الكيمياء الحيوية

Bio-Chemistry

Dr. Ahmed Gaber Mohammed Taha

Lecturer in Organic Chemistry

Faculty of Science

South Valley University

المقرر : الكيمياء الحيوية

اعداد

د. احمد جابر محمد طه

الفرقة الثانية تربية اساسي علوم

العام الدراسي ٢٠٢٣-٢٠٢٤

مقدمة

- **الكِيمياء الحيوية** (النسبة إليها: **كيموحيوي**) هي أحد فروع العلوم الطبيعية وتختص بدراسة التركيب الكيميائي لأجزاء الخلية في مختلف الكائنات الحية سواء كانت كائنات بسيطة مثل (البكتيريا، الفطريات والطحالب) أو معقدة كالإنسان والحيوان والنبات. ويوصف علم الكيمياء الحيوية أحيانًا بأنه علم كيمياء الحياة وذلك نظرًا لارتباط الكيمياء الحيوية بالحياة، فقد ركز العلماء في هذا المجال على البحث في التفاعلات الكيميائية داخل الكائنات الحية على اختلاف أنواعها عن طريق دراسة المكونات الخلوية لهذه الكائنات من حيث التراكيب الكيميائية لهذه المكونات ومناطق تواجدها ووظائفها الحيوية فضلا عن دراسة التفاعلات الحيوية المختلفة التي تحدث داخل هذه الخلايا الحية من حيث البناء والتكوين، أو من حيث الهدم وإنتاج الطاقة.[٣] والتي تساعد بشكل كبير في فهم أنسجة وأعضاء ووظائف الكائنات الحية.
- الفئات الأربع الرئيسة من الجزيئات في الكيمياء الحيوية هي الكربوهيدرات والدهون (أو ما تسمى باللبيدات) والبروتينات والأحماض النووية. العديد من الجزيئات الحيوية بوليمرات، حيث أن المونومرات هي جزيئات صغيرة ترتبط مع بعضها لتكون الجزيئات الكبيرة، والتي تعرف بالبوليمرات.

Bio-Chemistry

التمثيل الغذائي

Metabolism

Food

الأكل

Anabolism

بناء

Catabolism

هدم

التمثيل الغذائي هو كل العمليات الحيوية التي تتم داخل الكائن الحي من عمليات هدم وبناء

الأكل

Food

Oxidizable
قابل للأكسدة

- CHO الكربوهيدرات
- Lipids الليبيدات
- Proteins البروتينات

Non-oxidizable
غير قابل للأكسدة

- Vitamins الفيتامينات
- Minerals المعادن
- Water الماء

في هذا المقرر سوف نتطرق للدراسة الكيميائية لكلا من الكربوهيدرات والليبيدات والبروتينات

Carbohydrates

تعريف الكربوهيدرات:

الكربوهيدرات هي مركبات عضوية تتكون من الهيدروجين والاوكسجين والكربون وتعرف بأنها مشتقات الدهيديه او كيتونيه لكحولات عديدة الهيدروكسيل (OH)، أو بأنها المركبات التي تعطي هذه المشتقات بالتحلل المائي لها تتميز بشكل عام بطعم حلو لذلك تستخدم في الأطعمة والأشربة للتحلية.

تستخدم كلمة سكر بشكل عام في الحياة اليومية للدلالة على السكر المستخدم يوميا وهو السكروز أحد أنواع السكريات ذات الحلاوة الواضحة. وهو ما يدعى أيضا بسكر الطاولة أو سكر الطعام مشابها لاسم ملح الطعام (كلوريد الصوديوم).

الكربوهيدرات هى عبارة عن ألديهيدات أو كيتونات متعددة الهيدروكسيل لها الصيغة العامة $(CH_2O)_n$

الشروط الواجب توافرها في السكريات

١- النسبة بين الهيدروجين و الاوكسجين ٢: ١ حيث الهيدروجين ضعف الاوكسجين
٢- تحتوي علي ذرات كربون غير متماثلة (كيرالية)
٣- تحتوي علي مجموعات هيدروكسيل
٤- تحتوي علي مجموعة الدهيد او كيتون

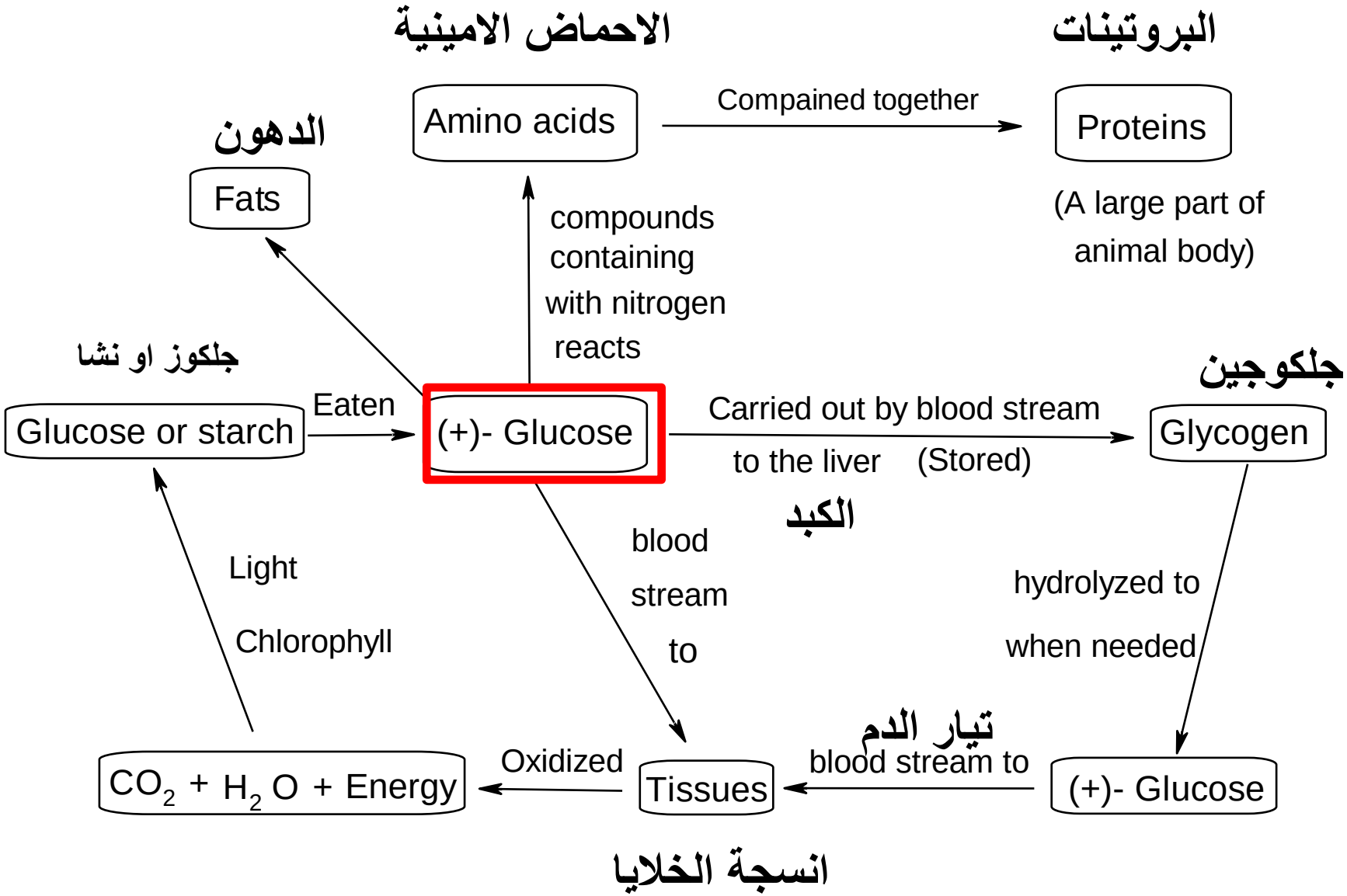
فوائد الكربوهيدرات

1- مصدر كبير للطاقة حيث ينتج عن تحللها وأكسدتها طاقة تستخدم فى التفاعلات البيوكيميائية لجميع الكائنات الحية

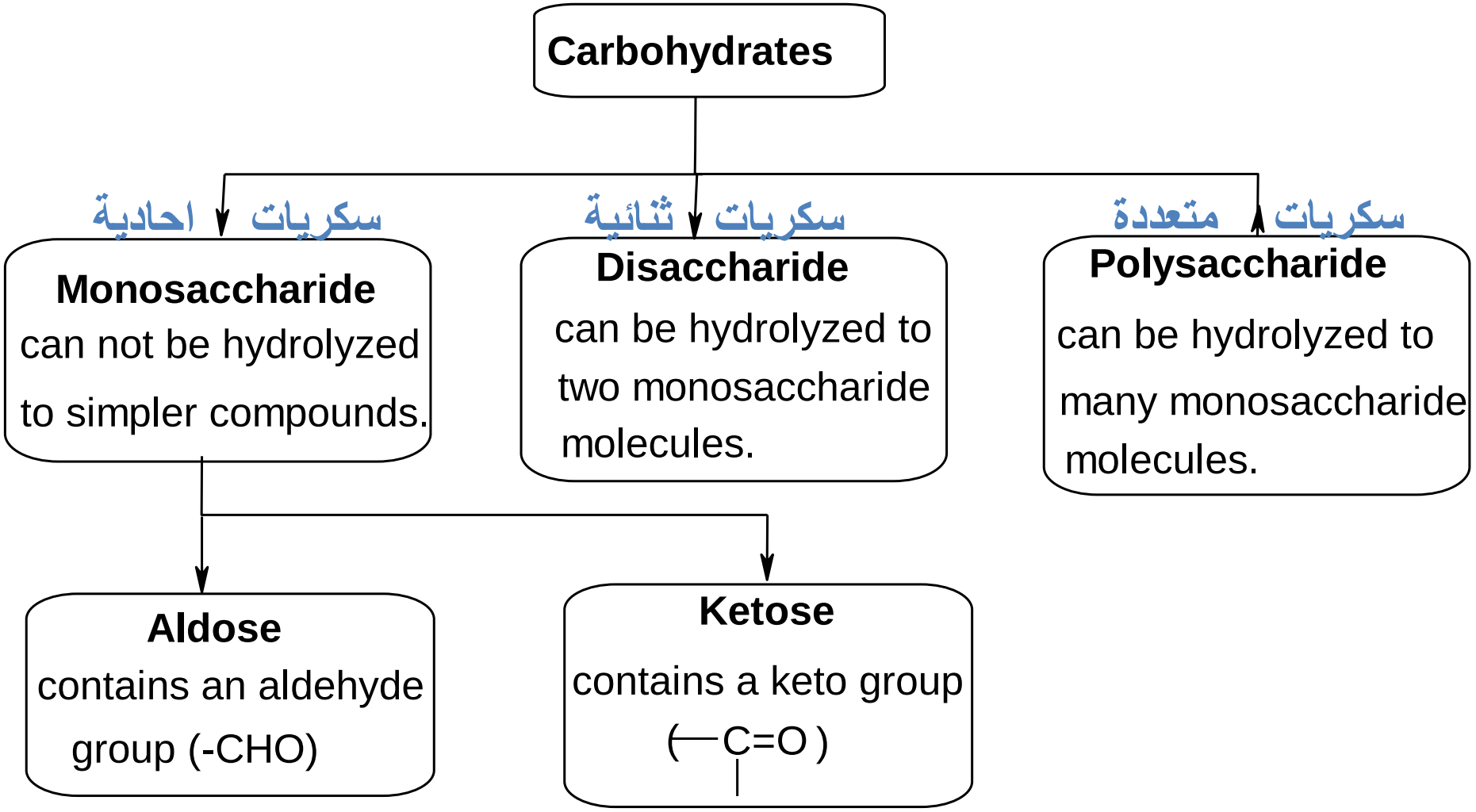
2- تخزن الطاقة الكيميائية المشتقة من الكربوهيدرات على شكل مركبات غنية بالطاقة مثل أدنوسين ثلاثي الفوسفات ATP وكوانسين ثلاثى الفوسفات GTP

3- الكربوهيدرات فى التركيب البنائي لجدار الخلية

4- وقود الجهاز العصبي المركزي : حيث لكي يستطيع الدماغ وبقية أجزاء الجهاز العصبي المركزي القيام بوظائفه في تنظيم الجسم، لا بد من توفر الجلوكوز لأنه مصدر الطاقة الرئيسي لهذا الجهاز الهام، وإن نقص الجلوكوز في الدم يؤدي إلى ضعف عمليات التفكير والتركيز الذهني وبالتالي تكثر الأخطاء في المواقف التي تحتاج إلى سرعة التفكير وحسن التصرف.


الاحماض الامينية
البروتينات
Amino acids
Compained together
Proteins
الدهون
Fats
compounds containing with nitrogen reacts
(A large part of animal body)
جلكوز او نشا
جلكوجين
Glucose or starch
Eaten
(+)- Glucose
Carried out by blood stream to the liver
Glycogen
(Stored)
الكبد
blood stream to
Light
Chlorophyll
hydrolyzed to
when needed
تيار الدم
$CO_2 + H_2O$ + Energy
Oxidized
Tissues
blood stream to
(+)- Glucose
انسجة الخلايا

Definition and Classification:



السكريات الأحادية Monosaccharides

هي السكريات التي لا يمكن أن تتحلل إلى وحدات أصغر منها بواسطة التحلل المائي وتسمى السكريات البسيطة أحياناً.

تشمل السكريات الثلاثية (تحتوي على ثلاث ذرات كربون) Trioses والرباعية Tetroses والخماسية Pentoses والسداسية hexoses وسوف نتعرض لهم بشئ من التفصيل في الصفحات القادمة.

تحتوي على مجموعة كربونيل تقع على ذرة كربون مرتبطة بها رابطة مزدوجة بينما بقية ذرات الكربون المرتبطة بروابط أحادية تحمل مجموعة هيدروكسيل

يسمي السكر الأحادي عديد الهيدروكسي ألدهيدي aldose أذا وجدت ذرة الكربونيل في نهاية سلسلة ذرات الكربون، أما إذا وجدت علي إحدى ذرات الكربون الأخري فتسمي عديد الهيدروكسي كيتوني Ketose

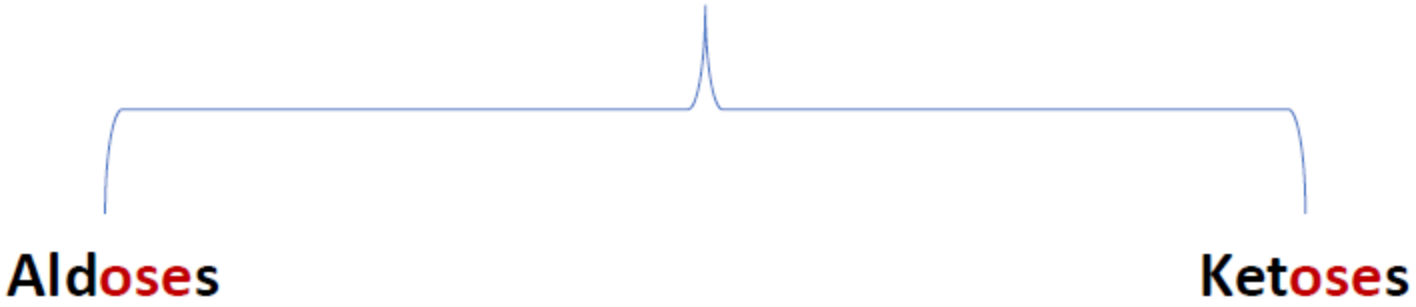
Monosaccharides

$(C \cdot H_2O)_n$

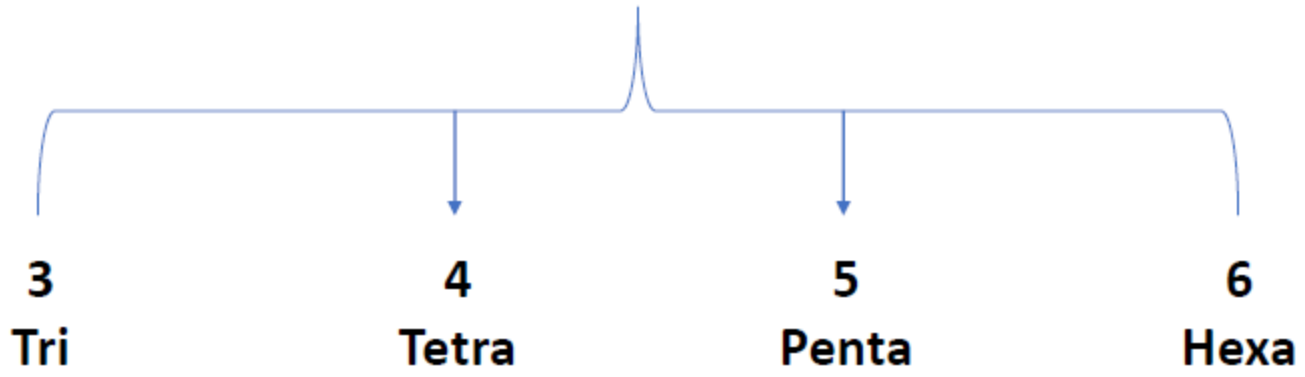
Polyhydroxy aldehyde or ketone

ose

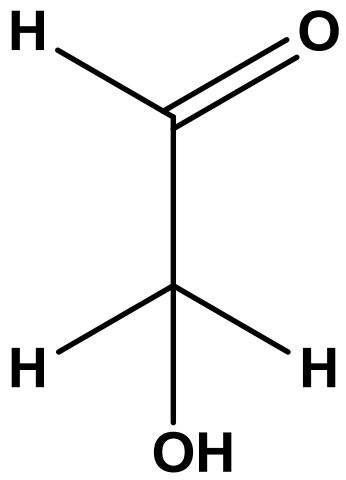
n = 3,4,5,6



According to no. of carbon atom



Diose



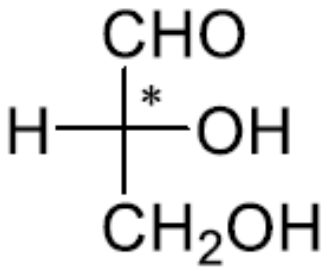
جليكوالدهيد Glycoaldehyde is the only diose

Trioses

تراوز

Aldotriose

الدوتراوز

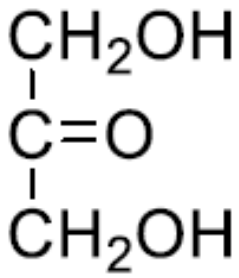


Glyceraldehyde

جليسرالدهيد

Ketotriose

كيتوتراوز



Dihydroxy acetone

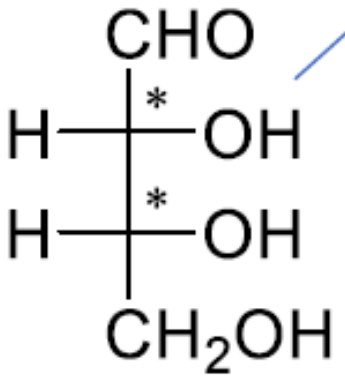
ثنائي هيدروكسي أستون

تتراوز

Tetroses

Aldotetrose

Assym. C atom = N - 2

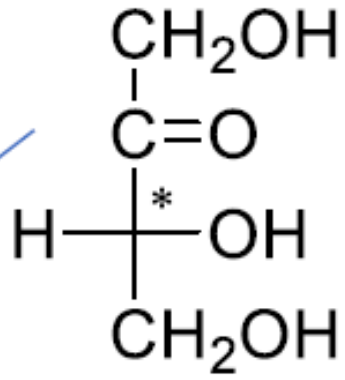


Erythrose

ارثروز

Ketotetrose

Assym. C atom = N - 3

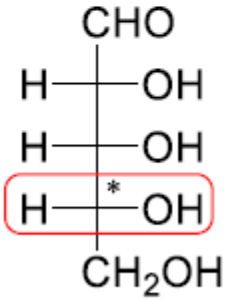


Erythrulose

ارثرولوز

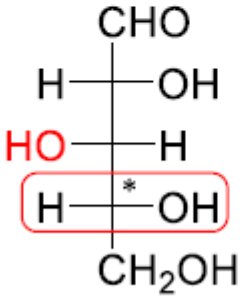
بنتاوز Pentoses

Aldopentose



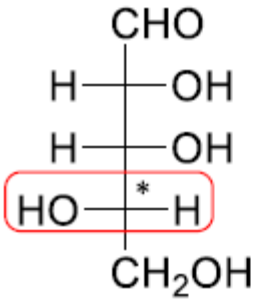
D-Ribose

ريبوز

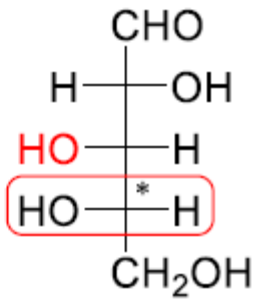


D-Xylose

زيلوز

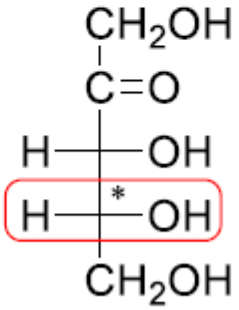


L-Ribose



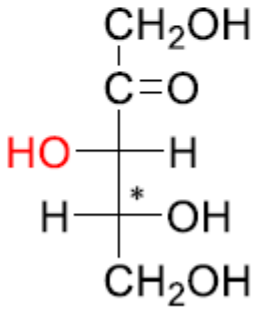
L-Xylose

Ketopentose



D-Ribulose

ريبيلوز



D-Xylulose

زيليلوز

ماهو شكل اليساري لكلا من الريبوز والزيلوز؟

سكريات سداسية Hexoses

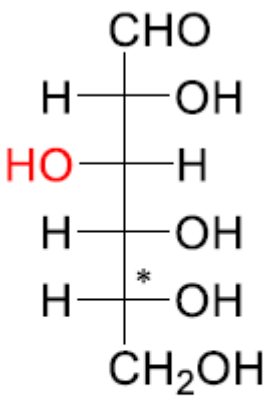
D-جلوكوز : مصدر عظيم للطاقة التى تحتاجها الأنسجة وهو مصدر وقود للدماغ وكريات الدم الحمراء والجلد.

D-فركتوز : يتحول فى الكبد والأمعاء إلى سكر الجلوكوز حيث يستفيد الجسم منه فى العمليات الآيضية.

D-جلاكتوز : يتحول إلى سكر الجلوكوز فى الكبد للعمليات الآيضية ويتم بناؤه فى الغدة اللبنية لصنع سكر اللاكتوز فى الحليب.

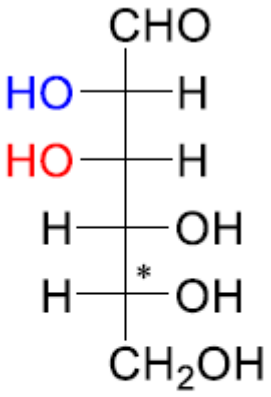
Hexoses هكساوز

Aldohexose



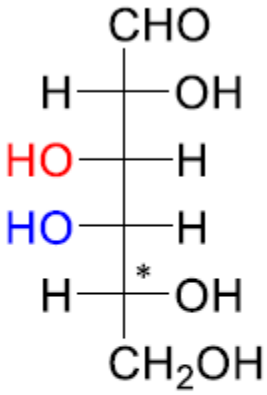
D-Glucose

D-جلوكوز



D-Mannose

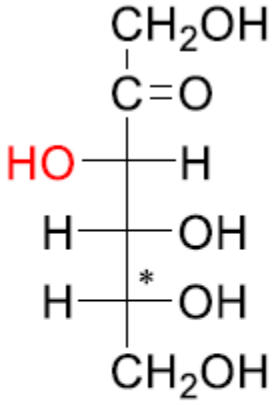
D-مانوز



D-Galactose

D-جلاكتوز

Ketohexose



D-Fructose

D-فركتوز

الشكل اليساري لكلا من السكريات السابقة

الفعالية البصرية للسكريات الأحادية

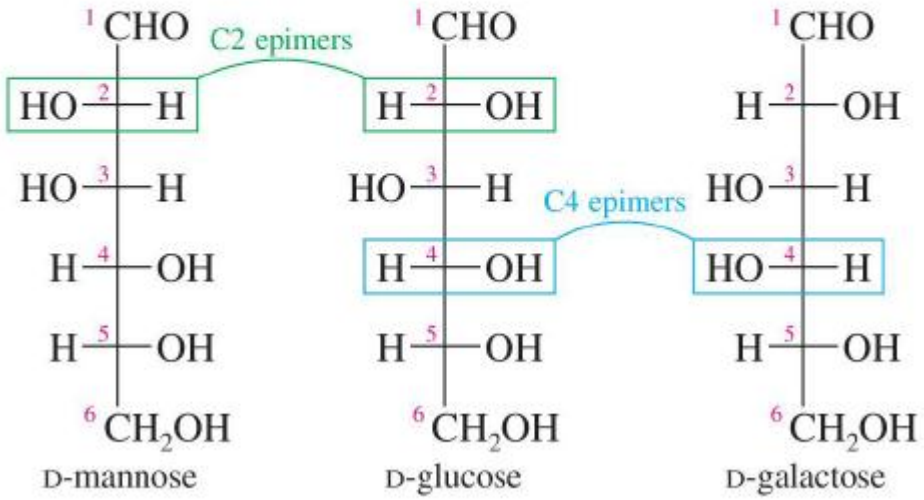
Optical activity of monosaccharides

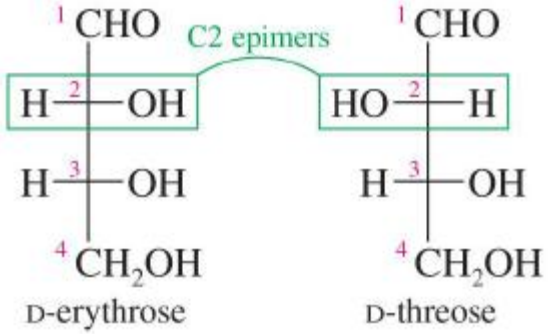
إذا احتوى المركب على ذرة كربون أو أكثر غير متناظرة Asymmetric وتسمى أيضا كيراليه Chiral (ذرة كربون تحتوى على أربع استبدالات مختلفة) فالمركب يكون فعالاً بصرياً Optically active كما هو الحال فى السكريات الأحادية والأحماض الأمينية.

وعليه فعندما تمر حزمة لضوء مستقطب من جهاز مقياس الأستقطاب polarimeter على المحلول فإن شعاع الضوء المستقطب إما يدور يميناً فيكون المركب أيمن الدوران ويرمز له (+) أو (D) أو يدور يساراً فيكون أيسر الدوران ويرمز له (-) أو(L)

السكر الثلاثي الألدهيدي جليسرالدهيد توجد به ذرة كربون واحدة غير متماثلة أو غير متناظرة هى ذرة الكربون رقم 2 (نجمه) والتى بإستطاعتها تدوير الضوء المستقطب لذلك يوجد هذا المركب بشكل إيزومرين Stereo isomers هما D، L

ابيميرز Epimers





Epimers are carbohydrates which vary in one position for the placement of the -OH group

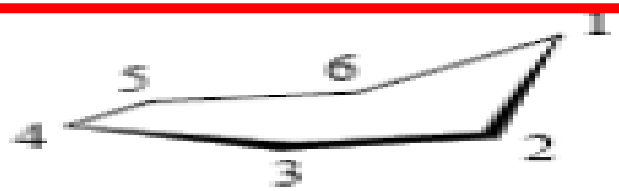
- السكريات التي تختلف في شكلها الفراغي في ذرة كربون واحدة فقط

Chair Conformation for Glucose

شكل الكرسي للجلوكوز

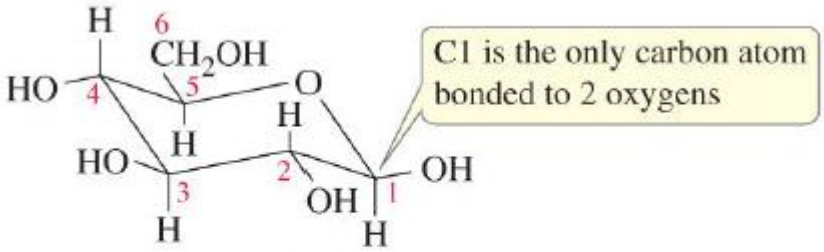
The chair-form of cyclohexane

The boat-form of cyclohexane

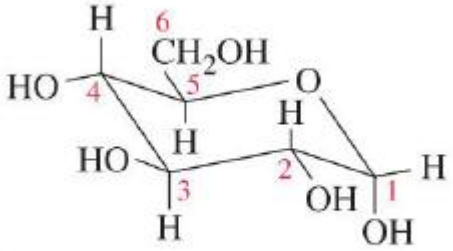


The half-chair form of cyclohexane

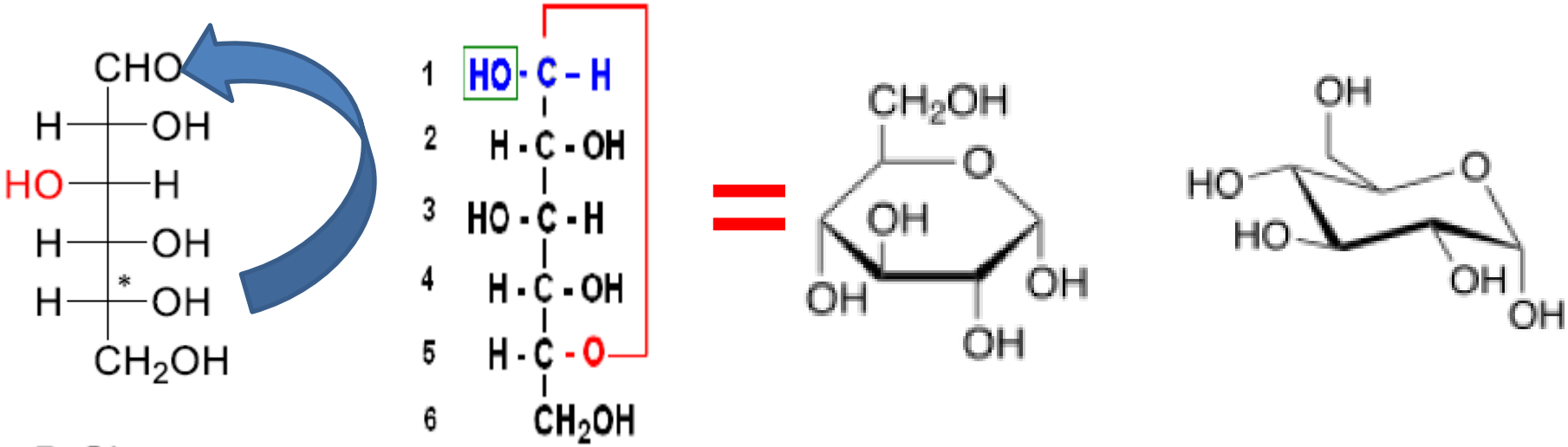
The twist-boat form of of cyclohexane



chair conformation (all substituents equatorial)

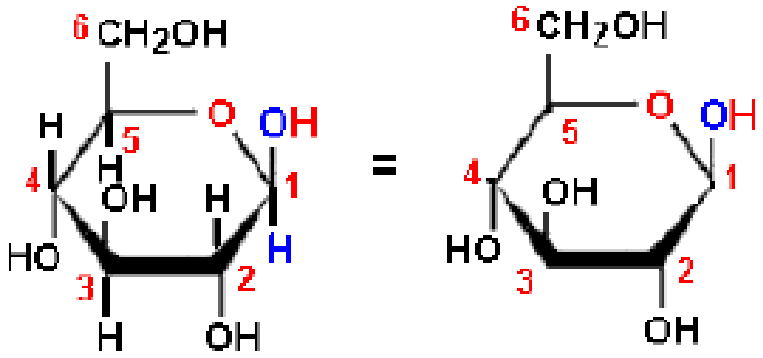


chair conformation (OH on C1 axial)

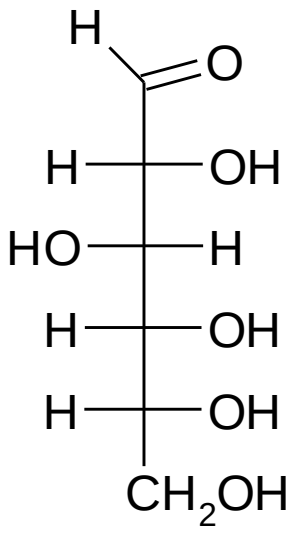


D-Glucose

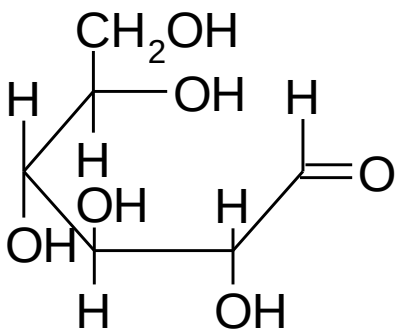
D-جلوكوز

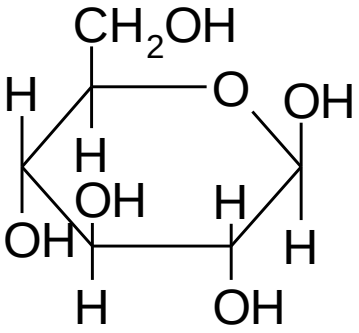


يوجد الجلكوز في الفراغ في شكل الكرسي لانه الاكثر ثبات و اقل طاقة

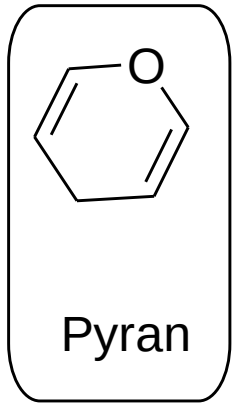


D-Glucose
(Fischer projection)





Pyranose form
(Haworth projection)



Anomers of Glucose

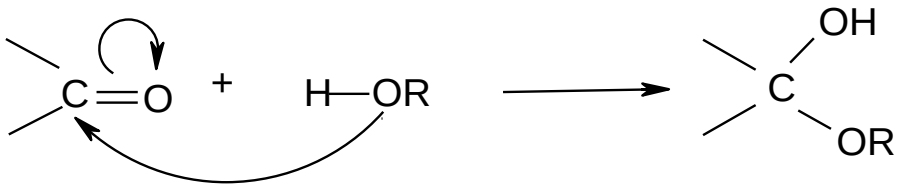
انوميرالجلكوز

الأنوميرأو المصاوغ الكربونيلي فيكيمياء السكر ولتحديد أكثر فهو مقابل غير ضوئي (للساكاريد) في الشكل الحلقي ويختلف فقط في ذرة الكربون النصف أسيتالية أو النصف كيتالية، ويطلق عليها أيضًا ذرة كربون أنوميرية، فإذا كانت مجموعة هيدروكسيل ذرة الكربون الأنوميرية في الوضع ترانس لمجموعةCH2OH ، فيكون السكر أنومير ألفا، بينما لو كانت مجموعة هيدروكسيل ذرة الكربون

الأنوميرية في الوضع سيس لمجموعةCH2OH ، فيكون السكر أنومير بيتا.مثلا

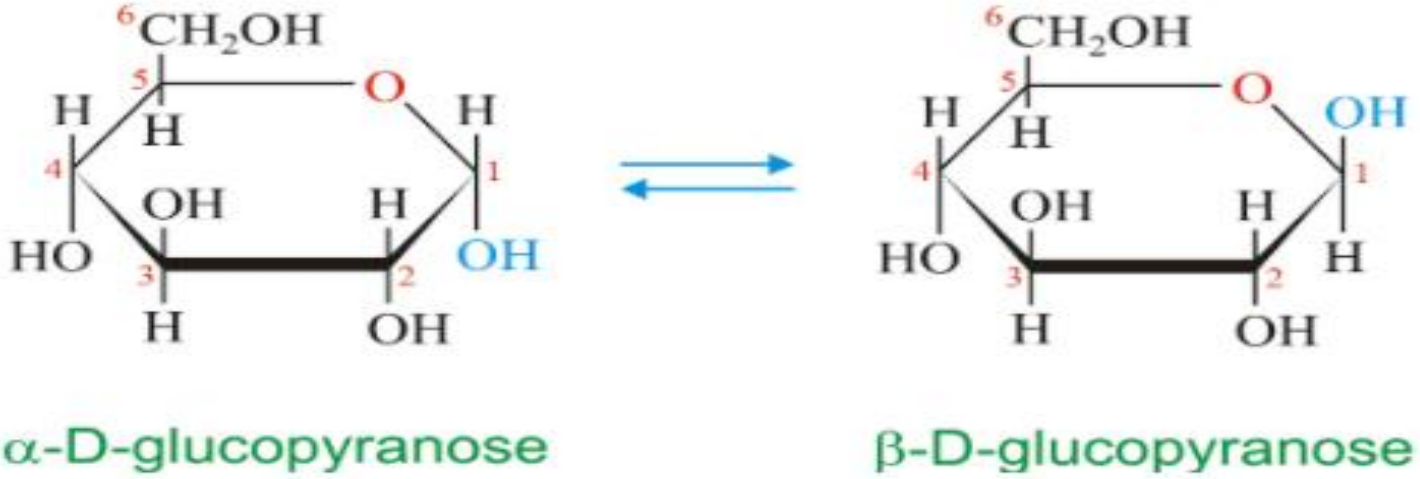
α-D-glucopyranose : و β-D-glucopyranoseيكونان الشكلين الحلقيين للجلوكوز، ويكونين أنوميرين.

ويطلق على التحول بين الأنوميرين مصطلح دوران تبديلي.



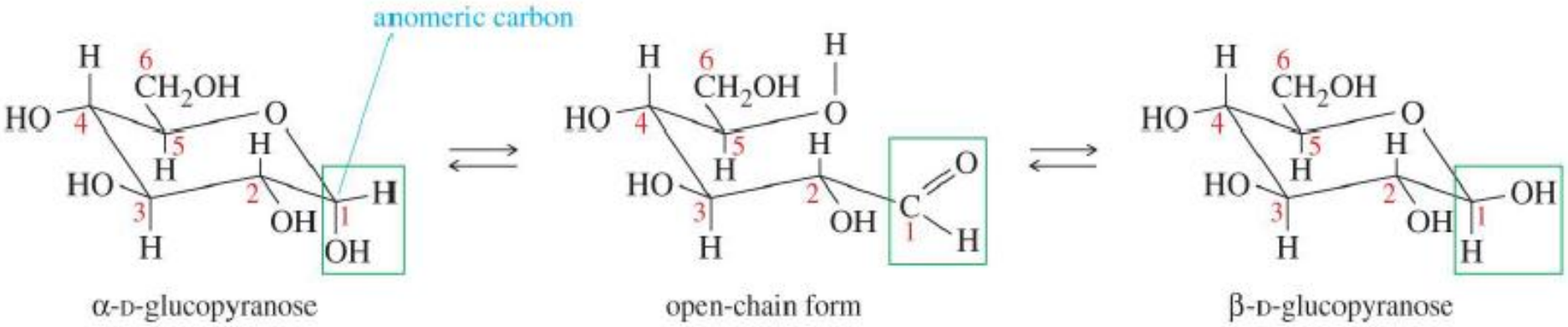
Aldehyde or Ketone

Hemiacetal



α-D-glucopyranose

β-D-glucopyranose

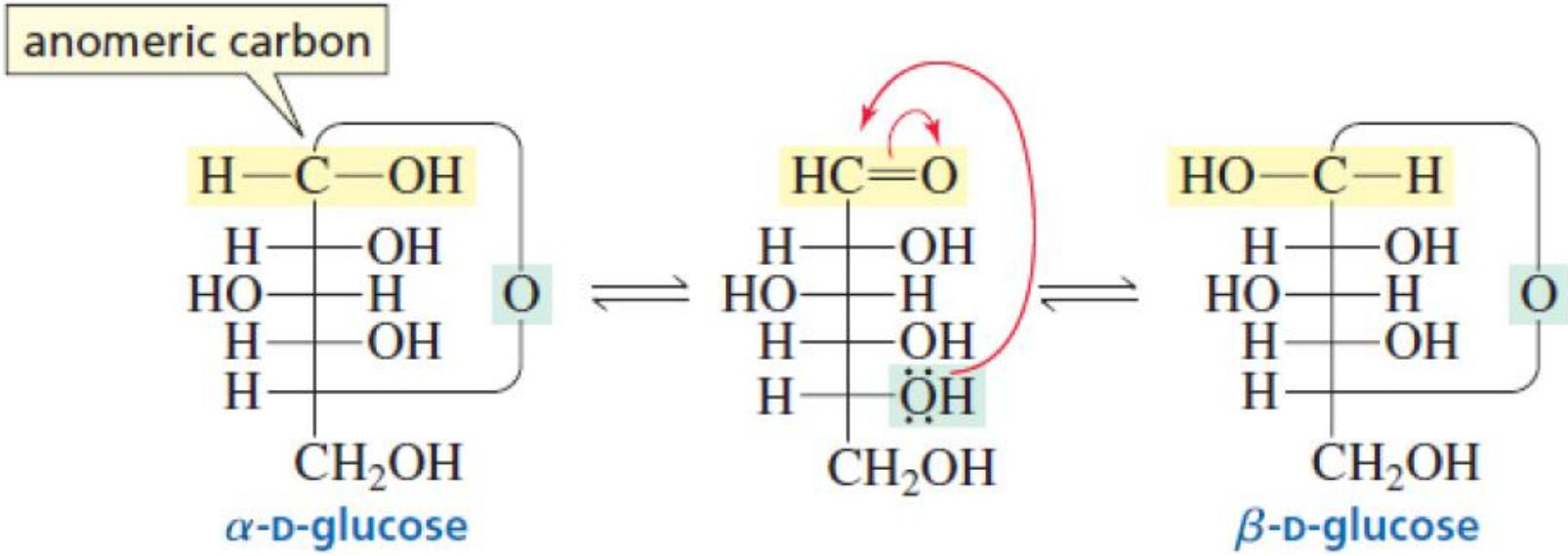


جليكوبيرانوز

- تكون مجموعة الهيدروكسيل الموجودة على الكربون غير المتماثل hemiacetal لأسفل (محوري) في انومر α وأعلى (استوائي) في β انومر.
- يحتوي β anomer للجلوكوز على جميع بدائله في المواقع الاستوائية.
- يُطلق على الكربون الهيمي أسيتال اسم الكربون الأنومريك، ويمكن التعرف عليه بسهولة على أنه ذرة الكربون الوحيدة المرتبطة باثنين من الأكسجين.

ظاهرة الدون التلقائي Mutarotation

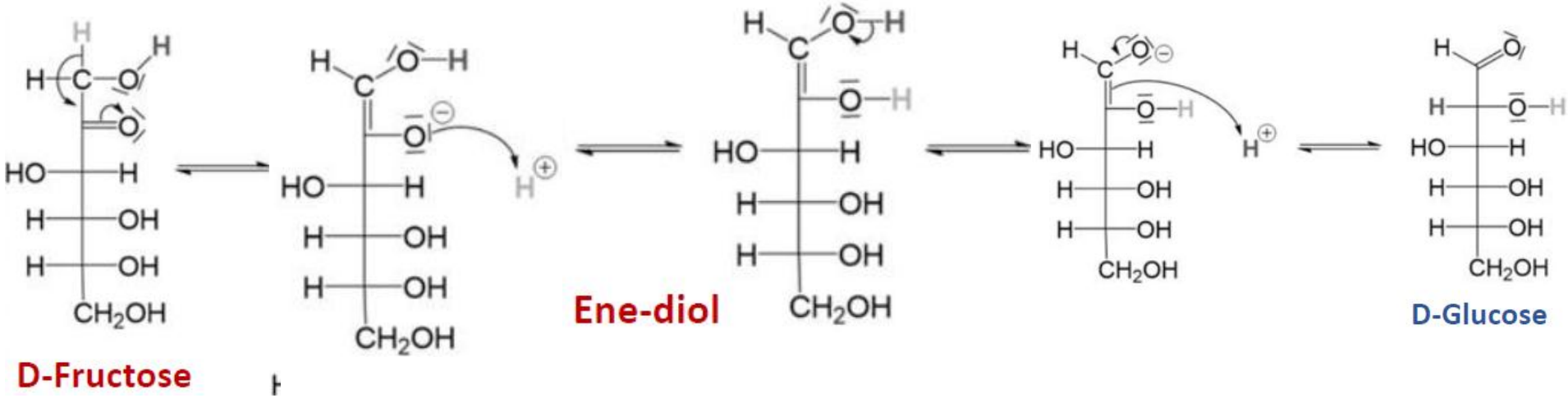
وهي ظاهرة تغير الدوران النوعي للسكر في محلوله المائي نتيجة حصول حالة توازن بين الصيغة المفتوحة للسكر والصيغ الحلقية له بشكليها (α , β) ولكون لكل من الصيغ أعلاه دوران نوعي مختلف ويكون الدوران النوعي النهائي للسكر هو محصلة للدوران النوعي للصيغ الثلاثة له وتدعى هذه الظاهرة بـ ظاهرة تغير الدوران النوعي أو الدوران التلقائي ***Mutarotation*** وهي صفة مميزة للسكريات المختزلة ***Reducing Sugars*** (الاحادية والثنائية) بسبب وجود مجموعة كاربونيل حر



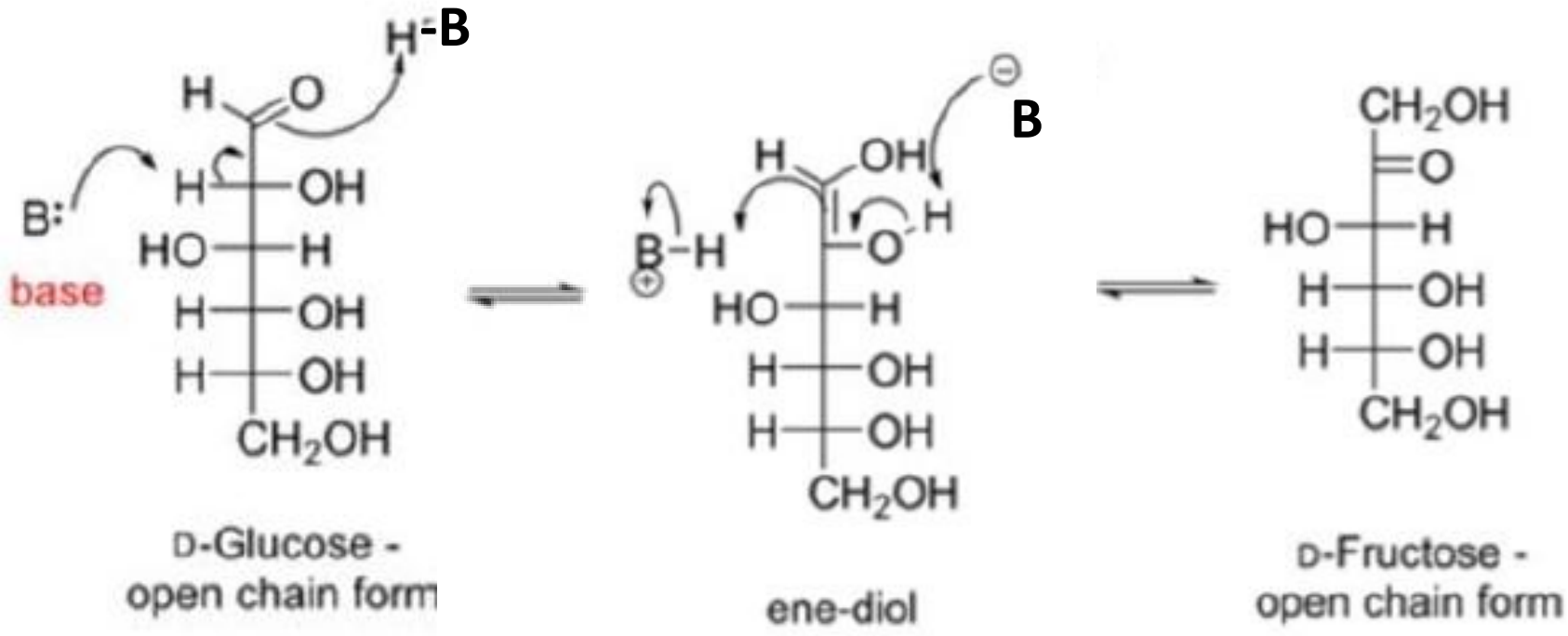
Tautomerization

Tautomerization is a net process by which protons are transferred from one site to another by a series of steps in which the solvent is an intermediary.

هو انتقال الالكترون من مكان الي اخر عن طريق عدة خطوات التي يكون فيها المذيب وسيطا



Tautomerization



Reactions of Monosaccharides

تفاعلات السكريات الأحادية

تفاعلات السكريات الأحادية

Oxidation
الأكسده

Sugar acids
الأحماض السكرية

Reduction
الإختزال

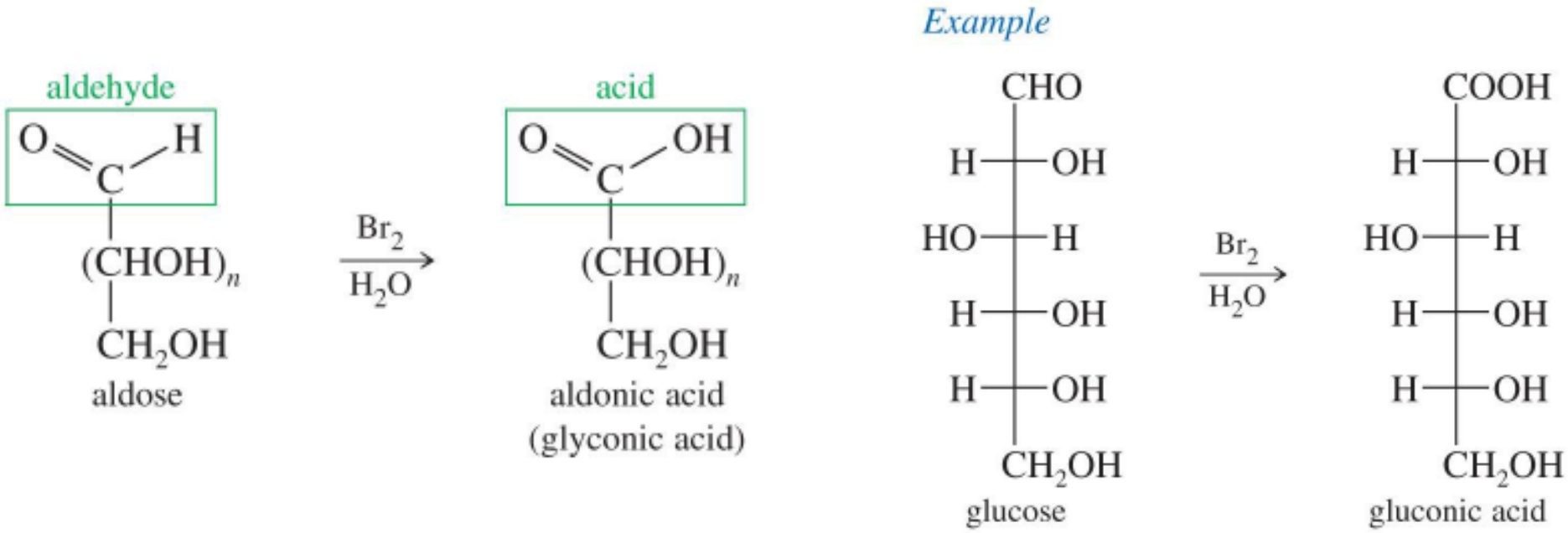
Sugar alcohols
السكريات الكحوليه

Or De-oxy sugar

Reaction with NH_3
التفاعل مع الآمونيا

Sugar amine
السكريات الأمينية

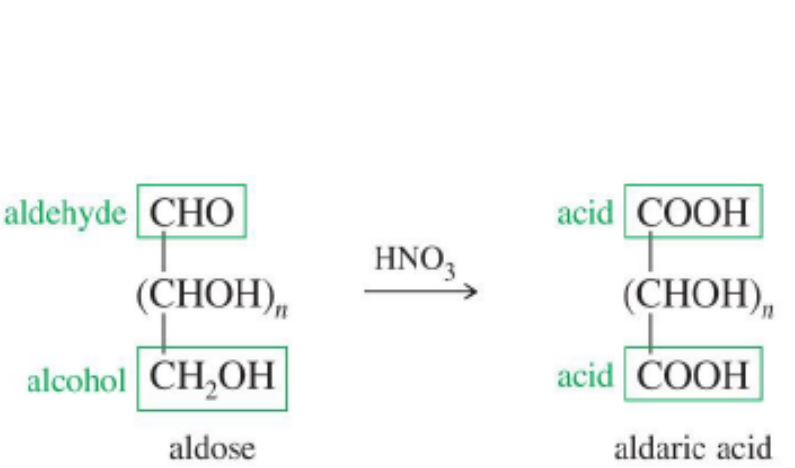
الأكسدة بماء البروم



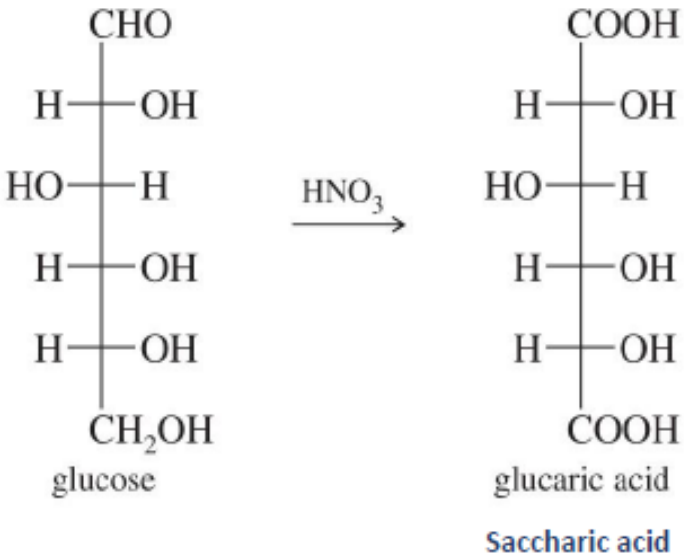
جلكونيك

- يتم أكسدة مجموعة الألدهيد إلي مجموعة كربوكسيل بإستخدام ماء البروم.
- ماء البروم يقوم بأكسدة الألدهيد فقط ولا يستطيع أكسدة مجموعات الكحول ولا مجموعات الكيتون.

Nitric Acid Oxidation
الأكسدة بإستخدام حامض النيتريك



Example

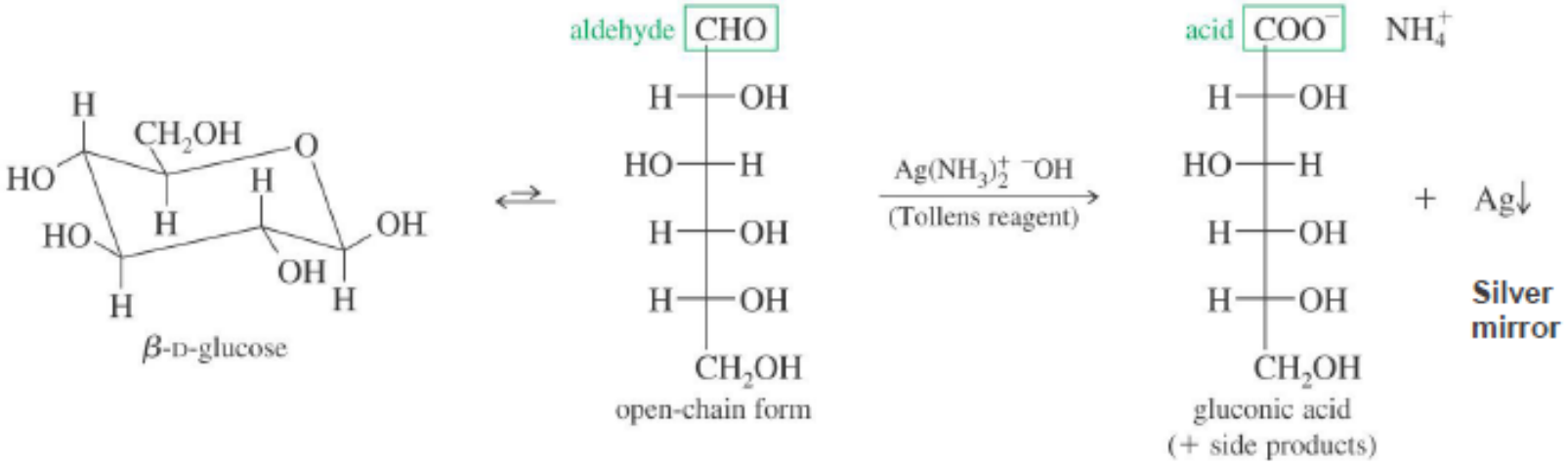


Saccharic acid

حمض جلكيلارك

- يعتبر حامض النيتريك عامل مؤكسد قوي أقوي من ماء البروم، لذا يقوم بأكسدة كلا من مجموعة الألدهيد ومجموعة الكحول الطرفية $-CH_2OH$ إلي مجموعات كربوكسيل لكي يُعطي حامض الألداريك Aldaric acid

الأكسدة بإستخدام كواشف تولينز وبندكت
Tollens and Benedict's reagents



- Aldoses have an aldehyde group, which reacts with Tollens reagent to give an **aldonic acid** and a silver mirror.
- يتحول الألدوز إلي حامض الألدونيك عندما يتفاعل مع كاشف تولينز.
- Sugars that reduce Tollens reagent to give a silver mirror are called ***reducing sugars***.
- السكريات التي تختزل كاشف بندكت وتولينز تسمى سكريات مختزله.
- Tollens test is used as a qualitative test for the identification of aldehydes.

Reduction of Simple Sugars

- C═O of aldoses or ketoses can be reduced to C—OH by $NaBH_4$ or H_2/Ni.
- Name the sugar alcohol by adding -***itol*** to the root name of the sugar.

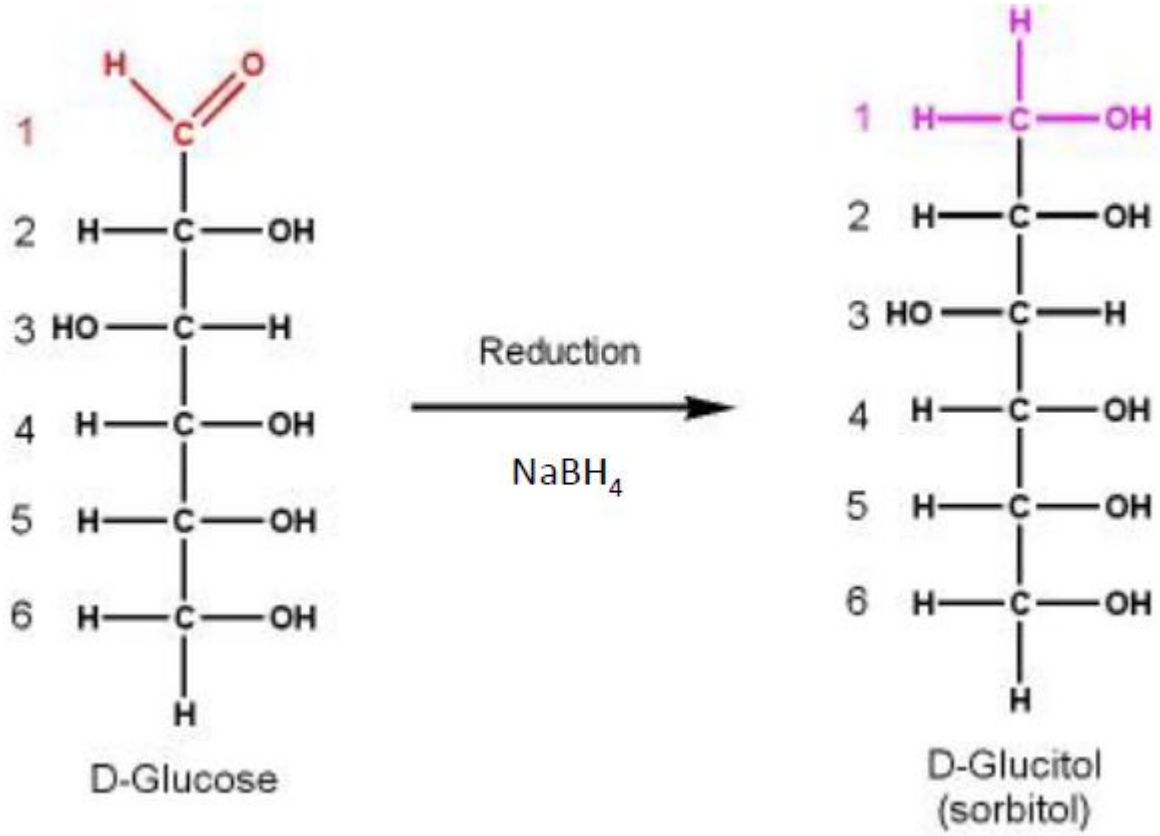
يضاف مقطع ـ تول الي السكر

- Reduction of D-glucose produces **D-glucitol**, commonly called **D-sorbitol**.

يختزل الجلكوز الي جلكوتول و يسمي سوربتول

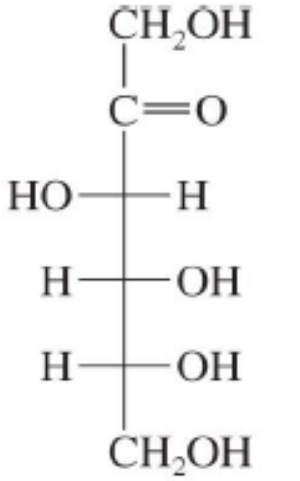
- Reduction of D-fructose produces a mixture **of D-glucitol** and **D-mannitol**.

يختزل الفركتوز الي جلكوتول و مانتول



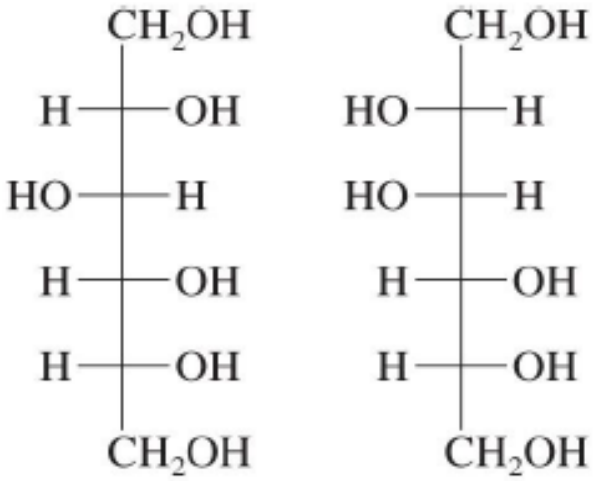
D-Glucose

D-Glucitol
(sorbitol)



open-chain ketone

$NaBH_4$

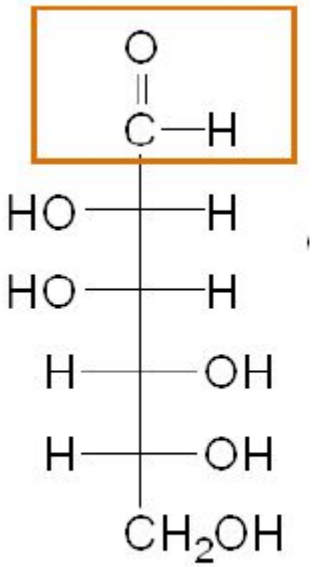


D-glucitol + D-mannitol

a mixture of alditols

مانتول

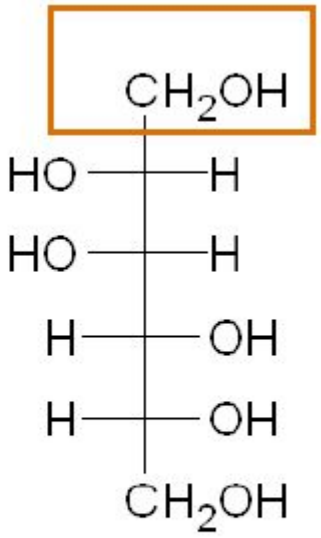
فركتوز



D-Mannose

مانوز

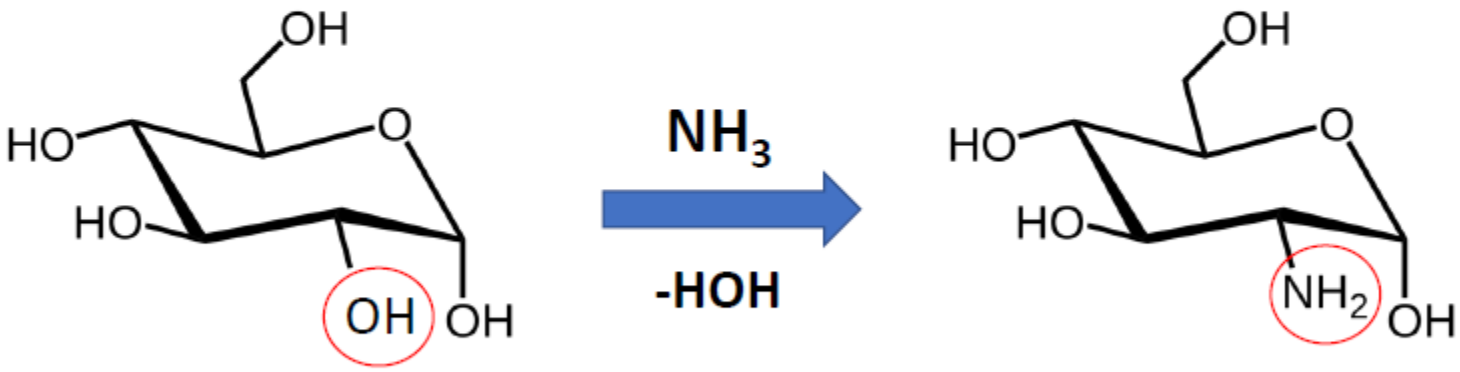
Reduction



D-Mannitol

مانتول

Reaction with NH_3



Glucose

Glucosamine

السكريات الثنائية Disaccharides

هي السكريات الناتجة من اتحاد جزأين من السكريات الاحادية.

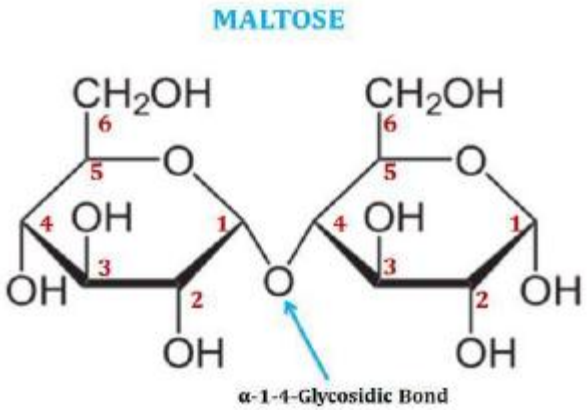
الرمز العام لها $C_{12}H_{22}O_{11}$ وأهمها السكروز والمالتوز واللاكتوز، حيث تتحلل مائياً إلى وحدتين من السكريات الأحادية.

-هي من السكريات الشائعة فى المملكة النباتية مثل سكر القصب والعنب كما أنها توجد فى الحليب.

Important Disaccharides

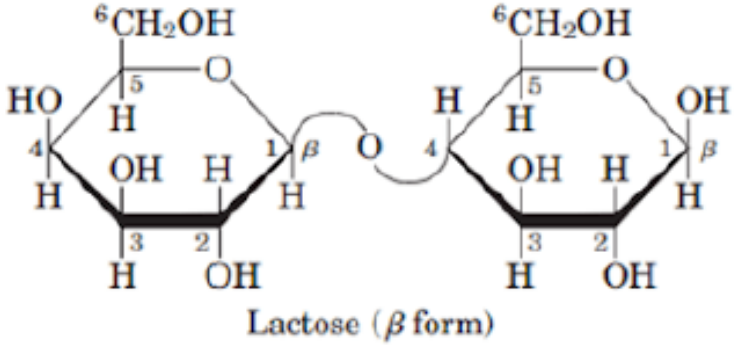
- Maltose
- Lactose
- Sucrose

المالتوز (سكر العنب) : maltose



- يتكون المالتوز من جزئيتين من الجلوكوز مرتبطين بواسطة رابطة جليكوسيدية ناتجة من ترابط ذرة الكربون رقم (1) مع ذرة الكربون رقم (4) فى الجزئ الآخر وينتج عن هذا الترابط فقد جزئ ماء.
- ينتج المالتوز من هضم النشا النباتي والحيوانى بواسطة إنزيم الأميليز الموجود فى اللعاب والأمعاء ليعطي جزيئين من الجلوكوز.

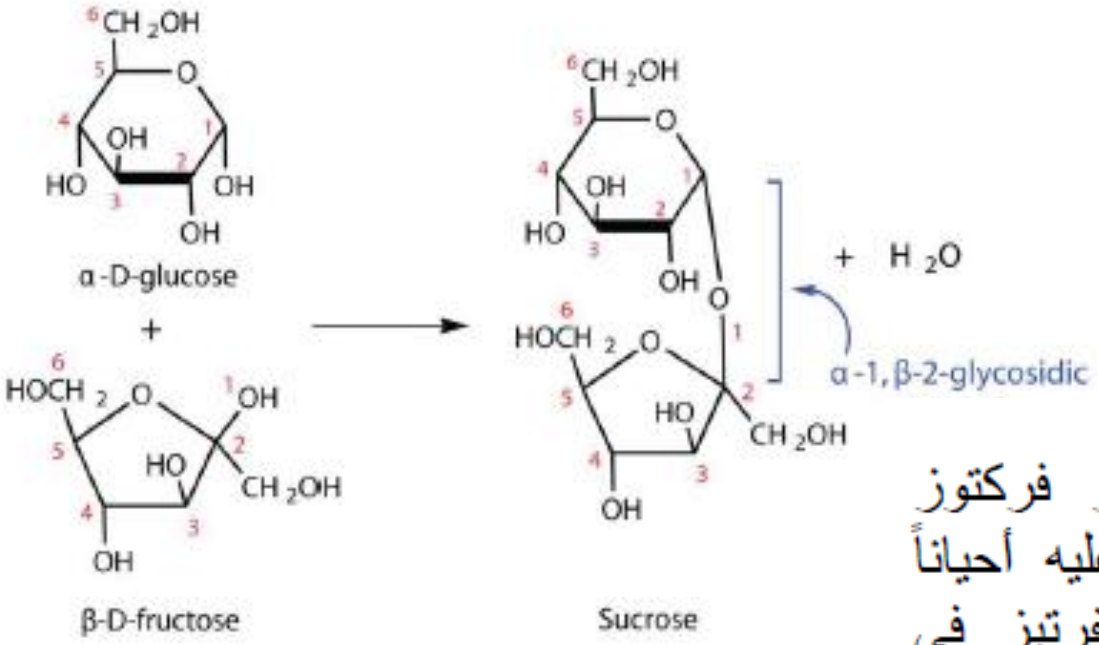
اللاكتوز (سكر الحليب) : Lactose



- يوجد فقط فى الحليب ويمكن تحلله إلى جزئ جلوكوز وآخر جلاكتوز بواسطة إنزيم اللأكتيز الموجود فى الأمعاء وهو أنزيم نشط لدي الأطفال الرضع.

يعتبر المالتوز و اللاكتوز من السكريات المختزلة

السكروز (سكر القصب/ المائده) : Sucrose



- يتحلل إلى جزئ جلوكوز وآخر فركتوز بواسطة إنزيم السكريز ويطلق عليه أحياناً إنزيم إنفرتيز، ويوجد إنزيم الانفرتيز فى الأمعاء.
- السكروز حلو المذاق ويذوب في الماء بسرعه جدا
- يعتبر سكر السكروز من السكريات الغير مختزلة.

السكريات العديدة polysaccharides

هى عبارة عن سلاسل طويلة مستقيمة أو متشعبة polymer ناتجة عن ترابط نوع واحد من وحدات سكر أحادي متكرر أو أكثر بواسطة رابطة جلايكوسيدية glycosidic bond مع حذف جزئية ماء.

تقسم السكريات العديدة إلى قسمين بناءاً على تركيبها الكيميائي إلي:

(1) السكريات العديدة المتجانسة Homopolysaccarides

هى سلاسل طويلة مكونة من نوع واحد من السكريات الأحادية.

من أمثلتها النشا النباتى (وحدات متكررة من الجلوكوز) والجلايكوجين (النشا الحيواني)

(2) السكريات العديدة غير المتجانسة Heteropolysaccarides

هي سلاسل طويلة تحتوي على أكثر من نوع من وحدات السكر المتعدد.

مثل حامض الهايليورونيك Hyaluronic والهيبارين Heparin

الليبيدات

Lipids

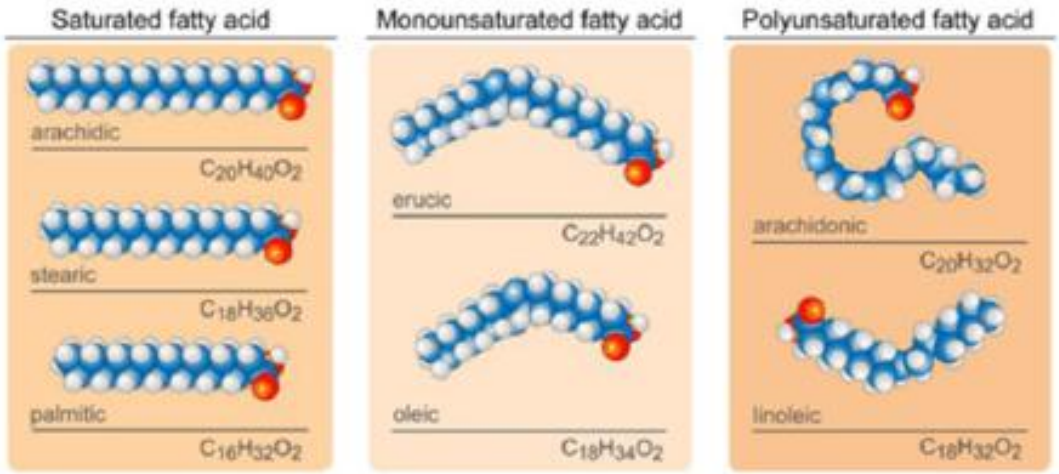
الحمض الدهني:

الليبيد مركب عضوي مثل الدهون أو الزيت. تستخدم الكائنات الحية الدهون لتخزين الطاقة ، ولكن للدهون أدوار مهمة أخرى أيضًا. تتكون الدهون من وحدات متكررة تسمى الأحماض الدهنية. الأحماض الدهنية عبارة عن مركبات عضوية لها الصيغة العامة $CH_3\ (CH_2)_nCOOH$، حيث يتراوح n عادةً من 2 إلى 28 ويكون دائمًا رقمًا زوجيًا.

هناك نوعان من الأحماض الدهنية: الأحماض الدهنية المشبعة والأحماض الدهنية غير المشبعة.

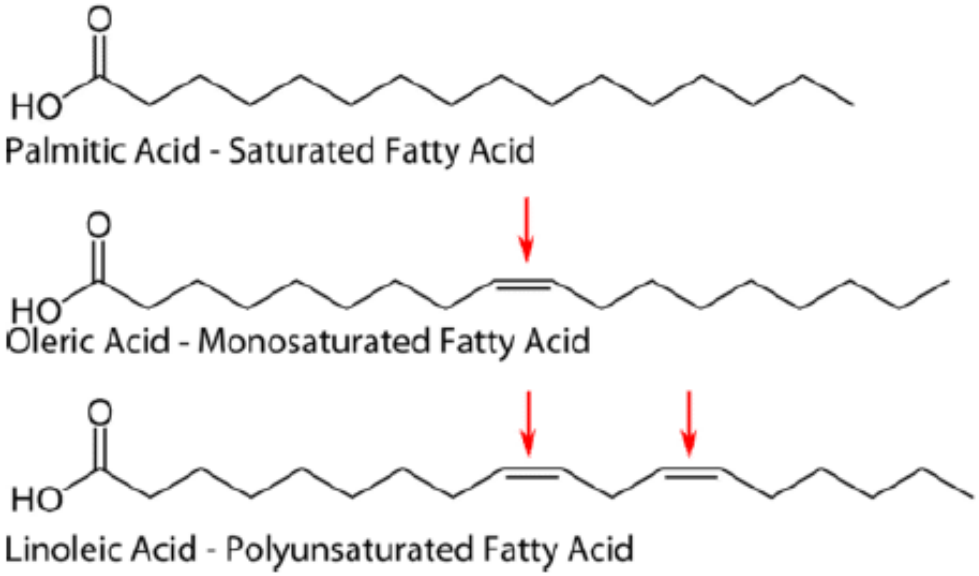
الأحماض الدهنية المشبعة

ترتبط ذرات الكربون بأكبر عدد ممكن من ذرات الهيدروجين. يؤدي هذا إلى تشكيل الجزيئات سلاسل مستقيمة ، كما هو موضح في الشكل أدناه. يمكن تجميع السلاسل المستقيمة معًا بإحكام شديد ، مما يسمح لها بتخزين الطاقة في شكل مضغوط. وهذا يفسر سبب كون الأحماض الدهنية المشبعة صلبة في درجة حرارة الغرفة. تستخدم الحيوانات الأحماض الدهنية المشبعة لتخزين الطاقة.



الأحماض الدهنية غير المشبعة

لا ترتبط بعض ذرات الكربون بأكبر عدد ممكن من ذرات الهيدروجين بسبب وجود واحد أو أكثر من الروابط المزدوجة في سلسلة الكربون. بدلاً من ذلك ، يتم ربطهم بمجموعات أخرى من الذرات. وحيثما يرتبط الكربون بهذه المجموعات الأخرى من الذرات ، فإنه يتسبب في ثني السلاسل (انظر الشكل). لا يمكن تجميع السلاسل المثنية معًا بإحكام شديد ، لذا فإن الأحماض الدهنية غير المشبعة عبارة عن سوائل في درجة حرارة الغرفة. تستخدم النباتات الأحماض الدهنية غير المشبعة لتخزين الطاقة.



أنواع الليبيدات

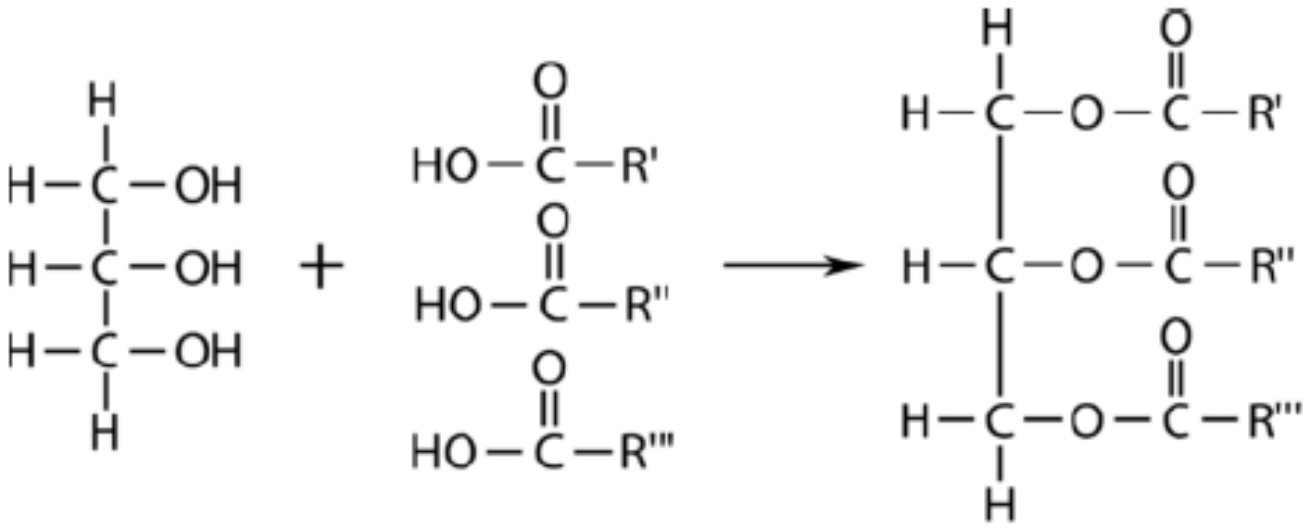
قد تتكون الدهون من الأحماض الدهنية وحدها ، أو قد تحتوي على جزيئات أخرى أيضًا. على سبيل المثال ، تحتوي بعض الدهون على مجموعات كحول أو فوسفات. يشملوا:

1- الدهون الثلاثية (الدهون البسيطة) ثلاثي جليسريد: الشكل الرئيسي للطاقة المخزنة في الحيوانات.

2- الفسفوليبيدات: المكونات الرئيسية لأغشية الخلايا.

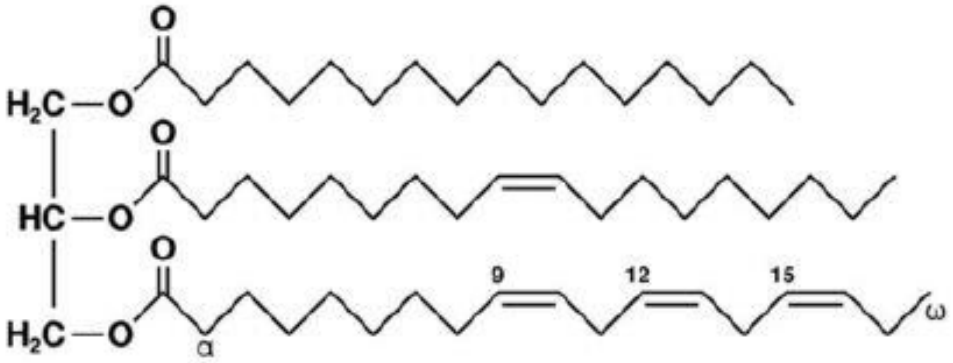
3- استرويدات (المنشطات).

أحد أنواع الدهون يسمى ثلاثي الجليسريد ، وهو استر مشتق من الجلسرين مع ثلاثة جزيئات من الأحماض الدهنية.



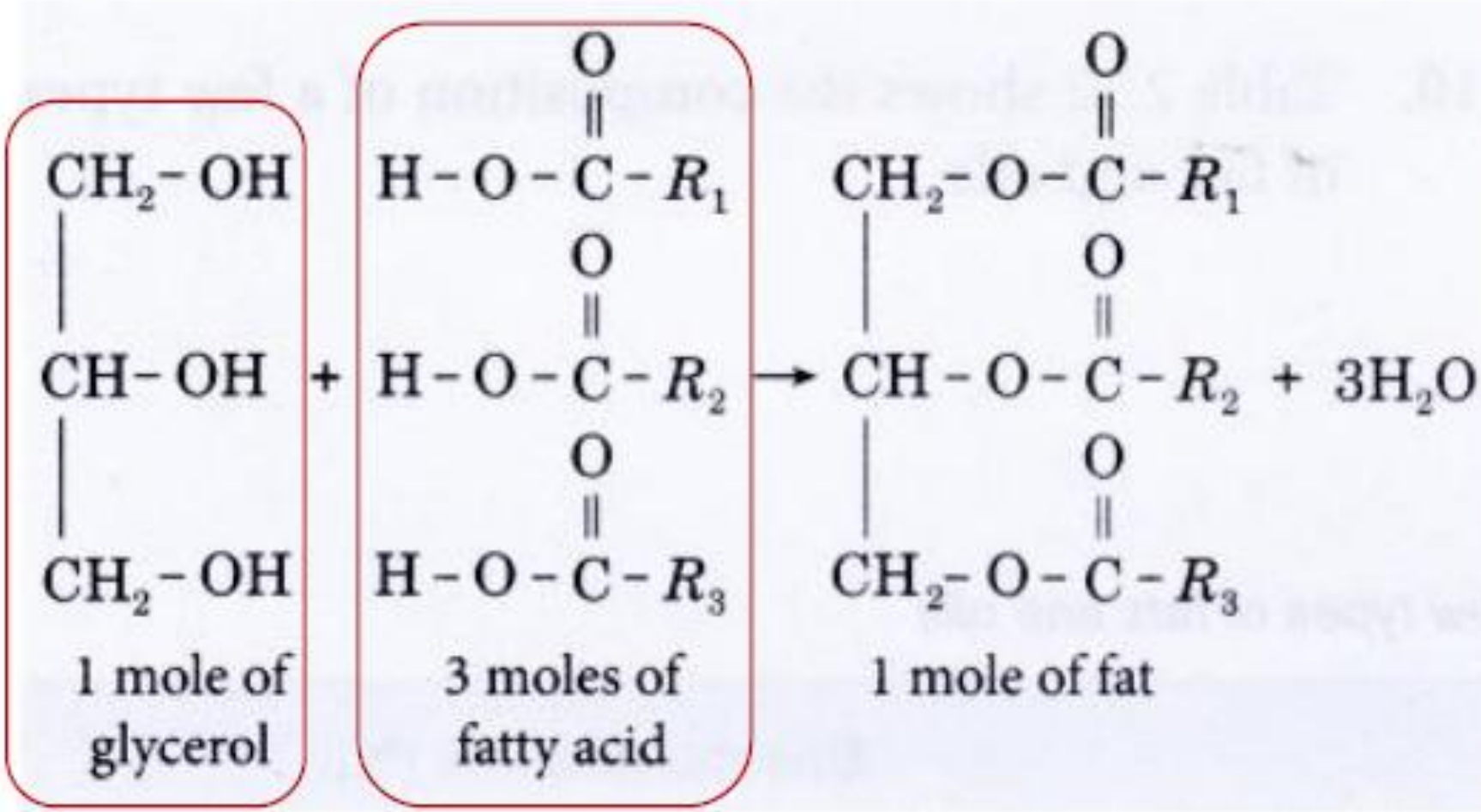
ثلاثي جليسريد

الجلسرين هو تريول ، وهو كحول يحتوي على ثلاث مجموعات وظيفية من الهيدروكسيل. الأحماض الدهنية عبارة عن سلسلة طويلة من الكربون ، يتراوح طولها عمومًا من 12 إلى 24 كربونًا ، مع مجموعة كربوكسيل متصلة. يخضع كل جزيء من جزيئات الأحماض الدهنية الثلاثة لأسترة بإحدى مجموعات الهيدروكسيل في جزيء الجلسرين. والنتيجة هي جزيء كبير ثلاثي الجليسريد يشار إليه باسم الدهون الثلاثية.

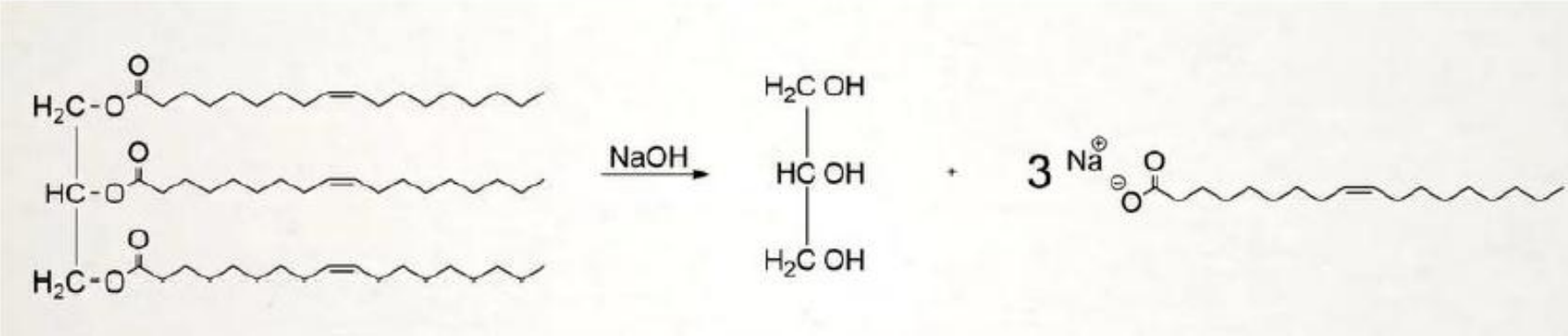


A triglyceride molecule can be formed from any combination of fatty acids.

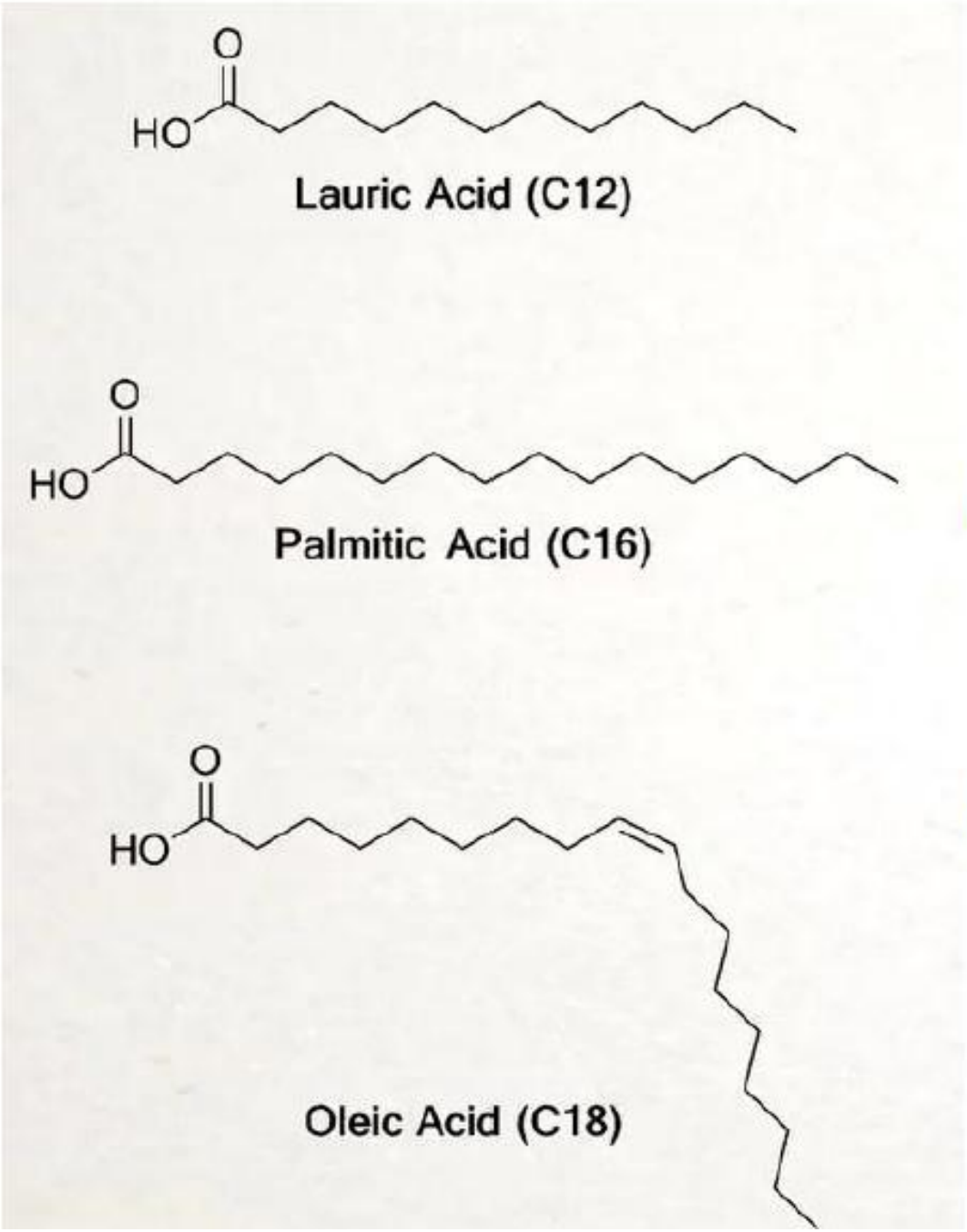
Esterification : الأستره



Saponification reaction : تفاعل التصبن



يعتمد التصبن علي نوع الزيت و القاعدة المستحدم



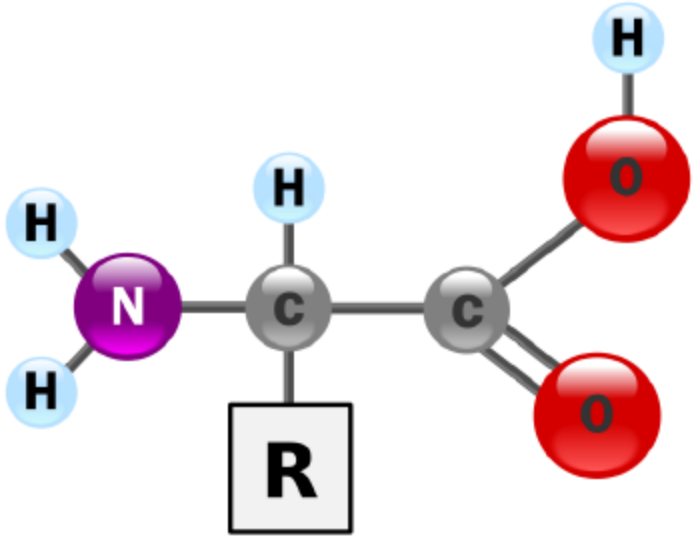
Fatty acid

The most important characteristic is the chain length

Soap with long chain fatty acid is more harder and less soluble in water

الأحماض الأمينية

Amino Acids



الأحماض الأمينية Amino acid:

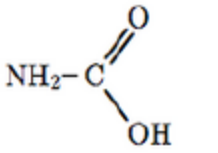
هي لبنات البناء الرئيسية لبناء البروتين والببتيد. فالأحماض الأمينية هي مجموعة من المركبات العضوية متكونة من مجموعة أمين (NH_2)على الأقل مرتبطة مع مجموعة كربوكسيل (COOH).

ينتج التمثيل الغذائي في جسم الإنسان عدداً كبيراً من الاحماض الأمينية المختلفة - وجميعها يتبع التقسيم المذكور أعلاه من جهة تكوينها من طرف أميني وطرف كربوكسيلي. ولكن توجد 10 أحماض أمينية لا يستطيع جسم الإنسان تصنيعها ولابد من أن يتناولها الشخص من غذائه؛ تلك العشرة احماض أمينية الأساسية تسمى الأحماض الأمينية الضرورية.

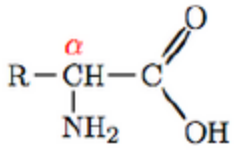
لكي يقوم الجسم بإنتاج ما يحتاجه من أحماض أمينية فهو يقوم بهضم الغذاء - وهنا على الأخص هضم البروتينات - فيحلل البروتين إلى أجزائه الصغرى وهي أحماض أمينية. عشرة أحماض أمينية أساسية مهمة جدا (لا يمكن للجسم البشري أن يصنعها بنفسه) والباقي غير أساسية (يمكن الجسم صنعها داخل الجسم البشري، بشرط التغذية السليمة). على الرغم من قدرة الجسم على تصنيع الأحماض الأمينية غير الأساسية، إلا أنه يحتاج الأحماض الأمينية الضرورية لكي يكون سليما معافيا. توجد ال 10 أحماض أمينية الضرورية في العديد من المواد الغذائية : في اللحوم والأسماك والبيض والحليب والبقوليات. وعادة لا يحدث خلل في الناس لأن غذاء الأنسان متنوع ويحمل في مجموعه الأحماض الأمينية الضرورية، وهي متنوعة وفي المتناول. كما يمكن الحصول على الأحماض الأمينية الضرورية إذا تم اتباع نظام نباتي كامل بشكل مناسب.

البنية الكيميائية العامة

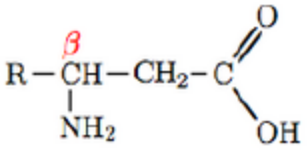
يعتبر هيدروكسي كرب أميد بالإنجليزية: (Hydroxycarbamide) الحمض الأميني الأبسط من حيث التركيب فهو متكون من جذر أميني متصل مباشرة بكربون جذر الهيدروكسيل COOH . وهذا المركب غير أحيائي. أما في بقية الأحماض الأمينية فتدخل ذرة أو أكثر من الكربون بين هذين الجذرين. ويحدد موقع الأمين في السلسلة الكربونية الفئة (أحمر : ألفا، بيتا، جاما) التي ينتمي إليها الحمض الأميني كما يلي:



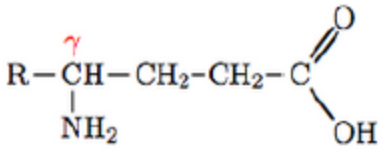
هيدروكسيكرباميد



حمض ألفا-أميني



حمض بيتا-أميني



حمض جاما-أميني

حموض ألفا-أمينية

يتصل جذر الأمين بالكربون رقم 2 بعد كربون جذر الهيدروكسيل ويرقم بألفا Alpha

يسمى المركب بالحمض 2-أمينوإيثانويك Aminoethanoic acid، أو ما يعرف بالجلايسين Glycine، أبسط الحموض الأمينية لدى الكائنات الحية. أما بقية الأحماض الألفا-أمينية فلها نفس البنية مع اختلاف في السلسلة الجانبية R، فعوضا عن ذرة الهيدروجين المرتبطة بالكربون ألفا في الجلايسين، تتخذ أنواع مختلفة، على سبيل المثال، جذر الميثيل Methyl في حالة الألانين Alanine أو جذر مختلف الحلقة Heterocyclic بالنسبة للتريبتوفانTryptophan. والدور الأساسي للأحماض الألفا-أمينية هو بناء مختلف البروتينات.

حموض بيتا-أمينية

يرتبط جذر الأمين بالكربون الثالث بداية من كربون جذر الهيدروكسيل beta وأبسط ممثل أحيائي لهذه الفئة هو البيتا-ألانين.

حموض جاما-أمينية

يتحد جذر الأمين بالكربون الرابع بعد كربون جذر الهيدروكسيل gamma، المثال المعروف في هذه الفئة هو حامض الجاما-بيتيريك GABA، وهو ناقل عصبي مثبط.

التماثلية البصرية (التناظر)

لدى جميع الأحماض الألفا-أمينية، باستثناء الجلايسين، يكون الكربون-ألفا مرتبطاً بجذور مختلفة ومجموعة جانبية *R* مميزة لذا نقول أنه كايرالي Chiral أو مركز ناشط بصريا. ونتيجة لهذه الخاصية، فان كل حمض ألفا-أميني متواجد في الطبيعة على شكل نظيرتين بصريتين Stereoisomers، يمينية Dextrogyre ويرمز لها، في الكيمياء الحيوية، بـ D، أو يسارية Levogyre ويرمز لها بـ L. معنى ذلك فيزيائيا أنها تقوم بازاحة الضوء المستقطب بزاوية معينة اما باتجاه عقارب الساعة بنسبة للنظير D، وهو الاتجاه الموجب (+)، أو ضد اتجاه عقارب الساعة بنسبة للنظير L، وهو الاتجاه السالب (-). وبالنسبة لنظام التسمية R / S، الأكثر استعمالاً في الكيمياء العضوية، فان نفس المبدأ يتبع حسب قاعدة "كان إنجولد بريلوج" فـ

D == R و L == S.

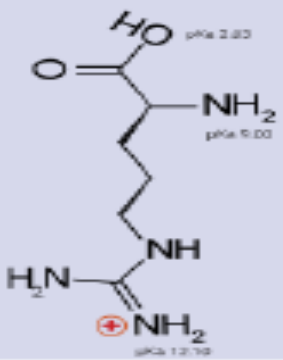
Twenty-One Amino Acids

⊕ Positive ⊖ Negative
• Side chain charge at physiological pH 7.4

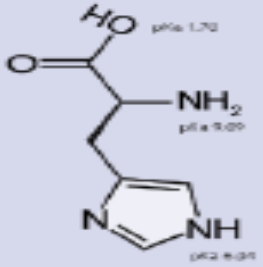
A. Amino Acids with Electrically Charged Side Chains

Positive

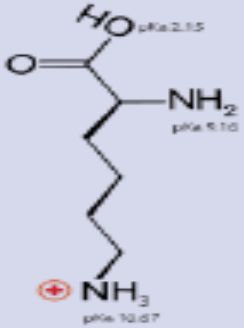
Arginine (Arg) R



Histidine (His) H

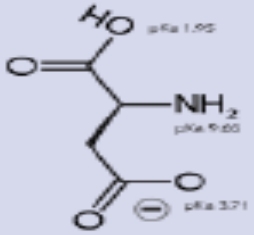


Lysine (Lys) K

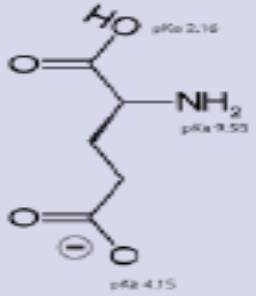


Negative

Aspartic Acid (Asp) D

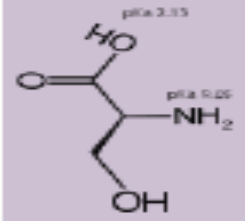


Glutamic Acid (Glu) E

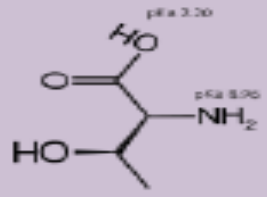


B. Amino Acids with Polar Uncharged Side Chains

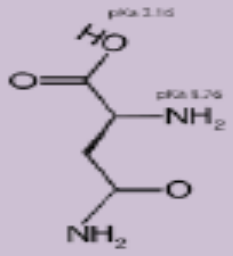
Serine (Ser) S



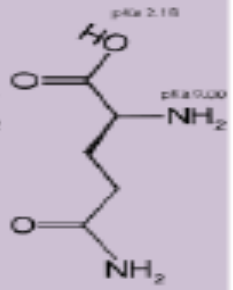
Threonine (Thr) T



Asparagine (Asn) N

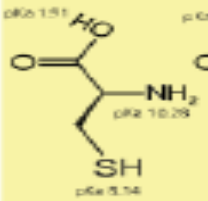


Glutamine (Gln) Q

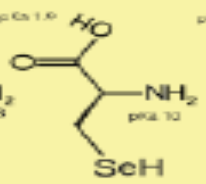


C. Special Cases

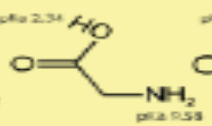
Cysteine (Cys) C



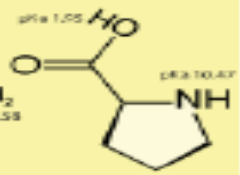
Selenocysteine (Sec) U



Glycine (Gly) G

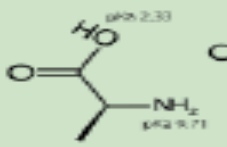


Proline (Pro) P

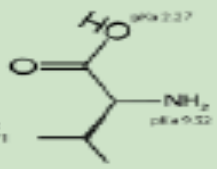


D. Amino Acids with Hydrophobic Side Chain

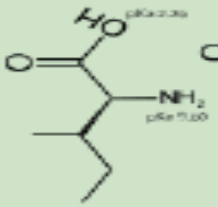
Alanine (Ala) A



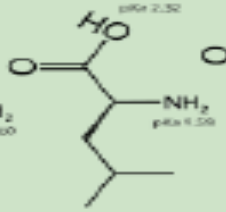
Valine (Val) V



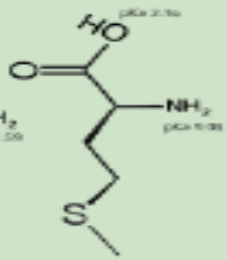
Isoleucine (Ile) I



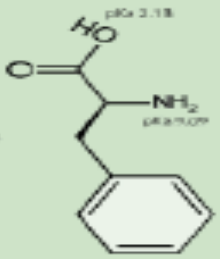
Leucine (Leu) L



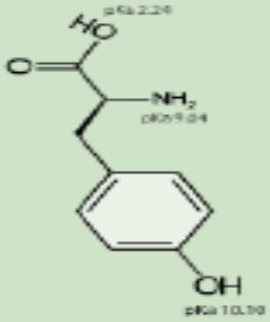
Methionine (Met) M



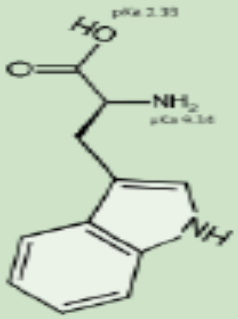
Phenylalanine (Phe) F



Tyrosine (Tyr) Y



Tryptophan (Trp) W



تصنيف الأحماض الأمينية

تقسم الأحماض الألفا-أمينية العشرون الموجودة في البروتينات، والمشفرة في الشفرة الوراثية، إلى مجموعات حسب عدد من الخصائص الفيزيائية والكيميائية والأحيائية :

الطبيعة الكيميائية للسلسلة الجانبية : بما أن المجموعة الجانبية R هي التي تحدد هوية الحمض الأميني، يمكن إذن تقسيم الأحماض الأمينية إلى ذات سلسلة هيدروكاربونية، اما أليفاتية Aliphatic أو أروماتية Aromatic أو مختلفة الحلقة Heterocyclic.

القطبية الكهربائية : تقسم الأحماض الأمينية حسب قطبيتها الكهربائية، وذلك حسب حالة التأين، إلى قطبية Polar سالبة أو موجبة الشحنة أو غير قطبية Nonpolar عديمة الشحنة. تحدد هذه الخاصية المهمة قابلية الأحماض الأمينية للانحلال في الماء، فتكون الأحماض الأمينية ذات المجموعات الجانبية R القطبية متجاذبة مع الماء Hydrophilic، وهي عادة ما تكون على الجزء الخارجي للبروتينات. بينما الأحماض الأمينية ذات السلاسل الجانبية غير القطبية، وغير المتجاذبة مع الماء Hydrophobic، تميل إلى التجمع للداخل.

القاعديـة\الحمضيـة :

السلسلة الجانبية R من الممكن أن تكون قاعدية، مثل حمض الليسين Lysine أو الأرجنين Arginine وهو شديد القاعدية، أو حمضية، مثل الجلوتميك Glutamic acid والأسبارتيت Aspartic acid، أو متعادلة مثل الجليسين والليوسين Leucine. وعادة ما تكون الأحماض الأمينية ذات المجاميع الجانبية القاعدية والحمضية قطبية جداً وهي توجد بصورة كبيرة على سطح البروتينات المماس للماء.

يمكن أيضاً أن نقسم الأحماض الأمينية حسب أهميتها الغذائية وتوفرها الأحيائي إلى :

أحماض أمينية ضرورية Essential لا يصنعها الجسم، ويجب تناولها في الغذاء. مثال، الليوسين والليسين.

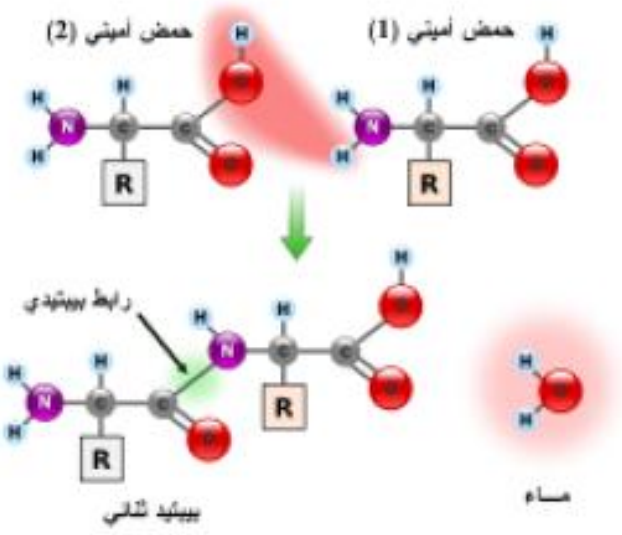
أحماض أمينية شبه أساسية Semi-essential يستطيع الجسم تخليقها ولكن ليس بكميات كافية، خاصة في مرحلة النمو؛ ويحبذ أن تتوفر في الغذاء. مثال: الأرجنين والهستيدين .Histidine

أحماض أمينية غير أساسية Nonessential متوفرة في الجسم السليم بكميات دائمة، ويمكن للجسم تصنيعها، ولا تستلزم حضورها في الغذاء. مثال، الجليسين والبرولين .Proline

الخواص الكيميائية العامة

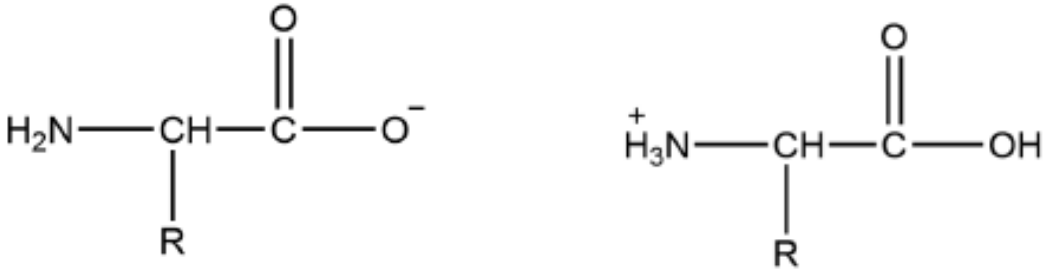
تكون الرابطة البيبتيدية

الروابط البيبتيدية : وهي الروابط التي تتشكل بين جزيئتين عندما تتفاعل مجموعة الكربوكسيل للجزيئة الأولى مع مجموعة الأمينو للجزيئة الثانية محررة جزيئة الماء H_2O ويدعى هذا التفاعل بالتآلف الجاف وكذلك يسمى (تفاعل التكثيف) ويحدث بين الأحماض الأمينية. إن الرابطه الناتجة من هذا التفاعل وهي CO-NH تسمى الرابطة البيبتيدية وتدعى الجزيئة الناتجة بالأميد، وألاميدات مركبات عضوية تحتوي مجموعة وظيفية تدعى الاميد وهي عبارة عن مجموعة كربونيل متصلة مجموعة أمين.



التفاعلات الكيميائية

1- الخواص الأيونية للحوامض الامينية: بالنظر لاحتواء الحوامض الامينية على مجموعتين الأمين والكاربوكسيل لذا فأنها تعتبر ثنائية القطب أي تعمل كحامض أو كقاعدة وتسمى امفوتيرية أي تفقد وتكتسب بروتون لذلك تكون على صورة ما يسمى بالأيون المزدوج وهو أيون ناتج عن منح مجموعة الكربوكسيل بروتونها لمجموعة الأمين لهذا فانها إذا وضعت في محاليل حامضية قوية PH = 1 تتقبل بروتون وتشحن (+) وإذا وضعت في محاليل قاعدية قوية تفقد بروتون وتنشحن (-) اما في نقطة التعادل الكهربائي هي النقطة التي تتساوى فيها عدد (+) مع (-) وتكون PH معينة لكل حامض أميني.



2- نزع الكربوكسيل تجرد الحامض الاميني من مجموعة الكربوكسيل Decarboxylation عند تجريد المجموعة الكربوكسيلية من الحوامض الأمينية فأنها تتحول إلى الأمينات الأولية وذلك بمساعدة الأنزيمات من نوع Decarboxylation

3- نزع الأمين تجريد المجموعة الأمينية بالإنجليزية: (Deamination عند تجريد الحوامض الأمينية من مجموعة الأمين تتحول إلى حوامض كربوكسيلية وأمونيا والحوامض الكربوكسيلية تتمثل في الجسم إلى مركبات تستفيد منها الخلية أما الامونيا فأنها تطرح في البول على شكل يوريا بواسطة دورة تسمى بدورة اليوريا والتي تحدث في الكبد وذلك بتخليص الجسم من النتروجين أو من الامونيا السامة

4 - نقل الأمين تفاعل نقل مجموعة الأمين (بالإنجليزية: (Transmination ويتم في هذا التفاعل انتزاع مجموعة الامين بواسطة الاكسدة ونقلها من مركب إلى أخر من المركبات المتفاعلة، يتم هذا التفاعل بمساعدة انزيمات ((Transminaseحيث تتحول الحوامض الأمينية إلى حوامض كيتونية والتي بدروها تتحول إلى مشتقات كاربوهيدراتية تستفيد منها الخلية

5- نترزة التفاعل مع حامض النتروز يستعمل هذا التفاعل لغرض قياس كمية الحامض الاميني في محلول معين حيث يتفاعل حامض النتروز مع الحامض الاميني محرراً النتروجين الذي يكمل جمعه وحساب حجمه يمكن تصنيف كمية الحامض الاميني

6- التفاعل: (بالإنجليزية: (Nihydrin: Nihydrin مادة مؤكسدة قوية تتفاعل مع الحوامض الأمينية لتعطي مركب أزرق اللون يعتمد هذا التفاعل على وجود مجموعتي الأمين والكاربوكسيل بشكل حر وهذا التفاعل يكون حساساً للكشف عن مركبات قليلة من الحوامض الامينية

7- تفاعل سانكر (بالإنجليزية: (Sanger (يستعمل هذا التفاعل لتشخيص الحامض الأميني الموجود في بداية السلسلة الببتيدية (النهاية النتروجينية) يستعمل كاشف (2,4- Dinitre fluro Benzen (D.VFBحيث يتفاعل هذا المركب مع الحامض الأميني الأول في النهاية النتروجينية من السلسلة الببتيدية مكونا مركب أصفر اللون حيث يشخص الحامض الأميني المرتبط به بواسطة Chromatogralplyفي هذا التفاعل تتحرر الأحماض الامينية من السلسلة الببتيدية بشكل حر ويعتبر هذا التفاعل مدمراً للسلسلة الببتيدية وذلك بتحرير الحوامض الأمينية بشكل حر.

8- تفاعل إيدمان (بالإنجليزية: (Edman reaction يستعمل هذا التفاعل لمعرفة تتابع ((Sequenceفي السلسلة الببتيدية ويعتبر هذا التفاعل مهماً لأنه يحطم السلسلة الببتيدية ويمكن تكراره مع السلسلة الناتجة لحد عشرين حامض أميني أو أكثر يستعمل في هذا التفاعل الكاشف .Phenyl iso thioCyngtac

الخواص العامة للأحماض الأمينية

كاربونات ثنائية القطب الحوامض الأمينية مركبات مشابهة للأملاح مثل الأملاح كلها مركبات صلبة ذات درجة انصهار عالية لدرجة انها تحترق بصورة عامة قبل تحولها إلى الحالة المنصهرة انها مركبات غير ذائبة في المذيبات الغير المستقطبة وتذوب في الماء.