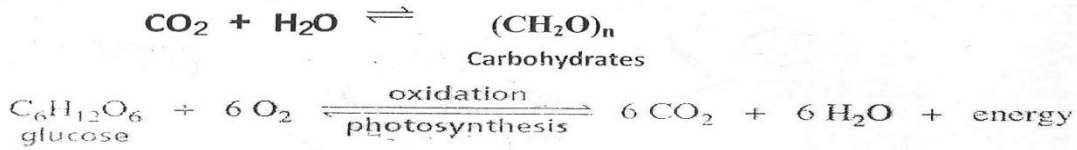


تعتبر الكاربوهيدرات من اكثر المركبات العضوية الموجودة في النباتات والحيوانات انتشاراً فمنها الكلوكوز ، سكر القصب ، السليلوز ، الصمغ ، النشا ، الكلايكون . ولها اهمية صناعية كونها مواد اولية في صناعة الورق (السليلوز) والمنسوجات بالاضافة الى اهميتها في الصناعات الغذائية والطبية وبناء جسم الكائن الحي .

تبنى المركبات الكاربوهيدراتية حياتنا من ثنائي اوكسيد الكربون CO_2 والماء H_2O بواسطة عملية التركيب الضوئي (Photosynthesis) في النباتات الخضراء بالاعتماد على الطاقة الشمسية والصبغة الخضراء (الكلوروفيل) وتبدأ بامتصاص ضوء الشمس في المطقة المرئية لاختزال ثاني وكسيد الكربون CO_2 الى كاربوهيدرات كسدة الماء الى اوكسجين .

وان الطاقة الشمسية المخزونة في الكاربوهيدرات تطلق مرة اخرى عند تعرض الكاربوهيدرات في اجسام الحيوانات والنباتات الى العمليات الكيميائية الحياتية التي تحرر CO_2 مثل التنفس Respiration.

ولذلك كلا العمليتين (التركيب الضوئي والتنفس) يكمل احدهما الاخر حيث ان التركيب الضوئي في النباتات ينتج جزئياً من الطاقة (الكاربوهيدرات) في حين يحرر تلك الطاقة الكيميائية لإدامة الحياة .



التعريف الكيميائي والمدخل إلى الكاربوهيدرات

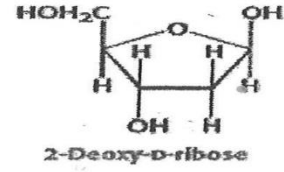
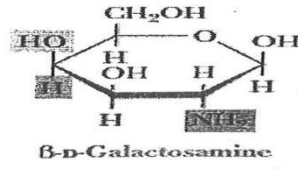
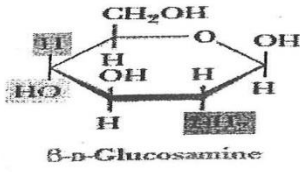
تعتبر عناصر C،O، H ومن العناصر الرئيسية في المركبات الكاربوهيدراتية وان نسبة O :H فيها كنسبتهما في الماء 2:1 و هذا يعني أن الكاربوهيدرات تنتج من اتحاد الكربون مع الماء لذلك أعطيت الصيغة الجزيئية $(CH_2O)_n$ حيث أن n تمثل عدد ذرات الكربون وتساوي 3 على الأقل . ويمكن ان ترتفع الى عدة آلاف من ذرات الكربون.

هنالك مركبات عضوية تتألف من O، H، C وبنفس النسب لكنها ليست (لا تعتبر) كاربوهيدرات

CH_2O	مثل : حامض الفورميك Formic acid
CH_3COOH	حامض الخليك Acetic acid
$CH_3CHOHCOOH$	حامض اللاكتيك Lactic acid

وبنفس الوقت هنالك مواد كاربوهيدراتية لا تحتوي على نفس النسبة بين O:H مثل سكر ديوكسي رايبوز (سكر الرايبوز اللاوكسجين) Deoxyribose وهو أحد مكونات الـ DNA كما ان بعض

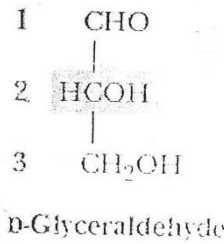
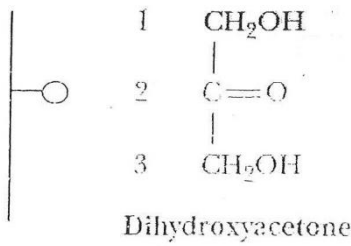
الكربوهيدرات تحتوي على الكبريت والنتروجين مثل سكر الكلوكون أمين Glucosamine او Galictosamine



وقد اعطيت الكربوهيدرات بصورة عامة أسماء تنتهي بالمقطع -وز- (ose-) مثل سكر الكلوكون Glucose وهو السكر الرئيسي في الدم و المالتوز Maltose و هو سكر الشعير والسكروز Sucrose وهو سكر الطعام العادي .

تصنيف الكربوهيدرات حسب عدد ذرات الكربون n

عندما تكون $n = (3)$ فإن الكربوهيدرات الحاوية على ثلاث ذرات كربون تدعى بـ Trioses وهي اما الديهايديه من الكليسيرالديهايد Glyceraldehyde او ان تكون كيتونية مثل داي هيدروكسي اسيتون Dihydroxyacetone



عندما تكون مجموعة الكربونيل $O = C$ على ذرة الكربون الطرفية (C1) فمعنى ذلك ان السكر الديهايدي فيطلق عليه (الدوز) aldose اما اذا كانت مجموعة الكربونيل في موقع اخر من السلسلة (وسطية) فان السكر يكون كيتوني ويطلق عليه Ketose (كيتوز)

مثال على ذلك السكر الألدیهايدي الأم هوي الكليسيرالديهايد Glyceraldehyde ومنه تشتقي بقية السكريات الالديهايدية بإضافة مجموعه (-OH- HC ، اما داي هيدروكسي اسيتون فانه سكر كيتوني ومنه تشتق بقية السكريات الكيتونية الأخرى بإضافة مجموعة (CHOH) إلى السلسلة (راجع سلسلة D-Aldoses و D-Ketoses)

أهمية الكربوهيدرات

- ١- تجهيز الكائنات الحية بالطاقة عند تحلل (تفكك) سكر الكلوكوز .
- ٢ - خزن الطاقة الكيميائية المشتقة من الكربوهيدرات على شكل مركبات غنية بالطاقة ATP ،
GTP
- ٣- خزن الكربوهيدرات في النباتات على شكل نشا وفي الحيوانات على شكل كلايوجين (نشأ حيواني Glycogen)
- ٤- تشكيل الهيكل البناني لجسم النبات على شكل سليلوز
- ٥- إعطاء المذاق الحلو للأغذية .
- ٦- تدخل في الصناعات الورقية ، والأقمشة.
- ٧- تدخل في تركيب بعض مكونات الخلية مثل الفيتامينات ، مساعدات الانزيمات ، الحوامض النووية.
- ٨ - تدخل في تركيب فصمائل الدم .
- ٩- تدخل في تركيب أغشية الخلايا على شكل :-
دهون سكرية Glyco lipids
بروتينات سكرية Glyco proteins
حيث يقع الجزء السكري منها خارج سطح الغشاء - - - - - . البلازمي

تقسيم الكربوهيدرات (السكريات) . (وفقاً للتحلل المائي)

يمكن تقسيم الكربوهيدرات تبعاً لتحللها المائي الى :-

١ - السكريات الاحادية Monosaccharides

وتسمى ايضاً بالسكريات البسيطة وتتكون من وحدة سكرية واحدة فقط (الديهايدية أو كيتونية)
الاكثر انتشاراً D-Glucose متعددة الهيدروكسيل والتي لا يمكن تحليلها الى سكريات ابط من
او Fructose ، Mannose الخ

٢ - السكريات المحدودة Oligosaccharides

هي السكريات التي تتكون من (٦-٢) وحدات (جزيئات) سكر وعند تحليلها المائي تعطي نفس
- . السكريات التي تتكون منها. مثل

أ- السكريات الثنائية Disaccharides

وهي السكريات التي تنتج وحدتين من السكر الاحادي (من نوع واحد او نوعين مختلفين) مثل
- سكر المالتوز Maltose (سكر الشعير) حيث يتحلل الى وحدتين من السكر الكلوكوز

Glucose

- سكر اللاكتوز Lactose (سكر الحليب) حيث يتحلل الى وحدتين من (سكر الكلوكوز +
سكر الكالكاتوز)

- من السكروز SuCrose حيث يتحلل الى وحدتين من السكر (الكلوكوز + الفركتوز)

ب - السكريات الثلاثية Trisaccharides

هي السكريات التي تتألف من ٣ جزيئات سكرية وعند تحليلها مائياً تنتج هذه السكريات مثل
سكر بر الرافينوز Raffinose حيث ي تحليل الى (F + Ga + G)

٣ - السكريات المتعددة Polysaccharide

يمكن اعتبار كل السكريات التي تتكون في أكثر من جزيئة (واحدة) سكر واحد هي سكريات
متعددة . ولكن بالتحديد فان السكريات المتعددة تتكون من اتحاد عدد كبير (الالف) من وحدات
* سكرية أحادية ترتبط مع بعضها بأصرة كلايكوسيدية . Glycosidic bond وتكون على
نوعين:-

أ - سكريات متعددة غير متجانسة Hetero polysaccharides

تتكون من اكثر من نوع واحد من السكر الاحادي مثل الأصماغ ، الهيبارين ، الكوندرويتين واحماض الهيالورونك (Hyaluronic سكريات متعددة مخاطية Mucopolysaccharides)

ب. سكريات متعددة متجانسة Homo polysaccharides

تتكون من نوع واحد من السكر الاحادي المتكرر مثل النشا، الكلايوجين ، السليلوز، الكايتين ، والايولين

4- السكريات المشتقة Derived Sugars

هي السكريات التي يتم اشتقاقها من السكريات الاحادية مثل :-

أ- السكريات الامينية Amino Sugars

ب - الكلايكوسيدات Glycosides

ت - السكريات اللاأوكسجينية Deoxy Sugars

السكريات الاحادية (البسيطة) Monosaccharides

وتسمى ايضاً السكريات البسيطة و تتكون من واحدة (جزيئة) سكر الديهايدي او كيتوني واحد ولذلك لا يمكن تحليلها الى سكريات البسيط .

الصيغة العام للسكريات الاحادية $(CH_2O)_n$ حيث ان $n = 3$ او اكثر وهي تمثل عدد ذرات الكربون . وان الهيكل الكربوني لها غير متشعب وتحتوي كل ذرة كربون على مجموعة هيدروكسيل (OH) عدا ذرة كربون واحدة والتي تمثل مجموع الكربونيل ($G = O$) فاذا كانت مجموعة الكربونيل طرفية (اي انها في 1 C) فان السكر الديهايدي aldose واذا كانت مجموعة الكربونيل وسطية فان السكر كيتوني Ketose وكلا السكرين ينتهي بالمقطع (ose) (وز).

• ويمكن تصنيف السكريات الاحادية كما ياتى :-

١ - حسب عدد ذرات الكربون في الجزيئة

(Triose , Tetrose , Pentose , Hexose , Heptose)

سباعي سداسي خماسي رباعي ثلاثي

٢ - حسب نوع المجموعة الفعالة (الديهايدي، كيتوني)

(Aldo Triose , Aldo Tetrose Aldo Pentose Aldo Hexose)

سكر سداسي سكر خماسي سكر رباعي سكر ثلاثي

الديهايدي الديهايدي الديهايدي الديهايدي

(Keto Triose * . Keto tetrose * Keto Pentose * Keto Hexose)

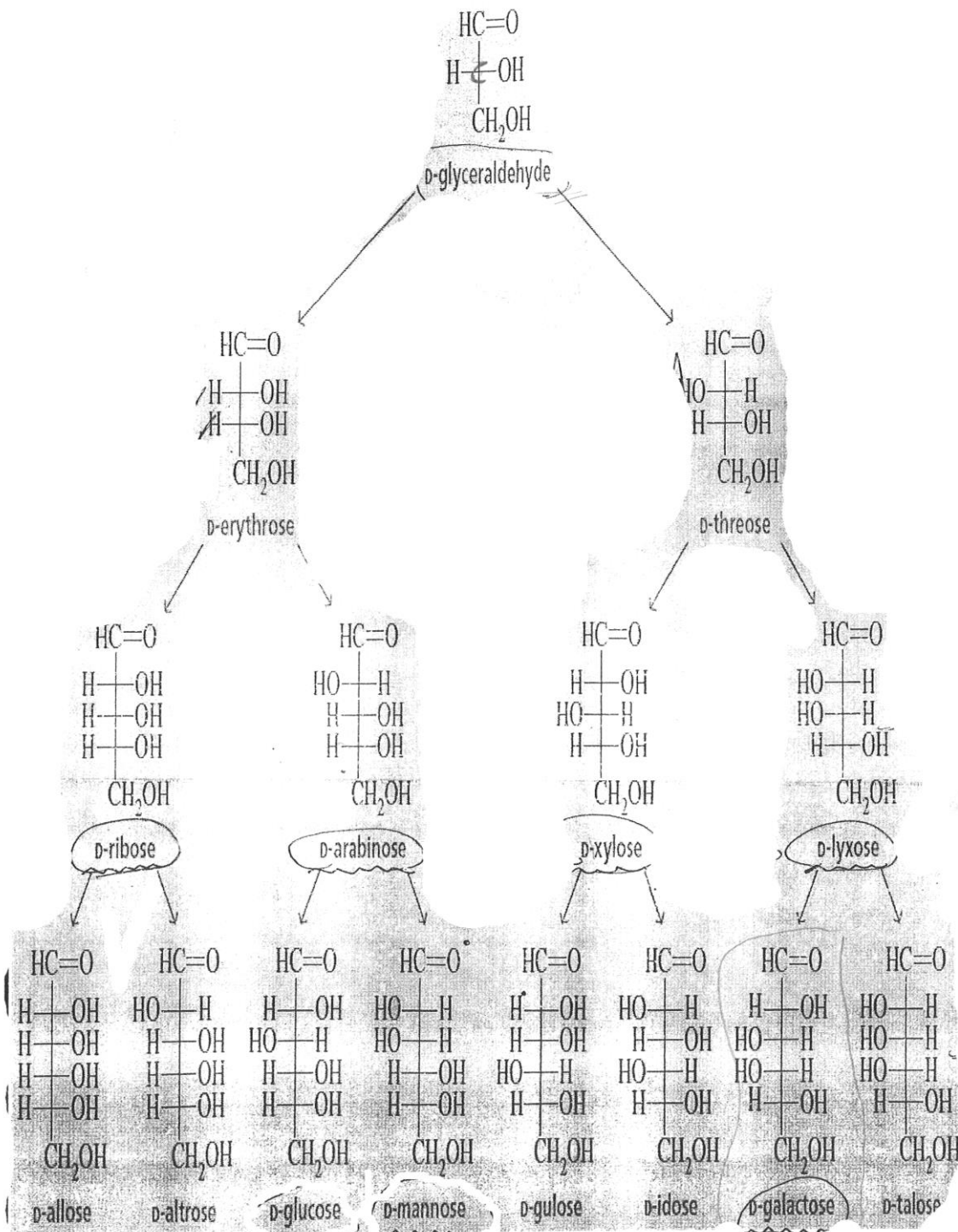
سكر سداسي سكر خماسي سكر رباعي سكر ثلاثي

كيتوي كيتوي كيتوي كيتوي

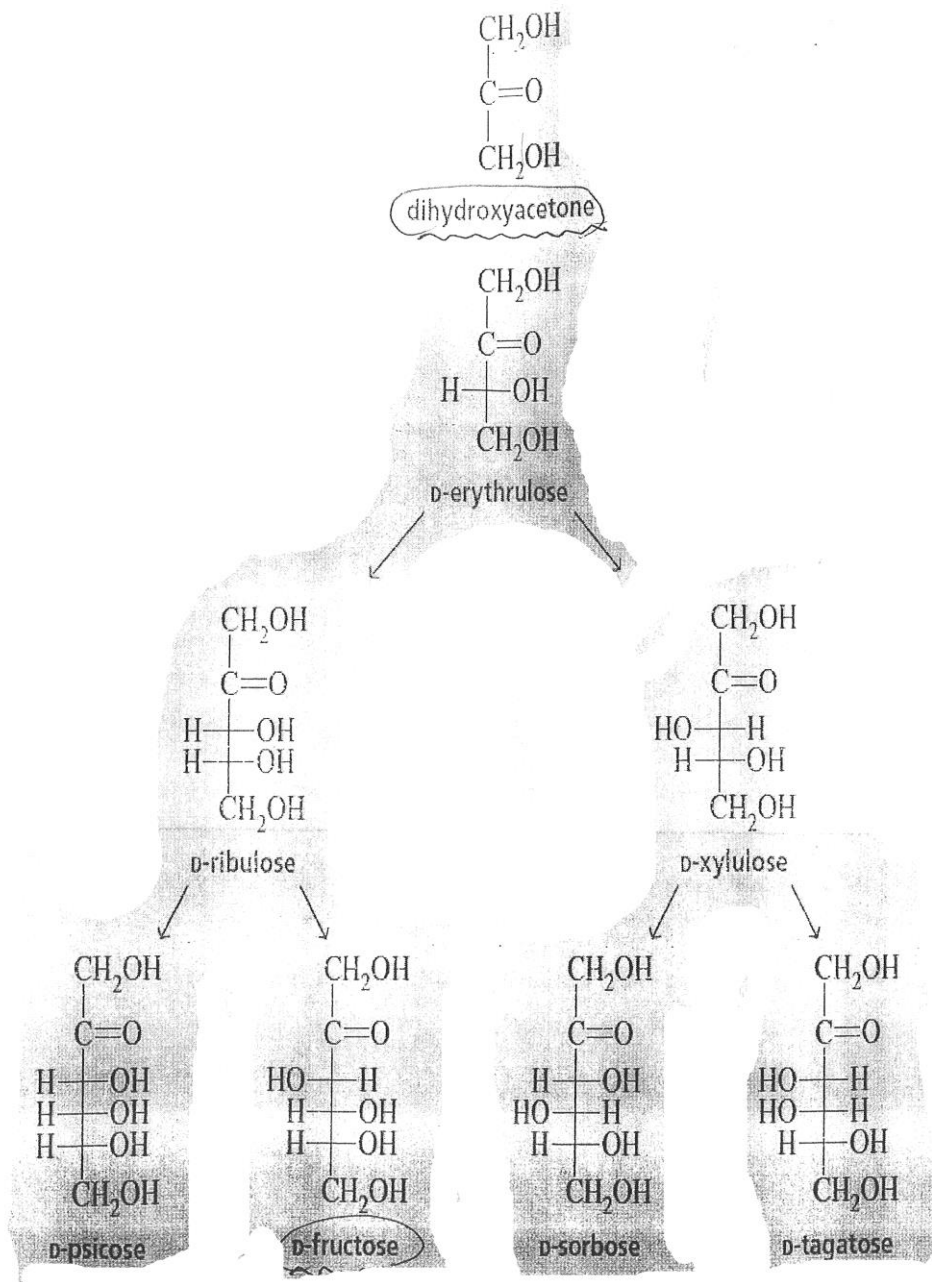
وان عملية بناء السكر الجديد تبدأ بإضافة مجموعة HC-OH جديدة في الموقع رقم ٢ وعند إدخال مجموعة الجديدة يكون لمجموعة OH إتجاهين (ليمين او اليسار) بينما تبقى مجاميع CHOH البقية ثابتة الاتجاه . وعلية فان في كل حالة ادخال مجموعة CHOH جديدة في الموقع - . . . ذرة الكربون) رقم ٢ سينتج لنا مركبين جديدين من السكريات (اما السكريات الكيتونية D,L-Ketoses فيمكن اشتقاقها من المركب السكري الأم وهو داي هيدروكسي أسيتون بإضافة مجموعة CH-OH جديدة في الموقع رقم ٣ والاضافة تكون باتجاهين فنحصل على مركبين سكريين (راجع جدول السكريات) ان صورة السكريات فيما اذا كانت D أو L يقرره اتجاه مجموعة OH الواقعة على أبعد ذرة كاربون كيرالية غير متناظرة عن مجموعة الكاربونيل وعادة ما تكون في الموقع قبل الاخير . وهكذا بالنسبة الى بقية السكريات الاحادية – وان السكريات من نوع D أكثر وجوداً واهمية في الطبيعة من السكريات ذات الوظائف الحيوية مثل :-

D-Mannose 6 D-Galactose , D-Glucose D- R Fischer

س / ارسم الصيغة التركيبية للسكريات اعلاه بصيغة فيشر Fischer



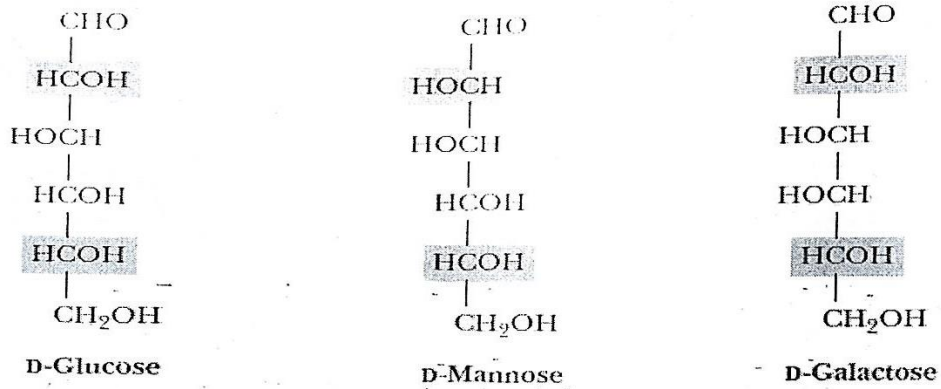
Series of D- Aldoses سلسلة السكريات الالديهيدية



Seris of D – Ketoses سلسلة السكريات الكيتونية

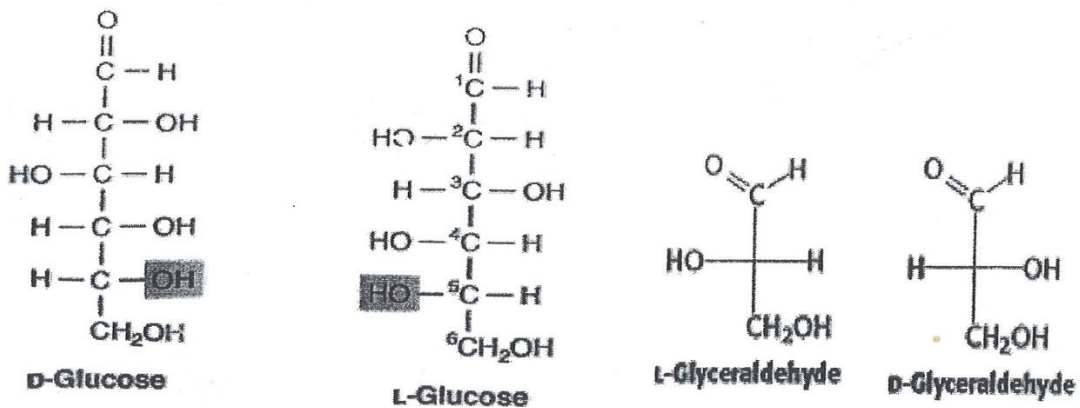
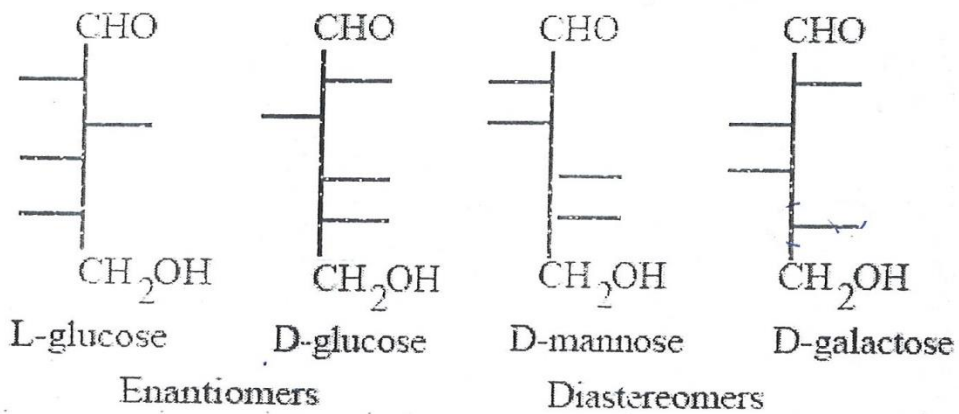
الايبيمرات Epimers

هي مركبات سكرية تختلف عن بعضهما في ترتيب المجاميع حول ذرة كاربون واحد فقط مثل :-



نلاحظ من التركيب السكريات السداسية أعلاه - أن السكرين D-Mannose ، D-Glucose مختلفان فقط في اتجاه مجموعة OH حول ذرة كاربون رقم (2)

وان السكرين D-Glucose ، D-Galactose مختلفة في اتجاه مجموعة OH حول ذرة الكاربون رقم (4) وفي هذه الحالة يعتبر D-Mannose ، D-Glucose هما Epimers وكذلك الحال للعلاقة بين D-Glucose ، D-Galactose



Optical Activity (النشاط الضوئي)

الضوء الأعتيادي عبارة عن اشعاع كهرومغناطيسي يتموج (يتذبذب) في كل الاتجاهات (A) . أما الضوء المستقطب بمستوى واحد Plane Polarized Light فهو ضوء يتموج (يتذبذب) في مستوى واحد (B) . ويمكن تحويل الضوء الأعتيادي الى ضوء مستقطب بمستوى واحد من خلال امرار الضوء الأعتيادي بعدسات مصنوعة من (البولارويد Polaroid أو الكالسسايت Calcite) الذي هو عبارة عن شكل بلوري لكاربونات الكالسيوم $CaCO_3$ منظمة بشكل ما لتكون ما يسمى بموشور نيكول. Nikol Prism.



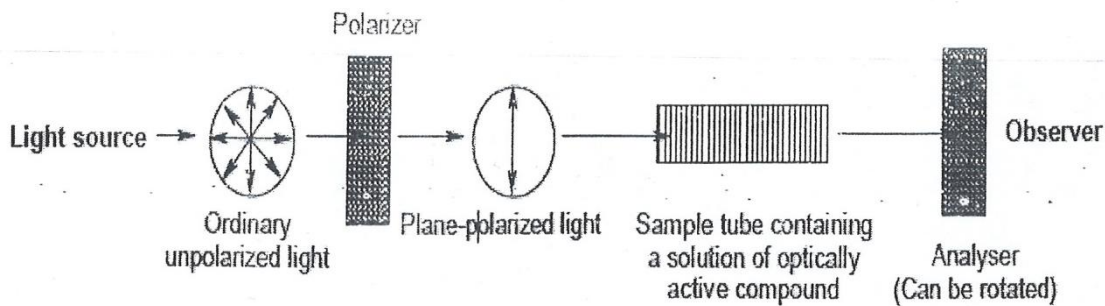
Optically Active

المادة الفعالة بصرياً

شي المادة القادرة على تدوير rotate مستوى الضوء المستقطب عندما يمر بها. و حيث ان الضوء المستقطب يتذبذب بمستوى معين فانه حين يمر بمادة فعالة بصريا فانه سيتذبذب بمستوى اخر .

المقطاب :-

يمكن قياس (كمية ، شدة او درجة) تدوير الضوء المستقطب من قبل المادة الفعالة بصرياً بواسطة المقطاب



الآلة عمل المقطاب

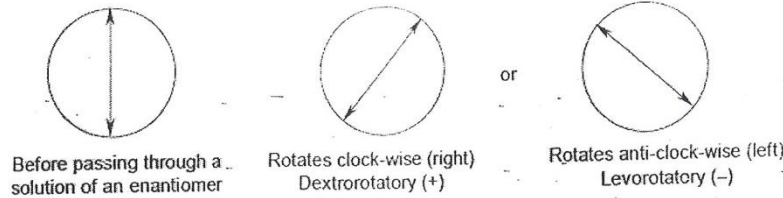
يتكون المقطاب من مصدر ضوئي اعتيادي وعدستين (من البولارويد أو موشور نيكول) توضع بينهما انبوبة العينة المراد فحص فعاليتها البصرية وتترتب هذه المكونات بحيث عند امرار الضوء الأعتيادي بإحدى العدسات (المقطاب أو المستقطب Polarizer) ومن ثم بانبوبة العينة بعدها بالعدسة الثانية (المحلل analyzer) لتصل بالنهاية إلى العين البشرية .

عندما تكون انبوبة العينية فارغة نجد ان شدة الضوء المستقطب تصل كما هي إلى العين البشرية من دون انحراف، وإذا تم تحريك العدستان سيختفي الضوء المستقطب تدريجياً إلى أن ينتهي تماماً.

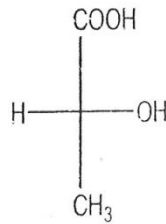
ولو أعدنا التجربة باستخدام مادة غير فعالة بصرياً Optically inactive سنحصل على نفس

النتائج أعلاه، إذا تم وضع مادة فعالة بصرياً Optically active فأنها ستعمل على تدوير

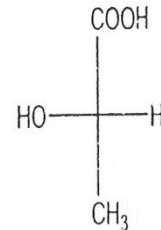
مستوى الضوء المستقطب لذلك يجب علينا تدوير العديسة (المحلل) يميناً (+) أو يساراً (-) لغرض مرور الضوء المستقطب مرة أخرى). عندما يتم تدوير العدسة لليمين ويتم مرور (نفاذ) الضوء *المستقطب تكون المادة الفعالة بصرياً يمينية التدوير dextrorotary أو (+) وإذا كان التدوير للييسار تسمى المادة الفعالة البصرية يسارية التدوير levorotary أو (-) حيث توضع الإشارة (+ أو -) قبل أسم المادة وهذه الإشارة تختلف عن D أو L المشار إليها سابقاً والخاصة بالأنداد البصرية enantiomers الذي يمثل أحدهما صورة مرآة للآخر mirror image حيث إن الإشارة (+ أو -) تشير إلى اتجاه تدوير المادة الفعالة بصرياً للضوء المستقطب .



وبواسطة المقطاب يمكن قياس درجة (شدة) تدوير (دوران) الضوء المستقطب فعلى سبيل المثال إن حامض اللاكتيك (+) Lactic Acid المستخلص من النسيج العضلي يدور الضوء المستقطب



D-Lactic acid



L-Lactic acid

الدوران النوعي Specific Rotations

بما أن الدوران البصري Optical Rotation للعينات المفحوصة ناتج عن جزيئات محددة في المركبات الفعالة وعليه فأن شدة (درجة) الدوران تعتمد على عدد الجزيئات الفعالة التي يمر بها الضوء المستقطب . Sample Tube is 49.3

في وعليه فأن تدوير الضوء المستقطب في انبوبة طولها ٢٠سم سيكون ضعف التدوير في انبوبة طولها ١٠سم لنفس العينة وكذلك فأن تدوير الضوء المستقطب في محلول مادة فعالة بصرياً تركيزها (٢غم في ١٠٠ مل من المذيب) سيكون ضعف تدوير الضوء لنفس المحلول بتركيز (١غم في ١٠٠ مل من المذيب) وهذا ما يوضح تأثير طول الأنبوبة وتركيز المحلول .

الدوران النوعي Specific Rotation

هو عدد درجات الدوران (التدوير) الملاحظ لمادة تركيزها 1غم/مل (1gm/ml) موضوعة في انبوبة طولها 1 ديسمتر (1dm=10cm)

$$[\alpha]_D = \frac{\text{Observed rotation } \alpha \text{ in degrees}}{\text{Pathlength, } l(\text{dm}) \times \text{Concentration, } C(\text{g/mL})}$$
$$= \frac{\alpha}{l \times C}$$

حيث أن d تمثل كثافة المادة المفحوصة أو تركيزها بوحدة غم/مل ويعتبر الدوران النوعي خاصية مهمة للمواد مثل درجة الانصهار والغليان ، الكثافة ومعامل الانكسار وعلى سبيل المثال

$$[\alpha]_D^{20} = -5.90^\circ \quad \text{2-Methyl-1-butanol}$$

فان الدوران النوعي لـ

فإن فأن ٢٠ تمثل درجة الحرارة و D تمثل الطول الموجي Wave Length للضوء المستخدم (لمادة ما يستخدم ضوء بخار الصوديوم والذي طوله الموجي 5893 \AA او 589.3 nm)

كما يمكن قياس الدوران بالعلاقة التالية على اساس حساب التركيز بوحدة gm/100ml

$$[\alpha]_{\lambda}^T = \frac{\alpha \times 100}{L \times C}$$

