

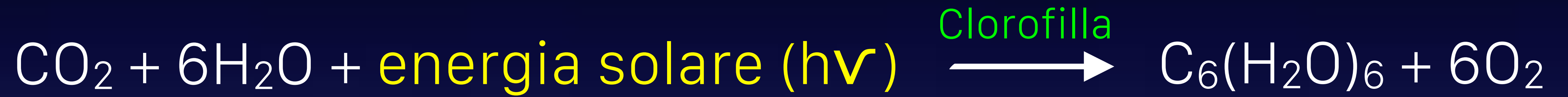
Glucidi

Il termine "carboidrati" ha origine nel XIX secolo in Francia da (idrato del carbonio) per la famiglia di composti con formula empirica $C_n(H_2O)_m$. I glucidi più comuni "zuccheri" come il glucosio ($n=m=6$) ed il saccarosio ($n=12, m=11$), seguono questa formula, tuttavia in seguito il termine è stato esteso ad altri materiali. Ad esempio l'acido lattico " $C_3(H_2O)_3$ " pur rispettando la formula generale non è un glucide. La Commissione Internazionale di Nomenclatura di Chimica Biologica ha deciso l'adozione del termine glucidi, cioè composti organici contenenti funzioni (aldeidiche o chetoniche) e funzioni alcoliche.

La definizione corrente di glucidi è: composti organici contenenti funzioni carbossiliche (aldeidiche o chetoniche) e funzioni alcoliche.

Glucidi

Piante



Animali



Metabolismo glucidico

La digestione dei glucidi alimentari avviene nella bocca (amilasi presenti nella saliva) e nell'intestino.

I monosaccaridi così ottenuti vengono assorbiti dagli enterociti e trasportati al fegato attraverso il sistema venoso, dove subiscono la trasformazione in glucosio. Il fegato è dunque preposto a regolare la glicemia e immagazzinare il glucosio in eccesso sotto forma di glicogeno. Infine il glucosio ematico viene trasportato alle varie cellule per scopi energetici e per produrre altre molecole complesse necessarie alle funzioni vitali (glicolipidi e glicoproteine).

Metabolismo glucidico

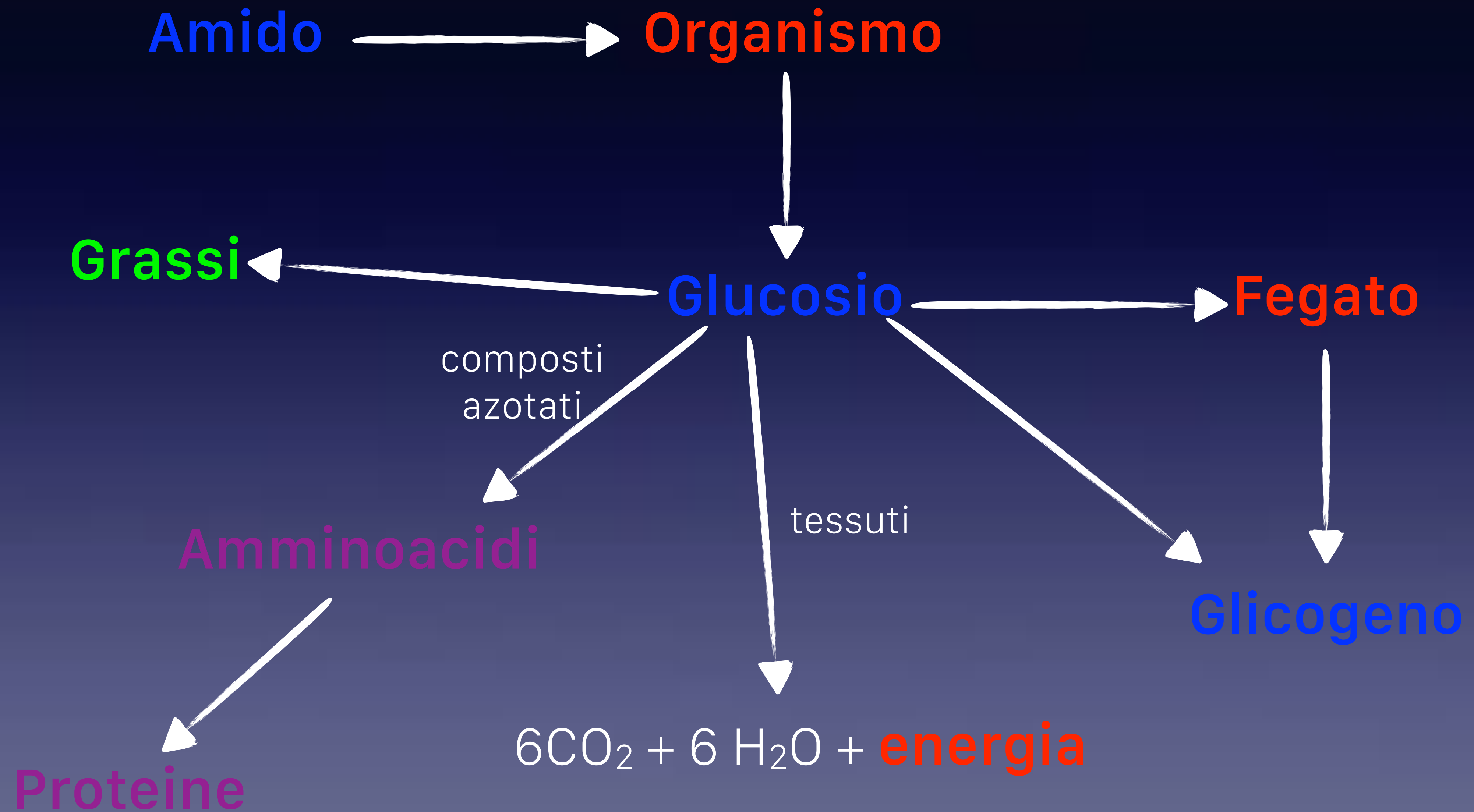
L'energia contenuta nei glucidi è impiegata dagli organismi che non effettuano la fotosintesi "come l'essere umano" nei processi di glicolisi anaerobica (1) e la respirazione (2).



Metabolismo glucidico

I glucidi, più comunemente detti zuccheri per il loro più conosciuto rappresentante (saccarosio o zucchero da tavola), derivano il loro nome dal greco *glucos* (dolce), dato che i più semplici glucidi presentano sapore dolce. Nel corpo umano essi rappresentano solo l'1% in peso. D'altra parte hanno notevole importanza nutrizionale dovendo costituire, in una dieta normale, il 55-65% delle calorie totali, inoltre sono i nutrienti più accessibili dal punto di vista economico in quanto costituenti principali dei cereali, dei legumi, della frutta e di numerosi altri prodotti vegetali. Nella dieta l'apporto maggiore di glucidi è sottoforma di **amido** (pane, pasta, riso, etc...), mentre seguono, in quantità notevolmente inferiori, il **lattosio** (latte), il **saccarosio** (zucchero da tavola) ed infine il **glucosio** e **fruttosio** (frutta). Questo glucosio può essere ricavato da alcuni degli amminoacidi presenti nelle proteine e anche dal glicerolo presente nei trigliceridi.

Ruoli dei glucidi nel Metabolismo



Glucidi

Funzioni biologiche



Funzioni energetiche

I glucidi rappresentano la fonte principale di energia a rapido utilizzo ed a basso costo: 1 g fornisce circa 4 Kcal. Qualunque siano i glucidi introdotti nell'organismo umano attraverso i processi digestivi e metabolici vengono convertiti quasi del tutto a glucosio, anche alcuni amminoacidi e il glicerolo possono essere trasformati mediante processi anabolici in glucosio e per questo i glucidi non hanno carattere di essenzialità. D'altra parte una dieta povera di glucidi comporta una maggiore assunzione di lipidi con conseguente accumulo di corpi chetonici e l'utilizzo di nutrienti nobili come le proteine a scopo energetico.

Funzioni di riserva

Tra i glucidi il glicogeno rappresenta una forma di immagazzinamento dell'energia, assorbita sottoforma di glucidi più semplici ma più ingombranti, che può essere utilizzata rapidamente in caso di carenza di apporto alimentare; negli organismi vegetali la forma di riserva energetica maggiormente diffusa è l'amido.

Funzioni plastiche o di sostegno

Molti glucidi vanno a costituire **glicolipidi, glicoproteine** (membrane cellulari), strutture di sostegno e protezione degli organismi animali e vegetali; ad esempio la cellulosa che per la sua funzione strutturale nei vegetali rappresenta il composto organico più diffuso nella biosfera o alla chitina degli esoscheletri degli insetti e di altri artropodi.

Funzioni di trasporto informazioni

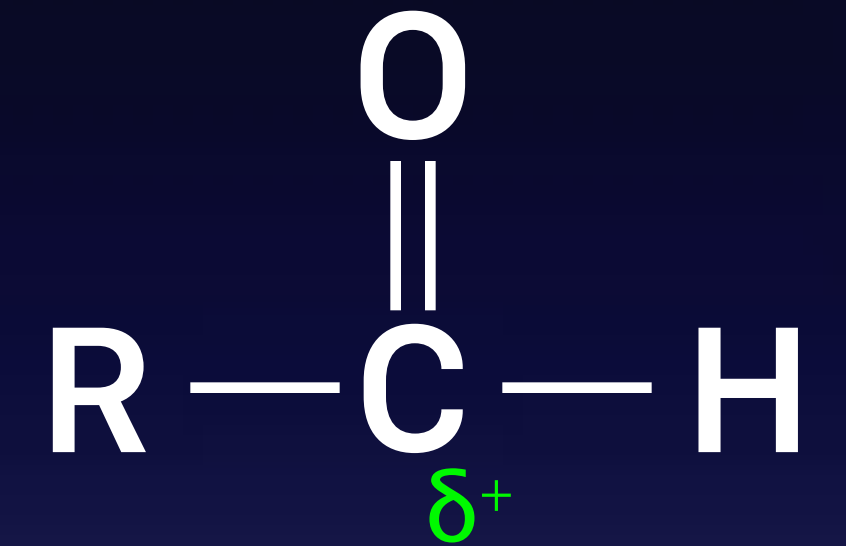
Ai glucidi è stato inoltre riconosciuto anche un ruolo di "**molecole informative**" al pari di proteine e acidi nucleici, ossia danno luogo a strutture complesse che servono da parole in codice nel linguaggio molecolare della vita; ad esempio, i carboidrati presenti sulla superficie cellulare legati a proteine e lipidi vengono riconosciuti da molecole complementari e di conseguenza fungono da marcatori nel riconoscimento cellulare. Di fondamentale importanza a tal proposito gli oligosaccaridi complessi legati a molecole lipidiche sulla superficie dei globuli rossi che, nelle loro varietà (antigene 0, antigene A, antigene B) contribuiscono alla determinazione dei gruppi sanguigni nell'uomo.

Classificazione dei Glucidi per numero di unità

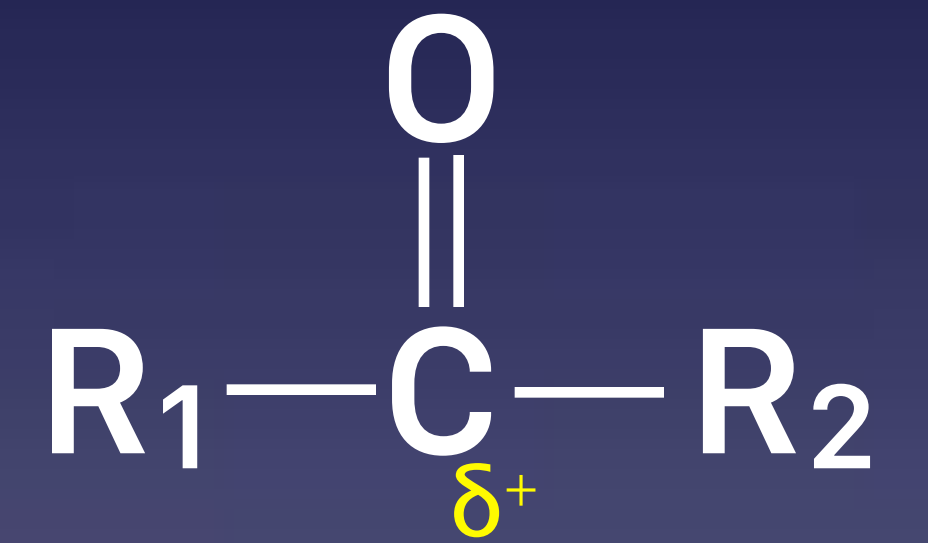
Monosaccaridi	Contengono una singola unità, cioè un chetone o un aldeide polidrossilati.
Oligossacaridi	Da 2 a 10 unità
Polisaccaridi	Più di 10 unità

Classificazione dei Glucidi per gruppo funzionale

Aldosi = presenza di un gruppo aldeidico



Chetosi = presenza di un gruppo chetonico



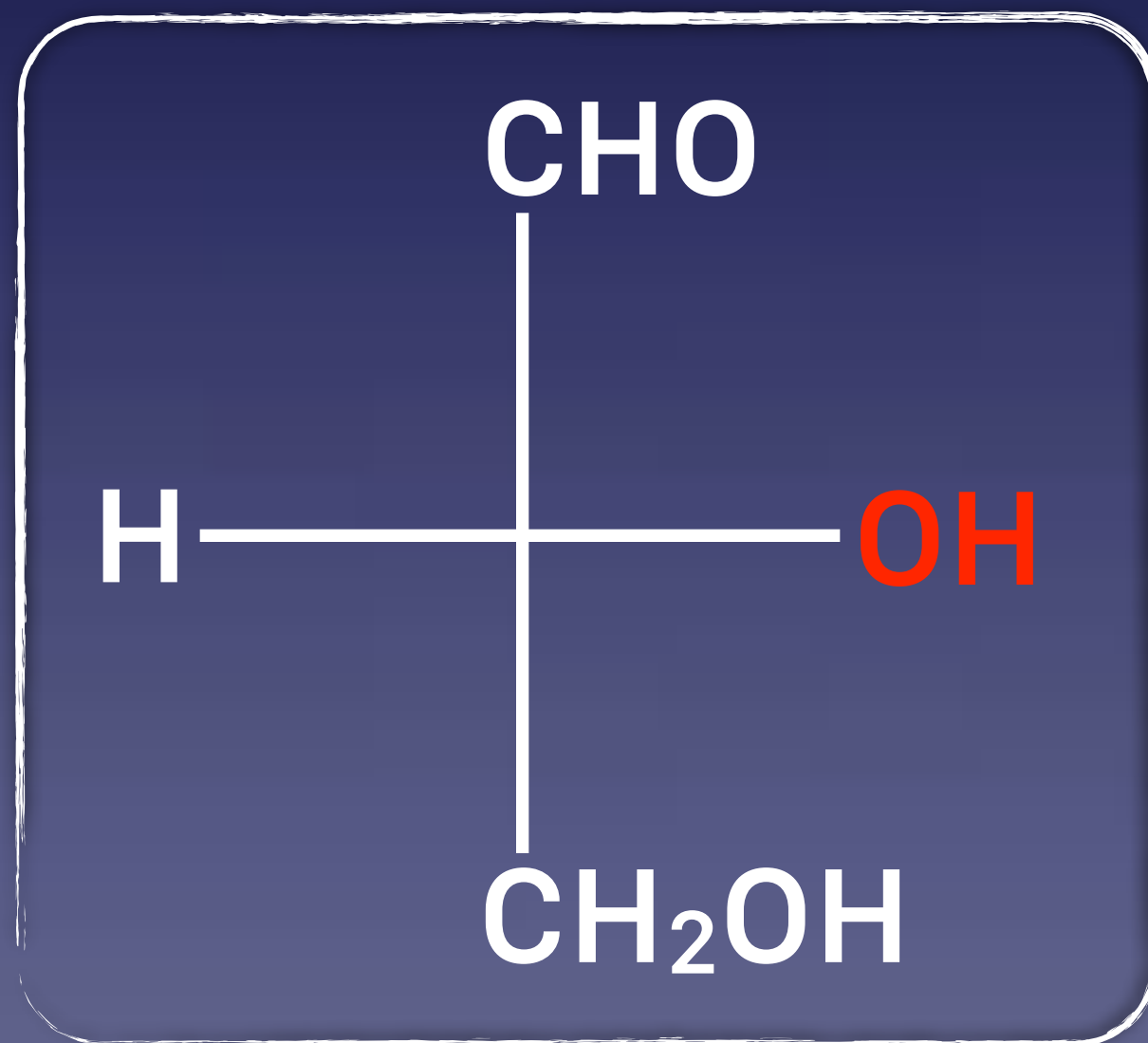
R_2 è più elettronegativo dell'Idrogeno: $\delta^+ > \delta^+$
Nei glucidi

Monosaccaridi

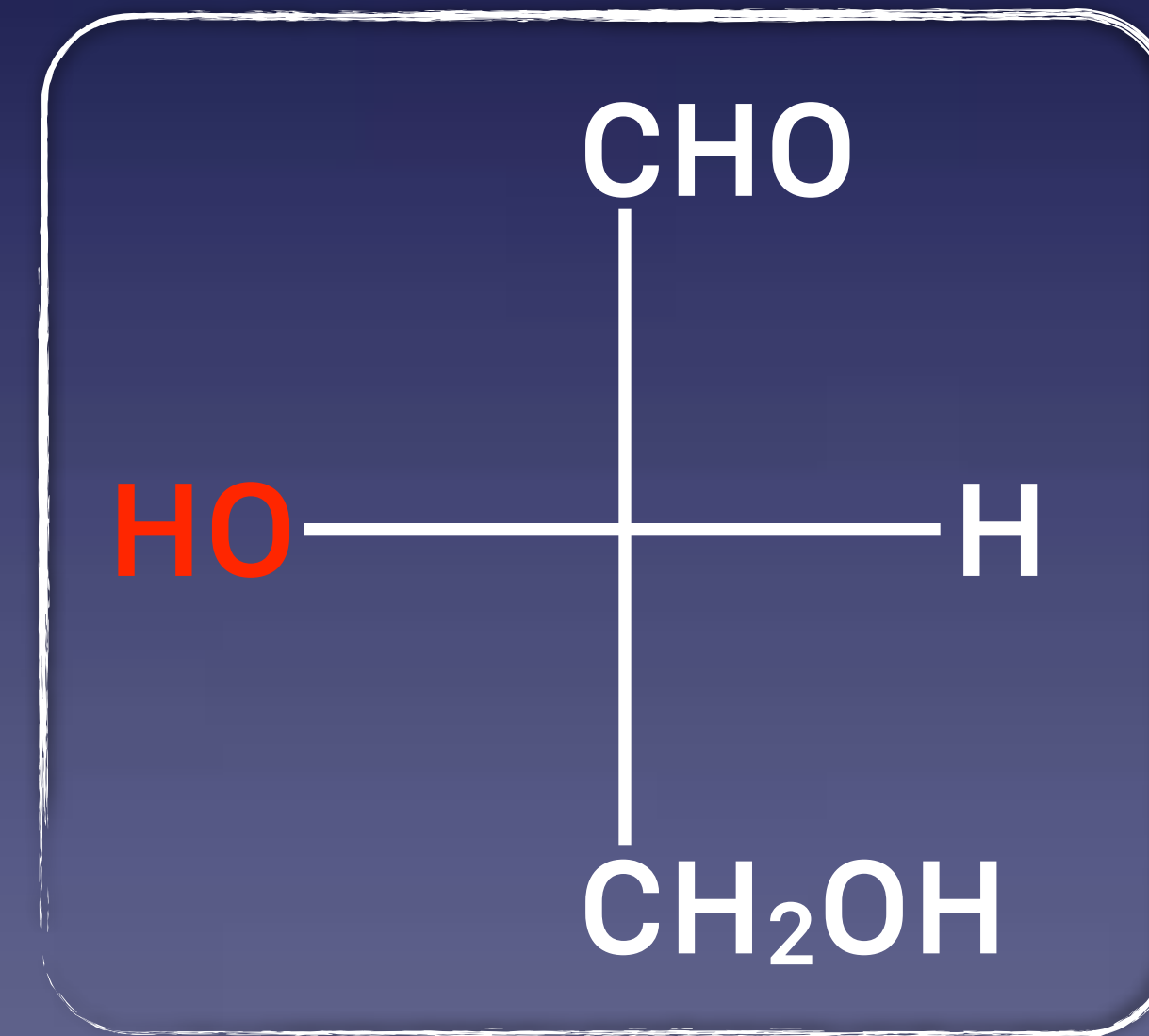
Il **monosaccaride** rappresenta l'unità più semplice e non divisibile per i carboidrati. Per questo motivo i monosaccaridi sono anche chiamati "zuccheri semplici".

La presenza di un **aldeide (-COH)** o di un **chetone (-CH₂COCH₂-)** costituisce un criterio per distinguere i **monosaccaridi aldosi** dai **monosaccaridi chetosi**.

Un'altra importante distinzione riguarda la stereochimica, ovvero la disposizione dei gruppi funzionali nello spazio. In particolare si distinguono **monosaccaridi D o L** a seconda di come è disposto il gruppo ossidrilico legato al carbonio più lontano dal gruppo carbonilico.



D-Gliceraldeide



L-Gliceraldeide

Classificazione Glucidi

In base ai C contenuti nella catena:

- Triosi
- Tetrosi
- Pentosi
- Esosi
- Eptosi

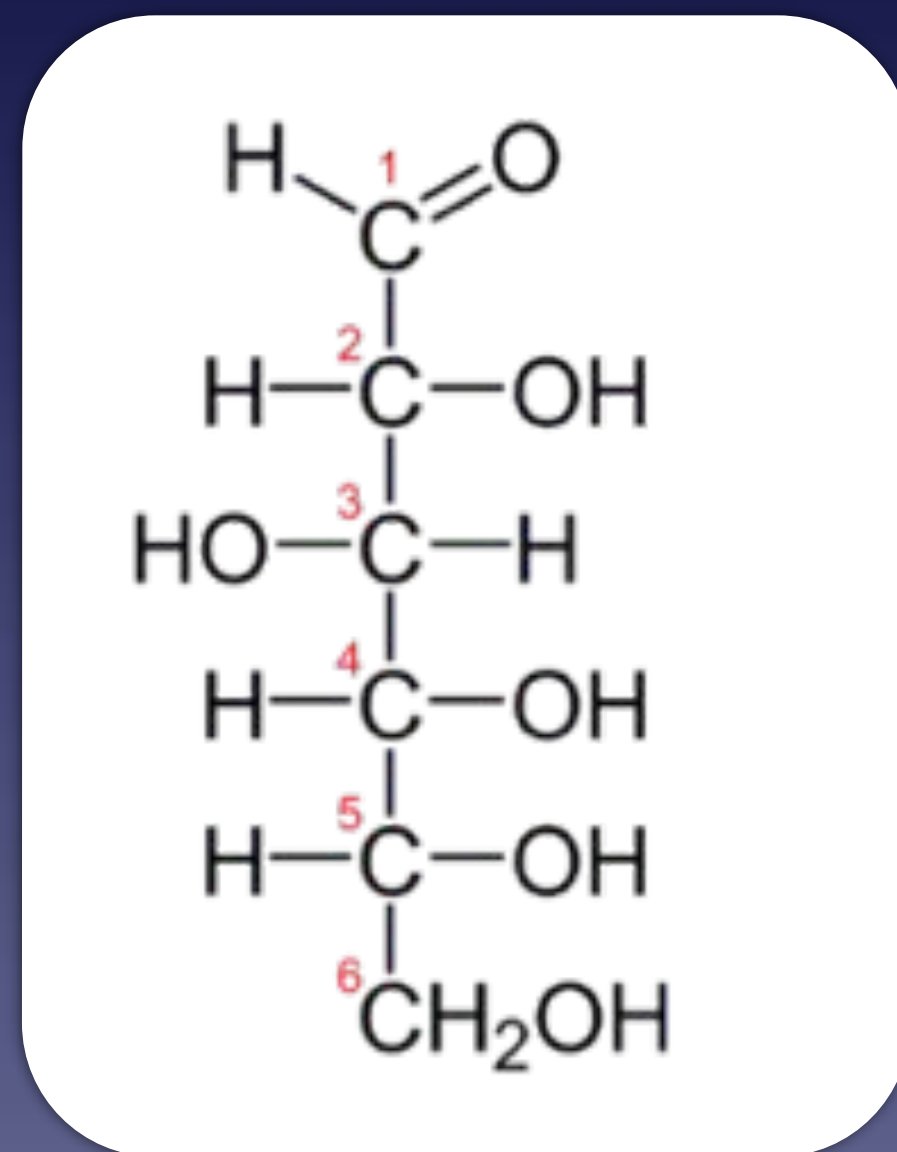
In relazione alla funzione carbossilica contenuta:

- Aldosi
- Chetosi

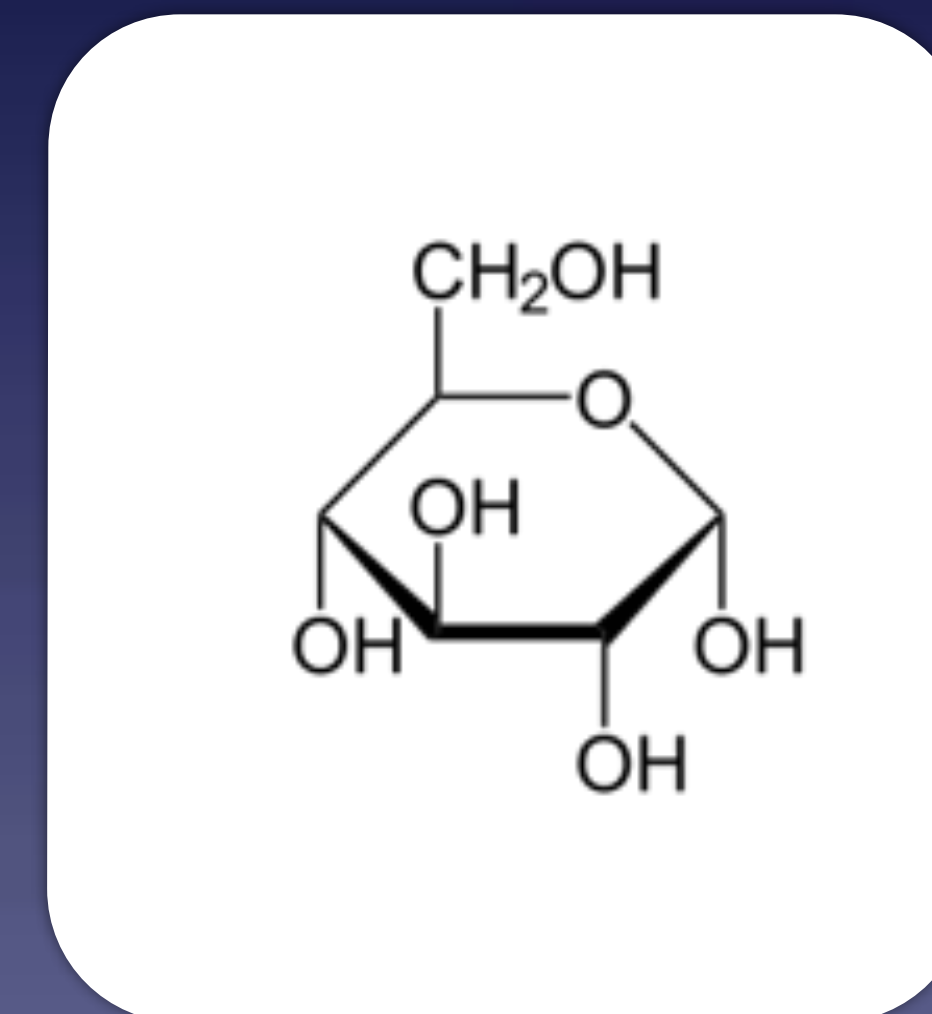
Monosaccaridi → D ed L

La gliceraldeide, ad esempio, si distingue in D-gliceraldeide per la posizione del gruppo OH a destra rispetto il gruppo carbonilico. Viceversa nella L-gliceraldeide l'OH si trova in posizione opposta (a sinistra). Questo modo di rappresentare le molecole è definito **proiezione di Fisher**.

In soluzione acquosa diversi monosaccaridi possono anche presentarsi con una **struttura chiusa**, ovvero ciclica. Un esempio è il glucosio.



D-glucosio in forma aperta



D-glucosio in forma ciclica piranosica

Stereoisomeria

Gli **stereoisomeri** sono le molecole che possiedono un centro chirale.

Il **centro chirale** di una molecola è un atomo a cui sono legati 4 sostituenti diversi.

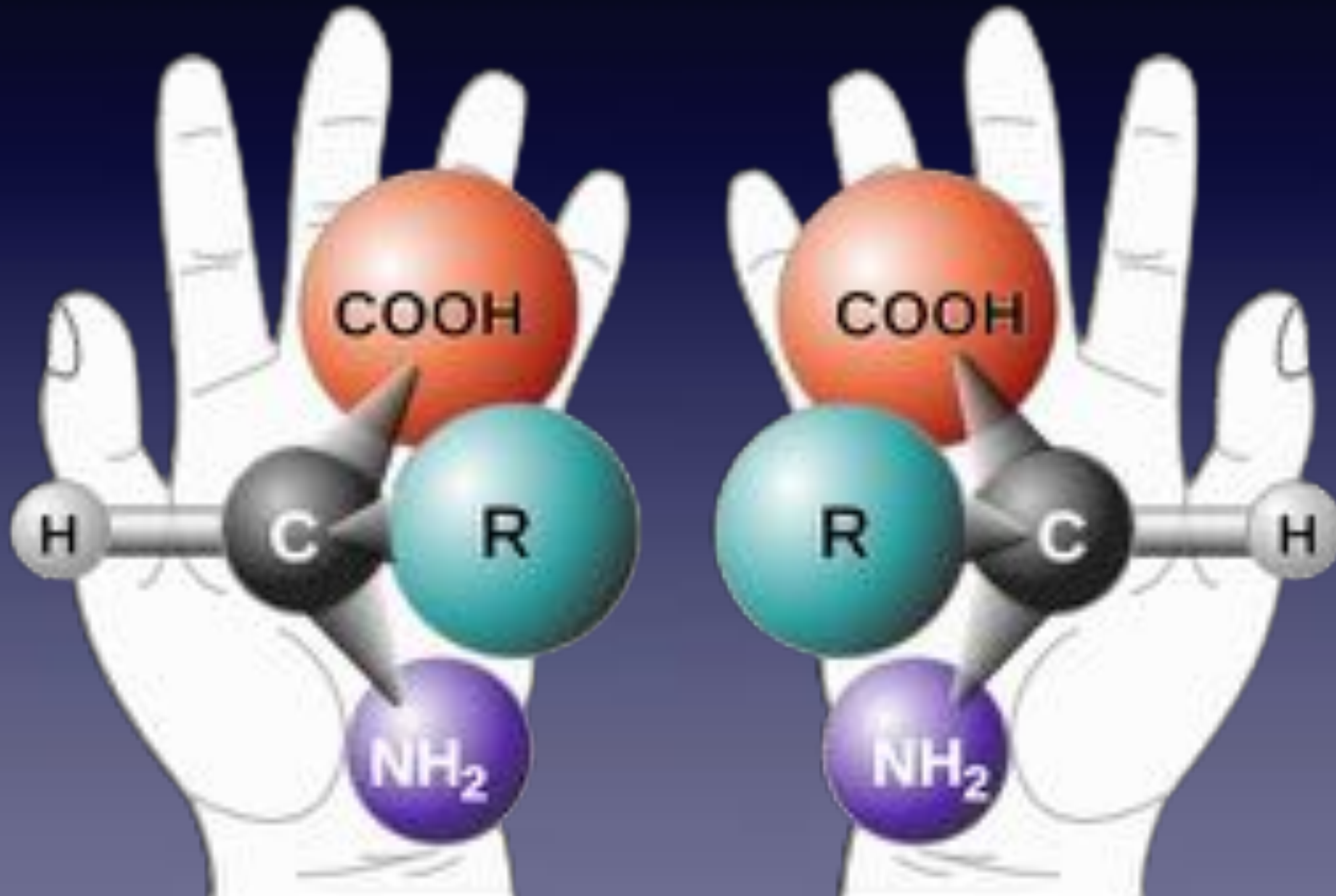
Gli **enantiomeri** sono stereoisomeri che sono l'uno l'immagine speculare dell'altro fra loro non sovrapponibili.

Gli **diastereoisomeri** sono stereoisomeri che non sono l'uno l'immagine speculare dell'altro.

Una molecola con n centri chirali ha 2^n stereoisomeri per la regola di *Van't Hoff*

Stereoisomeria -> Chiralità

Molecole speculari non sovrapponibili

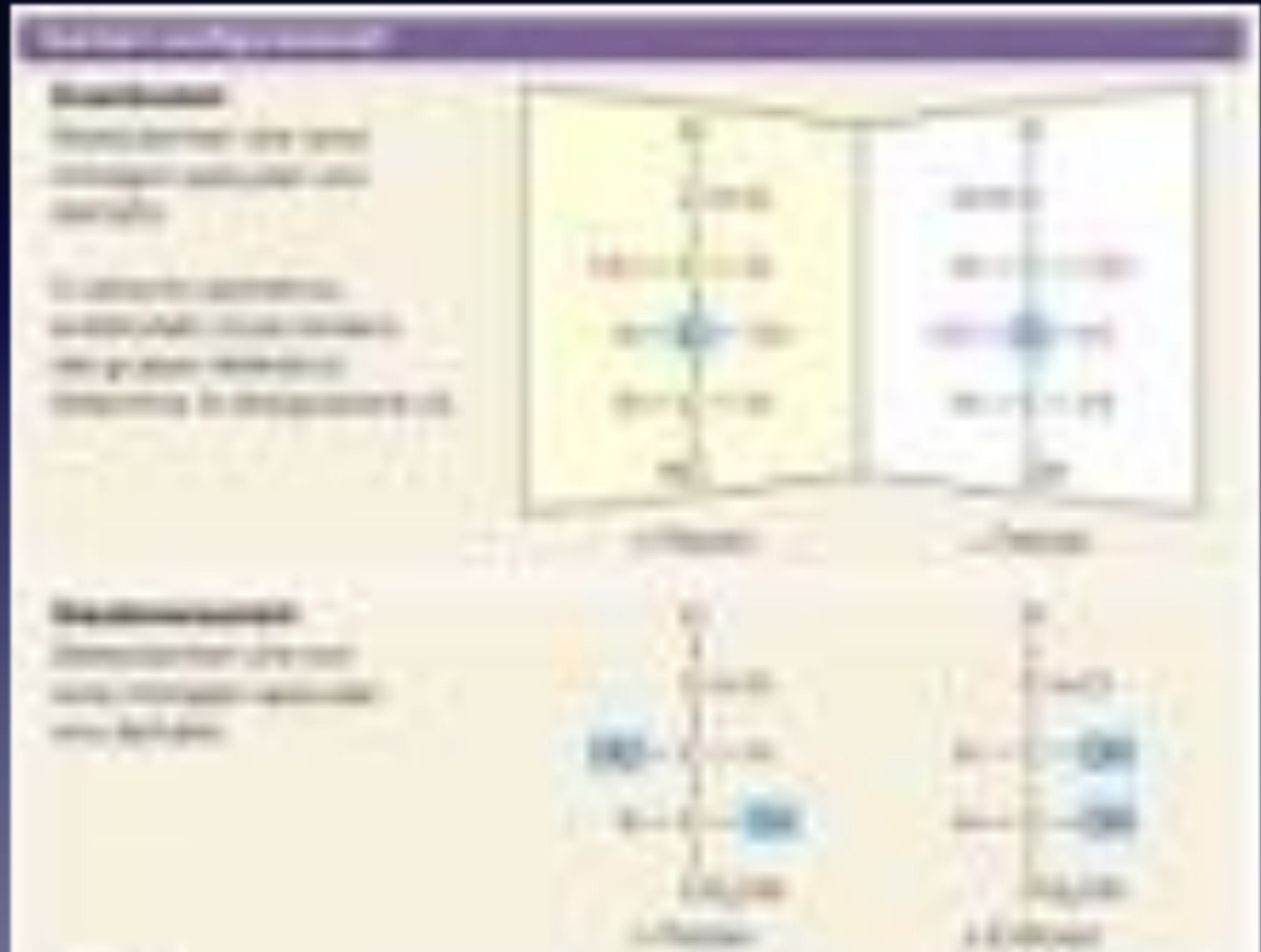


Stereoisomeria -> Chiralità

Per gli zuccheri ed altre molecole di interesse biochimico, data la complessità di molte di queste, non si fa uso dei prefissi (R) ed (S). La distinzione in nomenclatura viene fatta assegnando i prefissi D ed L a seconda che i sostituenti legati all'atomo di carbonio asimmetrico più distante da quello che lega il gruppo carbonilico abbiano disposizione simile a quella della **L-gliceraldeide** o a quella della **D-gliceraldeide**.

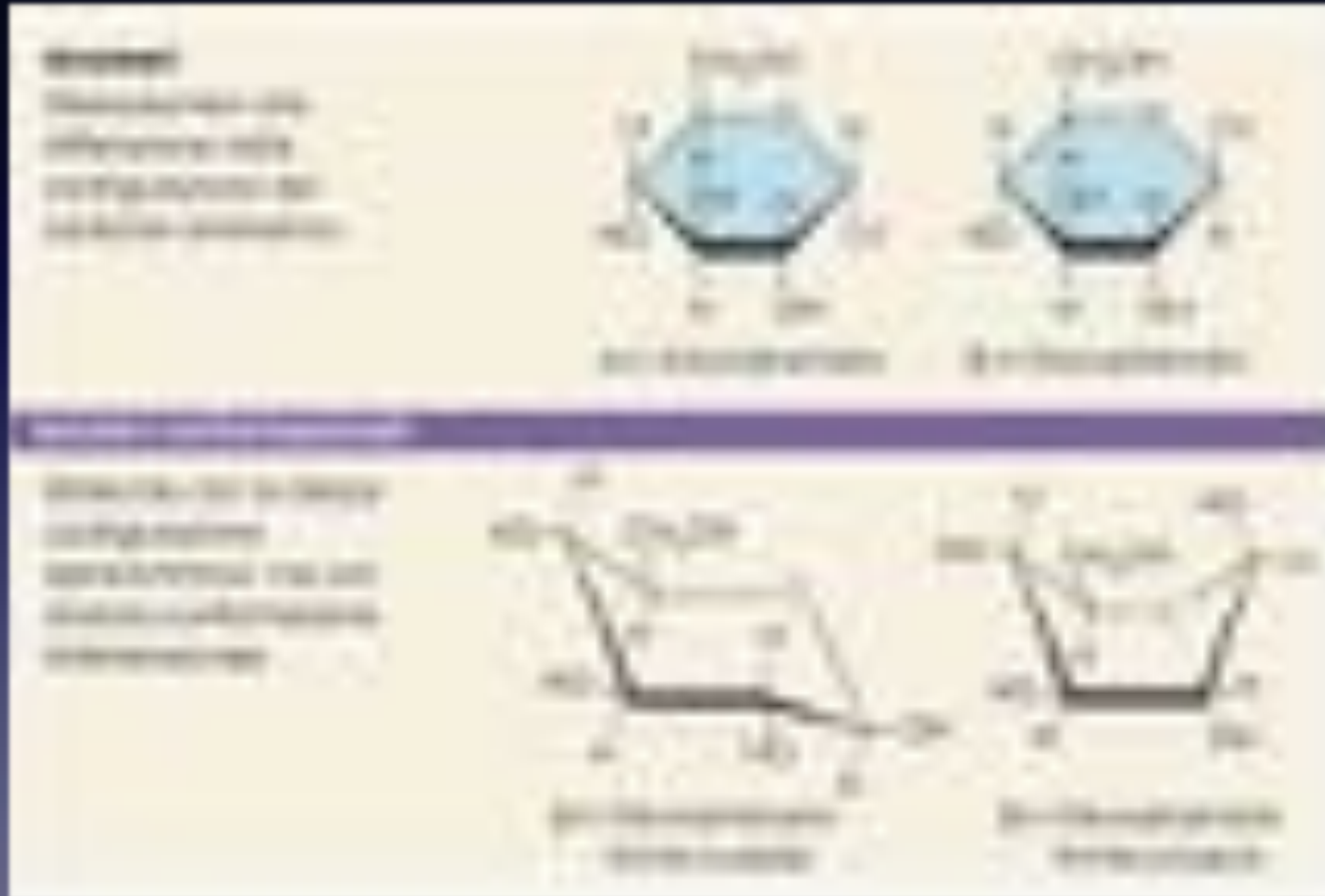
Stereoisomeria

Formula proiettiva
di **Fischer**

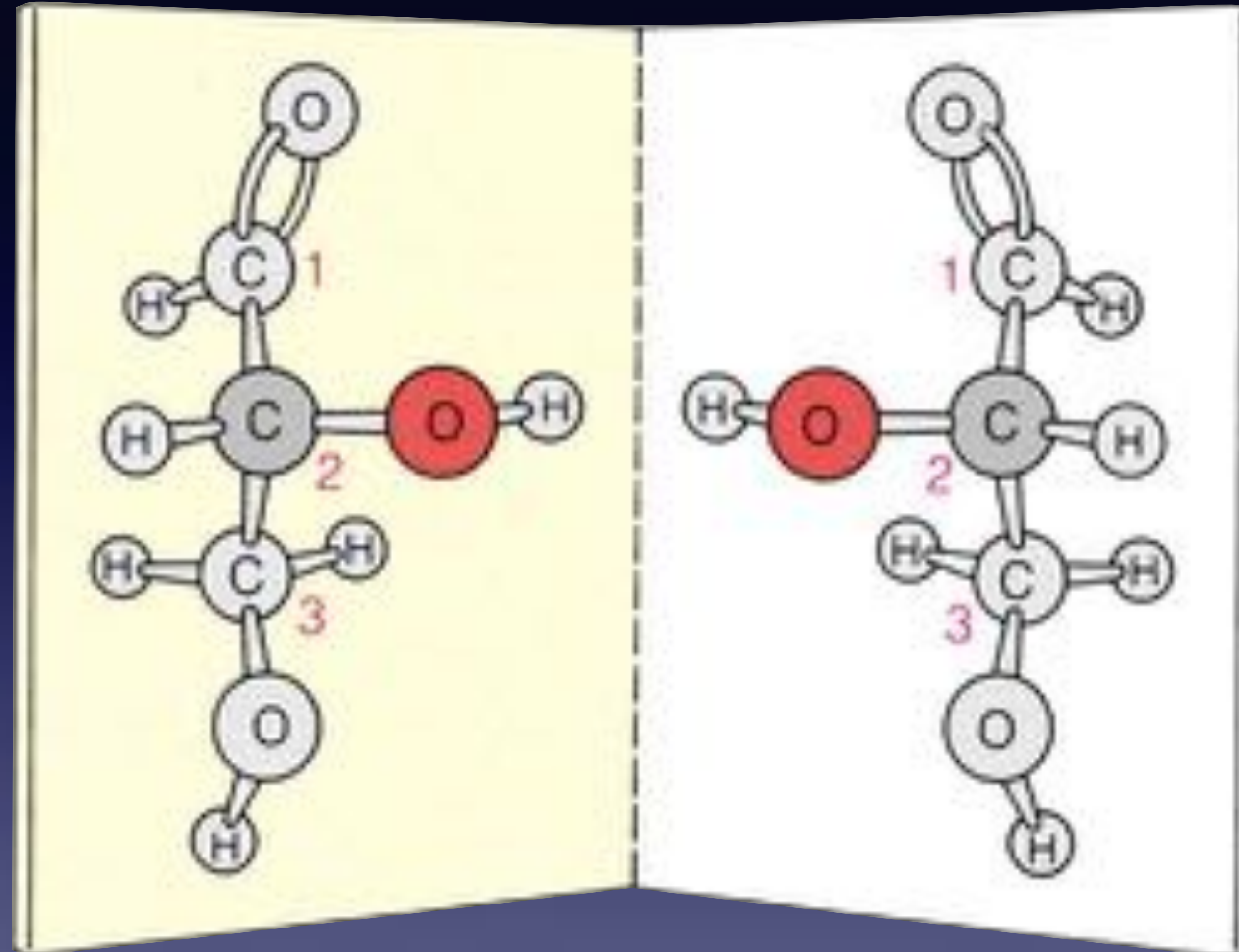


Stereoisomeria

Formula proiettiva
di **Haworth**



Stereoisomeria

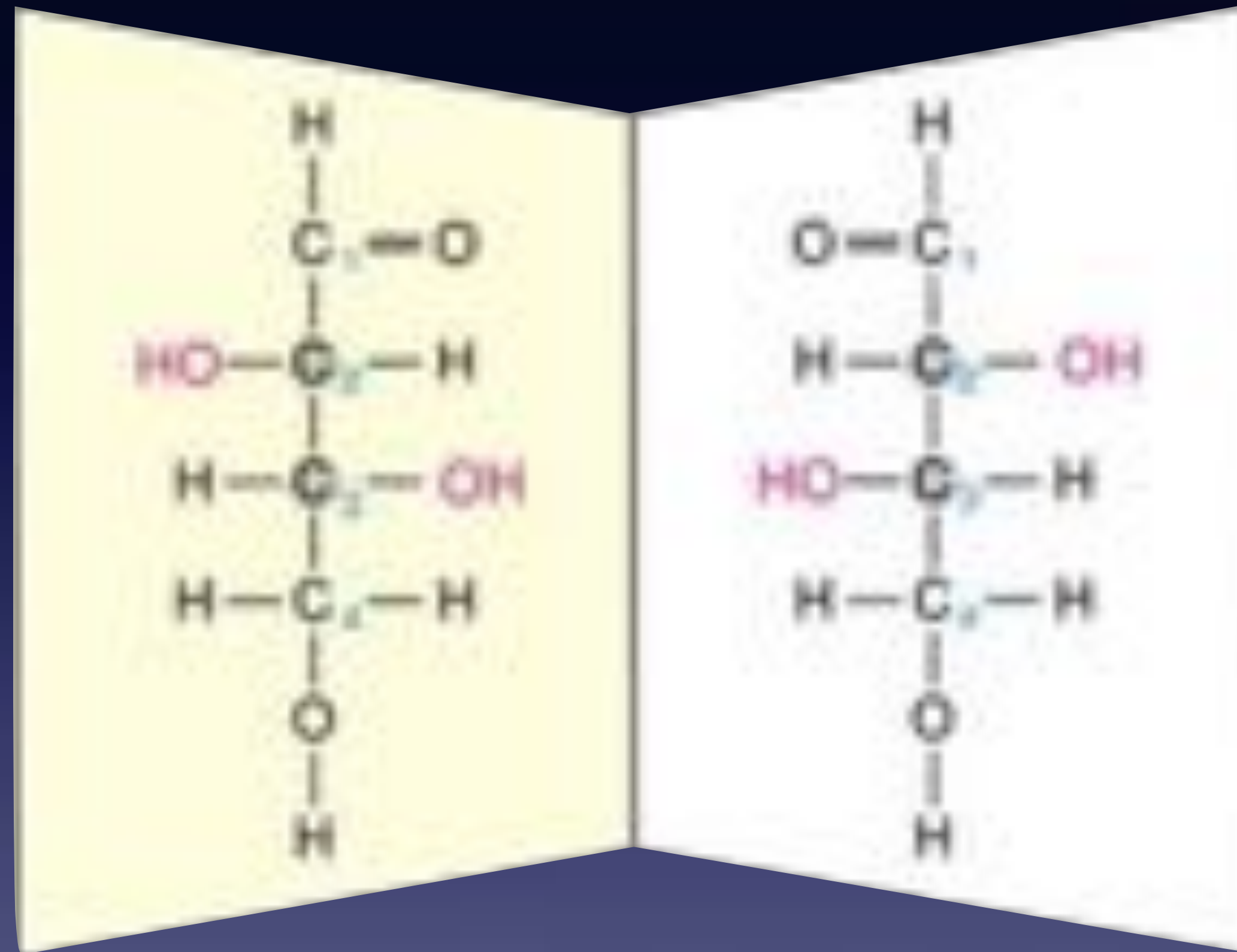


D-Gliceraldeide

L-Gliceraldeide

Stereoisomeria -> Aldosi

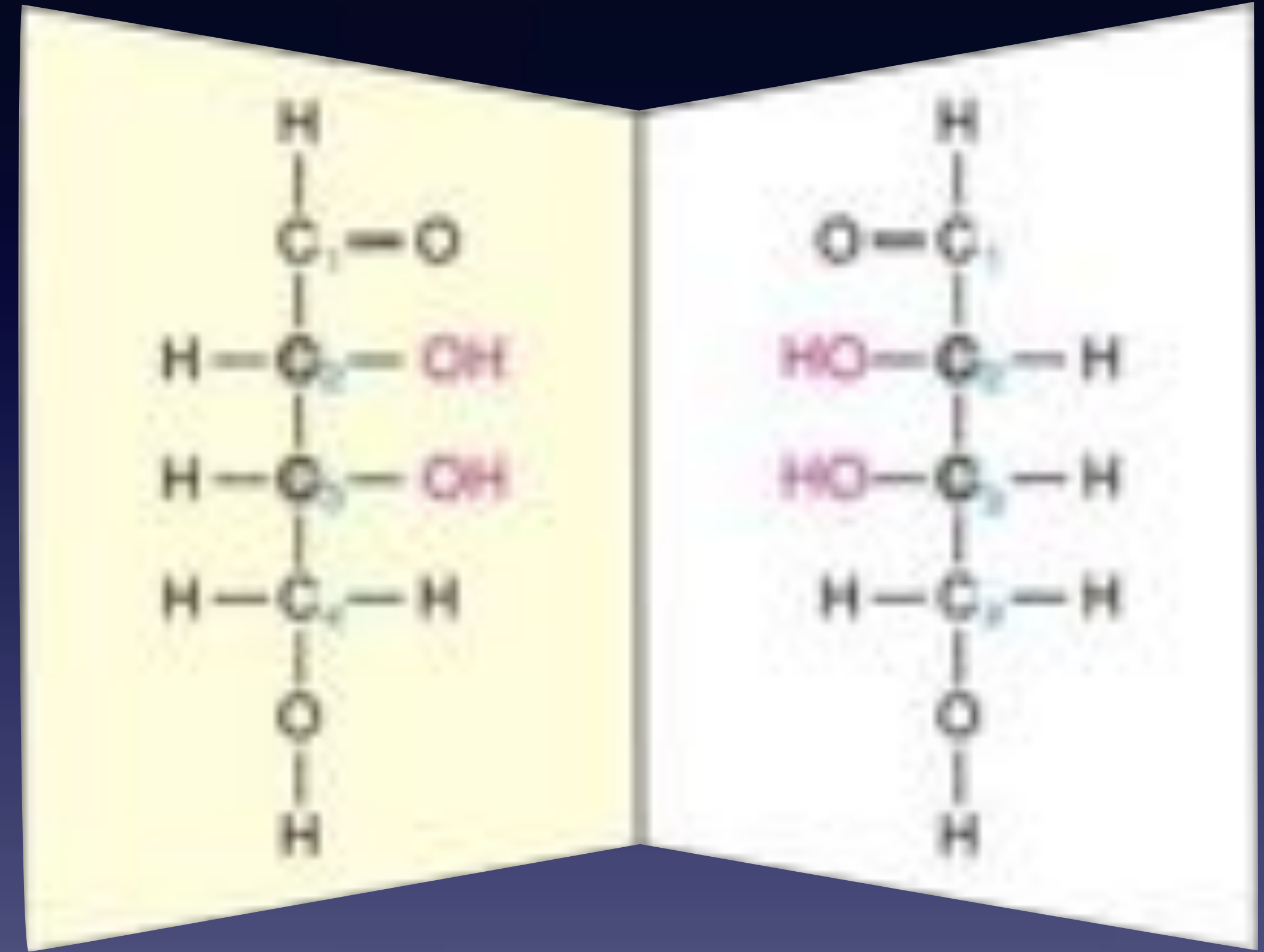
n = 4 tetrosi 2 centrichi, 4 stereoisomeri



D-Trioso



L-Trioso



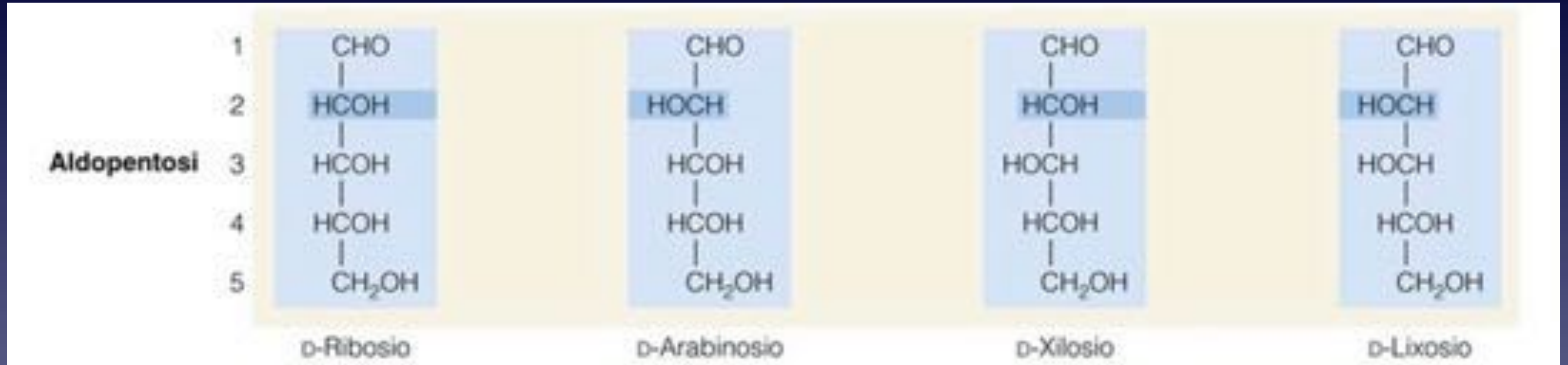
D-Eritrioso



L-Eritrioso

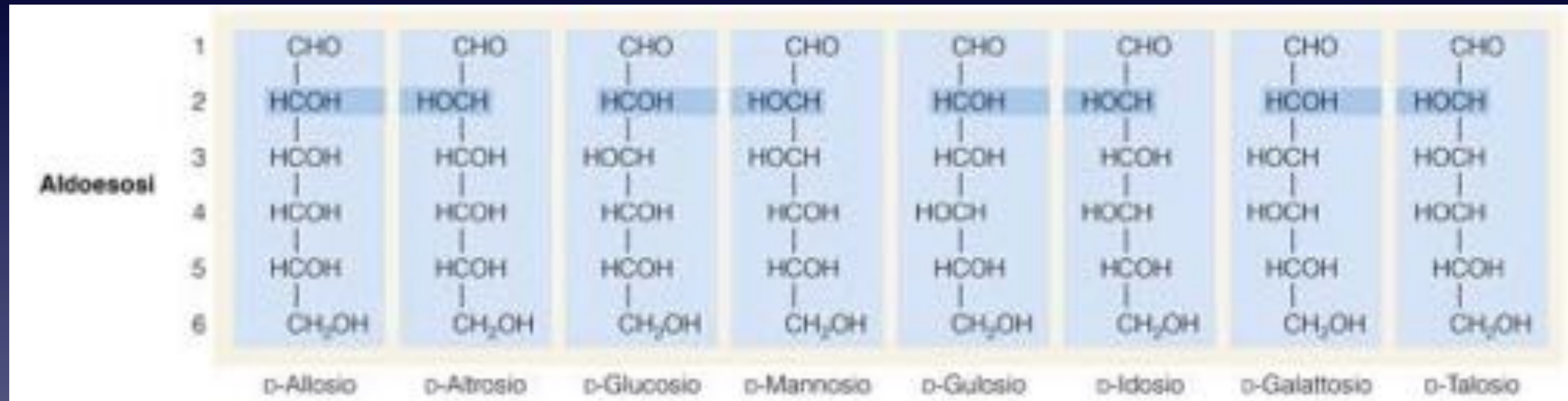
Stereoisomeria -> Aldosi

n = 5 pentosi 3 centriral, 8 stereoisomeri



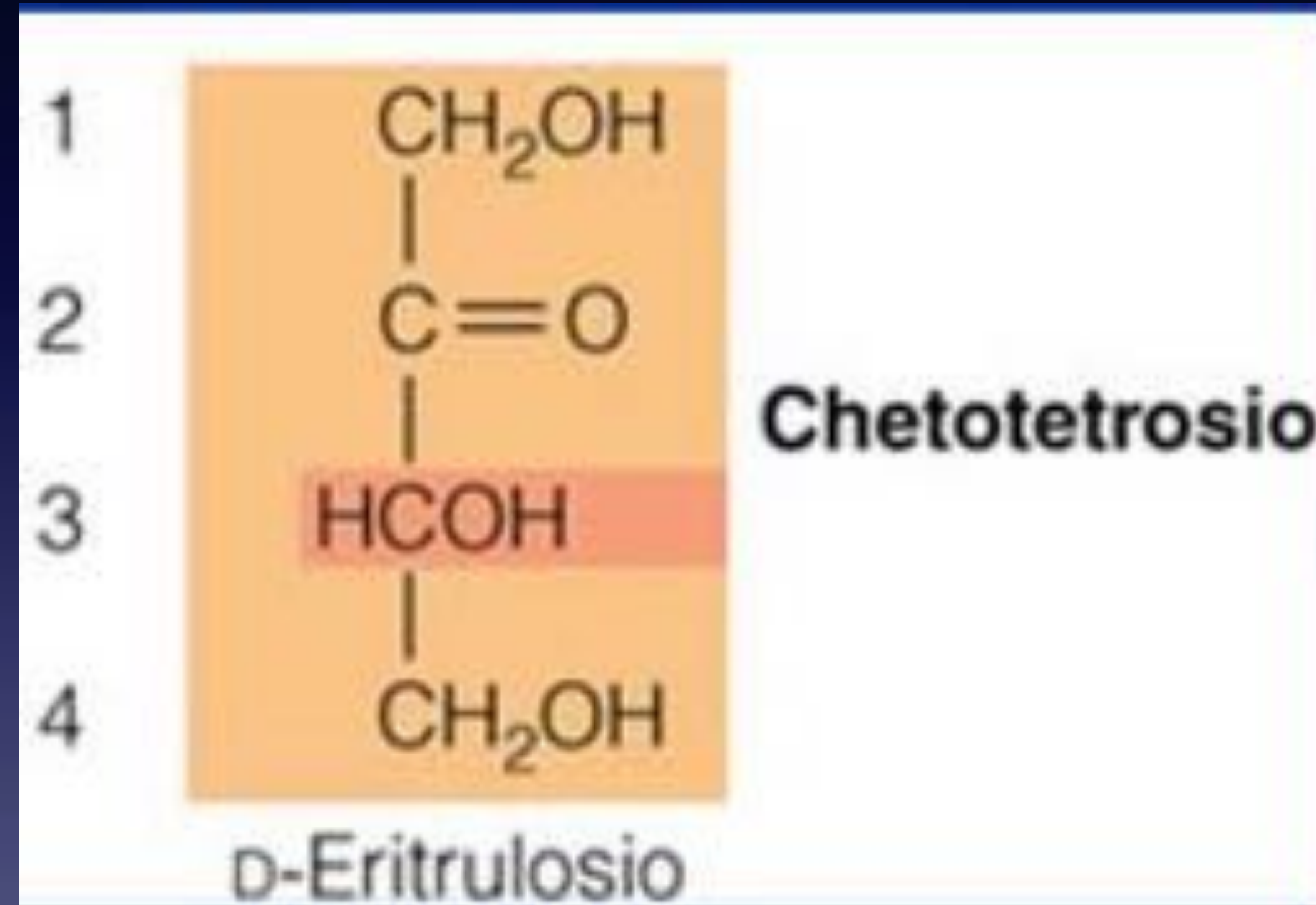
Stereoisomeria -> Aldosi

n = 6 esosi 4 centrichirali, 16 stereoisomeri{



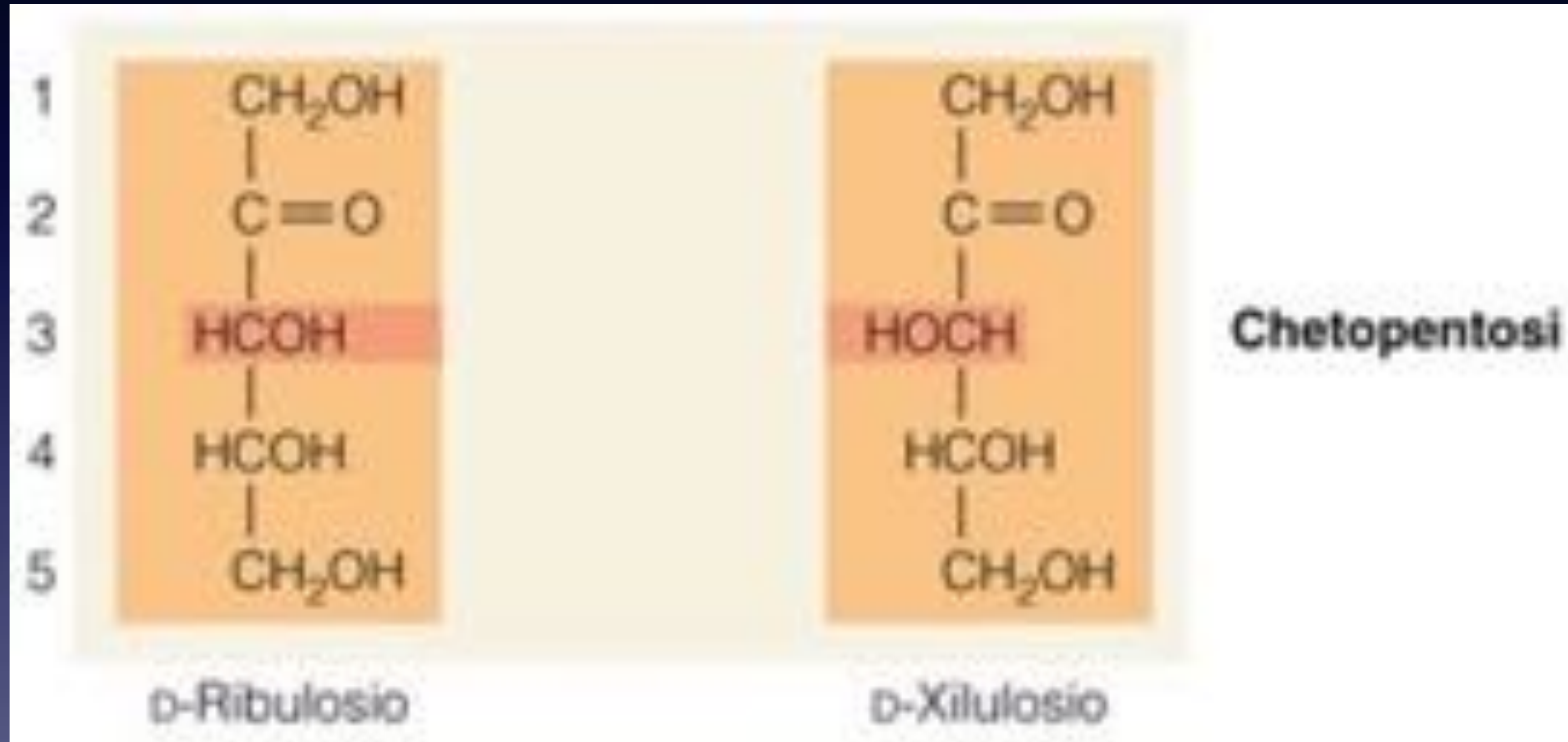
Stereoisomeria -> Chetosi

n = 4 tetrosi 1 centrichirali, 2 stereoisomeri



Stereoisomeria -> Chetosi

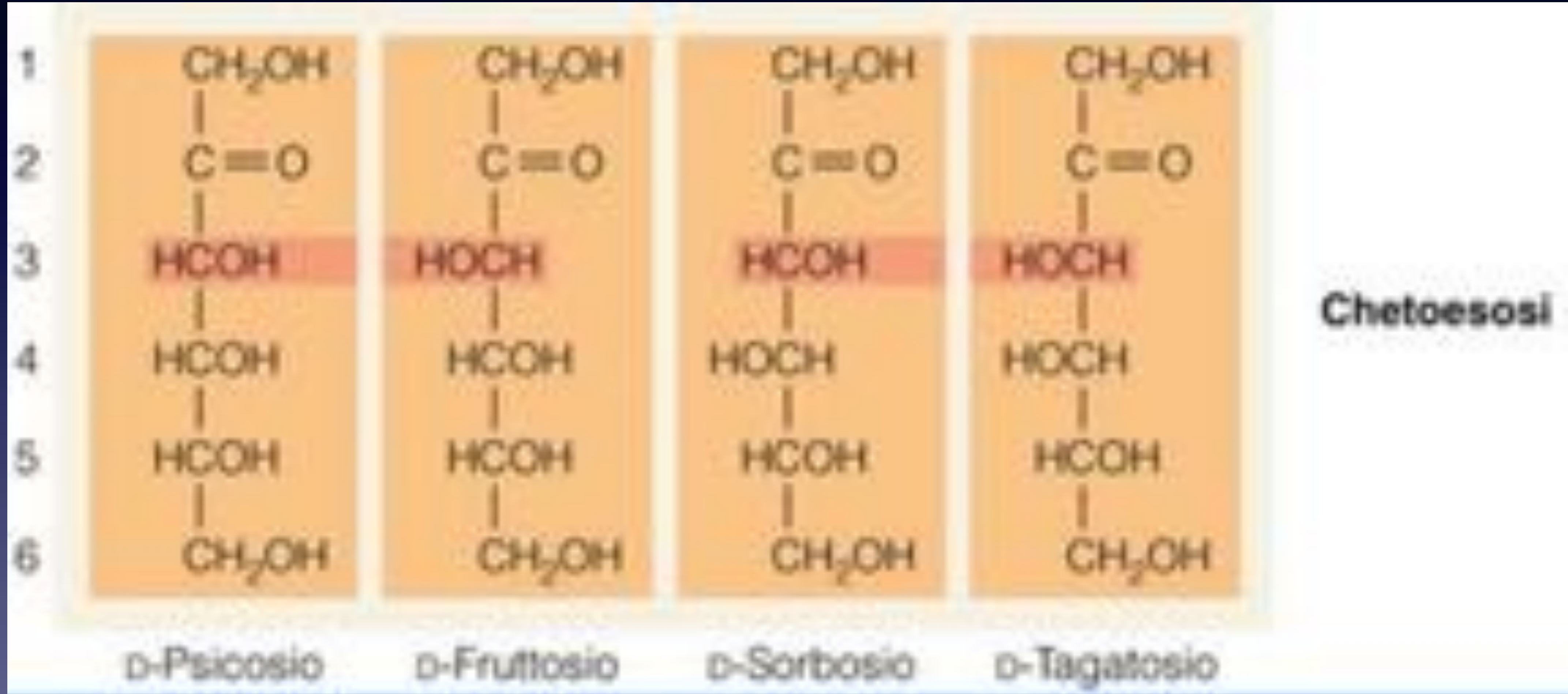
n = 5 pentosi 3 centrichirali, 8 stereoisomeri



Stereoisomeria -> Chetosi

n = 6 esosi

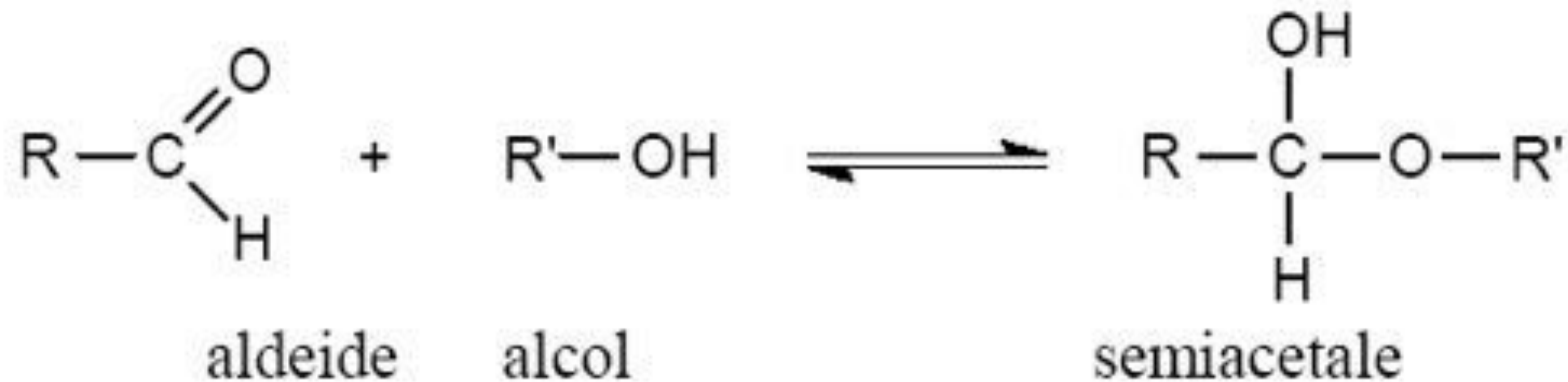
3 centrichirali, 8 stereoisomeri



Monosaccaridi → Struttura ciclica

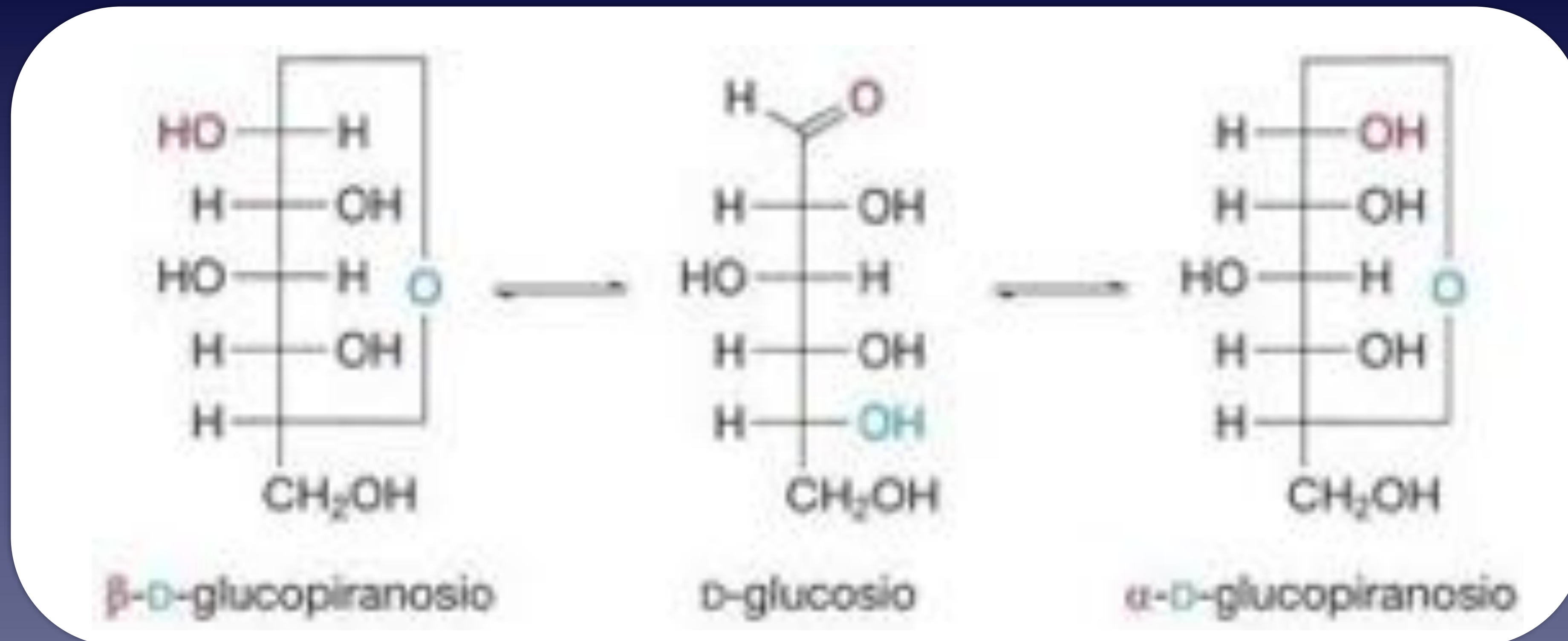
I **monosaccaridi** esistono in forma ciclica, perché avendo contemporaneamente un gruppo aldeidico e alcolico nella stessa molecola possono formare un emiacetale ciclico, per condensazione intramolecolare.

Formazione emiacetale:



Struttura ciclica → Glucosio

- Ciclizzazione tra il C5 e C1
- Si genera un nuovo centro chirale al C1 (il carbonile è un centro prochirale)
- Si instaura un equilibrio dinamico tra la forma aperta e le due strutture cicliche



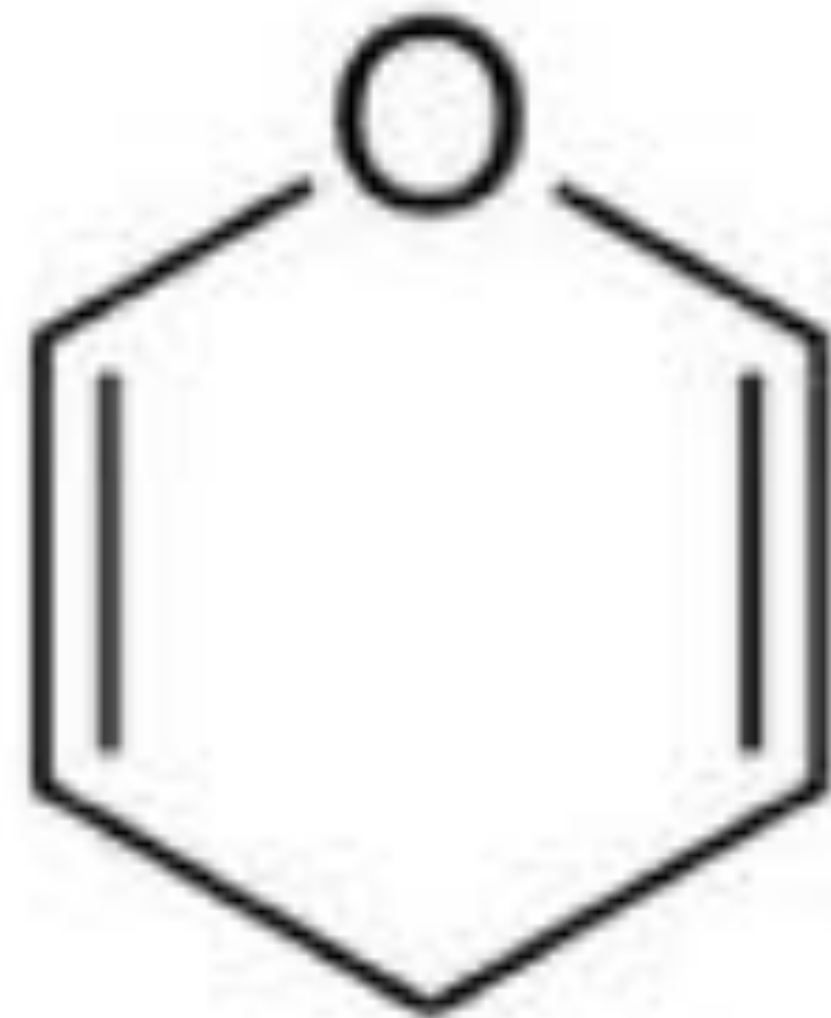
Struttura ciclica → Glucosio

Tutti e cinque gli ossidrili potrebbero sommarsi al gruppo carbonilico per formare emiacetali ciclici di diversa grandezza.

Risulta preferita la formazione di un anello:

- A sei atomi, chiamato piranosio, (dal pirano, un etere ciclico).
- A cinque atomi chiamato furanosio, (dal furano, un etere ciclico).

Pirano



Furano

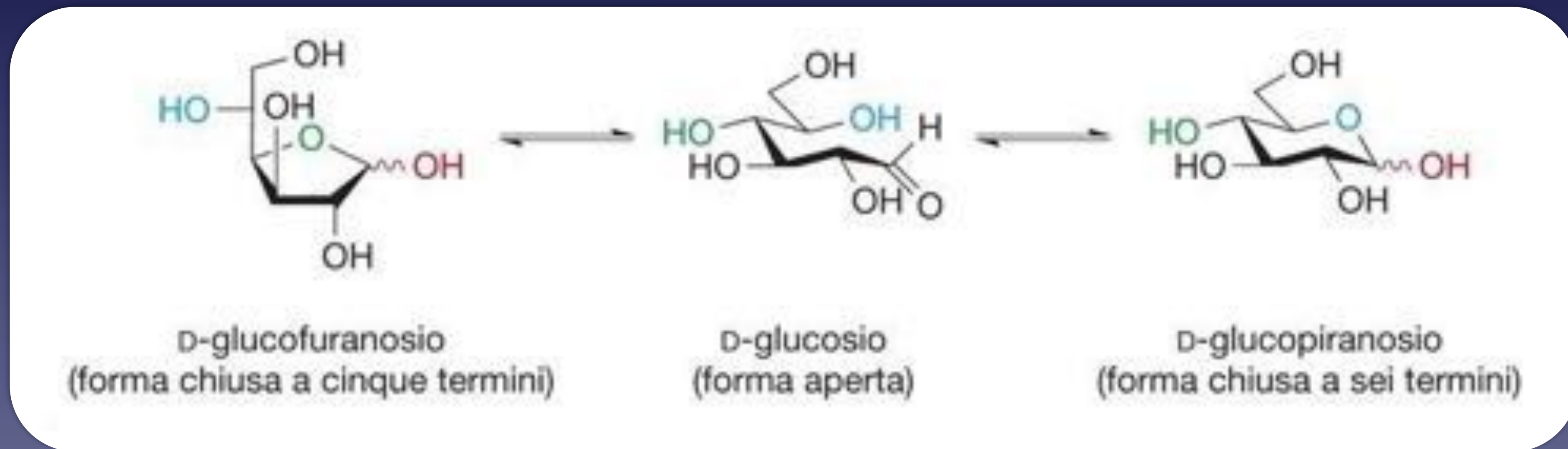


Struttura ciclica → Glucosio

Il glucide la cui struttura è formata da un anello a:

- **5 termini**, viene definito **glicofuranosio**
- **6 termini**, viene definito **glicopiranosio**

Ad esempio nel caso del glucosio (aldoesoso), la ciclizzazione può dare origine sia ad una struttura furanosica che piranosica (anche se in natura è presente prevalentemente in forma piranosica):

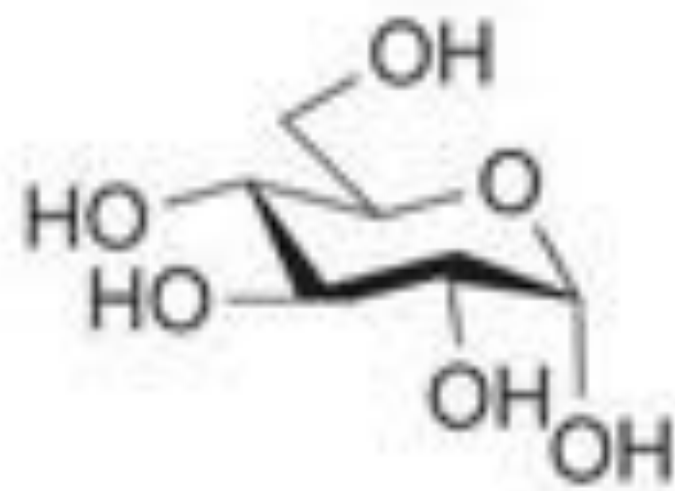


Gluco deriva da glucosio

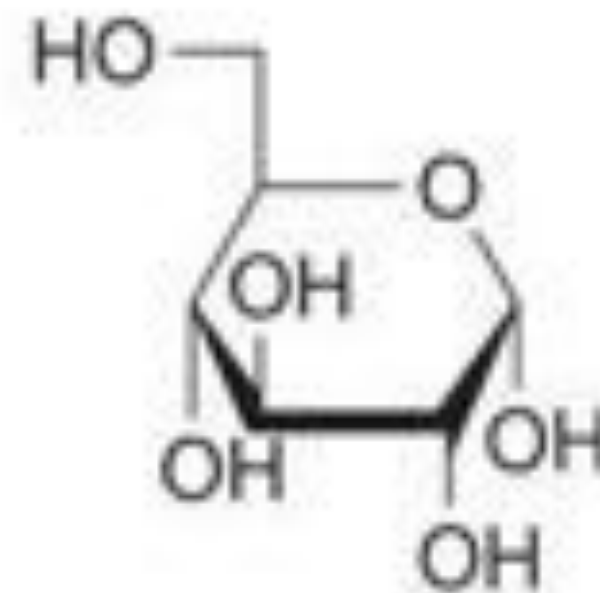
Struttura ciclica → Piranosica

Le strutture piranosiche possono essere rappresentate in più modi:

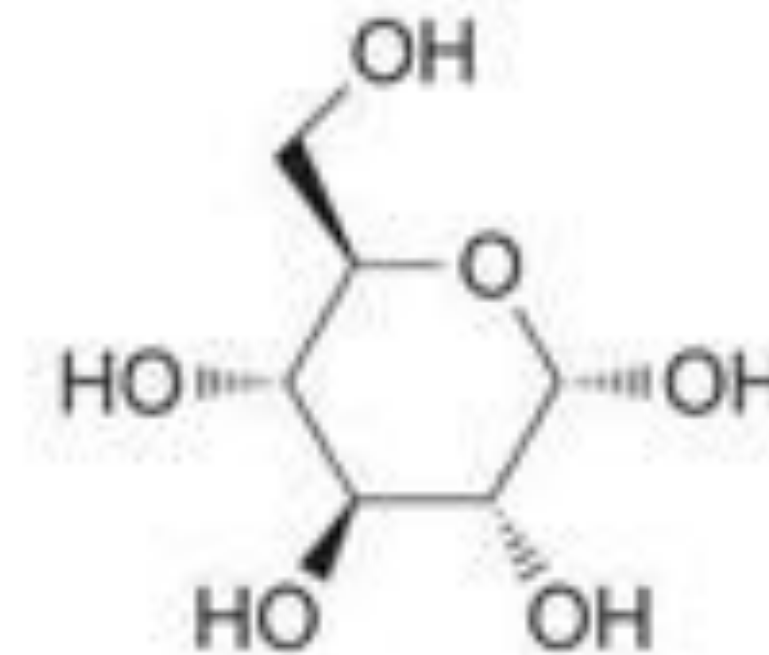
- Conformazione a sedia (v. cicloesano), in cui i sostituenti sono assiali o equatoriali
- Proiezione di Haworth, in cui i sostituenti sono cis o trans
- Rappresentazione a cuneo e tratteggio, per evidenziare la stereochimica



a sedia



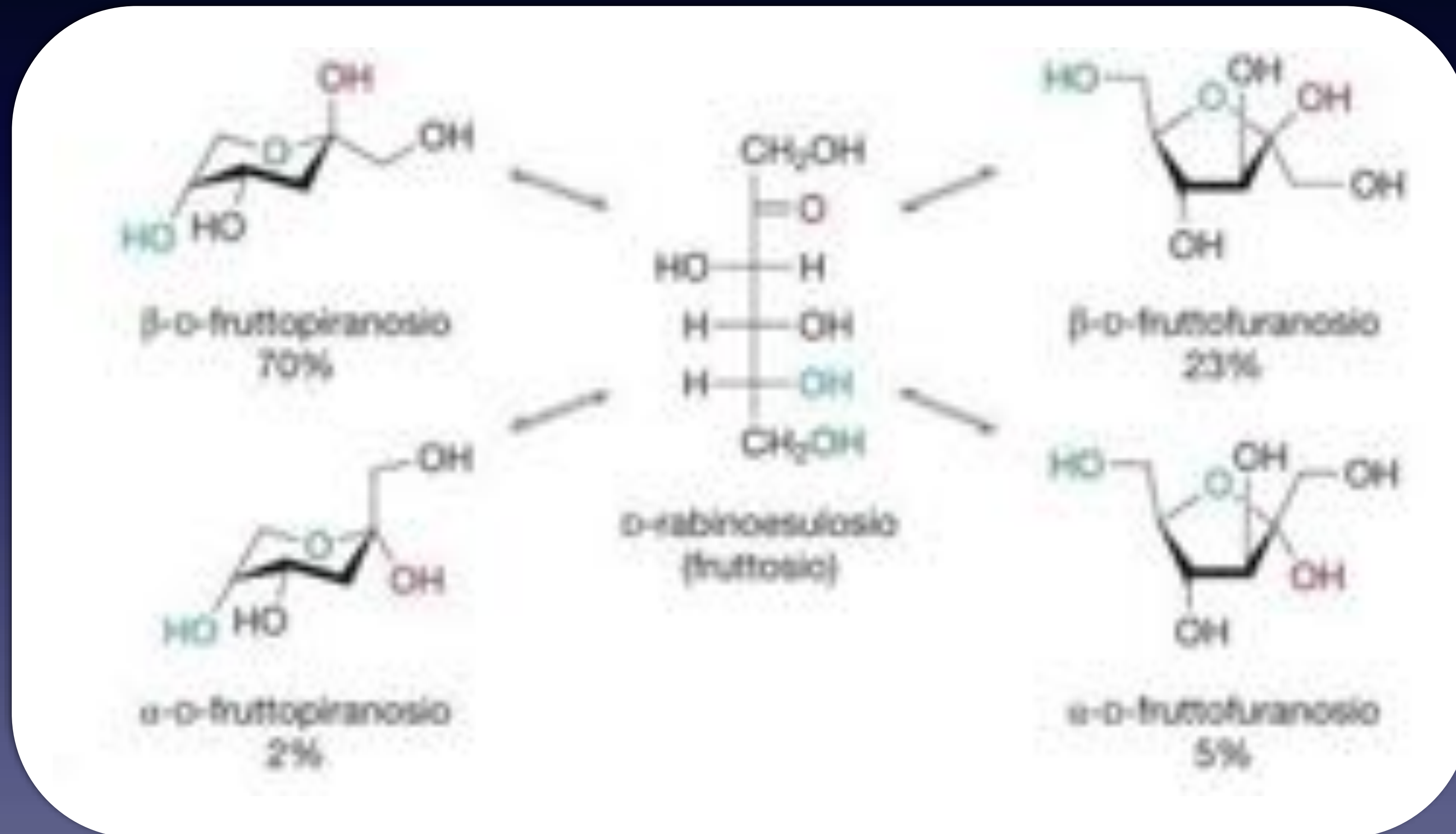
proiezione di Haworth



a cuneo e tratteggio

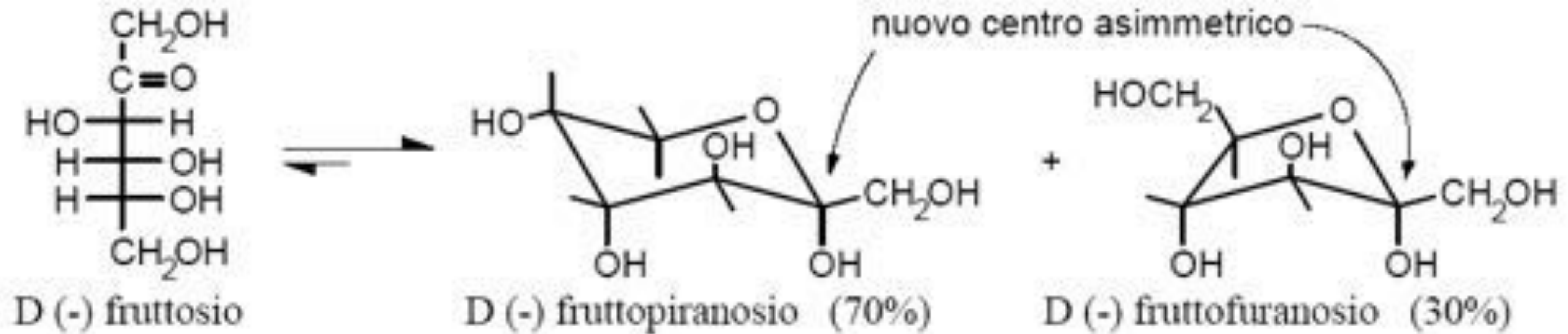
Struttura ciclica → Fruttosio

Anche il fruttosio (chetoso) può ciclizzare in forma piranosica o furanosica



Struttura ciclica → Fruttosio

Il fruttosio è presente all'equilibrio sia in forma piranosica che furanosica



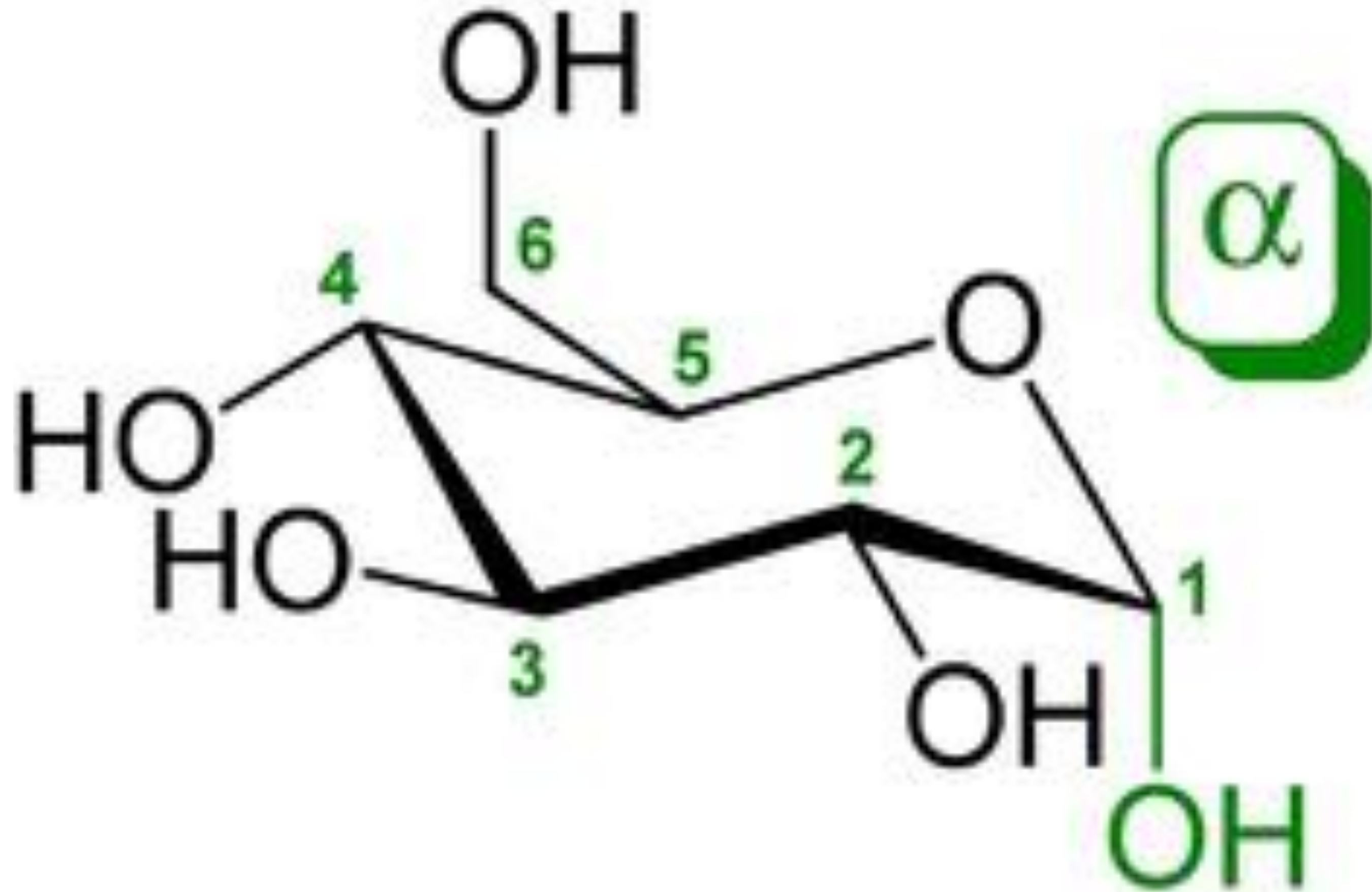
Configurazione anomERICA α e β

Nella ciclizzazione intramolecolare di uno zucchero il C1 (C carbonilico) diventa uno stereocentro e prende il nome di carbonio anomero.

I due stereoisomeri che si generano vengono definiti anomero α e anomero β

L' anomero α e l' anomero β sono tra loro diastereoisomeri.

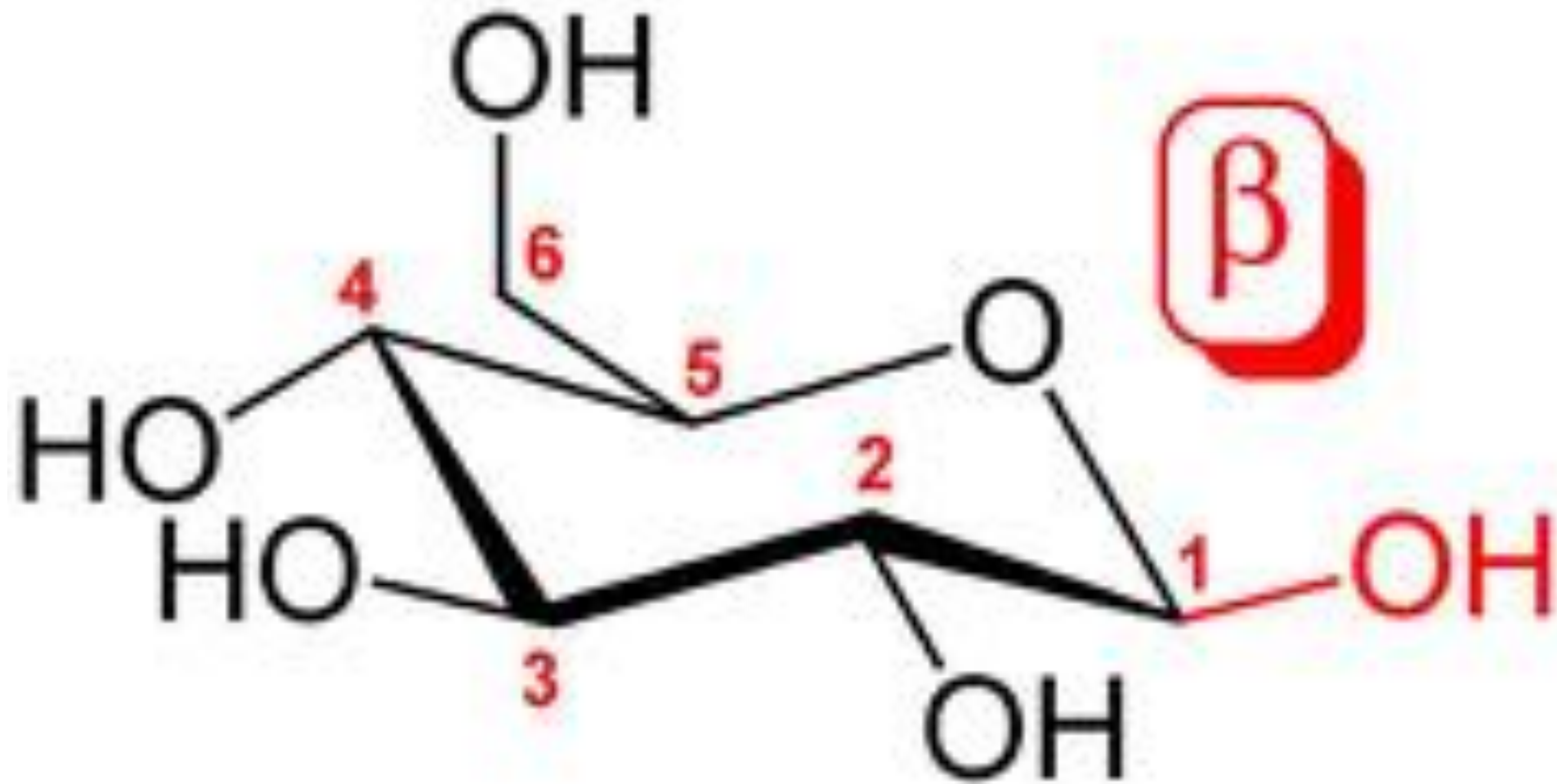
Stereoisomeria -> Epimeri



Epimero α

α -D-glucopiranosio

Stereoisomeria -> Epimeri



Epimero β

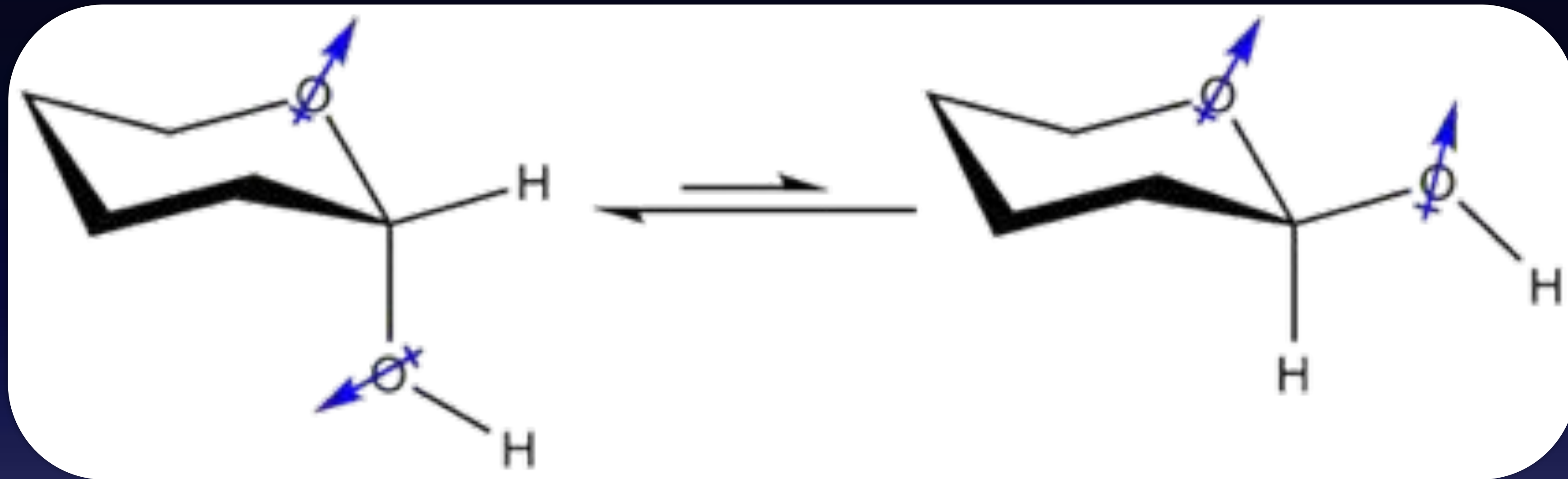
β -D-glucopiranosio

Effetto anomero

L'**effetto anomero** è un effetto elettronico che consiste nella tendenza per i sostituenti eteroatomici di un cicloesano posizionati accanto ad un eteroatomo all'interno dell'anello ad occupare la posizione *assiale* a dispetto di quella *equatoriale* per **stabilizzazione elettronica**, in quanto i dipoli dovuti al sostituito elettronegativo sul C anomero e al doppietto sull'O sono opposti.

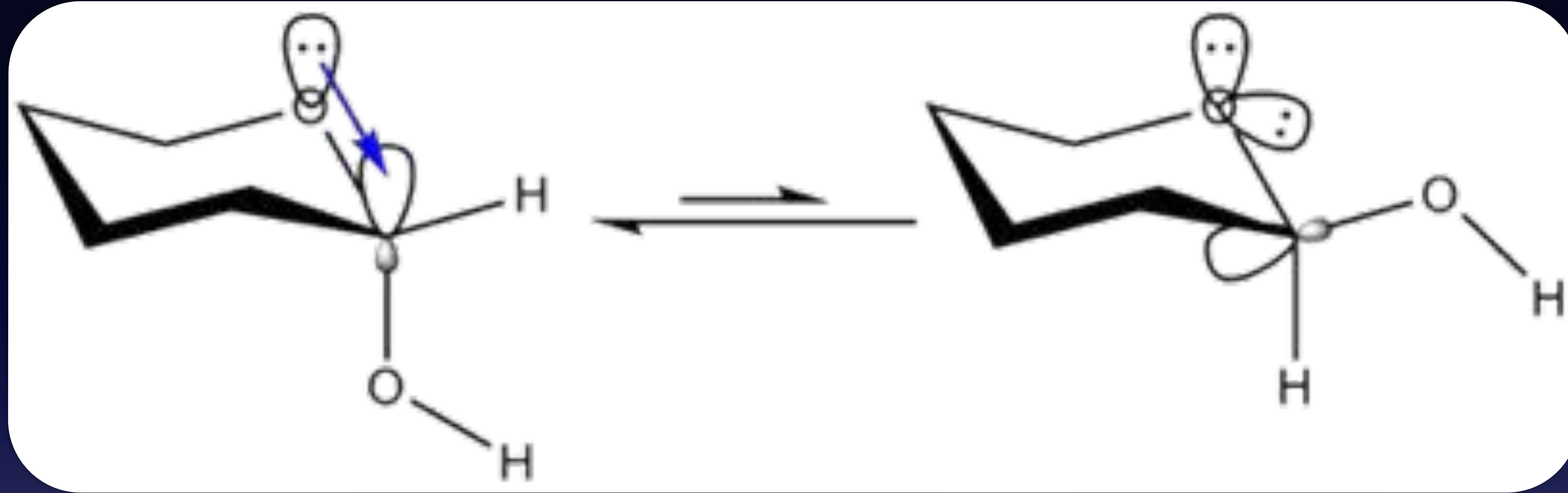
L'effetto anomero, derivante dalla parziale sovrapposizione dell'orbitale di non legame dell'ossigeno con l'orbitale σ^* del legame assiale C-X, porta ad un legame C-O più corto e forte di un normale legame singolo, ed un legame C-X più lungo e debole di un legame singolo. La principale conseguenza di questo indebolimento è che un glicoside di tipo α può essere rotto più facilmente. Ad esempio l'amilosio, con un legame glicosidico α -1,4' può essere idrolizzato più facilmente rispetto alla cellulosa che presenta un legame di tipo β -1,4'.

Cause effetto anomero -> Dipoli elettrici



La configurazione **equatoriale** in un sistema descritto poc'anzi vedrebbe infatti i dipoli elettrici dei due eteroatomi coinvolti essere parzialmente allineati, e pertanto repellersi fra di loro. Nella conformazione assiale invece i dipoli sono opposti, rappresentando uno stato ad energia più bassa e perciò più stabile.

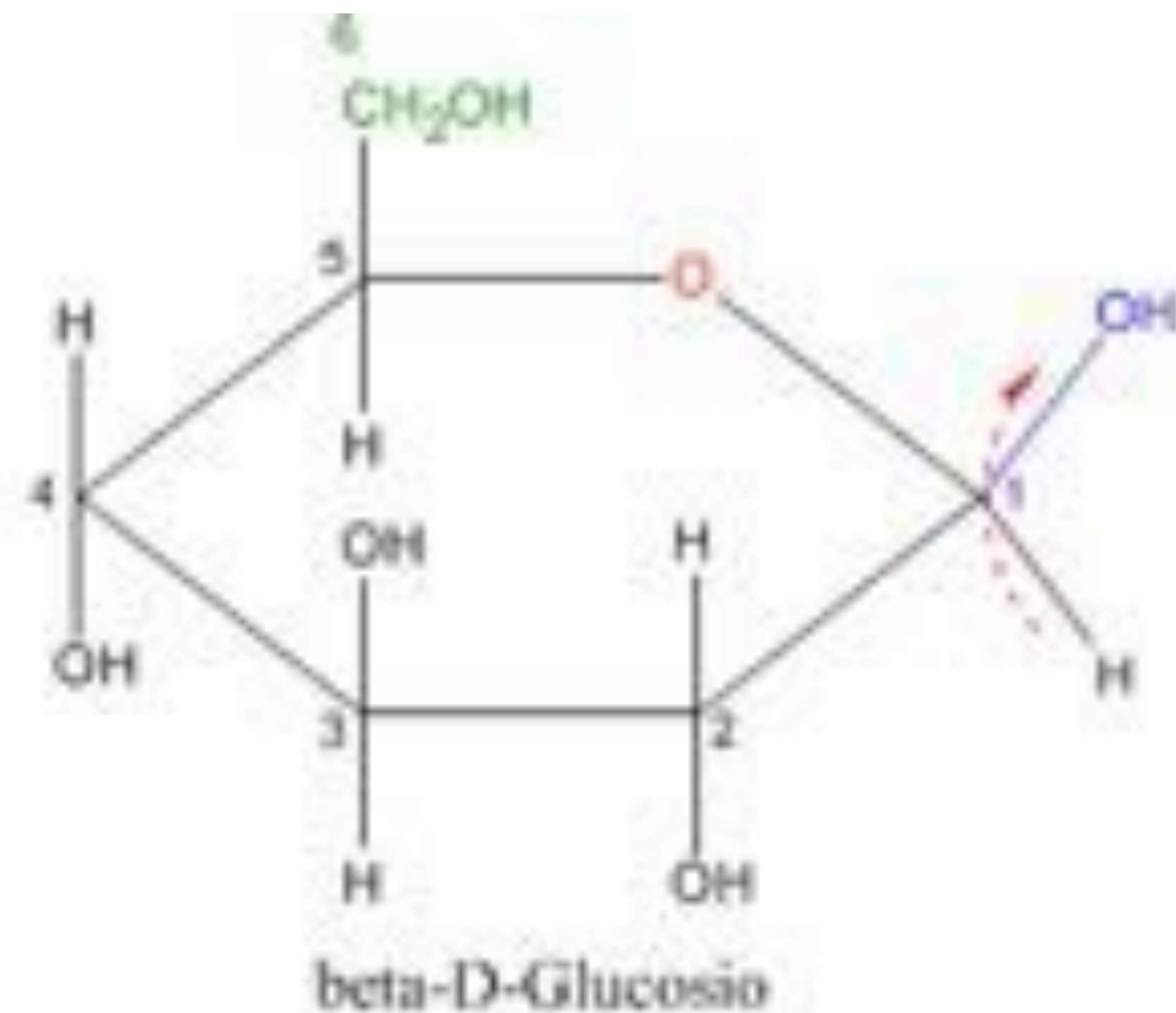
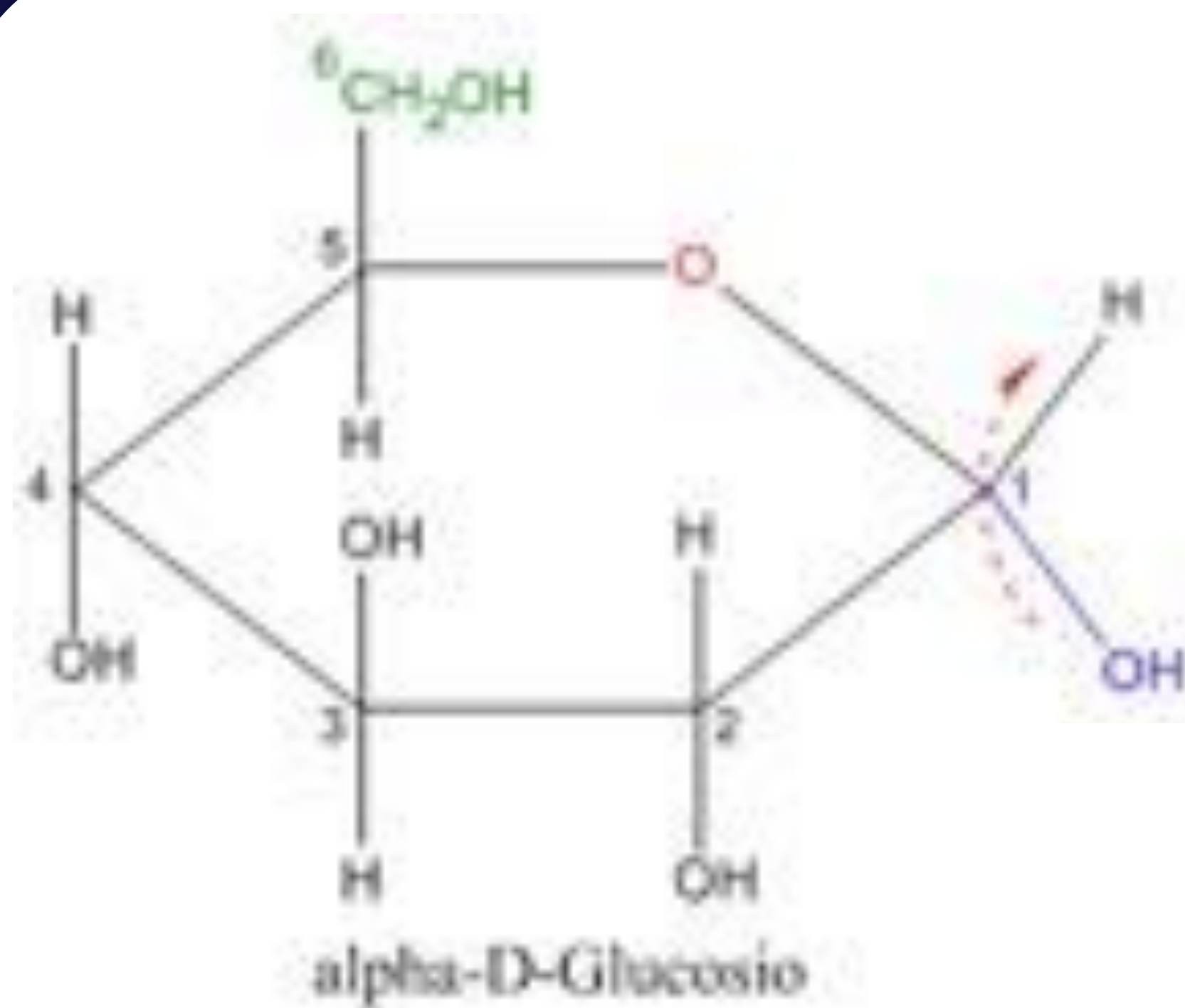
Cause effetto anomero -> Iperconiugazione



La spiegazione alternativa deriva dalla **teoria degli orbitali molecolari** e illustra l'esistenza di una interazione stabilizzante (**iperconiugazione**) fra il doppietto elettronico di un eteroatomo (quello all'interno dell'anello) con l'orbitale σ^* del legame assiale C-X. Questa interazione non può esistere nella configurazione equatoriale poiché gli orbitali non sono correttamente allineati.

Stereoisomeria → Mutarotazione

La mutarotazione consiste nel cambiamento di potere rotatorio osservato per alcuni carboidrati in soluzione, è causata dal fenomeno di spostamento stereoisomero del gruppo ossidrilico in 1 che, in soluzione acquosa, avviene con lo scopo di raggiungere un equilibrio di presenza tra alpha-D-Glucosio e beta-D-Glucosio.

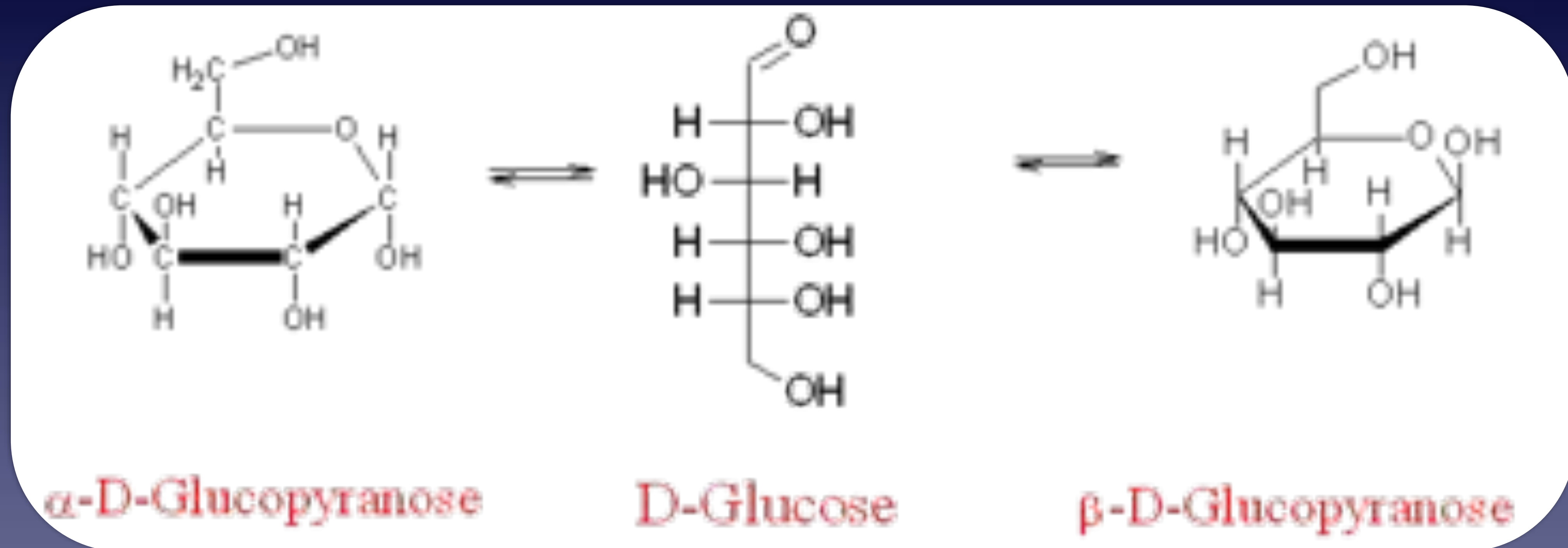


Stereoisomeria → Mutarotazione

Il **α -D-(+)-Glucopiranosio** ha un p.f di 146° e un potere rotatorio di **+112°**.

Il **β -D-(+)-Glucopiranosio** ha un p.f di 150° e un potere rotatorio di **+18.7°**.

La forma a catena aperta del D-(+)-glucosio ha un potere rotatorio di **+52.7°**.



Stereoisomeria -> Mutarotazione

È la variazione del potere ottico rotatorio di uno zucchero in soluzione, dovuta all'equilibrio dinamico che si instaura tra la forma aperta e i due anomeri α e β .

Esempio:

Quando si prepara una soluzione di glucosio, in realtà si scioglie un solo anomero.

Si parte dal solubilizzare in acqua l' α -D-glucopiranosio puro, che ha un potere rotatorio specifico di $+112^\circ$. Via Via il potere rotatorio cambia fino a stabilizzarsi ad un valore di $+53^\circ$.

α -D-glucopiranosio $[\alpha] = +112^\circ$ misurato con polarimetro

β -D-glucopiranosio $[\alpha] = +19^\circ$ misurato con polarimetro

α e β all'equilibrio $[\alpha] = +53^\circ$

Stereoisomeria → Mutarotazione

Avendo questi valori e impostando un' equazione è possibile ricavare la % di anomero α e di anomero β :

$$53 = (112 \times \% \alpha / 100) + (19 \times \% \beta / 100) \quad (\% \alpha) = \mathbf{k}; (\% \beta) = \mathbf{y}$$

$$53 = (112 \times k / 100) + (19 \times y / 100)$$

$$\% \alpha + \% \beta = \mathbf{100}$$

$$k + y = 100$$

Si risolve l'equazione in funzione di k e di y, da cui:

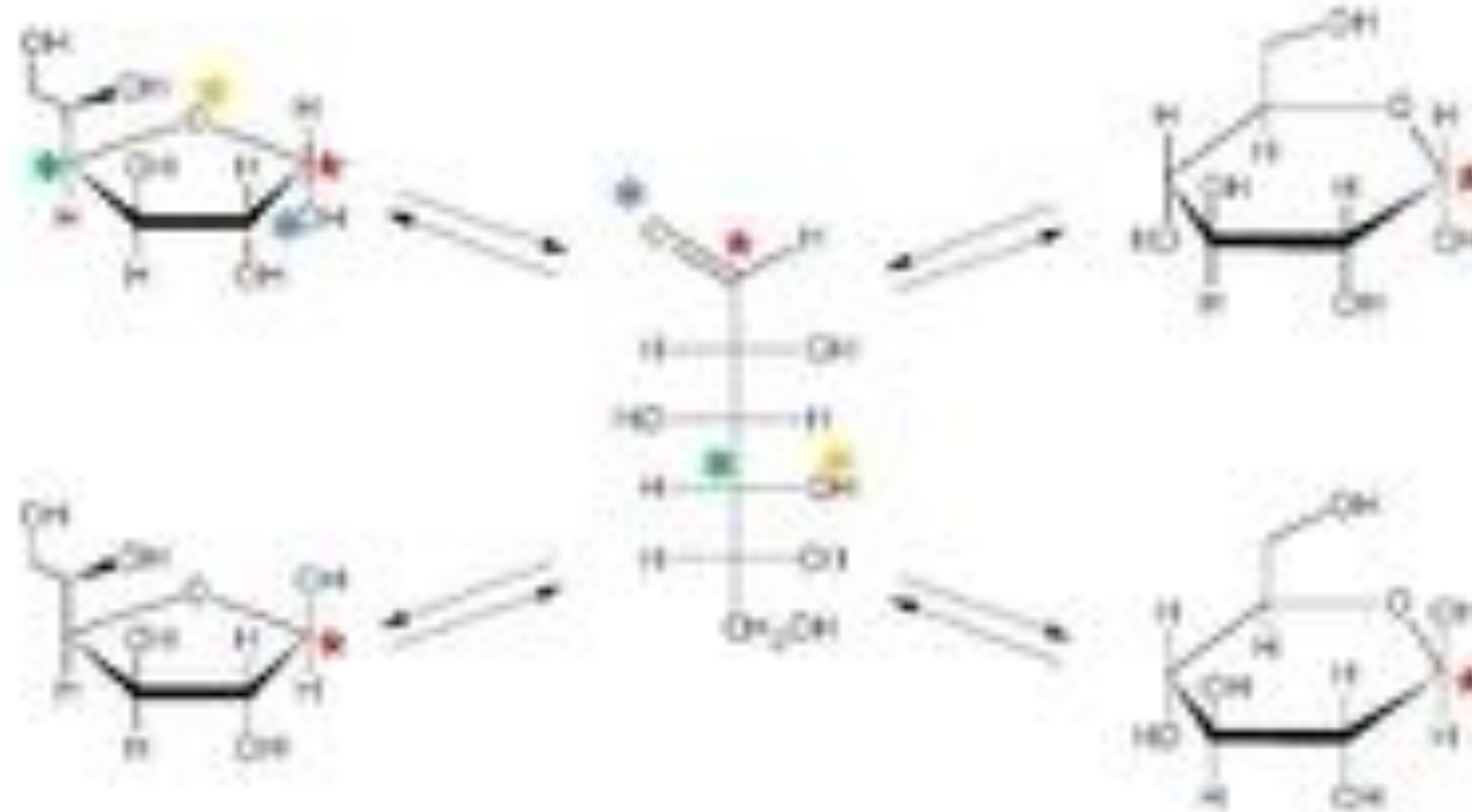
$$\text{anomero } \alpha = 36\%$$

$$\text{anomero } \beta = 64\%$$

Se si effettua lo stesso esperimento in catalisi acida, l'equilibrio viene raggiunto più velocemente.

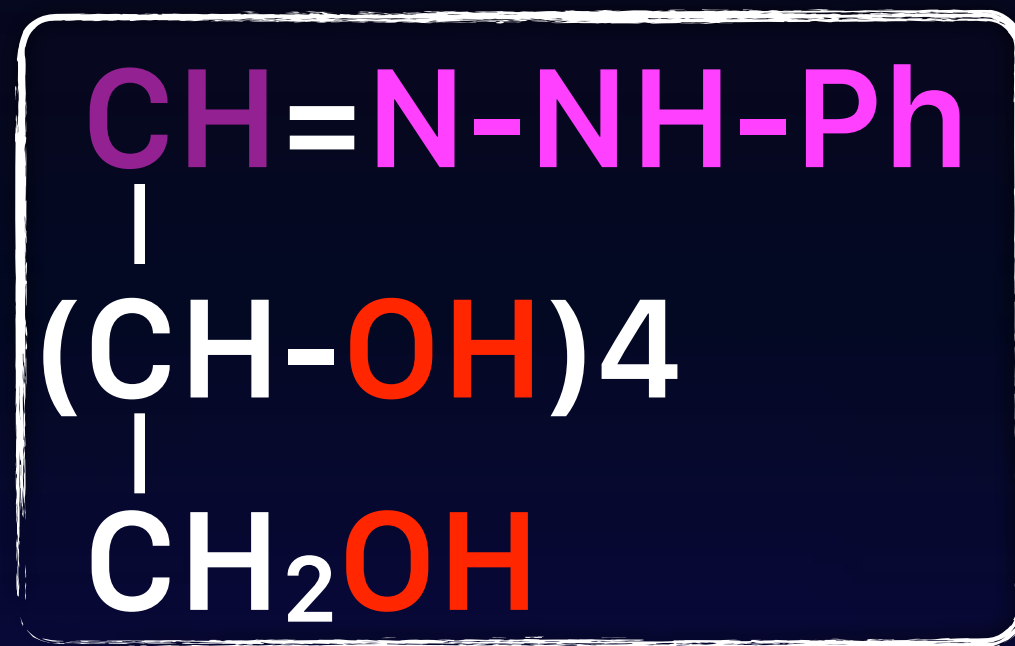
Notare come in solvente acquoso la concentrazione di anomero β è maggiore di α , in contrapposizione con quanto detto precedentemente riguardo alla stabilità maggiore dell'anomero α , in realtà anche questo fenomeno è ancora in fase di studio anche se si pensa che il carattere polare dell'acqua influenzi la stabilità dell'anomero α .

Stereoisomeria -> Mutarotazione

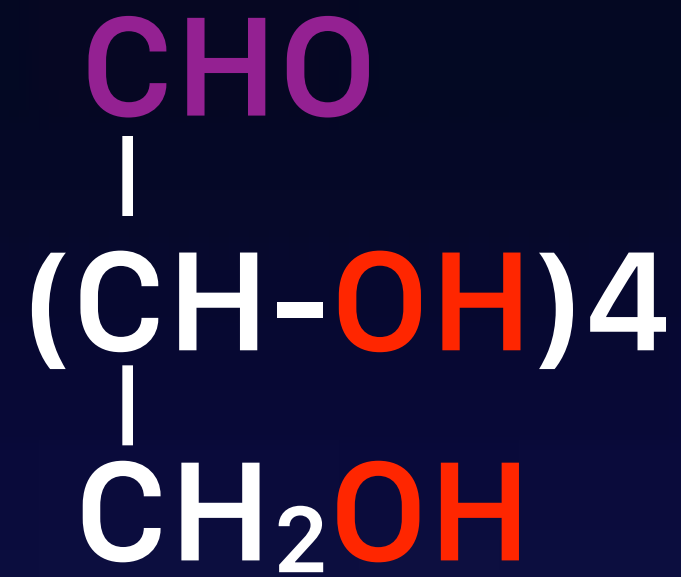


Interconversione tra le diverse forme del **D-glucosio**
La forma aperta è al centro, a sinistra ci sono le forme cicliche furanosiche, a destra le forme cicliche piranosiche; in alto le forme cicliche α , in basso le β .

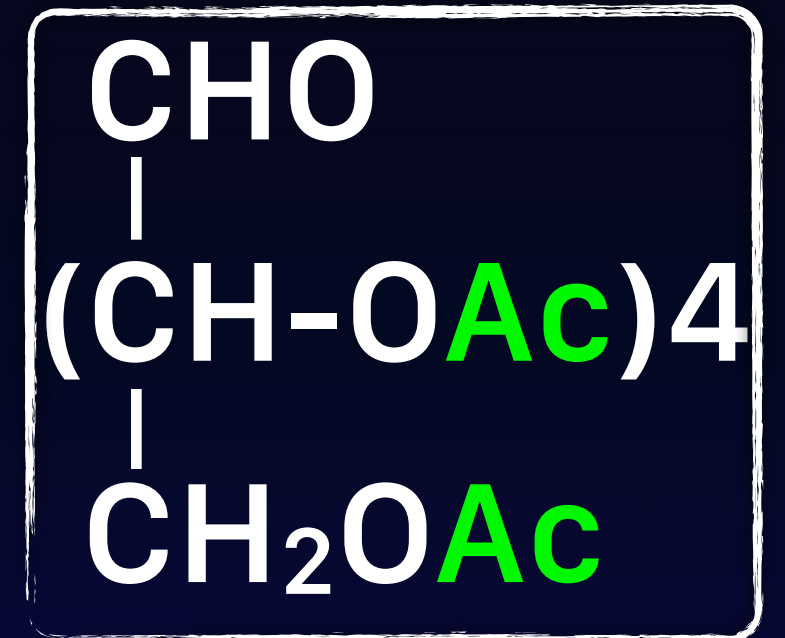
Reazioni tipiche dei glucidi



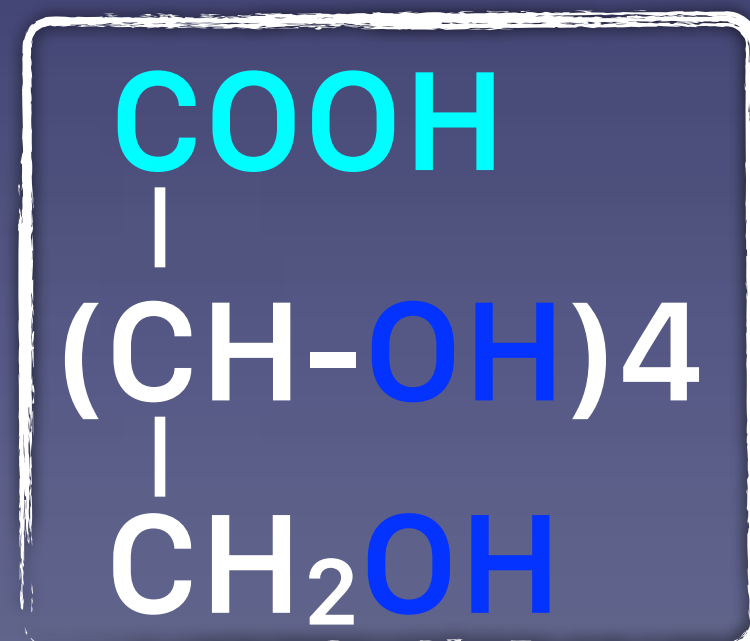
Fenilidrazone



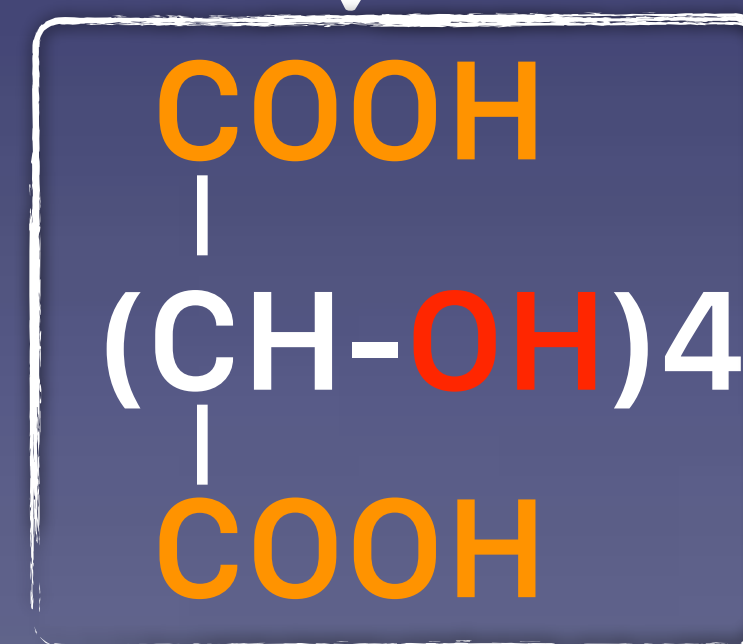
Glucosio



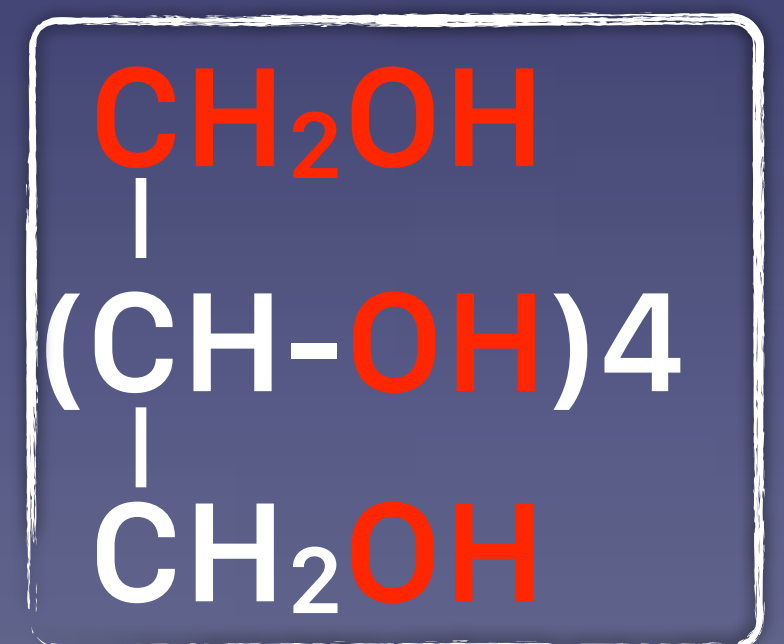
Penta-O-acetiglucosio



Acido gluconico



Acido glucarico



Glucitolo

Reazioni Glucidi → Glicosidi

Quando un emiacetale reagisce con una funzione alcolica di un altro composto chimico si ottiene un **glicoside**. La parte non zuccherina del composto ottenuto viene chiamata aglicone. I glicosidi, impegnando il carbonio anomero nella formazione di un legame etero stabile, a differenza degli zuccheri originari non presentano mutarotazione. Sono soggetti a idrolisi per azione di acidi in soluzione acquosa.

I glicosidi rappresentano una classe di sostanze molto diffuse in natura e diversi di loro possiedono proprietà farmacologiche.

Reazioni Glucidi → Sintesi di Kiliani-Fischer

La sintesi di Kiliani-Fischer permette l'omologazione dei carboidrati, ovvero consente l'allungamento della catena. Viene realizzata facendo reagire lo zucchero di partenza con un cianuro, tipicamente NaCN, che produce una addizione nucleofila al gruppo carbonilico aggiungendo un nuovo gruppo nitrilico ($-C\equiv N$) e generando due epimeri. Il nitrile viene successivamente trasformato in acido carbossilico in seguito a idrolisi, e questo forma un lattone. A questo punto si separa il diastereomero che interessa e lo si sottopone a riduzione con amalgama di sodio. In tal modo si ottiene un nuovo zucchero che differisce dallo zucchero di partenza per la presenza di un atomo di carbonio in più, senza variazione della stereochimica degli altri atomi di carbonio chirali.

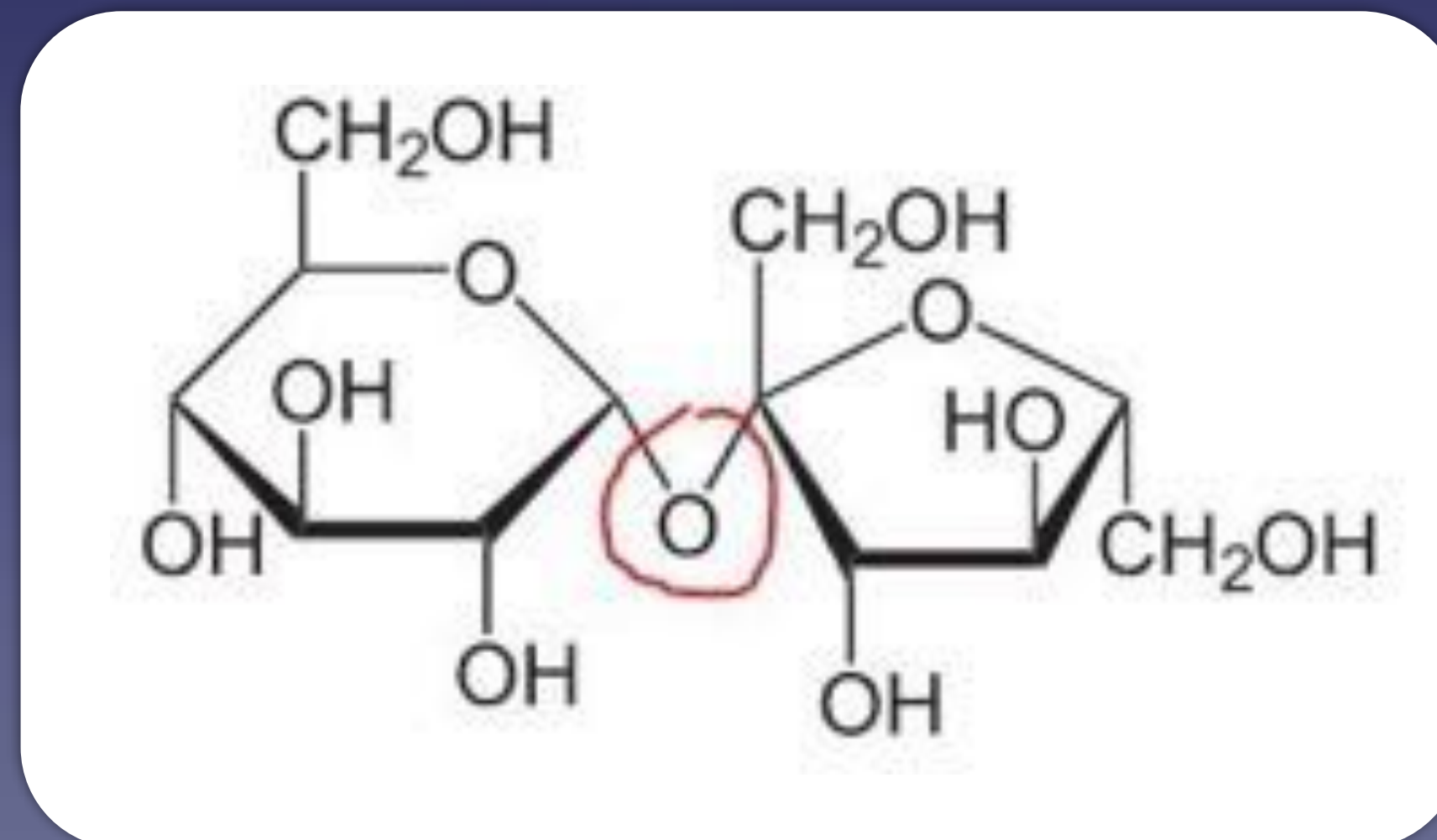
Oligosaccaridi

Gli oligosaccaridi possono essere formati da due o più monosaccaridi legati tra loro attraverso legami glicosidici.

Il riconoscimento e la classificazione dipendono da:

- La natura del carbonio anomero
- Qual è il gruppo ossidrilico che forma il legame glicosidico
- La forma dei singoli monomeri (a 5 o 6 atomi)

Se scegliessimo una bustina di zucchero semplice ci troveremmo in effetti a utilizzare del saccarosio, che è un disaccaride derivato dalla canna da zucchero. Il comune zucchero da tavola è formato, quindi, da un D-glucosio (a sinistra) e da un D-fruttosio (a destra), legati tra loro con un legame glicosidico (evidenziato in rosso).



Oligosaccaridi -> I più importanti

Disaccaridi



Sono dati dall'unione di 2 monosaccaridi tramite legame **glicosidico**

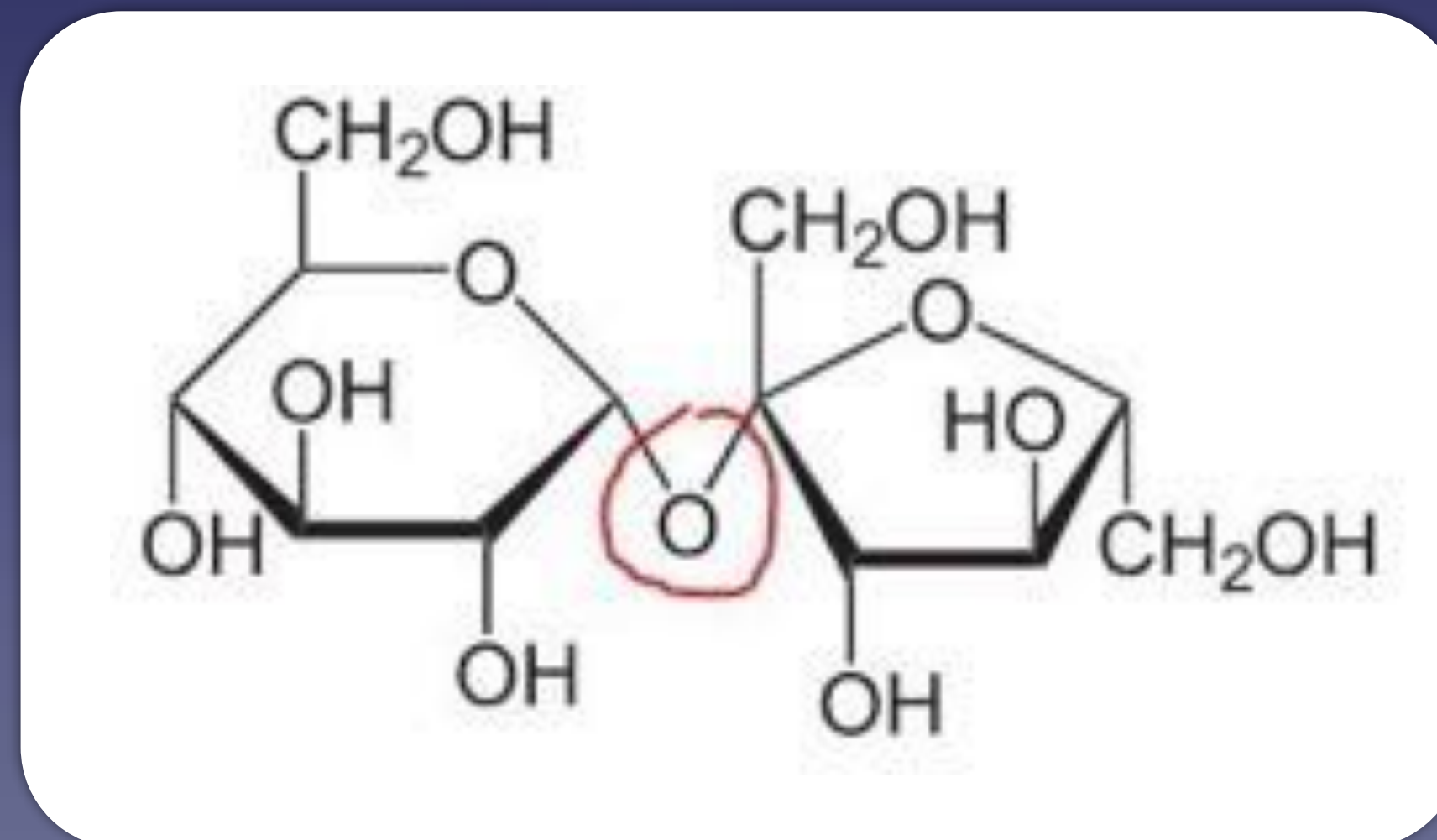
Oligosaccaridi

Gli oligosaccaridi possono essere formati da due o più monosaccaridi legati tra loro attraverso legami glicosidici.

Il riconoscimento e la classificazione dipendono da:

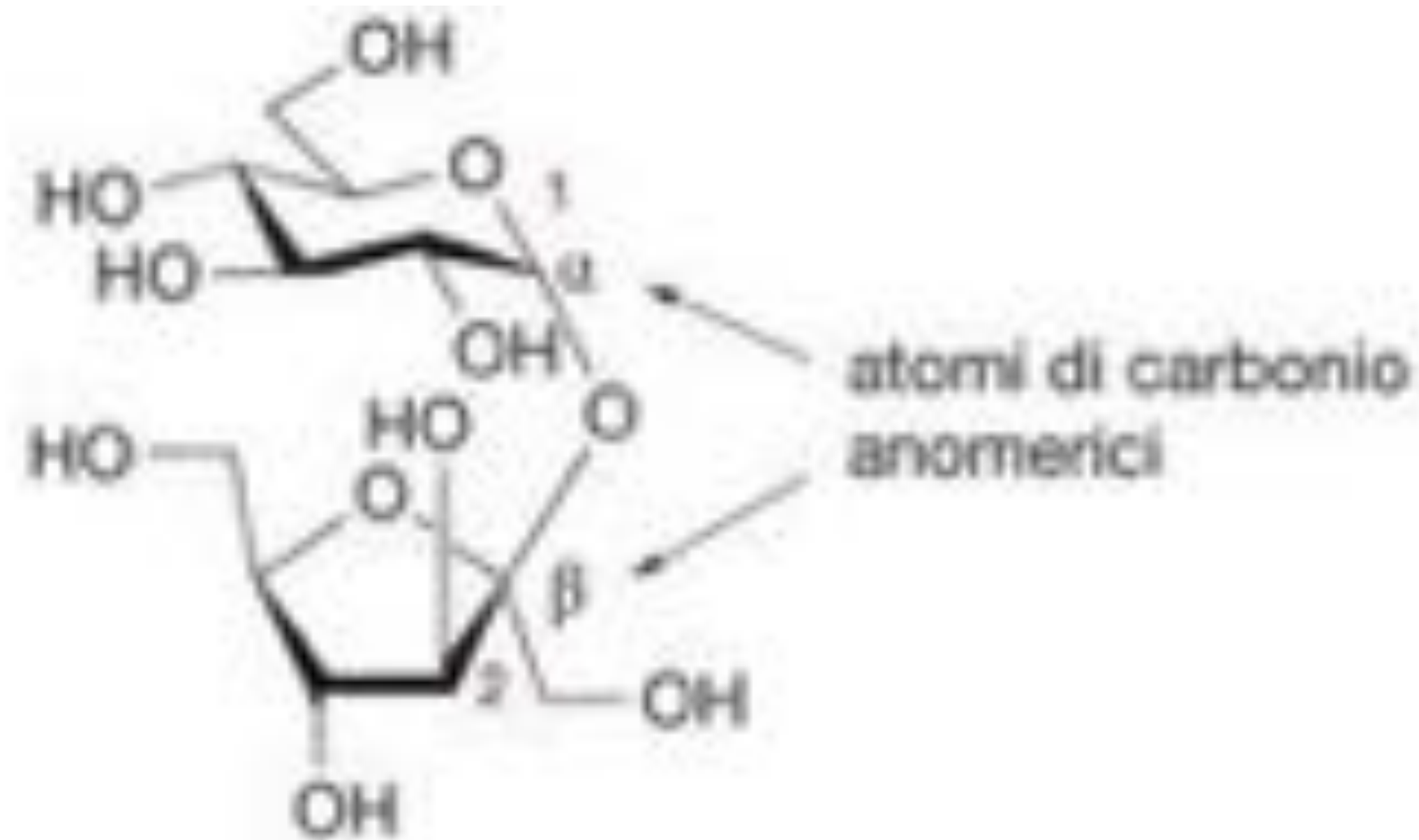
- La natura del carbonio anomero
- Qual è il gruppo ossidrilico che forma il legame glicosidico
- La forma dei singoli monomeri (a 5 o 6 atomi)

Se scegliessimo una bustina di zucchero semplice ci troveremmo in effetti a utilizzare del saccarosio, che è un disaccaride derivato dalla canna da zucchero. Il comune zucchero da tavola è formato, quindi, da un D-glucosio (a sinistra) e da un D-fruttosio (a destra), legati tra loro con un legame glicosidico (evidenziato in rosso).



Saccarosio

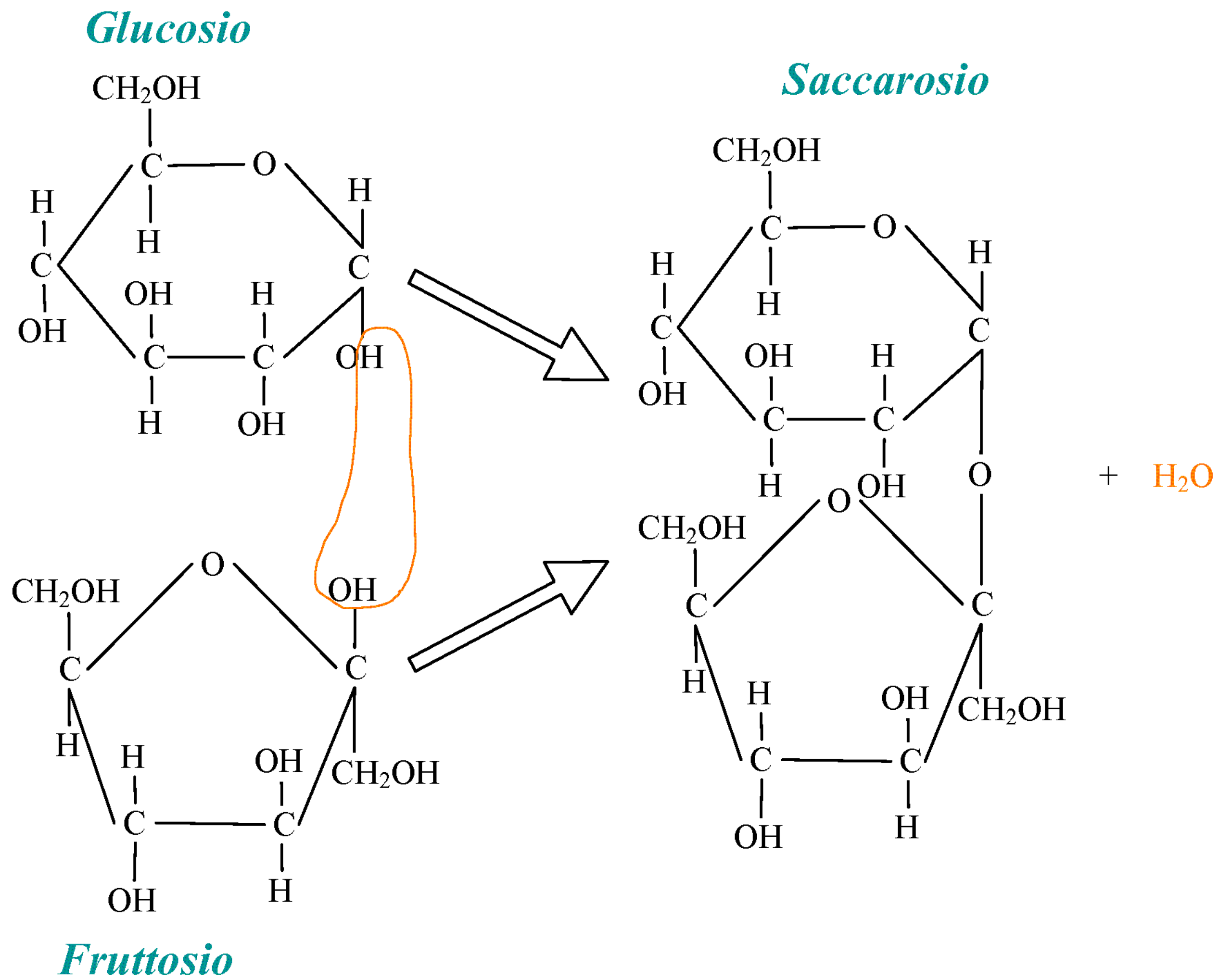
È lo "zucchero delle piante", le cellule delle parti verdi delle piante producono glucosio con il processo fotosintetico: parte del glucosio prodotto viene utilizzato per produrre il saccarosio attraverso il processo di condensazione.



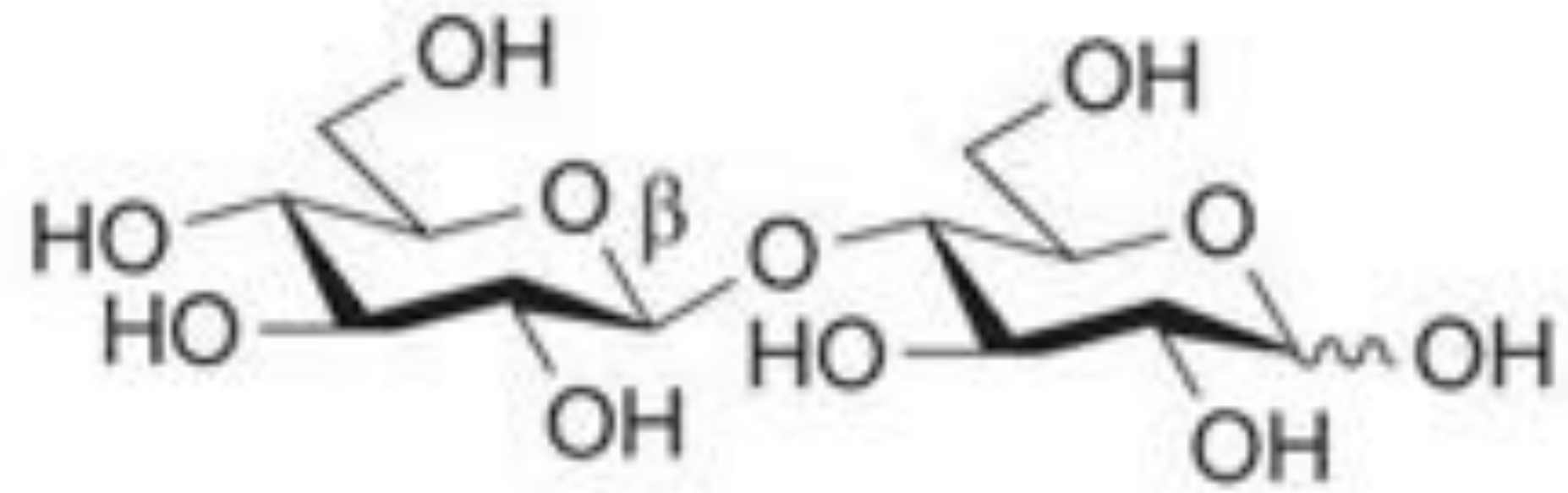
saccarosio



Saccarosio



Cellobiosio



cellobiosio

4-O-(β-D-glucopiranosil)-D-glucopiranosio

Polisaccaridi

Sono polimeri costituiti da migliaia di molecole di monossaccaridi legati covalentemente tra loro con legami di tipo α (**alfa**) e β (**beta**).

La presenza di legami glucosidici alfa e beta determina la funzione dei polisaccaridi stessi e la loro relativa digeribilità (rottura di tali legami mediante processi di idrolisi).

I legami con legame alfa hanno scopo energetico (amilosio, amilopectina e glicogeno) e risultano facilmente digeribili, mentre quelli con legame beta assumono scopo strutturale (cellulosa e chitina) e sono digeribili solamente da alcuni organismi come alcuni funghi e i batteri che vengono anche per questo motivo definiti decompositori.

Le macromolceole dei polisaccaridi possono essere **lineari** o **ramificate**.

Amilosio, cellulosa e chitina sono formati da molecole lineari; glicogeno e amilopectine sono costituiti da molecole ramificate. Le molecole del glicogeno e delle amilopectine quindi, oltre ad avere legami alfa1,4 per tutta la loro lunghezza, presentano anche ramificazioni, caratterizzate da legami alfa1,6 più ravvicinate nel caso del glicogeno rispetto alle amilopectine.

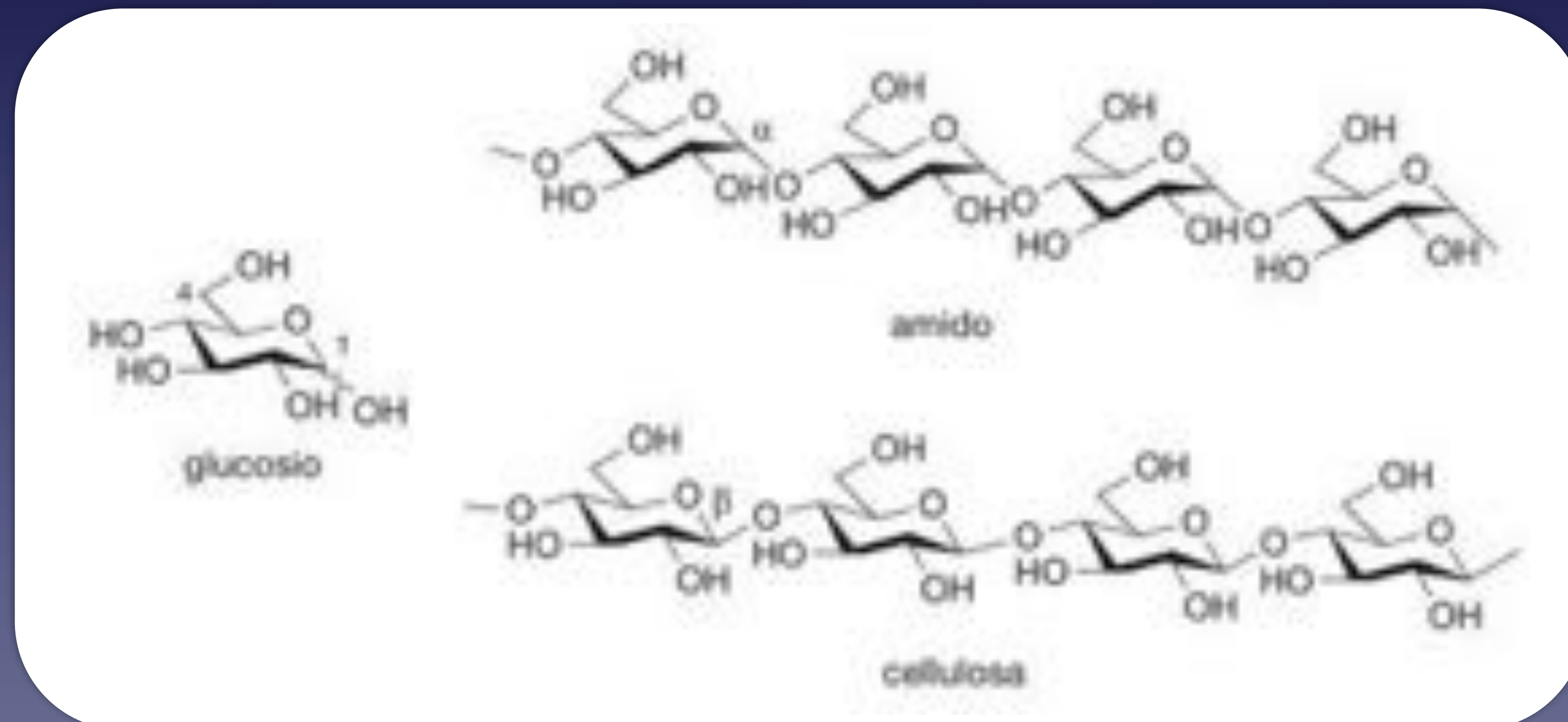
Polisaccaridi

I polisaccaridi sono polimeri di monosaccaridi o di loro derivati uniti tra loro con legami glicosidici.

Sono generalmente insolubili in acqua.

Se per idrolisi producono un solo monomero si può parlare di omopolisaccaridi denominati con nomi comuni come amido, glicogeno e cellulosa.

Quando invece sono eteropolisaccaridi possono essere denominati con nomi d'uso come le pectine o con nomi sistematici come i glucomannani



Polisaccaridi -> I più importanti

Polisaccaridi



Sono dati dall'unione di più monosaccaridi tramite legame **glicosidico**

Glicogeno

Il **glicogeno** è un polimero (omopolimero) del **glucosio**. È l'analogo dell'amido, un altro polimero molto ramificato del glucosio. È presente negli organismi animali e nei funghi.

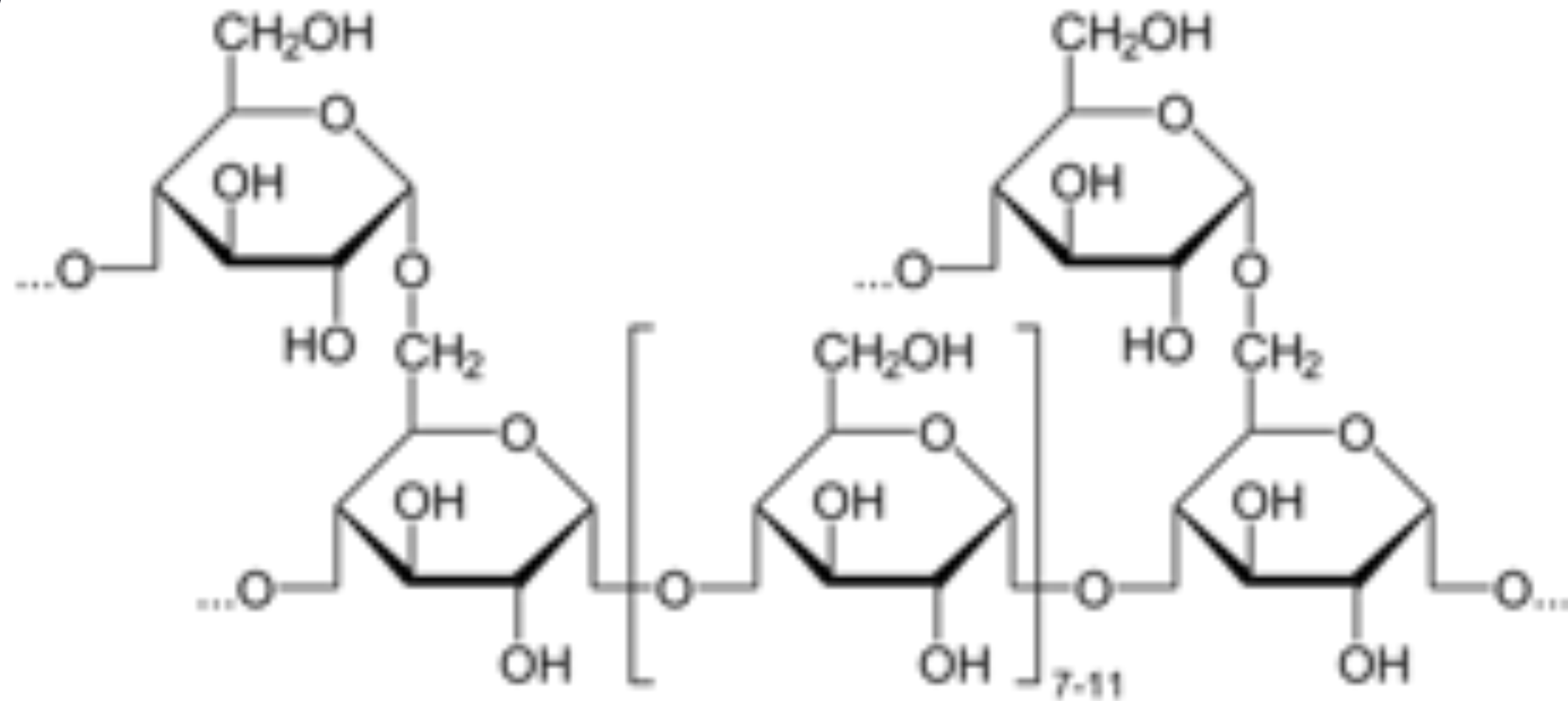
La funzione del glicogeno è di **riserva energetica**: il glicogeno contenuto nelle cellule del fegato (epatiche) è utilizzato per rifornire di glucosio l'organismo quando serve, quello presente nei muscoli è idrolizzato e il glucosio è utilizzato nelle stesse cellule muscolari come "carburante".

Le dimensioni delle macromolecole di glicogeno sono davvero sorprendenti: possono contenere fino a qualche milione di molecole di glucosio.

Il glicogeno è una molecola molto ramificata e compatta.

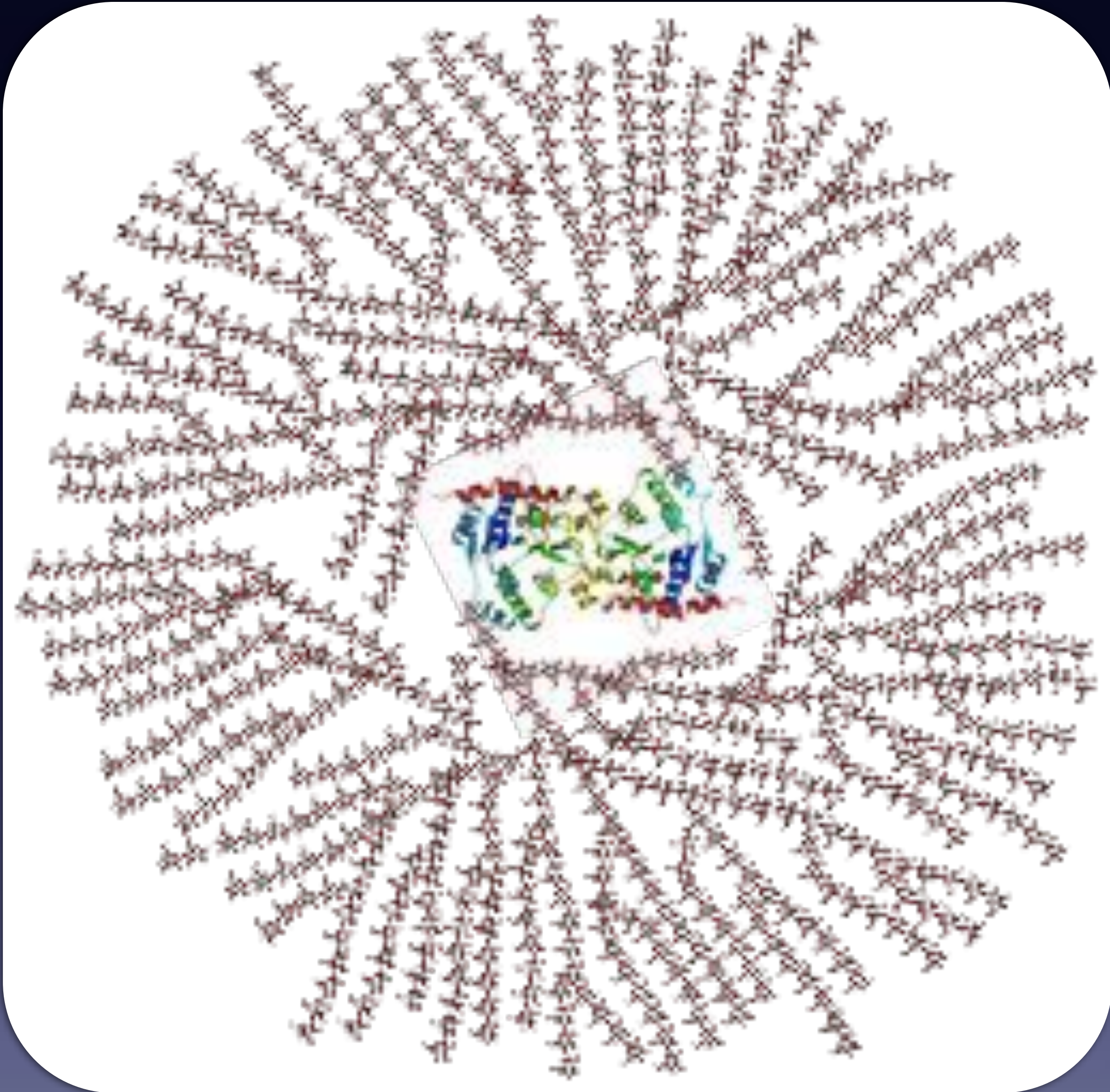
I legami tra unità di glucosio successive sono α (1-4) per la maggior parte, anche se sono presenti legami α (1-6). Si tratta quindi di un polisaccaride ramificato, ha un peso molecolare molto più elevato.

Glicogeno



I legami tra unità di glucosio successive sono $\alpha(1-4)$ per la maggior parte, anche se sono presenti legami $\alpha(1-6)$ ogni 7-11 ripetizioni, caratteristiche che porta alla ramificazione della struttura del glicogeno.

Glicogeno



Visione schematica bidimensionale di una sezione di glicogeno. Una proteina centrale di **glicogenina** è circondata da ramificazioni di unità di **glucosio**. L'intero granulo globulare può contenere approssimativamente **30 000** unità di glucosio.

Cellulosa

La **cellulosa** è il composto organico più diffuso in natura, infatti è il componente fondamentale delle pareti cellulari delle piante, nelle quali esplica una funzione di sostegno molto evidente nelle piante superiori dove, associandosi con altri polisaccaridi e con sostanze di altra natura, determina la robustezza del legno.

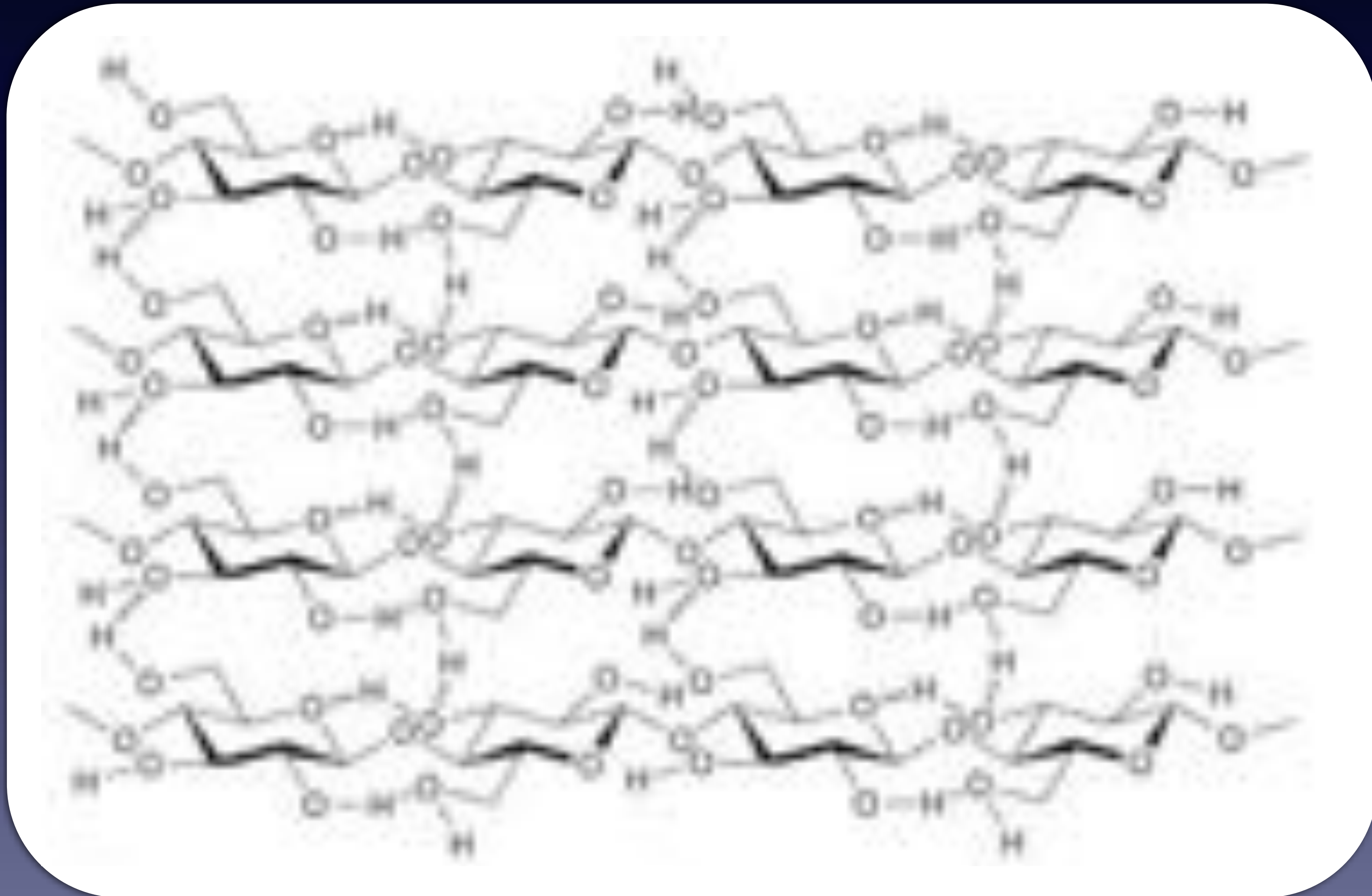
Dal punto di vista strutturale la cellulosa è un polimero lineare del **D-glucopiranosio** e il disaccaride costitutivo è il **cellobiosio**. Purtroppo il nostro corpo non ha gli enzimi giusti per poter digerire questa molecola, e questa incapacità la ritroviamo anche negli animali carnivori.

Gli ossidrili della cellulosa possono venire esterificati da acidi organici o inorganici.

Si ottengono così polimeri derivati o artificiali molto utili come la **fibra rayon** ottenuta per acetilazione.

Cellulosa

Tende a disporsi su di un piano, formando differenti strati impaccati uniti da legami a idrogeno



Cellulosa



Cellulosa, Carta



Fibre cellulosa

Amido

Si tratta del polimero del D-glucopiranosio e rappresenta in natura la riserva energetica dei vegetali, dove costituisce granuli con forma caratteristica per ogni singola specie.

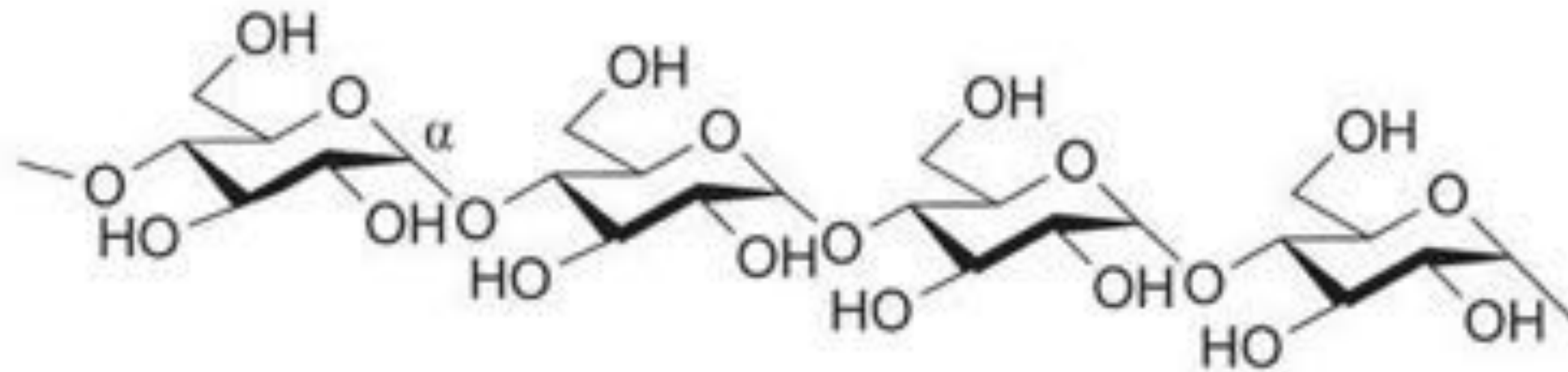
Nelle molecole dell' amido sono presenti due frazioni l' amilosio e l' amilopectina.

L' amilosio è solubile in acqua ed è costituito da catene lineari.

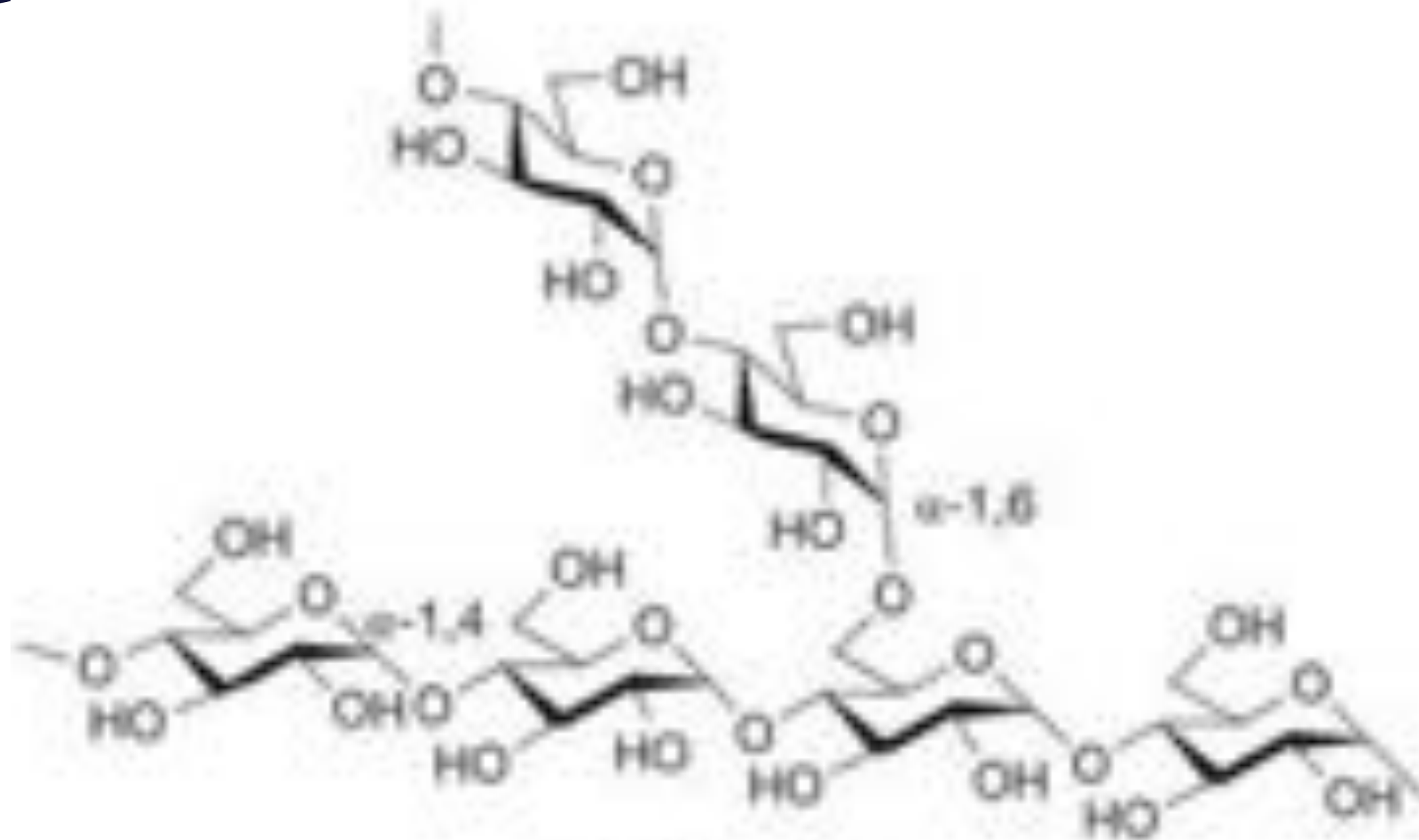
L' amilopectina è invece insolubile in acqua.

Le ramificazioni dell'amilopectina traggono origine dal legame tra il C6 di un'unità di glucosio e il C1 di un'altra unità e si presentano a intervalli di 20-25 unità di glucosio.

Amido



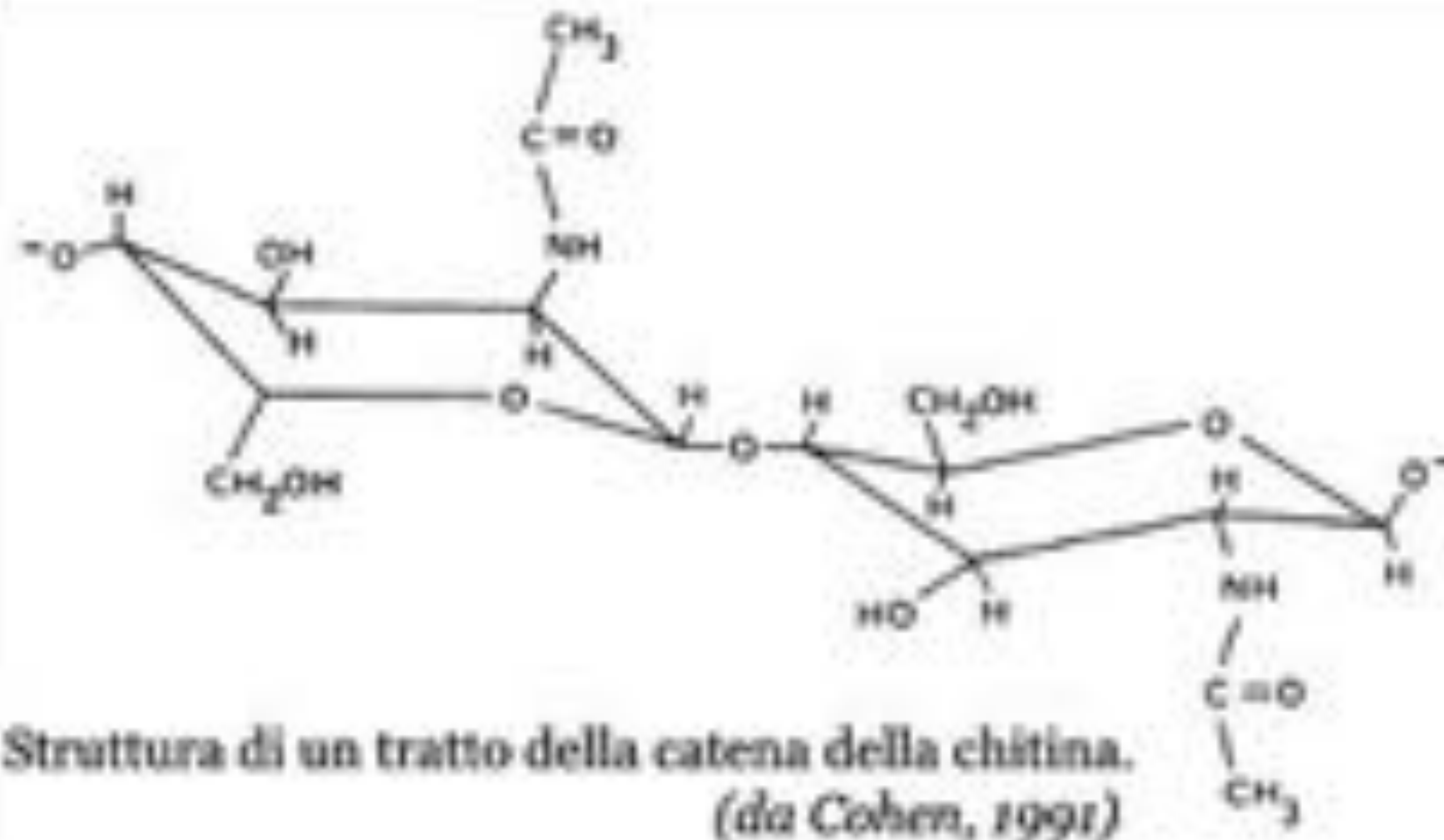
Amido



Amylopectina

Pectina

La chitina presente in tutti i regni dei viventi con funzioni di sostegno o di protezione è formata da catene di D-glucosammina, con l'ossidrile in C₂ sostituito dal gruppo acetilamminico (NAG) e con struttura simile alla cellulosa.



Lattosio

È lo zucchero contenuto nel latte, si trova anche negli alimenti derivati, come il formaggio, e lo yogurt.

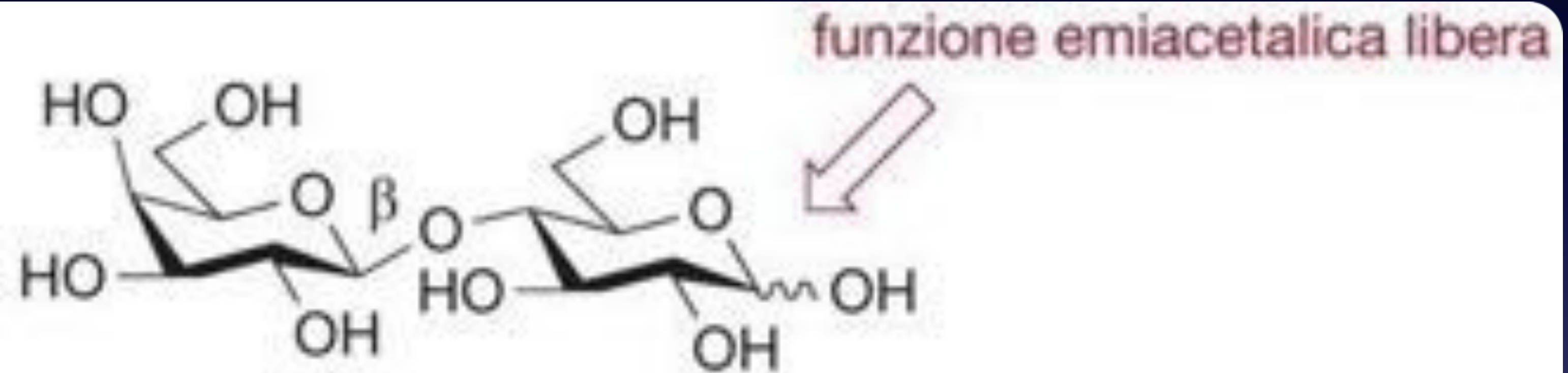
Per la digestione del lattosio è necessaria la presenza di un enzima specifico, chiamato **lattasi**, che catalizza l'idrolisi del lattosio in galattosio e glucosio, facilmente assimilabili.

L'enzima lattasi è presente in tutte le persone fin dai primi anni di vita, poi con il tempo la maggior parte degli individui perde la capacità di sintetizzarlo.

Ciò determina la non digestione del lattosio nel duodeno e il suo passaggio nell'intestino crasso: qui diventa nutrimento per i batteri anaerobici che lo fermentano producendo gas ed altre sostanze acide; inoltre la presenza di lattosio nell'intestino richiama acqua impedendo la formazione di fasi solide.

I disturbi tipici di cui soffrono le persone che hanno la cosiddetta intolleranza al lattosio sono infatti meteorismo, diarrea, dolori addominali e dimagrimento.

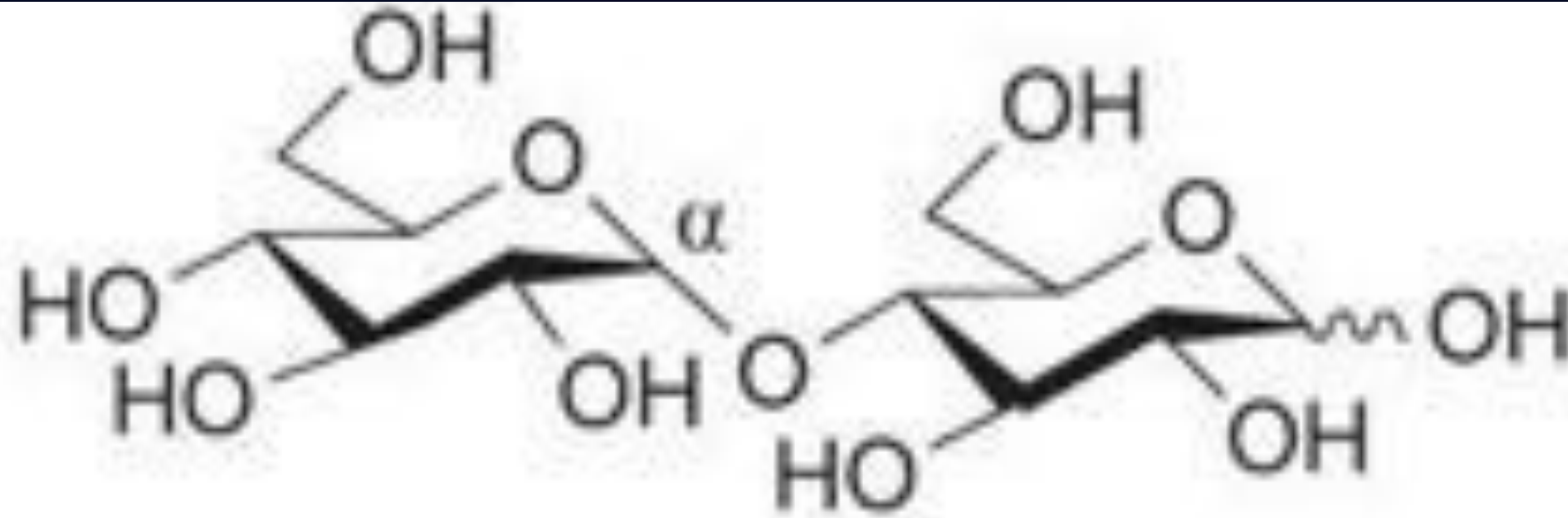
Lattosio



lattosio

4-O-(β-D-galattopiranosil)-D-glucopiranosio

Lattosio



maltosio

4-O-(α -D-glucopiranosil)-D-glucopiranosio