كيمياء حيوية / المرحلة الثانية / قسم علوم الأغذية

Biochemistry : هي كيمياء الكائن الحي وهي دراسة التغيرات الكيميائية التي تحدث في الكائن الحي منذ تكوينه وحتى فترة نموه وحياته ودراسة مكوناته الخلوية ووظائفها والتغيرات التي تطرأ عليها أثناء العمليات الحيوية المختلفة مثل الهضم والتمثيل الغذائي والتنفس والنمو.

مكونات الخلية: الماء، المواد الكاربوهيدراتية، المواد الدهنية، المواد البروتينية، الأنزيمات، الأحماض النووية، مركبات غير عضوية.

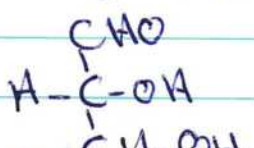
المواد الكاربوهيدراتية Carbohydrates

تعد الصين أول دولة عرفت السكر تلتها مصر وكان العلماء العرب هم أول من حصلوا على السكر بصورة متبلورة.

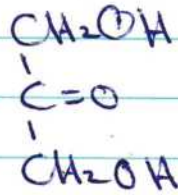
أما من وجهة النظر الكيميائية $C_nH_{2n}O_n$ وعرفت سابقاً بـ (مائيات الكاربون) وهي مركبات يدخل في تركيبها عناصر C، H، O ويتواجد H و O بنسبة 2:1 نظراً لكون المواد الكاربوهيدراتية تتميز باحتوائها على مجاميع هيدروكسيل متعددة ومجاميع الدهايدية وكيتونية فهي عبارة عن الدهايدات أو كيتونات متعددة الهيدروكسيل.

اما ابسط المركبات التي تعتبر حجر الأساس للمواد الكاربوهيدراتية

أ- Glyceraldehyde



ب- Dihydroxyacetone



يعتبر glyceraldehyde هو حجر الأساس في تكوين السكريات المحتوية على المجاميع الالدهايدية وتسمى aldoses

اما dihydroxyacetone هو حجر الأساس لتكوين السكريات المحتوية على المجاميع الكيتونية وتسمى Ketoses

المواد الكاربوهيدراتية وظاهرة النشاط الضوئي
Carbohydrates and optical activity

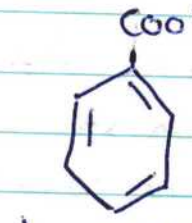
هناك ظاهرة تتميز بها المركبات العضوية وهي وجود مركبات لها نفس الصيغة الجزيئية ولكنها تختلف عن بعضها في التركيب البنائي للذرات داخل الجزيء وتسمى هذه الظاهرة بـ isomerism

ويمكن تقسيم isomerism

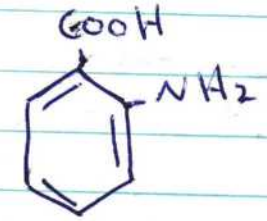
١- الايزومير البنائي isomerism وينقسم ثلاث

٢- isomerism الوضعي

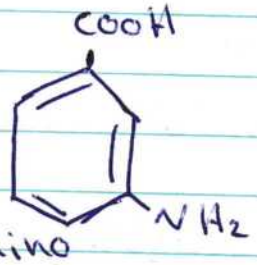
يعود الى اختلاف مكان المجموعة الفعالة في تركيب المركبات المتشابهة



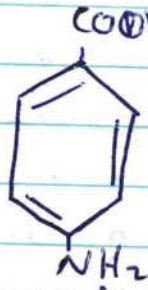
benzoic acid



ortho amino benzoic acid



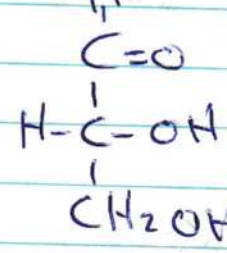
meta amino benzoic aid



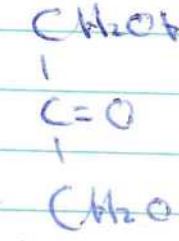
para amino benzoic acid

ب- isomerism الوظيفي

يعود الى اختلاف في وظيفة المجموعة الفعالة المتصلة بين المركبات المتشابهة



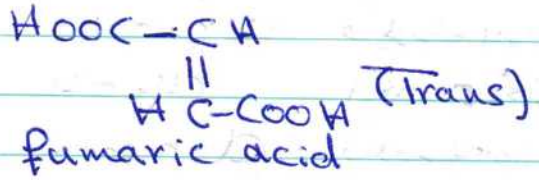
glyceraldehyde



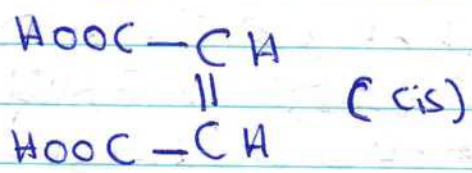
dihydroxy acetone

ج- isomerism الفراغي
يعود الى الاختلاف في التوزيع الفضائي للذرات داخل الجزيء ويقسم

د- isomerism الهندسي
يوجد نوعان وهما cis , Trans

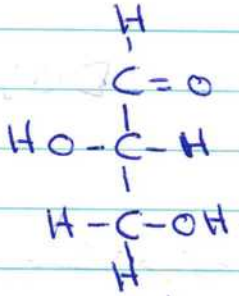


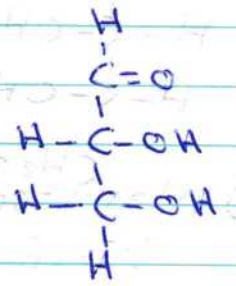
fumaric acid



Malic acid

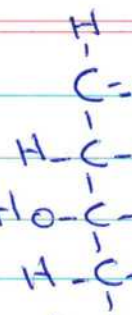
ب- isomerism الضوئي
تختلف المركبات بعضها عن بعض الاخر بقدرتها في التأثير على الضوء المستقطب فبعضها يحرف الضوء المستقطب الى جهة اليمين وبعضها لها قدرة على تحريف الضوء الى جهة اليسار وتعود هذه الظاهرة لوجود ذرة C واحدة على الاقل تكون غير متناظرة او غير متناسقة


L-glyceraldehyde

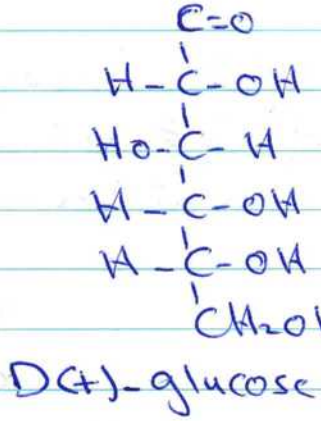

D- glyceraldehyde

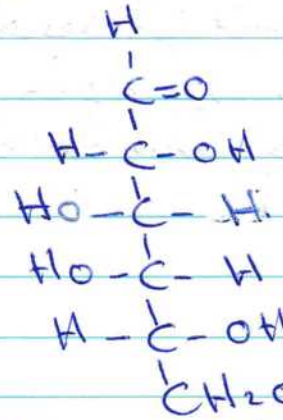
فاذا كانت مجموعة الهيدروكسيل OH الى جهة اليمين المرتبطة بذرة C غير المتناظرة او غير المتناسقة يكون المركب يميني الدوران D مشتقة من الكلمة Dextro rotatory واذا كانتا مجموعة OH الى جهة اليسار يكون المركب يساري الدوران اي L مشتقة من الكلمة Levo rotatory
وكلما زاد عدد ذرات C غير المتناظرة غير المتناسقة زادت عدد الايزومرات الضوئية وتسمى Enantiomers
وهي المتشابهات الضوئية التي احدها صورة مرآة للاخر ولكن لا ينطبق عليه

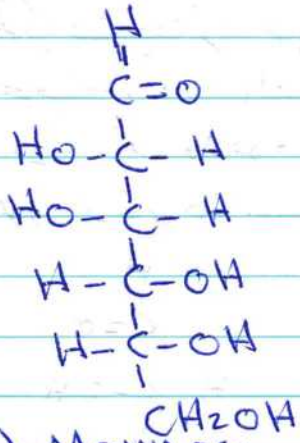
يحوي glucose على 4 ذرات C تكون غير متناظرة
أو غير متماثلة لذلك يمكن للكلوكوز 16 متشابه
يكون 8 من نوع D و 8 من نوع L



ويكون أمريكيا من نوع D إذا كانت مجموعة OH الموجودة في
ابعد ذرة C عن المجموعة الفعالة التي تكون غير متناظرة أو متماثلة.
ويدور الضوء بزاوية موجبة إذا كانت مجموعة OH في أقرب
ذرة C عن المجموعة الفعالة غير متناظرة أو غير متماثلة
لذلك يسمى D(+) glucose







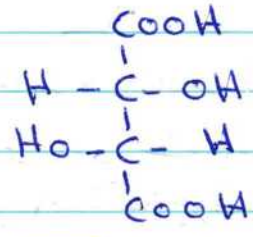
D(+)-glucose

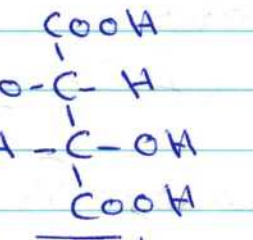
D(+) galactose

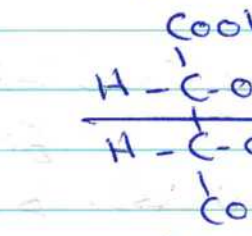
D(-) Mannose

Epimers : متشابهات هندسيان مختلفان بذرة واحدة فقط

هناك مركبات تحوي على خليط متساو تقريباً من النوع الذي يحرف الضوء إلى جهة
اليمين والنوع الذي يحرف الضوء المستقطب إلى جهة اليسار ويسمى هذا الخليط
Racemic mixture : متشابهان هندسيان صورة طبق الأصل من تلك التي تعكسها
المرآة للآخر







L(+) Tartaricacid

D(-) Tartaric acid

خامل هندسياً

التركيب الفراغي للكربوهيدرات

١- التركيب المستقيم للكربوهيدرات (صيغة Fischer)

يحتوي هذا التركيب على وجود ذرات C غير متماثلة او غير متناسقة، ولكن لوحظ ان التركيب لا يوضح الصفات الفيزيائية والكيميائية للكربوهيدرات.

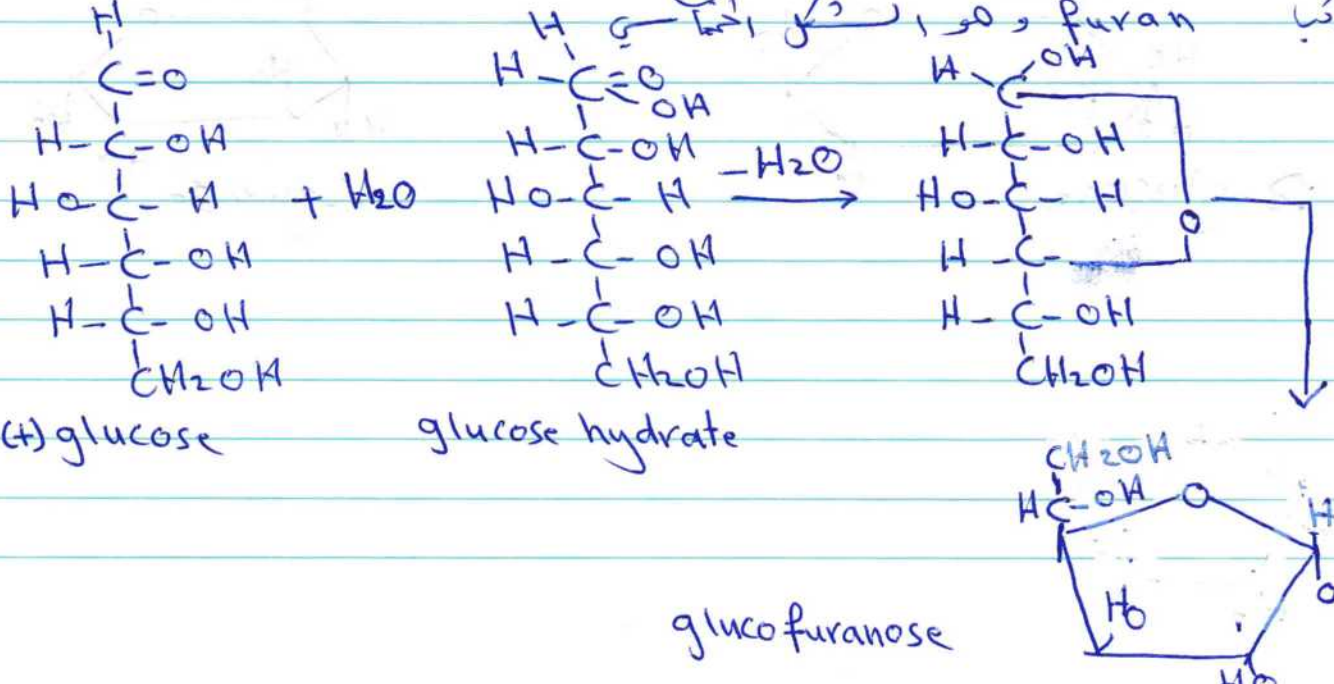
٢- التركيب الحلقي للكربوهيدرات (صيغة Haworth)

جاء أول مؤشر على وجود الجلوكوز بأكثر من هيئة تركيبية من خلال تغير الدورة النوعية Specific rotation (الانحراف النوعي). وجد ان الانحراف النوعي لمحلول الجلوكوز المتبلور في كحول الايثيلي المطلق الحضر مختبرياً يتغير تدريجياً خلال الساعات الاولى. اذ يكون في بادئ الامر $+111^\circ$. ثم يأخذ بالانخفاض التدريجي الى ان يصل الى قيمة ثابتة مقدارها $+52^\circ$

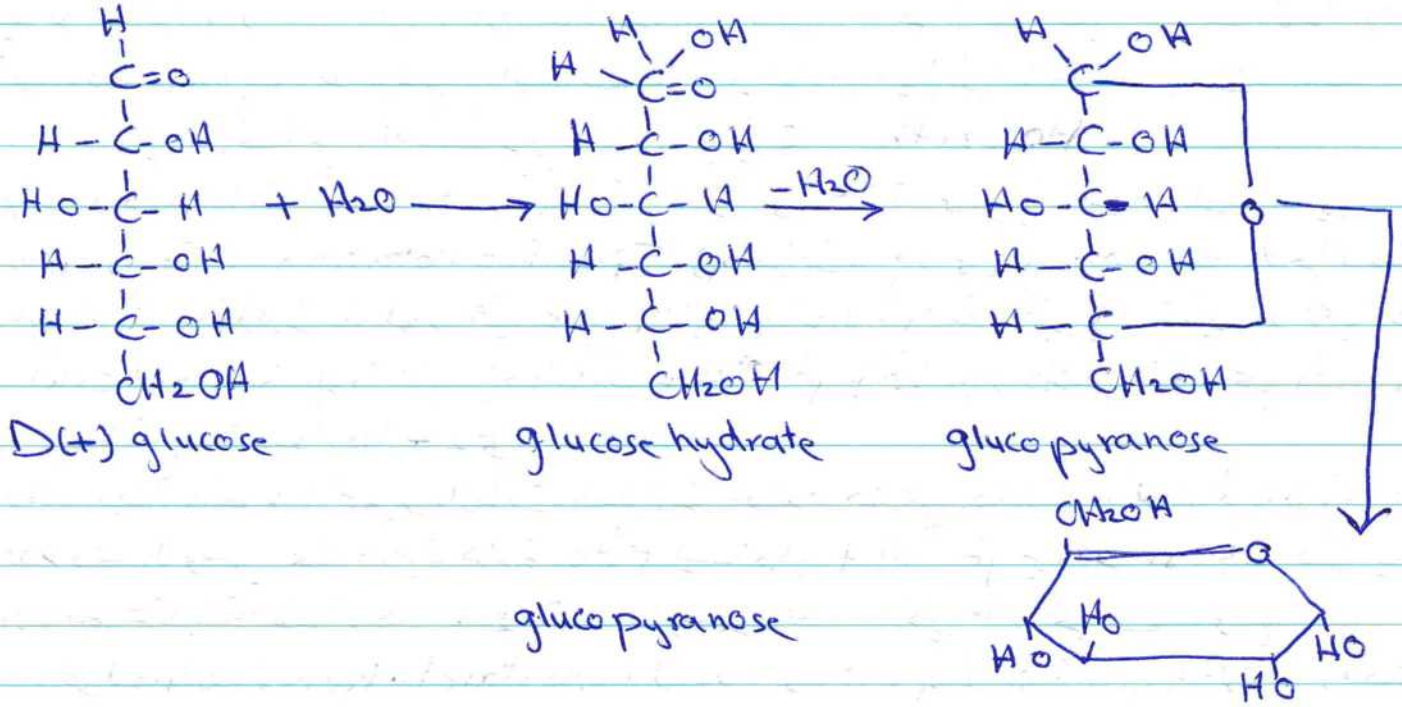
وجد ايضاً انه عند تحضير بلورات الجلوكوز بوجود حامض خليك يكون في البداية مقدار الدوران النوعي عند درجة حرارة $98^\circ C$ يساوي $+19^\circ$ ثم يزداد تدريجياً حتى يصل الى قيمة ثابتة مقدارها $+52^\circ$ ويسمى هذا التغير بالانحراف النوعي

تحول الدورة Mutarotation، لا تقتصر هذه الظاهرة على الجلوكوز ولكنها ايضاً موجودة في كل السكريات المختزلة. هذا يدل على وجود الجلوكوز بصورتين بنائية اي لا يوجد على سلسلة مستقيمة مفتوحة من ذرات C.

لذلك اقترح Haworth الصورة الحلقية للمواد الكاربوهيدراتية. اذ ان الجلوكوز يتحد مع H_2O عند اذابته في الماء مكوناً مركب glucose hydrate مركب غير مستقر، يفقد بعدها هذا المركب جزيء H_2O مكوناً تركيباً حلقياً نتيجة لارتباط ذرة C الاولى (الانومرية) بأكسجة جلوكوسيدية أما ذرة C الرابعة فيسمى المركب الناتج Glucofuranose اشتق من المركب furan وهو الشكل الحلقي



او ترتبط ذرة (الاولى (الانومرية) بذرة) الخامسة لتكون تركيب يسمى Glucopyranose لعلاقته بمركب pyran ويكون بشكل سداسي



عندما تتواجد مجموعة OH الى جهة اليمين في التركيب المستقيم يعني هذا ان OH في الشكل الحلقي تكون داخل التركيب او الخارج. واذا كانت مجموعة OH الى جهة اليسار في الشكل المستقيم يعني ان OH الى الاعلى او خارج التركيب. اما مجموعة OH في ذرة (الاولى (الانومرية) اذا كانت الى الاسفل فان التركيب يكون من نوع β اما اذا كانت الى الاعلى يكون التركيب من نوع α

تقسيم المواد الكاربوهيدراتية

يمكن تقسيم المواد الكاربوهيدراتية تبعاً لعدد الوحدات التي تتكون منها المركب

١- السكريات الأحادية Monosaccharides

تتكون من وحدة واحدة من السكريات لا يمكن تحللها مائياً الى وحدات ابسط يتراوح عدد ذراتها من 3-10 ذرة

أ- Triose (3 ذرات)

ب- Tetrose (4 ذرات)

ج- pentose (5 ذرات)

د- Hexose (6 ذرات)

تنقسم منها يحتوي على مجموعة الديهايدية aldoses وقسم اخر يحتوي على مجموعة كيتونية Ketoses صيغتها العامة $C_nH_{2n}O_n$

٢- السكريات الثنائية Disaccharides

تتكون من وحدتين من وحدات السكريات الأحادية مع فقد جزيئة H_2O تتحلل مائياً بواسطة الأحماض المخففة والإنزيمات فاتورها العام $C_{12}H_{22}O_{11}$ تقسم الى قسمين

أ- السكريات الثنائية المختزلة reducing sugar

ب- السكريات الثنائية غير المختزلة Non-reducing sugar

٣- السكريات القصيرة السلسلة Oligosaccharide

تتكون من اتحاد عدد من السكريات الأحادية يتراوح عددها من 3-10 وحدة من وحدات السكريات الأحادية مع فقد جزيئات H_2O وتقسم الى

أ- السكريات الثلاثية Trisaccharides

تتكون من اتحاد 3 جزيئات من جزيئات السكريات الأحادية مع فقد جزيئتين H_2O فاتورها $C_{18}H_{32}O_{16}$

ب- السكريات الرباعية Tetra saccharide

تتكون من اتحاد 4 جزيئات من جزيئات السكريات الأحادية مع فقدان 3 جزيئات H_2O فاتورها $C_{24}H_{42}O_{21}$

٤- السكريات المتعددة الطويلة السلسلة polysaccharides

وهي المواد الكاربوهيدراتية التي تحتوي على ١٠ جزيئات من جزيئات السكريات الاحادية او هي بوليمرات للسكريات الاحادية ترتبط مع بعضها كلوكوسيدية وتقسم الى

أ- سكريات متعددة متجانسة Homopolysaccharides

تتكون من اكاد نوع واحد من السكريات الاحادية وهي

١- Glucans من الكلوكوز فقط

Cellulose, Starch / dextrins, glycogen

٢- Fructosans من الفركتوز فقط

٣- Mannan من المانوز

٤- galactans من الكالاكتوز

ب- سكريات متعددة غير متجانسة Hetero polysaccharide

تتكون من اكاد من نوع من انواع السكريات الاحادية او مشتقات المواد الكاربوهيدراتية او السكريات الامينية او الكحولات السكرية.