

# ELS GLÚCIDS

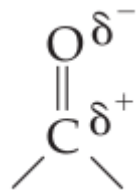


# ELS GLÚCIDS 1

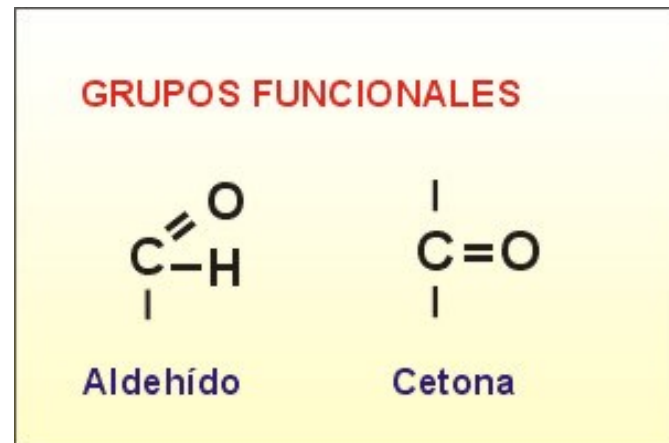
- **Característiques dels glúcids.**
- **Els monosacàrids.**
- Els disacàrids.
- Els polisacàrids.

# Característiques dels glúcids

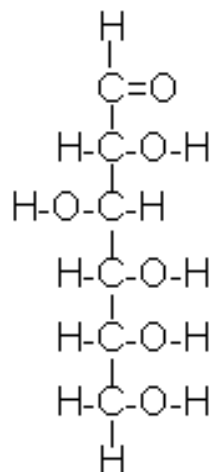
- Biomolècules orgàniques formades per C, H i O.
- També coneguts com hidrats de carboni o sucres.
- Formula empírica:  $C_nH_{2n}O_n$  o  $(CH_2O)_n$
- Els carbonis s'uneixen a grups OH (hidroxil) i a H (hidrogen).
- Totes les molècules tenen un **grup carbonil**.



El grup carbonil pot ser un **aldehid** o una **cetona**

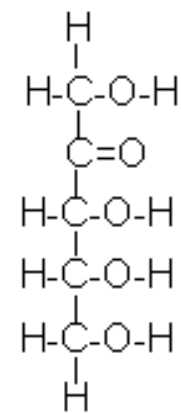


Químicament es defineixen com polihidroxi**aldehids** o polihidroxi**cetones**:



La glucosa, un polihidroxi**aldehído**

Un polihidroxi**aldehído** es una molécula que tiene en el carbono 1 una función **aldehído** y funciones **alcohol** en el resto de los carbonos.



La ribulosa, una polihidroxi**cetona**

Una polihidroxi**cetona** es una molécula que tiene en el carbono 2 una función **cetona** y funciones **alcohol** en el resto de los carbonos.

# Classificació dels glúcids

## **Monosacàrids:**

Constituïts per una sola molècula de polihidroxialdehid o polihidroxicetona.

## **Oligosacàrids:**

Formats per la unió de 2 a 10 molècules de monosacàrids (disacàrids, trisacàrids...).

## **Polisacàrids:**

Formats per la unió de més de 10 monosacàrids.

## **Glúcids associats a molècules no glucídiques.**

Constituïts per una part glucídica i una part no glucídica.

Els oligosacàrids i els polisacàrids es poden descompondre en monosacàrids gràcies a l'acció d'enzims hidrolases. Els monosacàrids no es poden hidrolitzar, és a dir, no es poden dividir en molècules més petites.

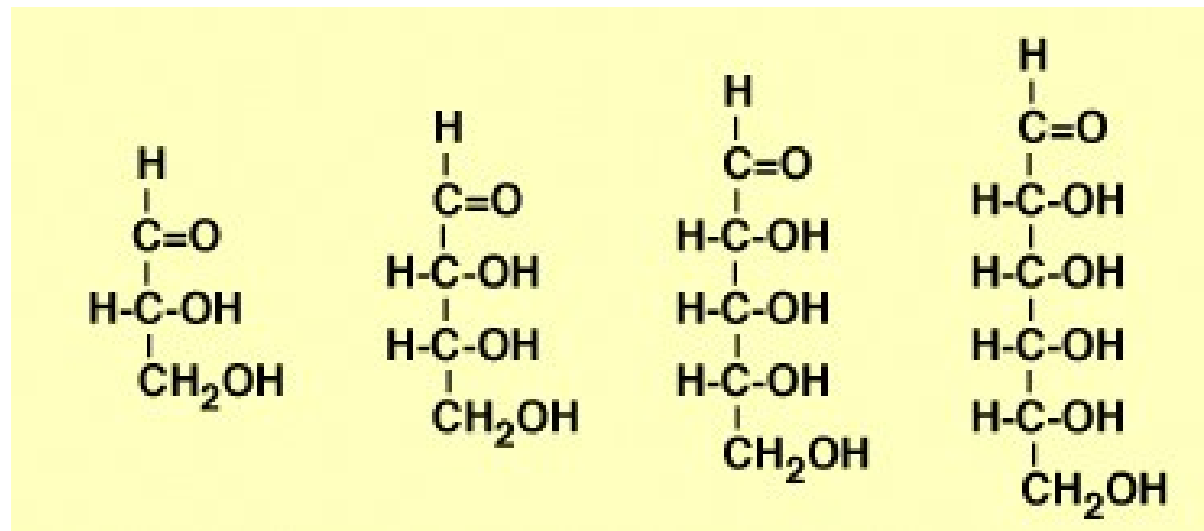
# Els monosacàrids

Glúcids senzills. Constituïts per una sola molècula de polihidroxialdehid o polihidroxicetona.

Tenen de 3 a 7 àtoms de C.

Poden ser **ALDOSES** (grup carbonil aldehid) o **CETOSSES** (grup carbonil cetona)

Nomenclatura: prefix nombre carbonis + **osa**.



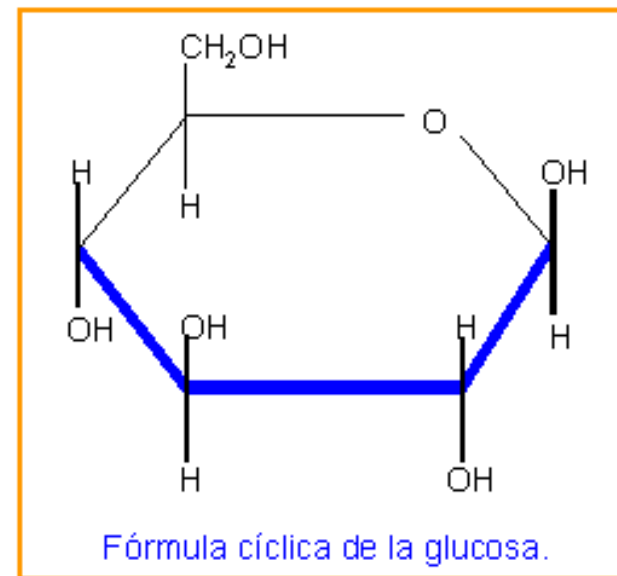
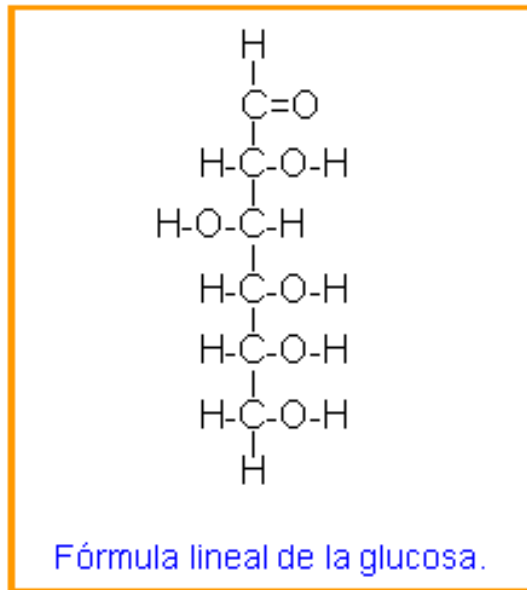
TRIOSA

TETROSA

PENTOSA

HEXOSA

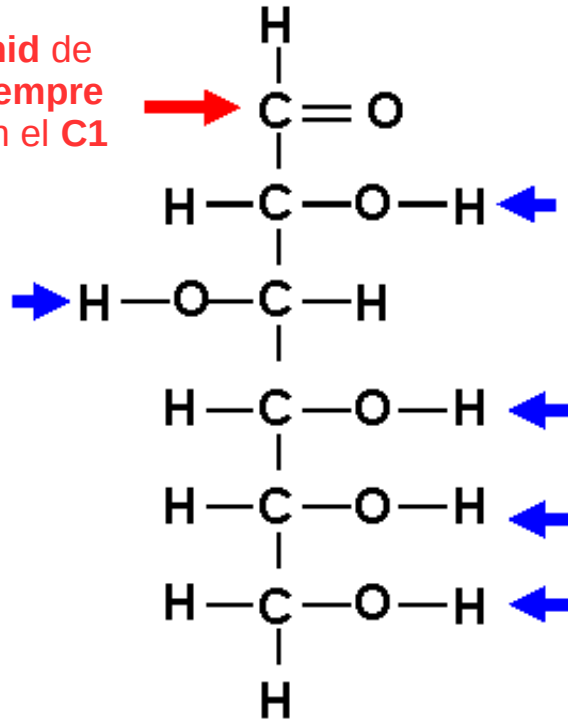
Tots els monosacàrids tenen una fórmula lineal i alguns, poden passar de la fórmula lineal a una cíclica.



Les fórmules lineals s'escriuen amb la cadena carbonada en vertical.

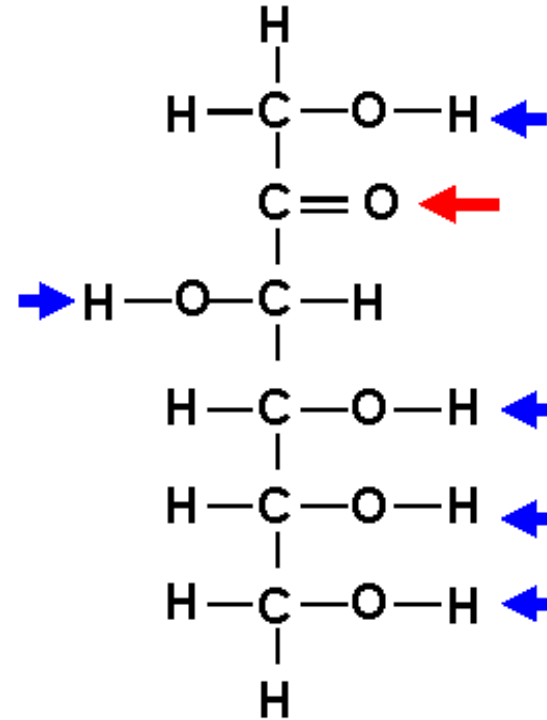
## ALDOSA

El **grup aldehyd** de les aldoses **sempre** es localitza en el **C1**



## CETOSA

El **grup cetona** de les cetoses **sempre** es localitza en el **C2**



 Grup carbonil (aldehyd / cetona)

 Grups hidroxils



## Propietats dels monosacàrids

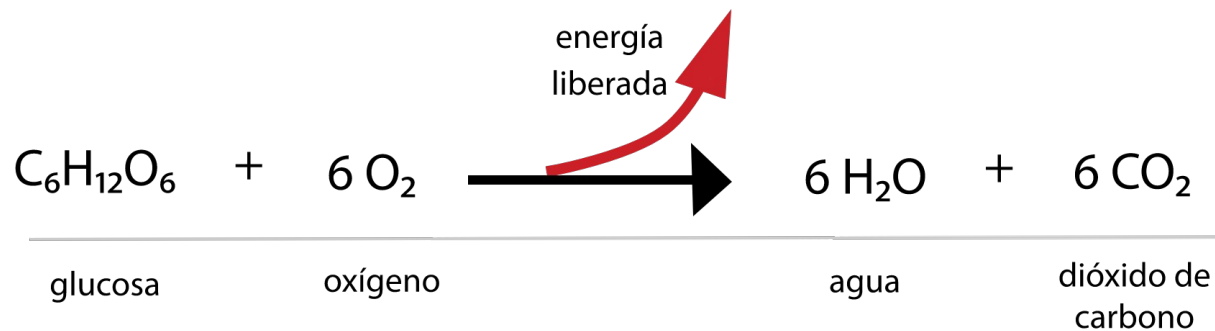
- Sòlids cristal·lins.
- De color blanc.
- Sovint de gust dolç.
- Solubles en aigua i insolubles en disolvents no polars.
- No hidrolitzables.
- Tenen caràcter reductor.
- Presenten activitat òptica.



Fructosa

Tots els monosacàrids **tenen poder reductor**, és a dir, són capaços d'oxidar-se i reduir altres substàncies. Aquesta propietat és deu a la presència del grup carbonil (C=O).

Gràcies a la capacitat d'oxidar-se, els monosacàrids juguen un paper clau en el metabolisme cel·lular, essent la font d'energia bàsica de les cèl·lules.

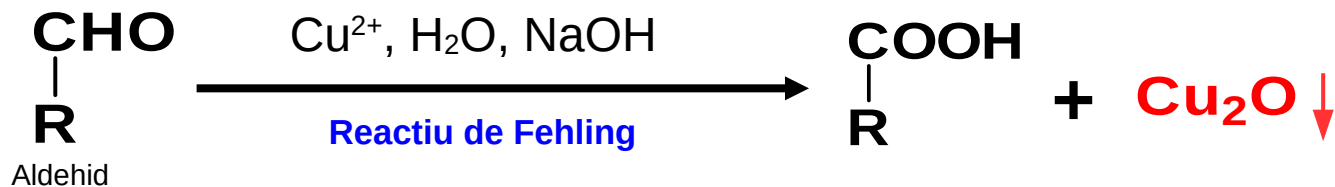
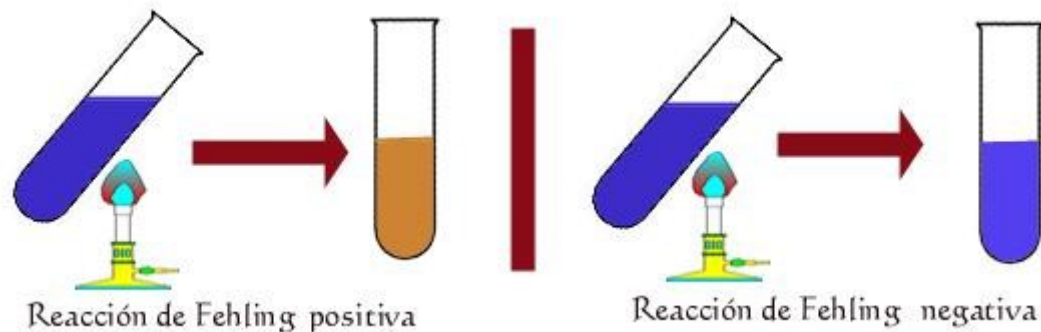


## La prova de Fehling

El caracter reductor dels monosacàrids s'utilitza en els laboratoris per a la identificació de monosacàrids en una dissolució. S'utilitza el reactiu de Fehling. Aquest reactiu és una solució de sulfat de coure ( $\text{CuSO}_4$ ) de color blau.

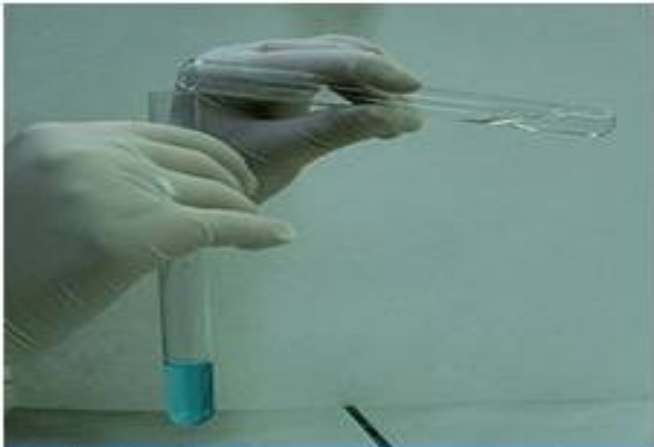
Quan un monosacàrid es posa en contacte amb el reactiu de Fehling, el coure es redueix i forma òxid de coure, que és insoluble i forma un precipitat de color vermellós.

Un exemple del seu ús pràctic és la detecció de glucosa en orina, per tal de diagnosticar la diabetis.



Reacció del grup carbonil amb sulfat de coure en medi bàsic. L'aldehid s'oxida a àcid carboxílic i el coure  $2+$  es redueix a coure  $+1$ . L'òxid de coure, vermell, precipita.

## La reacción de Fehling



Añadir, a 3 cc de una disolución de glucosa, 1cc de Fehling A y...



... 1 cc de Fehling B, usar pipetas diferentes.



Calentar suavemente a la llama de un mechero. Usar las debidas precauciones.



Si la disolución contiene un glúcido reductor, se volverá de color rojo ladrillo.

## Monosacàrids. Classificació

Trioses.

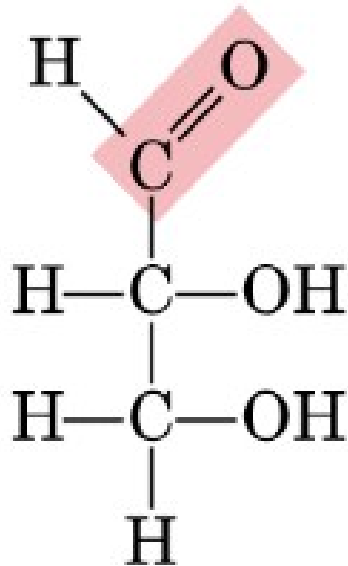
Tetroses.

Pentoses.

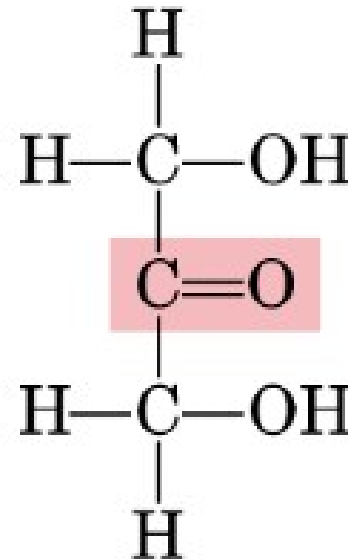
Hexoses.

# Les trioses

- 3 àtoms de carboni.
- Fórmula empírica  $C_3H_6O_3$
- Són els glúcids més senzills.
- 2 trioses: el gliceraldehid i la dihidroxiacetona
- Abundants a l'interior de les cèl·lules (metabòlits intermediaris)

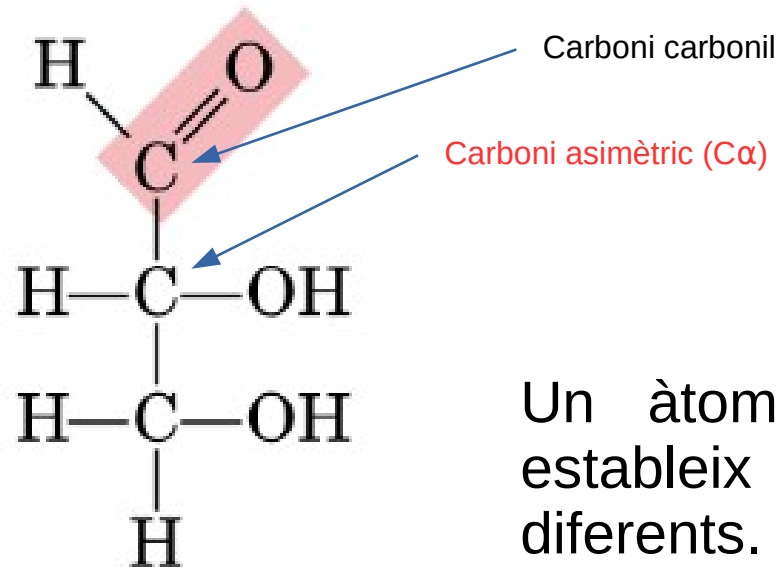


**Gliceraldehid**  
(aldosa més senzilla)



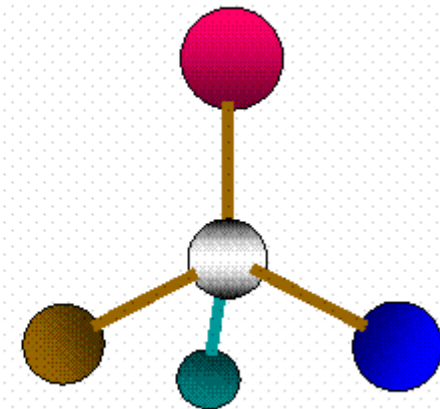
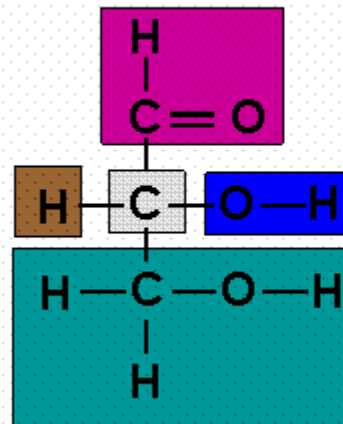
**Dihidroxiacetona**  
(cetosa més senzilla)

El gliceraldehid té el segon àtom de **carboni asimètric**.



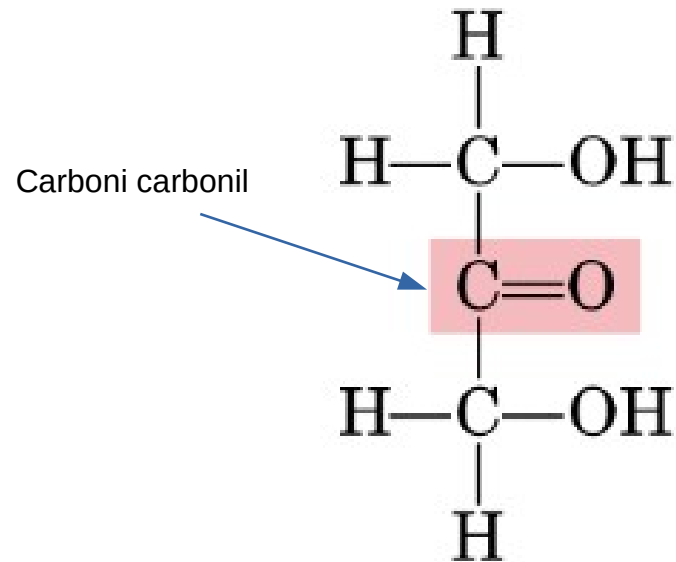
Un àtom de **carboni** és **asimètric** quan estableix els quatre enllaços amb radicals diferents.

## Gliceraldehid (aldotriosa)



D-gliceraldehid

La dihidroxicetona no té **cap carboni asimètric**.



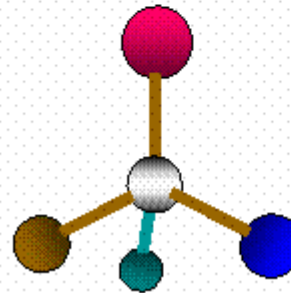
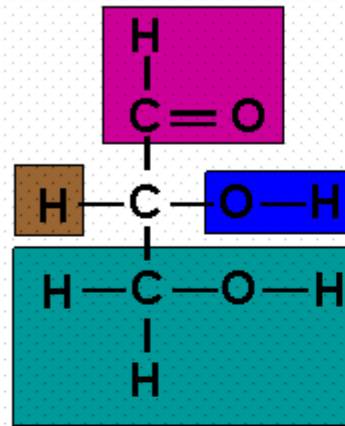
**Dihidroxiacetona**  
(cetotriosa)



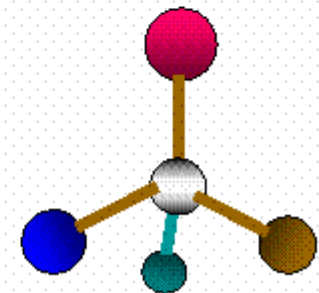
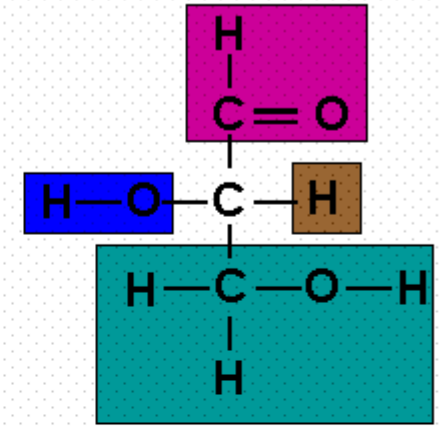
L'asimetria del carboni 2 del gliceraldehid permet distingir en l'espai **dues formes isòmeres** d'aquest compost:

- D-gliceraldehid (amb el OH del carboni 2 a la dreta) i
- L-gliceraldehid (amb el OH del carboni 2 a l'esquerra).

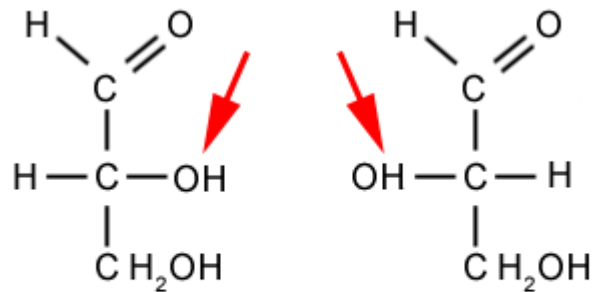
Els compostos amb aquest tipus d'isomeria espacial s'anomenen **estereoisòmers**.



D-gliceraldehid

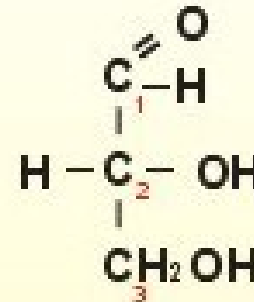


L-gliceraldehid

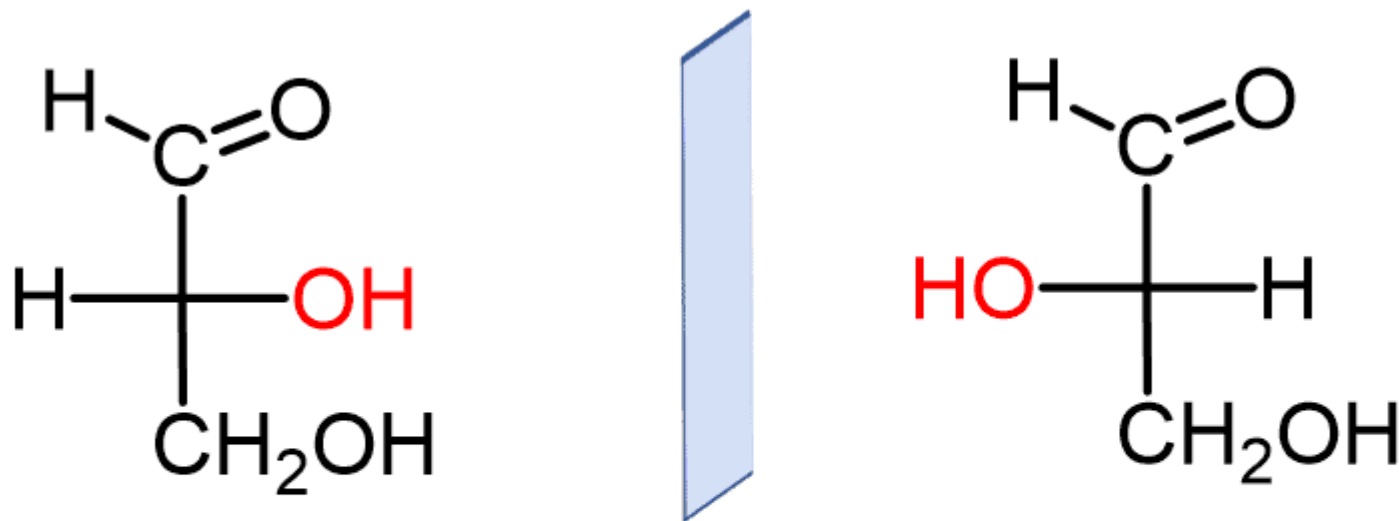


D-Glyceraldehyde

L-Glyceraldehyde



Els dos estereoisòmers del gliceraldehid, a més, són imatges especulars un de l'altre: es diu que són formes **enantiomorfes**, **enantiòmeres** o **isòmers òptics**.

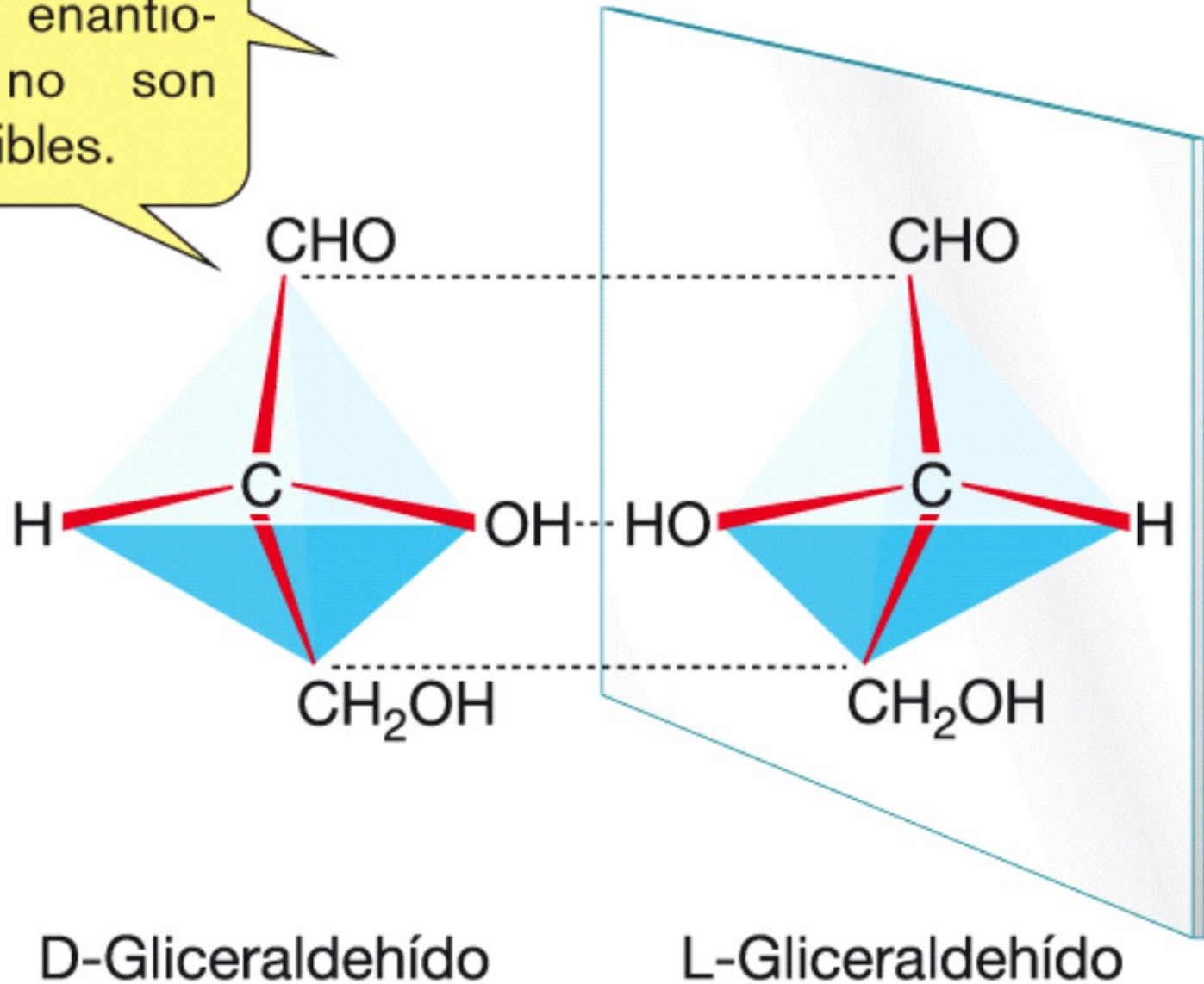


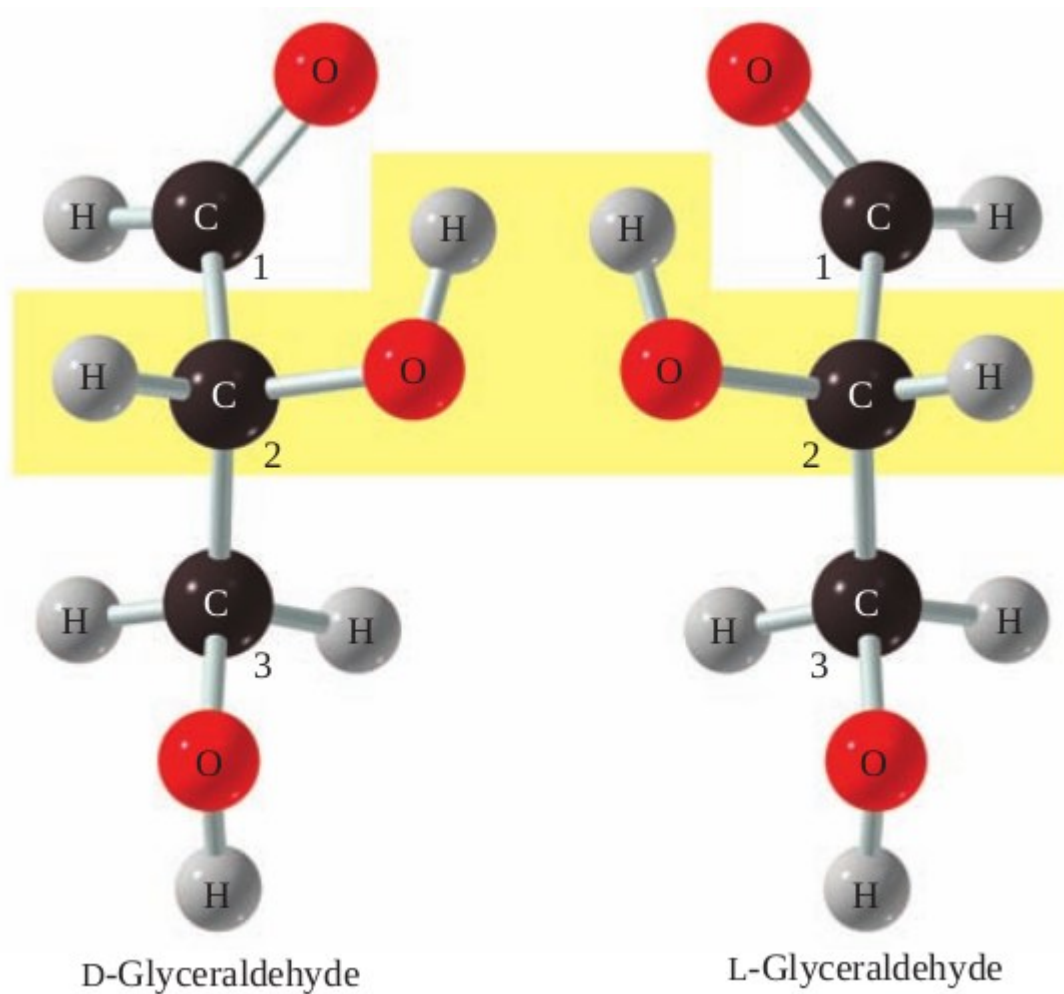
enantiomers

**D**-glyceraldehyde

**L**-glyceraldehyde

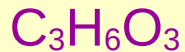
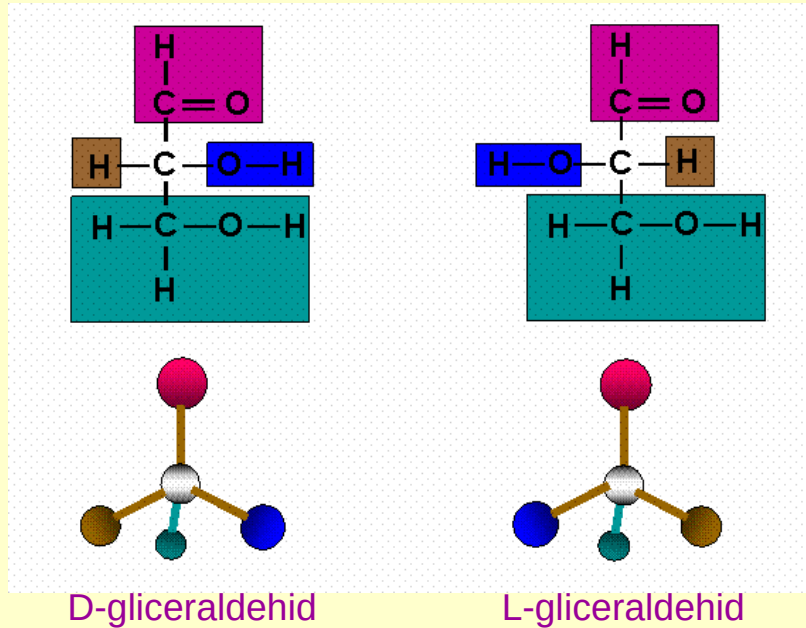
Los dos enantio-  
morfos no son  
superponibles.





A three-dimensional representation of D - and L -glyceraldehyde.

# Com es defineix l'estereoisomeria?



## Isomeria espacial o estereoisomeria

Dos compostos són **estereoisòmers** quan tot i tenir la mateixa fórmula molecular i la mateixa seqüència d'àtoms enllaçats, amb els mateixos enllaços entre els seus àtoms, es diferencien entre si per la diferent disposició dels àtoms a l'espai.

La presència de carbonis asimètrics ( $C_\alpha$ ) permet l'estereoisomeria.



Tots els monosacàrids, excepte la dihidroxiacetona, presenten un o més carbonis asimètrics.



Tots els monosacàrids, excepte la dihidroxiacetona, presentaran formes estereoisòmeres.

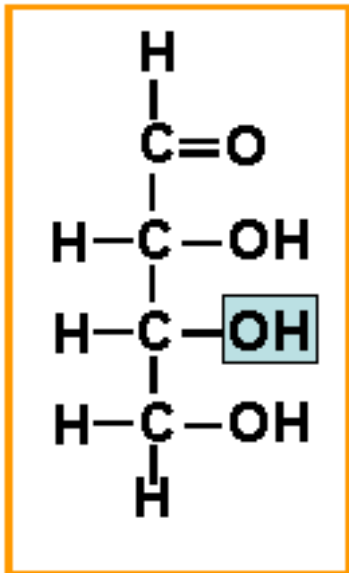


Un monosacàrid amb  $n$  carbonis asimètrics tindrà  $2^n$  possibles estereoisòmers.

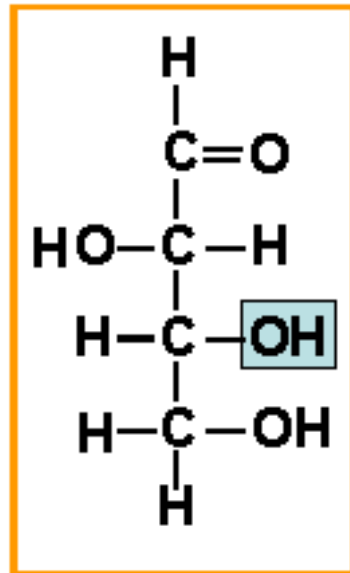
## Estereoisòmers: nomenclatura D i L

Tots els estereoisòmers d'un monosacàrid que tenen el OH del carboni asimètric més allunyat del grup aldehid o del grup cetona situat a la dreta, es diu que són de la **sèrie D**, i aquells que el tenen a l'esquerra, de la **sèrie L**.

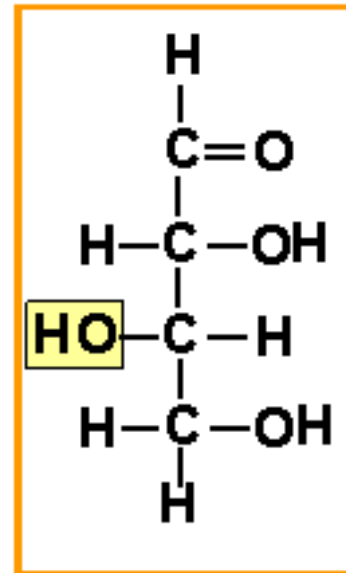
**En la natura els monosacàrids més freqüents pertanyen a la sèrie D.**



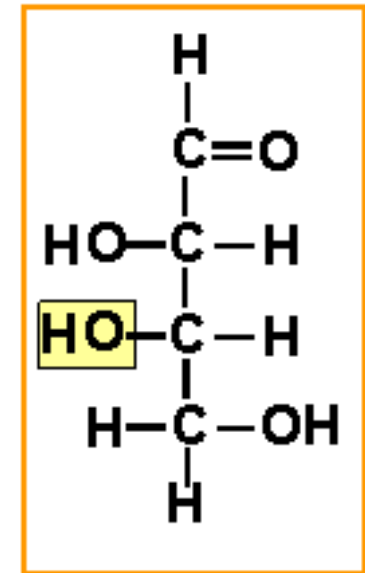
**D**-eritrosa



**D**-treosa



**L**-treosa

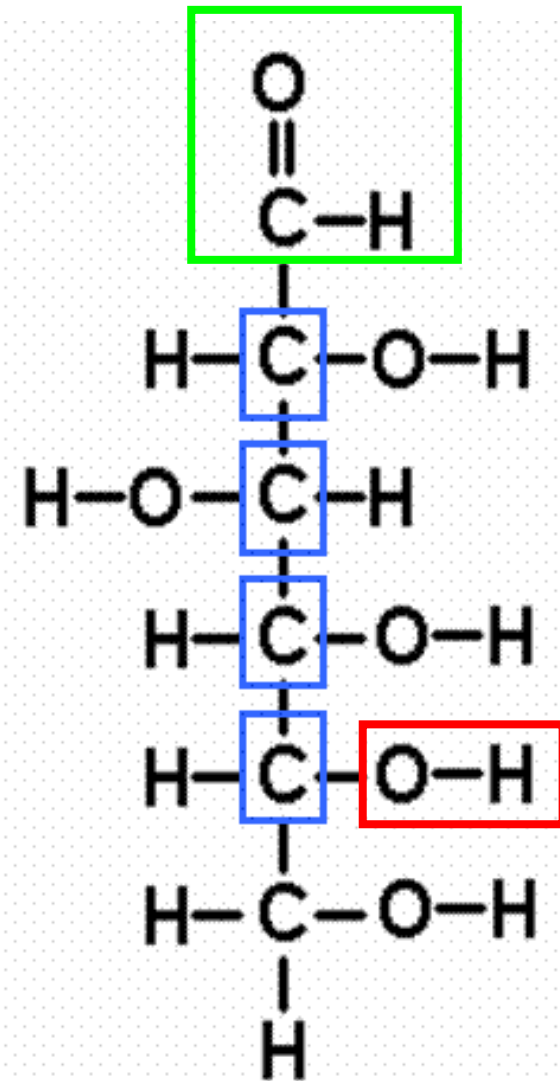


**L**-eritrosa

*Tot clar de moment?*

*Repassem...*

- 6 àtoms de carboni: HEXOSA
- Grup carbonil **aldehid**: ALDOSA.
- Hexosa i aldosa: **ALDO**HEXOSA
- 4 àtoms de carboni asimètrics.
- El **OH** del C $\alpha$  més allunyat del carboni carbonil està a la **dreta**: forma D.

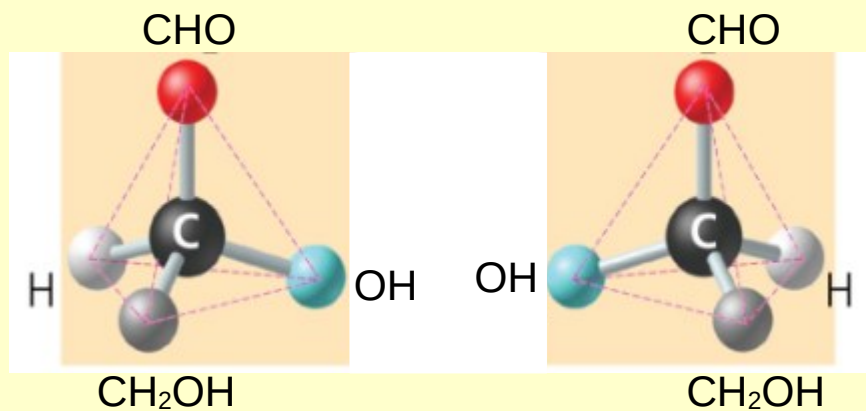


**D-GLUCOSA**

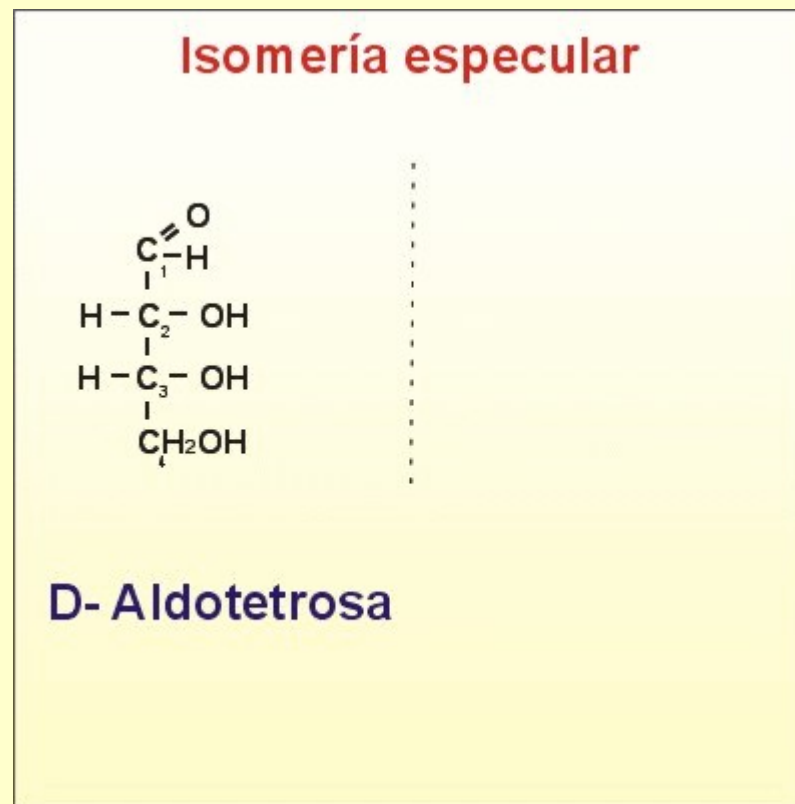
# Ara definim compostos enantiòmers...

## Enantiòmers, enantiomorfs o isòmers òptics

Quan dos isòmers espacials són imatge especular un de l'altre es diu que són **enantiomorfs o enantiòmers**. Les aldoses i les cetoses de la serie L són imatges especulars de les corresponents formes D.



Els compostos enantiòmers no es poden superposar

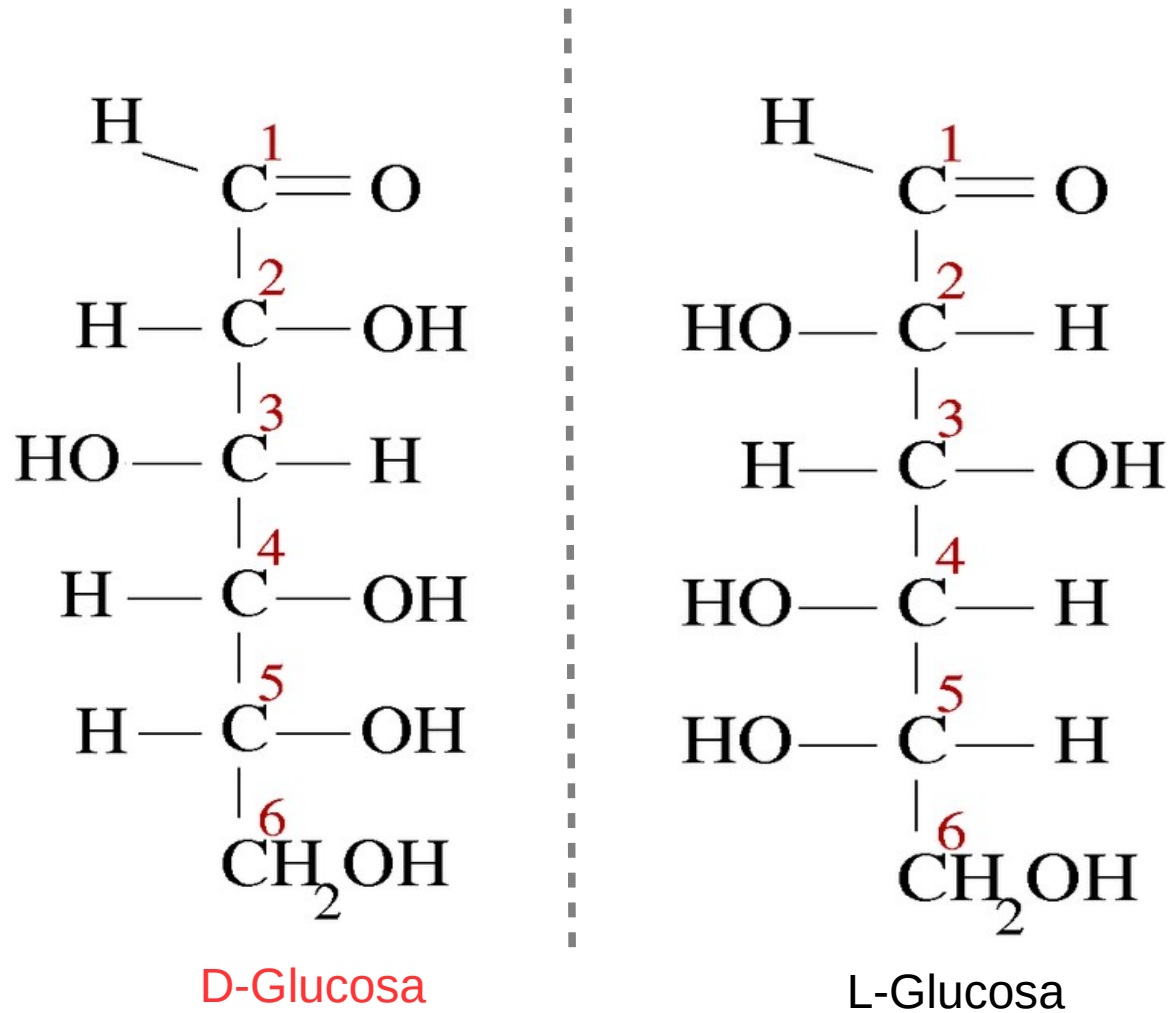


[Per veure la imatge en moviment clicar aquí](#)

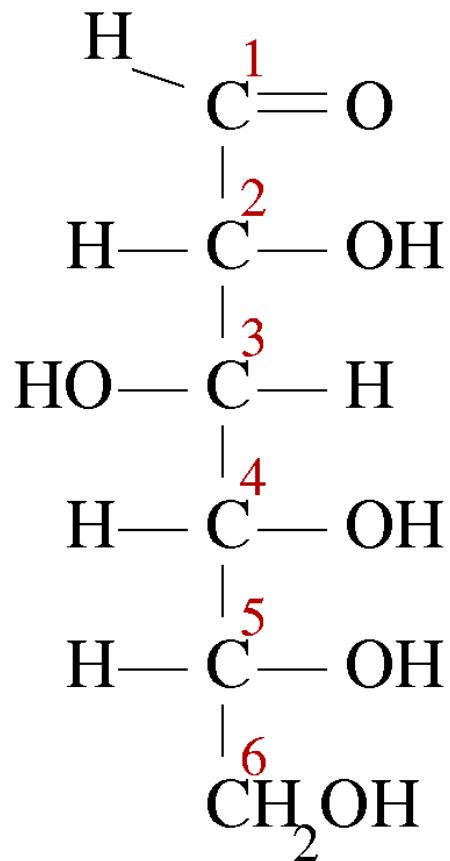


La D-glucosa i la L-glucosa són formes **estereoisòmeres** i ...

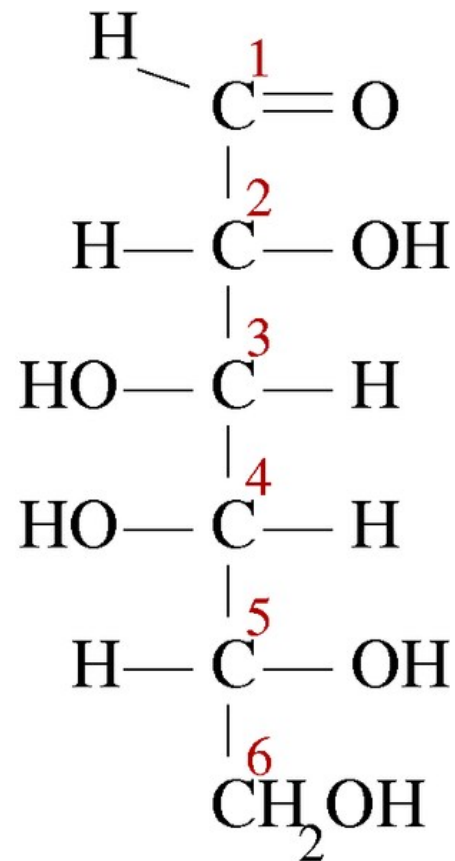
imatges especulars, per tant, també són **enantiomorfes**.



La D-glucosa i la D-galactosa són formes **estereoisòmeres** però ...  
**no** són imatges especulars, per tant, **NO** són **enantiomorfes**.



D-Glucosa



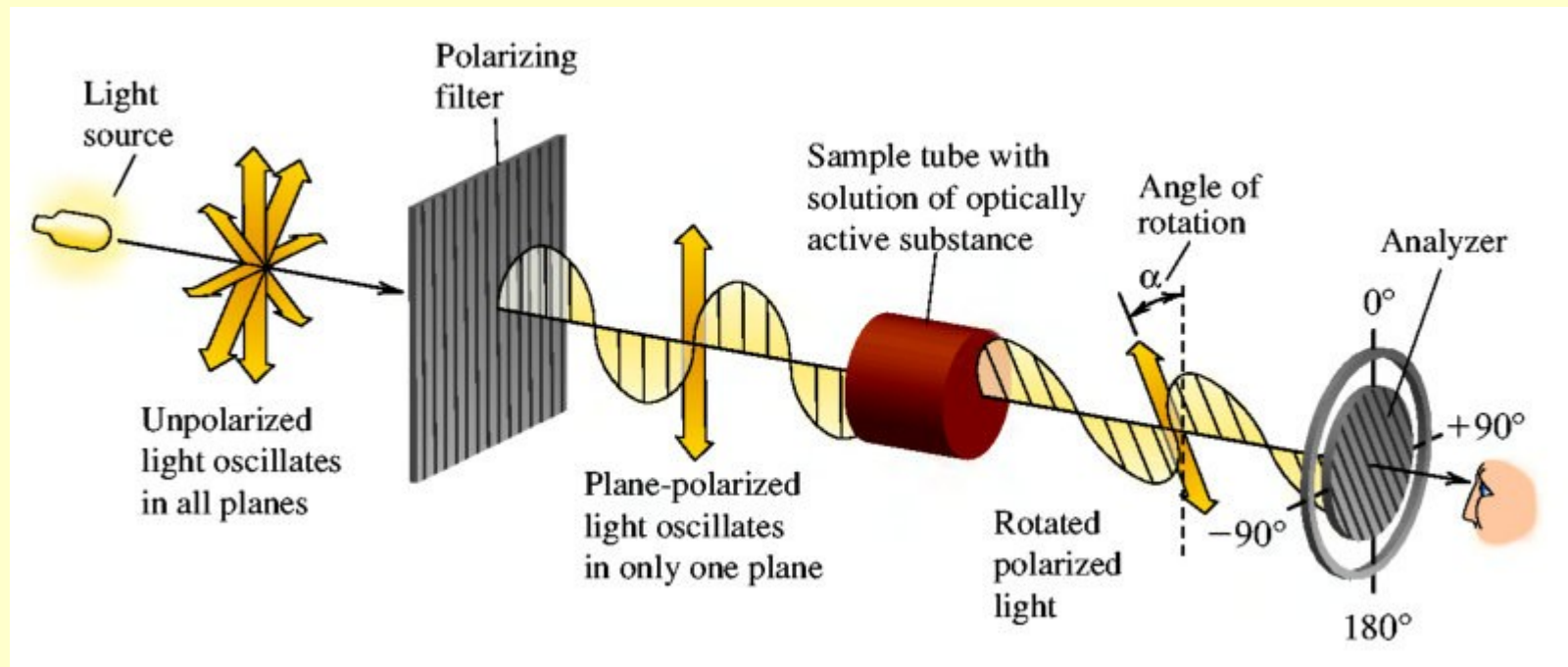
D-Galactosa

$\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$   
Fórmula molecular

# Activitat òptica

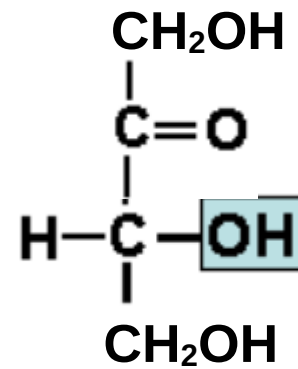
Si una molècula té carbonis asimètrics, adquireix **activitat òptica**. Això significa que una solució d'aquesta molècula desvia el pla d'un feix de llum polaritzada cap a la dreta o cap a l'esquerra.

Els compostos enantiòmers presenten activitat òptica i es comporten diferent respecte la llum polaritzada. Un d'ells desvia el pla de llum cap a la dreta (**dextrògir**), i es representa amb el signe (+), i l'altre cap a l'esquerra (**levògir**), i es representa amb el signe (-)

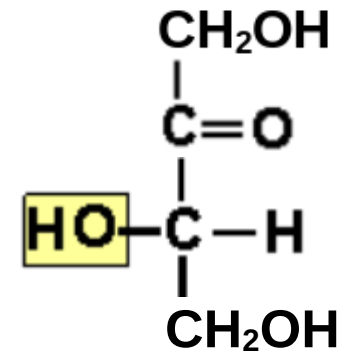


# Les tetroses

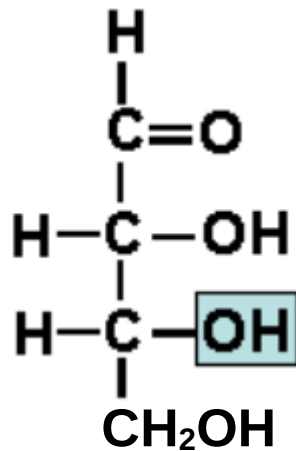
- 4 àtoms de carboni.
- Fórmula empírica  $C_4H_8O_4$
- Hi ha 6 tetroses possibles:
  - Dos cetotetroses
  - Quatre aldotetroses



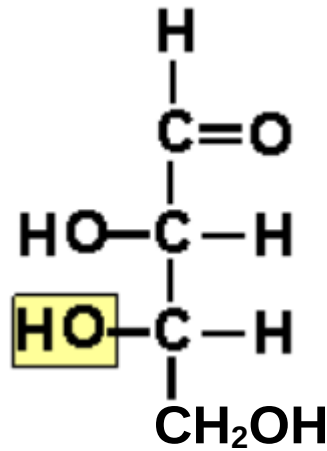
D-eritrulosa



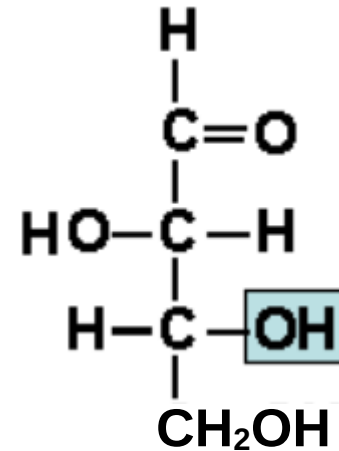
L-eritrulosa



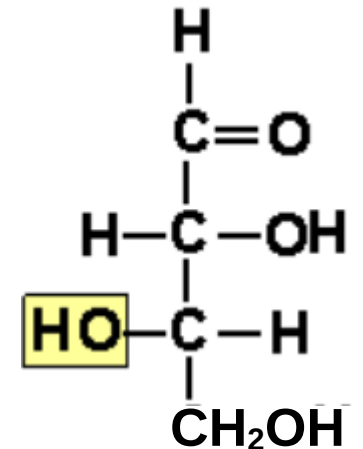
D-eritrosa



L-eritrosa



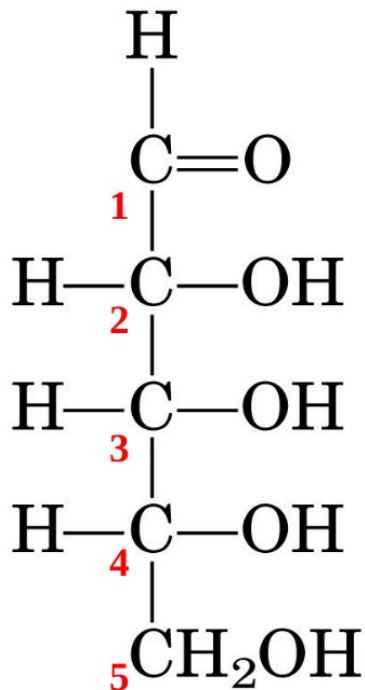
D-treosa



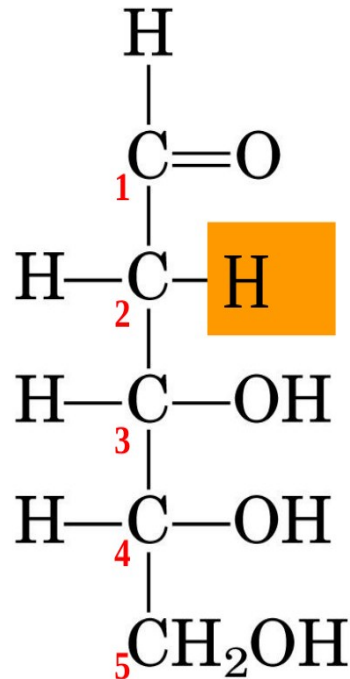
L-treosa

# Les pentoses

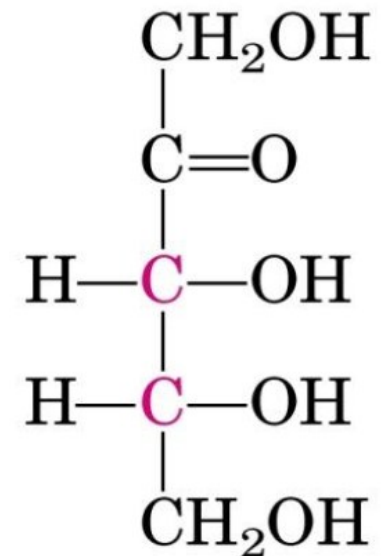
- 5 àtoms de carboni
- Formula empírica:  $C_5H_{10}O_5$
- Aldopentoses importants: D-ribose i el seu derivat D-2-desoxiribosa (formen part de l'estructura del ARN i del ADN).
- Cetopentosa important: D-ribulosa (participa en la fotosíntesi)



D-ribose (RNA)

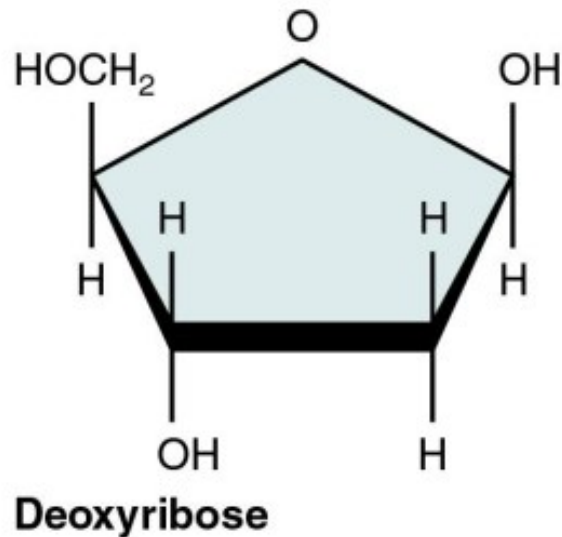


D-2-desoxiribosa (DNA)

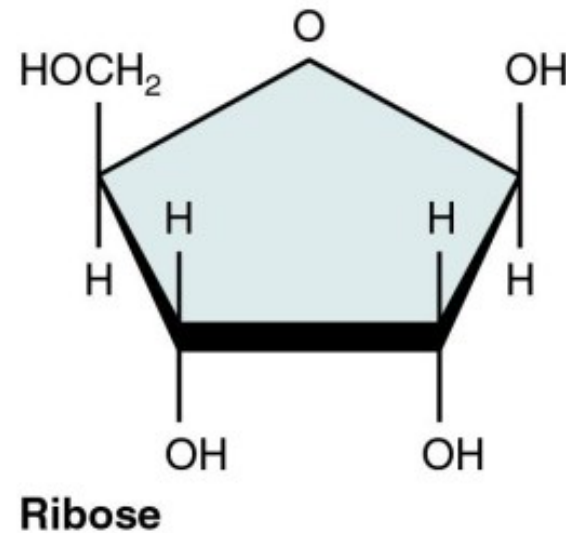


D-ribulosa

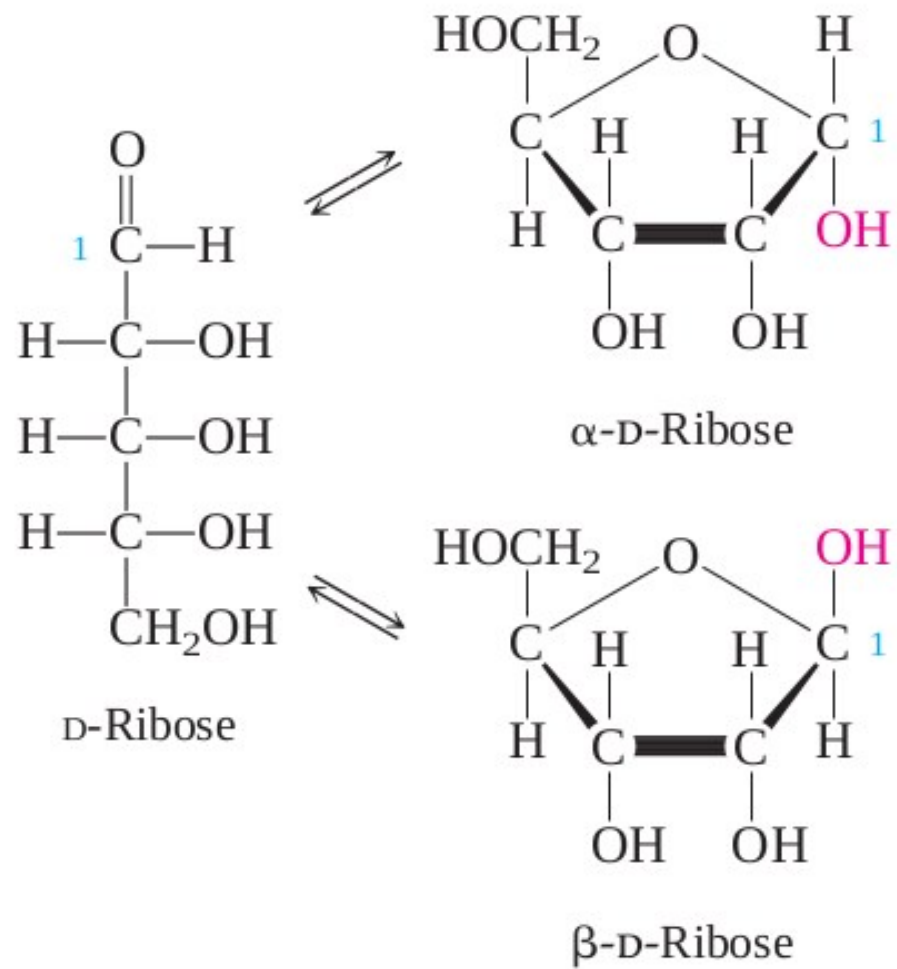
Les aldopentoses, en dissolució, es troben en forma **cíclica** adoptant una estructura pentagonal semblant a una molècula anomenada **furan**.

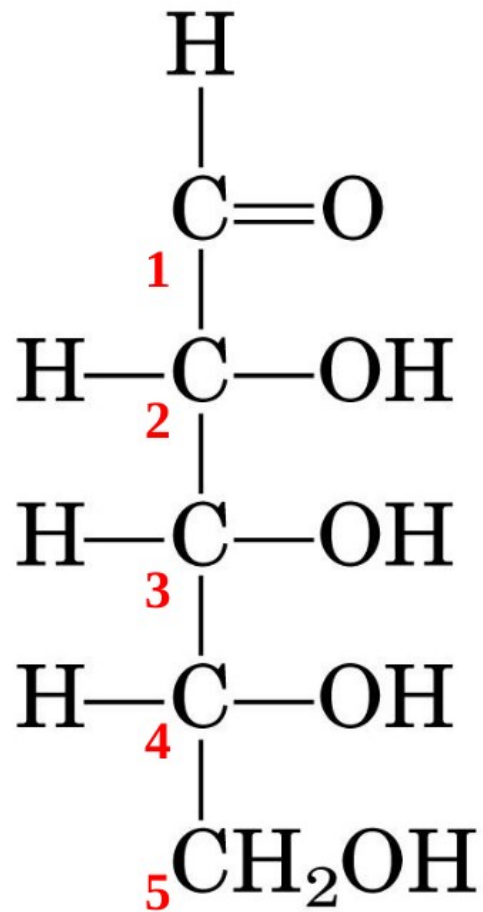


**$\beta$ -D-2-desoxiribofuranosa**  
(DNA)

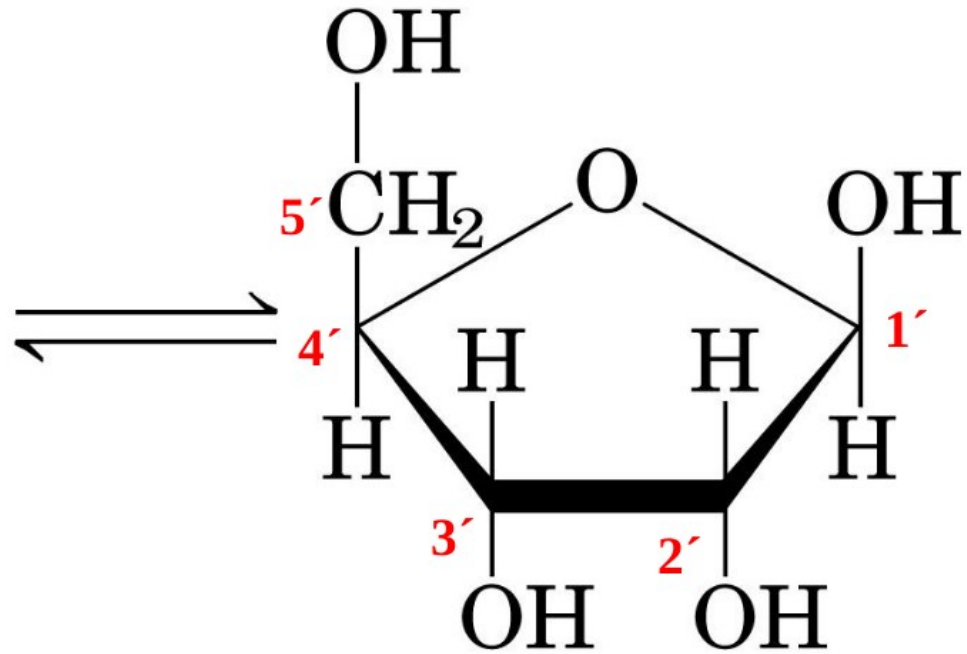


**$\beta$ -D-ribofuranosa**  
(RNA)



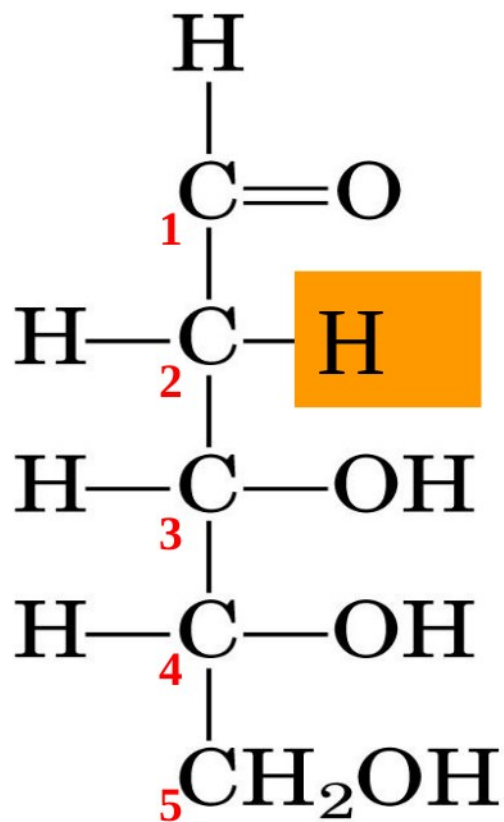


**D-Ribosa**  
**Forma lineal**

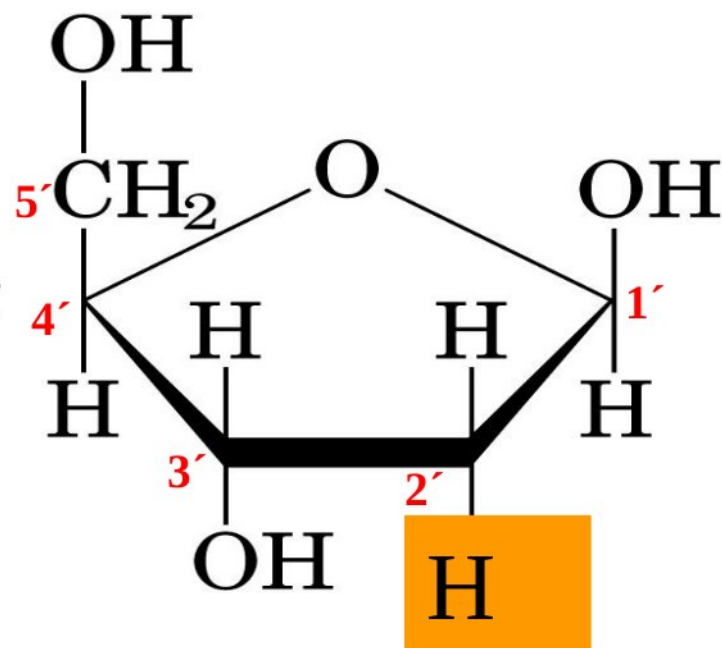
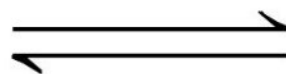


**$\beta$  D-Ribosa**





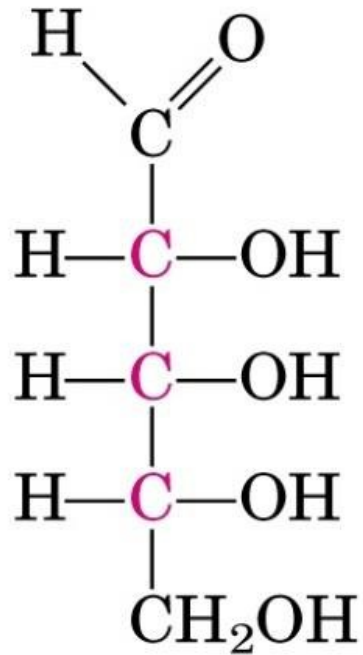
2 desoxi D-Ribosa  
Forma lineal



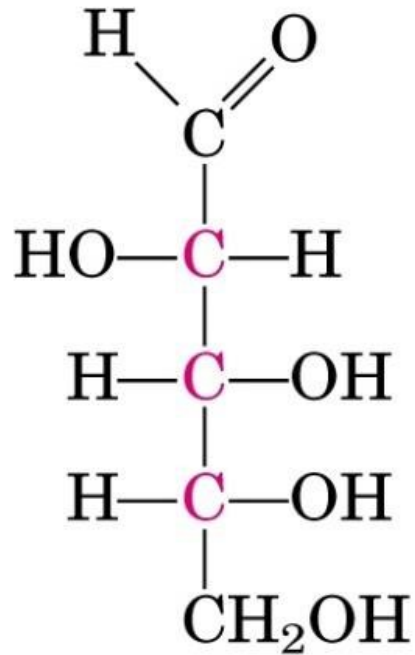
$\beta$  D 2' Desoxirribosa

# Totes les D-aldopentoses

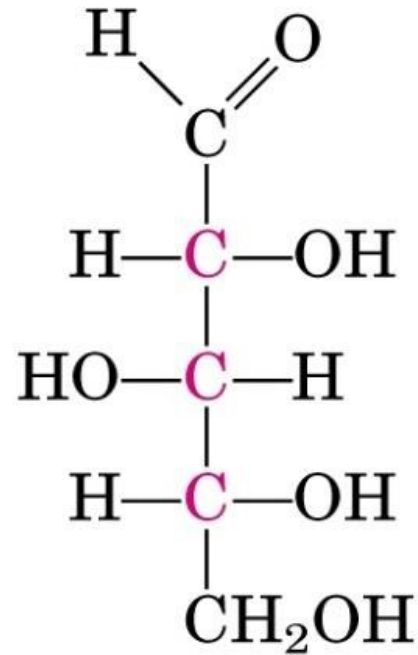
## Five carbons



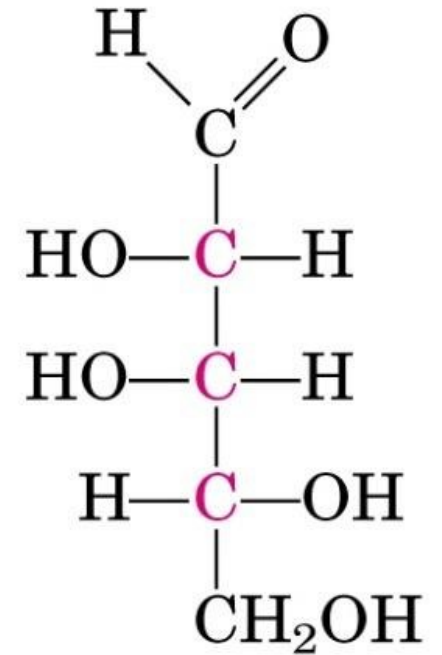
D-Ribose



D-Arabinose



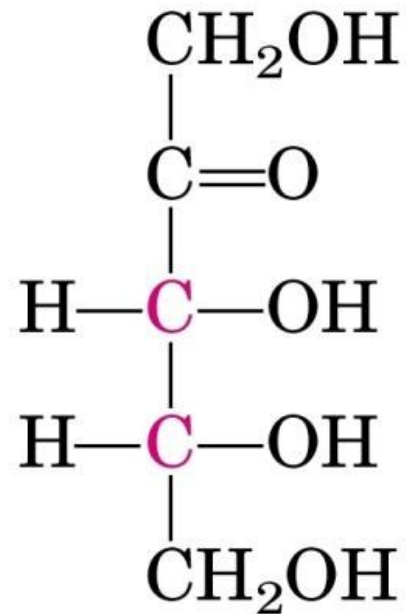
D-Xylose



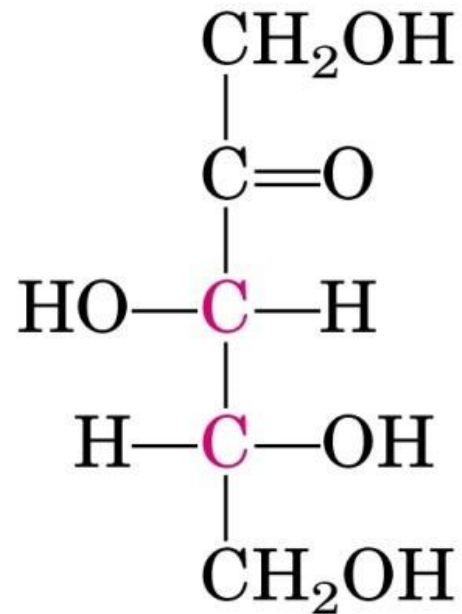
D-Lyxose

## Les dos D-cetopentoses

### Five carbons



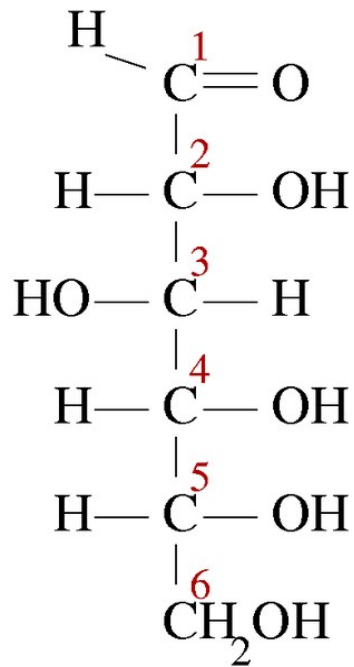
D-Ribulose



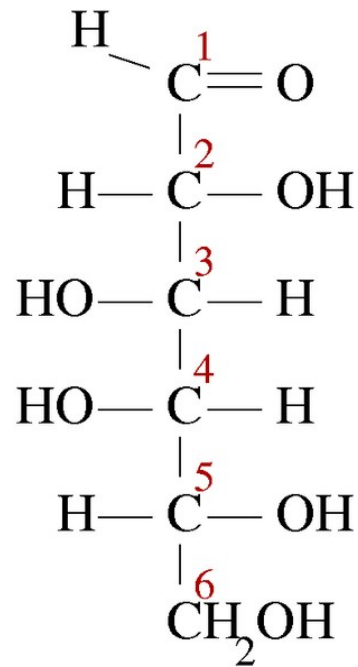
D-Xylulose

# Les hexoses

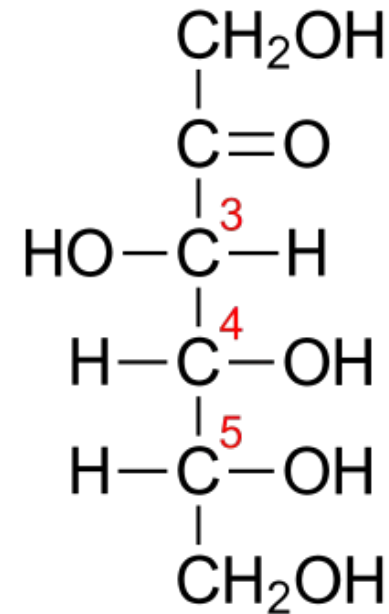
- Formades per 6 àtoms de carboni.
- Fórmula empírica:  $C_6H_{12}O_6$
- Aldohexoses importants: D-glucosa i D-galactosa.
- Ceto hexoses importants: D-fructosa.



D-Glucosa



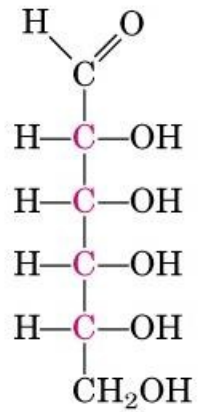
D-Galactosa



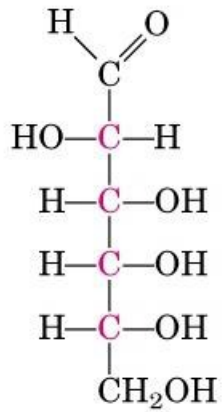
D-Fructosa

# Totes les D-aldohexoses

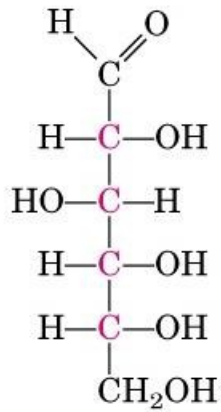
Six carbons



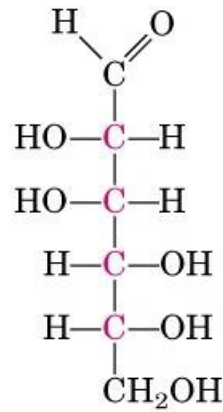
D-Allose



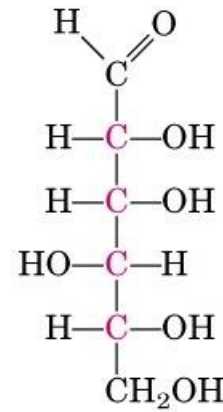
D-Altrose



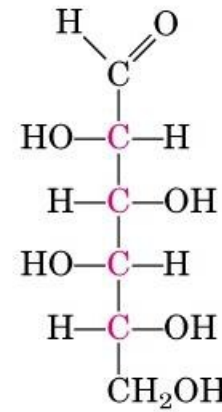
D-Glucose



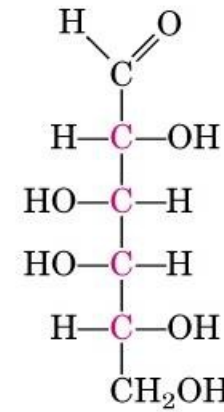
D-Mannose



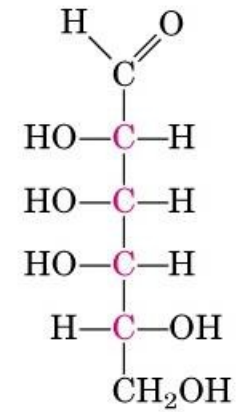
D-Gulose



D-Idose



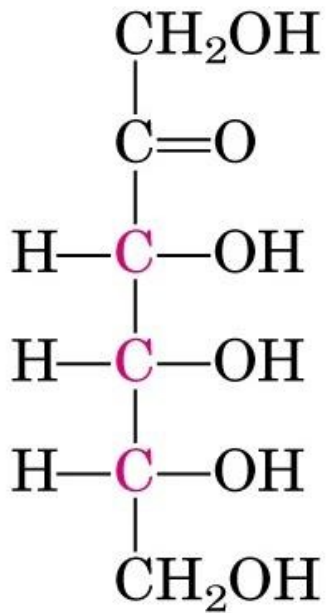
D-Galactose



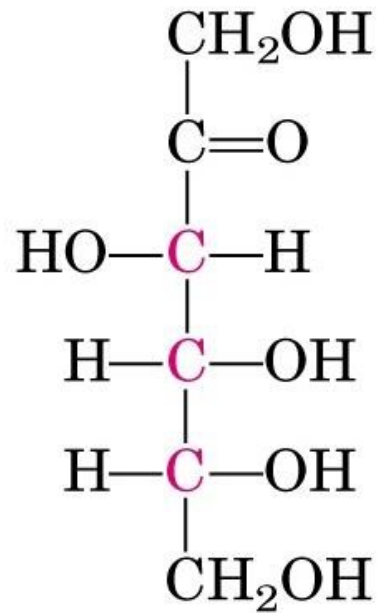
D-Talose

# Totes les D-cetohexoses

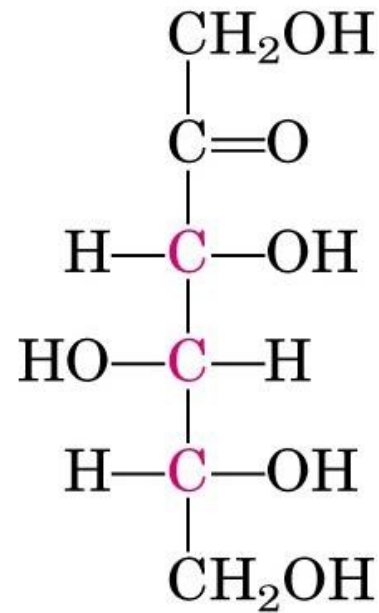
## Six carbons



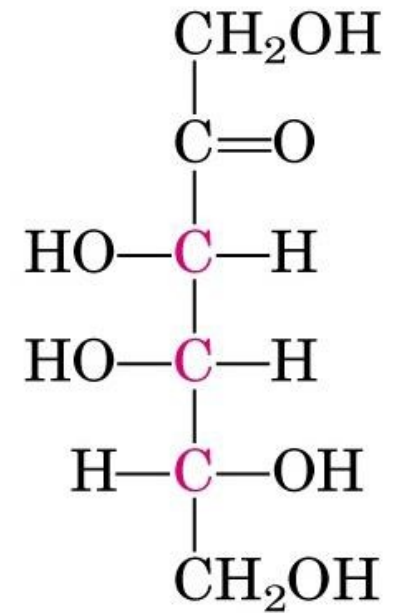
D-Psicose



D-Fructose



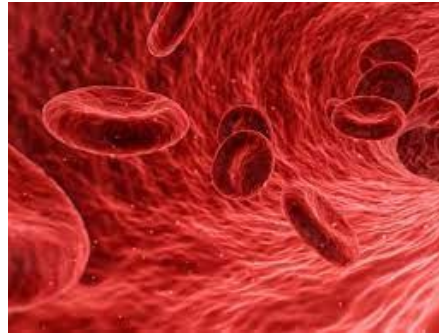
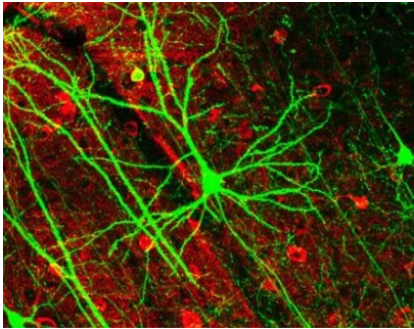
D-Sorbose



D-Tagatose

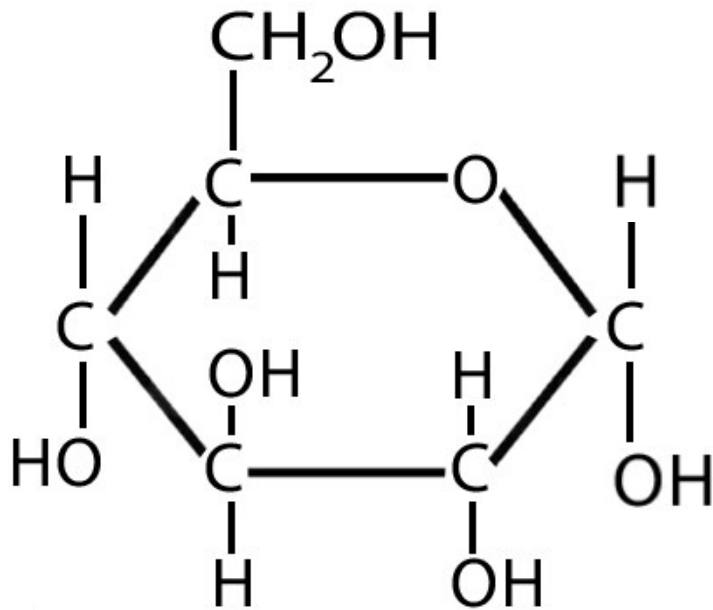
# Glucosa (aldohexosa)

És el glúcid més important, **aporta la major part d'energia** que necessiten les cèl·lules. En les neurones i els glòbuls vermells n'és la font d'energia exclusiva.

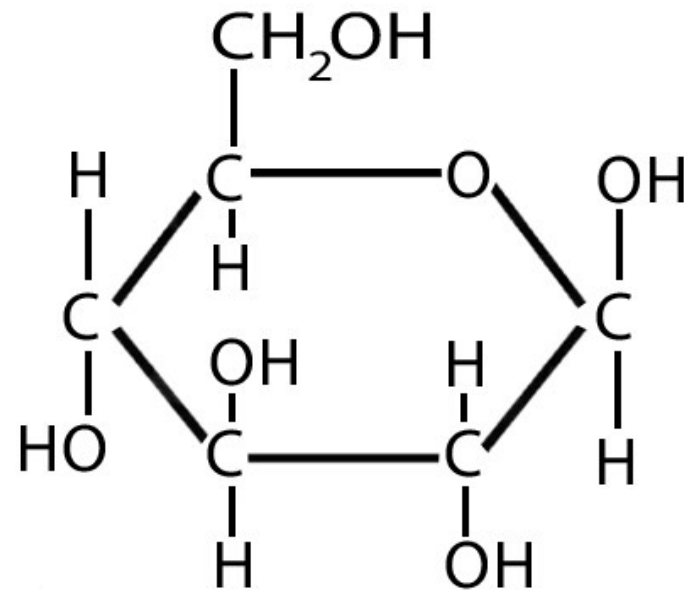


- Es troba lliure en fruits madurs com el raïm, al citoplasma de les cèl·lules i al medi intern dels animals.
- La concentració de glucosa en sang és fonamental pel normal funcionament del cos. Els nivells normals de glucosa en sang són 100-120mg/100ml. La seva concentració està regulada per les hormones insulina i glucagó.
- Les molècules de glucosa s'uneixen per formar polímers:
  - > Amb funció reserva energètica: midó (plantes) i glicogen (animals).
  - > Amb funció estructural: cel·lulosa (plantes)

La glucosa, en dissolució, es troba majoritàriament en forma **cíclica** adoptant una **estructura hexagonal** semblant a una molècula anomenada **piran**.



$\alpha$ -D-glucopiranososa



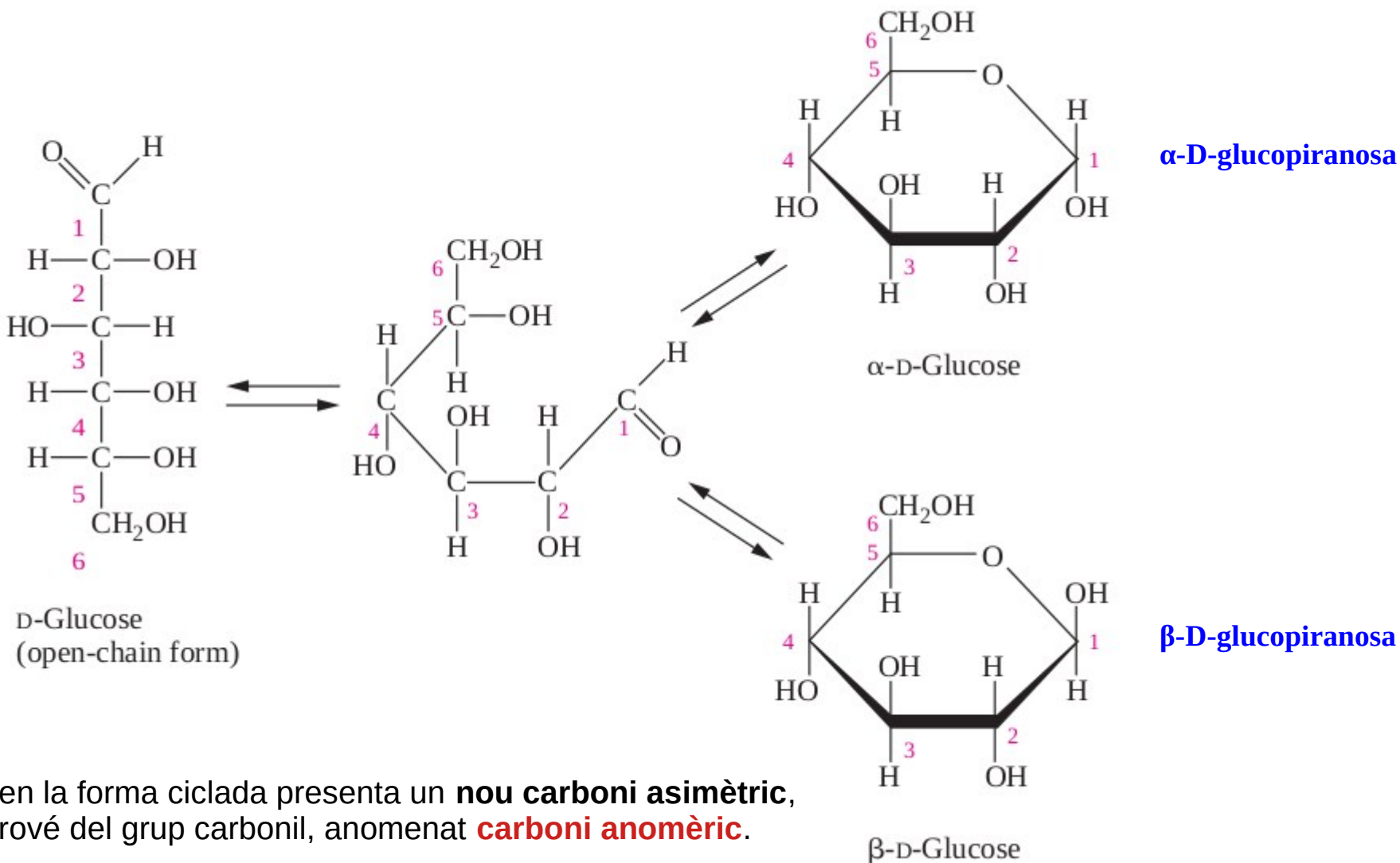
$\beta$ -D-glucopiranososa

Dos formes possibles de la D-glucosa

Totes les aldohexoses en dissolució adopten aquesta estructura hexagonal



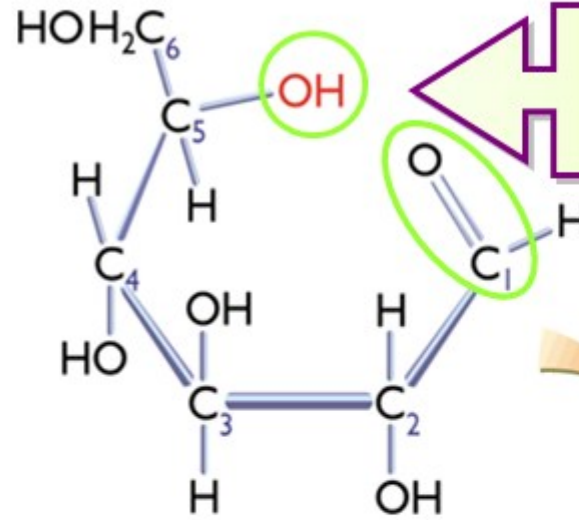
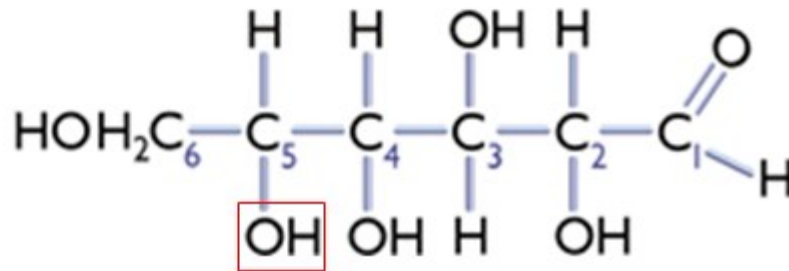
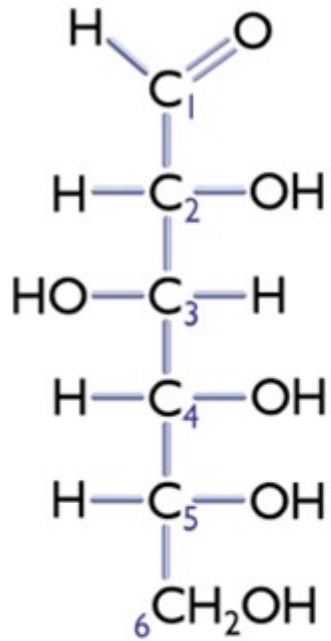
En la ciclació de la glucosa, el grup aldehyd reacciona amb el grup hidroxil del carboni 5, formant-se un enllaç **hemiacetal**.



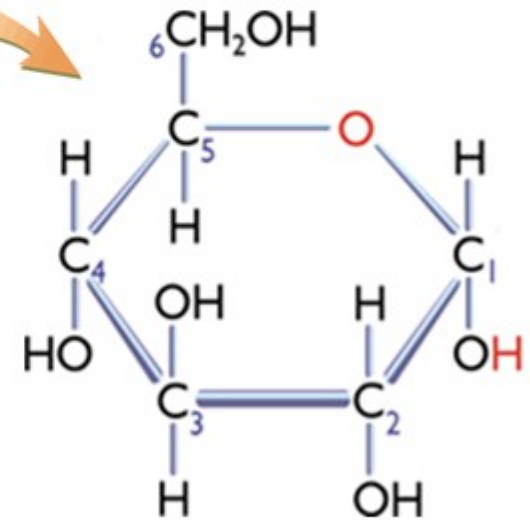
La glucosa en la forma ciclada presenta un **nou carboni asimètric**, el C1 que prové del grup carbonil, anomenat **carboni anomèric**.

En la reacció de ciclació, la glucosa pot adoptar dos possibles configuracions, anomenades **anòmers**, que es diferencien en la disposició del grup OH del carboni anomèric: si el OH queda al costat oposat del grup OH del C6 s'anomena anòmer **α** i si està al mateix costat del pla s'anomena anòmer **β**.

# D -glucosa



Se produce un enlace *hemiacetal* entre el grupo aldehído y un grupo alcohol

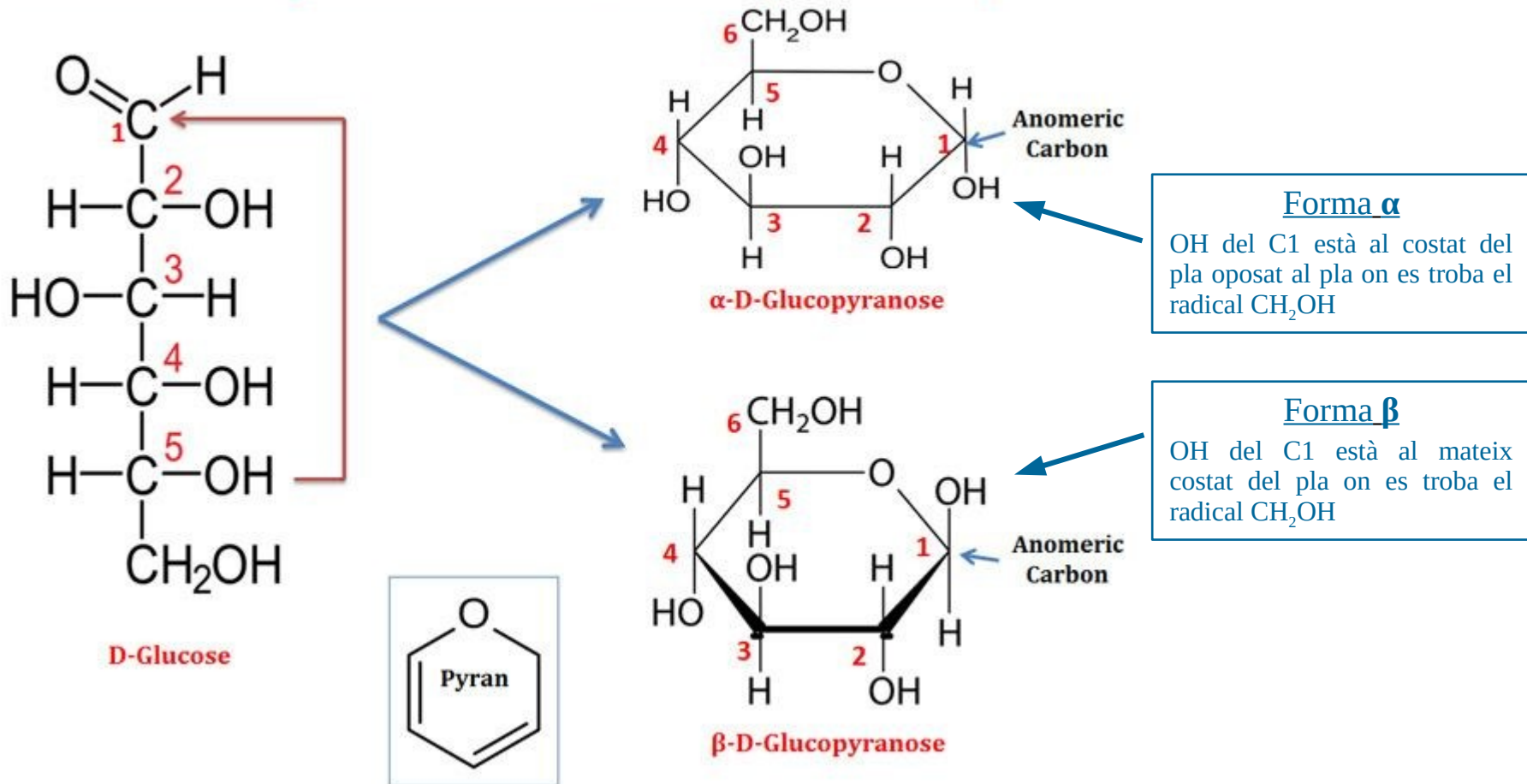


# Ciclación de la glucosa

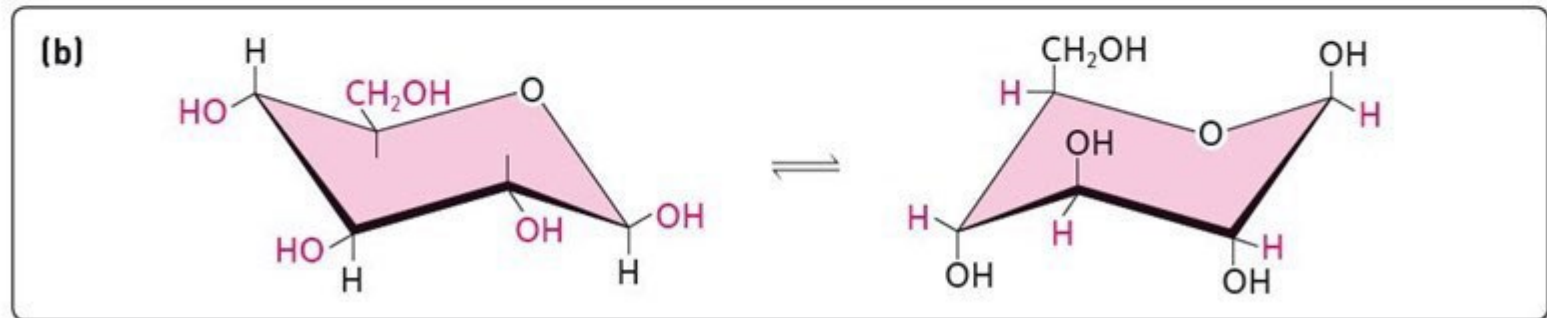
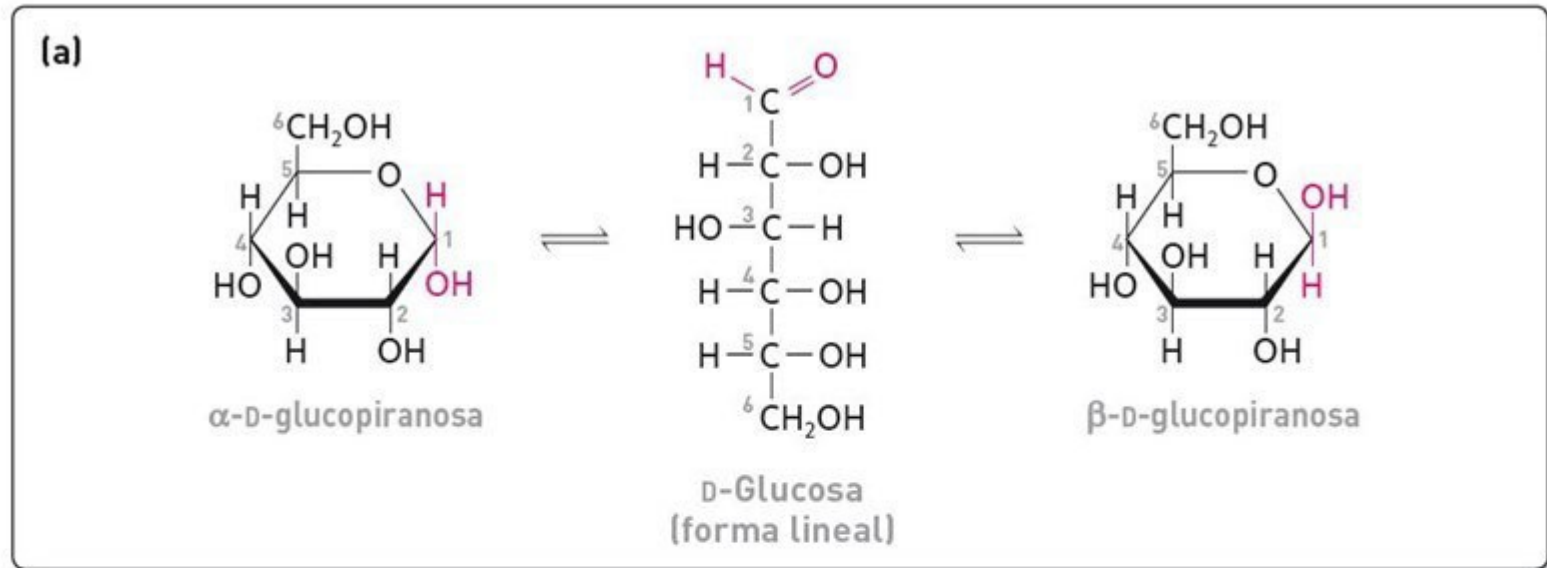
Ciclación de la glucosa

Clica si vols veure la imatge en moviment

## Formation of Cyclic Structure of Glucose (Aldohexose)



En la forma cíclica, el carboni 1 de la D-glucosa passa a ser asimètric, s'anomena **carboni anomèric**.



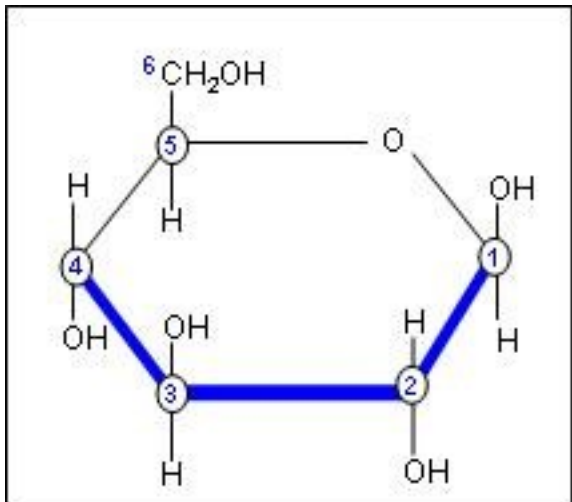
**Bioquímica. Conceptos Esenciales**

Feduchi / Romero / Yáñez / Castiñeyra / Garcia-Hoz.

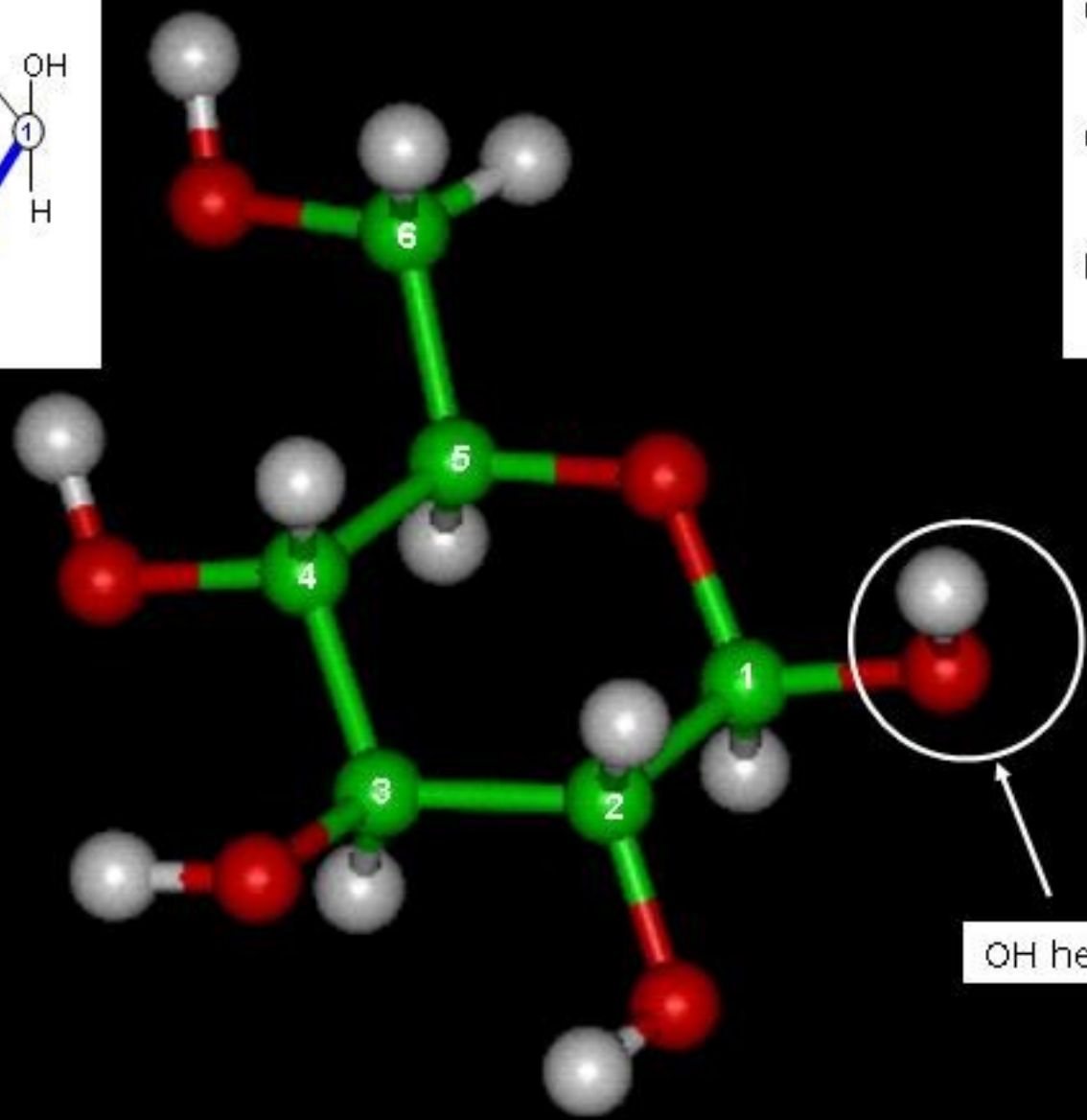
Editorial Médica Panamericana © 2015

a) En solució aquosa els anòmers  $\alpha$  i  $\beta$  de la D-glucosa s'interconverteixen lliurement (mutarotació), arribant a un equilibri en el que hi ha un 36,4% de la forma  $\alpha$  i un 63,6% de la forma  $\beta$ . La forma lineal s'hi troba present en molt poca proporció.

b) Les formes cíclicues no són formes planes, sino que adopten diferent conformacions com la conformació en cadira representada en la figura.



- Carbono ●
- Oxígeno ●
- Hidrógeno ●

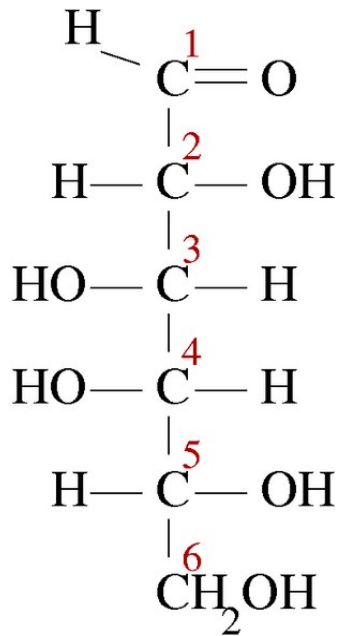


OH hemiacetálico

**Forma cíclica de la β D glucosa**

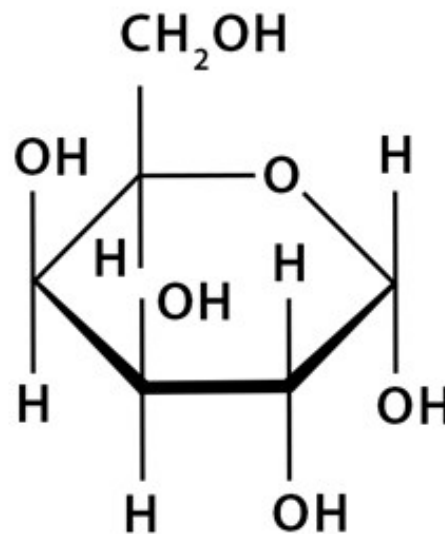
# Galactosa (aldohexosa)

- Principal glúcid que es troba a la llet dels mamífers. Es sintetitza a les glandules mamàries i allí s'associa amb la glucosa per formar lactosa.
- Al fetge es transforma en glucosa, així que té el mateix poder nutritiu.
- Es troba també formant part de les glicoproteïnes i dels glicolípidis de les membranes cel·lulars.



D-Galactosa

Projecció de Fischer

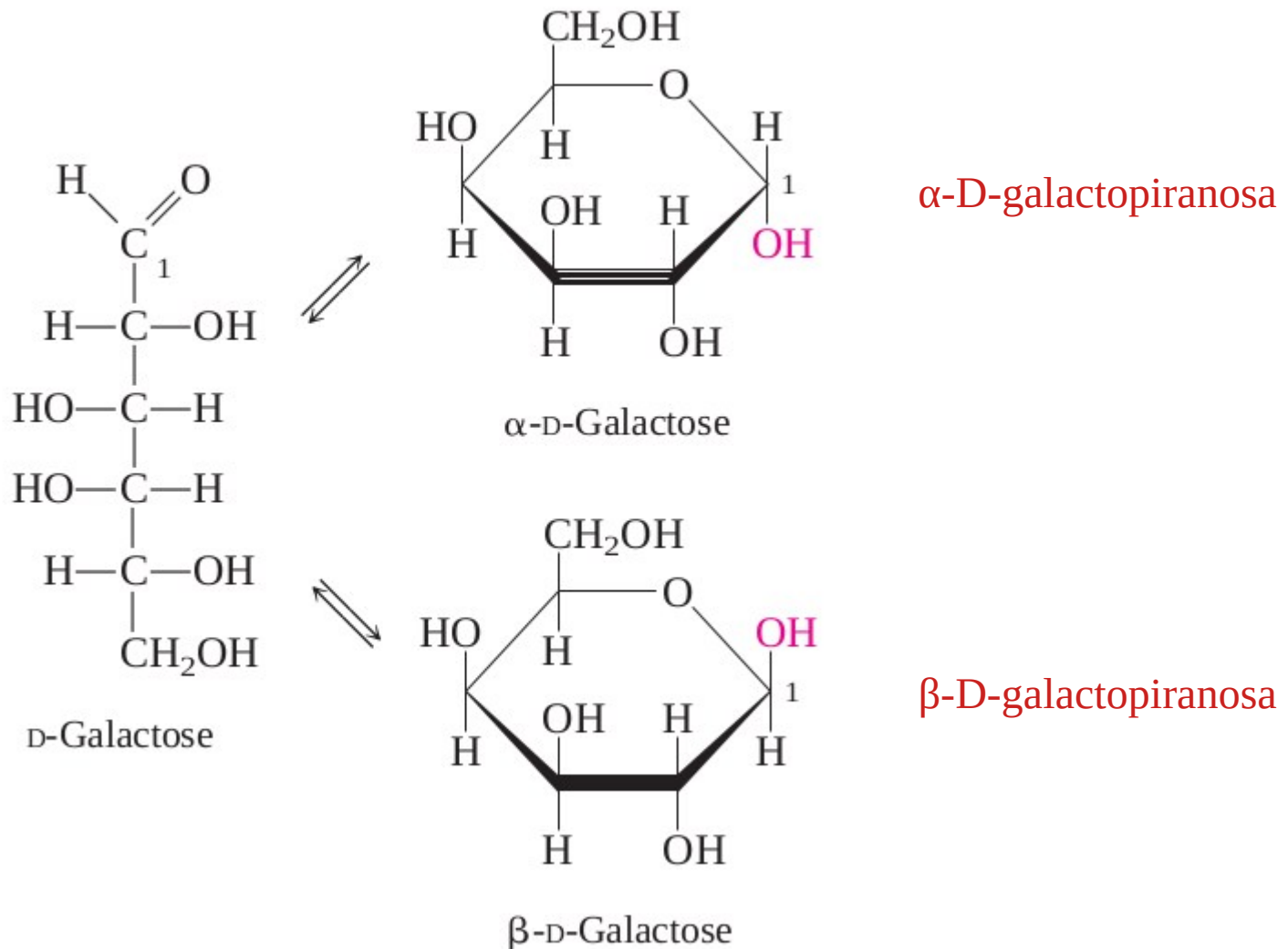


$\alpha$ -D-Galactopyranose

Projecció de Haworth



Com la resta d'aldohexoses, la **galactosa**, en dissolució, es troba majoritàriament en forma cíclica adoptant una estructura hexagonal de tipus piran, amb dues configuracions possibles, la forma  $\alpha$  i la forma  $\beta$ .





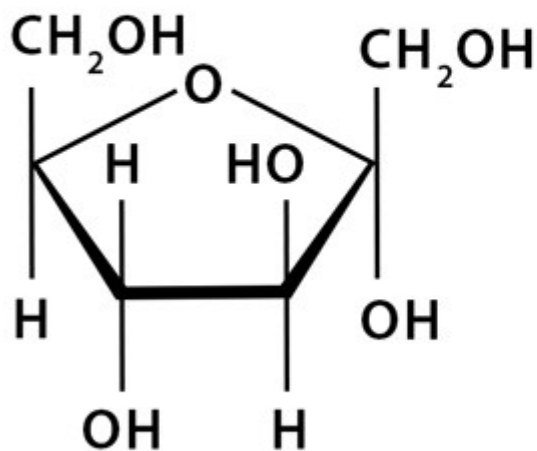
# Fructosa (cetohehexosa)



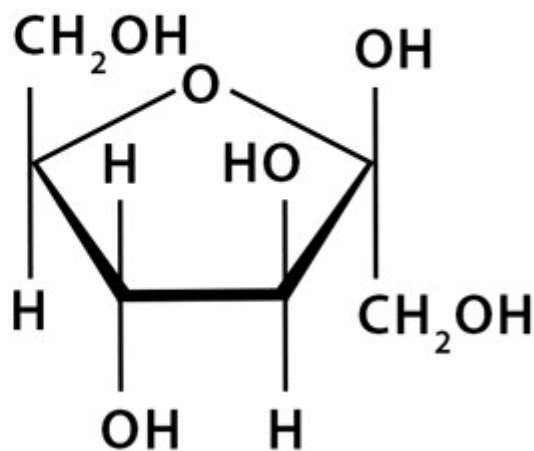
- La trobem lliure a les fruites, a la mel, a la sang, etc.
- Associada a la glucosa, forma la sacarosa.
- També es coneix amb el nom de levulosa perquè és molt levògira.
- En dissolució es troba en forma cíclica adoptant la forma de l'anell furan.

## Haworth Projection

### Fructose



$\alpha$ -D-Fructofuranose



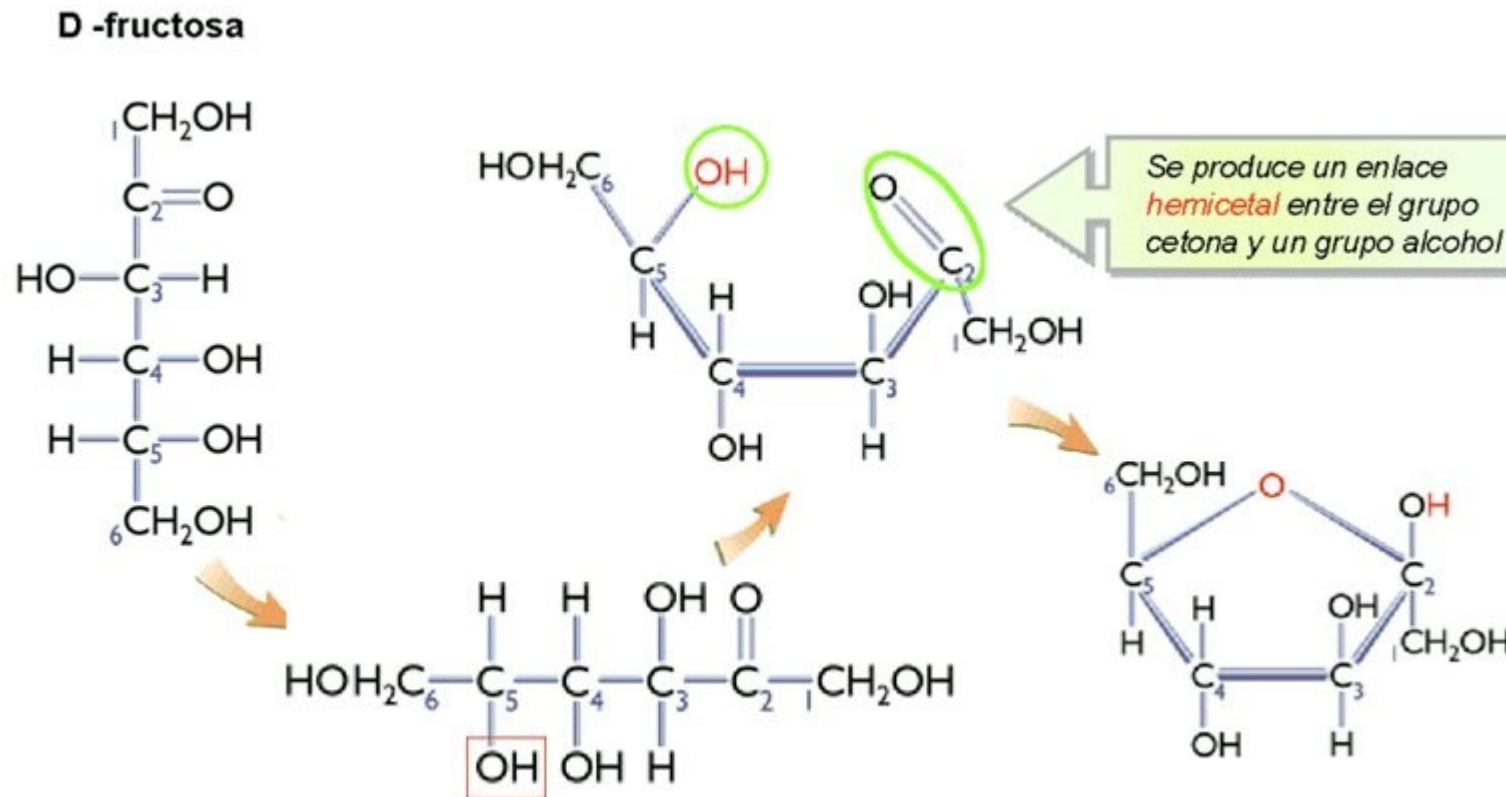
$\beta$ -D-Fructofuranose



La fructosa s'anomena el *sucre de les fruites* perquè els aporta la dolçor quan aquestes maduren.

## Ciclació de la fructosa

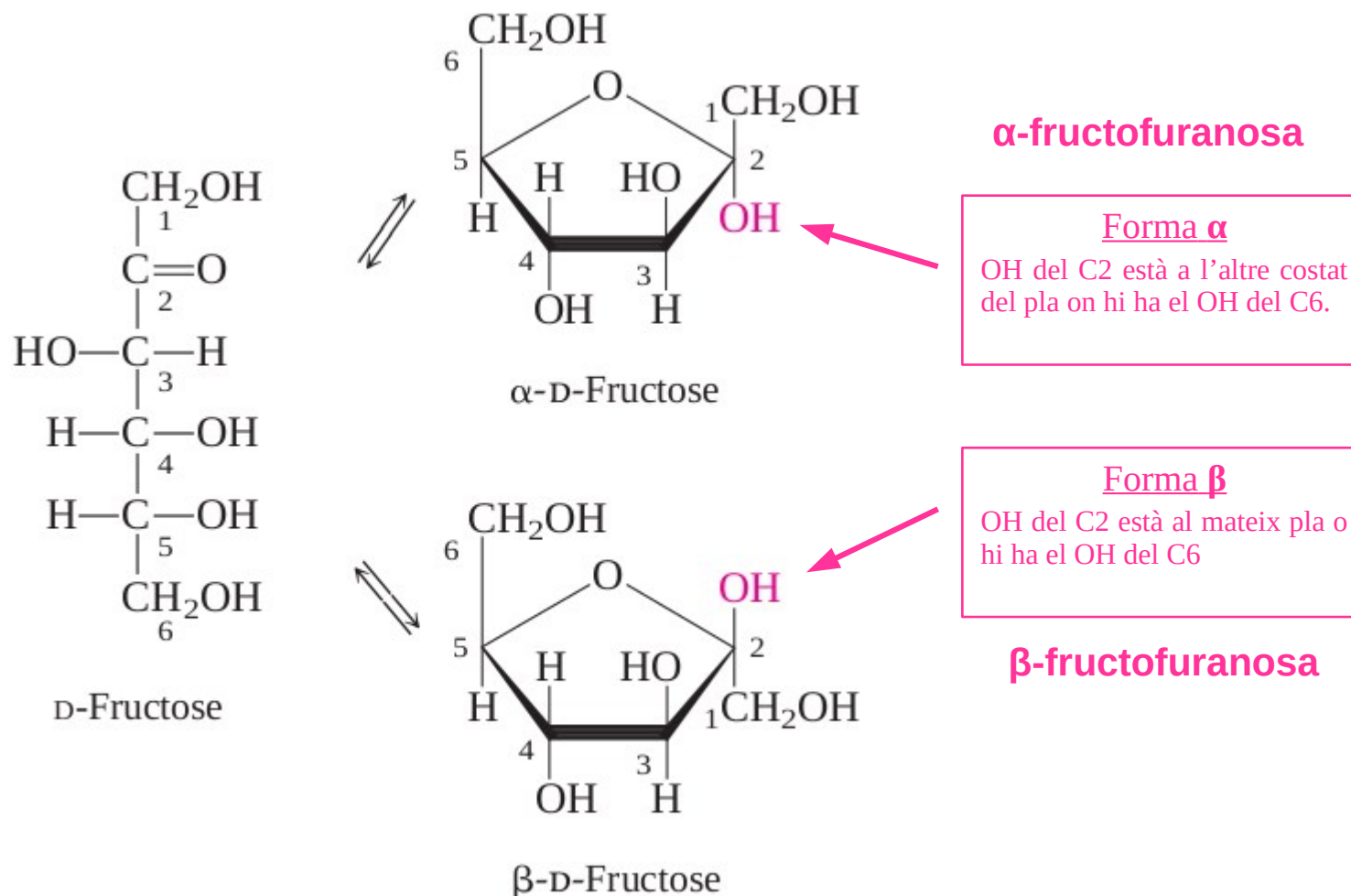
En la ciclació de la fructosa, el grup cetona reacciona amb el grup hidroxil del carboni 5, formant un enllaç **hemiacetal**.



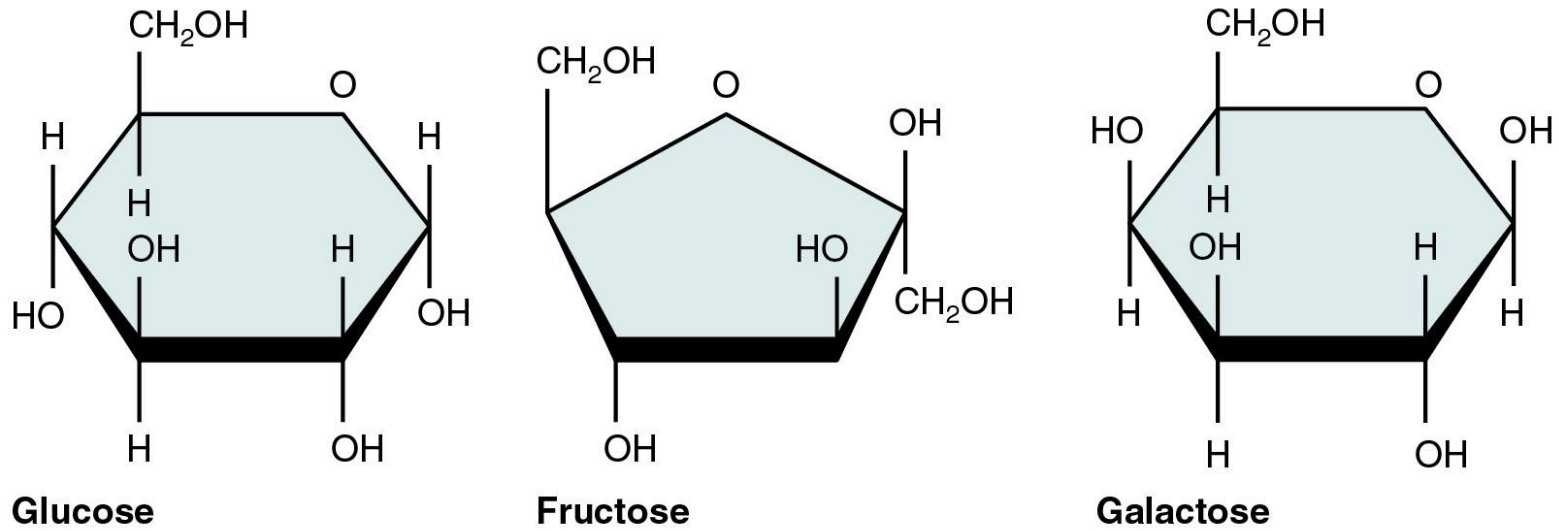
**Totes les cetopentoses** en dissolució adopten l'estructura pentagonal tipus furan, igual que les aldopentoses.

En la forma cíclica de la fructosa, el carboni 2 passa a ser un **nou carboni asimètric**, anomenat **carboni anomèric**.

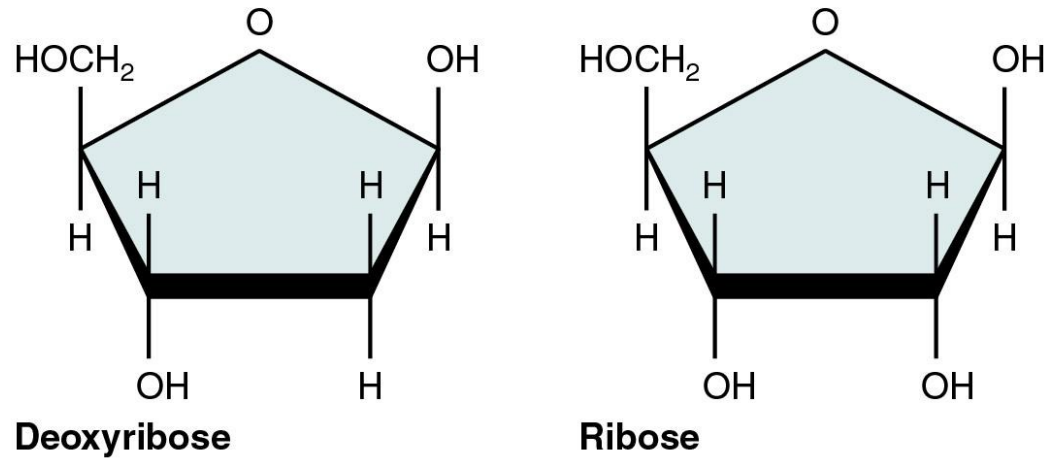
En la reacció de ciclació, la fructosa pot adoptar dos possibles configuracions que es diferencien per la posició del OH del carboni anomèric en relació al OH del carboni 6.



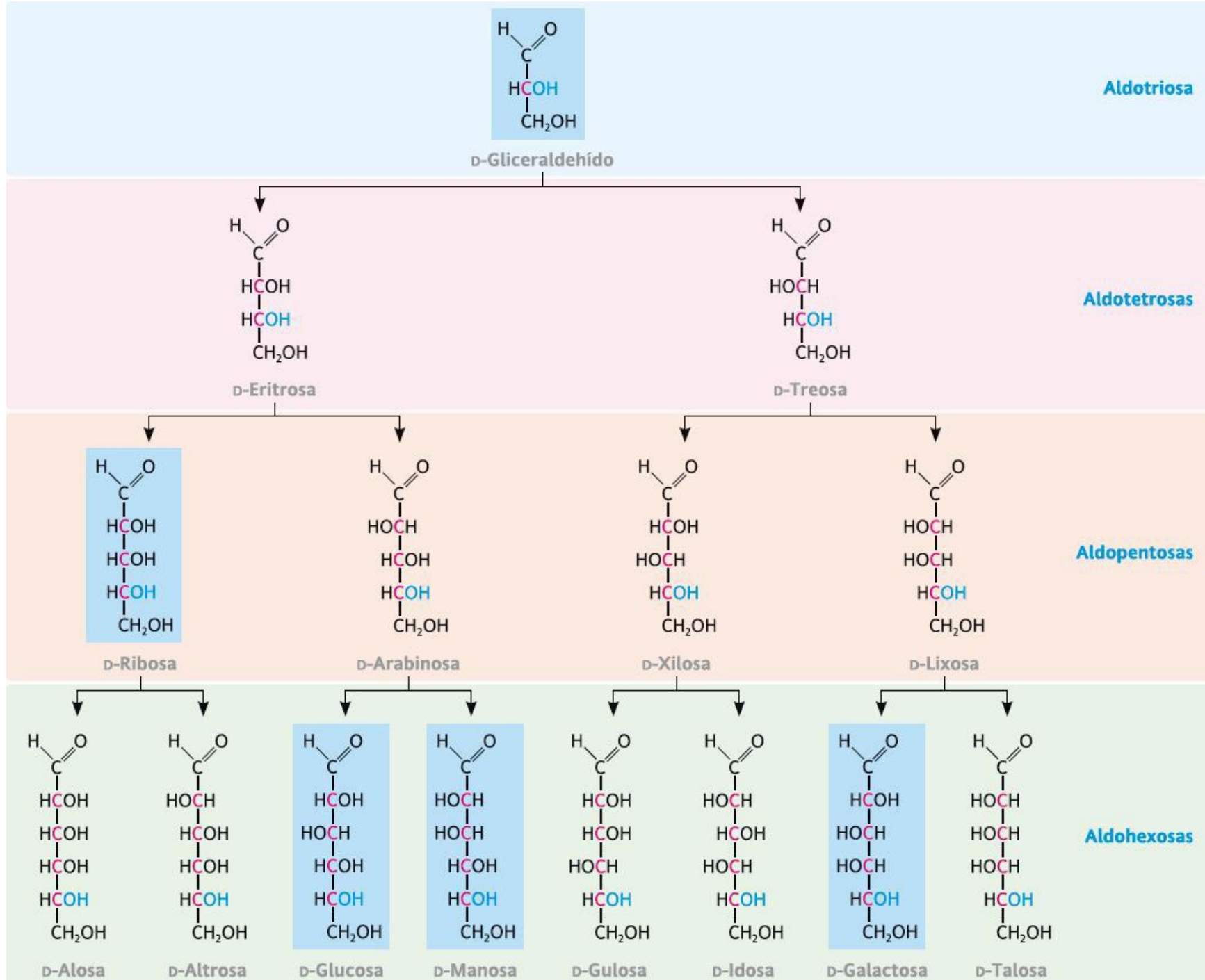
# Resum: monosacàrids importants



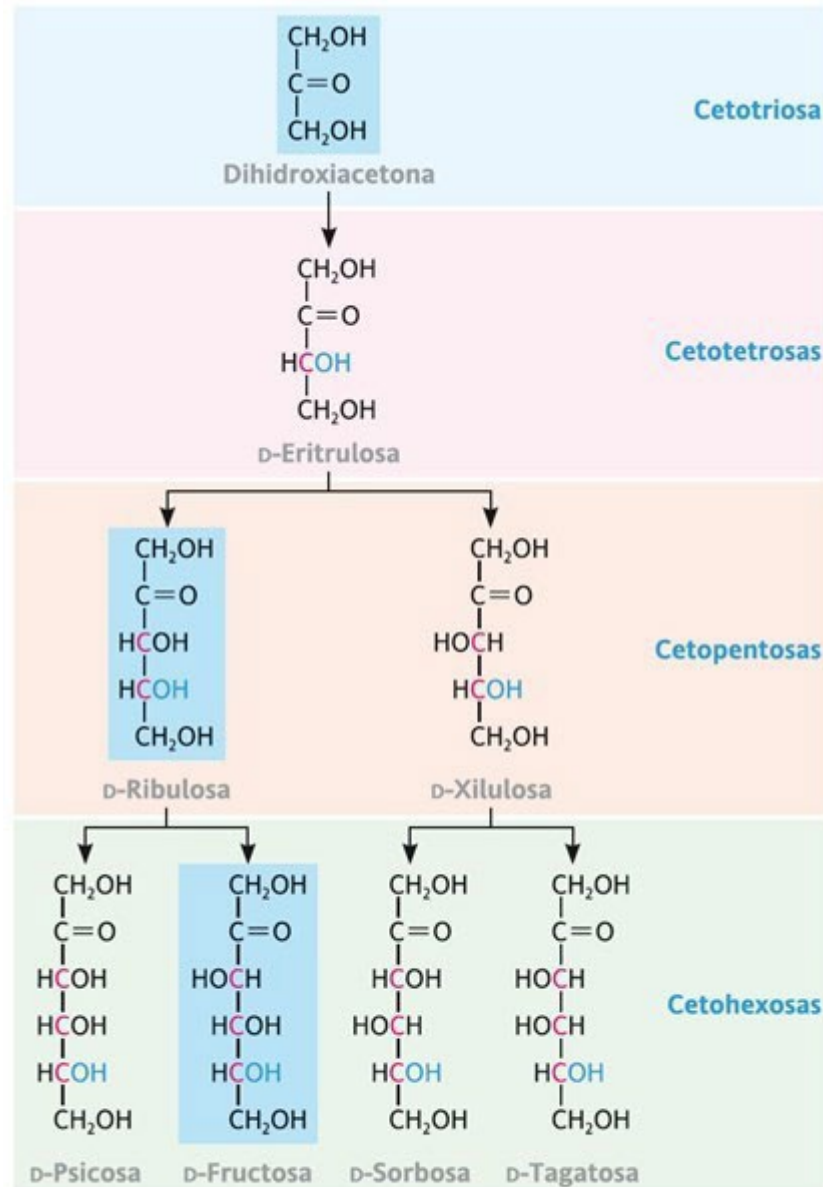
(a) Hexoses



(b) Pentoses



## Família de les D-ALDOSES



Bioquímica. Conceptos Esenciales  
 Feduchi / Romero / Yáñez / Castiñeyra / García-Hoz.  
 Editorial Médica Panamericana © 2015

## Família de les D-CETOSSES