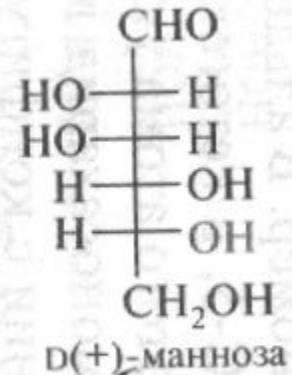
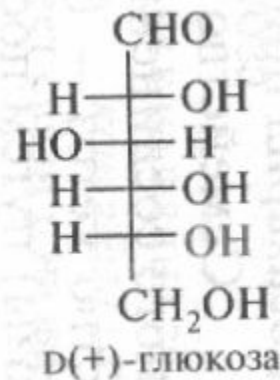
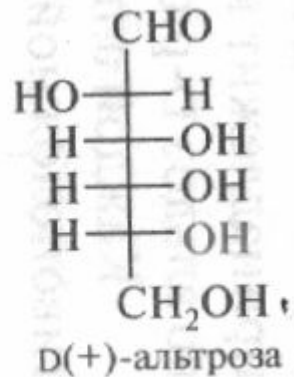
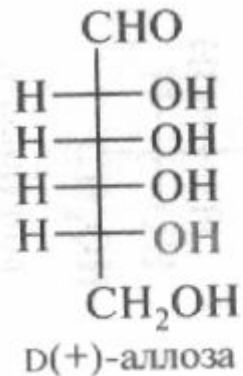
L- ГЛЮКОЗА



D- ГЛЮКОЗА

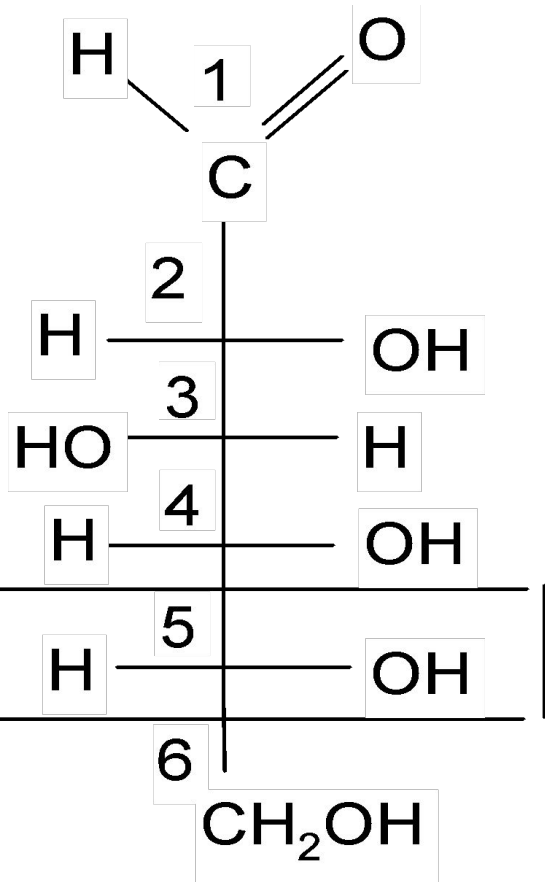


# Альдогексозы. Диастереомеры. Эпимеры

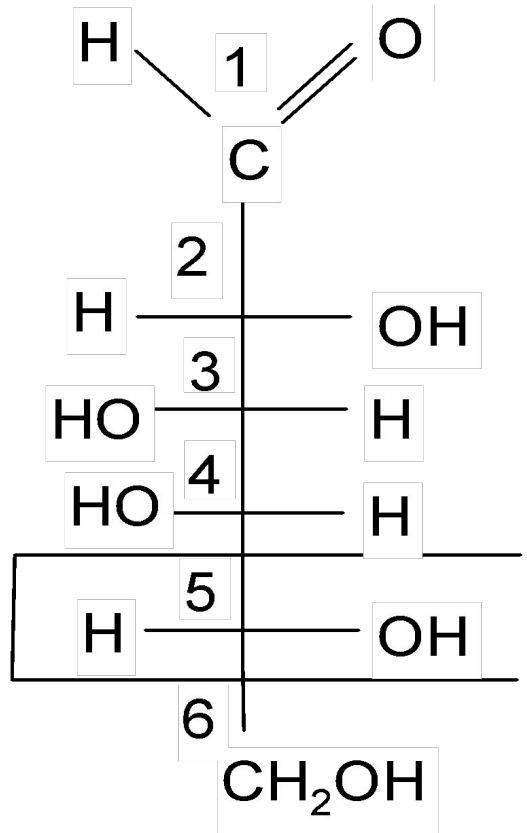


**Строение и  
свойства  
моносахаридов.  
Цикло-оксо-  
таутомерия**

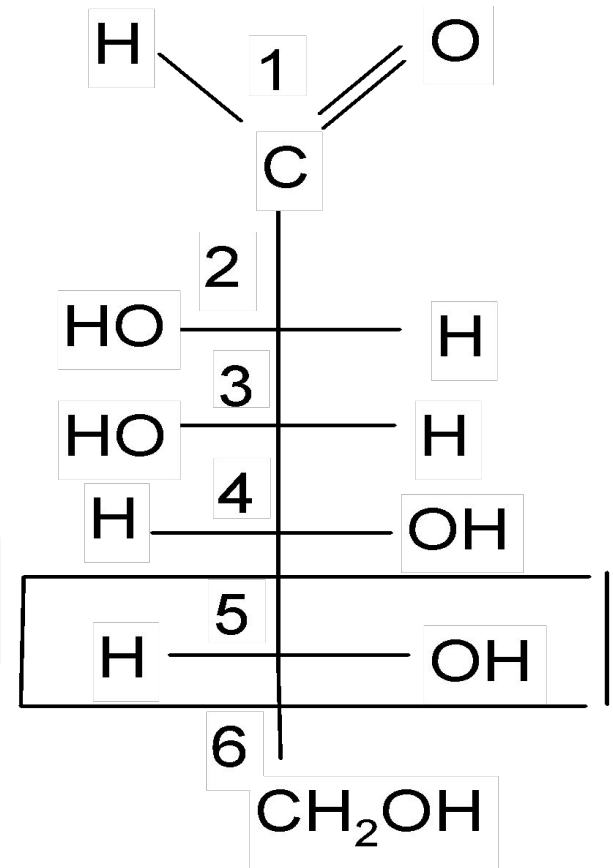
## 2.Альдогексозы



1.D-глюкоза



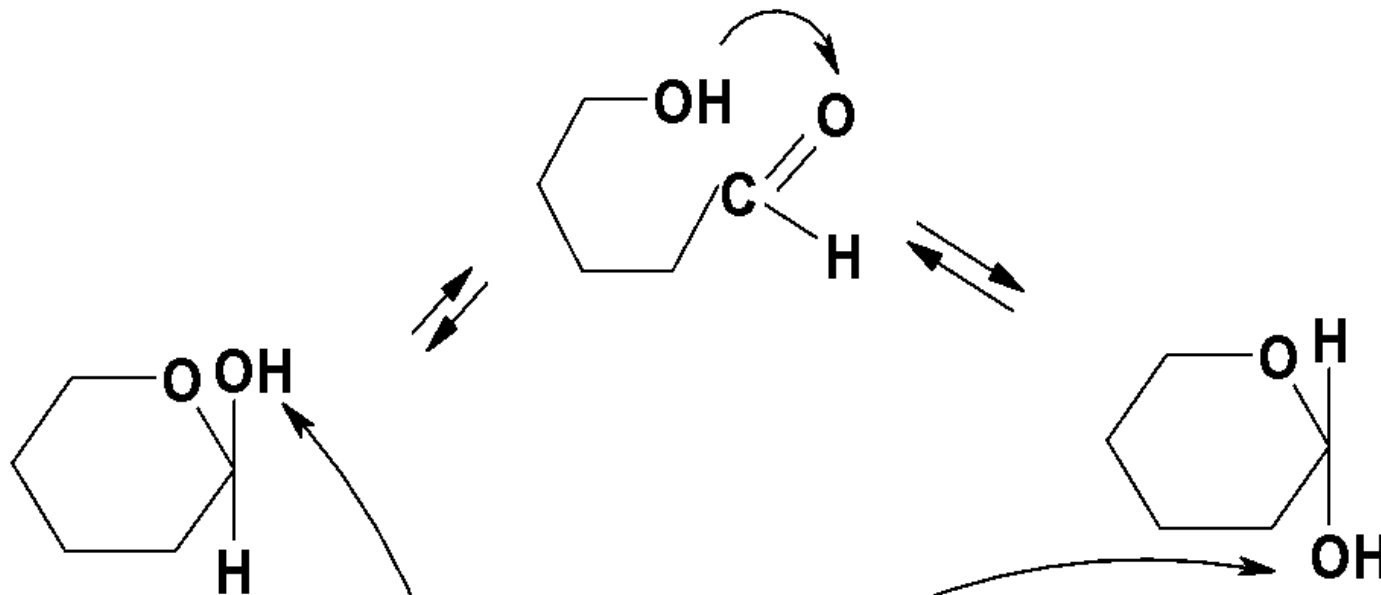
2.D-галактоза



3.D-манноза

# Цикл-оксо таутомерия

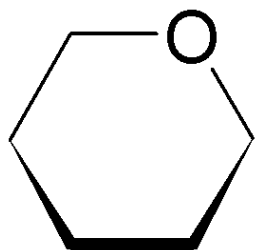
$\delta$ -гидроксиальдегид



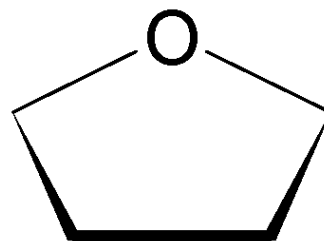
полуацеталь

полуацеталь

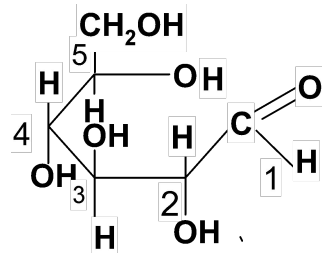
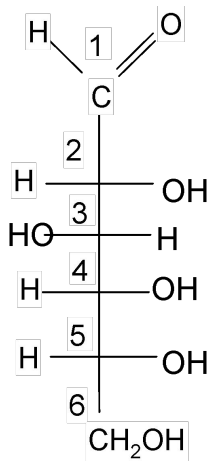
полуацетальный или гликозидный гидроксил



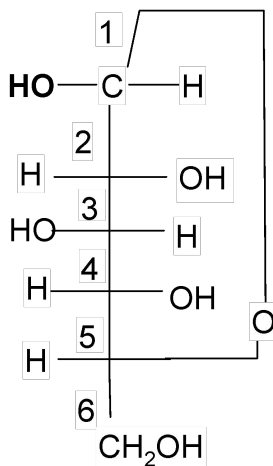
**пиранозный цикл**



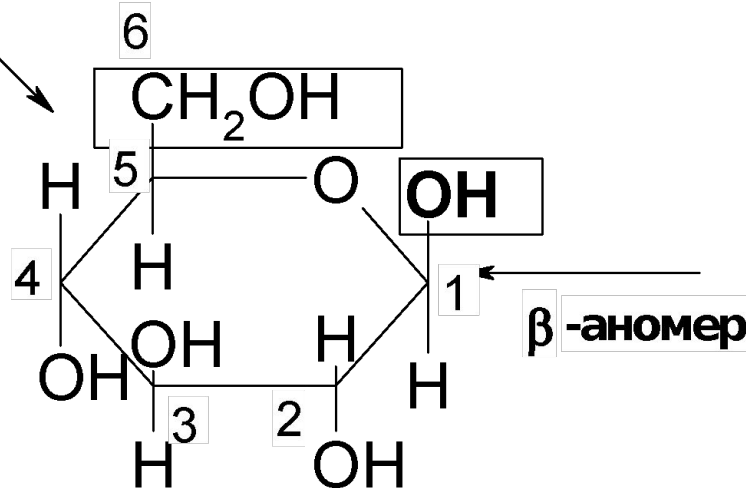
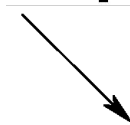
**фуранозный цикл**



**Формула  
Фишера**

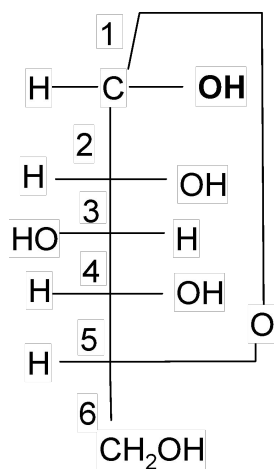
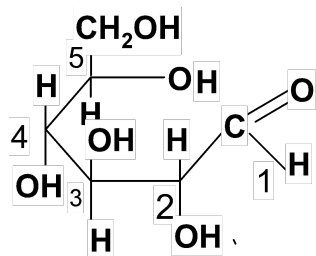


**D - ряд**

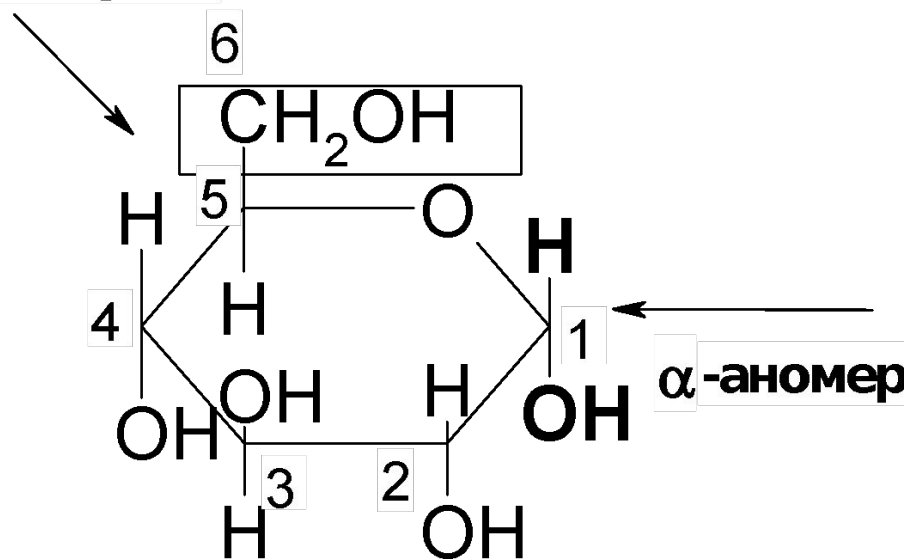


**формула Хеуорса**

**β –аномер глюкозы    β, D -глюкопираноза**



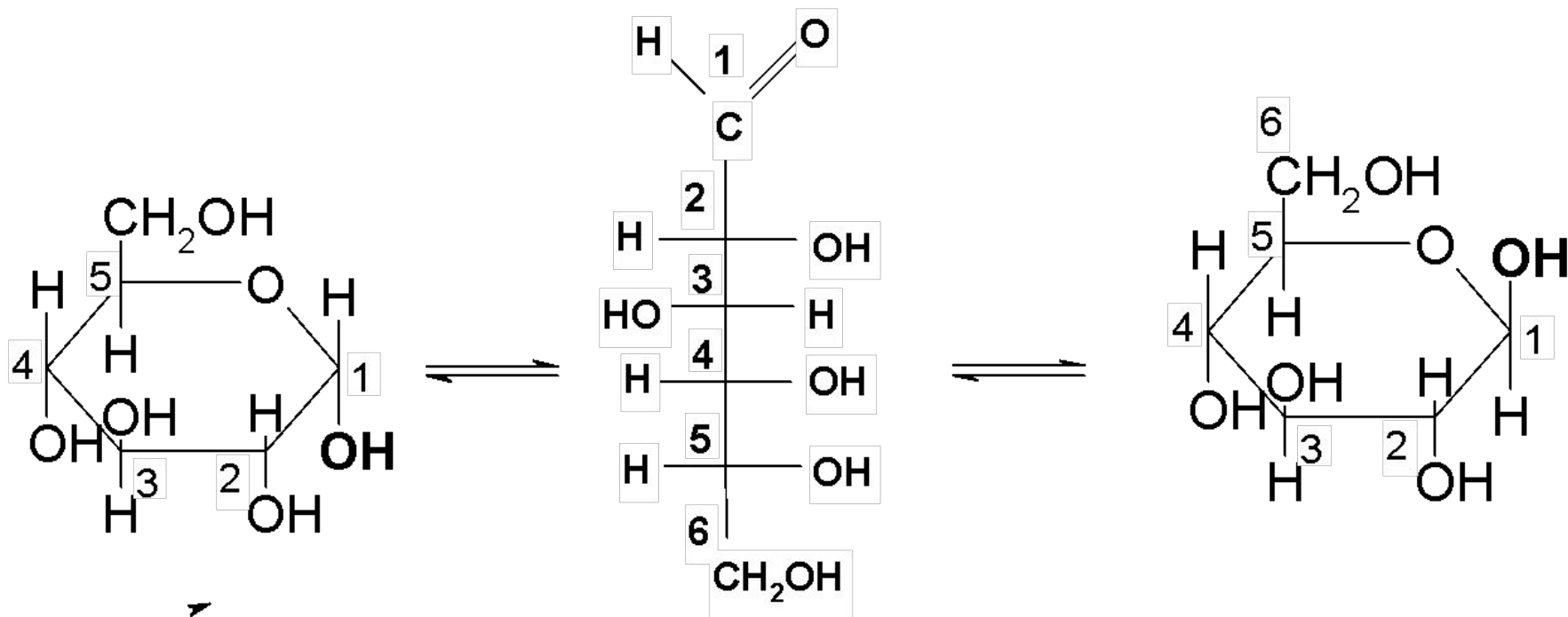
**D - ряд**



**формула Хеуорса**

**$\alpha$  –аномер глюкозы     $\alpha$ , D -глюкопираноза**

# Цикло-оксо таутомерия глюкозы



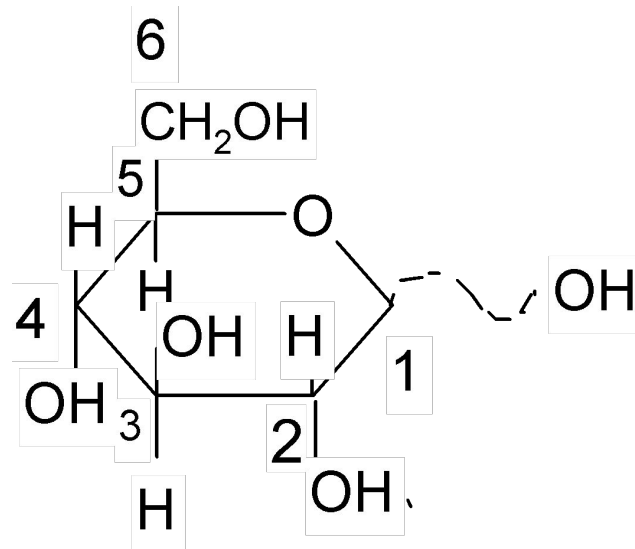
$\alpha$ , D-глюкопираноза

D-глюкоза

$\beta$ , D-глюкопираноза

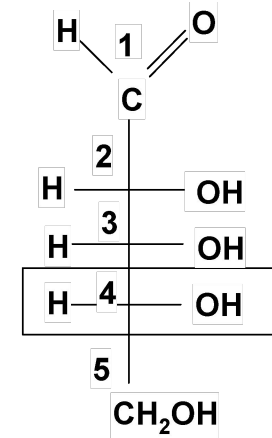


# D-глюкопираноза

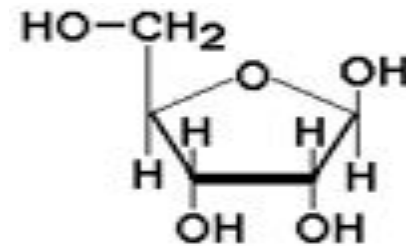
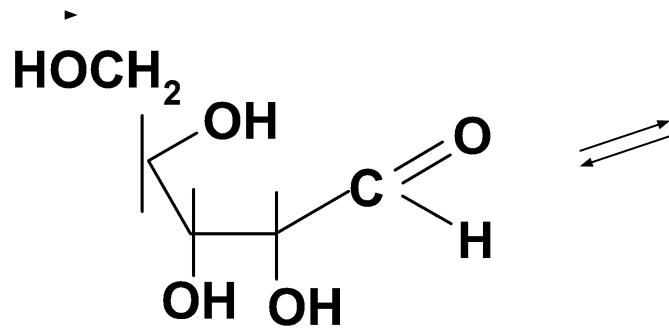


# 1.Альдопентозы

## 1.D-рибоза

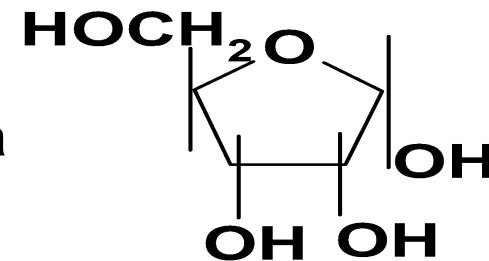


## цикло-оксо-таутомерия D-рибозы

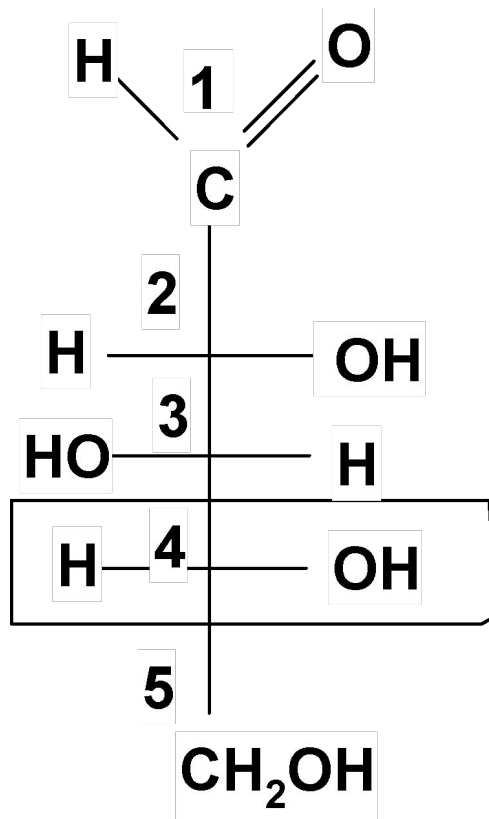


β,D-рибофураноза

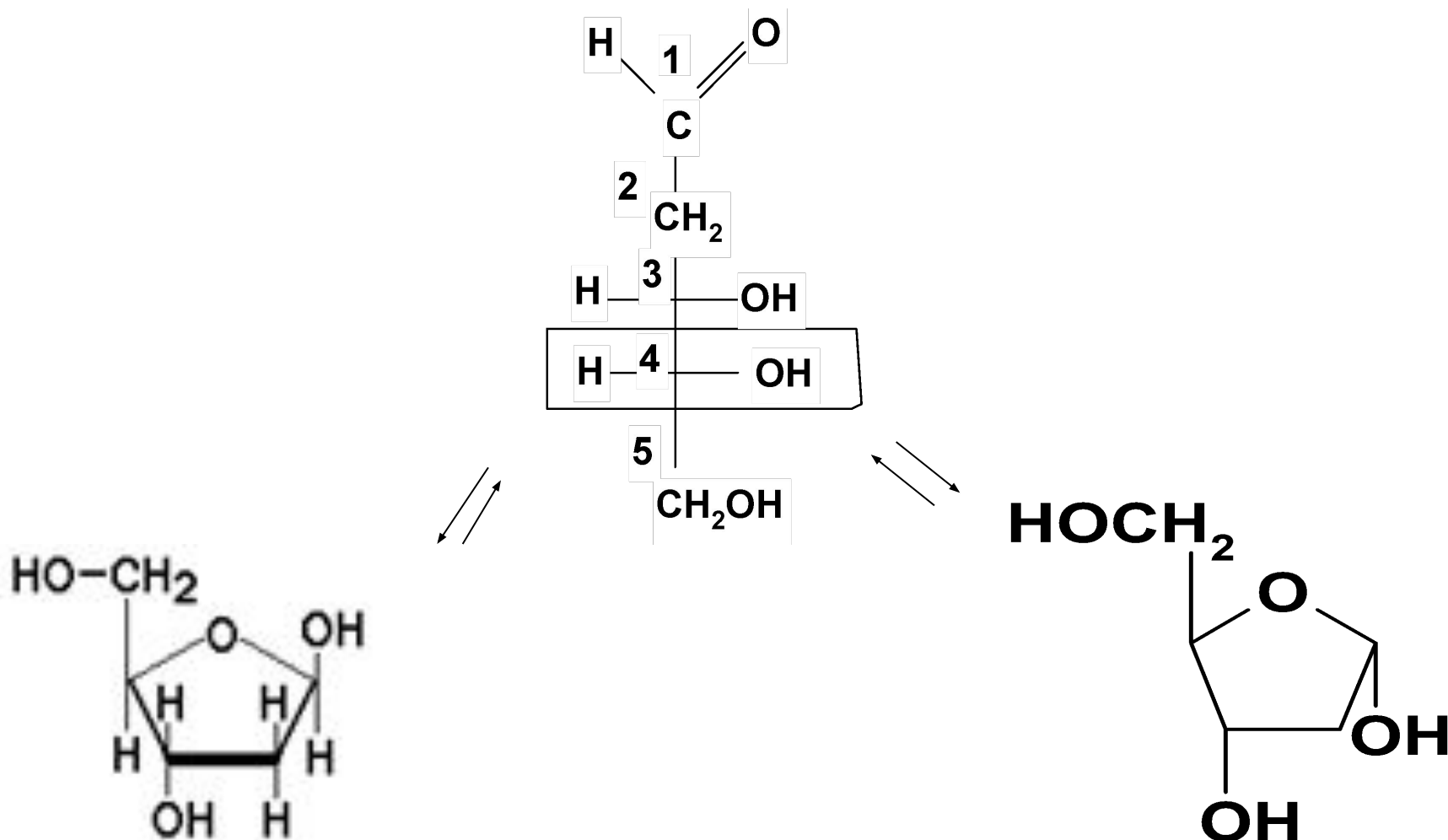
α,D-рибофураноза



# 2.D-ксилоза



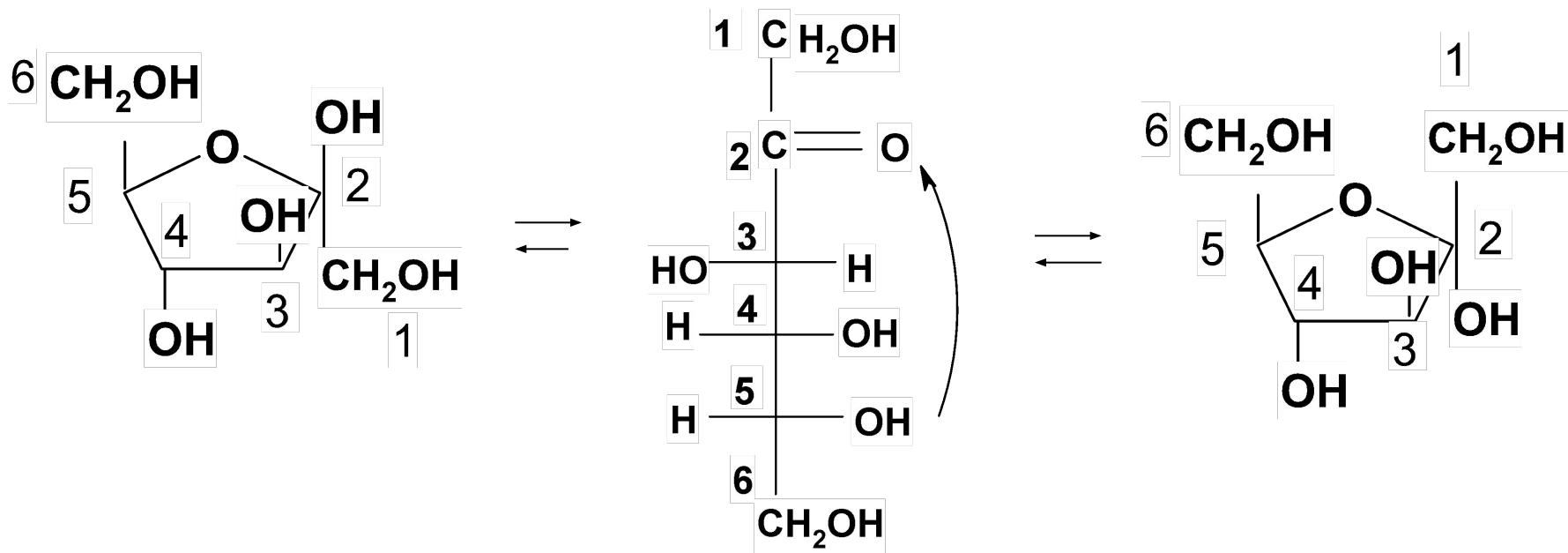
### 3. 2-дезокси-D-рибоза



# 3. Кетогексозы

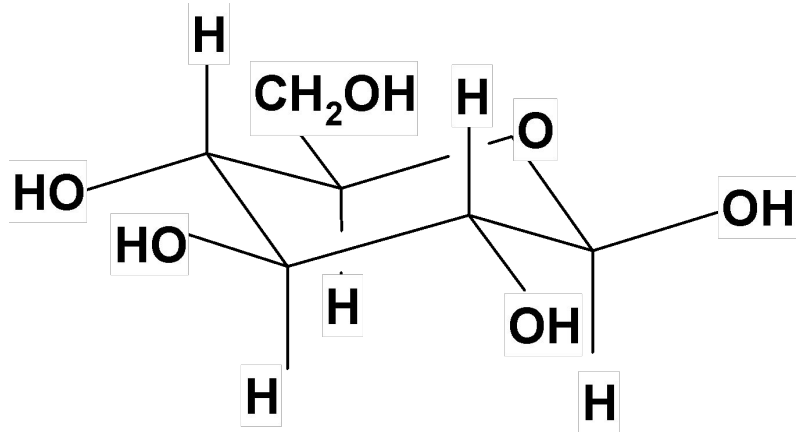
D-фруктоза

Цикло-оксо-таутомерия

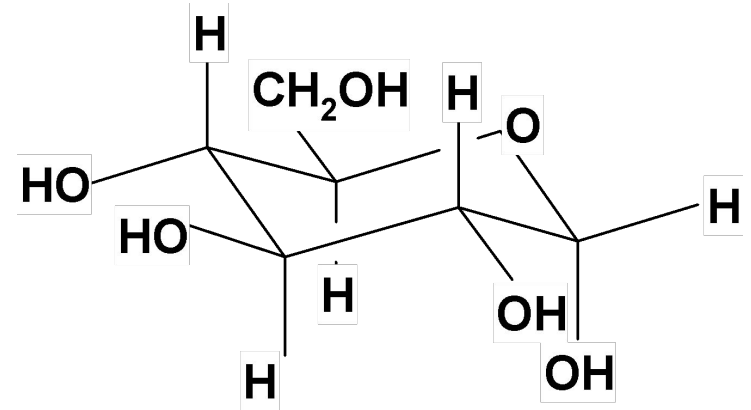


# **Конформации моносахаридов**

# Глюкоза. Конформация «кресло»

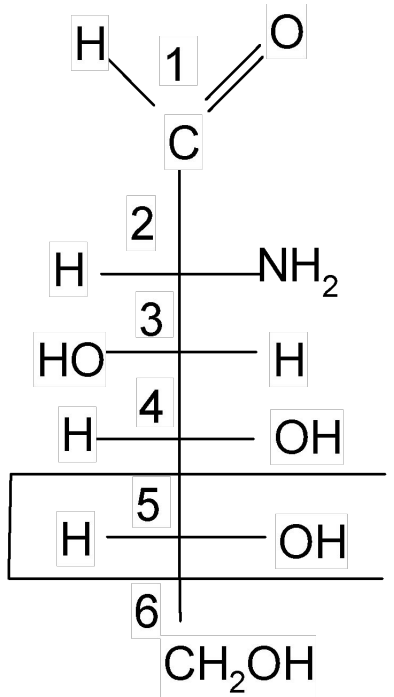


**$\beta$ -D-глюкопираноза,**

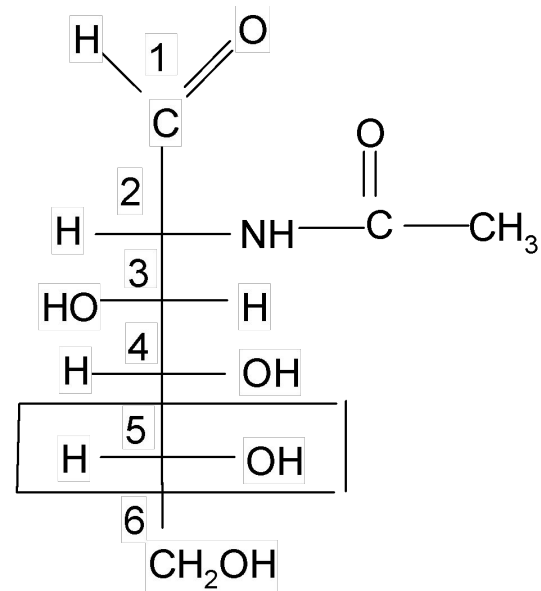


**$\alpha$ -D-глюкопираноза.**

# Аминосакхара

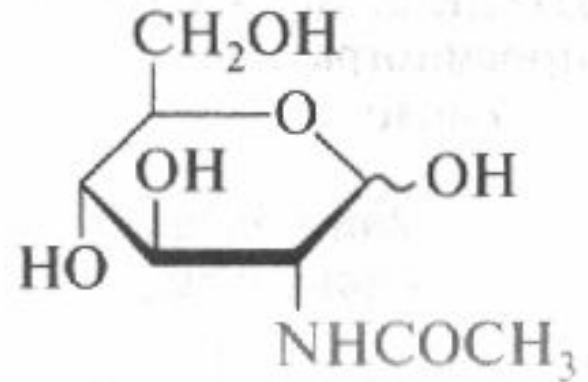
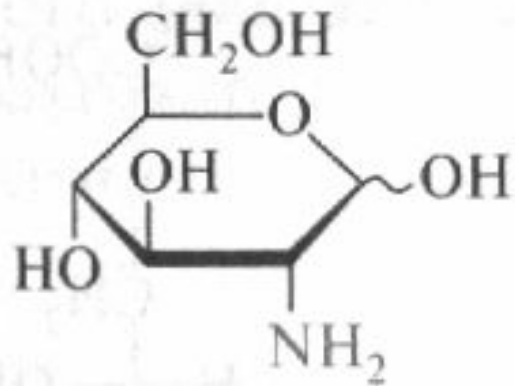
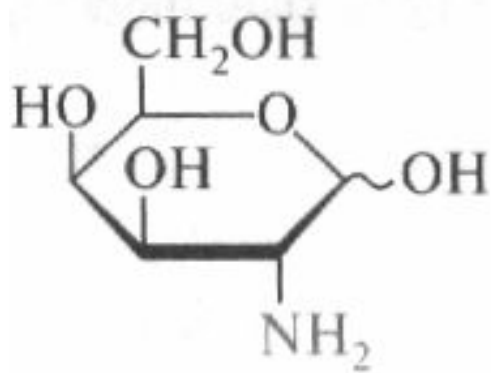


**Глюкозамин**



**N-ацетилглюкозамин**



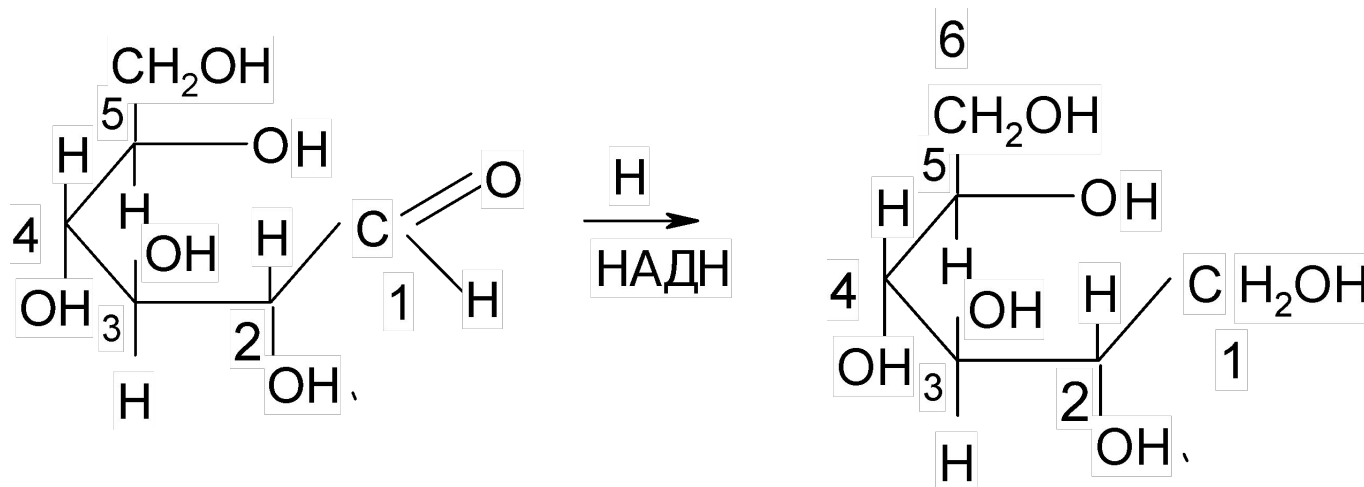


**галактозамин    глюкозамин    N-ацетилглюкозамин**

# **Химические свойства моносахаридов**

# 1. Окислительно – восстановительные реакции

## **А. Восстановление**

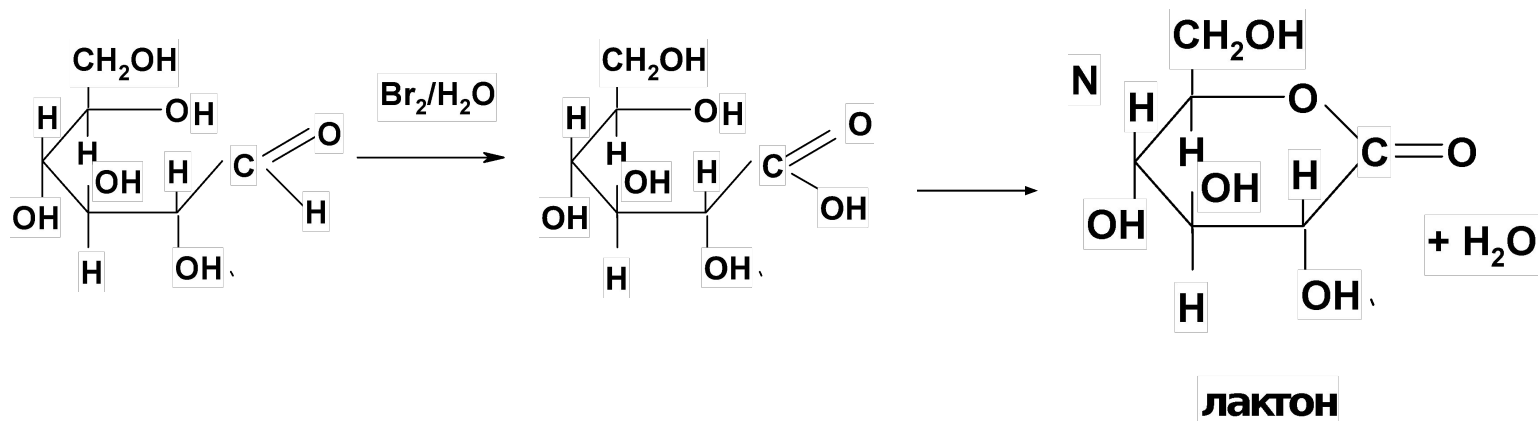


**глюкоза**

**сорбит**

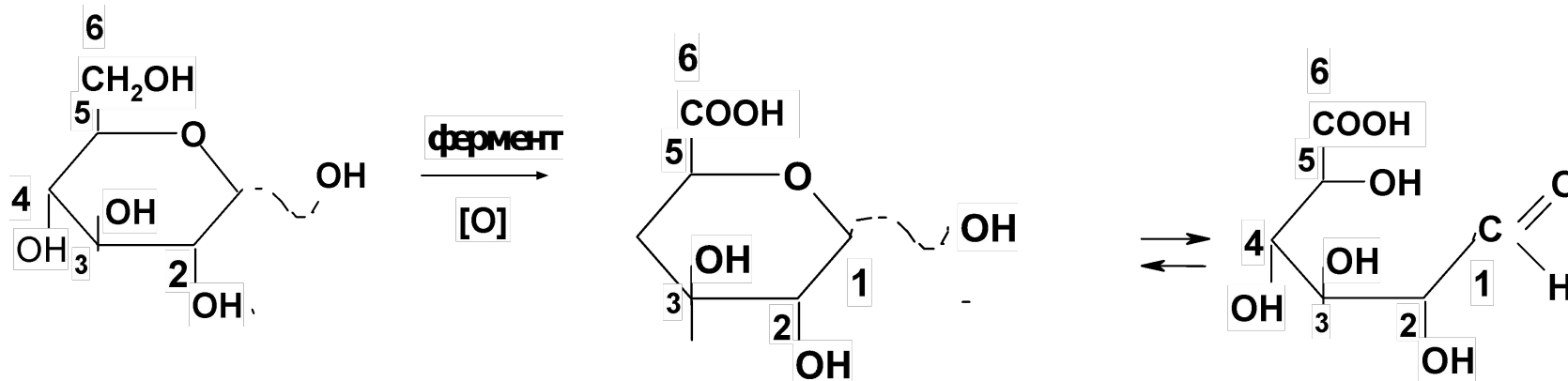
# Б. Окисление

## 1. Мягкое окисление, $\text{Br}_2/\text{H}_2\text{O}$



**D- глюкоза D- глюконовая кислота и ее  $\delta$ -лактон**

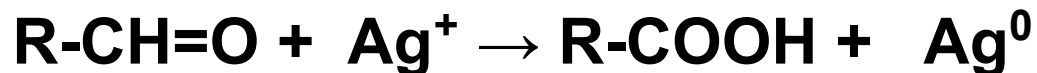
## 2. Ферментативное окисление. Образование уроновых кислот



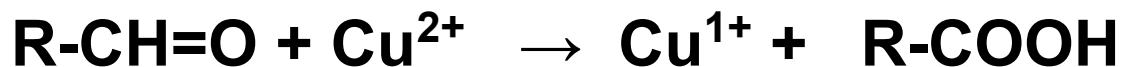
**глюкуроновая кислота**

### 3. Окисление в щелочной среде при нагревании – качественная реакция на альдозы

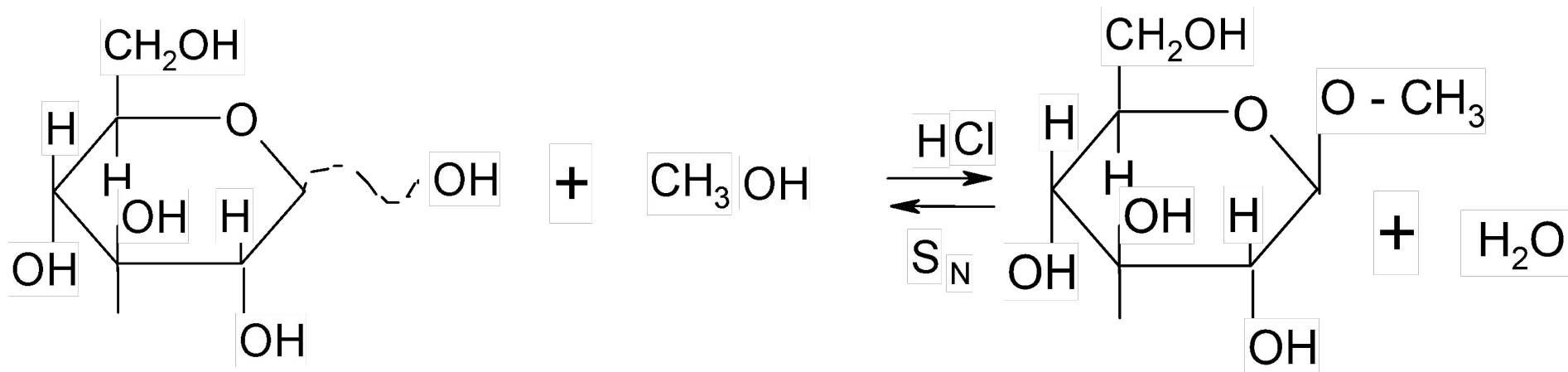
1. реактив Толленса  $\text{Ag}(\text{NH}_3)_2\text{OH}$   
(реакция “серебряного зеркала”)



2. реактив Феллинга - хелатный комплекс  $\text{Cu}(\text{OH})_2$  и виннокаменной КИСЛОТЫ

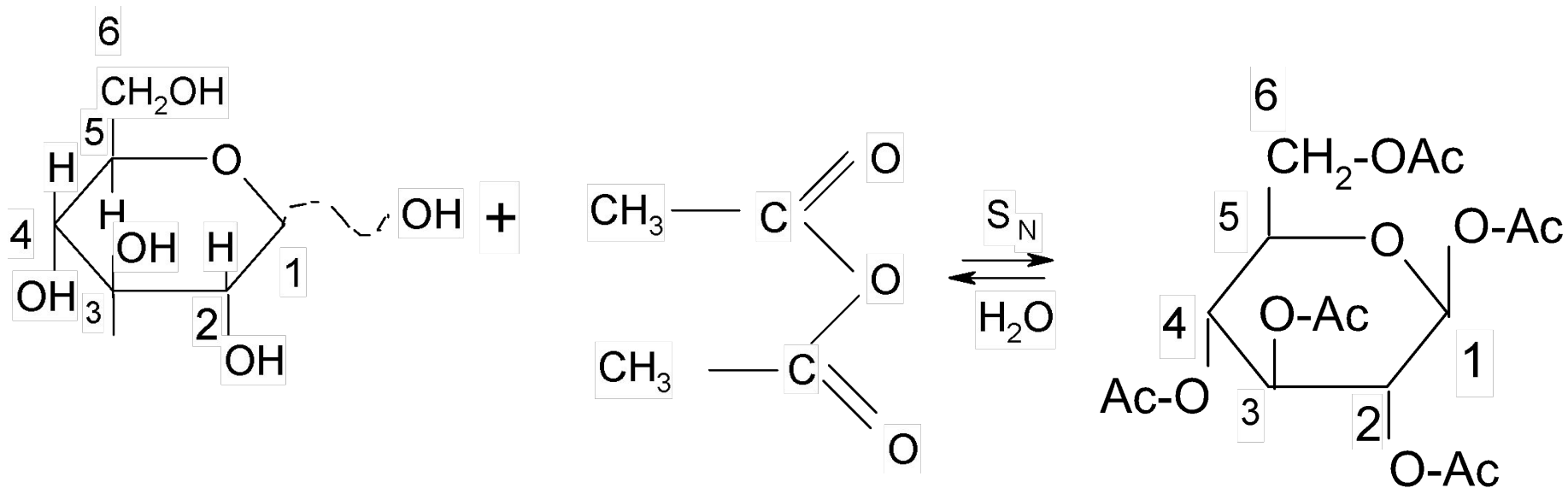


## 2. Образование гликозидов

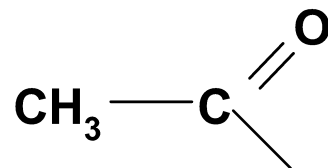


**O-метилгликозид**

# 3. Образование сложных эфиров

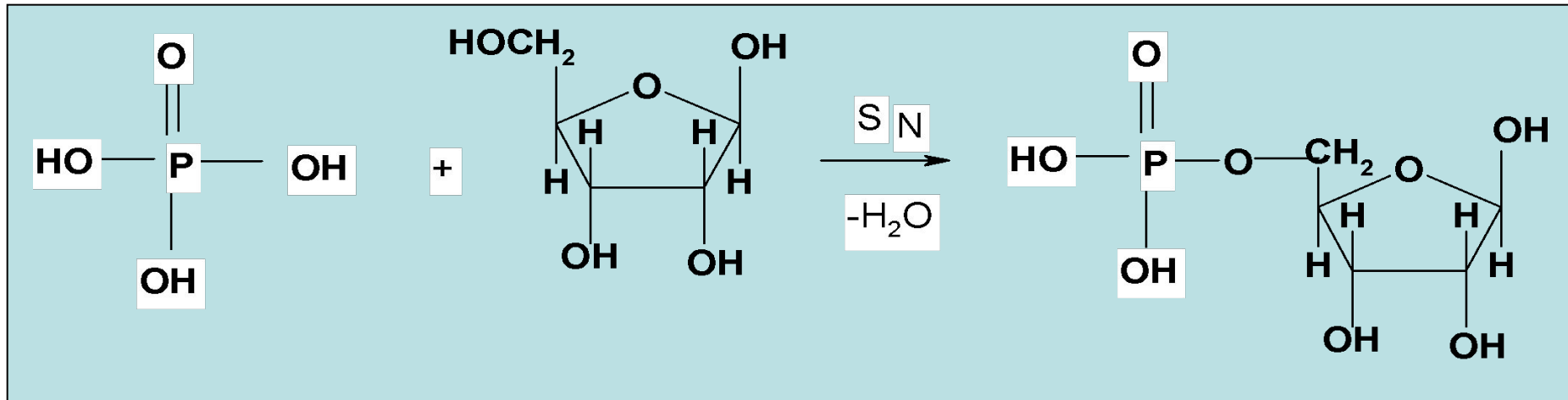
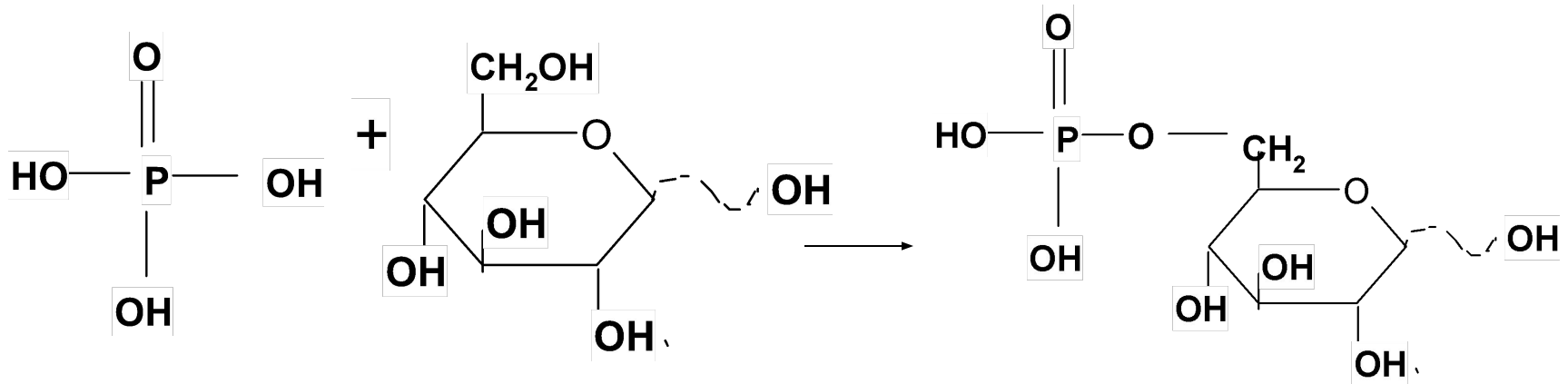


Где Ac - ацетил:





# ФОСФОРИЛИРОВАНИЕ МОНОСАХАРИДОВ



# **Олигосахариды**

**Стр.400-405**

# Дисахариды

## 1. Восстанавливающие

мальтоза

целлобиоза

лактоза

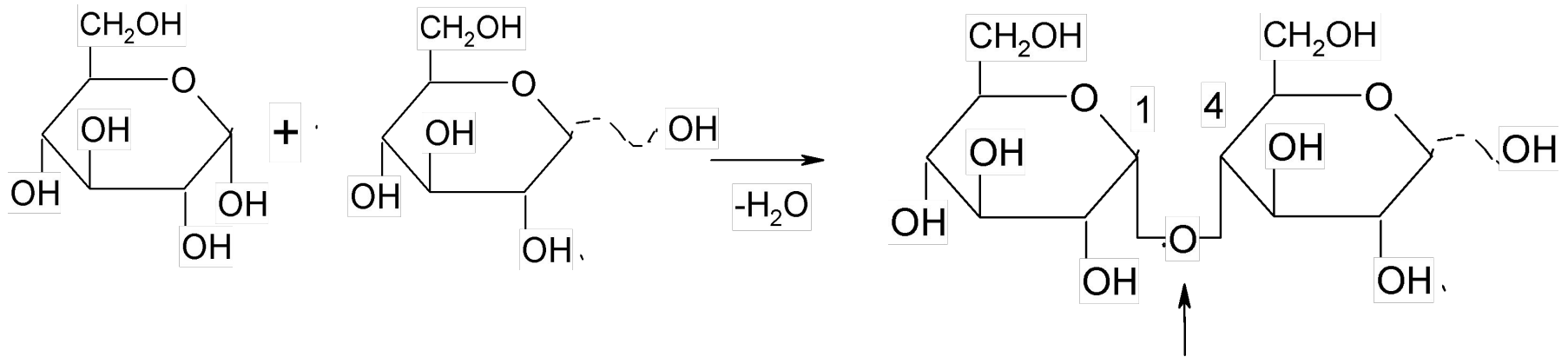
## 2. Невосстанавливающие

сахароза

# 1. Восстанавливающие дисахариды

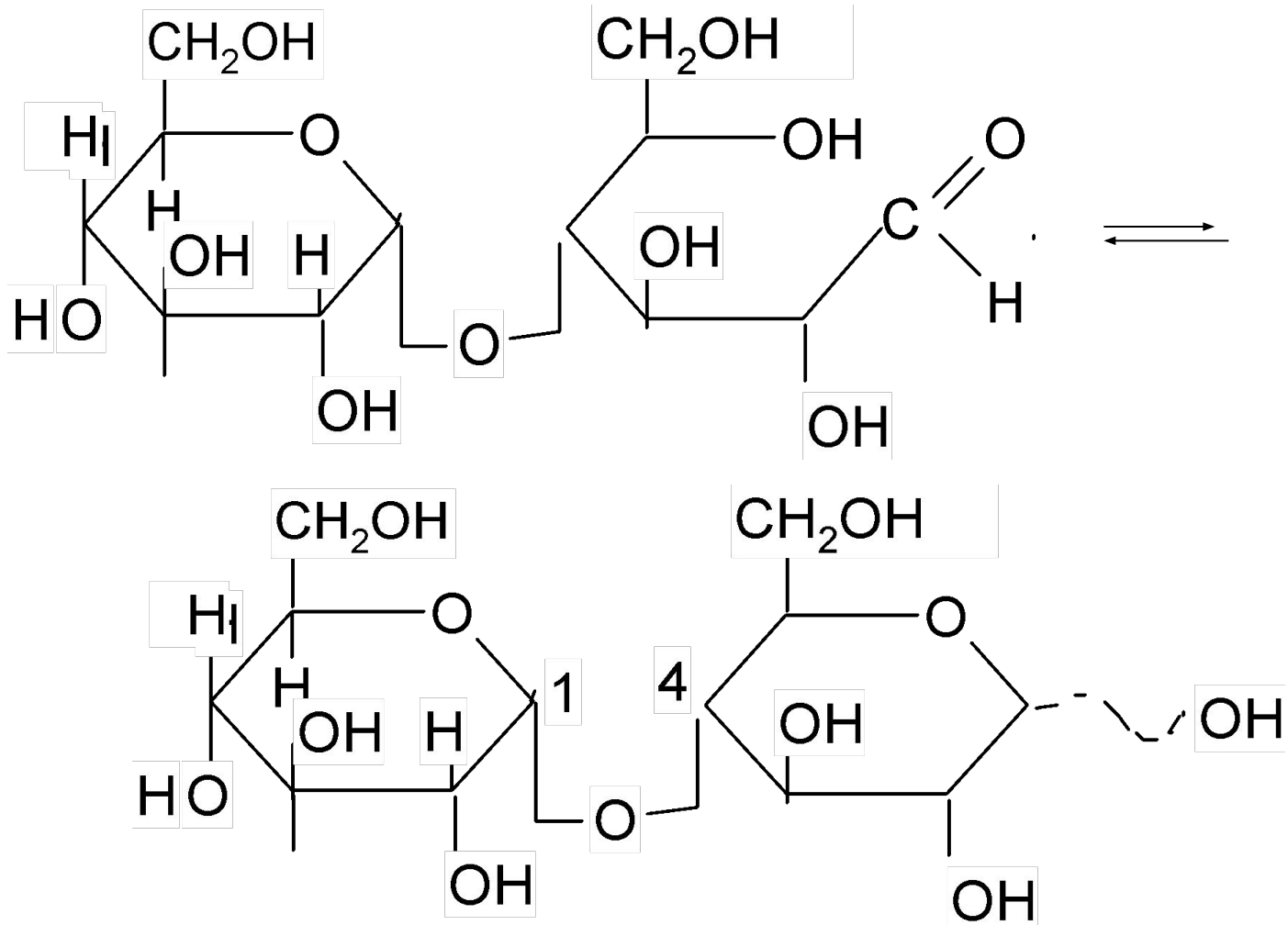
# А. Мальтоза.

Мономер -  $\alpha$  D-глюкопираноза,  
гликозидная связь  $\alpha(1 \rightarrow 4)$

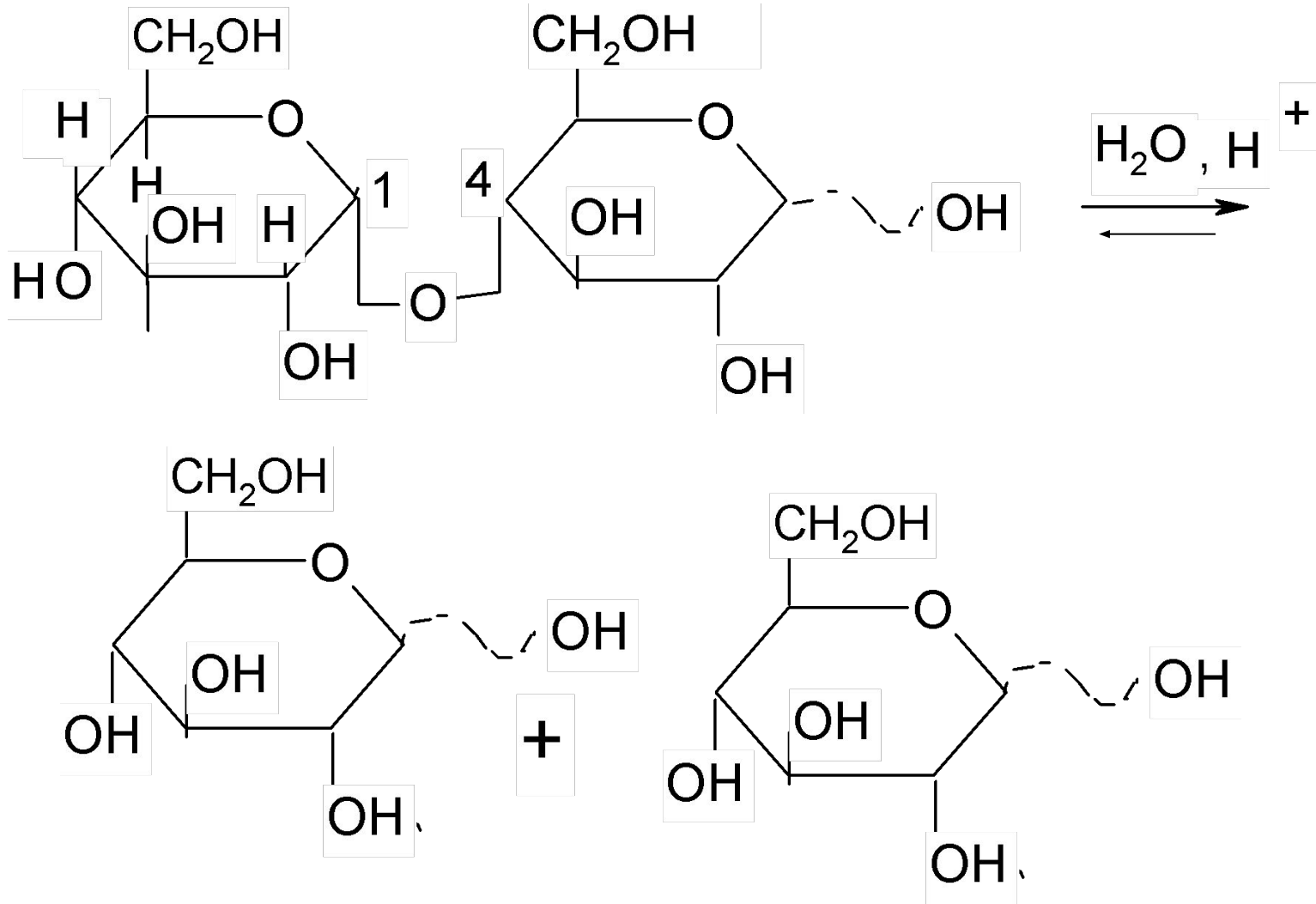


$\alpha$ -1,4-гликозидная связь

# Цикло-оксо-таутомерия МАЛЬТОЗЫ

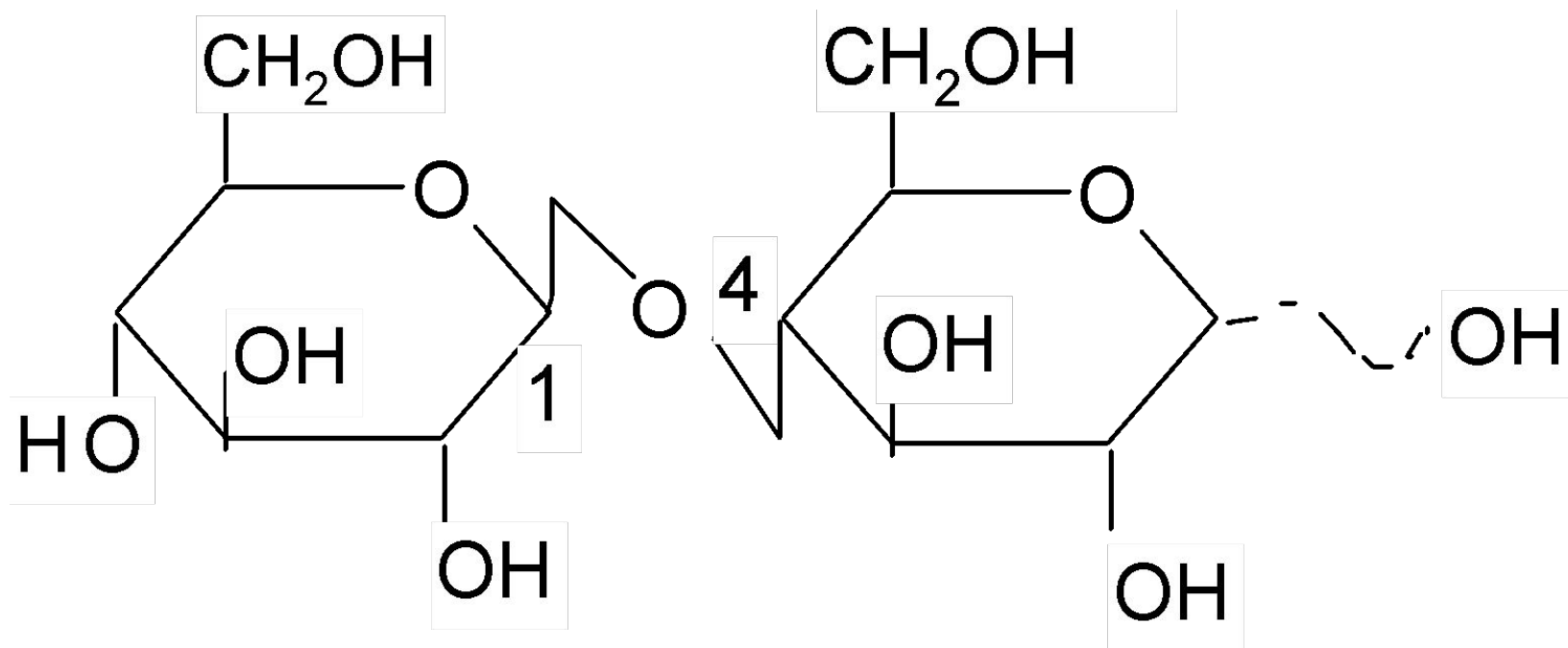


# Гидролиз мальтозы



# Целлобиоза

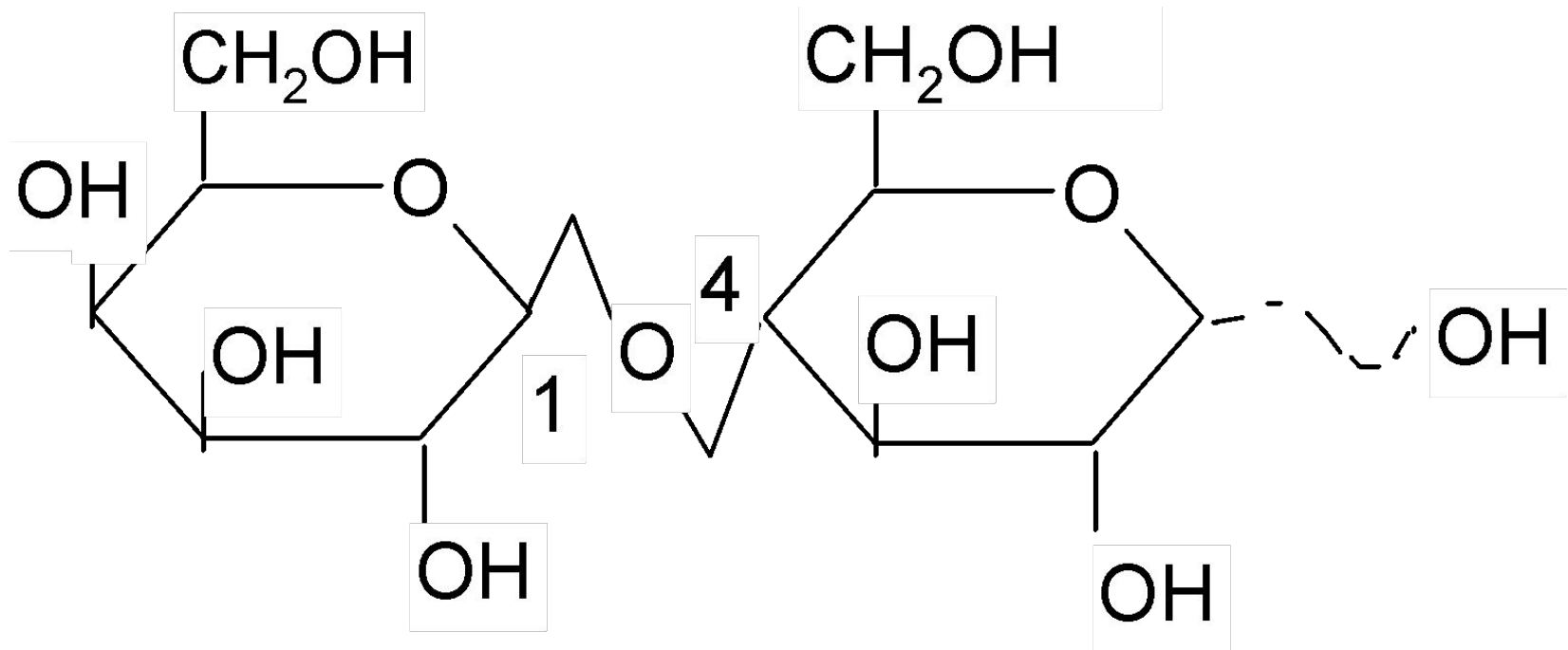
Мономер -  $\beta$  D-глюкопираноза,  
гликозидная связь  $\beta(1 \rightarrow 4)$





# Лактоза.

Мономеры  $\beta$ ,D-галактопираноза и  
D, глюкопираноза  
гликозидная связь  $\beta(1\rightarrow4)$

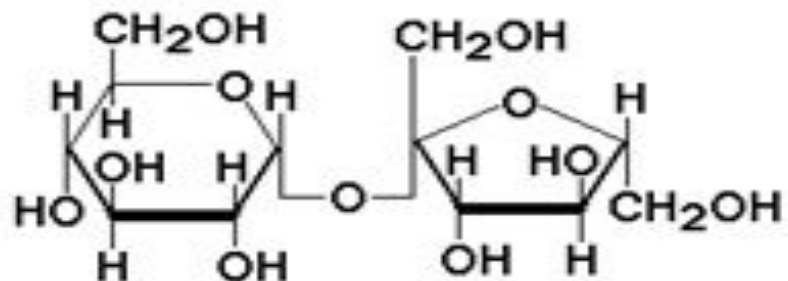
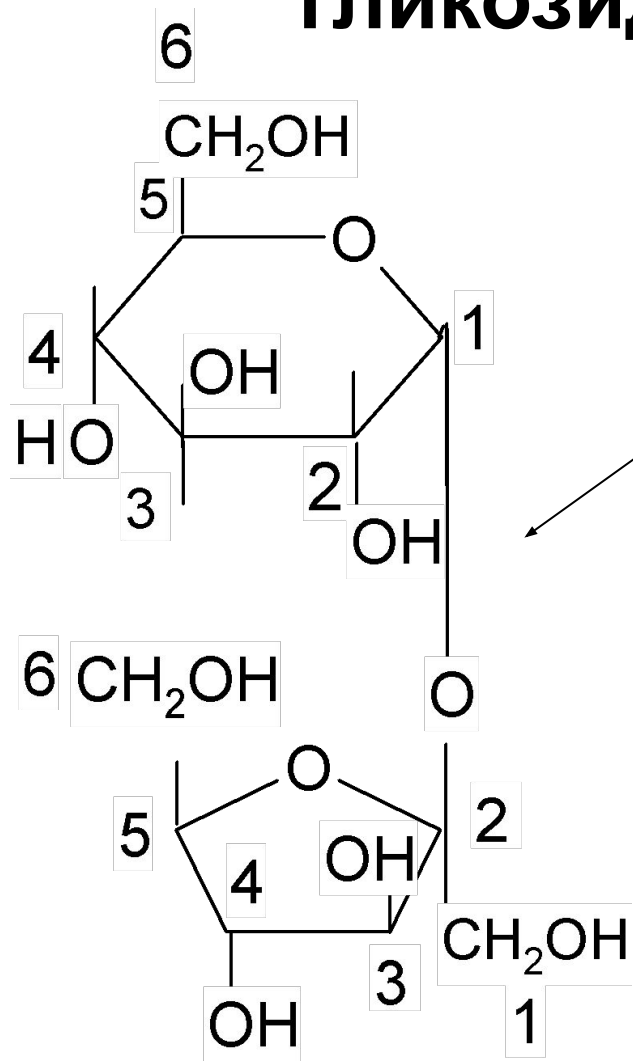


## 2. Невосстанавливающие дисахариды

# Сахароза.

Мономеры  $\alpha$ ,D-глюкопираноза и  $\beta$ D-фруктофураноза,

гликозидная связь  $\alpha(1 \rightarrow 2)$



# **Полисахариды**

**стр.406-413**

# **1. Гомополисахариды**

**А.целлюлоза**

**Б.гликоген**

**В.крахмал: амилоза, амилопектин**

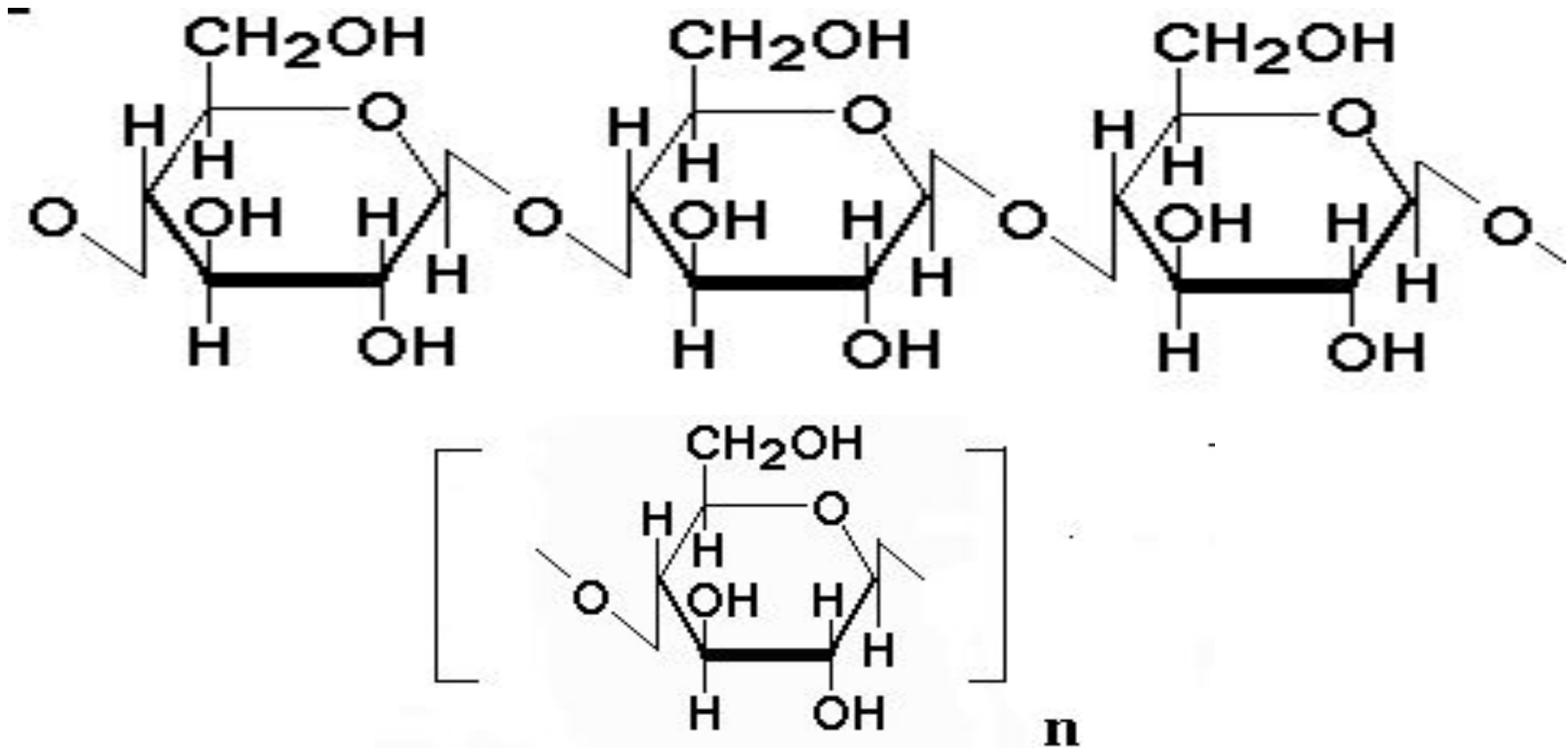
**Г. декстран**

# **2. Гетерополисахариды**

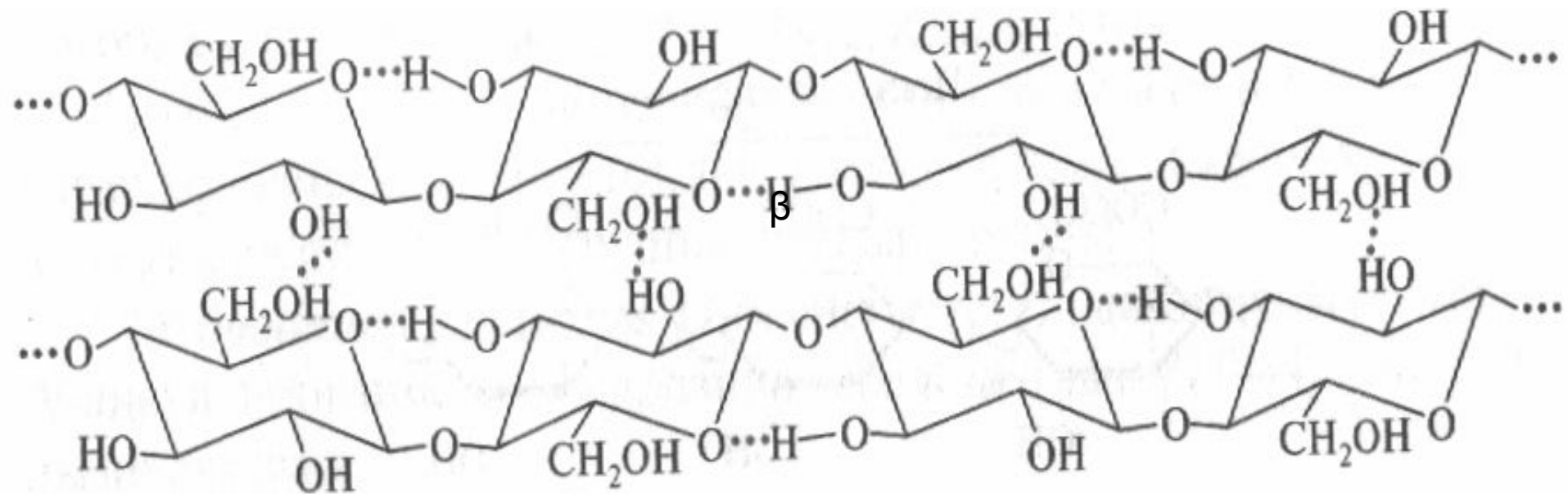
# 1. Гомополисахариды

# А.Целлюлоза.

Мономер -  $\beta$  D-глюкопираноза,  
гликозидная связь  $\beta(1 \rightarrow 4)$



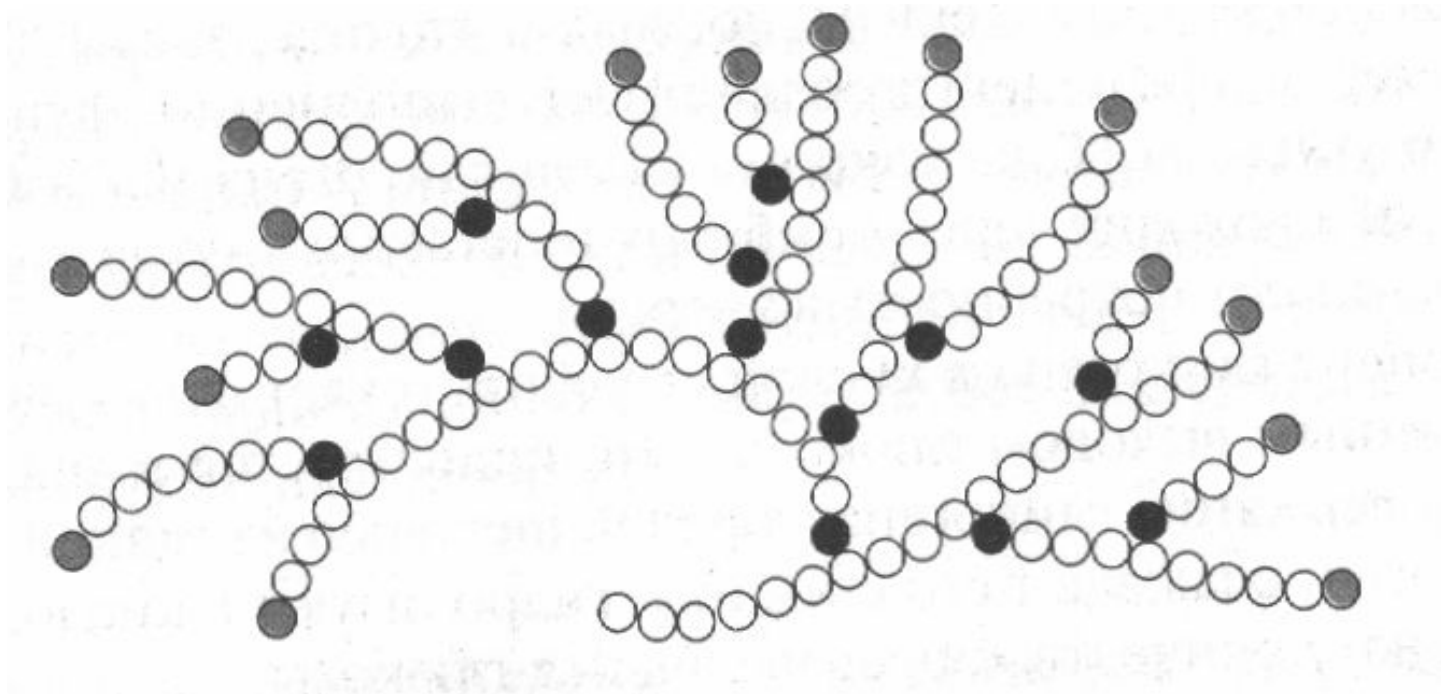
# Вторичная структура целлюлозы



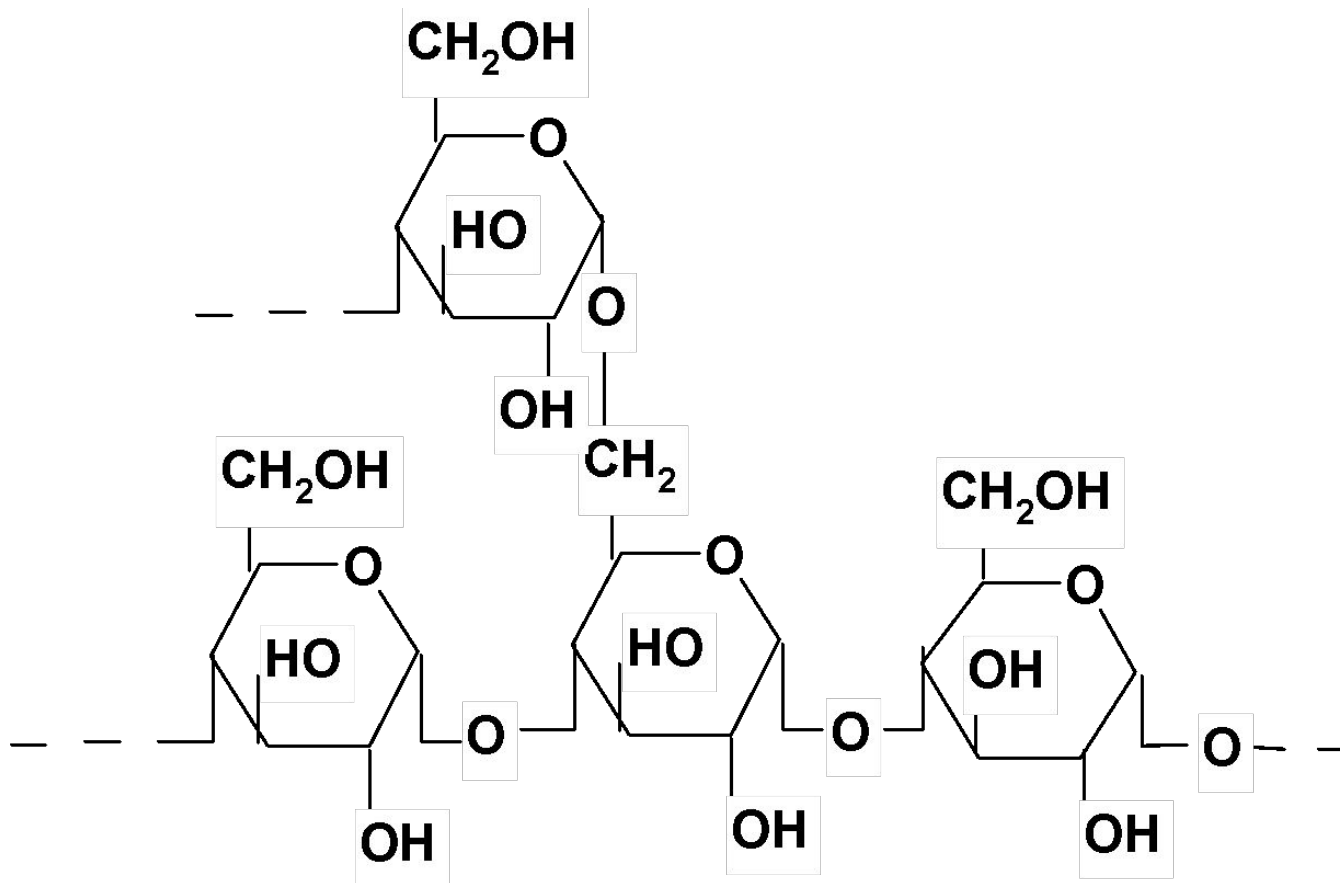


# Б.Гликоген

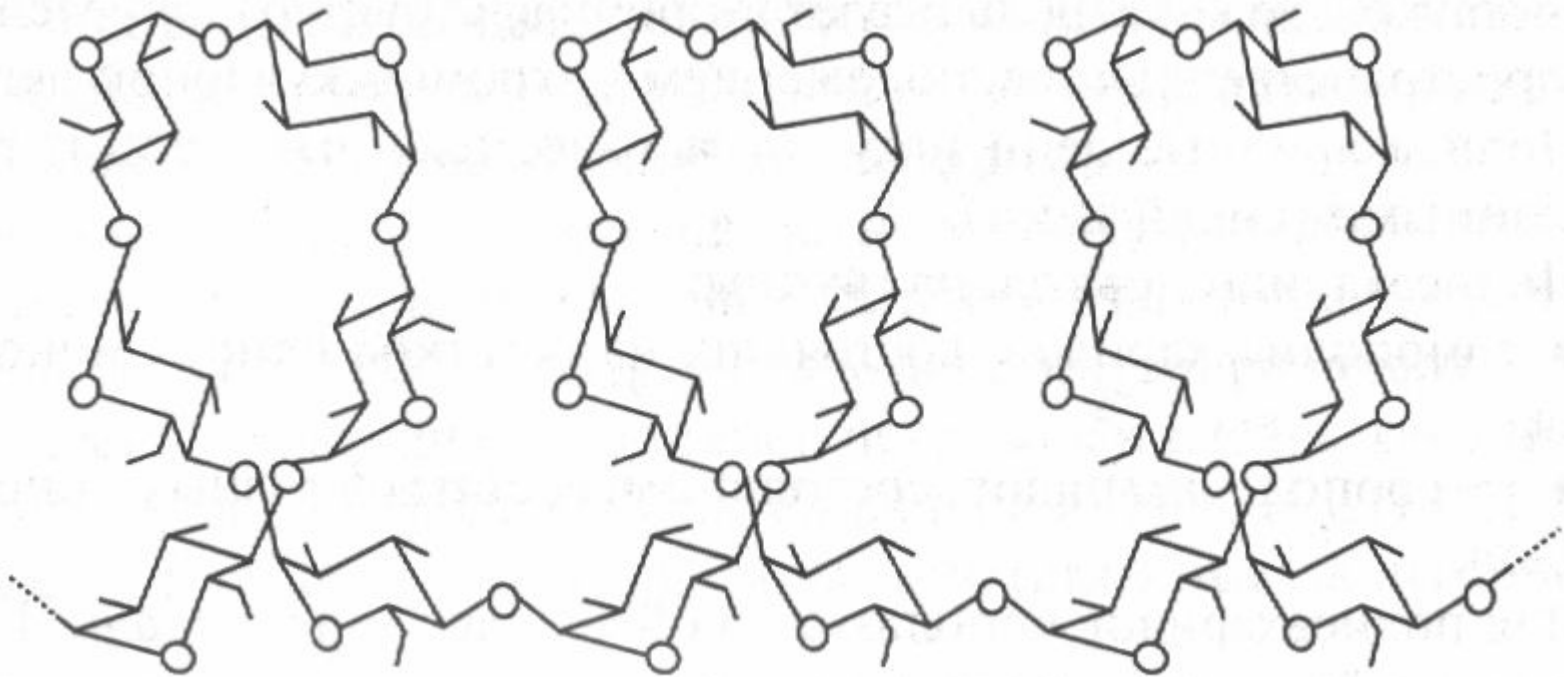
## разветвленная молекула



**Гликоген. Мономер -  $\alpha$  D-  
глюкопираноза, гликозидные связи  
в основной цепи гликогена  $\alpha(1 \rightarrow 4)$ ,  
в точке ветвления  $\alpha(1 \rightarrow 6)$**



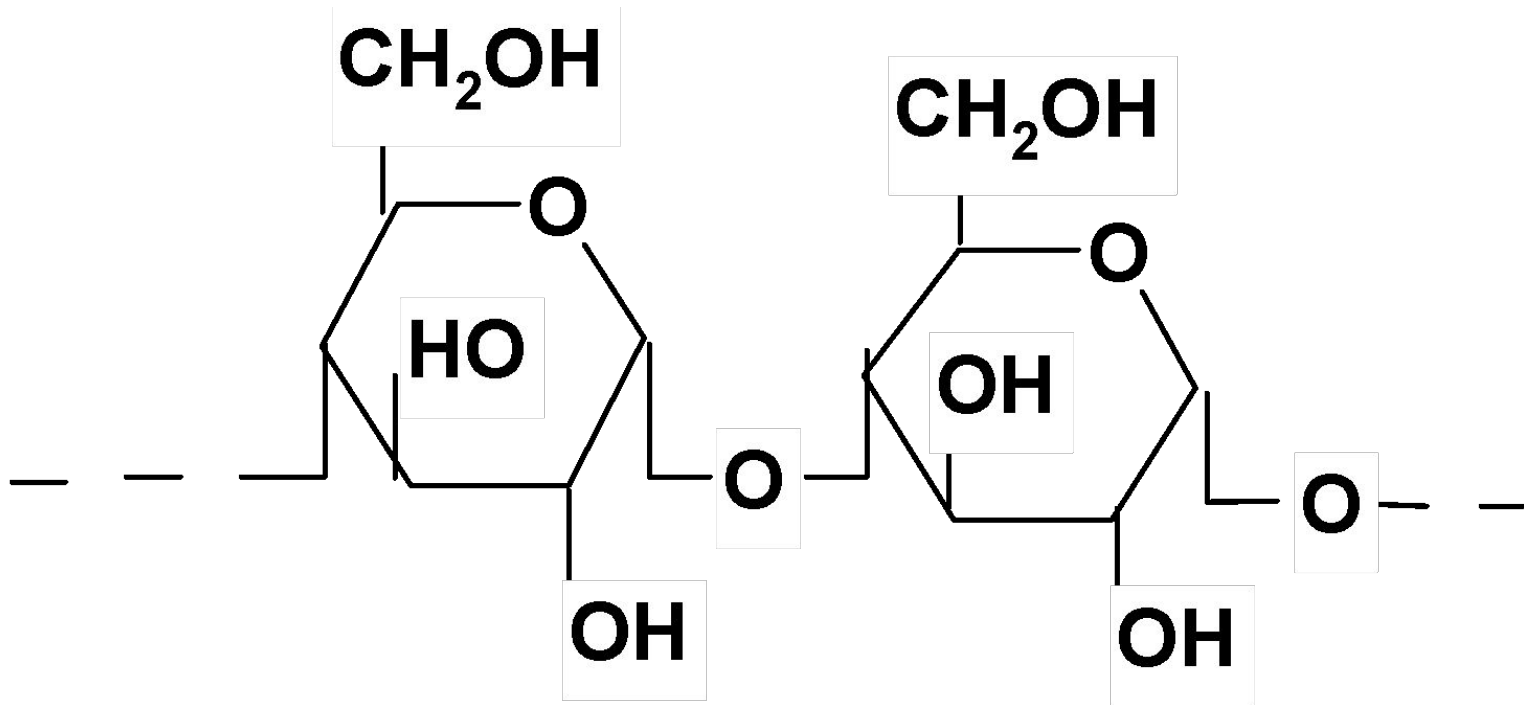
# В. Крахмал. Амилоза. Линейная молекула



Спиралевидная цепь амилозы

# Амилоза.

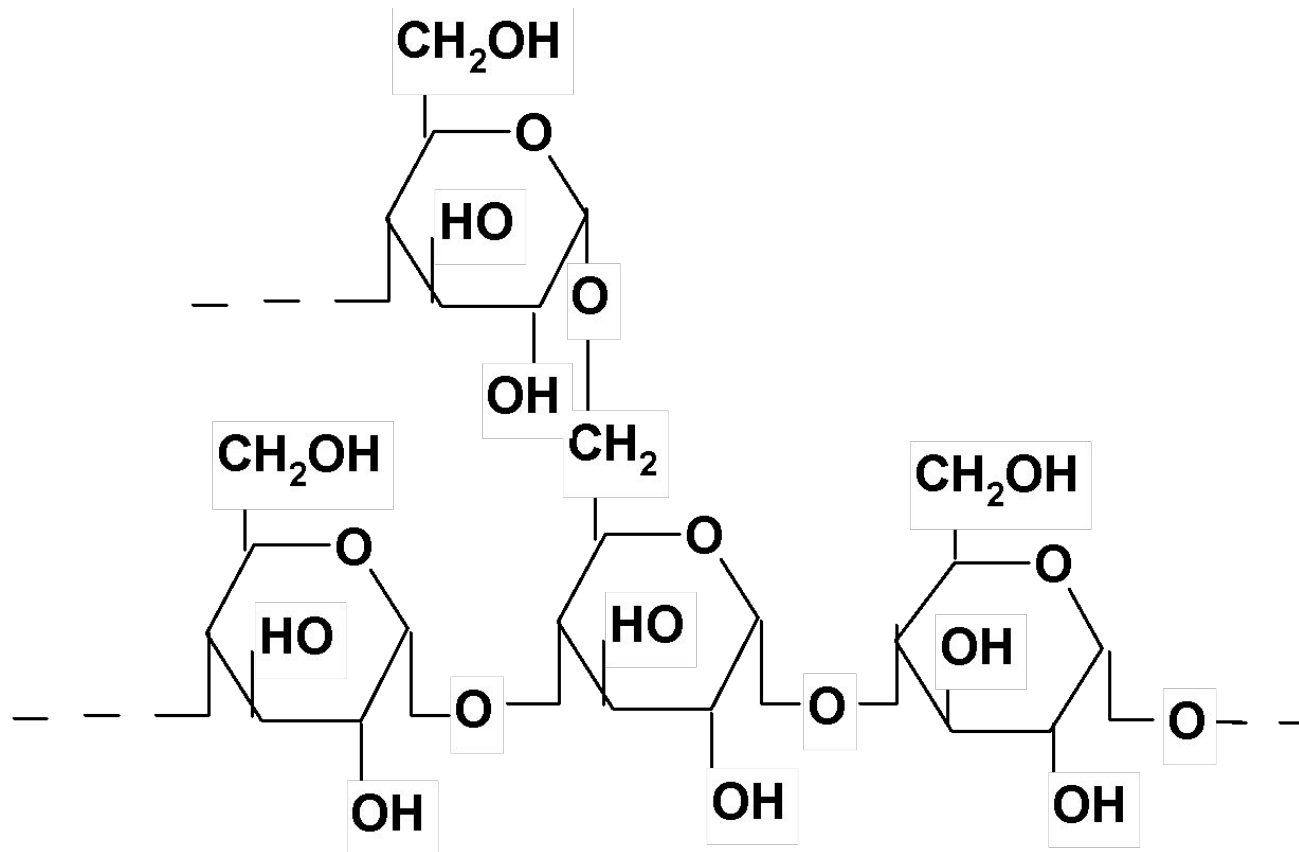
Мономер  $\alpha$  D-глюкопираноза  
гликозидная связь  $\alpha(1 \rightarrow 4)$



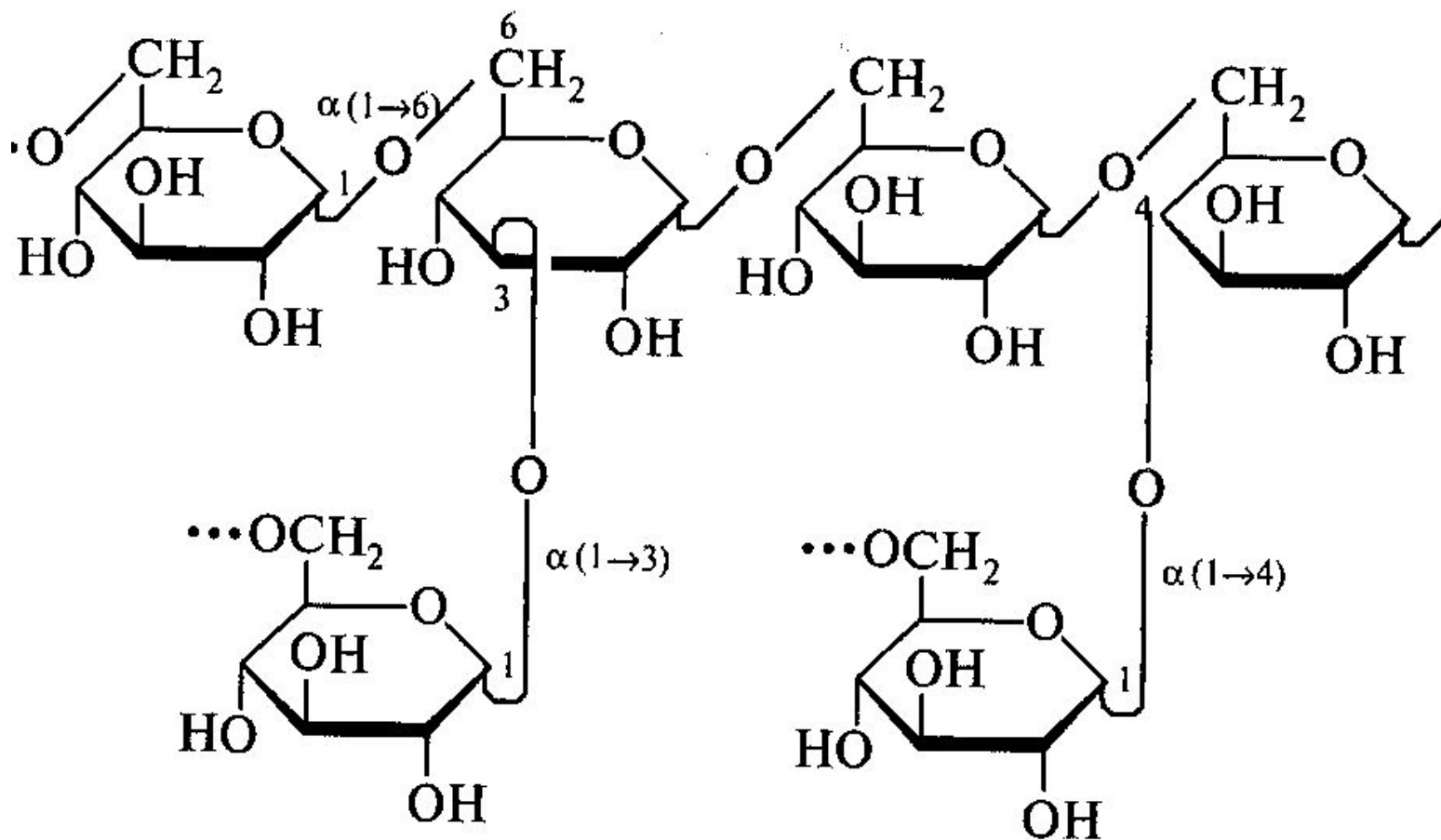
# Крахмал. Амилопектин.

## Разветвленная молекула (см. гликоген).

Мономер  $\alpha$  D-глюкопираноза, гликозидные связи в основной цепи  $\alpha(1\rightarrow4)$  в точке ветвления  $\alpha(1\rightarrow6)$



# Г. Декстран. Пространственное строение молекулы

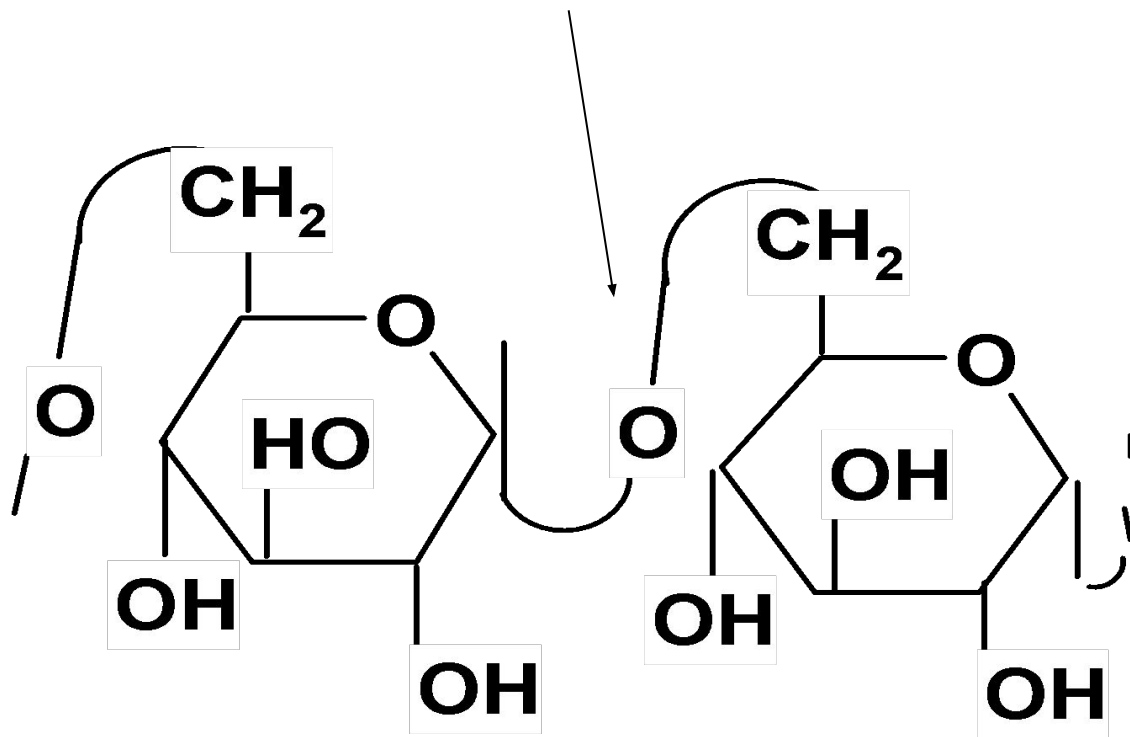


# Декстран.

Мономер  $\alpha$  D-глюкопираноза

В основной цепи гликозидные связи  $\alpha$

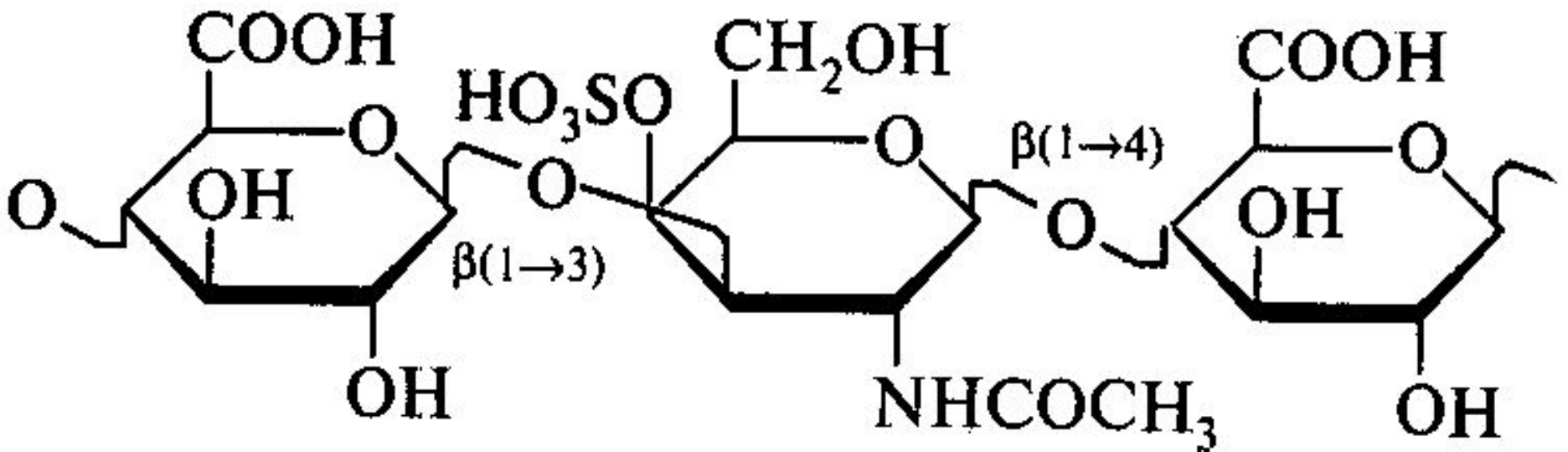
(1 $\rightarrow$ 6)



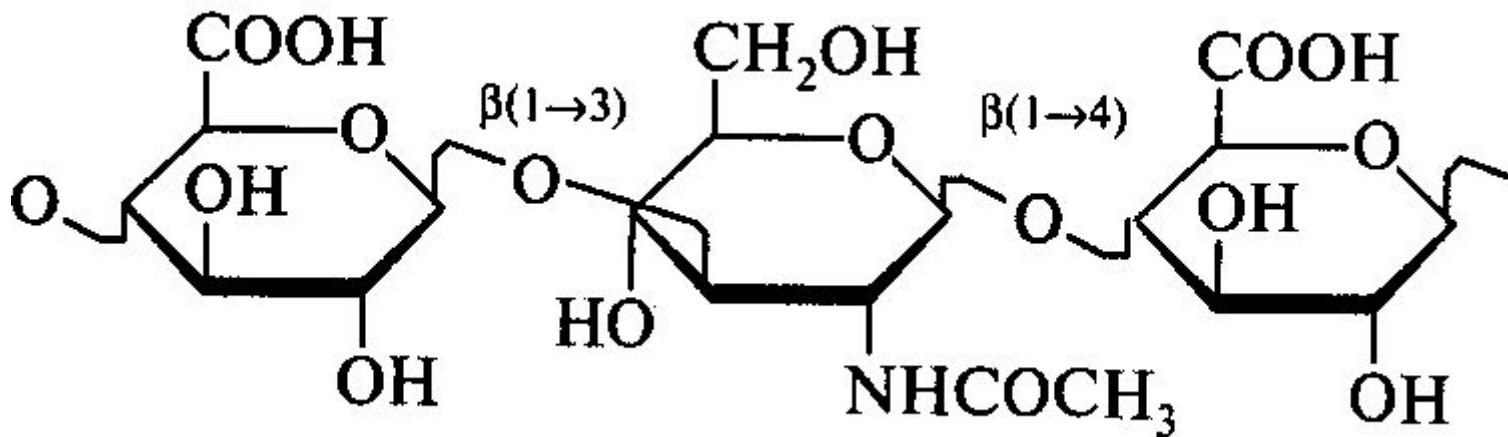
# **2. Гетерополисахариды**



# Хондроитинсульфат



# Гиалуроновая кислота



# Гепарин

