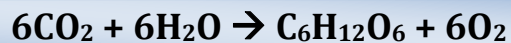
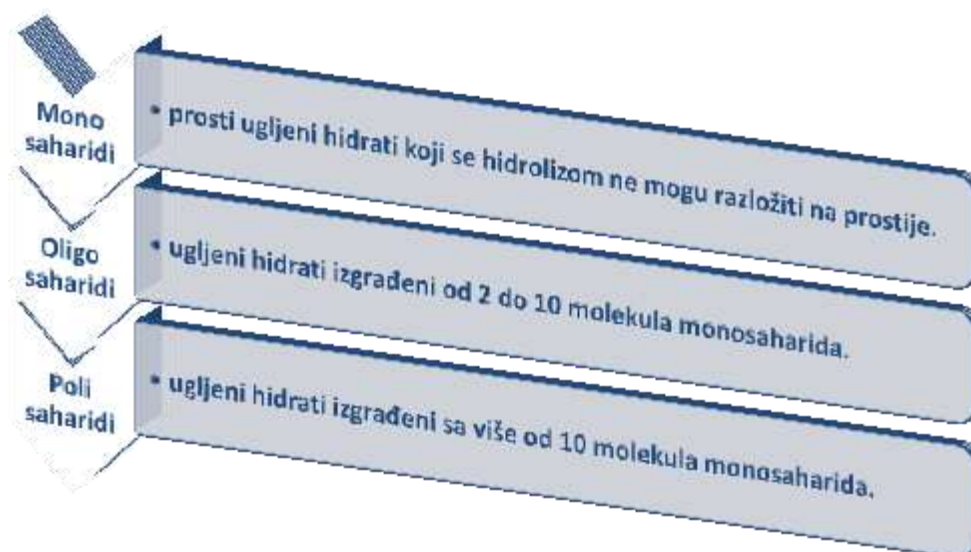


## UGLJENI HIDRATI

- **Ugljeni hidrati** su najrasprostranjenija jedinjenja u živom svetu.
- Organska jedinjenja ugljenika, vodonika i kiseonika u kojima je odnos vodonika i kiseonika 2:1 (otuda i naziv, postoje i jedinjenja gde odnos nije zadovoljen, a pripadaju ovoj klasi).
- Drugi nazivi su **saharidi** ili **šećeri**.
- Sintetizuju se iz ugljen-dioksida i vode.

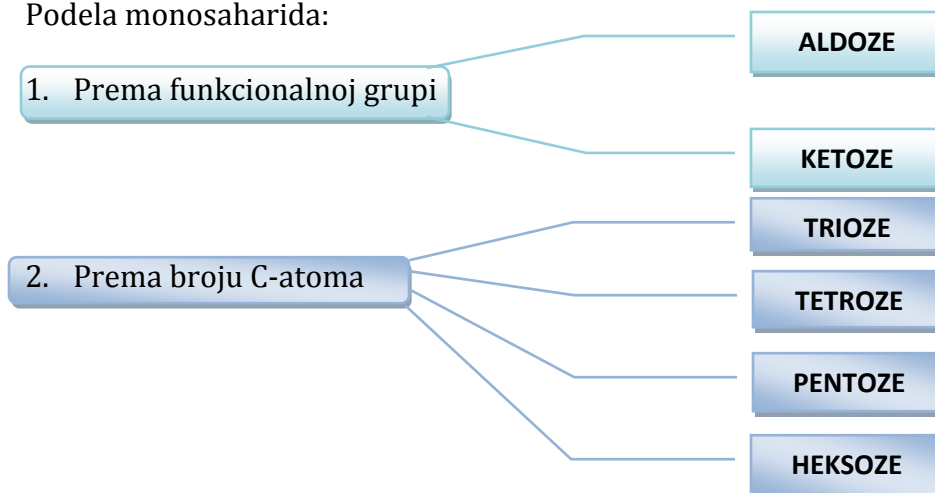


- Prema složenosti, ugljeni hidrati se mogu podeliti u tri grupe:

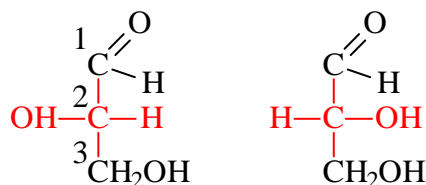


**MONOSAHARIDI**

- Monosaharidi su polihidroksilni aldehidi ili ketoni (ima aldo ili keto funkcionalnu grupu i više hidroksilnih grupa).
- Podela monosaharida:

➤ **ALDOZE**

- a) **Aldotrioze** – predstavnik je **gliceraldehid**. Služi za određivanje apsolutne konfiguracije bilo kog monosaharida koji sadrži **hiralni** centar.

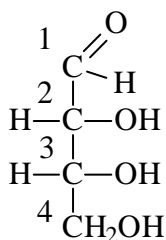


L-gliceraldehid      D-gliceraldehid

Svi oni monosaharidi koji imaju **-OH** grupu na **najudaljenijem hiralnom C-atomu** sa **desne** strane pripadaju **D-seriji**, a sa **leve** strane **L-seriji** (u prirodi su zastupljeniji monosaharidi D-serije).

**Enantiomeri** su takva jedinjenja koja se međusobno razlikuju po položaju -OH grupa na hiralnim C-atomima. Takva jedinjenja imaju iste fizičko-hemijske karakteristike.

- b) **Aldotetroze** – najpoznatija je **D-eritroza** (nastaje u procesu fotosinteze).



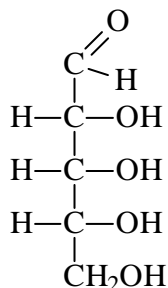
D-eritroza

c) Aldopentoze

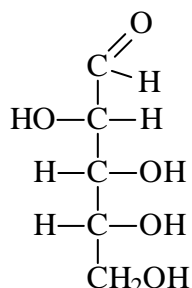
**D-riboza** – ulazi u sastav ribonukleinskih kiselina

**D-arabinoza** – ulazi u sastav biljnih polisaharida

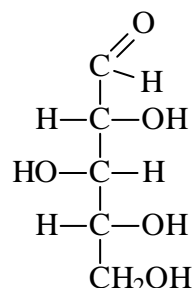
**D-ksiloza** – ulazi u sastav biljnih polisaharida



D-riboza



D-arabinoza

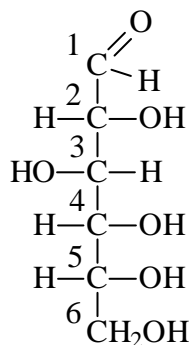


D-ksiloza

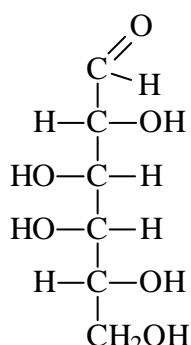
d) Aldoheksoze – najrasprostranjenija je **D-glukoza** (dekstroza ili groždani šećer). Kao slobodna se nalazi u voću i u krvi kičmenjaka, a kao vezana u oligo- ili polisaharidima.

D-galaktoza – nalazi se u disaharidu laktozi.

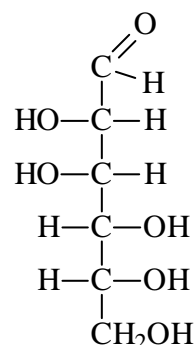
D-manoza – ulazi u sastav biljnih polisaharida.



D-glukoza

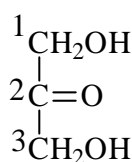
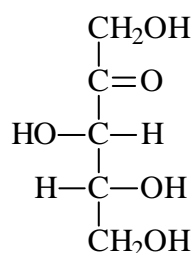
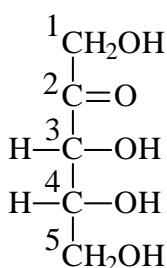
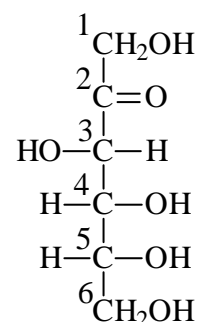


D-galaktoza



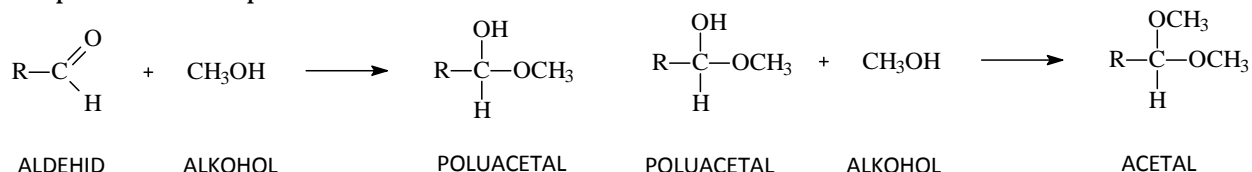
D-manoza

**Epimeri** su isti monosahridi koji se razlikuju po položaju -OH grupe na samo jednom asimetričnom (hiralnom) C-atomu, ne računajući onaj najudaljeniji koji određuje konfiguraciju.

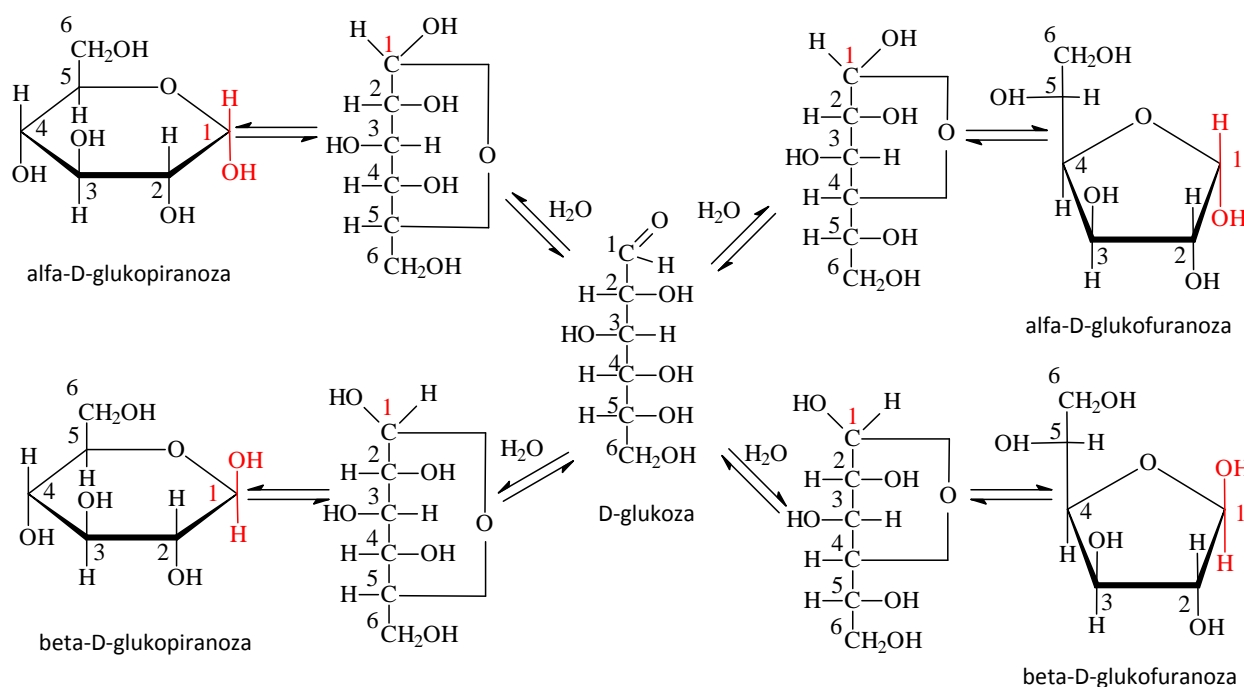
➤ KETOZEa) Ketotrioze  
dihidroksiacetonb) Ketopentoze  
D-ribuloza                      D-ksilulozac) Ketoheksoze  
fruktoza

## POLUACETALNI OBLICI KOD MONOSAHARIDA

- Monosaharidi su polihidroksilni aldehidi i ketoni, što znači da imaju aldehidnu ili keto funkcionalnu grupu i više hidroksilnih grupa.
- Usled rotacija molekula, kada se jedna -OH grupa nađe na pogodnoj udaljenosti od aldehidne ili keto grupe, dolazi do reakcije između ovih grupa pri čemu nastaju ciklični poluacetalni ili poluketalni.

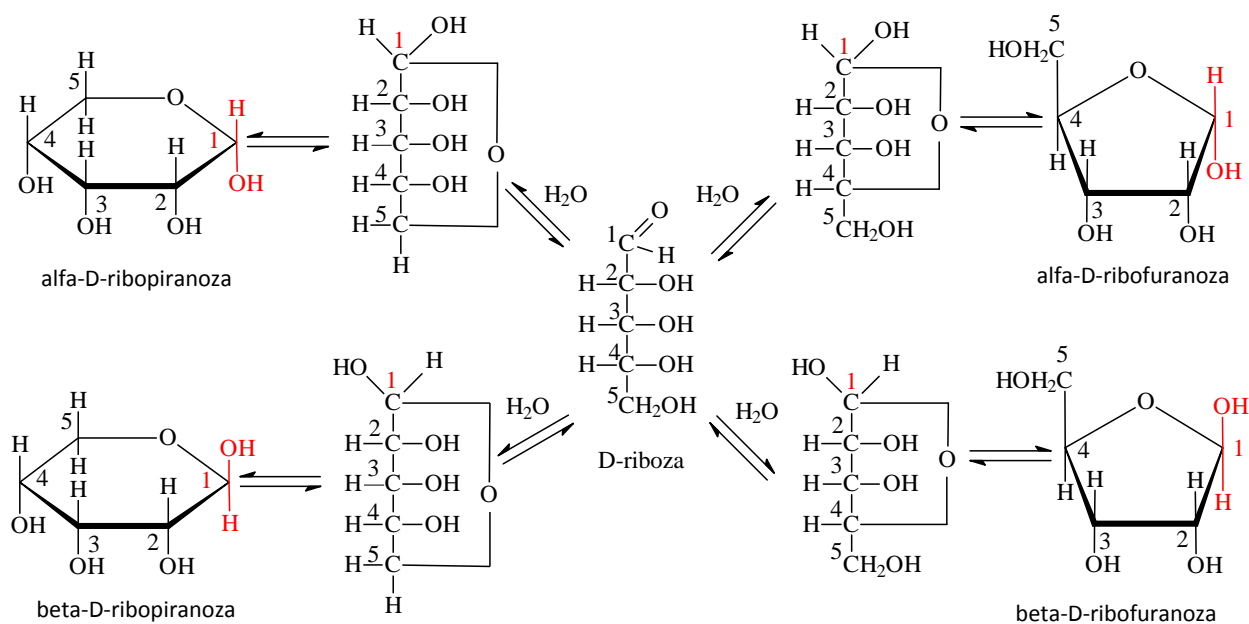


- To se dešava kod aldohexozosa i aldopentozosa koji tada grade petočlane (furanozne) ili šestočlane (piranozne) prstenove.

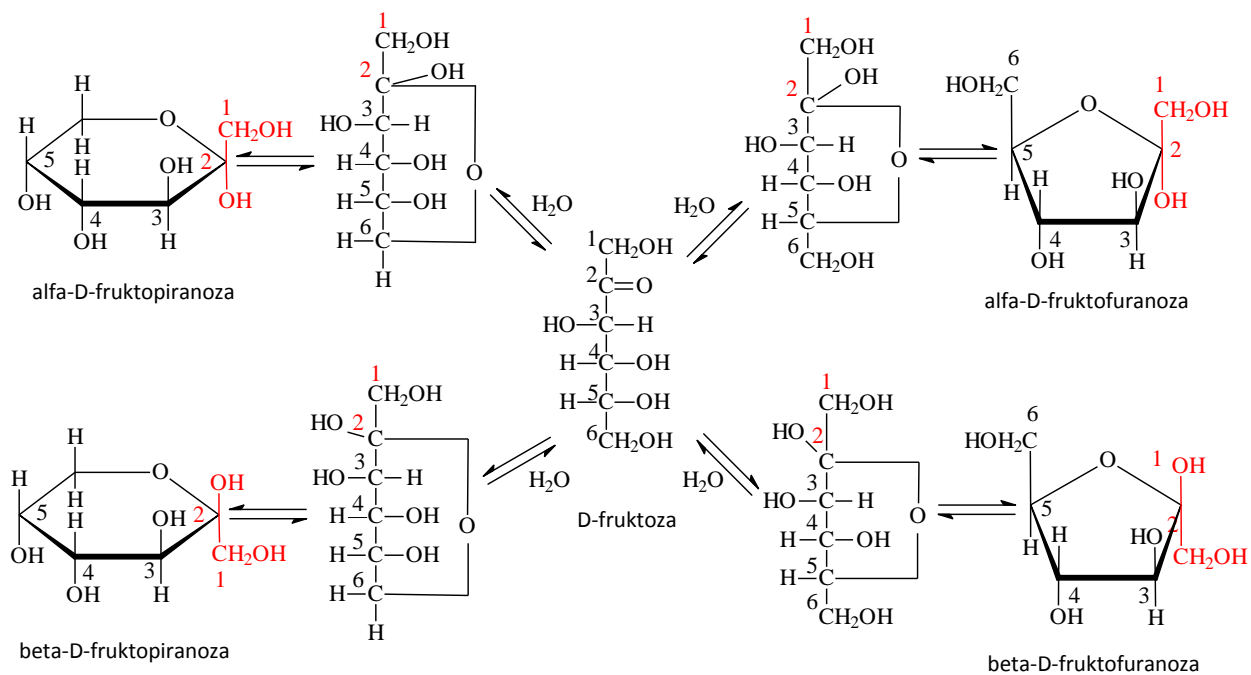


- Prilikom ovih untramolekulskih reakcija, stvara se novi asimetričan centar na C-1 atomu, tj. postoje dve mogućnosti za orijentaciju nastale poluacetalne hidroksilne grupe.
- Poluacetalni oblici monosaharida koji se razlikuju samo po konfiguraciji na asimetričnom C-atomu koji nosi poluacetalnu hidroksilnu grupu, nazivaju se **anomerni šećeri** ili **anomeri**.
- Rastvaranjem glukoze u vodi nastaju 4 anomerna oblika *alfa* i *beta* furanozni i *alfa* i *beta* piranozni (češći).
- Promena ugla rotacije sa prelaska alfa u beta i obrnuto, naziva se **mutarotacija**.

➤ Ciklične strukture poluacetalata su prikazane *Hejvortovim perspektivnim formulama*.

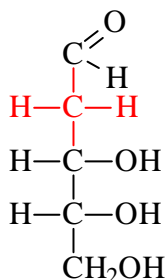


➤ I ketoheksoze i ketopentoze se u rastvoru takođe nalaze u cikličnim oblicima.



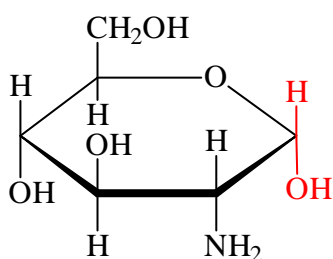
## DEOKSI- I AMINO-ŠEĆERI

- **Deoksi-šećeri** su monosaharidi kod kojih su jedna ili više hidroksilnih grupa zamenjeni vodonikom.
- Najpoznatija je **2-deoksi-D-riboza** koja ulazi u sastav deoksiribonukleinskih kiselina.

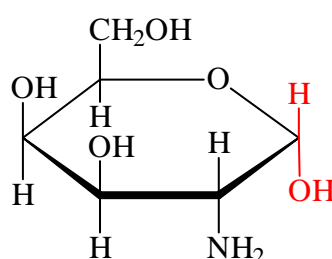


2-deoksi-riboza

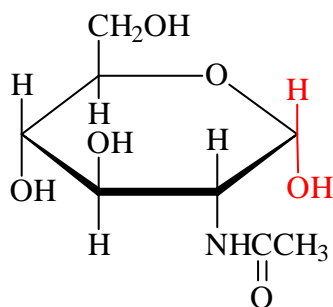
- **Amino-šećeri** su monosaharidi kod kojih je jedna hidroksilna grupa zamenjena amino funkcijom. Najčešće su u piranoznom obliku.
- Najpoznatiji amino-šećeri su **D-glukozamin** i **D-galaktozamin**, kao i njihovi N-acetil derivati.



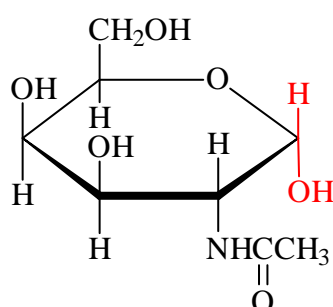
alfa-D-glukozamin



alfa-D-galaktozamin



N-acetil-alfa-D-glukozamin



N-acetil-alfa-D-galaktozamin

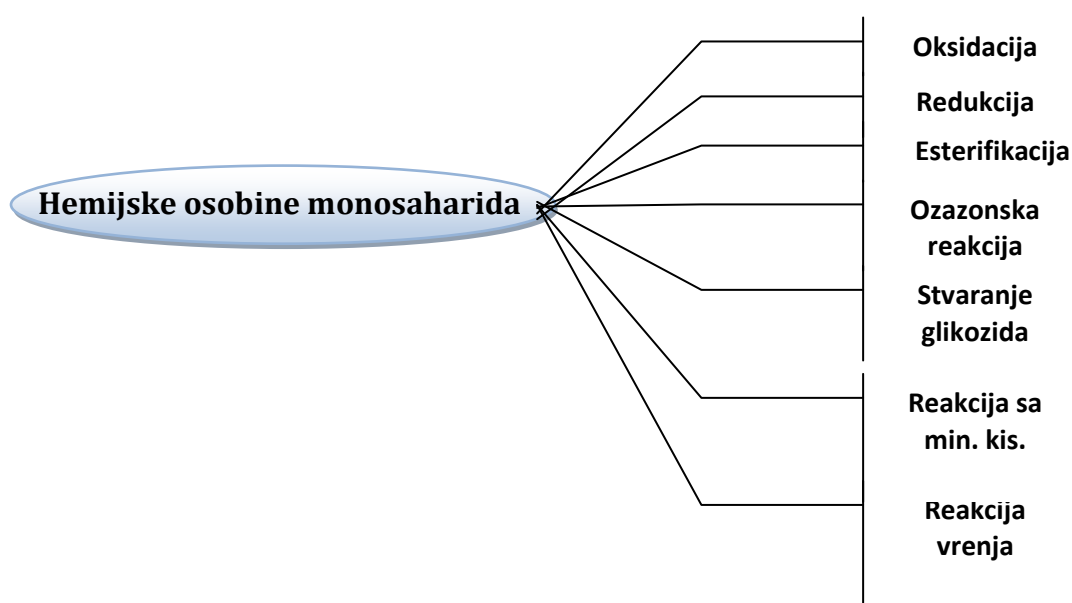
## FIZIČKE I HEMIJSKE OSOBINE MONOSAHARIDA

- Fizičke osobine monosaharida: čvrste, kristalne supstance bele boje, po pravilu slatkog ukusa, rastvaraju se u vodi, optički su aktivne supstance sem dihidroksiacetona, nepostojani su na povišenim temperaturama, svi obrću ravan polarizovane svetlosti u desno, osim fruktoze.

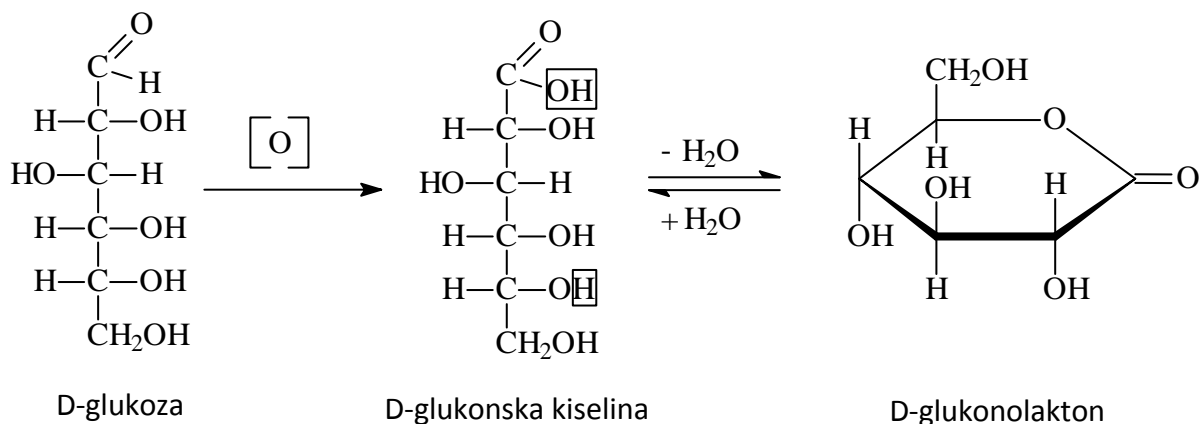
### VIDEO 1

#### OGLED 1 : RASTVORLJIVOST ŠEĆERA U VODI

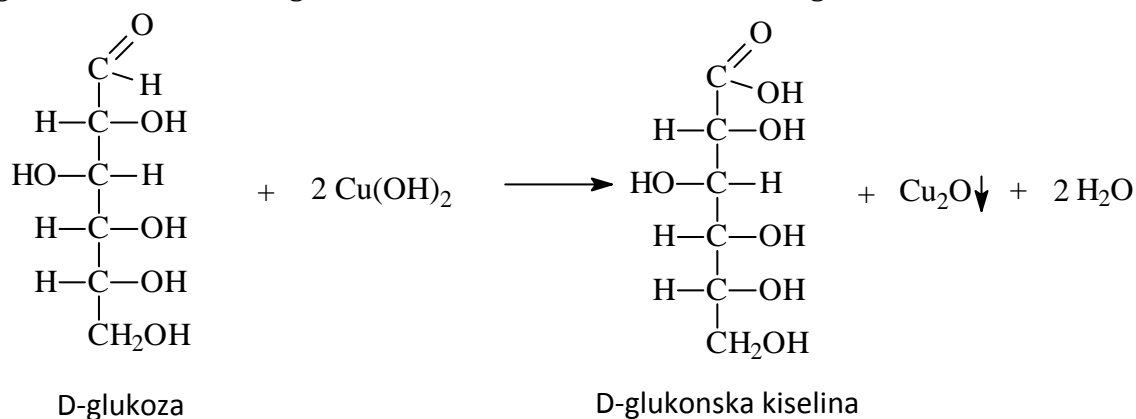
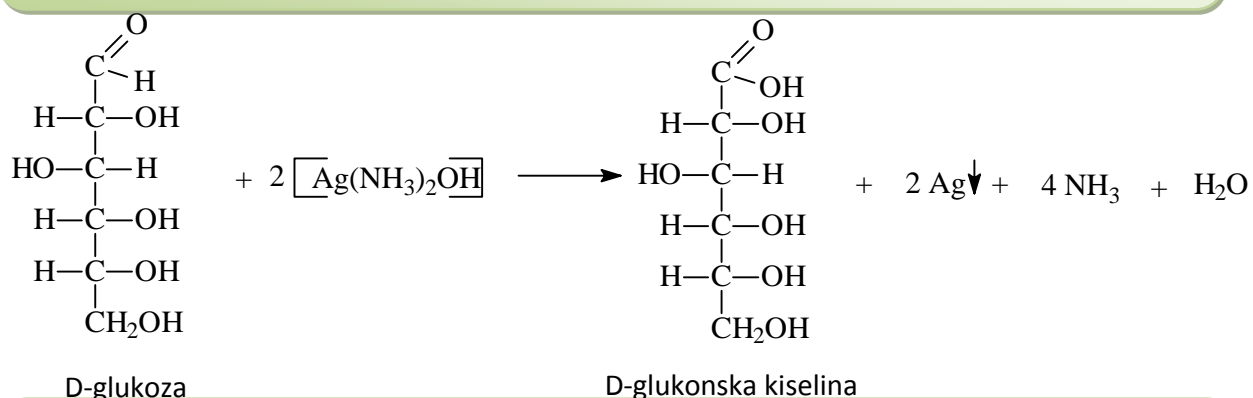
- Hemijske osobine monosaharida:



- Oksidacija** – pri oksidaciji aldehidne grupe, nastaju **aldonske kiseline**. Nalaze se u obliku laktona.

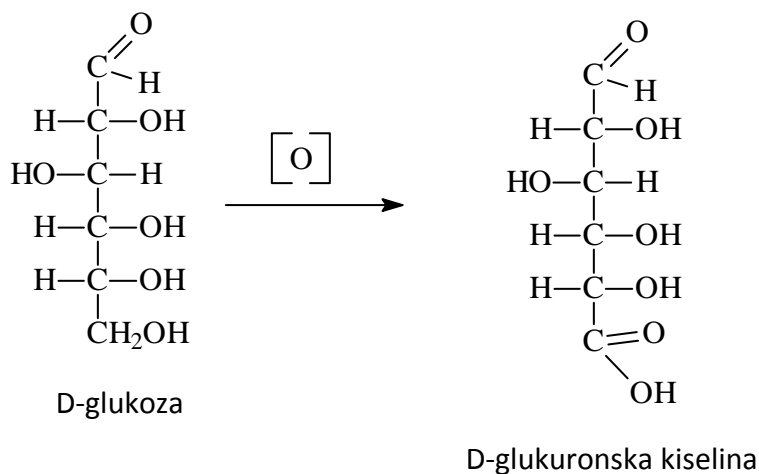


Mogu se oksidovati Felingovim, Tolensovim i Nilanderovim reagensom.

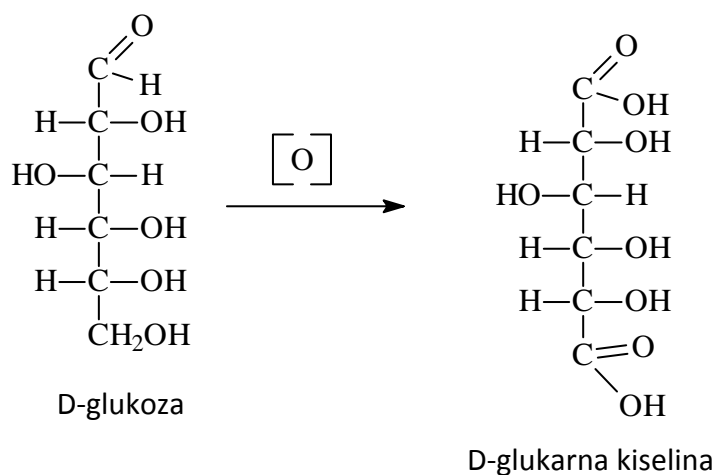
**VIDEO 2****OGLED 2 : BENEDIKTOVA REAKCIJA NA GLUKOZU****VIDEO 3****OGLED 3 : FELINGOVA REAKCIJA****VIDEO 4****OGLED 4 : NILANDEROVA REAKCIJA****VIDEO 5****OGLED 5 : TOLENKOVA REAKCIJA ( REAKCIJA SREBRNOG OGLEDALA )**



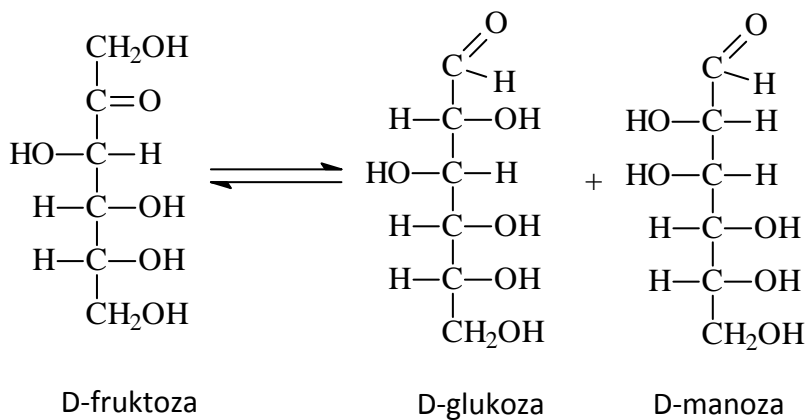
Ako se aldehidna grupa blokira, može se oksidovati primarna hidroksilna grupa i takve kiseline se nazivaju **uronske kiseline**.



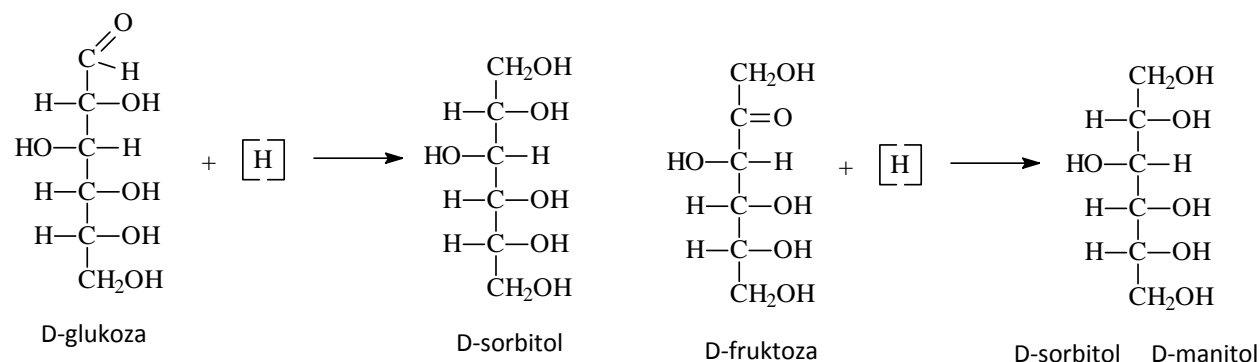
Sa jačim oksidacionim sredstvima, može se oksidovati i aldehidna i hidroksilna grupa pri čemu nastaju polihidroksilne i polikarbonske kiseline.



Ketoze se ne mogu oksidovati blagim oksidacionim sredstvima. Međutim, ako se fruktoza nalazi u alkalnoj sredini, ona prelazi u glukozu i manozu te se zbog toga mogu oksidovati.



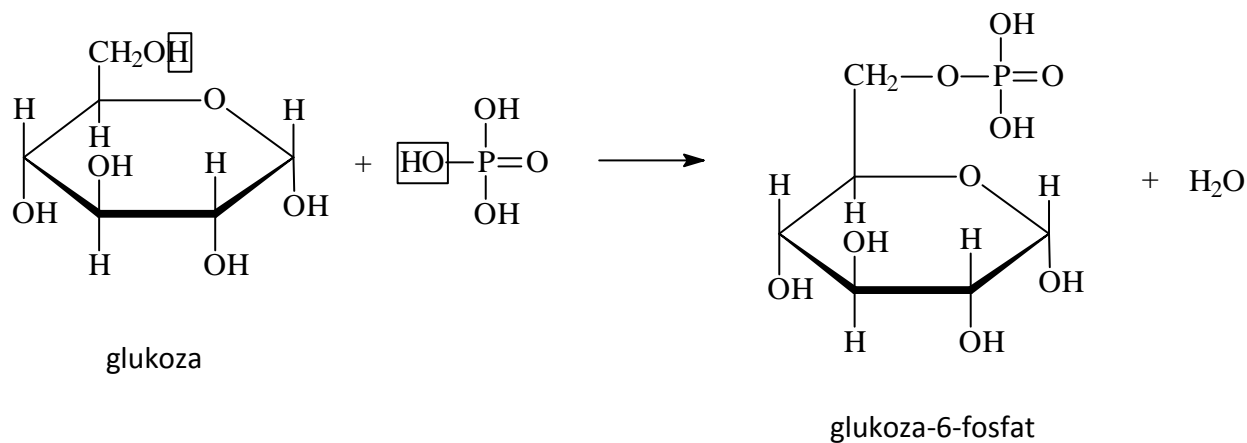
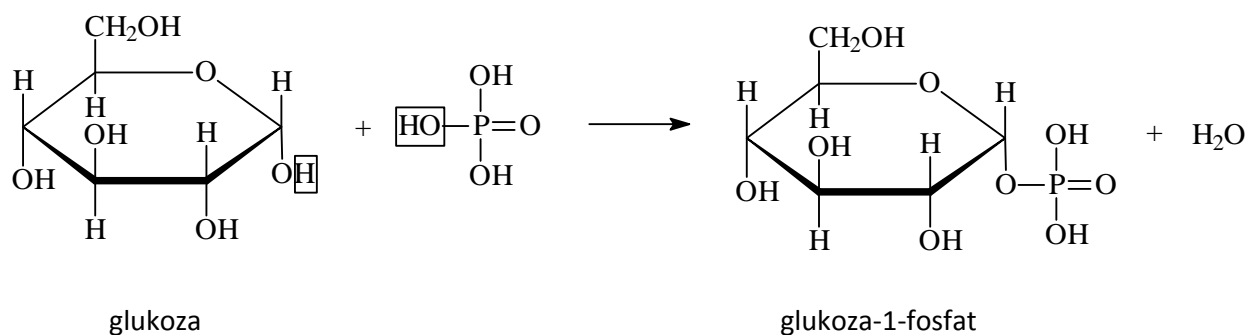
**2. Redukcija** – pri redukciji karboonilne grupe, nastaju šećerni (polihidroksilni) alkoholi.

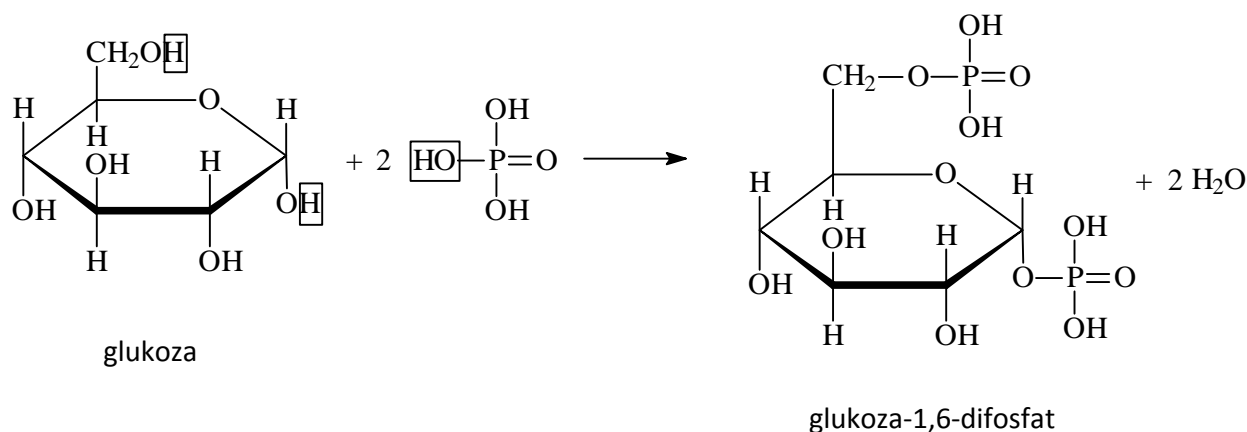


### **VIDEO 6**

#### **OGLED 6 : SANIVALOVA REAKCIJA ( DOKAZIVANJE FRUKTOZE )**

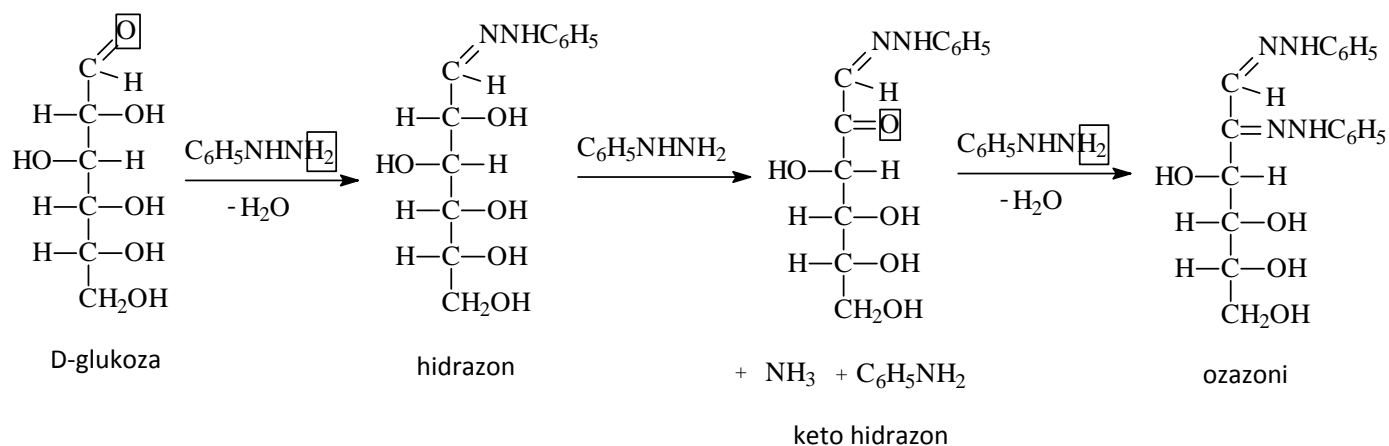
**3. Esterifikacija** – Hidroksidne grupe monosaharida se mogu esterifikovati, pri čemu nastaju šećerni estri. Reakcija između piranoznih monosaharida i fosforne kiseline, može se izvršiti na prvom C-atomu, na šestom C-atomu ili istovremeno i na prvom i na šestom.





**4. Ozazonska reakcija** – reakcija između monosaharida i fenilhidrazina u slaboj kiseloj sredini pri povišenoj temperaturi pri čemu nastaju ozazoni žute boje. Proces se odvija u tri faze:

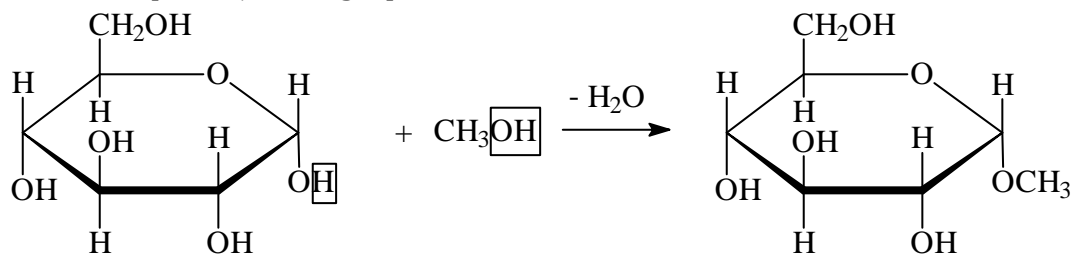
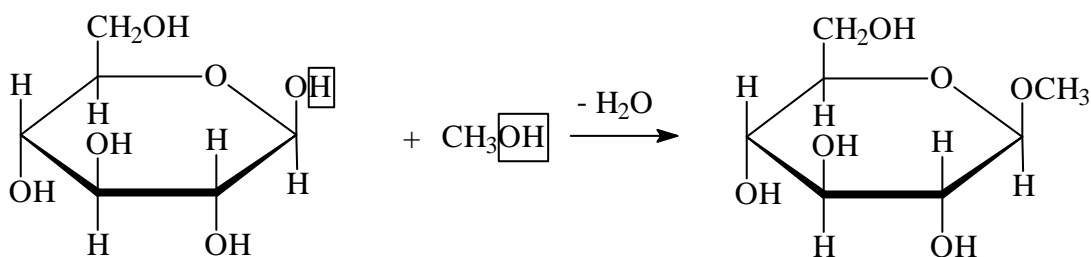
- Aldehidna grupa aldoze reaguje sa 1 molekulom fenilhidrazina i nastaje hidrazon.
- Reaguje  $-OH$  grupa sa 2. C-atomom sa fenilhidrazinom i nastaje keto hidrazon pri čemu se izdvaja  $NH_3$  i anilin.
- Reaguje keto grupa i fenilhidrazin pri čemu nastaje ozazon.



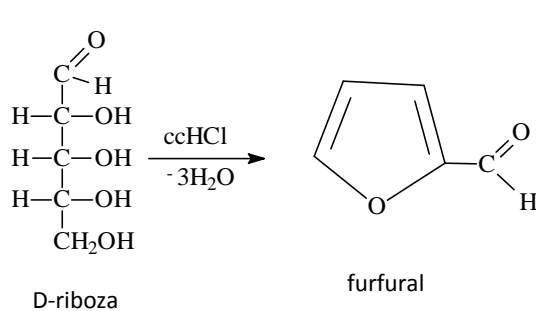
I ketoze reaguju sa fenilhidrazinom samo je sledeći redosled:

- Prvo reaguje keto grupa (sa 2. C-atomom) sa jednim molekulom fenilhidrazina.
- Primarna  $-OH$  grupa (sa 1. C-atomom) pri čemu nastaje aldehidna grupa.
- Aldehidna grupa reaguje sa 3. molekulom fenilhidrazina i nastaje ozazon.

5. **Stvaranje glikozida** – monosaharidi u poluacetalnom obliku reguju sa alkoholima i grade acetale koji daju **glikozide**, a veza se naziva **glikozidna**. Grade se dva glikozida u zavisnosti od položaja -OH grupe na anomernom C-atomu.

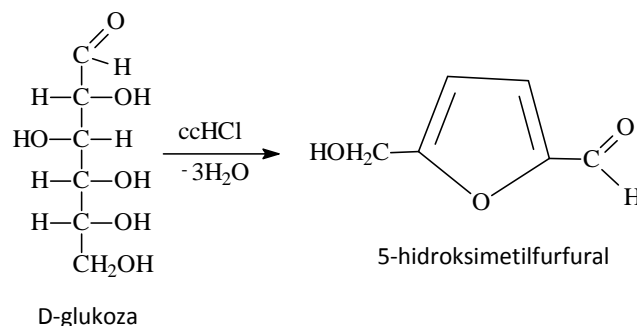
 $\alpha$ -D-glukopiranoza $\alpha$ -metil-D-glukozid $\beta$ -D-glukopiranoza $\beta$ -metil-D-glukozid

6. **Reakcije sa mineralnim kiselinama** – koncentrovana hlorovodonična i sumporna kiselina reaguju sa monosaharidima i daju nezasićen ciklični aldehid **furfural** ili derivate furfurala.



D-riboza

furfural

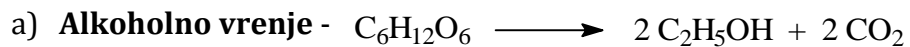


D-glukoza

5-hidroksimetilfurfural

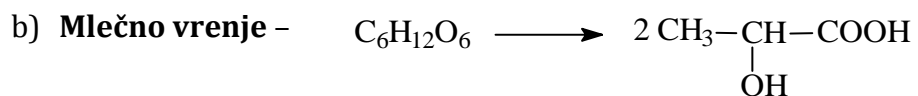
**VIDEO 7****OGLED 7 : DEHIDRATACIJA ŠEĆERA****VIDEO 8****OGLED 8 : MOLIŠOVA REAKCIJA**

7. Reakcije vrenja – monosaharidi podležu reakcijama vrenja.



**VIDEO 9**

**OGLED 9 : ALKOHOLNO VRENJE ŠEĆERA**



**UGLJENI HIDRATI – MONOSAHARIDI – pitanja i zadaci**

1. Definicija ugljenih hidrata.
2. Podela ugljenih hidrata prema složenosti.
3. Šta su monosaharidi?
4. Podela monosaharida prema broju C-atoma.
5. Strukturnim formulama napisati predstavnike svih aldoza i ketoza.
6. Fisherovim formulama napisati predstavnike svih aldoza i ketoza.
7. Definicija epimera sa primerom.
8. Definicija enantiomera sa primerom.
9. Šta je hiralan centar ( asimetričan C-atom )?
10. Hejvortovim formulama predstaviti ciklične oblike D-glukoze.
11. Hejvortovim formulama predstaviti ciklične oblike D-riboze.
12. Hejvortovim formulama predstaviti ciklične oblike D-fruktoze.
13. Šta su anomeri i dati primer.
14. Šta je mutarotacija i zbog čega se javlja?
15. Šta su deoksi-šećeri?
16. Napisati predstavnike deoksi-šećera.
17. Šta su amino-šećeri?
18. Napisati predstavnike amino-šećera.
19. Napisati fizičke osobine monosaharida.
20. Oksidacija monosaharida.
21. Redukcija monosaharida.
22. Esterifikacija monosaharida.
23. Ozazonska reakcija monosaharida.
24. Stvaranje glikozida i glikozidne veze.
25. Reakcija sa mineralnim kiselinama.
26. Vrste vrenja i napisati reakcije.