

الباب الحادي عشر :

الكربوهيدرات

التقسيم

السكريات الأحادية - جلوكوز

التركيب غير الحلقي للجلوكوز

التركيب الحلقي للجلوكوز

تعديل الدوران

الفركتوز - كيتوهكسوز

بعض تفاعلات السكريات الأحادية

التأثير الاختزالي

الأوزونات

السكريات الثنائية

سكروز

لاكتوز

مالتوز وسيللوبيوز

السكريات العديدة

النشا

السليولوز

الأسئلة

obekandi.com

الباب الحادي عشر :

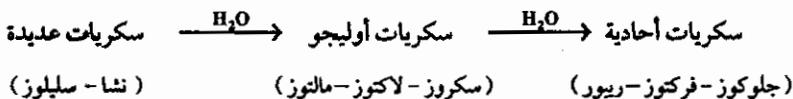
الكربوهيدرات

لقد تبين أن اسم كربوهيدرات يرجع الي الصيغ الأولية من المركبات في هذه المجموعة والتي يمكن تمثيله بالصيغة $C_m(H_2O)_n$ (هيدرات الكربون). فمثلاً صيغة جزئ الجلوكوز هي $C_6H_{12}O_6$ أو $C_6(H_2O)_6$ والسكروز أو سكر القصب، $C_{12}H_{22}O_{11}$ أو $C_{12}(H_2O)_{11}$. ومن الناحية التركيبية فإن الكربوهيدرات هي الدهيدات عديدة الهيدروكسيل أو كيتونات عديدة الهيدروكسيل أو هي مواد عند تحليلها تعطي هذه الأنواع من المركبات ولذلك فإن كيمياء الكربوهيدرات تتضمن كيمياء الألدهيدات أو الكيتونات للكحولات.

التقسيم :

تنقسم الكربوهيدرات بالطريقة التقليدية إلى ثلاث مجموعات أساسية هي: سكريات أحادية وسكريات أو ليجو وسكريات عديدة. السكريات الأحادية هي أبسط وحدات السكريات. أما سكريات أو ليجو فإنها تحتوي على وحدتين أو أكثر مرتبطة مع بعضها خلال مجموعات أستيال أو كيتال.

أما السكريات العديدة فإنها تحتوي على كثير من هذه الوحدات والتحليل الجزئي للسكريات العديدة يعطي أوليجو سكريات بينما التحلل الكامل ينتج السكريات الأحادية والمعادلة التالية توضح ذلك :



وتسمى المجموعة الفعالة التي تربط وحدتين أو أكثر من السكريات الأحادية بالرابطة الجليكوزيدية.

وتستعمل الأسماء الشائعة على نطاق واسع في كيمياء الكربوهيدرات. وبدل المقطع (وز) على تركيب الكربوهيدرات. والسكريات الأحادية الشائعة (تسمى أيضًا بالسكريات البسيطة) تحتوي على خمس أو ست ذرات كربون ولذا تسمى بنتوزان وهكسوزات. ويمكن تقسيمها أيضًا إلى الدوزات وكيروزات على أساس أنها إما الدهيدات عديدة الهيدروكسيل أو كيتونات عديدة الهيدروكسيل على التوالي. وأحيانًا تستعمل أسماء مركبة مثل الدو - بنتوز أو كيتو - هكسوز للدلالة على نوعية المركب.

السكريات الأحادية - جلوكوز:

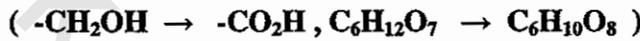
الجلوكوز هو أهم السكريات الأحادية (ويسمى أيضًا دكستروزن لأن الصورة الموجودة له في الطبيعة ذات نشاط ضوئي وتسبب دوران الضوء المستقطب مع عقارب الساعة). والجلوكوز ضروري للحياة ويكون حوالي 0.1% من دم الثدييات. كما أن الجلوكوز حرًا كان أو متحدًا مع جزيئات أخرى ربما يكون أكثر المركبات العضوية توفرًا. وهو الناتج النهائي لتحلل المائي للنشأ والسليلوز.

التركيب غير الحلقي للجلوكوز:

ولقد وجد أن التجارب التي أدت إلى تعيين تركيب الجلوكوز كانت دقيقة. وأمكن استنباط الصيغة الأولية CH_2O من النسبة المئوية لمكونات المركب. واتضح من الوزن الجزيئي أن الصيغة الجزيئية هي $(\text{CH}_2\text{O})_6$ أو $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$. وعند الاختزال الكامل للجلوكوز ينتج هكسان عادي وهذا يوضح أن ذرات الكربون الست تكون سلسلة غير متفرعة. والأكسدة الهينة للجلوكوز والتي تتم بهاء البروم، تعطي حمض جلوكونيك وهو أحادي الكربوكسيل صيغته $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_7$.

ومن ذلك يتضح وجود مجموعة ألدهيد، حيث أن مجموعة الألدheid فقط هي التي تتأكسد إلى حمض باكتسابها ذرة أكسجين واحدة بدون فقط ذرات هيدروجين ($\text{CHO} \rightarrow \text{COOH}$).
وأمكن اثبات الخاصية الألدheidية عن طريق الاختبار الموجب لمرآة الفضة.

ولهذا فإن مجموعة الألدheid تشغل أحد أطراف السلسلة الكربونية ذات الست ذرات. وباستمرار أكسدة حمض جلوكونيك يعطي حمض جلوكاريك. وهو حمض ثنائي الكربوكسيل صيغته $\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_8$. وهذا دلالة على وجود مجموعة كحول أولية حيث أن الأكسدة تحدث بفقدان ذرتين من الهيدروجين واكتساب ذرة أكسجين.



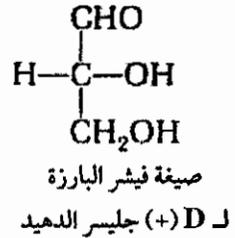
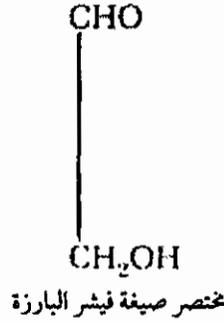
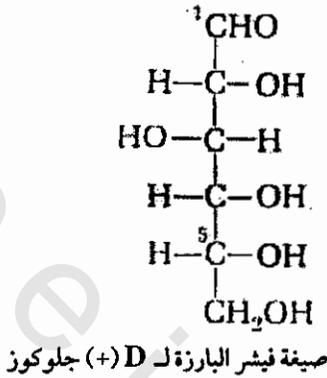
وعند اختزال الجلوكوز ويتم ذلك بواسطة ملغم الصوديوم الذي يعطي سوربيتول $\text{C}_6\text{H}_{14}\text{O}_6$. حيث يتفاعل مع أنهيدريد أسيتيك مكوناً سداسي أسيتات. وعلى هذا فإن سوربيتول يحتوي على ست مجموعات هيدروكسيل واحدة على كل ذرة كربون .

والمركبات المحتوية على مجموعتين من الهيدروكسيل على ذرة كربون واحدة نادرة، والمعروف منها عادة يفقد جزئ ماء وينتج مجموعة كربونيل، وبذا أمكن استنتاج أن الجلوكوز به خمس مجموعات هيدروكسيل.

وهذا يتفق مع تكوين خماسي أسيتات جلوكونز عند تفاعل الجلوكوز مع أنهيدريد أسيتيك وهذه الصفات الكيميائية للجلوكوز تبين أن تركيب الجلوكوز عبارة عن سلسلة تحتوي على ست ذرات من الكربون أحد أطرافها مجموعة الدهيد وعلى كل ذرة كربون من الخمس الباقية مجموعة هيدروكسيل.

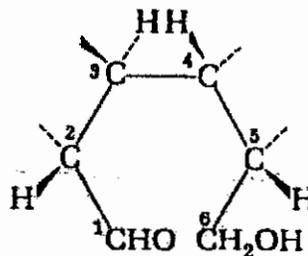
والجدول التالي يلخص التفاعلات والاستنتاجات التركيبية للجلوكوز والتفاعلات المؤدية إلى تركيب الجلوكوز :

وفيما يلي الصورة التوضيحية لـ (+) جلوكوز حسب ما أثبتته فيشر.



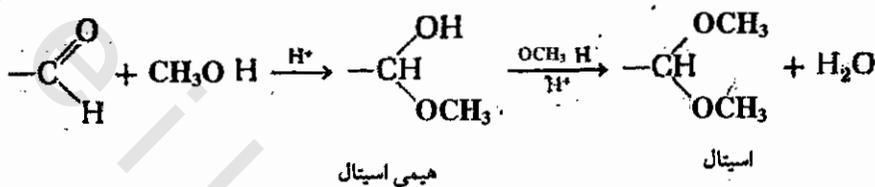
وأحياناً تختصر الصيغة لتوضح موضع الهيدروكسيل على ذرات الكربون غير المتماثلة كخطوط قصيرة على اليمين أو اليسار. والحرف D يستعمل للدلالة على أن الترتيب الفراغي للذرة الكربون المجاورة للمجموعة الكحولية الأولية هو نفس الترتيب الفراغي في مركب D (+) جليسرالدهيد.

ويصبح توضيح فيشر أكثر وضوحاً إذا رتب الجزء بحيث تكون السلسلة الكربونية على شكل قوس وينظر إليه من الخارج. وفي هذه الحالة أينما يركز النظر على إحدى ذرات الكربون غير المتماثلة فإن ذرتي الكربون المتصلتين عمودياً بالسلسلة تتراجع عن الناظر والمجموعات الأفقية تقترب من الناظر.



التركيب الحلقي للجلوكوز:

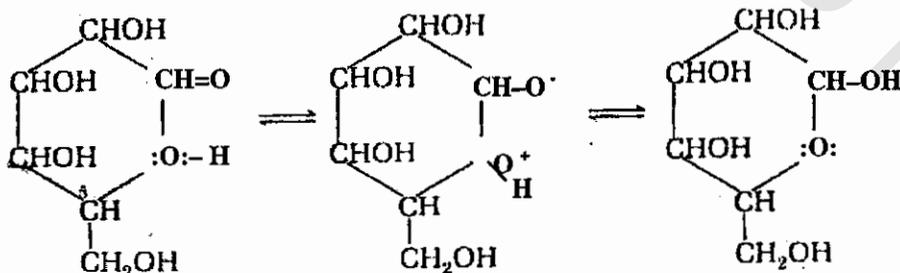
التركيب المستنبط للجلوكوز ولو أنه نجح في تبرير النتائج الواردة في الجدول السابق إلا أنه لا يفسر بعض أنواع أخرى من السلوك الكيميائي ويجب تحويره ليفسر هذا السلوك. فمثلاً إذا كان الجلوكوز هو الدهيد فيجب أن يكون ممكناً تحويله إلى أسيتال بتفاعله مع 2 جزئ من كحول الميثانول.



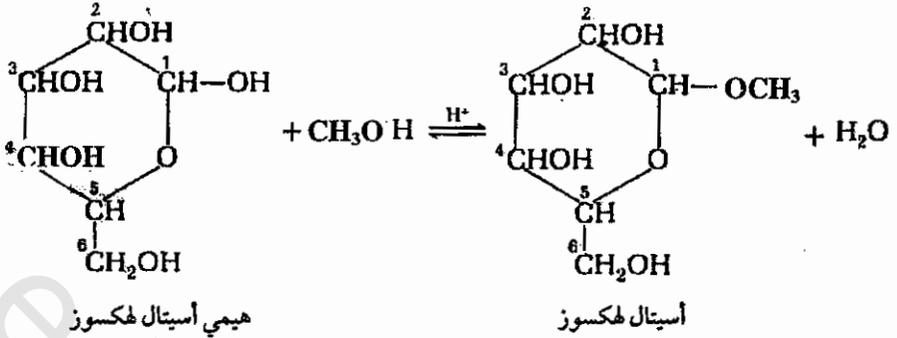
وعندما حاول أميل فيشر هذه التجربة مع D (+) جلوكوز أمكنه فصل ناتجين بلوريين يحتوي على منهما على مجموعة ميثوكسي واحدة. وكلا الناتجين لهما خواص شبيهة بالأسيتال. فمثلاً لا يتأثران بالقواعد ولكنها يتحللان بالأحماض إلى جلوكوز وميثانول.

وهذه الملاحظات يمكن تفسيرها كنتيجة تفاعل أحد مجموعات الهيدروكسيل الخمس مع مجموعة الألدهيد حيث يكون الجلوكوز نفسه هيمي أسيتال. والجلوكوز حينئذ يتفاعل مع جزئ واحد فقط من ميثانول مكوناً أسيتال.

ومن فحص النماذج يتضح أن مجموعة الهيدروكسيل على ذرة كربون رقم خمسة للجلوكوز يمكن أن تقع خلال مدى الارتباط لذرة كربون الكربونيل. والتفاعل بين هاتين المجموعتين يؤدي إلى هيمي أسيتال حلقي يحتوي على ذرة أكسجين واحدة وخمس ذرات كربون كما يلي:

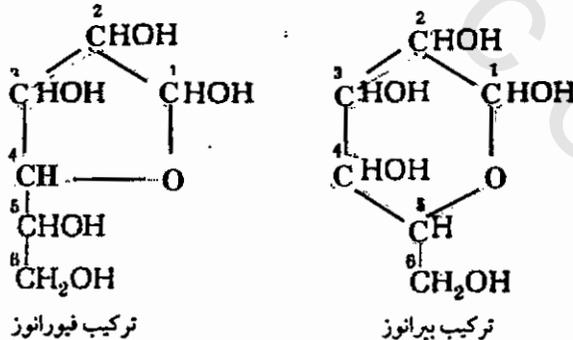


ويتفاعل الهيمي أسيتال مع جزئ واحد من ميثانول ليكون أسيتال كما يلي :



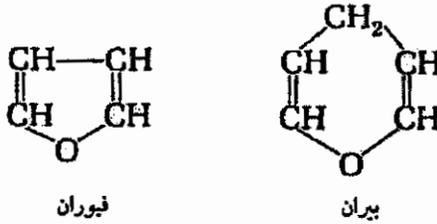
وفي هذا التفاعل تستبدل مجموعة الهيدروكسيل المتصلة بذرة الكربون الأولى فقط بمجموعة ميثوكسيل حيث أنها هيدروكسيل هيمي أسيتال. بينما مجاميع الهيدروكسيل المتصلة بذرات الكربون الثانية والثالثة والرابعة والسادسة فهي مجموعات كحول عادية وتحتاج إلى ظروف تفاعل أكثر قسوة لتتحول إلى أثيرات.

وأسيتالات السكريات تسمى جليكوزيدات، بالنسبة للجلكوز فإن هذه المشتقات تسمى بالجلكوزيدات. وهذا النوع من التركيب، يستعمل لربط وحدات السكريات الأحادية في سكريات أسيتالات حلقة. والحلقة المحتوية على المحتوية على ذرة أكسجين يمكن أن تكون خماسية أو سداسية معتمداً على أي من مجموعات الهيدروكسيل في السلسلة قد تفاعل مع مجموعة الألدهيد. وفي حالة هسكوز يكون التركيبين المحتملين هما :



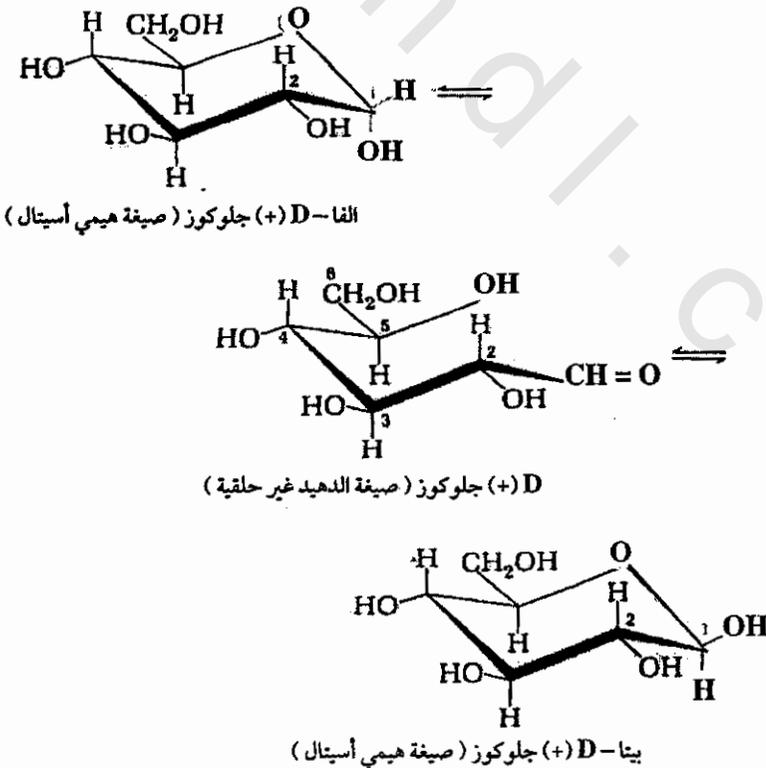
ويشار إلى هذه التراكيب بتركيب فيورانوز و تركيب بيرانونز على التوالي. وتشتق هذه الأسماء من تراكيب حلقة غير متجانسة حاوية أكسجين ومعروفة لها نفس الحجم الحلقي

وهي فيوران وبيران. ولو أن كلا التركيبين موجودان إلا أن تركيب البيرانوز للكربوهيدرات هو أكثر التركيبين انتشارًا.



تعديل الدوران (Mutarotation) :

لقد استطاع فيشر فصل مركبي مثيل أسيتال من D (+) جلوكوز ويلاحظ أنه في تركيب الهيمي أسيتال للمسكوز فإن ذرة الكربون الأولى تتصل بأربع مجموعات مختلفة ولذلك أصبحت غير متماثلة. وأصبح من الممكن وجود متناثلين (أيزوميرين) فراغيين. وتوضح المعادلة التالية هذه العلاقات بالنسبة بـ D (+) جلوكوز.



والتركيبان الحلقيان يشار إليهما بأشكال ألفا - وبيتا - أو أكثر تحديداً ألفا - وبيتا - D (+) . جلوكوبيرانوز. ويشار إلى ذرة كربون الهيمي أسيثال بذرة كربون أنوميرية والأيزوميران الفراغيان على هذه الكربون والمختلفان فقط في وضعهما الفراغي بالأنوميرين. وهما دياستيريومر وليساً أنانتيومر.

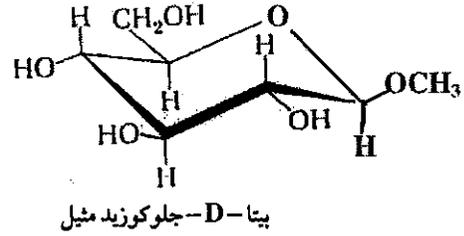
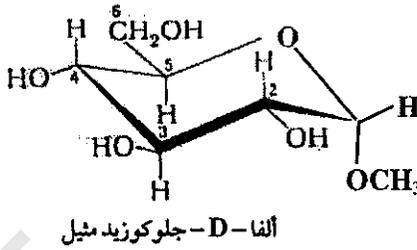
حيث أن لهما ترتيب فراغي متشابه على ذرات كربون الثانية والثالثة والرابعة والخامسة ولكن ترتيبهما الفراغي معكوس على ذرة الكربون الأولى. وكونهما دياستيريوميرات فإن لهما بعض الصفات المختلفة.

فعند بلورة D (+) - جلوكوز من الميثانول نحصل على شكل ألفا نقياً. بينما عند استعمال حمض الأسيتيك كمذيب فإن الشكل بيتا هو الذي يتبلور. الشكل ألفا له درجة نوعية لدوران الضوء المستقطب مقدارها +133°.

بينما الشكل بيتا فله درجة نوعية مقدارها +19° فقط. وإذا أذيب أي من الشكلين في الماء فإن دوران الضوء المستقطب يتغير تدريجياً حتى يصل إلى قيمة اتزان مقدارها +52°. وتسمى عملية التغير في دوران الضوء المستقطب هذه "تعديل الدوران".

ويمكن تفسيرها كالآتي: عند إذابة أي من الشكلين (ألفا أو بيتا) في الماء فإنه يحدث الاتزان ونجد أن تركيز الألدريد ذو السلسلة المفتوحة المتكون عند الاتزان يكون صغيراً للغاية (> 0.1). وخليط الاتزان يحتوي على حوالي 37% من الشكل ألفا، 63% من الشكل بيتا.

ويكون الشكل بيتا مفضلاً قليلاً حيث أن فيه مجموعة الهيدروكسيل على ذرة الكربون الأولى تشغل وضعاً استوائياً وليس محورياً ومن الواضح الآن أن كلا النواتج التي حصل عليها فيشر من D (+) جلوكوز والميثانول هي أسيثالات لكل من الشكل ألفا والشكل بيتا



وعلى العكس من السكريات الحرة فإن الجلوكوزيدات لا تعدل دورانها. أي أنه عند إذابة أي من الأيزوميرين في الماء فإنها تظل كما هي ولا تتحول إلى خليط اتزان من كلا الأيزوميرين.

ويرجع هذا إلى كون ذرة الكربون الأنوميرية تحمل مجموعة الكوكسي بدلاً من مجموعة الهيدروكسيل. وعلى هذا فالتوازن خلال الألدheid غير الحلقي ليس ممكناً.

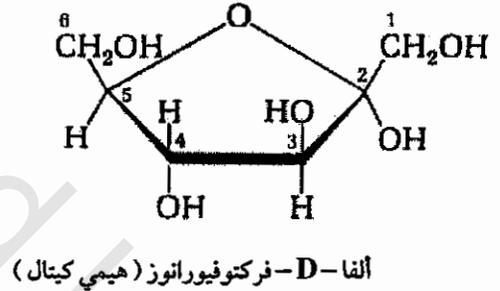
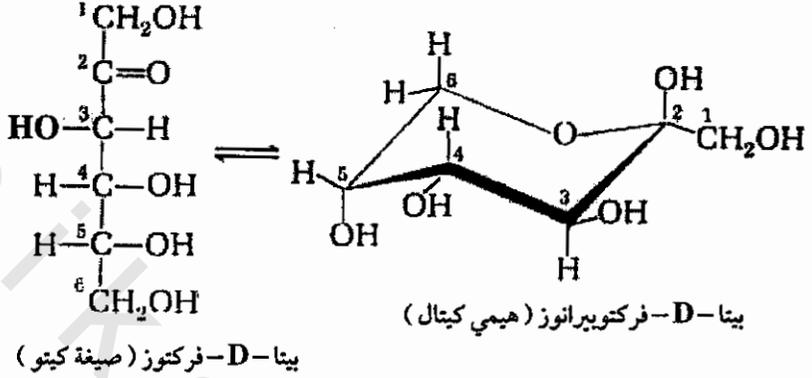
الفركتوز- كيتوهكسوز:

D (-) فركتوز هو أكثر كيتوز انتشاراً. ويسمى أحياناً ليفولوز نظراً لدورانه السالب للضوء المستقطب (-93.4° بعد تعادل الدوران إلى الاتزان). ويعرف أيضًا بسكر الفواكه ويوجد حرًا مع الجلوكوز والسكروز في كثير من الفواكه.

سكر القصب الاعتيادي (سكروز) وهو سكر ثنائي مكون من وحدات سكر أحادي هي جلوكوز وفركتوز. السكر العديد إنبولين، وهو مادة شبه نشوية موجودة في نباتات كثيرة يمكن الحصول عليه بسهولة من انتفاخات الداليا، تعطي أساسًا فركتوز عند تحلله مائياً.

والفركتوز يحتوي على مجموعة كحول أولية فعالة في كل طرف من السلسلة، ومجموعة كيتو على ذرة الكربون الثانية. والترتيب الفراغي على ذرات الكربون الثالثة والرابعة والخامسة متطابق مع تلك لـ D (+) جلوكوز.

والفركتوز صعب التبلميله لتكوين شراب ولكن يمكن الحصول على بلورات بيتا بيرانونز من الإيثانول. ومحلل البلورات في الماء يتعدل الدوران ويحتوي على أشكال بيرانونز وفيورانوز وكلاهما موضح كما يلي :



بعض تفاعلات السكريات الأحادية :

تظهر السكريات الأحادية كثيرًا من تفاعلات مكوناتها من المجموعات الفعالة، ككحولات تتفاعل السكريات الأحادية مع الأحماض أو مشتقاتها مكونة استرات، ويمكن تحويلها إلى أثيرات، كما يمكن انتزاع عناصر الماء منها.

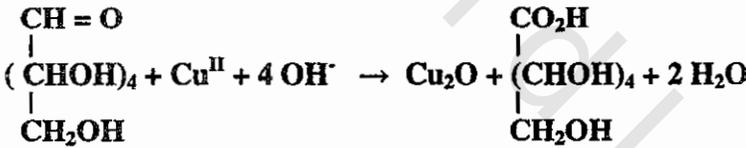
وكالدهيدات أو كيتونات فإنه يمكن أكسدها إلى أحماض أو اختزالها إلى كحولات وكذلك يمكن ان يجري لها كثير من تفاعلات الإضافة النيوكليوفيلية. تكون هيمي أسيتالات وأسيتالات.

ومع حمض هيدروسيانيك HCN فإنها تكون سيانو هيدرينات وكذلك تتفاعل مع كثير من القواعد النيتروجينية مكونة أوكزيات والمركبات المتعلقة وفيها يلي أكثر التفاعلات الهامة للسكريات الأحادية.

التأثير الاختزالي:

السكريات التي هي ألفا - هيدروكسي الدهيدات أو كيتونات مثل الجلوكوز أو الفركتوز تختزل بسهولة أيونات معدنية مختلفة. والكواشف الشائعة لهذا الغرض هي محاليل فهلنج أو بندكت التي تتكون من أيون النحاسيك Cu^{2+} في مركب معقد مع أيونات التترات أو السترات على التوالي.

وهذه المحاليل ذات لون أزرق عميق. وعندما تتفاعل مع سكر مختزل ينتج راسب أحمر طوبي من أكسيد النحاسوز Cu_2O . كما بالمعادلة التالية :



أزرق عميق في المحلول

راسب أحمر طوبي

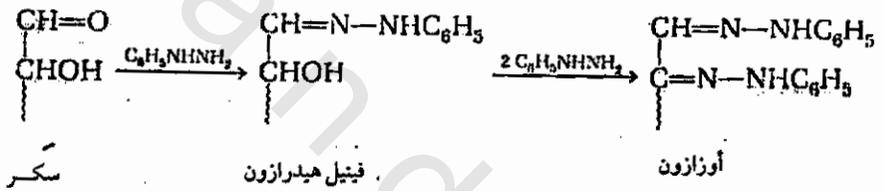
ورغم أن السكريات سائدة في شكل هيمي أسيتال فإنها قادرة على اختزال Cu^{2+} إلى Cu_2O لأنها موجودة في حالة اتزان مع شكل ألفا هيدروكسي كربونيل القابل للاختزال. ولكن إذا تحول الهيمي أسيتال إلى أسيتال كما هو الحال في جلوكوزيدات مثل فإن هذا الاتزان لن يكون ممكناً.

ولا يمكن للجلوكوزيد أن يختزل محلول فهلنج أو بندكت. وهذا التمييز يكون أحياناً مفيداً في تقدير تركيب السكريات الثنائية والعديدة. ويستعمل أيضاً كاشف طولن لهذا الغرض، وقد سبق شرحه للجلوكوز.

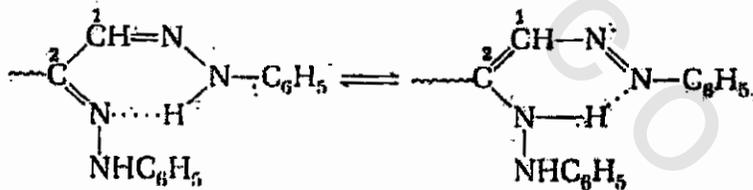
والسكريات موجبة التفاعل مع كواشف فهلنج، بندكت أو طولن تسمى سكريات مختزلة، وجميع السكريات الواردة في الجدول السابق تنتمي إلى هذه المجموعة. والسكر غير المختزل الأكثر شيوعاً هو السكروز.

الأوزونات :

يعتبر تفاعل السكريات الأحادية مع فينيل هيدرازين، والذي اكتشفه فيشر، تفاعلاً مميزاً في تقدير تركيبها ومن الممكن عزل الفينيل هيدرازون العادي لألدوز أو كيتوز. إلا أنه من الشائع استهلاك كمية إضافية من فينيل هيدرازين في أكسدة مجموعة الهيدروكسيل المجاورة للكربونيل يتبع ذلك تكون رابطة فينيل هيدرازون ثانية. وتسمى بس فينيل هيدرازونات في هذه الحالة بالأوزونات .

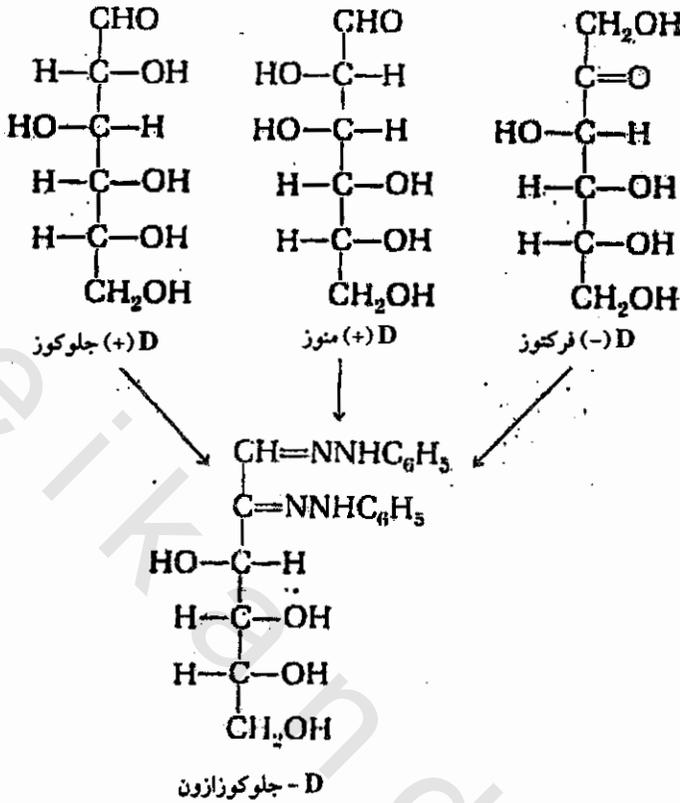


ولا يستمر هذا التفاعل عبر السلسلة السكرية لأنه كما يظهر فإن الرابطة الهيدروجينية تسمح بالاستقرار في شكل تركيب حلقي.



تركيب حلقي لأوزون

وبما أن تكوين الأوزون يتضمن فقط مجموعات الكربونيل والهيدروكسيل على ذرات الكربون الأولى والثانية للسكريات الأحادية فإن السكريات التي لها نفس الترتيب الفراغي على بقية ذرات الكربون سوف تعطي نفس الأوزون.



وقد تم بهذه الطريقة إثبات أن الترتيب الفراغي لذرات الكربون الثالثة والرابعة والخامسة لـ D-جلوكوز، D-مانوز، D-فركتوز متطابق. وكل هذه السكريات عند معالجتها بفينيل هيدرازين تعطي أوزازونا متطابقاً ويسمى D-جلوكوزازوناً.

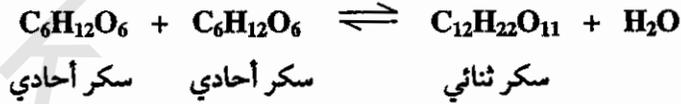
وهذا يدل ضمناً على أن الفرق الوحيد بين هذه السكريات يقع في التركيب أو الكيمياء الفراغية لذرتي الكربون الأول.

والسكريات أحياناً ما تكون صعبة التبلور حيث أنها تميل لتكوين شراب وخاصة إذا كانت غير نقية. وعلى كل حال فالأوزازونات هي مركبات بلورية جميلة صفراء. وهي أحياناً تكون لها قيمة كبيرة في تشخيص سكريات أحادية معينة.

السكريات الثنائية :

السكريات الثنائية هي جليكوزيدات فيها سكر أحادي يعمل كيمي أسيتال وسكر أحادي آخر يزود مجموعات الكحول. وعلى ذلك فالسكريات الثنائية هي أسيتالات مكونة من وحدتين من السكريات الأحادية بانتزاع جزئ واحد من الماء.

وعلى العكس فإن تحلل السكريات الثنائية سواء بالماء أو في وجود حمض معدني كحافز أو بطريقة إنزيمية يعطي جزئين من السكريات الأحادية. بالنسبة للهسكوزات فإن المعادلة الجزيئية هي:



وتعيين التركيب لسكر ثنائي معين يجب أن يتضمن :

(أ) أي من السكريات الأحادية يعمل كيمي أسيتال وأي منها يعمل كمكون كحولي للجليكوزيد.

(ب) أي من مجموعات الهيدروكسيل المتعددة في السكر الأحادي تعمل عمل المكون الكحولي وساهمت في الرابطة الجليكوزيدية.

(ج) الترتيب الفراغي (ألفا أو بيتا) للرابطة الجليكوزيدية.

(د) حجم الحلقة (فيورانوز أو بيرانوز) في كل وحدة من السكر الأحادي. ومن بين أكثر السكريات الثنائية أهمية هو سكروز، لأكتوز مالتوز وسيللوبيوز.

سكروز:

سكروز هو أكثر السكريات الثنائية أهمية وهو سكر المائدة الاعتيادي الذي تأكله كل يوم. ويوجد في كل النباتات المخلفة ضوئيًا حيث يظهر ليخدم كمصدر طاقة سهل الانتقال. وله مصدران تجاريان أساسيان هما قصب السكر وبنجر السكر وكل منهما يمثل حوالي نصف التمويل العالمي .

العصارة التي تحوي حوالي 14 إلى 20% سكروز تمر خلال عمليات تنقية شاملة للتخلص من الشوائب التي تسبب الرائحة واللون. ويتبع السكر النقي كبلورات بيضاء خلال تركيز الشراب النقي بالتخلص من الماء تحت ضغط مخلخل. والاستعمال الرئيسي للسكروز هو الطعام.

وتحلل السكروز بالأحماض أو بانزيم سوكراز يعطي كميات متساوية من D-جلوكوز، D-فركتوز. وبناء عليه فإن السكروز يجب أن يكون مبنياً من واحدة واحدة من كل من هذه السكريات الأحادية. والاختبارات الكيميائية التالية تمكننا من أن نقرر كيف يجب أن ترتبط هاتان الوحدتان.

والسكروز لا يحتزل محلول فهلنج أو بندكت، ولا يكون أوزازون (ما عدا في حالة الغليان لمدة طويلة حيث يتكون جلوكوزازون نتيجة تحلل السكروز) ولا يعدل الدوران. بما أن كل من جلوكوز وفركتوز سكريات مختزلة فيجب أن يكون ارتباطهما في السكروز بطريقة ما بحيث تمنع احتمال تكوين مجموعة الدهيد أو كيتون حرة.

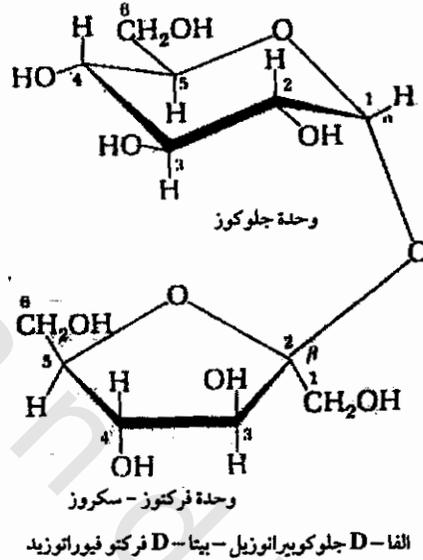
ولذلك فالرابطة الجليكوزيدية يجب أن تتضمن انتزاع جزئ من الماء بين مجموعات الهيدروكسيل على كل ذرة كربون أنوميرية في الصيغة الحلقية للجليكوز والفركتوز على التوالي. على ذلك فإن كربون 1- للجلوكوز وكربون 2- للفركتوز متصلان خلال ذرة أكسجين في الرابطة الجليكوزيدية.

وبهذه الطريقة تتحول كل ذرة كربون أنوميرية، من هيمي أسيتال إلى تركيب أسيتال وبذلك يتأكد أن السكروز هو سكر غير مختزل، غير قادر على تعديل الدوران أو تكوين أوزازون.

والتراثيل جلوكوز الناتج ينقصه مجموعات مثيل على الكربون الأولى والخامسة حيث كانت ذرة الكربون الأولى مستعملة في الارتباط بوحدة الفركتوز وذرة الكربون الخامسة مندرجة في تكوين الحلقة.

وبالمثل فإن تراثيل فركتوز ينقصه مجموعات مثيل على الكربون الثانية والخامسة والأخيرة هي التي يجب أن تكون مندرجة في تكوين الحلقة.

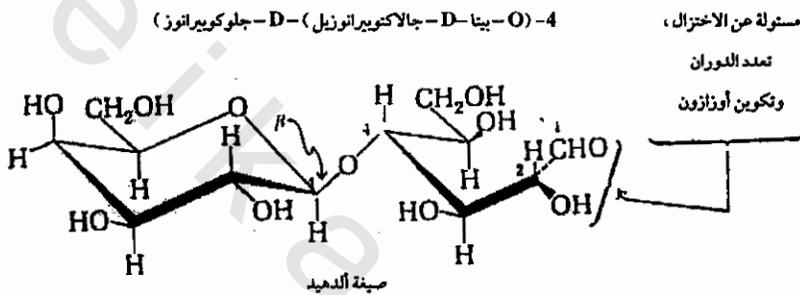
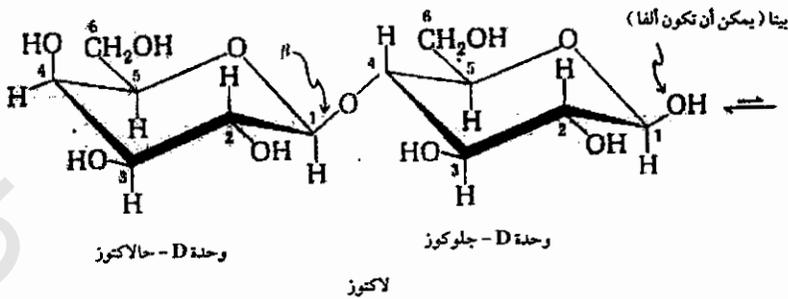
وأخيرًا فإن الكيمياء الفراغية للرابطة الجليكوزيدية يمكن أن تحدد بتجارب مع الإنزيمات فبعضها يحلل الرابطة الجليكوزيدية ألفا أو الرابطة الجليكوزيدية بيتا بالتحديد. وفي السكروز فالرابطة هي ألفا على ذرة الكربون في الجلوكوز وبيتا على ذرة الكربون الثانية في الفركتوز. وفيما يلي تركيب السكروز الذي يتفق مع هذه الحقائق :



لاكتوز:

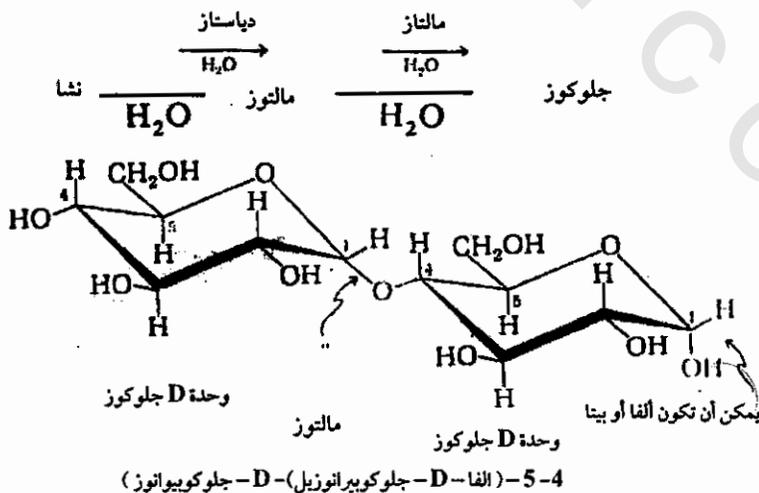
لاكتوز هو السكر الموجود في اللبن. واللبن الأدمي يحتوي على نسبة خمسة إلى ثمانية في المائة، ولكن لبن البقر يحتوي أربعة إلى ستة في المائة. عند التحلل المائي يعطي اللاكتوز كميات متساوية من جلوكوز وجاللاكتوز. لاکتوز هو سكر مختزل وهذه الحقيقة تدل على أنه لا زال متضمنًا مجموعة ألدهيد فعالة .

وباستعمال طرق مماثلة للسابق ذكرها بالتفصيل للسكروز أمكن إثبات أن ارتباط الوحداتين هو بين ذرة الكربون الأولى للجاللاكتوز وذرة الكربون الرابعة للجلوكوز. وهذا يجعل ذرة الكربون الأولى في وحدة الجلوكوز حرة لتكون إما في شكل ألفا أو بيتا في إتزان مع تركيب ألدهيد مفتوح السلسلة. وعلى هذا يختزل لاکتوز محلول فهلنج ويحتفظ بظاهرة تعديل الدوران ويكون أوزازون.



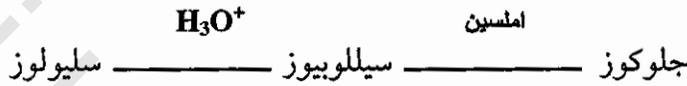
مالتوز وسيللوبيوز:

يتكون مالتوز بفعل إنزيم دياستاز (من الشعير) على النشا. واستمرار تحليل المالتوز محفزًا بإنزيم مالتاز (من الخميرة) يعطي جلوكوزًا فقط وبناء عليه فإن مالتوز يتكون من وحدتين من جلوكوز.

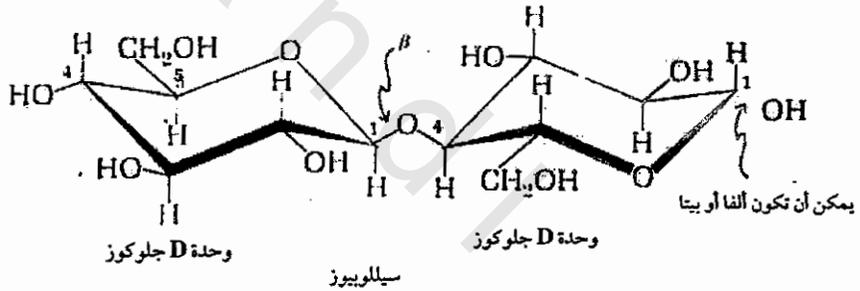


ويتضح من تجارب أخرى أن وحدتي الجلوكوز يتصلان عند ذرتي الكربون الأولى والخامسة على التوالي وأن الترتيب الفراغي لذرة الكربون الأنوميرية هو ألفا.

وسيلوبيوز هو أيزومير فراغي للمالتوز. ويمكن الحصول عليه بالتحلل الجزئي للسيلولوز التحلل الإنزيمي للسيلوبيوز بواسطة إنزيم أملسين يعطي جلوكوزًا فقط والتحلل الأخير ليس محفزًا بالمالتاز بالرغم من أن نتائج تحلل المالتوز وسيلوبيوز هي متطابقة (D (+) جلوكوز).



لذلك فإن الفرق بين مالتوز وسيلوبيوز هو الترتيب الفراغي عند ذرة الكربون الأنوميرية، سيلوبيوز يتضمن الترتيب الفراغي بيتا.



4-5- (بيتا-D-جلوكوبيرانوزيل)-D-جلوكوبيرانوز

والتباين في التركيب بين مالتوز وسيلوبيوز يعطي مفتاحًا للاختلاف في التركيب بين الاثنتين من السكريات العديدة التي اشتقت منها أي النشا والسيلولوز.

السكريات العديدة :

السكريات العديدة هي كربوهيدرات ذات وزن جزيئي عالٍ يتراوح بين عشرات الألوف إلى ملايين. وهي عادة غير قابلة للذوبان في معظم المذيبات، وأحيانًا تكون تنقيتها غاية في الصعوبة. وحتى عندما تكون نقية فإنه تتكون من جزيئات متراوحة في أوزانها الجزيئية.

وبعض السكريات العديدة مثل النشا والسليلوز يعطي سكرًا أحاديًا مفردًا (جلوكوز في هذه الحالة) عند التحلل المائي الكامل وبعضها الآخر مثل الصمغ العربي (صمغ نباتي يستعمل في المواد اللاصقة) يمكن أن يحتوي على أنواع عديدة من السكريات الأحادية في سلسلة البوليمر.

والوظائف البيولوجية للسكريات العديدة تختلف كثيرًا، فنجد أن النشا والجليكوجن هي مواد غذائية احتياطية للنباتات أو الحيوانات، بينما السليلوز والكتين هي مواد تركيبية للنباتات والقشريات على التوالي.

النشا :

النشا هو كربوهيدرات احتياطي في نباتات كثيرة وهو يكون نسبة كبيرة من الحبوب والبطاطس والذرة والأرز. ومظهر حبيبات النشا من هذه المصادر المختلفة تحت الميكروسكوب يختلف في كل من الشكل والحجم ولكن كيميائيًا وهي متماثلة تمامًا.

والتحلل المائي الكامل للنشا يعطي جلوكوزًا بالكميات المتوقعة نظريًا تقريبًا ولكن التحلل الجزئي يعطي أيضًا مالتوزًا. وهذا يبين أن النشا بوليمر من وحدات جلوكوز متصلة أساسًا خلال ذرات الكربون الأولى والرابعة عن طريق رابطة جليكوزيدية ألفا كما في مالتوز. هذا بالإضافة إلى أن السلاسل تكون متفرعة خلال عدد من وحدات الجلوكوز المتصلة عند ذرات الكربون الأولى والسادسة (بدلاً من الأولى والرابعة).

وكثير من الاختلافات في خواص عينات النشا يرجع إلى الاختلاف في طول السلسلة ودرجة تفرعها. والنشا يمكن فصله إلى قسمين أساسيين بمعالجته بالماء الحار. المكون الذائب (10 - 20 %) هو أميلوز، والمكون غير الذائب (80 - 90 %) هو أميلوبكتين.

ويتراوح الوزن الجزيئي للأميلوز من 10000 إلى 50000 (60 إلى 300 وحدة جلوكوز) ويتراوح الأميلوبكتين من 50000 إلى 1000000 في الوزن الجزيئي (300 إلى 6000 وحدة جلوكوز).

ووجد أن أطوال السلسلة تختلف من 24 إلى 30 وحدة جلوكوز فقط. أميلوبكتين هو بوليمر عالي التفرغ. وربما بسبب هذا التركيب الفصفاض عالي التفرغ فإن حبيبات النشا تفتتح في الماء وغالبًا ما تكون محلولًا غرويًا.

والتحلل الجزئي للنشا يحوله إلى دكستريانات. وهي سكريات عديدة ذات وزن جزيئي أقل من النشا. وهي تهضم بسهولة أكثر من النشا. وتستعمل بعد خلطها بالمالتوز في طعام الأطفال (مثل دكستريالتوز). مخلوط جاف من دكستريانات، مالتوز وحليب هو المستحضر الذي يستعمل في صناعة الحليب المجفف.

والدكستريانات لزجة عندما تكون مبللة وتستعمل في صناعة الصمغ الخاص بطوابع البريد والأغلفة وفي غسل الملابس وغيرها. فالأغراض المنشأة تصبح مقواة لامعة بسبب تحول النشا إلى دكستريانات بفعل حرارة الكي .

السليولوز:

السليولوز هو المادة التركيبية الأساسية لحياة النبات ويعتبر المكون الأساسي لجدران الخلية في القطن ولب الخشب والكتان والفسق وقوالح الذرة ومواد أخرى كثيرة. وقد تم توضيح تركيبه الكيميائي بتجارب تتضمن التحلل المائي.

والتحلل المائي الكامل ينتج جلوكوز. والتحلل تحت ظروف مناسبة يعطي سكريات ثنائية، سيللوبيوز. جزئ السليولوز يتكون من سلاسل طويلة من جزيئات سيللوبيوز متصلة مع بعضها بروابط بيتا.

ومن المحتمل أن يكون الوزن الجزيئي للسليولوزين بين 300000 و 500000 (أو 1800 إلى 3000 وحدة جلوكوز لكل جزئ). وقد اثبت فحص السليولوز بأشعة أكس أنه يتكون من سلاسل مستقيمة مكونة من وحدات سللوبيوز تتبادل فيها ذرات الأكسجين في الحلقة الأوضاع الأمامية والخلفية .

وتتكون ألياف السليولوز من حزم من مثل هذه السلاسل قطرها حوالي 70 إلى 80 أنجستروم متناسكة مع بعضها بواسطة روابط هيدروجينية بين مجموعات الهيدروكسيل على السلاسل المتجاورة .

ولذلك فالسليولوز لا يتأثر بمعظم المذيبات على العكس من النشا الذي ينفثخ تحت نفس الظروف .

ولا تحتوي الأجهزة الهضمية للإنسان ومعظم الحيوانات على الإنزيمات الضرورية لتحلل روابط بيتا جلوكوزيدية ولهذا السبب لا يمكنها هضم السليولوز. هناك بكتريا خاصة وبعض الكائنات الدقيقة الأخرى الموجودة في القناة الهضمية للحيوانات المجتررة والنمل الأبيض يمكنها تحطيم السليولوز واستعماله كغذاء .

والقدرة المدهشة لجسم الإنسان على هضم النشا (ألفا - جلوكوزيد) ولكن ليس السليولوز (بيتا - جلوكوزيد) تؤكد مرة ثانية تخصص العمليات البيوكيماوية في أنواع الأيزوميرات الفراغية.

والقطن حوالي 95% سليولوز مع شوائب من الدهون والشموع. وعند إزالة هذه الشوائب بغسل القطن بالأثير فإن الألياف تمتص ماء ويعرف الناتج في هذه الحالة بالقطن الممتص. ألياف الكتان الناتجة من نبات الكتان هي صورة سليولوزية أقل نقاوة من مثلتها في القطن.

ويتم الحصول على السليولوز المستخدم في صناعة الورق من لب الخشب. حيث يحتوي الخشب على ألياف من السليولوز (له وزن جزيئي أقل) مرتبط بمادة بوليمرية ذات وزن جزيئي عالٍ تعرف باللجنين. ويمكن إزالة اللجنين من لب الخشب بهيدروكسيد الصوديوم وكبريتيت الصوديوم.

وكلما اكتملت إزالة اللجنين من لب الخشب كلما تحسنت درجة الوراق الناتج. وتعالج الأوراق الأكثر جودة بمواد مألثة مختلفة (روزين ، دكستريونات ، صمغ) لمنع الحبر من النشع أو التبقيع .

الأسئلة

- 1- عرف أو اشرح أو اكتب الصيغة التركيبية لمثال لكل مما يأتي:
- | | |
|---------------|---------------|
| (أ) الدوهكسوز | (و) فبورانوز |
| (ب) كيتوبنتوز | (ز) بيرانوز |
| (ج) سكر أحادي | (ح) جليكوزيد |
| (د) سكر ثنائي | (ط) أوزازون |
| (هـ) سكر عديد | (ي) سكر مختزل |
- 2- اكتب معادلات متوازنة لتفاعل D (+) جلوكوز (استعمل أيًا من التركيب الحلقي أو غير الحلقي حيثما يكون مناسبًا) مع كل مما يأتي:
- | | |
|--------------------|-----------------------------|
| (أ) انهدريد اسيتيك | (هـ) ميثانول، أيون هيدروجين |
| (ب) ماء بروم | (و) سيانيد هيدروجين |
| (ج) هيدروجين، محفز | (ز) فينيل هيدرازين |
| (د) هيدروكسيل أمين | (ي) كاشف فهلنج |
- 3- (أ) اذكر نظام أولوية المجموعات حول ذرة كربون رقم خمسة (5 - C) في حالة D (+) جلوكوز طبقًا لكاهن - أنجولد بريولوج. ارسم تركيبًا يوضح أن الترتيب الفراغي على ذرة الكربون هذه هو R.
- (ب) حدد نظام C - I - P الصحيح (R أو S) لذرات الكربون الثانية والثالثة والرابعة لسكر D (+) جلوكوز.
- (ج) وضح أن الترتيب الفراغي لذرة الكربون الأنوميريك في حالة ألفا - أو بيتا - D - جلوكوز هو S و R على التوالي .
- 4- وضح مستعملًا المعادلات، ماذا يعني بالمصطلح «D - سكر».

- 5- سواء بدأنا بألفا - أو بيتا - D - جلوكوز نقي في التفاعل مع ميثانول في وجود بروتون هيدروجين، فإننا نحصل على ألفا - وبيتا - D - جلوكوزيد مثيل. اكتب معادلات لميكانيكية التفاعل التي توضح هذه الملاحظة.
- 6- اكتب ميكانيكية لتعدل الدوران في ألفا - وبيتا - D - جلوكوز وضح لماذا لا يحدث تعديل دوران في جلوكوزيدات مثيل.
- 7- اشرح معنى كل جزء في الاسم مثيل - بيتا - D - جلوكوبيرانوزيد.
- 8- ارسم صيغ فيشر البارزة للآتي:
- (أ) L (-) جلوكوز (ب) L (+) ريبوز
- 9- يمكن تحويل D (+) جليسير الدهيد بسلسلة من التفاعلات إلى مخلوط من D- أريثروزو D- ثريوز كونها دياستيريو أيزوميرات فإنه يمكن فصل هذه السكريات الرباعية (تتروزات) بالبلورة الاختيارية. ويمكن معرفة أي من الأيزوميرات بأكسدة كل منها منفصلاً بحمض نيتريك إلى حمض تارتاريك وفحص الدوران الضوئي لكل منها وشرح.
- 10- كم عدد الأوزاونات المختلفة التي يمكن تكوينها من المركبات الأربعة D بتوز؟ ثنائي مركبات D- هسكوز؟ أي من هذه السكريات يعطي أوزاونات متماثلة؟ اشرح
- 11- اكتب المعادلات التي تبين بوضوح ميكانيكية تحلل اللاكتوز المحفز بحمض إلى جالاكتوز و جلوكوز.
- 12- عند معاملة المالتوز بكبريتات ثنائي مثيل وقاعدة فإنه يتحول إلى مركب يحتوي على ثنائي مجموعات ميثوكسيل. وعند تحلل الأخير المحفز بحمض يعطي 2، 3، 4، 6- ترا-5- مثيل جلوكوز، 2، 3، 6- تراي-5- مثيل جلوكوز وجزئ ميثانول. اكتب معادلات التفاعلات ووضح كيف أنها تتوافق مع صيغة المالتوز.

جدول رقم (1) بعض اعضاء عائلة الكحول

الاسم الشائع	الصيغة الجزيئية	الاسم العلمي	اسم IUC	درجة التجميد °م	درجة الغليان °م	اللزوجة الدينامية /سم ³ 100 على 20°
كحول ميثيل	CH ₃ , OH	ميثانول	ميثانول	97.8-	64.9	∞
كحول إيثيل	CH ₃ , CH ₂ , OH	إيثانول	إيثانول	114.7-	78.4	∞
كحول م-بروبيل	CH ₃ , CH ₂ , CH ₂ , OH	بروبانول	بروبانول -1	126.5-	97.4	∞
كحول أسوبروبيل	CH ₃ , CHOHCH ₃	بروبانول	بروبانول -2	89.5-	82.4	∞
كحول م-بيوتيل	CH ₃ , CH ₂ , CH ₂ , CH ₂ , OH	بيوتانول	بيوتانول -1	89.5-	117.7	7.9
كحول ث-بيوتيل	CH ₃ , CH ₂ , CHOHCH ₃	بيوتانول	بيوتانول -2	114.7-	99.5	12.5
كحول أسوبيوتيل	(CH ₃) ₂ CHCH ₂ , OH	بيوتانول	بيوتانول -1	108-	108.4	10.0
كحول ث-بيوتيل	(CH ₃) ₂ COH	بيوتانول	بيوتانول -2	25.5	82.2	∞
كحول م-أميل	CH ₃ , (CH ₂) ₂ , CH ₂ , OH	بيتانول	بيتانول -1	78.5-	138	2.4
كحول بنزيل	C ₆ H ₅ , CH ₂ , OH	بنيل ميثانول	بنيل ميثانول	15-	205	4
جلايكول إيثيلين	CH ₂ , OHCH ₂ , OH	إيثان-2،1-ديول	إيثان-2،1-ديول	17.4-	198	∞
جلايكول	CH ₂ , OHCHOHCH ₂ , OH	بروتان-3،2،1-تريول	بروتان-3،2،1-تريول	18	290	∞

ملحق

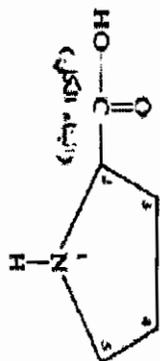
جدول رقم (2) بعض أعضاء عائلة الفينول

درجة الغليان °م	درجة الإنصهار °م	إسم IUC	الإسم الشائع	الصيغة البنائية
181.7	43	فينول	فينول	C_6H_5OH
190.9	39.9	2-ميثيل فينول	أورثو-كريسول	$o-CH_3C_6H_4OH$
267	111	3.1-ثنائي هيدروكسي بترين	ريزورسينول	$m-C_6H_4(OH)_2$
285	173	4.1-ثنائي هيدروكسي بترين	هيدروكينون	$p-C_6H_4(OH)_2$

جدول رقم (3) بعض الإيثرات المهمة

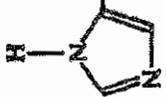
درجة الغليان °م	درجة الإنصهار °م	إسم IUC	الإسم الشائع	الصيغة البنائية
23-	138.5-	ميثوكسي ميثان	ميثيل إيثر	CH_3OCH_3
10.8		ميثوكسي إيثان	إيثيل ميثيل إيثر	$CH_3CH_2OCH_3$
34.5	116.6-	إيثوكسي إيثان	ثنائي إيثيل إيثر	$CH_3CH_2OCH_2CH_3$

جدول رقم (5) الأحماض الأمينية

رقم الصوديوم الكهربي P1	الرمز	الإسم	R	R-1 غير عطرية
5.97	Gly	Glycine	H	
6.00	Ala	Alanine	CH ₃	
5.96	Val	Valine	CH(CH ₃) ₂	
5.98	Leu	Leucine	CH ₂ CH(CH ₃) ₂	
6.02	Ile	Isoleucine	CH(CH ₃)CH ₂ CH ₃	
5.48	Phe	Phe(nyl)- alanine	CH ₂ - 	
5.89	Trp	Tryptophan	CH ₂ - 	
6.30	Pro	Proline		
5.68	Ser	Serine	CH ₂ OH	
5.64	Thr	Threonine	CH(OH)CH ₃	

R-2 هي مجموعة -OH

تابع جدول رقم (5) الأحماض الأمينية

5.66	Tyr	Tyrosine	تايروسين	$\text{---CH}_2\text{---}$ 	
2.77	Asp	Aspartic acid	حماض أسبارتيك	$\text{---CH}_2\text{COOH}$	R-3 شعبه جوهريه كربوكسيل اولى
3.22	Glu	Glutamic acid		$\text{---CH}_2\text{CH}_2\text{COOH}$	
5.41	Asn	Asparagine	أسباراجين	$\text{---CH}_2\text{CONH}_2$	
5.55	Gln	Glutamine	جلوتامين	$\text{---CH}_2\text{CH}_2\text{CONH}_2$	
9.74	Lys	Lysine	لايسين	$\text{---CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{NH}_2$	
10.76	Arg	Arginine	أرجينين	$\text{---CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{---NH---C(=NH)NH}_2$	R-4 شعبه جوهريه تأمينيه
7.59	His	Histidine	هيستين	$\text{---CH}_2\text{---}$ 	
3.07	Cys	Cysteine	سستين	$\text{---CH}_2\text{SH}$	R-5 شعبه جوهريه كبريت
5.74	Met	Methionine	ميثيونين	$\text{---CH}_2\text{CH}_2\text{SCH}_3$	

جدول (6) بعض أنواع بلمرات الاضافة واستخدامها

الاصناف	الاسم الطاق (العملي)	صيغة البلمر	الوحدة
أنتيب ، صنتاج ، أكراس لصبية ، أوزان متراب. قطع جدار جراحة القاعل	بول ايثن polyethylene	$\left(\text{CH}_2 - \text{CH}_2 \right)_n$	$\text{CH}_2 - \text{CH}_2$ إيثين
قش الأكراس التي ذكوت في بول إيثن ، البول للسياد	بول بروبيلين polypropylene	$\left(\text{CH}_2 - \underset{\text{CH}_3}{\text{CH}} \right)_n$	$\text{CH}_2 - \text{CH}(\text{CH}_3)$ بروبيلين
ورق المبرزان ، الإلجوجون الرغوي ، المزود ، الأنتيب الناظية للمجالات	بول ستايرين polystyrene	$\left(\text{CH}_2 - \underset{\text{C}_6\text{H}_5}{\text{CH}} \right)_n$	$\text{CH}_2 - \text{CH} - \text{C}_6\text{H}_5$ ستايرين
رقيق الأوردة في المبرسة . تتخلل أوزان الليخ رابوية للمصحات ولاه مجام للليل الكهربان.	تالون Teflon	$\left(\text{CF}_2 - \text{CF}_2 \right)_n$	$\text{CF}_2 - \text{CF}_2$ رابعي فلوروايثيلين

تابع جدول (6) بعض أنواع بلمرات الايثان واستخدامها

نظير نفس الأقسام التي ذكرت نظير	نظير منتهك	سلسلي	تقريباً
ألياف للبرقيات والسجاد	$\text{-(CH}_2\text{---CH(CN))}_n\text{-}$	$\text{CF}_2\text{---CF}_2$ $\text{CF}_2\text{---CF---CF}_2$ $\text{CF}_2\text{---CF---CF}_2$	بيل أكريل ماتريكولات بيل
بيل لا يكسر للبرقيات المسان الامنة ، يدق للأختار في البرية المصنعة كديل للمسام .	$\text{-(CH}_2\text{---CH(CH}_3\text{)---C(CH}_3\text{)(COOCH}_3\text{))}_n\text{-}$	$\text{CH}_2\text{---CH---CN}$ $\text{CH}_2\text{---C(CH}_3\text{)(COOCH}_3\text{)}$	بيل أكريل ماتريكولات بيل
جرايم الماء ، انزيب للمصنوع إن امرية ، فورامور، أمطية ، أراض للمعمل ، مصنعت الرقاية من اللز	$\text{-(CH}_2\text{---CH(Cl))}_n\text{-}$	$\text{CH}_2\text{---CHCl}$	كلوريد فليل
الوزاد الامنة ، المسانوت ، الكفوية (المسكة)	$\text{-(CH}_2\text{---CH(O---C---CH}_3\text{))}_n\text{-}$	$\text{CH}_2\text{---CHOCCH}_3$	أصيات فليل

جدول رقم (7) ترددات الامتصاص في اطياف IR (العصابات الرئيسية)

المجموعة	(cm^{-1}) $\bar{\nu}$	ملاحظات
إهزازات الإسطاق	ق = قوية ، م = متوسطة ، ع = عريضة ، ف = ضعيفة ، غ = متباعدة	
في مجموعات ألكيل	3000-2850 (ع)	
أليفيرويل	3000-2850 (ق) 1370-1365 (ق)	
تاسيرويل	3000-2850 (م) 1395-1385 ، (ق) 1365	
	3100-3000 (م)	
	3300-3250 (م)	
	3300 ~ (غ)	
	3500-3300 (م) 3400-3250	عصابة مزدوجة .
	3350-3300	
	3650-3600 (م ، غ) في الحالات الخفيفة في غياب الروابط الهيدروجينية	
	3500-3200 (ق ، ع) في وجود الروابط الهيدروجينية .	
	3000-2500 (ع ، غ)	
	1250-1150 (ع)	
	1650-1550 (م)	
	2200-2100 (ض)	
	1735-1715 (ق)	مركب كربونيل غير مقترن .
	1700-1650 (ق)	مركب كربونيل مقترن .
	1780-1710 (ق)	كربونيل حامض كربوكسيلي
	1750-1740 (ق)	كربونيل إستر
	1830-1815 (ق)	أنيلويد ، عصابة مزدوجة .
	1760-1740 (ق)	
	1800-1760 (ق)	
	1700-1650 (ق)	وظائف الأميدات المستقلة عن N
	1250-1000 (ق)	
	850-700 (م)	

المصطلحات العلمية

Absolute alcohol	كحول مطلق
Acetaldehyde	اسيتالدهايد
Acetamide	اسيتاميد
Acetanilide	اسيتانيليد
Acetic acid	حمض اسيتيك
Acetic anhydride	انهدريد اسيتيك
Acetoacetic acid	حمض استيتو اسيتيك
Acetone	اسيتون
Acetophenone	اسيتوفينون
Acetyl chloride	كلوريد اسيتيل
Acetylene	اسيتيلين
Acetyl group	مجموعة اسيتيل
Acetylides	اسيتيليدات
Acid anhydrides	انهدريدات الاحماض
Acid halides	هاليدات الاحماض
Acridine	اكريدين
Acrilan	اكريلان
Acrylonitrile	اكريلونتريل
Acylation	اسيلة
Acyl group	مجموعة اسيل
Addition reactions	تفاعلات الاضافة

Adenine	ادينين
Adipic acid	حمض آديبيك
Alanyl glycine	الانيل جلايسين
Aldehydes	الدهيدات
Aldol	ألدول
Aldol condensation	تكاثف ألدول
Aldoses	ألدوزات
Aldrin	ألدرين
Alkaloids	قلويدات
Alkanes	ألكانات
Alkenes,	ألكينات
Alkoxides	ألكوكسيدات
Alkoxy groups	مجموعات ألكوكسي
Alkylation	ألكلة
Alkynes	الكاينات
addition reactions	تفاعلات الاضافة
Allenes	أليينات
Allose	ألوز
Allyl alcohol	كحول أليل
Altrose	ألتروز
Amides	أميدات
Amines.	أمينات
Amino acids.	الاحماض الامينية
Aminopeptidase,	أمينو بيبتيدياز
Ammonia	نشادر

Ammonium acetate	أسيئات أمونيوم
Ammonolysis	التحلل النشادرى
Amphoteric compounds	مركبات أمفوتيرية
Amylose	أميلوز
Anethole	أنيثول
Aniline	أنيلين
Anisole	أنيسول
Anomers	أنوميرات
Anthracene	انثراسين
Antibiotics	مضادات حيوية
Arginine	أرجينين
resonance energy	طاقة التارجح
Aromatization	التحور الاروماتى
Aryl groups	مجموعات آريل
Aryl halides	هاليدات اريل
Arynes	أراينات
Aspartic acid	حمض أسبارتيك
Aspirin	أسبرين
Asymmetric carbon atoms	ذرات كربون غير متمائبة
Atropine	أتروپين
Azo compounds	مركبات آزو
Azo dyes	صبغات آزو
Baeyer test	اختبار باير
Benedict's solution	محلول بنيدكت
Benzal chloride	كلوريد بنزال

Benzaldehyde	بنزالدهيد
Benzamide	بنزاميد
Benzenesulfonic acid	حمض بنزين سلفونيك
Benzenonium ions.	أيونات بنزونيوم
Benzidine	بنزيدين
Benzoic acid	حمض بنزويك
Benzoic anhydride	أنهيدريد بنزويك
Benzoin	بنزوين
Benzonitrile	بنزونتريل
Benzophenone	بنزوفينون
Benzoyl chloride	كلوريد بنزويل
Benzoyl group	مجموعة بنزويل
Benzynes	بنزاين
Biuret	بيوريت
Bonds	الروابط
coordinate covalent	تناسقي تساهمي
Bromobenzene	بروموبنزين
Bromoethane	بروموايثان
Butane	بيوتان
Butanoic acid,	حمض بيوتانويك
Butanoyl bromide	بروميد بيوتانويل
Butyronitrile	بيوترونتريل
Camphor	كافور
Capric acid	حمض الكبريك
n-Caproic acid	حمض - كابرليك

Caprolactam	كابرولاكتام
Copramic acid	حمض كارباميك
Carbanions	كربانيون
Carbohydrates	كربوهيدرات
Carbon black	اسود كربون
Carbonium ions	أيونات كربونيوم
Carbon tetrachloride	رابع كلوريد كربون
Carbonyl group	مجموعة كربونيل
Carboxamide	كربو كساميدات
Carboxyl group	مجموعة كربوكسيل
Carboxylic acids	احماض كربوكسيلية
Caryophyllene	كاريوفيلين
Catechol	كاتيكول
Cellobiose	سيلوبيوز
Cellophane	سيلوفان
Cellulose	سيلولوز
Chitin	كيتين
Chloral	كلورال
Chloral hydrate	هيدرات كلورال
Chloroacetic acid	حمض كلورواستيك
Chlorobenzene	كلوروبنزين
Chlorobenzoic acids	احماض كلوروبنزويك
Chlorobutyric acid	حمض كلوروبوتيريك
Chloroethane	كلوروايثان
Chromate esters	استرات كرومات

Chromic acid	حمض كروميك
Cinnamaldehyde	سينامالدهيد
Citric acid.	حمض ستريك
Citronellol	سيترونيلول
Claisen condensation	تكاثف كليزن
Clemmensen reduction	اختزال كليمنسن
Coal tar	قطران الفحم
Cocaine	كوكايين
Codeine	كوداين
Coenzymes	كوانزيمات
Collodion	كولوديون
Congo red	احمر كونجو
Conjugated systems	انظمة متبادلة
Constitutional isomerism	ايزوميرزم تركيبى
Coordinate covalent bonds	روابط تناسقية تساهمية
Cope rearrangement	تعديل كوب
Copper acetyl ides	استيليدات النحاس
Coumarin	كومارين
Coupling	ازدواج
Cracking	التكسير
Cresol	كريزول
Crotonaldehyde	كروتونالدهيد
Crotonic acid	حمض كروتونيك
Crotyl alcohol	كحول كروتيل
Cubane	كيوبان

Cumene	كيومين
Cyanides	سيانيدات
Cyanohydrins	سيانو هيدرينات
Cyclic anhydrides	الهيدريدات حلقة
Cyclic hydrocarbons	هيدروكربونات حلقة
Cycloalkanes	الكانات حلقة
Cysteine	ستين
Decalin.	ديكالين
Dehydrohalogenation	انتزاع حمض هالوجيني
Derlin	درلين
Denaturation	تغير طبيعة البروتينات
Detergents	منظفات
Dextrorotatory substances	مواد يمينية . دوران الضوء
Diamines	ثنائي امينات
Diamond	ماس
Diazo coupling	إزدواج ديازو
Diazonium compounds	مركبات ديازونيوم
Diazotization	دسترة
Dicarboxylic acids	احماض ثنائية الكربوكسيل
Dieldrin	دبلدرين
Diels-Alder reaction	تفاعل ديلز - الدر
Dienes	دايينات
Diethyl ether	ثنائي إيثيل إثير
Dimerization	دايمرة
Dimethylamine	ثنائي مثيل امين

Dimethyl ether	إثير ثنائي مثيل
Diphenyl amine	ثنائي فينيل مثيل
Dipolar structures	تراكيب ثنائية القطبية
Direct dyes	اصباغ مباشرة
Disaccharides	سكريات ثنائية
Displacement reactions	تفاعلات احلال
Dissociation	تفكك
Dissymmetric molecules	جزيئات غير متممثلة
DNA	حمض ديبوكسي ريبوزنيوكليك
Drying oils	زيوت سريعة للجفاف
Dyes,	اصباغ
Electrophiles	الكتروفيلات
Electrophoresis	الكتروفوريسس
Elimination reactions	تفاعلات انتزاع
Enol	إينول
Enzymes	إنزيمات
Epichlorohydrin.	ايبكلوروهيدرين
Epoxides	إيبوكسيد
Epoxy resins	رانتجات إيبوكسي
Esterification	أسترة
Ethers	إثيرات
Ethyl acetate	أستات إثيل
Ethyl alcohol	كحول إيثيلي
Ethylamine	إثيل أمين
Ethylbenzene	إثيل بنزين

Ethylene	إثيلين
Ethylene glycol	إثيلين جليكوك
Ethylene oxide	اكسيد ائيلسين
Ethyl hydrogen sulfate	كبريتات ائيل هيدروجينية
Fats	دهون
Fatty acids,	الاحماض الدهنية
Fehlings solution	محلول فهلينج
Fermentation	تخمير
Fischer esterification	استرة فيشر
Flavors	مكسبات الطعم (مسيبات الطعم)
Fluoroalkanes	فلورو ألكانات
Formaldehyde	فورمالدهيد
Formalin,	فورمالين
Formamide	فورماميد
Formic acid	حمض فورميك
Free radicals	شقوق حرة
Freons	فريون
Friedel-Crafts reaction	تفاعلات فريدل كرافتس
Fructose	فركتوز
Fuchsin	فوكسين
Fumaric acid	حمض فيوماريك
Functional groups	مجموعات فعالة
Fused rings	حلقات ملتحمة
Galactose	جلاكتوز
Gasoline	جازولين

Geometric isomerism	ايزو ميرزم هندسي
Gels	هلاميات
Gluconic acid	حمض جلوكونيك
Glucose	جلوكوز
Glutamic acid	حمض جلوتاميك
Glutaric acid	حمض جلوتاريك
Glycine	جلايسين
Glycolic acid	حمض جليكوليك
Glycylglycine	جلايسيل جلايسين
Glyoxal	جليوكزال
Grignard reagents	كواشف جرينيارد
Guanidine	جوانيديين
Haloform reaction	تفاعل هالوفورم
Halogenation	هلجنة
Halogen compounds	مركبات هالوجينية
Hemiacetals	هيمي اسيتالات
Hemiketals	هيمي كيتالات
Heptane	هبتان
Hexane	هكسان
Hexanoic acid	حمض هكسانويك
Hofmann rearrangement	تعديل هوفمان
Homologous series	سلسلة متشاكلية
Hydration of alkenes	هيدرة الالكينات
Hydrazine	هيدرازين
Hydrazones	هيدرازون

Hydrogenation	هدرجة
Hydroquinone	هيدروكينون
Hydroxylamine	هيدروكسيلامين
Indigo	إنديجو
Indole	اندول
Indoleacetic acid	حمض اندول استيك
Insulin	انسولين
Iodine number	رقم اليود
Iodoform, test	ايودوفورم . اختبار
Isobutyl alcohol	كحول ايزوبيوتيل
Ketones	كيتونات
Lactic acid	حمض لاكتيك
Lactides	لاكتيدات
Lactose	لاكتوز
Lauric acid	حمض لوريك
Lauryl alcohol	كحول لوريل
Lewis acid	حمض لويس
Lignin	ليجنين
Lipids	ليبيدات
Lysine	لايسين
Maleic anhydride	انهيدريد ماليك
Malic acid	حمض ماليك
Malonic acid	حمض مالونيك
Maltose	مالتوز
Mannose	مانوز

Markownikoffs rule	قاعدة ماركونيكوف
Menthol	منثول
Meso structures	تراكيب ميزو
Metabolism	تمثيل غذائي
Methane	ميثان
Methanol	ميثانول
Methyl acetate	استيتات مثيل
Methyl ethyl ether	اثير مثيل اثيل
Methyl group	مجموعة مثيل
Methylmagnesium iodide	يوديد مثيل مغنسيوم
Methyl phenyl ketone,	مثيل فينيل كيتون
Methyl radical	شق مثيل
Methyl salicylate	سالييلات مثيل
Monosaccharides	سكريات احادية
Morphine	مورفين
Mustard gas	غاز مسترد (غاز الخردل)
Mutarotation	تعديل الدوران
Naphthalene	نفتالين
Natural gas	غاز طبيعي
Natural products	منتجات طبيعية
Nicotine	نيكوتين
vitamins	فيتامينات
Nitration	نيترة (نترية)
Nitriles	نتريلات
Nitromethane	نيتروميثان

Nucleic acids	أحماض نيوكلييك
Nucleophilic reactions	تفاعلات نيوكليوفيلية
Nylon	نايلون
Octane numbers	رقم الاوكتان
Octyl acetate	استيات اوكتيل
Oils	زيوت
Olefins.	اوليفينات
Oligosaccharides	سكريات اوليجو
Olive oil	زيت زيتون
Optical activity	نشاط ضوئي
Optical isomerism	ايزوميرزم ضوئي
Oxalic acid	حمض اكزاليك
Oxidation	أكسدة
Oximes	اوكزيمات
Ozonization	تحلل اوزوني
Paints	طلاءات
Palmitic acid	حمض بالميتيك
Palm oil	زيت النخيل
Pantothenic acid	حمض بانتوثينيك
Paraffins	بارا فينات
Paraldehyde	بارالدهيد
Penicillin	بنيسيلين
Pentene	بنتين
Poptides	بيتيدات
Phenol-formaldehyde resins	راتنجات فينول فورمالدهيد

Phenols	فينولات
Phenyl acetate	فينيل اسيتات
Phthalic acid	حمض فثاليك
Phthalic anhydride	انهدريد فثاليك
Picric acid	حمض بكريك
Pollution	تلوث
Polyamides	بولي اميدات
Polyesters	بولي استرات
Polymerization	بلمرة
Polysaccharides	سكريات عديدة
Propionaldehyde	بروبيونالدهيد
Propionic acid	حمض بروبيونيك
Propylene	بروبيلين
Proteins	بروتينات
Pyridine	بيريدين
Pyroxylin	بيروكسيلين
Pyrrole	بيرول
Pyrrolidine	بيروليدين
Pyruvic acid	حمض بيروفيك
Quinine	كينين
Quinolinc	كينولين
Radiation	اشعاع
Reducing sugars	سكر مختزل
Reduction	احتزال
Resonance	الرنين
Resorcinol	ريزورسينول

Rubber	مطاط
Salicylic acid	حمض ساليسيليك
Sandmeyer reaction	تفاعل ساندماير
Schiffs bases	قواعد شيف
Soaps	صابون
Sodium methoxide	ميثوكسيد صوديوم
Sodium phenoxide	فينوكسيد صوديوم
Sorbitol	سوربيتول
Specific rotation	دوران نوعي
Spectroscopy	تحليل طيفي
Starch	نشا
Stearic acid	حمض ستيريك
Stearine	ستيرين
Stereoisomerism	ايزوميرزم فراغي
Structural formulas	صيغ تركيبية
Structural isomerism	ايزوميرزم تركيبية
Styrene	ستايرين
Substitution reactions	تفاعلات استبدال
Succinic acid	حمض سكسينيك
Succinic anhydride	انهدريد سكسينيك
Sucrose	سكروز
Sulfanilamide	سلفا نيلاميد
Sulfonation	سلفنه
Symmetry	تماثل
Tartaric acid	حمض تريك
Tautomerism	توموميرزم

Tiflon	تيفولون
Terpenes	تيريينات
Terramycin	تيراميسين
teriphthalic acid	حمض تيرفثاليك
Tetracyclin	تتراسيكلين
Thiols	ثيولات
Thyrotropin-releasing hormone, (TRH)	هرمون محرر ثيروتروپين
Tollen's test.	اختبار طولن
Toluene	طولوين
Toluic acid	حمض طوليك
Trimethylamine.	ثلاثي مثيل امين
Trioxane	ترايوكسان
Urea	يوريا
Urea-formaldehyde plastics	لدائن يوريا - فورما لدهيد
Uridine	يوريدين
Valeric acid	حمض فاليريك
Valine	فالين
Vanillin	فانيلين
Vinyl acetate	اسيتات فايناييل
Vinylacetylene	فايناييل اسيتيلين
Vinyl chloride	كلوريد فايناييل
Vitamins	فيتامينات
Waxes	شموع
Williamson synthesis	تخليق وليمسون
Wood alcohol,	كحول الخشب
Wurtz reaction	تفاعل فورترز