

# UGLJENI HIDRATI

ŠEĆERI

GLICIDI

# Šta su ugljeni hidrati?

- Opšta formula ugljenih hidrata je  $C_n(H_2O)_n$
- Ugljeni hidrati se definišu kao polihidroksilni aldehidi ili polihidroksilni ketoni odnosno supstance koje hidrolizom daju polihidroksilne aldehide ili polihidroksilne ketone

# Funkcija ugljenih hidrata

- Izvor energije za biljke i životinje
- Izvor ugljenikovih atoma u metaboličkim procesima
- Oblik skladištenja energije
- Strukturalni elementi ćelija, tkiva i organizama

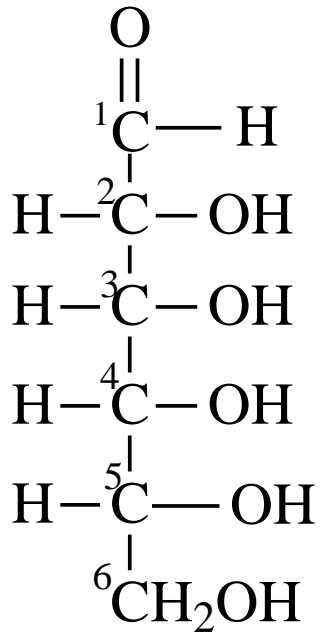
# Podela ugljenih hidrata

- **Monosaharidi** – prosti šećeri – ne mogu se hidrolizovati na prostije šećere
- **Oligosaharidi** – hidrolizom daju manji broj monosaharida najčešće 2 – 9
- **Polisaharidi** – hidrolizom daju veći broj molekula monosaharida

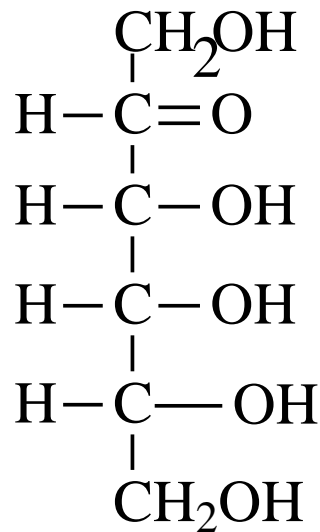
# MONOSAHARIDI

- Opšta formula  $(\text{CH}_2\text{O})_n$  gde je  $n = 3 - 7$
- Podela monosaharida:
  1. Prema broju C – atoma u molekulu dele se na : **trioze** (3 C – atoma) **tetroze** (4 C – atoma) **pentoze** (5 C – atoma) **heksoze** (6 C – atoma)
  2. Prema funkcionalnim grupama dele se na **aldoze** (prisutna aldehidna grupa) i **ketoze** (prisutna keto grupa)  
**oza** na kraju reči označava šećer

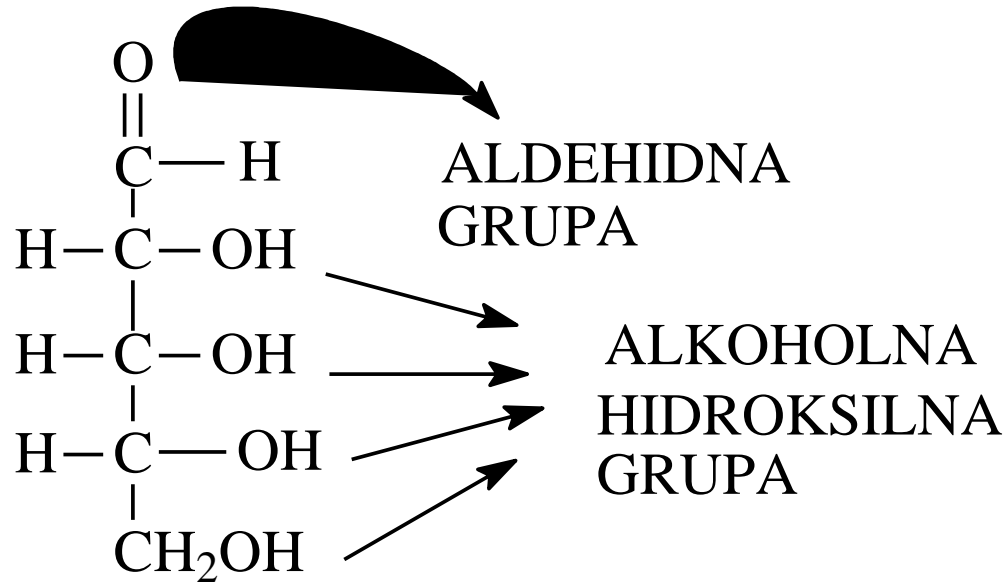
# Aldoze i ketoze



ALDOHEKSOZA



KETOHEKSOZA



ALDOPENTOZA

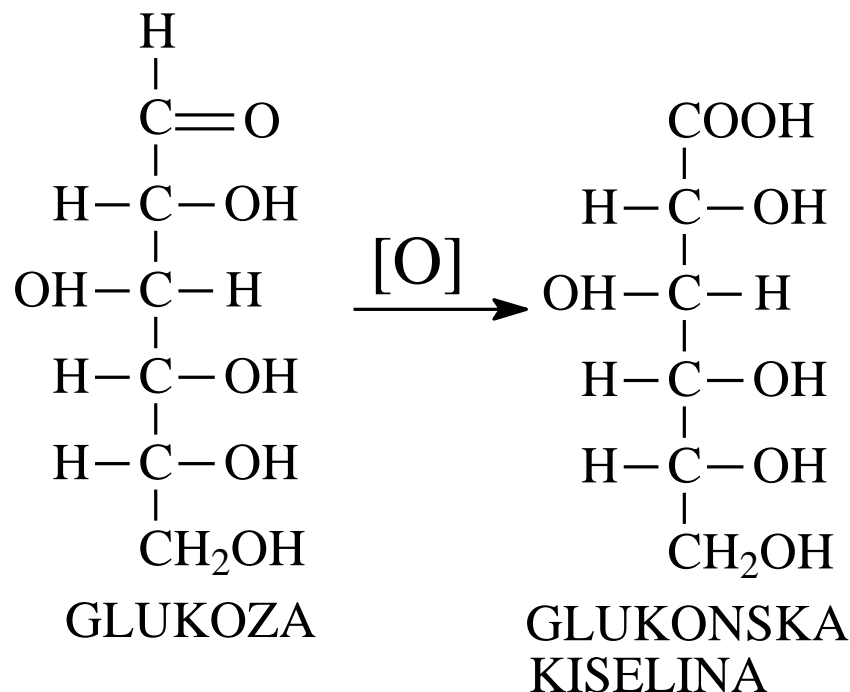
# HEMIJSKE OSOBINE MONOSAHARIDA

- Hemijske osobine monosaharida određene su prisustvom aldehidne, keto i alkoholne hidroksilne funkcionalne grupe.
- Oksidacija
- Redukcija
- Supstitucija
- Reakcija sa mineralnim kiselinama
- Esterifikacija

# Oksidacijom aldehidne grupe aldoza nastaju monokarboksilne kiseline

- Naziv ovih kiselina se gradi dodavanjem nastavka **onska** na osnovu naziva monosaharida npr.

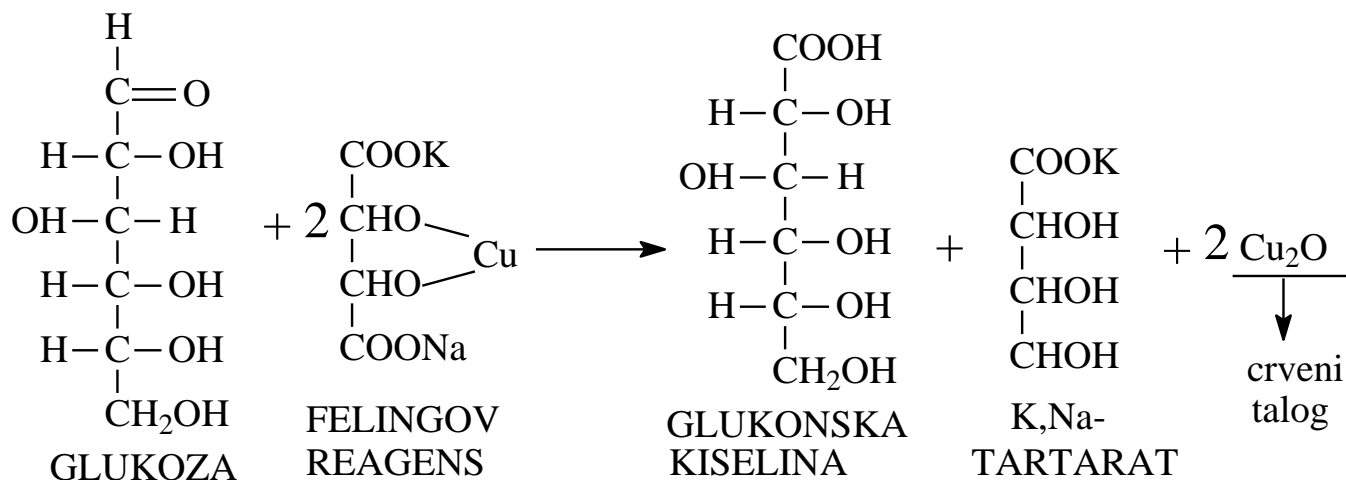
Glukoza – glukonska kiselina



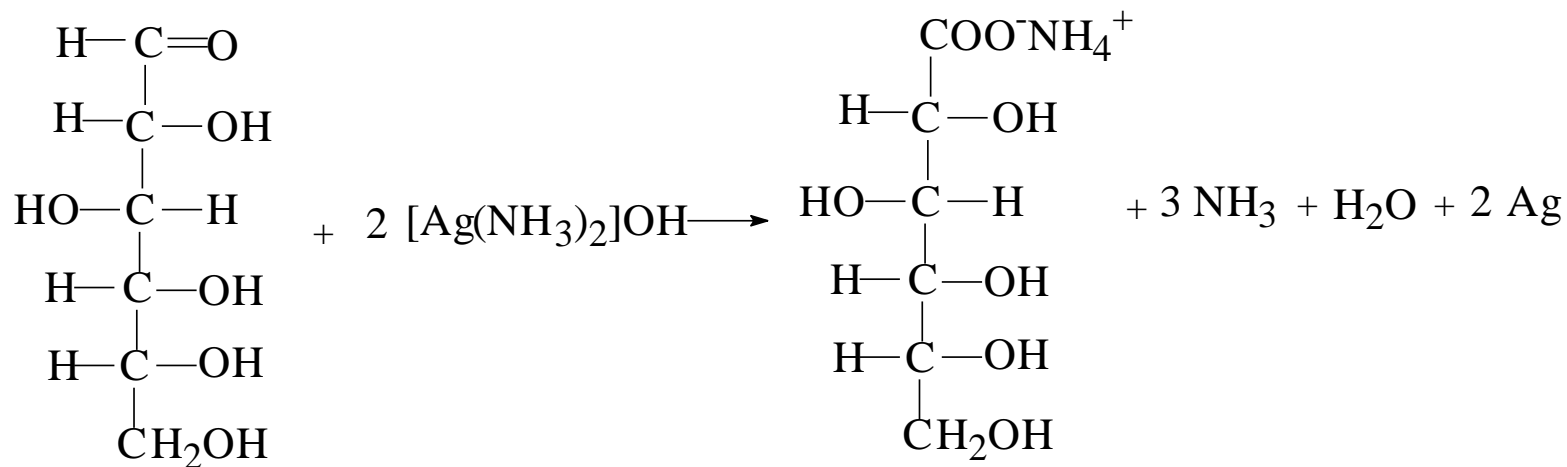


Ova reakcija se lako izvodi oksidacijom monosaharida sa  $\text{Cu}^{2+}$  (Felingova reakcija) i  $\text{Ag}^+$  jonima (Tolensova ili reakcija srebrnog ogledala)

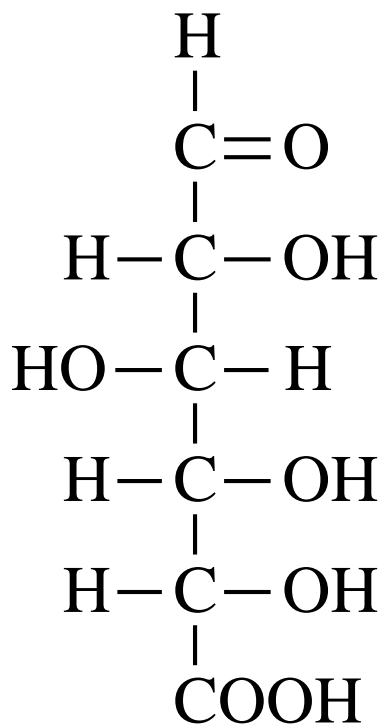
FELINGOVA REAKCIJA



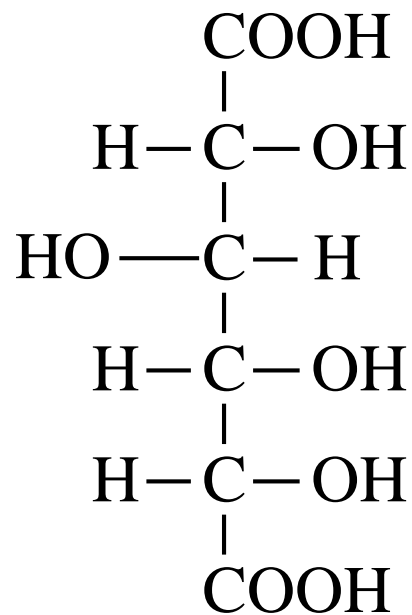
# Tolensova reakcija ili reakcija srebrnog ogledala



Oksidacijom primarne alkoholne grupe na C6 ugljeniku nastaju “uronske kiseline” a istovremenom oksidacijom aldehidne i C6 OH grupe nastaju “šećerne kiseline”



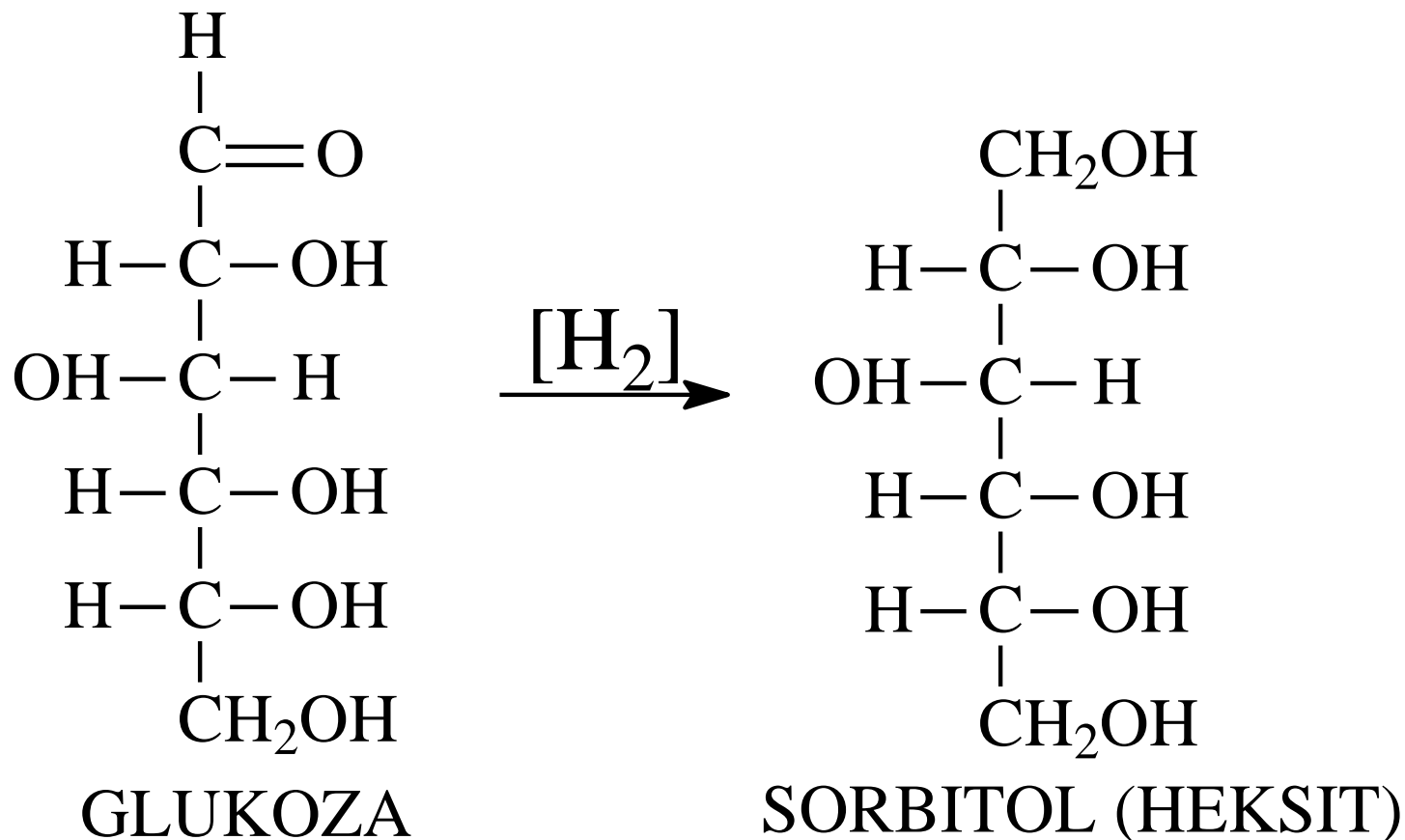
GLUKURONSKA  
KISELINA



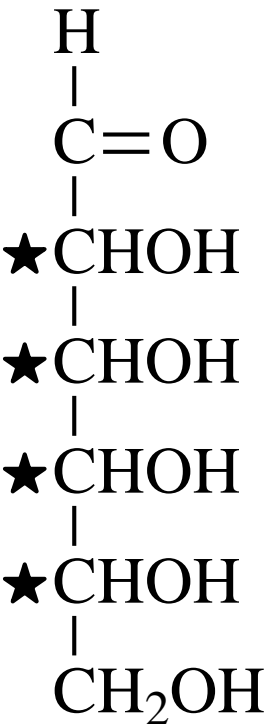
GLUKO-ŠECERNA  
KISELINA

Redukcijom monosaharida nastaju polihidroksilni alkoholi

PENTOZE – PENTITI HEKSOZE - HEKSITI



# Stereoizomerija heksoza

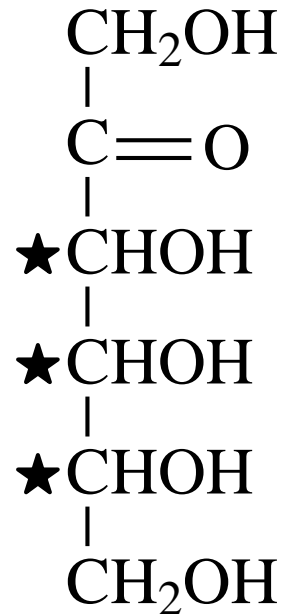


ALDOZE IMAJU

4 HIRALNA C atoma

BROJ IZOMERA

$$X = 2^4 = 16$$



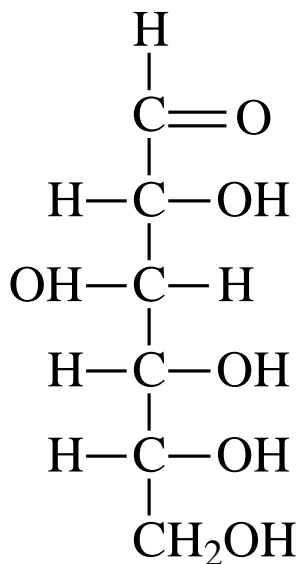
KETOZE

3 HIRALNA C

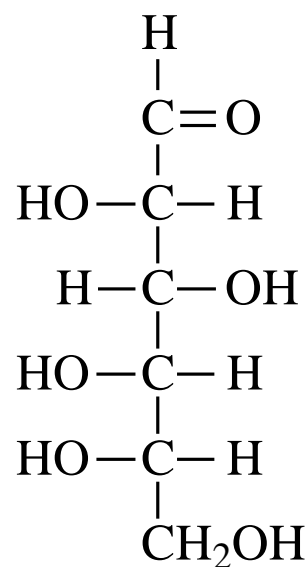
BROJ IZOMERA

$$X = 2^3 = 8$$

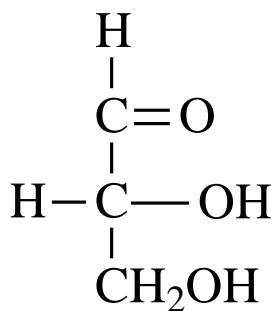
# D i L GLUKOZA



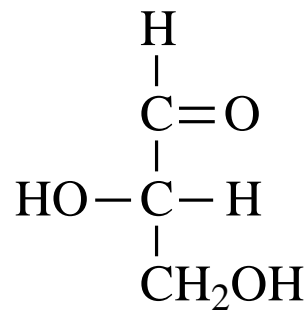
D-GLUKOZA



L-GLUKOZA



D-GLICERINALDEHID



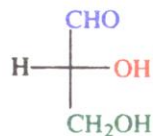
L-GLICERINALDEHID

# D- SERIJA ŠEĆERA

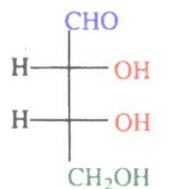
946

24

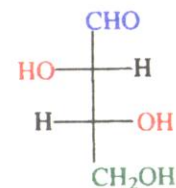
Ugljeni hidrati



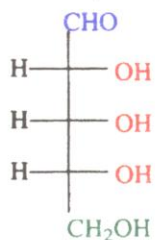
D-(+)-gliceraldehid



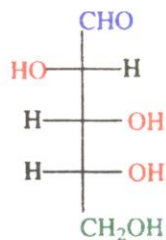
D-(-)-eritroza



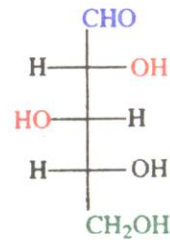
D-(-)-treoza



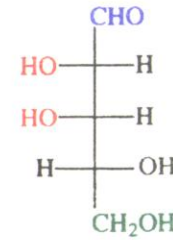
D-(-)-riboza



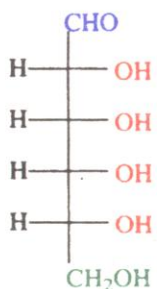
D-(-)-arabinoza



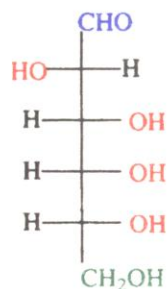
D-(+)-ksiloza



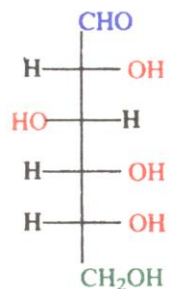
D-(-)-liksoza



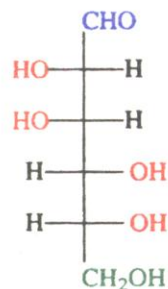
D-(+)-aloza



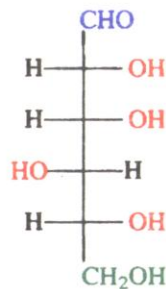
D-(+)-altroza



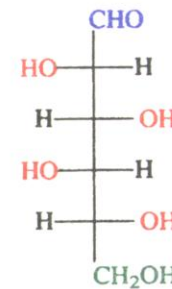
D-(+)-glukoza



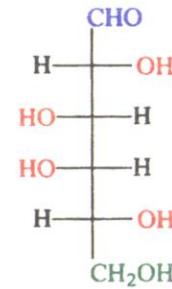
D-(+)-manoza



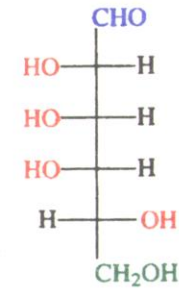
D-(-)-guloza



D-(-)-idoza



D-(+)-galaktoza



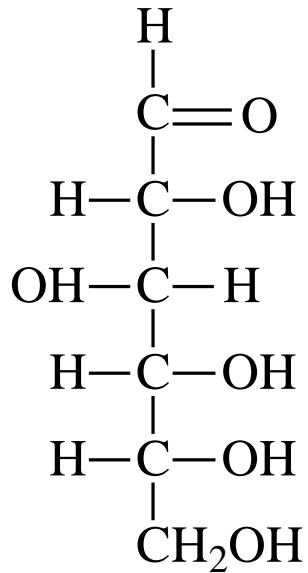
D-(+)-taloza

# TAUTOMERIJA HEKSOZA CIKLOPOLUACETALNI OBLICI

- Šećeri sadrže u molekulu aldehidnu ili keto funkcionalnu grupu pored alkoholne hidroksilne funkcionalne grupe
- Ove funkcionalne mogu međusobno da reaguju dajući poluacetale kada se nađu na pogodnom rastojanju (pentoze, heksoze)
- Reakcija se dešava tako je veoma mali udeo šećera u formi otvorenog niza na fiziološkim uslovima

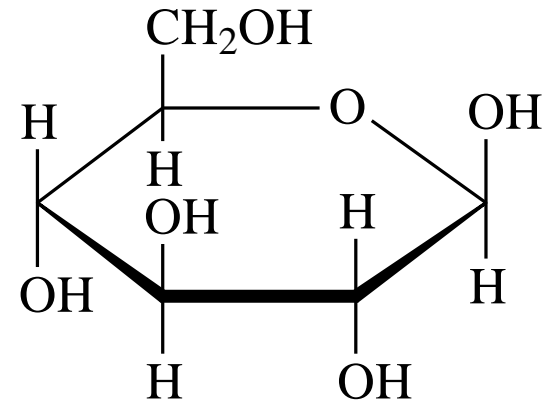
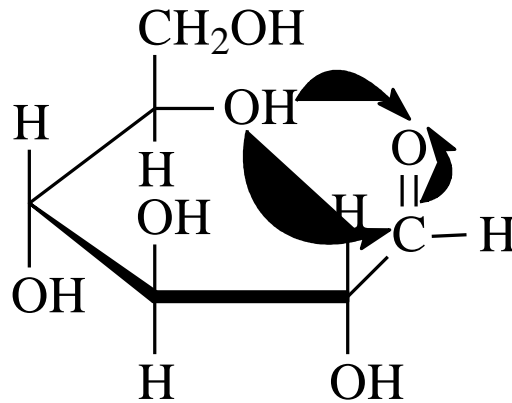


# NASTAJANJE CIKLOPOLUACETALNOG OBLIKA

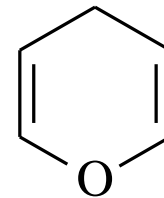


D-GLUKOZA

OTVORENI NIZ

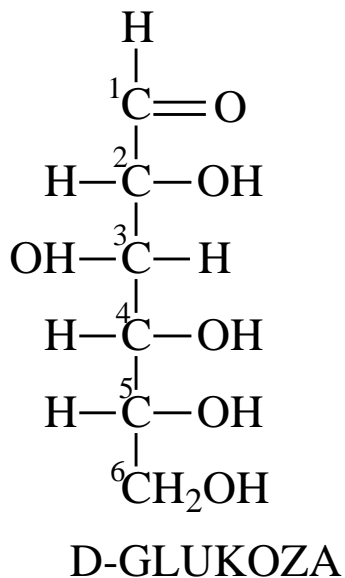


D-GLUKOPIRANOZA  
CIKLO POLUACETALNI OBLIK

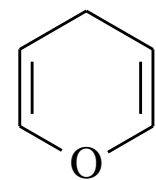
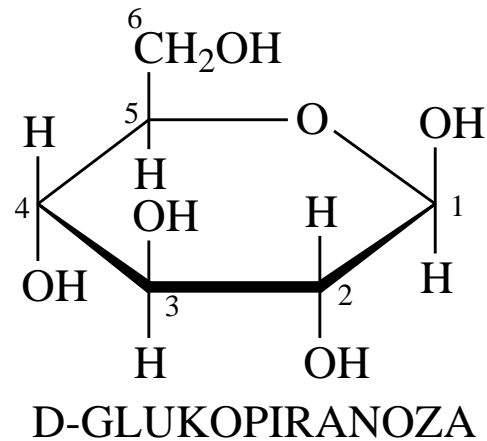
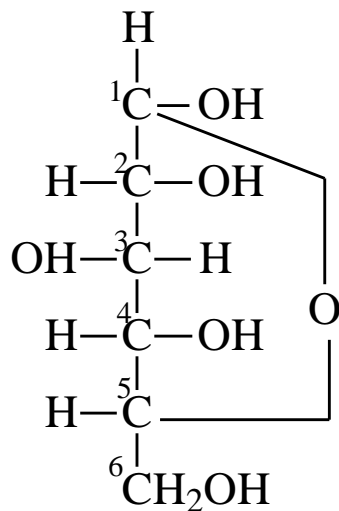


PIRAN

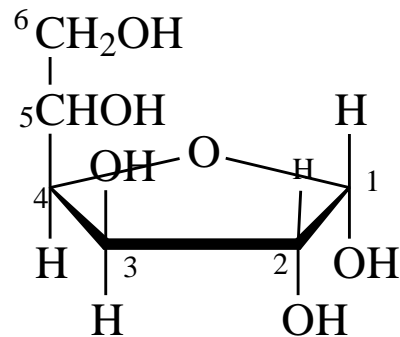
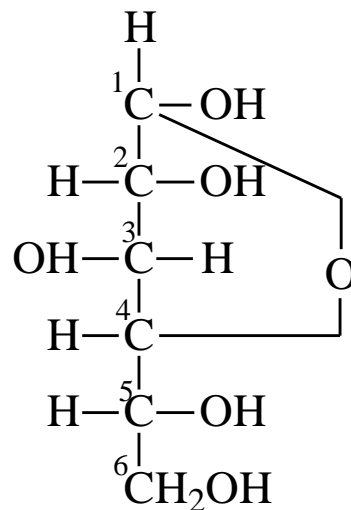
# Postoje piranozni i furanozni poluacetalni oblici heksoza



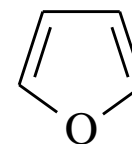
OTVORENI NIZ



PIRAN

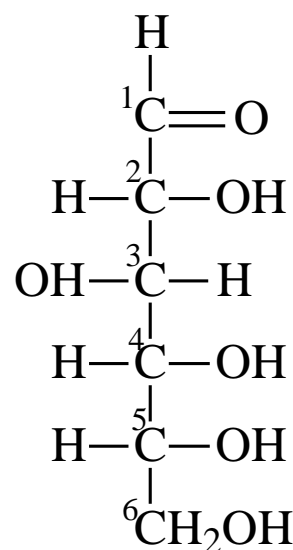


D-GLUKOFURANOZA



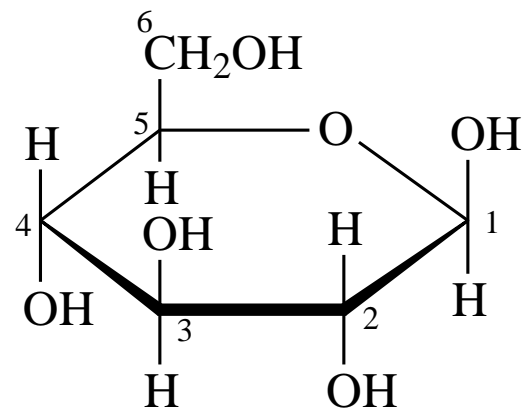
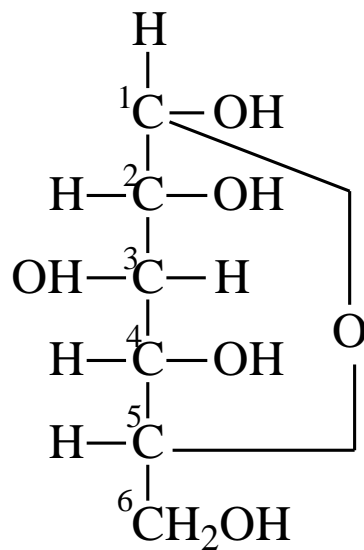
FURAN

Prilikom formiranja ciklopoluacetalnih oblika C atom na položaju 1 postaje novi hiralni centar i tako nastaju  $\alpha$  i  $\beta$  anomeri

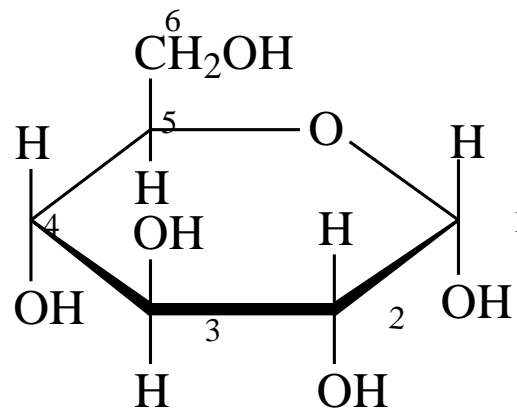


D-GLUKOZA

OTVORENI NIZ

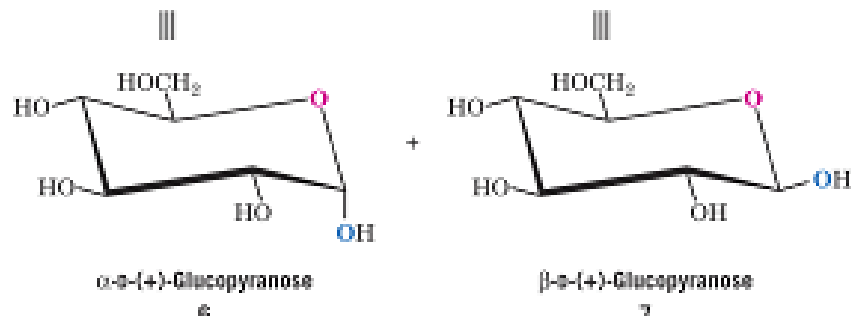
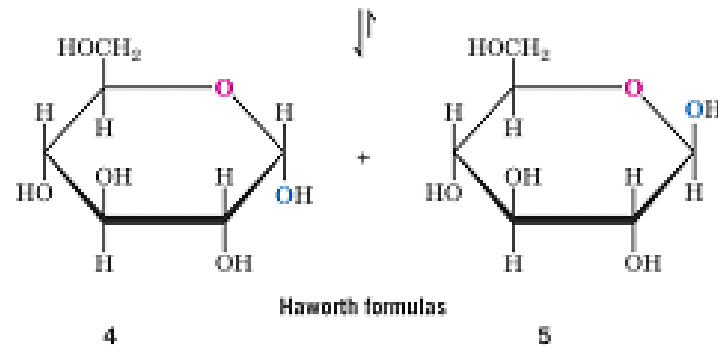
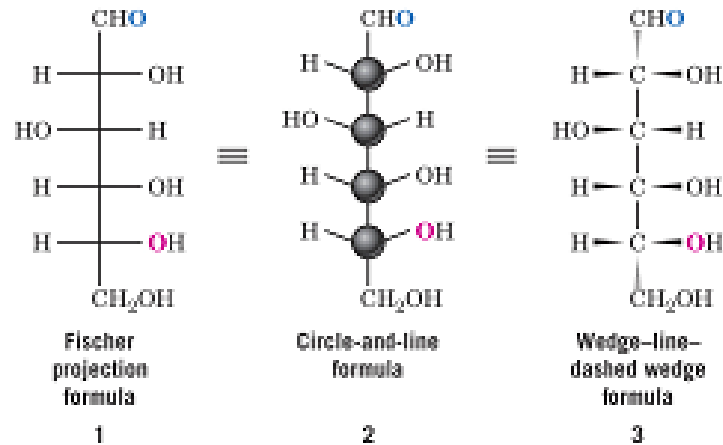


$\beta$ -D-GLUKOPIRANOZA

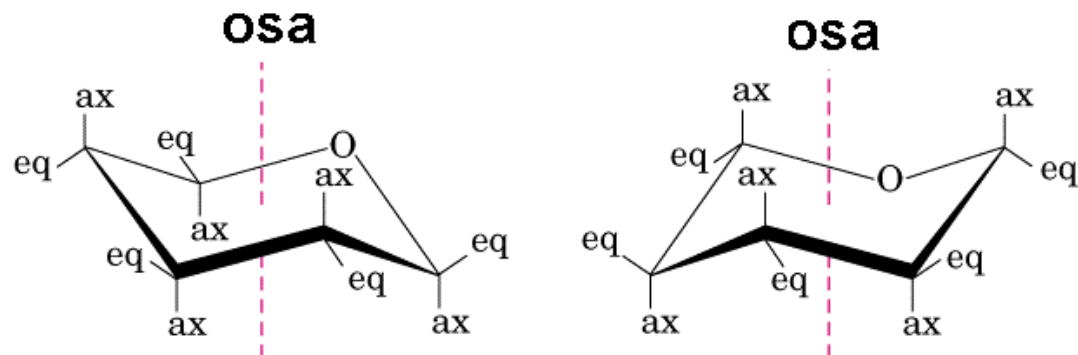


$\alpha$ -D-GLUKOPIRANOZA

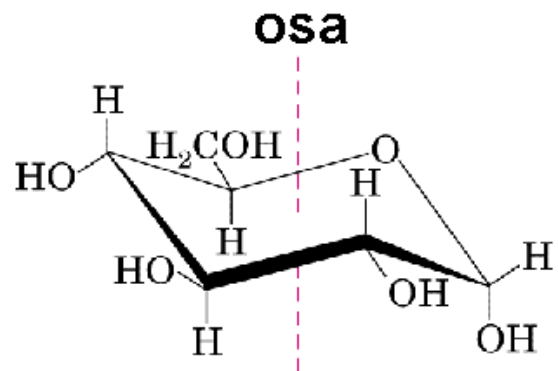
# UPOREDNI PRIKAZ NAČINA PRIKAZIVANJA FORMULA MONOSAHARIDA



# KONFORMACIONE FORMULE

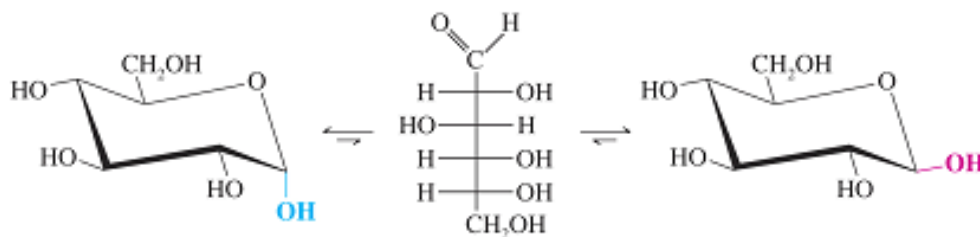


Dva moguća oblika konformacije stolice



$\alpha$  -D-Glukopiranoza

# ANOMERI GLUKOZE SU RAVNOTEŽI MUTAROTACIJA



$\alpha$  -D-Glukopiranoza

t. t 146 °C  $[\alpha] = +112^\circ$

ravnoteža

~ 35%

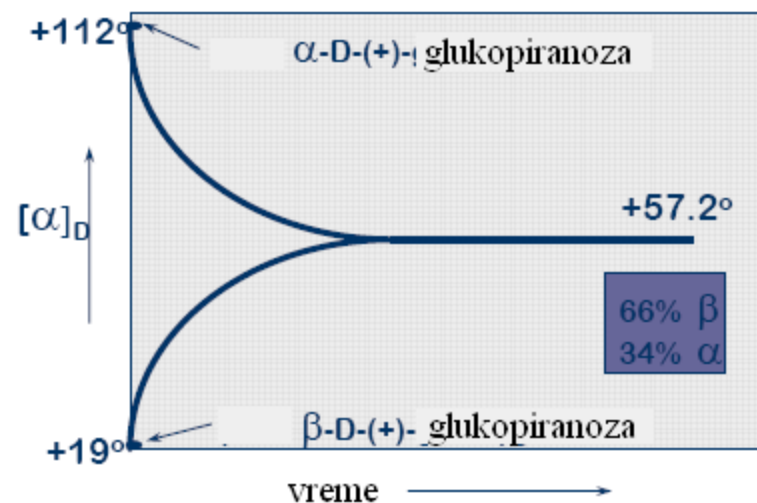
ispod 1%

$\beta$  -D-Glukopiranoza

t. t 150 °C  $[\alpha] = +18,7^\circ$

~64%

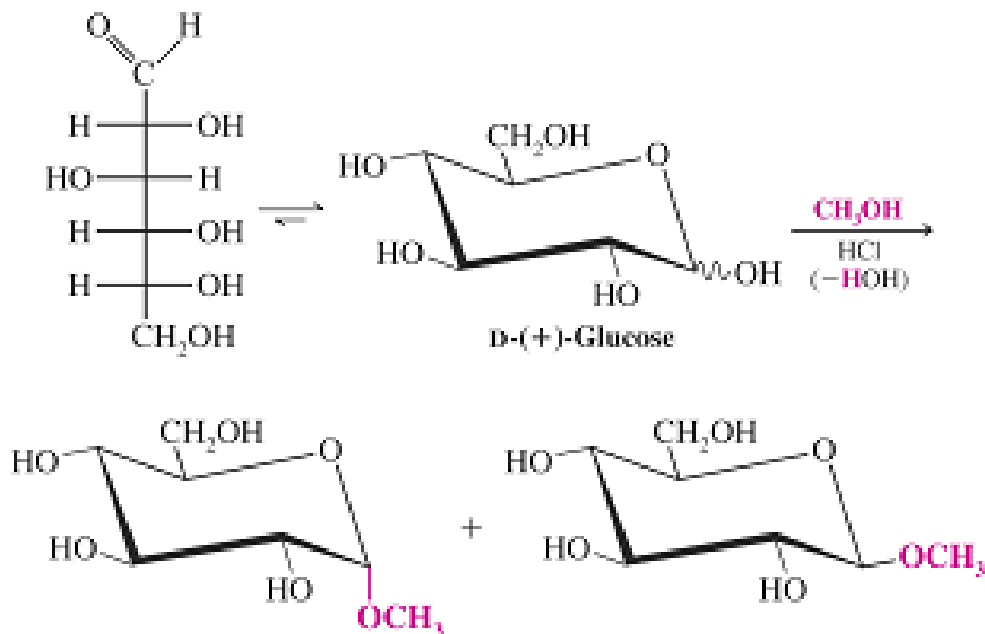
$\alpha = 52,7^\circ$



# FORMIRANJE GLIKOZIDA

## GLIKOZIDI SU ACETALI NA ANOMERNOM UGLJENIKU

### GLIKOZIDI – GLUKOZIDI (glukoza)



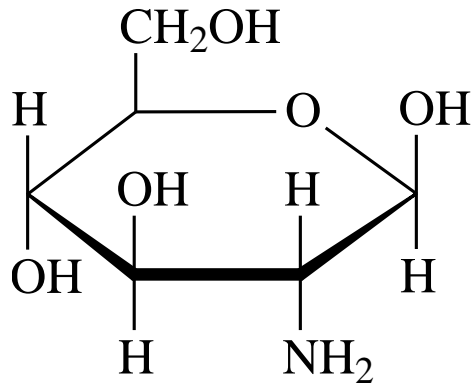
metil- $\alpha$ -D-glukopiranozid

t.t  $165^\circ \text{C}$ ,  $[\alpha] = +158^\circ$

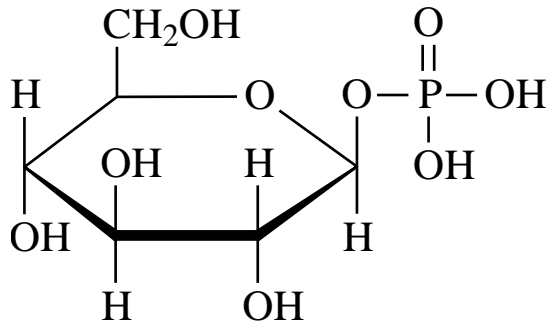
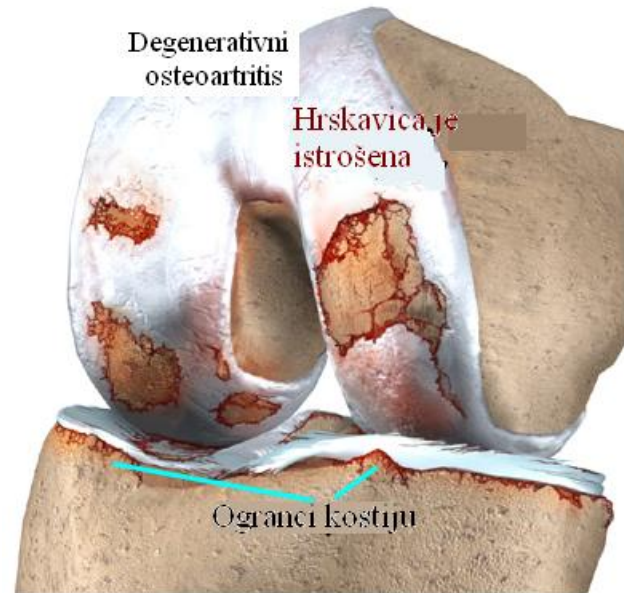
metil- $\beta$ -D-glukopiranozid

t.t  $107^\circ \text{C}$ ,  $[\alpha] = -33^\circ$

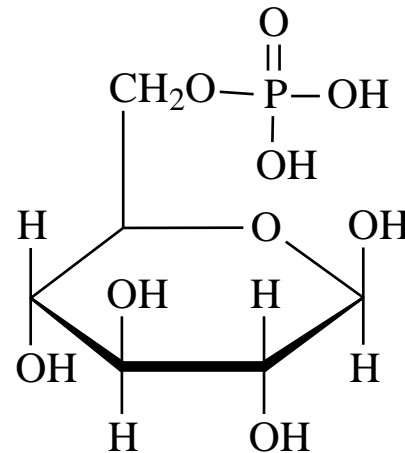
# DERIVATI GLUKOZE



$\beta$  -D-glukozamin



glukoza-1-fosfat



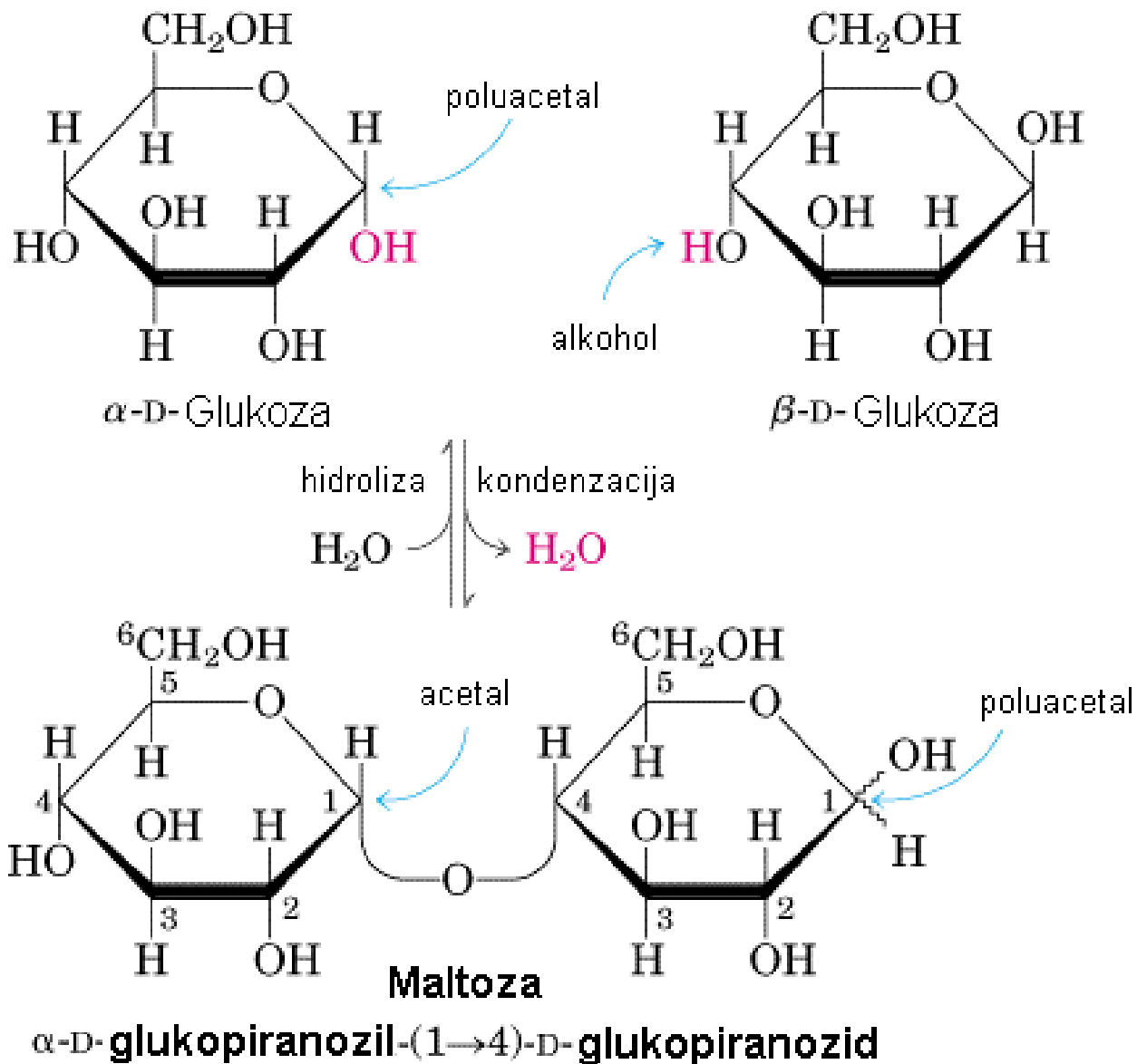
glukoza-6-fosfat



# DISAHARIDI

- Sastoje se od dva molekula monosaharida
- Monosaharidi mogu biti isti ili različiti
- Povezivanje molekula monosaharida se vrši putem O – glikozidne veze
- Osobine monosaharida zavise od vrste monosaharida i tipa veze između njih (redukujući i neredukujući disaharidi)
- Kristalne supstance, rastvorljive u vodi

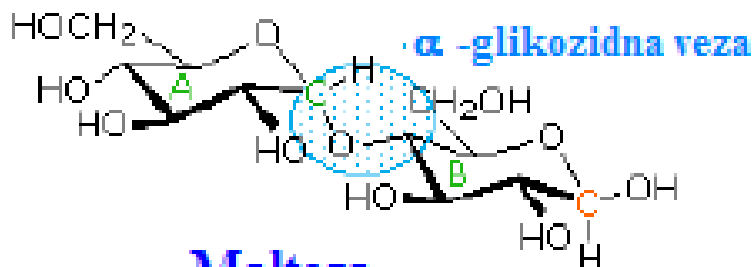
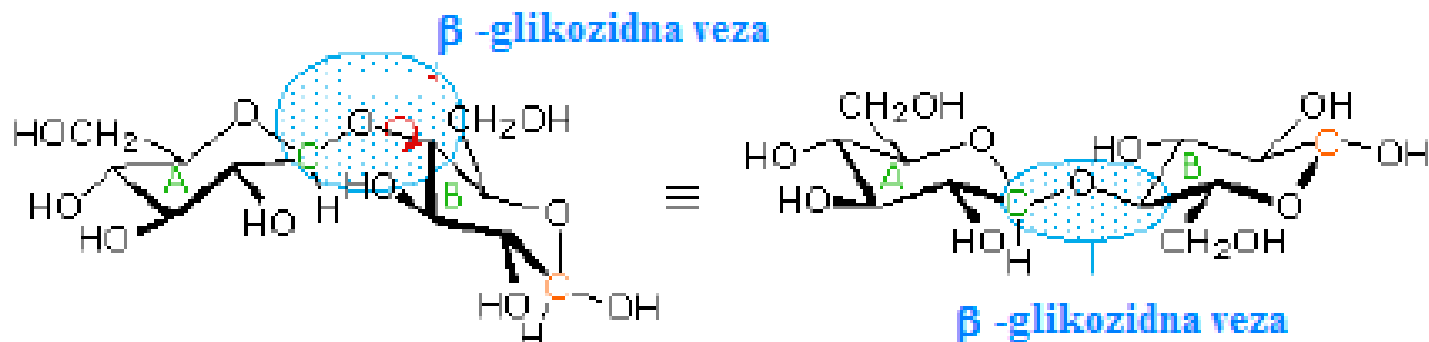
# FORMIRANJE MALTOZE



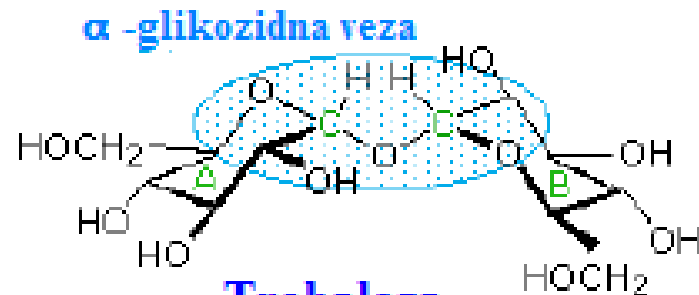
# Disaharidi

Disaharidi sastavljeni od glukoze

**Celobioza**  
dve glukoze  
veza C1 na C4  
 $\beta$ -glukozid

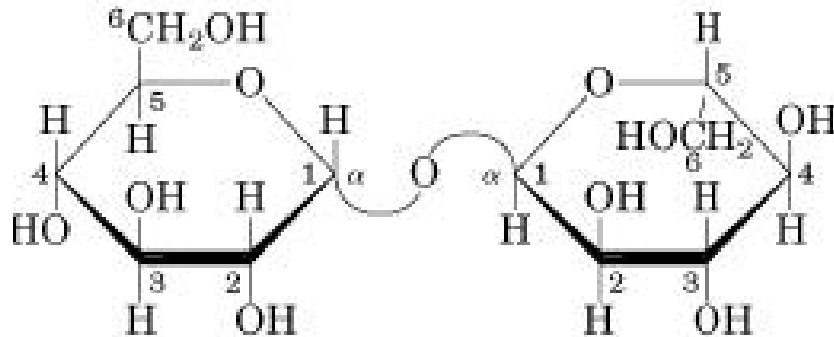


**Maltoza**  
dve glukoze  
veza C1 na C4  
 $\alpha$ -glukozid



**Trehaloza**  
dve glukoze  
veza C1 na C1  
dva  $\alpha$ -glukozida

# TREHALOZA



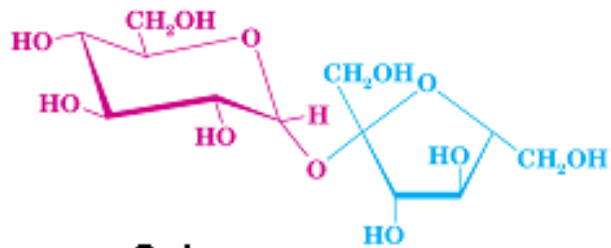
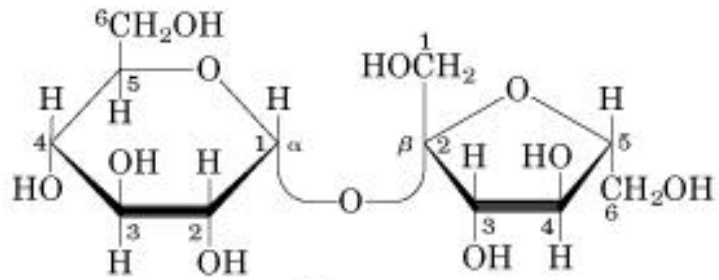
**Trehaloza**

**$\alpha$ -D-glukopiranozil- $\alpha$ -D-glukopiranozid**

**Glc( $\alpha$ 1 $\leftrightarrow$ 1 $\alpha$ )Glc**



# SAHAROZA

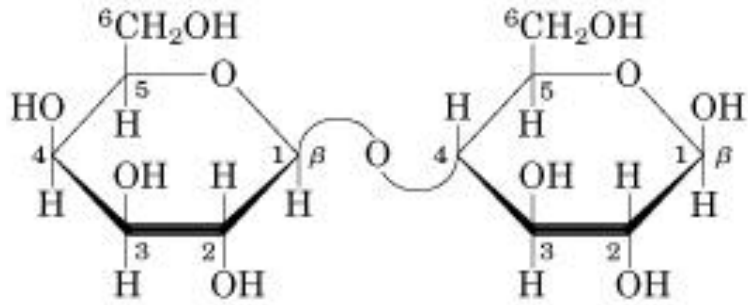


Saharoza

$\alpha$ -D-glukopiranozil -  $\beta$ -D-fruktofuranozid



# LAKTOZA



Laktoza

$\beta$ -D-galaktopiranozil-(1 $\rightarrow$ 4)- $\beta$ -D-glukopiranozid



# POLISAHARIDI

- Polisaharidi su polimeri monosaharida
- Polisaharidi se razlikuju u:
- Sastavu monomera
- Tipu glikozidne veze kojom su povezane monosahridne jedinice
- Dužini lanca i stepenu grananja
- Biološkoj ulozi
- Amorfne supstance, teško rastvorljive u vodi

# PODELA POLISAHARIDA

- PREMA SASTAVU MONOSAHARIDA
- Homopolisaharidi
- Heteropolisaharidi
- PREMA STEPENU GRANANJA
- Nerazgranati
- Razgranati



# HOMOPOLISAHARIDI

- Sadrže samo jedan tip monosaharida
- Mogu biti nerazgranati i razgranati
- Skrob, celuloza, glikogen (glukoza)

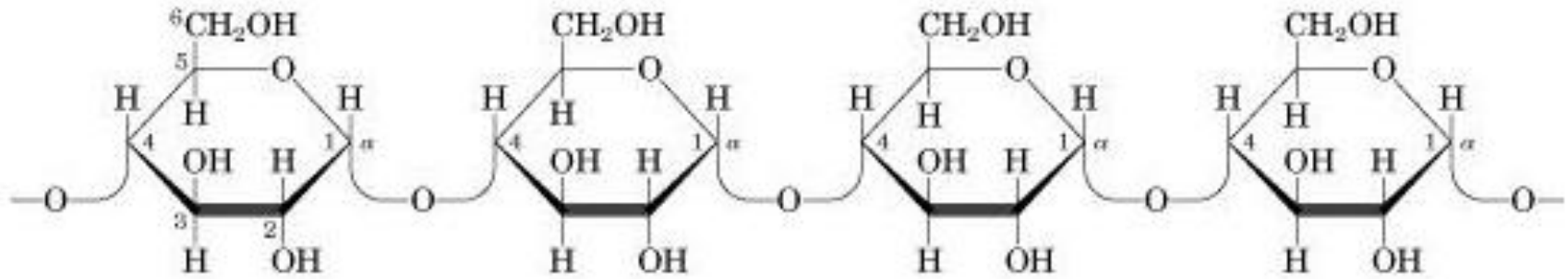
# HETEROPOLISAHARIDI

- Sadrže više vrsta monosaharida
- Mogu biti nerazgranati i razgranati
- Pektini
- Hemiceluloza

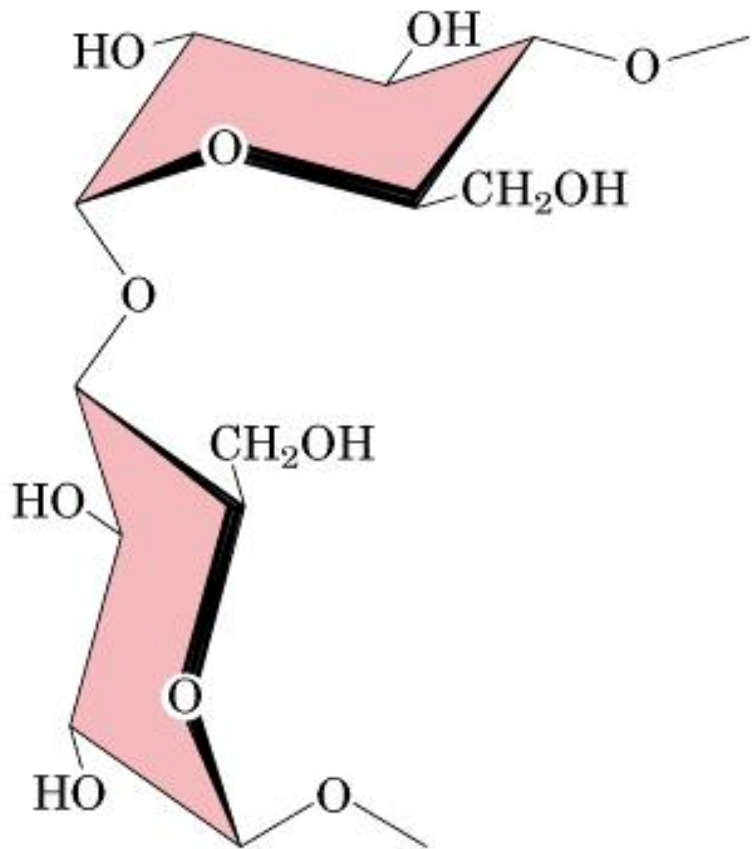
# SKROB I GLIKOGEN SU REZERVNA ENERGIJA

- Najvažniji rezervni polisaharidi su skrob kod biljaka i glikogen kod životinja i čoveka
- Skrob sadrži dva tipa polimera glukoze: amilozu (nerazgranat) i amilopektin (razgranat); obično 15 – 25% amiloze i 75 – 85% amilopektina
- Glikogen, kao i amiloza, je polimer ( $\alpha$  1→4) povezanih jedinki glukoze, sa ( $\alpha$  1→6) grananjem
- Glikogen je razgranatiji i kompaktniji od skroba

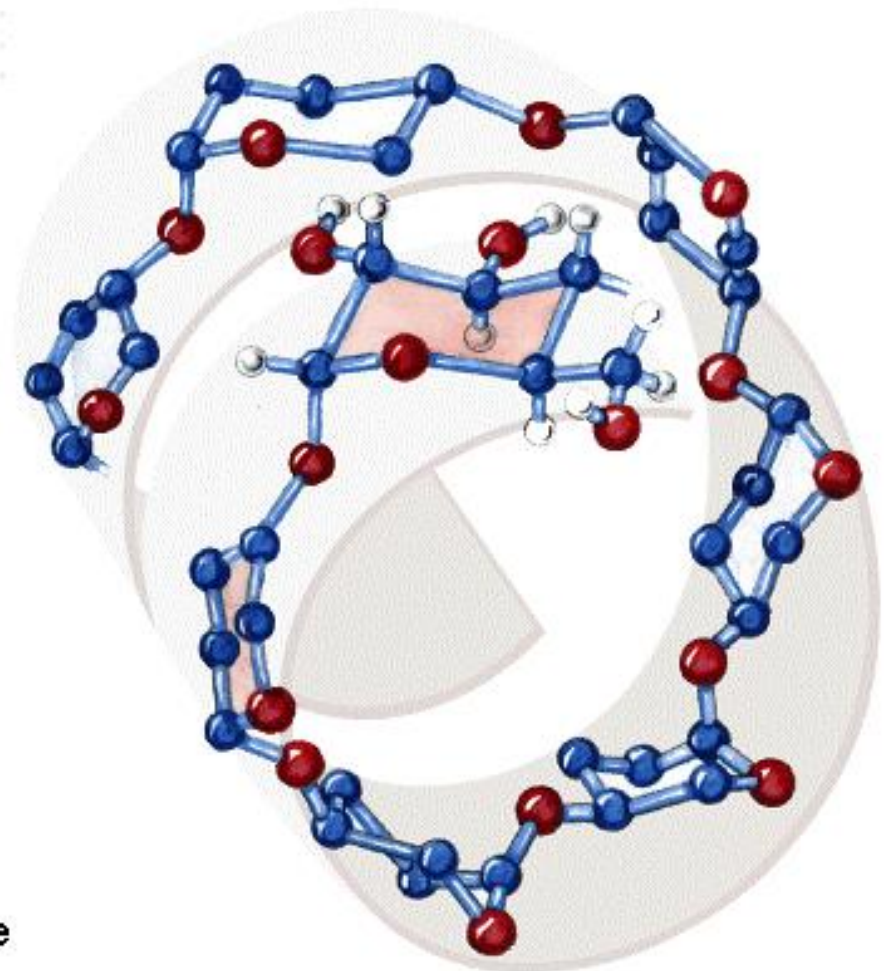
# KRATAK SEGMENT AMILOZE



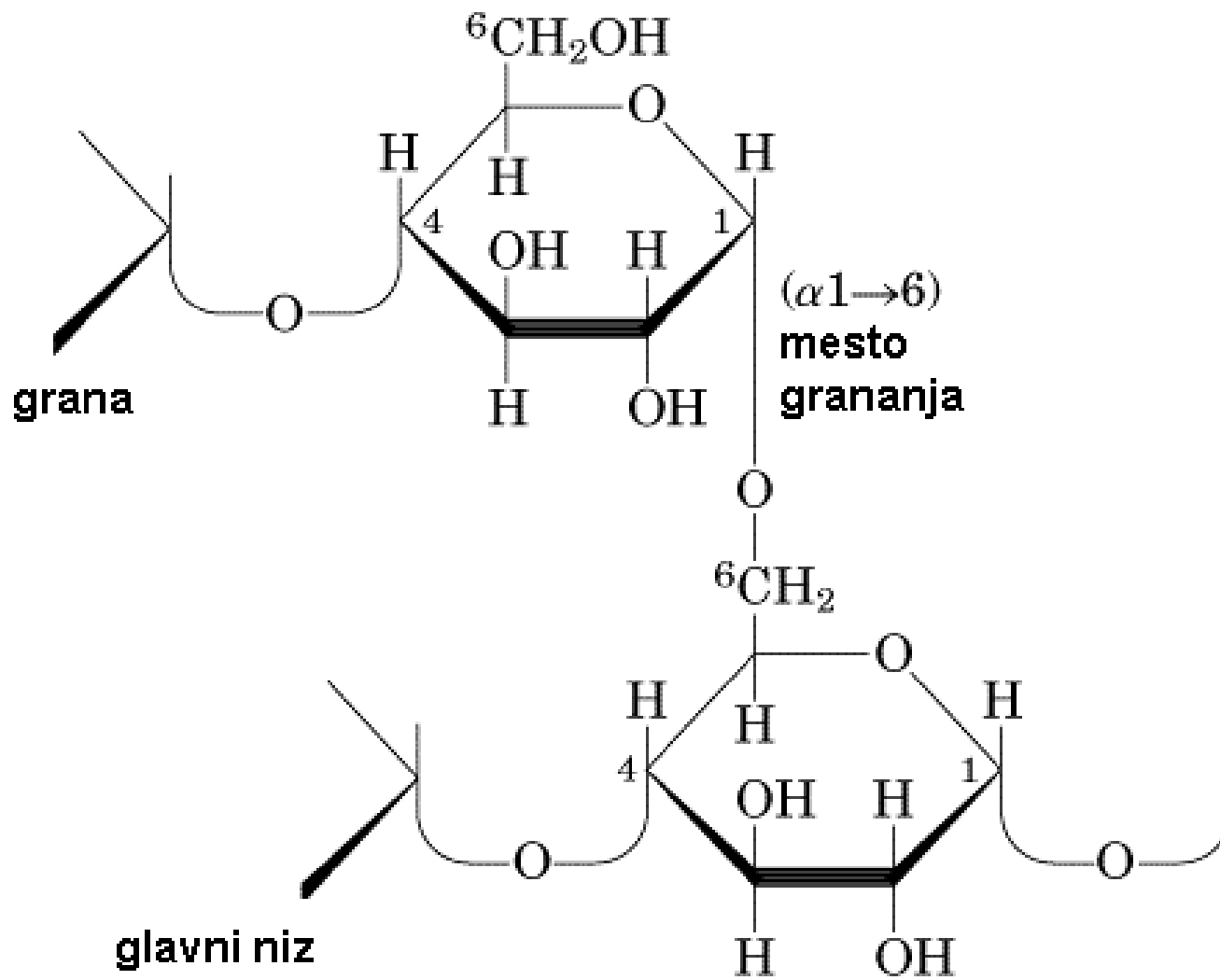
# ZBOG KONFIGURACIJE $\alpha$ - ANOMERA (AKSIJALNI POLOŽAJ) AMILOPEKTIN IMA HELIKOIDALNU FORMU



( $\alpha$ 1 $\rightarrow$ 4)- povezane glukozne jedinke

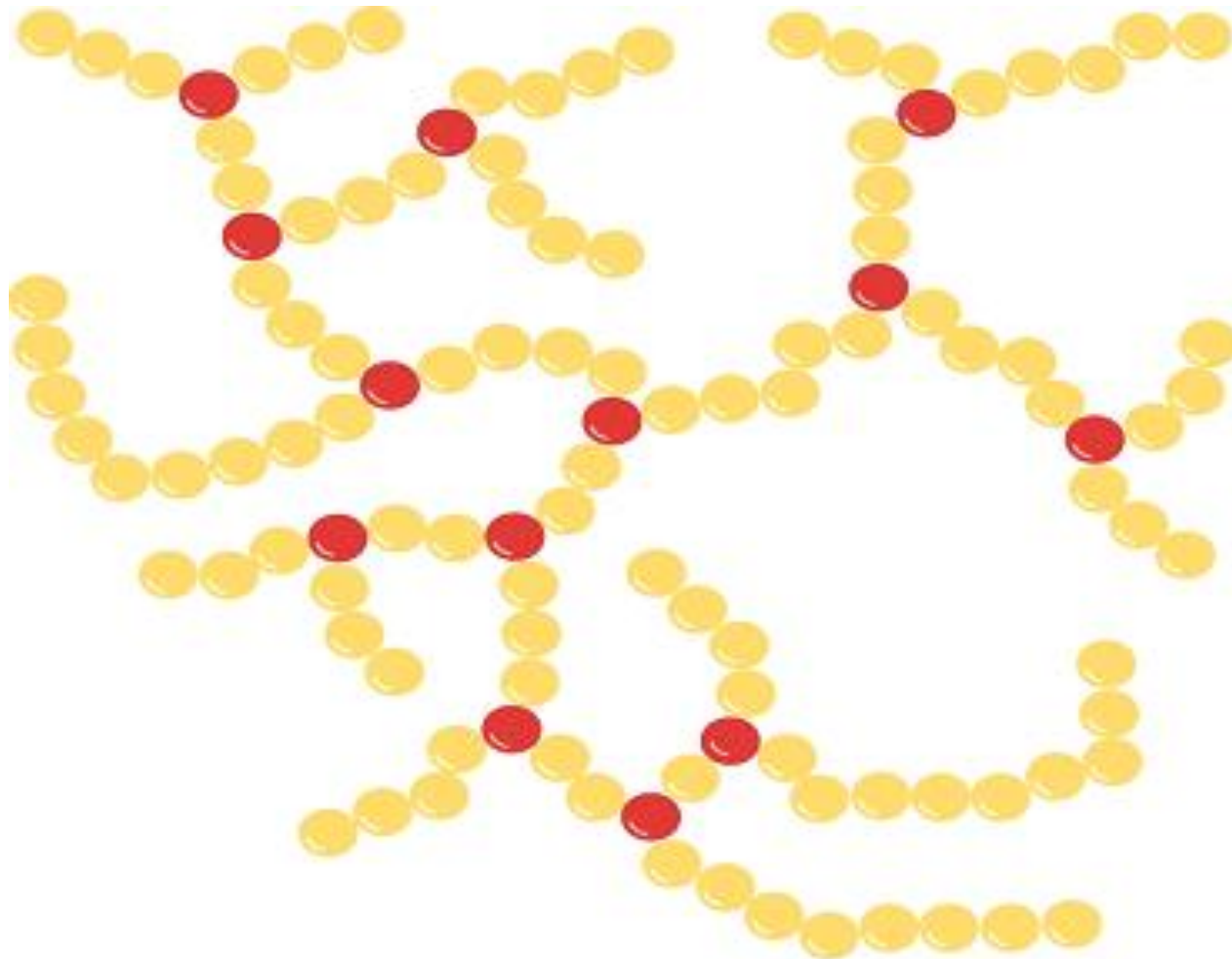


# GRANANJE KOD AMILOPEKTINA



# STRUKTURA AMILOPEKTINA

mesta grananja označena crveno



# HIDROLIZA SKROBA

SKROB



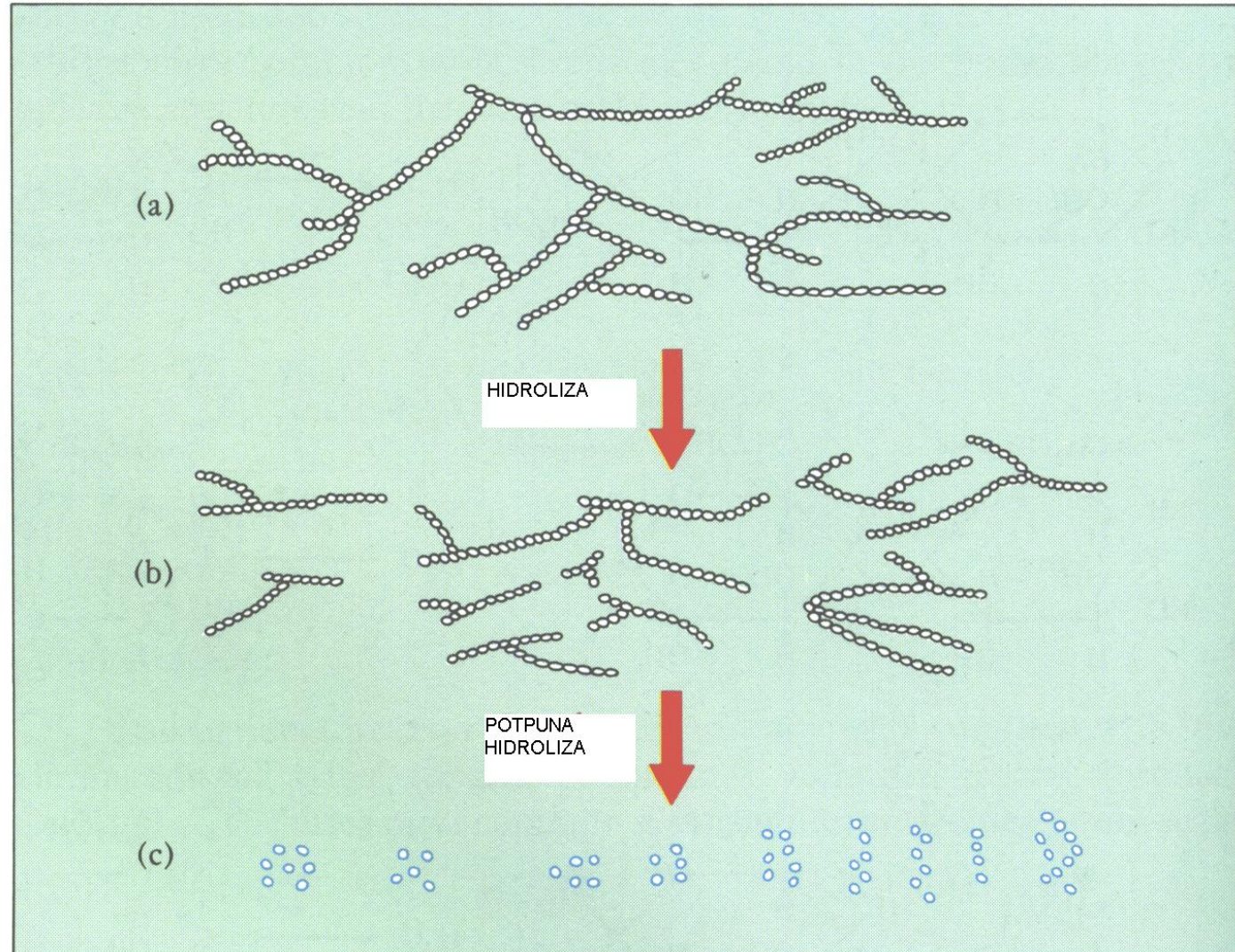
DEKSTRINI



MALTOZA



GLUKOZA



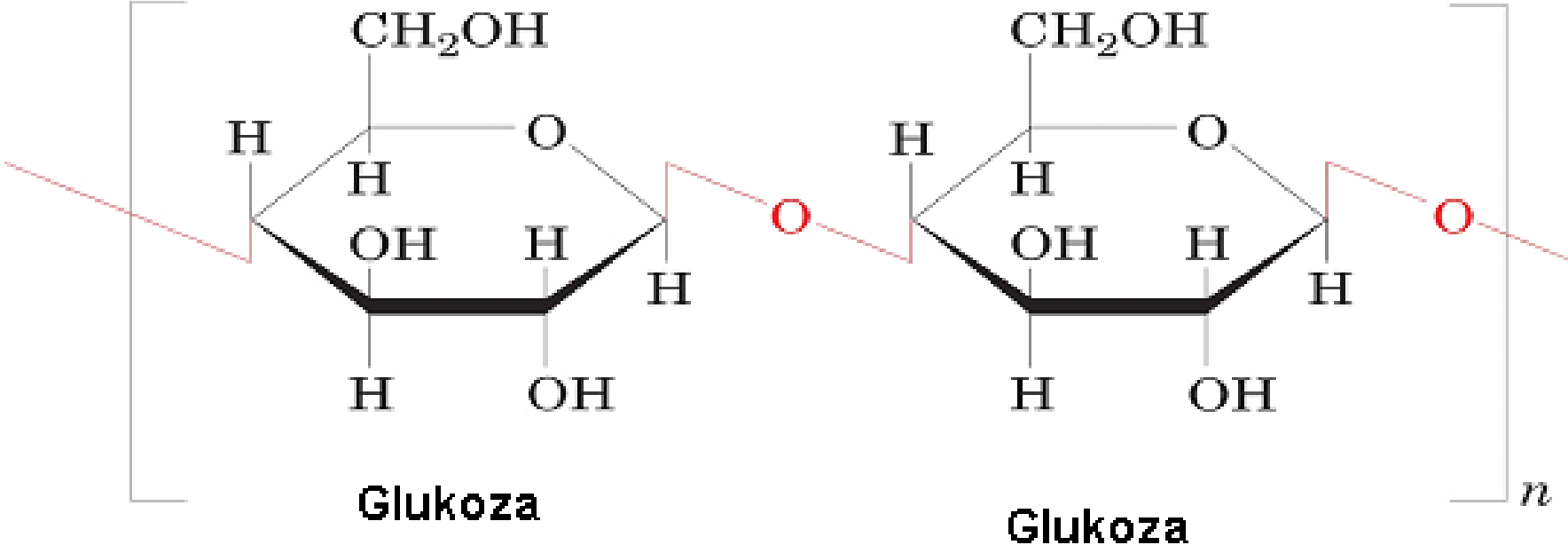


# CELULOZA

- Sadrži samo molekule glukoze
- Jedinke glukoze su povezane  $\beta$  (1 $\rightarrow$ 4) glikozidnom vezom
- Polimeri celuloze su linearni

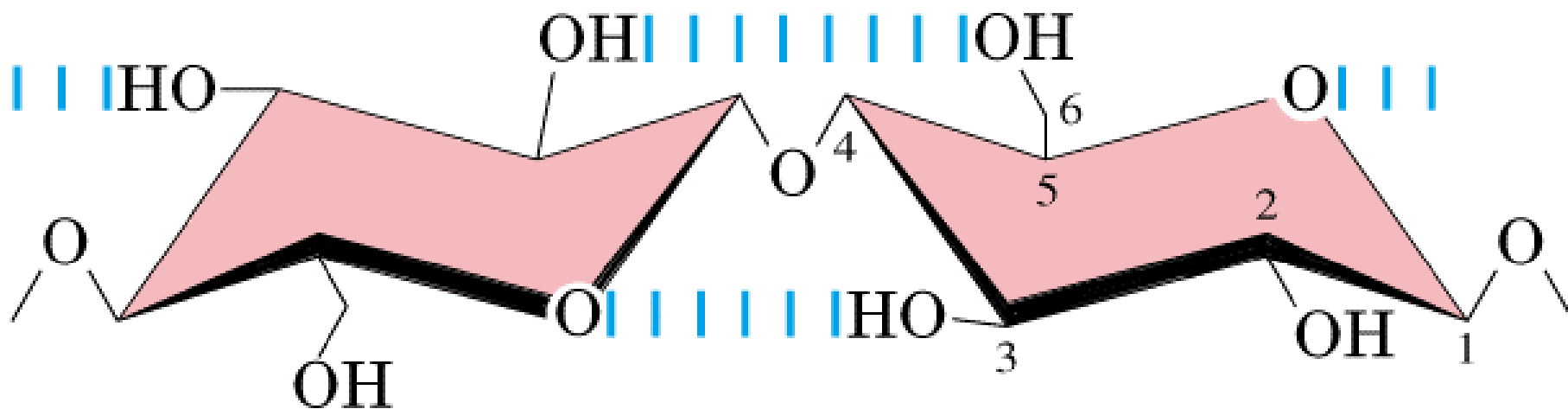
# SEGMENT STRUKTURE CELULOZE

## celobioza



# SEGMENT STRUKTURE CELULOZE

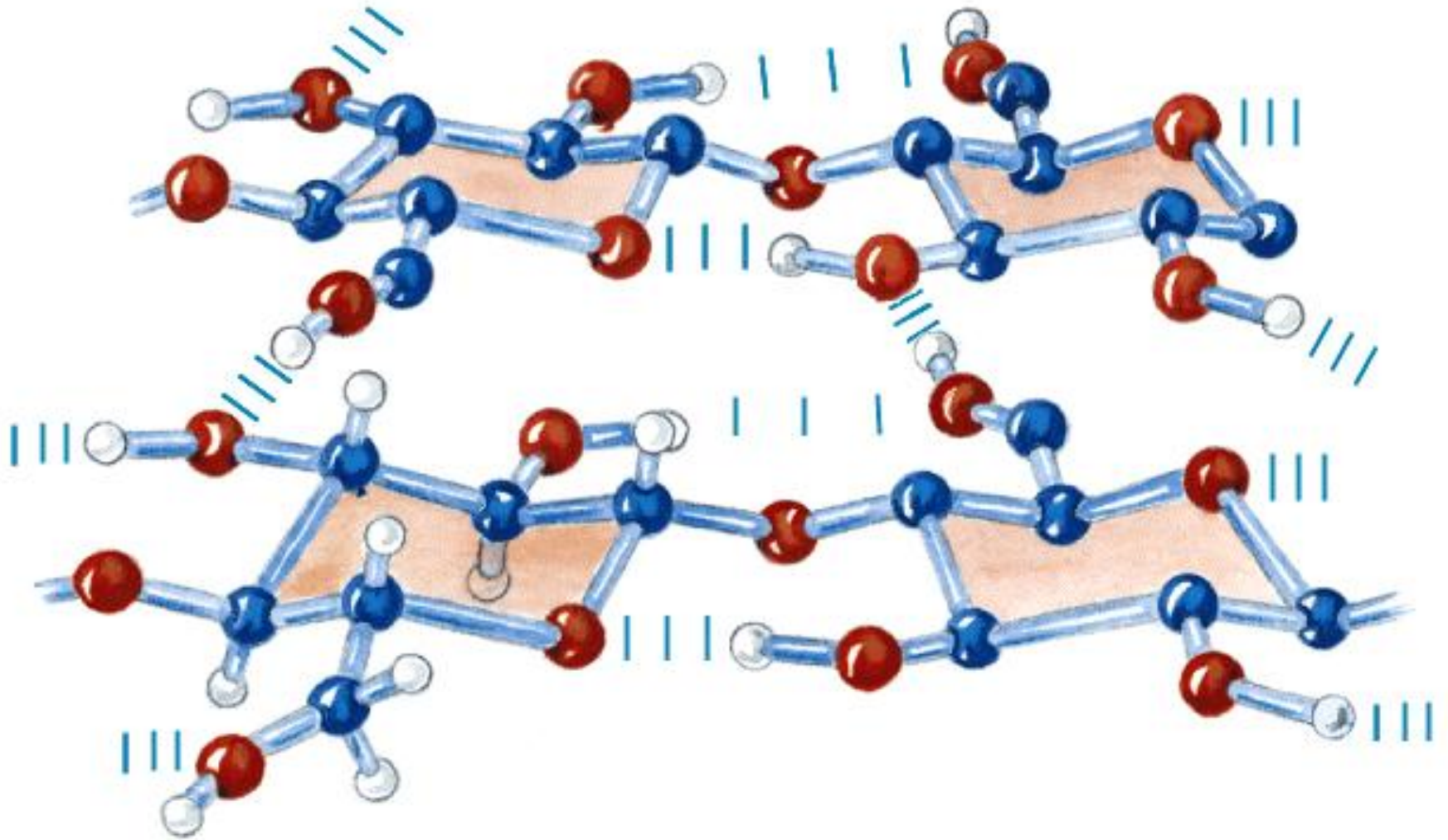
uloga vodoničnih veza i ekvatorijalnog položaja  $\beta$  anomera u formiranju linearnih molekula celuloze



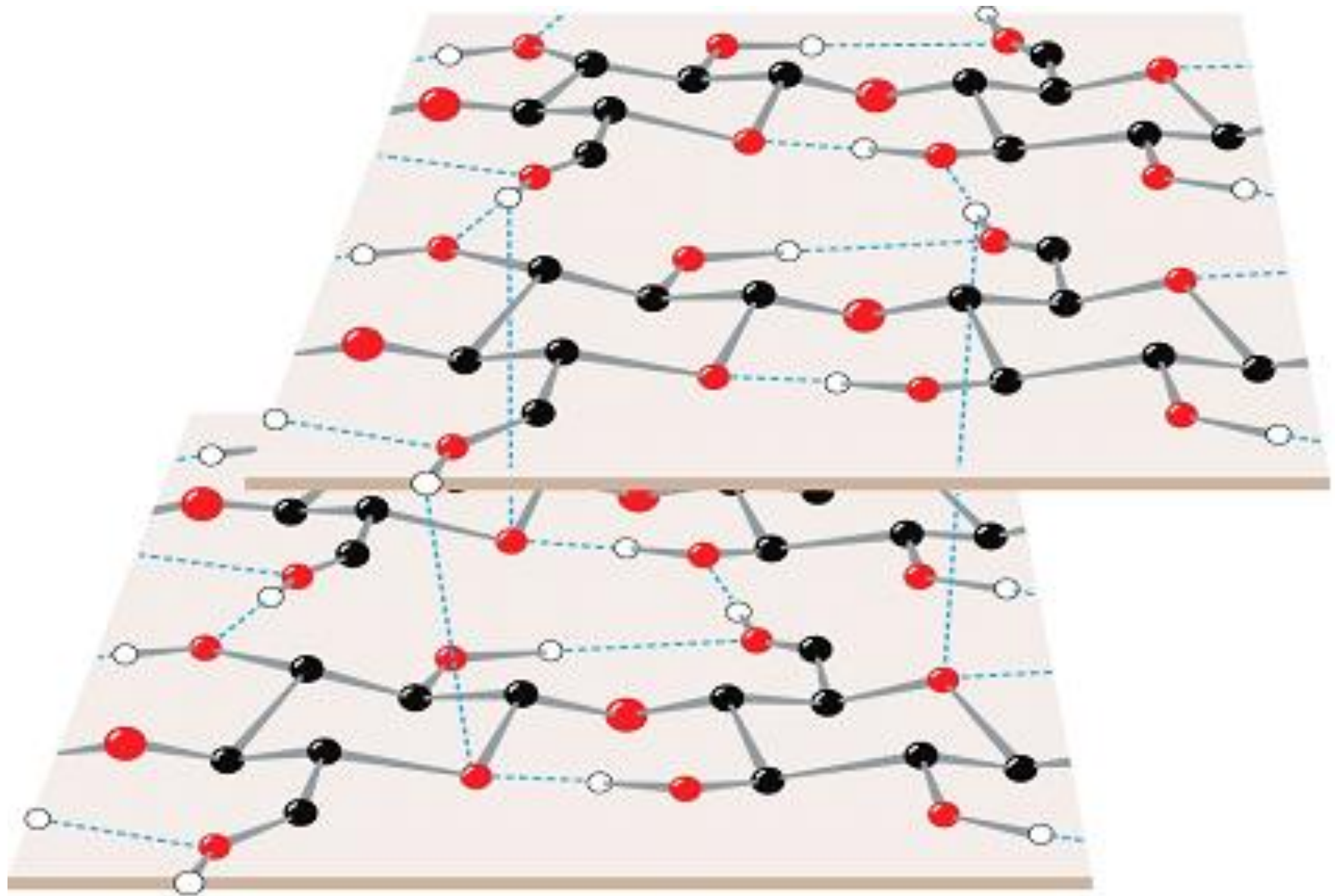
$(\beta 1 \rightarrow 4)$ - povezane glukozne jedinice

# STRUKTURA CELULOZE

veze između polimernih lanaca



# STRUKTURNI MODEL CELULOZE



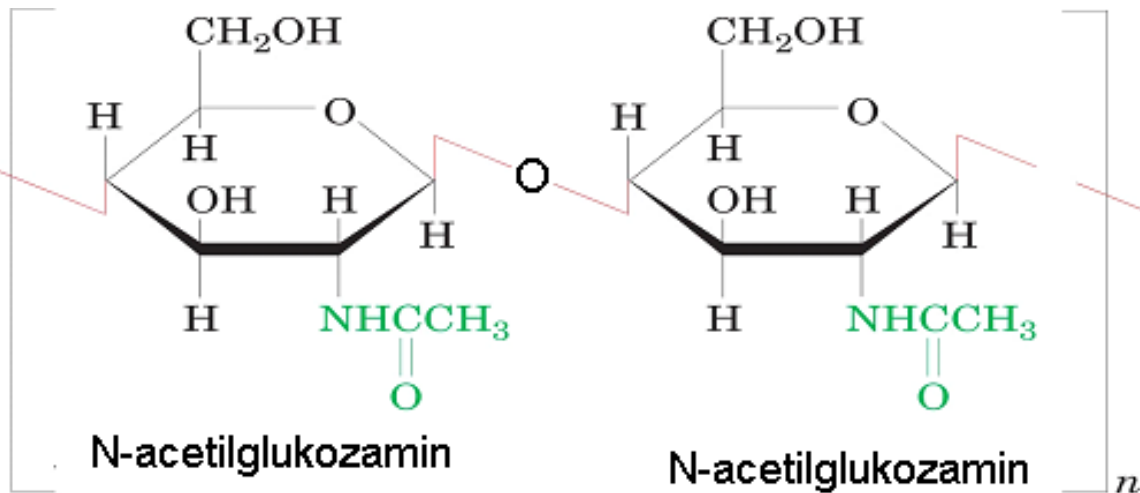
# CELULOZA POD ELEKTRONSKIM MIKROSKOPOM

fibri ćelijskog zida alge *Chaetomorpha melagonium*



# HITIN

nalazi se u oklopima rakova i strukturni polisaharid kod insekata i gljiva

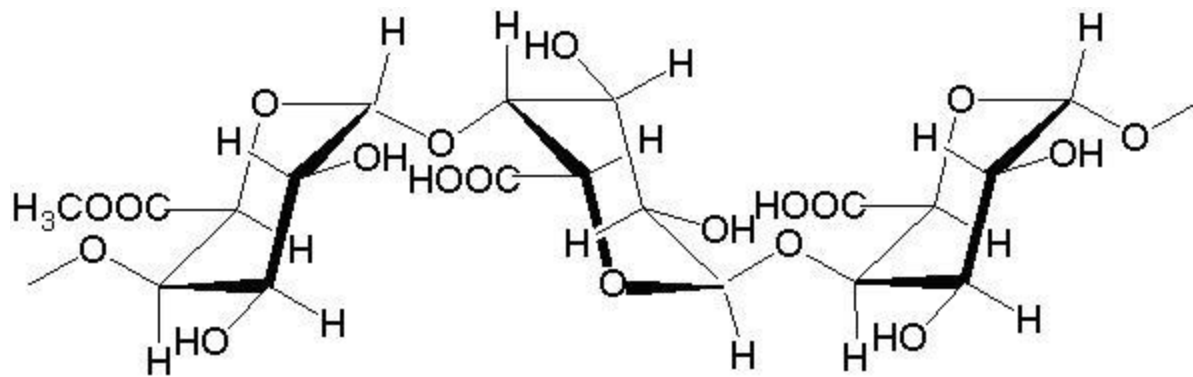
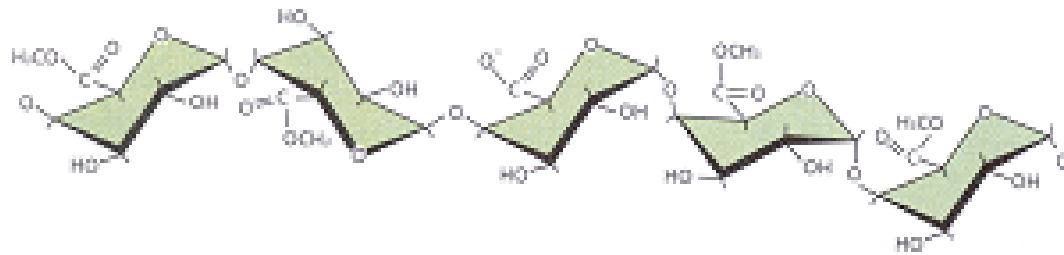


# PEKTIN

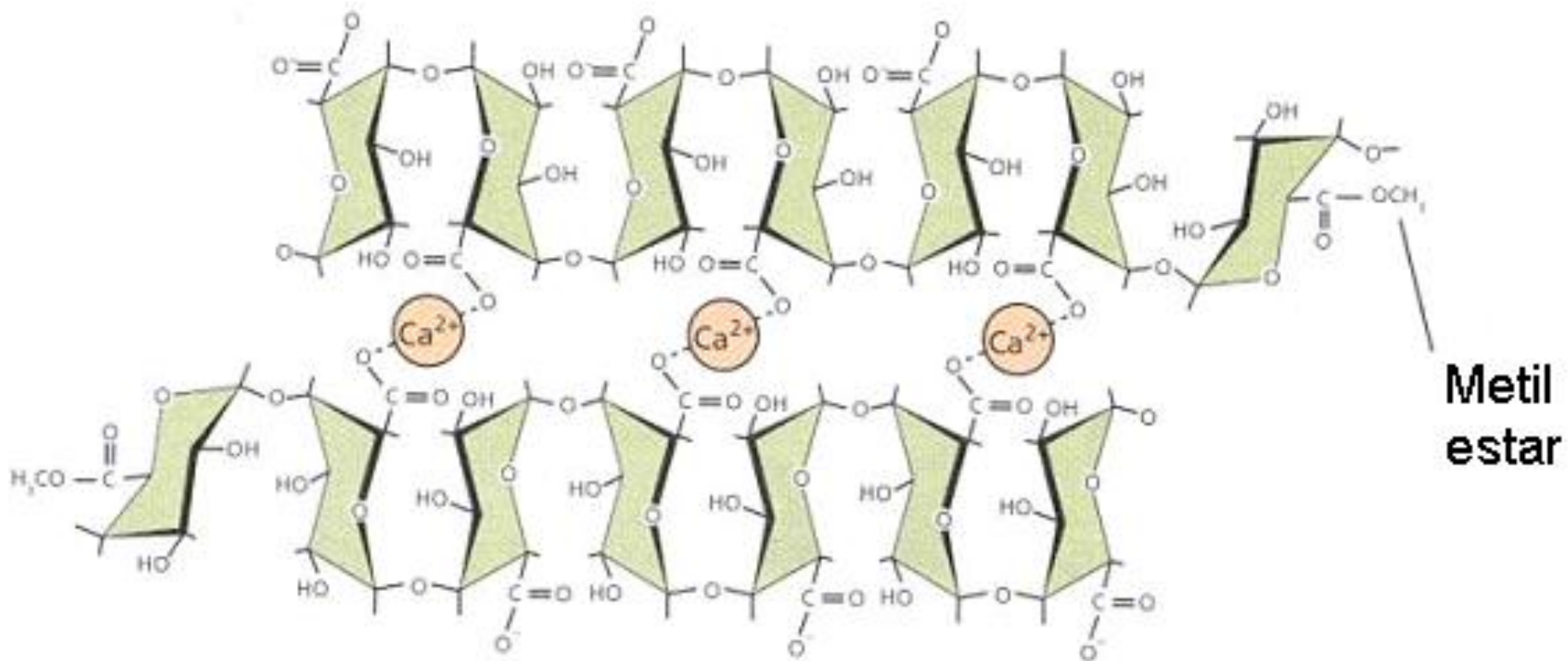
- Heteropolisaharidi
- Glavne komponente: galakturonska kiselina i metanol
- Piranozni prstenovi D-galakturonskih kiselina su u pektinskom molekulu povezani  $\alpha(1\rightarrow4)$  glikozidnim vezama.
- Ostali šećeri:  $\alpha$ -L-ramnopiranoza, D-galaktopiranoza, L-arabinofuranoza, D-ksilopiranoza, D-glukopiranoza



# STRUKTURA PEKTINA



# POVEZIVANJE I ESTERIFIKACIJA PEKTINA

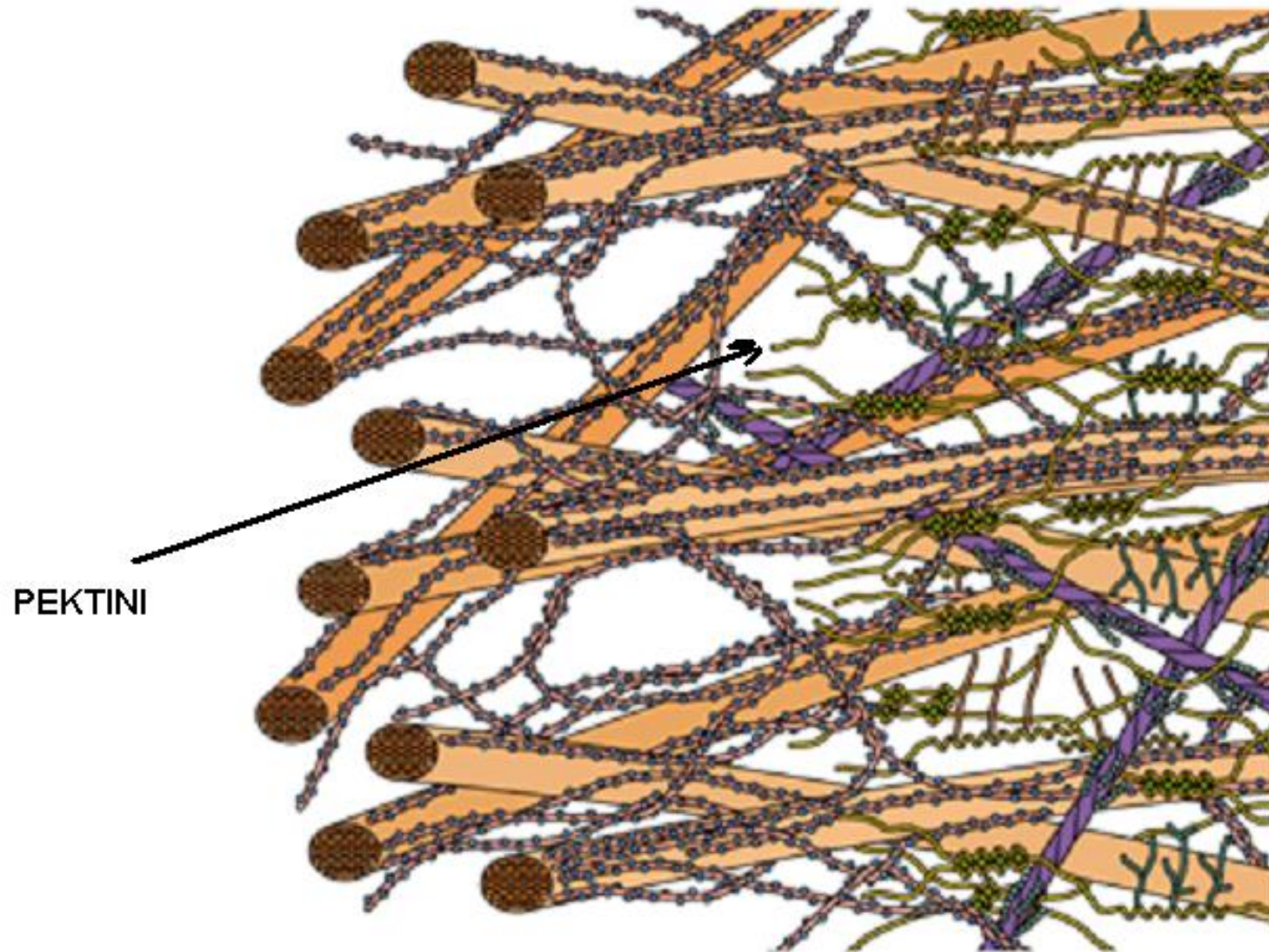


# NALAŽENJE I ULOGA PEKTINA

- Nalazi se u svim biljnim tkivima
- Posebno su bogati plodovi voća: jabuka, limun, kruška, šljiva, dunja...
- Industrijski se dobija iz plodova jabuke i ostataka plodova limuna
- Koristi se kao ugušćivač i sredstvo za želiranje
- Glavna je komponenta ćelijskog zida, pored celuloze, hemiceluloze (ksilani, arabani, lignin) i proteina



# ARHITEKTURA ĆELIJSKOG ZIDA



ŠTA NA KRAJU?

**Prijatelju, zbole me glava od ove hemije!!!**



**DA POPLJEMO JOŠ PO  
JEDNU PA DA SE  
RAZILAZIMO !!!!!**