



جامعة الفرات  
كلية الهندسة الزراعية بالحسكة

# الكيمياء الحيوية

(الجزء النظري)

الدكتور فراس الشامي

لطلاب السنة الثانية

# البروتينات

المحاضرة لجامعة  
حائل  
صبيح  
تم د. ١٣٣٦

البروتين *protein* مشتقة من الكلمة اليونانية *proteos* وتعني الأول أي لها الدور الأساسي والأول في الخلية الحية سواء كانت نباتية أو حيوانية أو بكتيرية أو فيروسية، منها تقوم بالعمليات الحيوية الهامة داخل الخلية والبروتينات هي عبارة عن بوليمرات تتكون من سلاسل من مستد الببتيد المكونة من الأحماض الأمينية المرتبطة مع بعضها بروابط ببتيدية ويكون عدد الأحماض الأمينية في جزيء البروتين أكثر من ٤٠ حمض أمينو وبالتالي فهي بوليمرات ذات أوزان جزيئية كبيرة تتراوح بين ١٥٩ - ١٥٠٠٠٠ دالتون.

تشكل البروتينات جزء هام من الخلايا الحية وتؤلف حوالي ٥٠٪ من وزن الخلية والوظيفة الأساسية للبروتينات هي البناء الخلوي حيث تحتوي الخلية الحية حوالي ٣٠٠٠ نوع من البروتينات وتقوم البروتينات بالوظائف التالية:

- ١] حركات بناء وتثبيت مثل البروتين الكولاجين وهو المكون الأساسي في الأنسجة الرابطة ~~وهو موجود في جدران الخلايا~~ واللاستين الذي يدخل في تركيب جدران الأوعية الدموية والكيراتين الذي يدخل في تركيب الشعر والأظفار والجلد والبروتين
- ٢] عوامل مساعدة هيروية: الإنزيمات ~~تعمل~~ تعمل بعض البروتينات كإنزيمات تستخدم في تحفيز التفاعلات الحيوية المختلفة.
- ٣] مركبات ناقلة: تقوم البروتينات الناقلة بنقل بعض المركبات من نسيج إلى آخر مثل الهيموغلوبين الذي يقوم بنقل الغاز  $O_2$  ومنه من و إلى الرئتين.
- ٤] مركبات منسجة: تتمثل ذلك بالبروتينات التي بعضها عبارة عن ~~بروتينات~~ مثل هرمون الأستروجن الذي ينظم نمو الكرخ الدم كما يحفز هدم الدهون
- ٥] عوامل دفاعية: بعض البروتينات تقتل ووظائف دفاعية آذ وتأتيه ضد الكائنات المرضية كالفيرومات والبكتيريا وتسمى بالبروتينات المناعية أو القلوبولينات أو الأجسام المضادة.
- ٦] مركبات الخزن: ~~تتمثل~~ تتمثل بعض البروتينات لخزن المواد الغذائية مثل زلال البيض والكازين في الحليب وبروتينات البذور النباتية الغنية بالبروتين مثل القمح والذرة والفاصوليا.





\* بمعنى نشاطها الضوئي : الأحماض الأمينية التي تسمى دوران السنود المستقطب

للحمين مع عقارب الساعة لسمه متناظراً عين الدوران (+)

أما إذا قام المحور الأميني بتدوير السنود المستقطب عكس عقارب الساعة لسمه

لسمه متناظراً كسر الدوران (-)

وهي الأحماض الأمينية البروتينية فعالة ضوئياً ما عدا الغلايسين لأن جميع هذه

الأحماض الأمينية 19 تحتوي على ذرة كربون غير متماثلة لأنها مرتبطة ب 4 مجموع

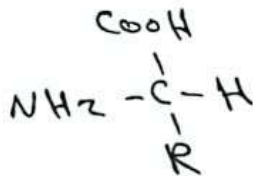
مختلفة :  $\text{COOH}$  ,  $\text{H}$  ,  $\text{R}$  ,  $\text{NH}_2$  أما حال الغلايسين تكون  $\text{R}$  هي  $\text{H}$  ←

ذرة الكربون تكون متماثلة لأنها تحتوي على ذرتي هيدروجين ← لا يتغير تدوير السنود

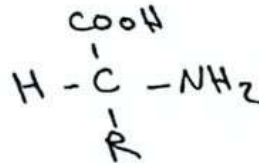
\* بمعنى لتركيبتها الفراغية :

← النوع D مجموعته الأمينية على عيني ذرة الكربون غير متماثلة

← النوع L " " " " " " " " " " " "



$\alpha$ -L - Amino acid



$\alpha$ -D - Amino acid

جميع الأحماض الأمينية في جزيئات البروتينات هي من النوع L فقط

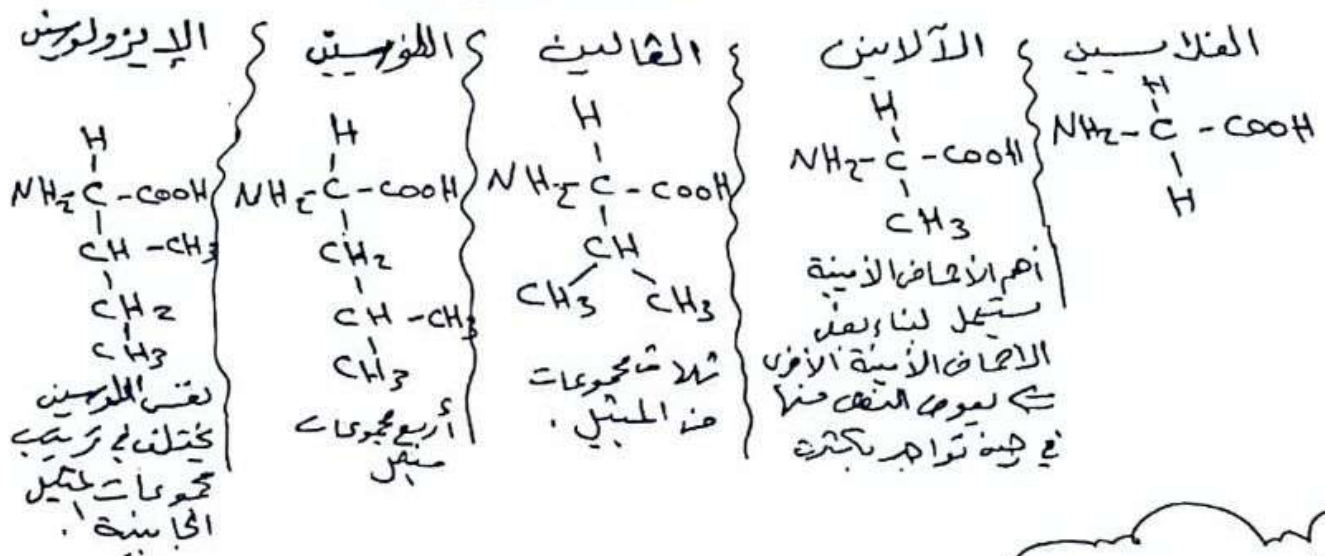
استثناء دودة الأرض تحتوي على D سيرين

الأحماض كبريتية D آلايسين

سنترك مع صيغة الأحماض الأمينية وانزاعها وهما لغزياً يسهل ديكيمياءهم و  
 وظائفه المتنوعة في الجسم :

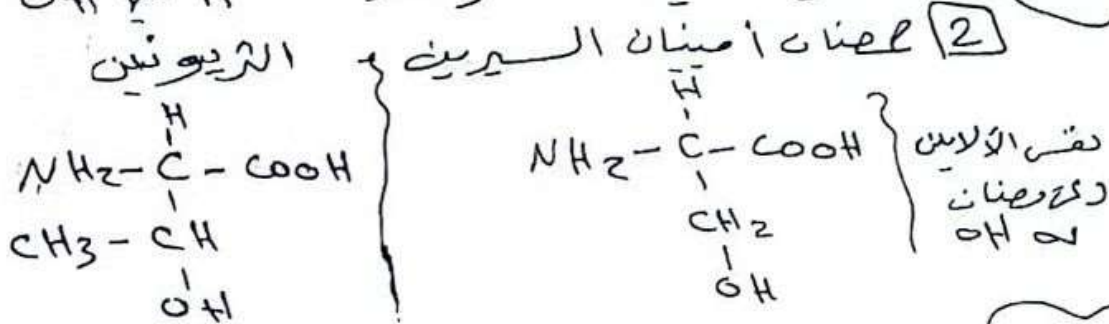
هناك عدة تصنيفات هنا حسب صيغة المجموعات R في الحمض الأميني (سبع مجموعات)

المجموعة الأولى: الأليفاتية: أي الألكيل. لأنها لأت الكبد R حامد ذرات  
 C أو H فقط ومنها **صنفاً أصنافه 5**

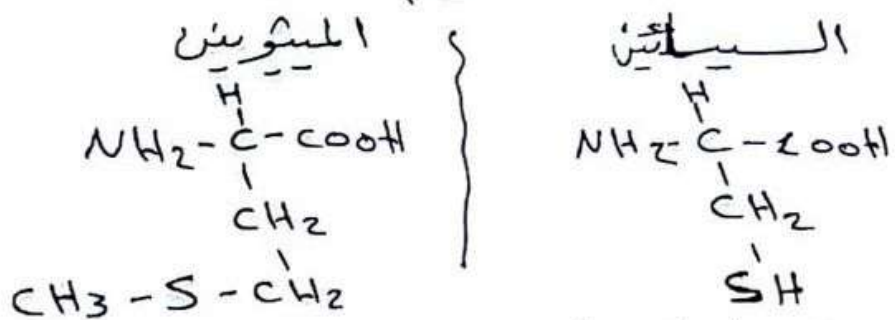


المجموعة الثانية

Hydroxy amino acids : هيدروكسي  
 R في OH



المجموعة الثالثة: Sulfur: الكبريتية كروي في R ذرة S  
 وفيها 2



صنفاً الآلانين منها في SH

في ثلاث مجموعات كيميائية وتنتج S من الألفا  
 الثالثة

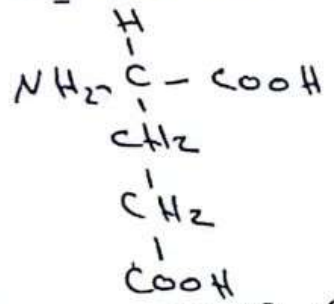
المجموعة الرابعة

Dicarboxylic amino acids : قوي على مجموعتين من البروتين

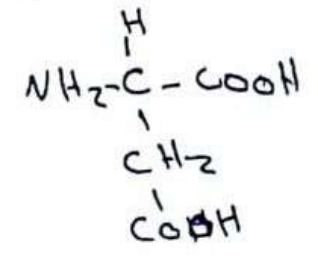
أساسية  
R-  
قابلية

مجموعتين أمينية : (2)

حمض الفلوتاميك

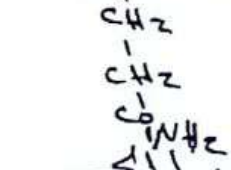


حمض الاسبارتيك

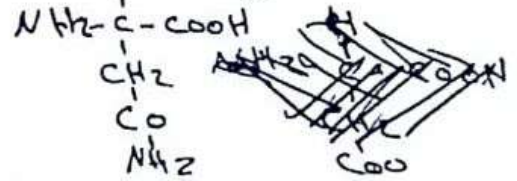


ويندرج تحت هذه المجموعة الأحماض أمينية وهما ينتجان عن الأستبرات والفولات وينتجان بامتصاص مجموعة

الفلوتامين



الاسبارصين



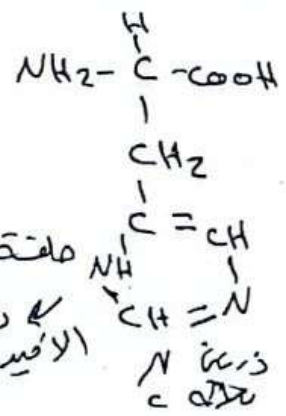
وهذه الخاصية أيضا تامة NH<sub>2</sub> امنية للحمض من آخذ يتفيد من الجسم مثل عند تراكم ترايز الأستونيات الدماغ والى تعتبر مادة سامة للجبهة البنية وتنتج عن إنتاج تسهيل الطاقة في الجسم الأستونيات وسفلا للفلوتامات أو الاستبرات كحماة الجسم و اشكيل حمض

المجموعة الخامسة

Diamino monocarboxylic acid : من مجموعتين أمينية أساسية  
R-  
قوتها الجذر

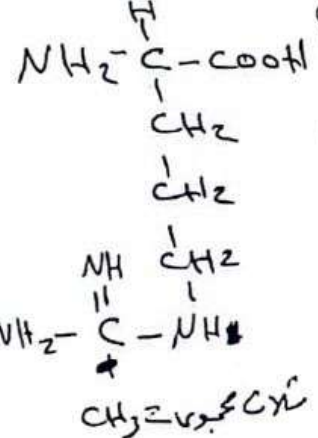
فيل 3 احماسية

الهيستيدين



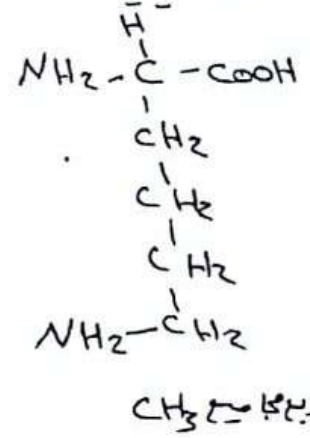
مفحة لاص  
نزاه  
الأصبازون

أرجينين



تلاص مجموعة CH<sub>2</sub>

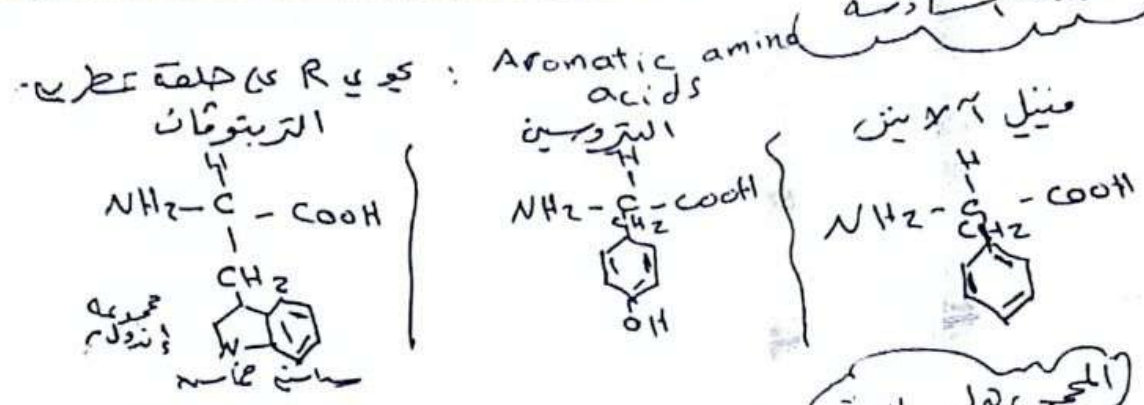
اللايسين



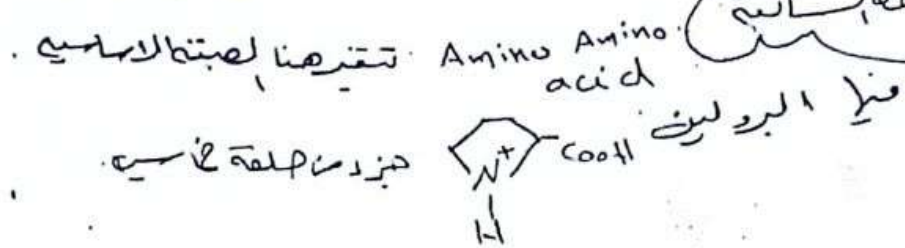
أربع مع CH<sub>2</sub>

(7)

المجموعة السادسة



المجموعة السابعة



الكثيف حسب طاقه الجيم لها : حسب قدره الجيم عمده  
 أ - انحاء تيزناسية : يمكن تمهينها مركبات اخرى  
 ب - اساسية : هزدي لا يقدر الجيم عمده  
 الا اساسية : كيب ان تدعب في لقتار لا يكون كيميوي

- الاصناف القالين - اللوسين - الايزولوسين -
- OH } الريبوسين -
- OH } الميثوسين
- COOH X لا يوجد في اساسي

2) NH<sub>3</sub> : هيلو اساميه ~~لا~~ لاسينيه ~~هيستيرين~~ اريجينيه  
 هيستين فقط : اساسية كيميوي  
 ذلك عند البالعين في اريجينيه

العطرية : الفينيل آلانين  
 التربتوفان

كثيف اعز مؤونة الباقوي فقط درات C و H و O  
 اريجينيه كيميوي ذلك : كيميوي الا ايقا برية غلاسين - اريجينيه - فالين  
 الميوسين : لوسينيه - ايزولوسين  
 التربتوفان  
 الفينيل آلانين  
 البرولين  
 كارهه للماء

## المحاضرات الأيونية غير البروتينية:

- هي أحماض أمينية حموية على مجموعتي  $NH_2$  ومجموعة كربوكسيل  $COOH$  - لكنها لا تملك
- في بنائها البروتينات بل تكون دوراً في عمليات أيضية أخرى ومنها أمونيا (الأيون)
- الأورثيين: سليل دوراً في دورة اليوريا، - هيدروكسي بروبين يدخل في بروتين العضلات
- السترونين: ينتج من الجسم من الأورثيين، ويستخدم في دورة اليوريا أيضاً
- بيتا ألامينو بروتين: يتكون من ميثاميد وحمض اليوريا، كما يدخل في تركيب الميثا ألامينو CoA
- المحاضرات الأيونية غير الطبيعية: تصنع كيميائياً (بارابنزيل، فينيل ألانين)

## ترسيب البروتينات:

- 1- بواسطة الألاح: مثل كبريتات الأمونيوم، كبريتات الصوديوم، كلوريد البوتاسيوم وسبب ترسيب البروتينات في التراكيز العالية أن جزيئات الملح تجذب عدل نقل جزيئات الماء القطبية، تاركة البروتينات ترسبه بسبب فقدان ذوبانيتها تستخدم هذه الظاهرة في إحدرا من تنقية البروتينات (الإذابة بالترسيب)
  - 2- بواسطة المذيبات العضوية: مثل الاستيرن والاكحول حيث تشكل هذه آصرة هيدرومونه مع جزيئات الماء، يقلل تماسها مع جزيئات البروتين مع الماء كما ترسيبه البروتين
  - 3- بواسطة المواد الحامضية: حامض ثلاثي كلور أسيتيل لتكوينه على عذما بل للذوبان فيه جاز تغايد البروتينات التي تحمل الشحنة الموجبة مع جزيء سالبة للمحلول
  - 4- ترسيب البروتينات عند نقطة لقادل الكهربائي: ترسيب البروتينات عندما يكون pH لوسط الحامض المنخفض يحد مقدار  $pI$  نقطة التقاطد الكهربائي Isoelectric point لتلك البروتينات، أي مجموع حموضة الشحنة الكهربائية = 0
- جوانب المحاضرات الأيونية:
- الذوبانية، الألفان الأيونية مواد صلبة بلورية تذوب في الماء بدرجات متفاوتة تبعاً لنوع المحل ودرجة ال pH وأغلبها لا يذوب في المذيبات العضوية.
  - الانضغاط: تحتاج درجة حرارة عالية للانضغاط أكثر من  $50^{\circ}C$  وغالباً تفكك قبل انضغاطها كما في درجة الانضغاط العالية دليل على الحاجة لطاقة كبيرة للتغلب على القوى الأيونية التي تربط البلورات
  - الناتجة الكهربائية: معظم الأحماض الأيونية لا تنقل التيار الكهربائي في المحال المستعارة بل تنضغ في المحال الجافة حسب تنوع إلكتروليتات ودرجة الحموضة القلوية تنحصر القصب الموجب في الألفان الأيونية أمفوتيرية تتل من  $10^{-11}$  إلى  $10^{-1}$  مولات، فقد  $5H - 6$  إلى  $10^{-11}$  لمقادل، الأسط لفة له  $10^{-11}$

تقل معظم الأحماض الأمينية حموضة وسمولية وجزئية بقية  
 وصيغتها المشحونة هذه تشرها صيغة الزوسانية في المادة والأنصهار بدرجات ترتفعة مما يؤدي  
 جرباء على هذا لتعتبر الأحماض الأمينية أيونات تتناغم القطبية زويتراً أيون Zwitterion  
 أي تحمل شحنتين فوجبة وسالبة فالأحماض الأمينية عموماً معوية لستة في بوسه  
 الحضيض والستة في بوسه لبقاوي أي مجموعته  $COO^-$  تلعب دور القاعد وتقبل  
 أيون الهيدروجين  $H^+$  الوسط الحضيض، وان مجموعته  $NH_3^+$  تلعب دور الحمض وتتأين  
 في الوسط القلوي بعتبة بروتون  $H^+$  تتجمع في  $OH^-$ .  
 يمكن صياغة الأساس لأجوده للمجوعتين كما في المثال التالي الذي يوضح منحنى  
 صايرة الحمض الأميني الآلاين:

أ - عند صايرة 0.1 مolar محلول الحمض الأميني الآلاين 0.1 مolar مع هيدروكسيد الصوديوم

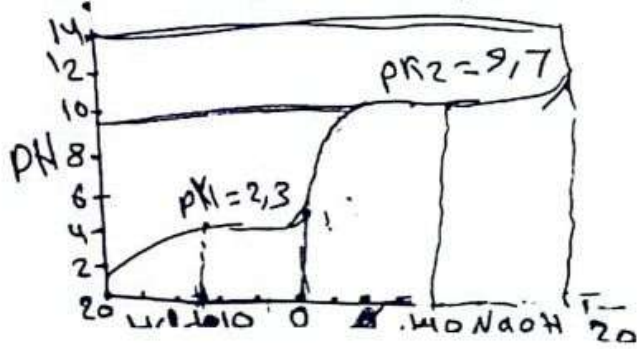
0.1 مolar نجد أنه بعد إضافة 0.1 مolar من القاعدة أصبح  $pH = 9.7$  أي أن رصنة

تكون اللازمة للتبادل الكلي لستة أمينيك وألته رصنة مجموعته الأمينية قد تم معادلته  
 في تركيز الزويتراً أيون صناد تركيز الأيونات  $III$  وتكون مجموعته الأمينية لم يزل رصنة لتأمين  
 ومن معادلة هندرسون هاسلباخ أنه في رصنة التأمين (أي أيونات  $H^+$  تركيز  
 الحمض وقلوه) يتعاد  $pH = 9.7$  في الأساس الذي هو  $pK_2$  فالأساس الذي هو  $pK_1$  لمجموعته الأمينية  
 في رصنة  $pK_2 = 9.7$  و  $pK_1 = 2.3$  وعند هذه الدرجة كحفل  
 مع حلوله منظم في كفايته القوي.

ب - عند صايرة محلول الحمض الأميني الآلاين سابق مع لحم هيدروكلوريك 0.1 مolar بدلاً

من القاعدة فإنة بعد إضافة 0.1 مolar من الحمض أي رصنة الكمية اللازمة للتبادل الكلي  
 أصبح  $pH = 3$  ويتأكد صحتها المحلول المنظم أي أنها وصلنا لمرحلة رصنة  
 التأمين الكامل لمجموعته الكربوهيدريل وأن تركيز الزويتراً أيون I سيادي فيزي الأيون  
 الموصى II  $\leftarrow$  فالأساس الذي هو  $pK_1$  لمجموعته الكربوهيدريل  $pK_1 = 2.3$  وسائر الأيونات  
 $pH = -\log K_1 = 2.3$

بين المنحنى منحنى الصايرة لحم الآلاين، تتكامل منطقتي الجلسون المنظمت عند  $pK_1$  و  $pK_2$   
 لمجموعته الكربوهيدريل والآلاين ألفا بالترتيب صانيب بمرقة ما ليس بنقطة لتبادل  
 الكهربائي (Isoelectric point (PI) رمزها  $pI$  وهي درجة  $pH$  التي يتساوى  
 عندها عدد الشحنت الموجبة والسالبة في الحمض الأميني أي الحمض متعاد يستعملهم بانهم



تكتب نقطة التقاد للحموض الأمينية كما يلي :

١١) للأحماض أحادية الكربوكسيل أحادية الأمين تكتب  $PI = \frac{PK_1 + PK_2}{2}$  حيث  $PK_1$  متوسط لايسين الحمض، و  $PK_2$  كما يلي في المثال السابق:

$$PI = \frac{2,3 + 9,7}{2} = 6$$

أي أنه أيون ثنائي القطبية عند  $pH = 6$

١٢) للأحماض الأمينية ثنائية الكربوكسيل مثل حمض الأسبارتيك وحمض الجلوتاميك:

مثلاً حمض الأسبارتيك به ثلاث أيونات  $PK_1$  لمجموعة الكربوكسيل = ٢,١ و  $PK_2$  و  $PK_3$  لمجموعة الأمين = ٩,٨

$PK_2$  لمجموعة الأمين = ٩,٨ و  $PK_3$  لمجموعة الكربوكسيل لإصغافته ليحصل على الحمض - R

$PK_3 = 3,9$  هناك نقطة التقاد للحموض ثنائية الأمين من متوسط لايسين الحمض ثنائي الأمين  $PK_3 = 3,9$  و  $PK_2 = 2,1$

$$PI = \frac{2,1 + 3,9}{2} = 3$$

١٣) للأحماض ثنائية الأمين تكتب نقطة التقاد للحموض ثنائية الأمين من متوسط لايسين الحمض ثنائي الأمين

لمجموعة الأمين و  $PK_1$  لحمض الكربوكسيل و  $PK_2$  لحمض الكربوكسيل و  $PK_3$  لحمض الكربوكسيل

فإذا  $PK_1 = 2,2$  و  $PK_2 = 9$  و  $PK_3 = 10,6$

$$PI = \frac{9 + 10,6}{2} = 9,8$$

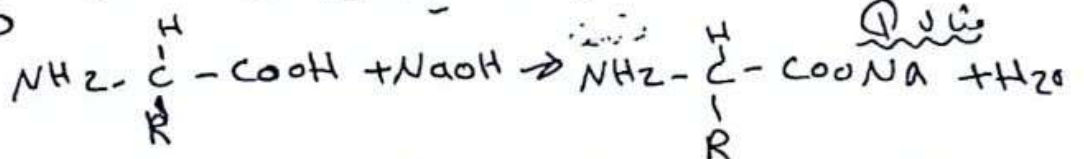
### أهم تفاعلات الأحماض الأمينية :

★ تفاعلات مجموعة الكربوكسيل : تتفاعل هذه المجموعة :

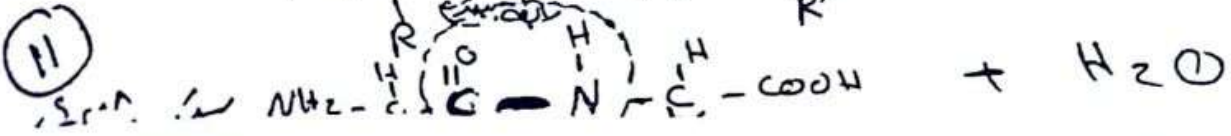
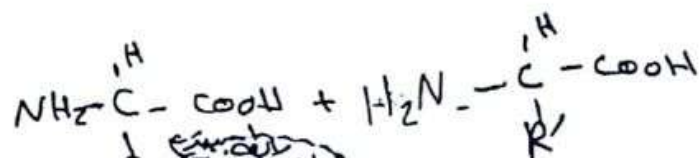
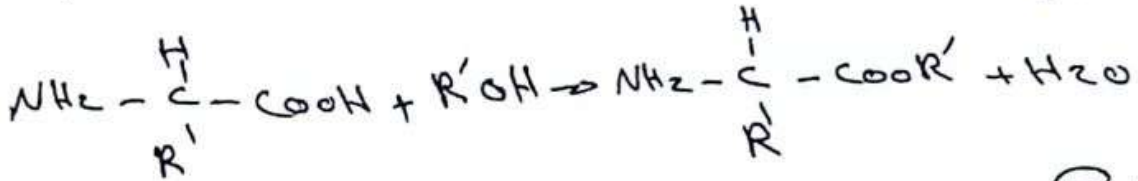
- مع القلويات لتعطى أملاح مثل ①

- مع الكحولات لتعطى إسترات مثل ②

الرابطة الببتيدية  
- مع الأصبغ والاصينات لتعطى أصبغات مثل ③



④ ملح + ماء + حمض أميني  
مثلاً غلايسين + ملح غلايسينات إستر ديوم

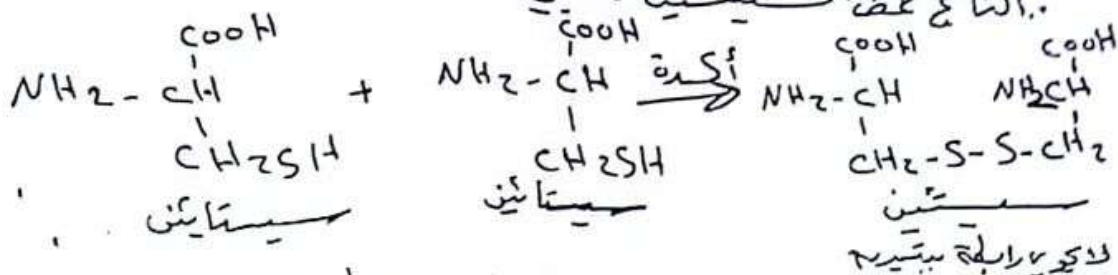




أما في التفاعلات:

تفاعل مجموعة الهيدروكسيل مع مجموعة الأمين مع أحد المجموعتين الحامضتين لحمض لينولين  
والسرين الفسفوري في تركيب أحد الفوسفوليبيدات وتلعب دوراً هاماً في عمل بعض  
الإنزيمات، كما يوجد بكثرة في البروتين الرئيسي في الحليب (الكازين ١٢)

تتأكسد مجموعة ألفا هيدريل -SH في حمض السيستئين وتتصل بالرابطة ثنائي  
الكبريت (-S-S-) بين جزيئين من هذه الرابطة فتصنع جزيءاً ثنائي كبريتوسلفيد  
الناتج من حمض السيستئين كما يلي:



يحتوي سركبيرين وهو الروابط القوية والمحافظة بغير طاقة عالية

وأهم التفاعلات في الحياة هي تشكيل الرابطة الببتيدية: بين حمض أمين  
وأخر حيث يتم بين الزمرة COOH من حمض والزمرة NH<sub>2</sub> من الآخر  
**مثال** يتعد الأحياء من ببتيد ثنائي مكون من حمض أسبارتيك + جليسين  
التي تستخدم ببناء السكرز والغلوكوز للأغذية لمصانع الكري

## الببتيدات

تتبع الببتيدات ارتباطاً بالأحماض الأمينية بروابط ببتيدية فالنتائج هي ارتباط  
حمضين أميين متتاليين - من ارتباط ثلاث أحماض أمينية ببتيد ثلاثي  
Dipeptide  
Tripeptide

أما في عدد الأحماض الأمينية بين ٢ - ١٠ فيسمى ببتيد مركب oligopeptide  
أما إذا كان العدد ١٠ - ١٠٠ فيسمى ببتيد كثير polypeptide  
أما البروتينات فهي ببتيدات مرتفعة الوزن الجزيئي يزيد عدد الأحماض  
الأمينية عن ١٠٠.

- في كل ببتيد يحتوي على مجموعة إينوزرة ومجموعة كبريتين طرفية من «الطرف  
الأميني» و«الطرف الكربوكسيل» للمجموعتين وتظهر لسيته

- تسمى الببتيد سبيداً كرف الأخرى اسم الحمض الأميني وهو النون يعرف باللام  
معد الحمض الأميني الذي يدرى في مجموعة كبريتيه طرفية فيتموضعها كإحدى  
سلاسل R من الأحماض الأمينية، R' حمض أميني، R'' حمض أميني تايروزين  
سبب هذا فاللوسيد تايروزين (VLY) هذا ببتيد يتلف  
تركيبه في أي ببتيد آخر لو كان نفس الأجزاء بترتيب مختلف.

(y-Glu-Gys-Gly)

- بعض الببتيدات توجد مرة في الصبيبة مثل الجلوتاثيون الموجود في النباتات والكبد والعضلات والدم والبروتينات الحار، المعيب دررأها فأ في بعض تفاعلات الأسترات الكيوتية تقااً لاصترانه كم عوفه سلفهيدريل في ~~الببتيدات~~ الببتائين الراهن بتكيب وهو مجموعته مختزلة قادرة عم! طاء الكورينات تتحول بالأسترة إلى سائل سلفيد ولبقا عد عكسي

- بعض الظروف تفضل تصادرات الكيوتية تتألف من ببتيدات ~~مختلفة~~ جليدية من هروص الأوكسيوسين «سياه» مع إفراز الكليية في الثدييات ٢٢  
المصاد الكيوي جراسيدين يتت حلقى كوكوف ارتباط عمه الخواص امينه أملة مخفا شليل آلايت

- هروص الأسترون تفرزه غدة البنكرياس والذرياباء مع كلال الكربوهيدرات وقفص سنية لهوكوز في الدم وبقفه سيبرون السكري وهو كوكوف سلسين ببتيدين محتويان على ثلاثة روابط ثنائيي كلفيد تتألفان من ١٥ حمضاً أمينية

\* كالدويتينات ببتيدات ذات وزن جزيئي عالي تيراو عمن عكس وبنك  
الذوق وتتم البروتينات بناء على ذلك إلى

**البروتينات البنية:** كالبوتينات اللبينة كالبوتينات المتكورة «المنطوية»

**اللبينية**

تشكل البروتينات كجداية ذات الوظيفة لبنائية  
• لا تذوب الماء (رغنية بالأحماض الأمينية للأصلحية لكافة الماء)  
• تقاوم التحلل بفعل الإنزيمات

من أمثلة **الأكريستين** في الدم - البرسين - البصون - لإظفار - الجوانز - لقرون  
المرمطية... ومن أمثلة الفايكرايشن تخوي (١٠-٢٠٪) حمض البستين  
توي روابط ثنائية الجريد لذلك تقاوم بقوتها، ولديها كلالها خاصية المطاطية.

ببتا كرا عن المرروهنوط الفديكوب وتو الرافض  
وهي عذ مفاضة لا تتمدد ولا تتقلص بالستين والتبيريد  
لا تخوي روابط ثنائية الجريد المتخوي سنية عاين  
من الأحماض الأضية ذات كجذو والصغيرة مثل Gly -  
Ala - Ser... مما يسمح باستقالة سلاسلها  
البندبة

**الكولاجين**

شكلا عوالي كبروتينات الجسم في الثديين وتشكل البروتينات  
الدماسية والعمارة للأسفة الربطة والضمادة كالكبد  
والعضلات، يتميز باصترانها على سنية كالبني من Gly ٣٣٪  
والبدلين ١٠٪ ودهيدروس برولن ١٠٪

ولا تخويهم رداً على ثباتها الكبريت لثباتها - سيئاً -  
 - لا تذوب في الماء - تعتمد بدورها على سبب تركيبها لا يستحق  
 - تقول ان هيليت ذوات في الماء بالصلبان

المفكرة أو المنظورة : ذات أشكال محروبة أو بيضاوية بسبب لانحرف  
 الكبريت للسطح بحيث يكون هذا الأماح لا نسبة اللامضية كذا الدائل و  
 الجدران لثقة المحبة للماء بارزة خارجاً ومن أمثالات :

- الألبومينات : ذواتها بالماء ، تتجلط بالحرارة مثل زلال البيض - ألبومين الدم
- الجلوبيولينات : لا تذوب في الماء - تذوب في المحاليل الملحية الممددة وتتجدد في الدم  
 والمضلات و السخ السباتية ، كذلك مثلاً الأقسام لمصادة عند المرض .
- الهستونات : قاعدية ، ذواتها في الماء وقلوية التاثير لا تستر إلا في حالة خالصة  
 الألبومين واللاسرين «تتبع في ندى كلاً من هذين بمقتضى بلاهما في لوزية»
- الملوكتينات : سباتية ، غير ذواتها بالماء ، تذوب في المحاليل لقلوية و كحوية الممددة  
 مثلاً هلبوتينين القمح بعض ذواتها في الكحولات . ٧٠-٨٠ : مثل البرولاسينات  
 سز «الزايين والهوردينين والجلالادين» في ~~البروتينات~~ لذرة والسفرة القمح يتوالي .

**البروتينات المصنعة أو طريفة**

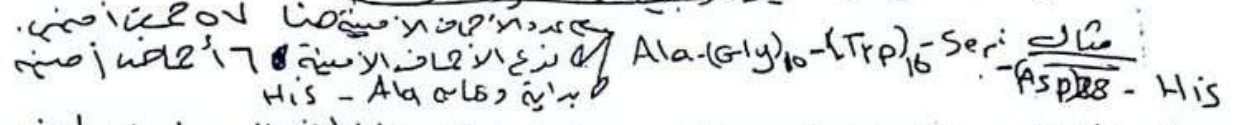
هي بروتينات منطوية مرتبطة مع أجزاء غير بروتينية مثل :

- أ- الفوسفوبروتينات (الازنين كليب) البروتين مرتبطة بحمض لفسفريليك
- ب- الجلاليكوبروتيينات : مرتبطة مع مواد كبريتية <sup>(FSH)</sup> البروتينات
- ج- المنيوكليوبروتينات : مثل الهستونات المرتبطة مع <sup>DNA RNA</sup> لظاها لبروتينات الكسوة
- د- الفلافوبروتينات : الأذوية لملبات الأكدرة والاضترال لاصترانها  
 مع صنع الفلاسين الصغراء التي تكمل أضد صنع الكردونات
- هـ - الليوبروتينات المرتبطة مع مواد دهنية ، كيميخ البلازما  
 - HDL - LDL

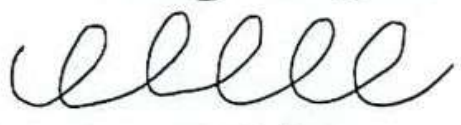
بنية البروتينات وتركيبها

التركيب الأولي للبروتينات

يتمدد بعد وترسيته أو تسلسل الأحماض الأمينية في سلسلة بيتية للكوة للبروتين  
 كونه هيموفين الأنزيمية هي وفاد بين البروتينات التي لها سلسلة بيتية  
 في البروتينات غير وفاد في البروتينات مثلها كإبراهيم فالين يعمل كالمركب في البروتين  
 الأنتيمال استثناء في البروتينات مثلها كإبراهيم فالين يعمل كالمركب في البروتين



التركيب الثانوي للبروتين: يدل على شكل الفراغ للسلسلة الببتيدية مع انحناء  
 واستقرارها على محور واحد وليست بواسطة الروابط الهيدروجينية ذات الجوز كبريتية  
 وصناديد أكثر من عذون في البروتين الواحد: الروابط الهيدروجينية والبيبتيدية  
 لا تشكل اللولبي أو الحلزوني: ألفا هيلكس في البروتينات الحسنة والبيتية والمركبة  
 تأخذ السلسلة الببتيدية شكلًا طبيعيًا وتكون تسمية البروتينات الحسنة والمركبة  
 لزوايا محددة حول رابطة C-N في الكبريتيد لا يعني ذلك لفه 360 درجة  
 يوجد بروتينات الكبريتيدات كالمركب الصوت، يدغم هذا التركيب الكانزيري وجود  
 الروابط الهيدروجينية الموزونة المحورا الحلزونية والبيتية

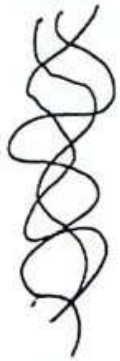


شكل البروتينات الصغرى المطفية أو المسماة التركيب B وهذا ترتبط

السلسلة الببتيدية المتجاورة تحقق عدد من الروابط الهيدروجينية بدلاً من  
 وجودها بين لفات السلسلة بواسطة. وقد تكون السلسلة الببتيدية  
 إما حرة في الاتجاه كالمركب أو كالمركب في الاتجاه كالمركب

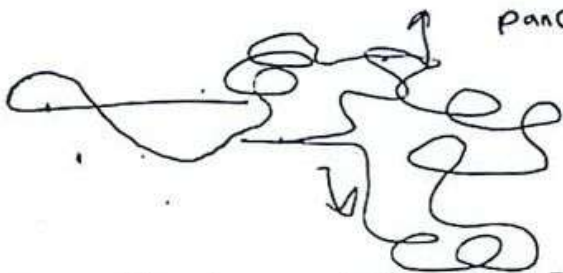


الحلزون الثلاثي: بروتينات الكولاجين: هي الحديد من الحزم المتراصة  
 وكل حزمة تكونت من لفات ذات السلاسل بيتية متطابقة وطولها



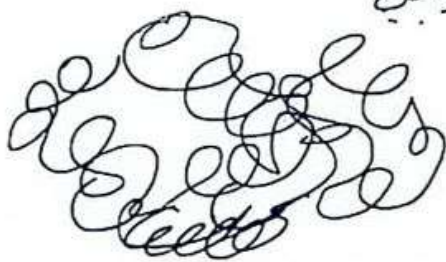
التركيب الثاني للبروتين

- هو العنق وانشاء السلسلة اذ الالاسن لبنيوية وترابطها من تكسبها  
 اعمق للبروتين وانهم الروابط التي تقيد في تثبيت التركيب الثلاثي  
 1 الروابط الهيدروجينية بين الكاربنات المتجاورة اذ بين المجموعات كما سبقت للاعطاء  
 2 الروابط الأيونية بين المجموعات المشحونة ايجابياً وسلبياً وهذا يظهر في  
 3 الروابط ثنائية الكبريت "الكبريت"  
 4 التجمعات غير المتجانسة للاسن الجذور الاقصية  
 مثالاً في البنكرياس pancreatic ribonuclease



4. التركيب الرابع للبروتين:

هو تركيب يدل على اختراع البروتين على أكثر من سلسلة ببتيدية كسبب  
 ترابطاً مثل الهيموغلوبين



فقدان الصفات الصبغية للبروتين

تشبه الصبغ البروتين فهو يتأثر بالانحلال الضوئي للبروتين و يفقد صبغها

- الصبغية سبب
- ← وجود هاب عظام من ارقاع
  - ← المخطط البنت
  - ← وجود مواد مخزله
  - ← المقففات وهاصق لعنق
  - ← طنبيات الصبغ

الآن السلسلة الصبغية والصبغية محتوية لصبغه

## استقلاب البروتينات

- تشكل البروتينات المتعادلة مع لقنذو لمصدر الرئيس للآزوت في الحيوان  
في صورة تصنيع النبات والبروتين الكائنات الدقيقة الاستقالات  
أصلياً النشادر كمصدر للآزوت  
في الكبد الكهفي تتحلل البروتينات مايقا والحموض الأمينية الكالده وينتج الامحمايد  
التي تتحلل في السور عبر الاعنية كملوي بروجي ~~التي~~ تعمل كالموتفيل للكبد  
و اسنج الاخرى وتستخدم لاصطناع لبروتينه لصودي و بعضه كحوروات

مصطلح التوازن الأوزوني : العرت سيزلازوت المتعادلة لقنذو والآزوت في المخلع المطروح  
مع الجول والبار \* عند ما تناسى كمية الآزوت المتناول مع لقنذو مع كمية الآزوت  
المطروح مع الجول والبار في كجيم في حاله توازن آزوتي (( بالاصلين مع تقدي هيدرا  
\* اما عند ما يكون الآزوت له اذلا كجيت كمية المطروح < الميزات الآزوتي حو حبه وهذه  
الكمية عند الاطفال التزايد كمية البروتين في اعمارهم بسبب لغوا  
\* عند ما تكون كمية المطروح < الاقل < التوازن الآزوتي سلبيا (( عند الجوع  
والصليم الطويل وسوء التقنية او بعض الاوضاع < لفيظ الحسم لتكامل النسبته  
البيديه لتتقوية كما في حالات  
عموماً كل الكائن الحي يحتاج الى بروتين يوسيا

### الانزيمات المحللة للبروتينات

تقوم انزيمات البروتياز والبيتيداز المفزة في المعدة والامعاء بتحلل لبروتينات  
حائياً ابتداء بتكسير الروابط البيتيدي وتحويل لبروتينات الى مركبات بيتيدي اصغر  
وزنها الجزيئي وينتهي الامر بتكسير الامحمايد الى الامحمايد الامينية

تقسم الانزيمات المحللة للبروتينات حسب مكان ابراجها الى ثلثها  
1- انزيمات ايدوبتيدياز : تحلل الروابط البيتيدي داخل كمن حصنة من اللده البيتيدي  
ولا تحتاج الاطراف مثاله البيسين في المعدة والترسين والكموسترالين في  
الامعاء الدقيقة والرينين في المعدة اربعة للعجول الرصيلة  
ولناحية ضد البويضة الباباين في البابايا والفيسين من البندا  
تفرز الانزيمات <sup>البروتينية الخاصة</sup> كالمضرسا سبالا لكي يذ فعال ثم تتحلل الى اشكال لفعال  
تتوسطها يفصل اللده البيتيدي التي تتحلل في تقليف و ارقاقه المرعز الانزيم لفعال  
عابدة لترعج او لفعال كوصة لوسط

1- اترنجات اوكسيبيدياز : تتماجم الروابط البيديية للسللة واحدة طويلا مستمرة

أ- اترنجات كربوكسيبيدياز : متقطعة كما في كفة الامين كاد يا مع مجموعته كربوكسيلية مرة واحدة في السللة البيديية

ب- اترنجات امينو بيدياز : كليه الكفة الامين كاد يا في المجموعة وفيه طاقية حريرة في السللة البيديية

ج- اترنجات داي بيدياز تتماجم البيديات الثانية فقط

التفاعلات العامة لاستقلاب الاحماض الامينية :

1- اترنجات مجموعته الامينية : يصطنع منه خلال الاحماض امينية نتيجة تونز اترنجات صمغ امينية آخر (تقوم بدورها)

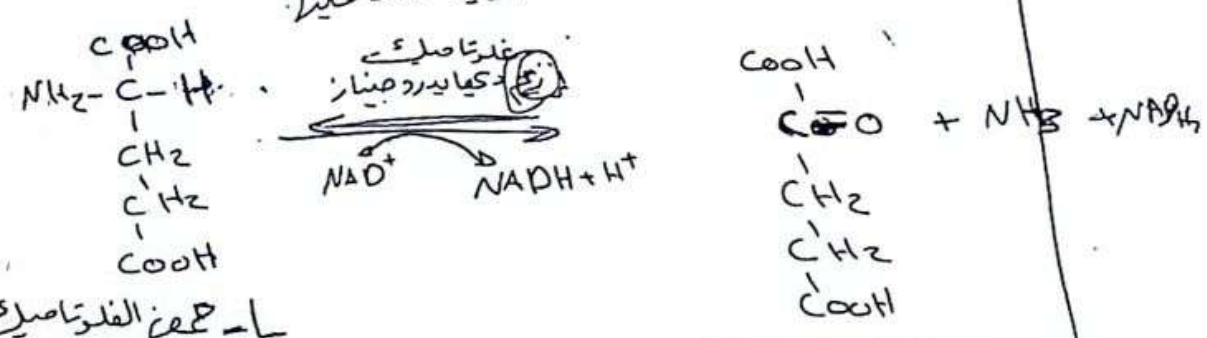
2- تفاعلات اترنجات مجموعته الامينية توكسيدية وهي الاكسدة البيديية

الاشارة هيك وتشمل فصل الازوت وتحرير مجموعة الاكسونيا والحصول على الحمض الكيتو اليه بالحذف الاميني وغيره من مجموعات

تترسب هنا اترنجات الديهايدروجيناز التي تتطلب نشاطا بيدييية

تتضمن اترنجات كرافق اترنجات لستقبل الهيدروجين وامين وبيدياز

L اهلوتا صليك ديهايدروجيناز مثل عليا



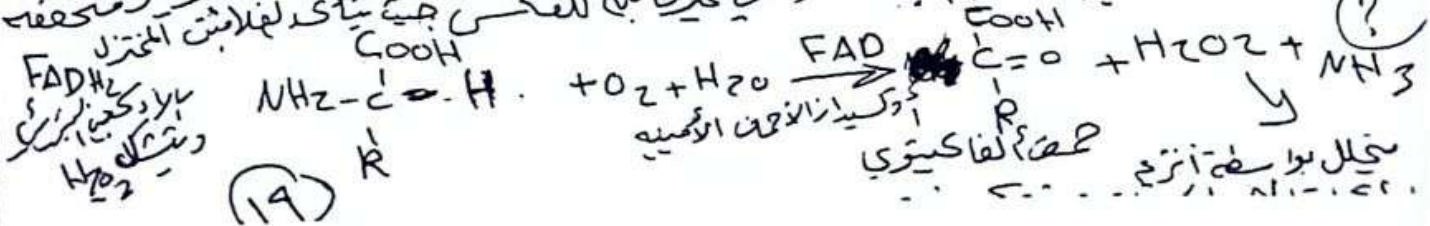
كيتوغلوتاميك  
 اترنجات المركبات الوسيطة في دوره كربيه

تترسب هنا اترنجات تقدم بنزع مجموعته الامينية توكسيدية وتتطلب نشاطا الغلافو بروبيك كرافق اترنجات FAD

عمل على نقل الهيدروجين الى الاوكسين الكوي فيشكل فوق اوكسيد طيدير

وليت باسم اوكسيد الاكسجين الامينية كرفيد في الامين والاكسجين اترنجات

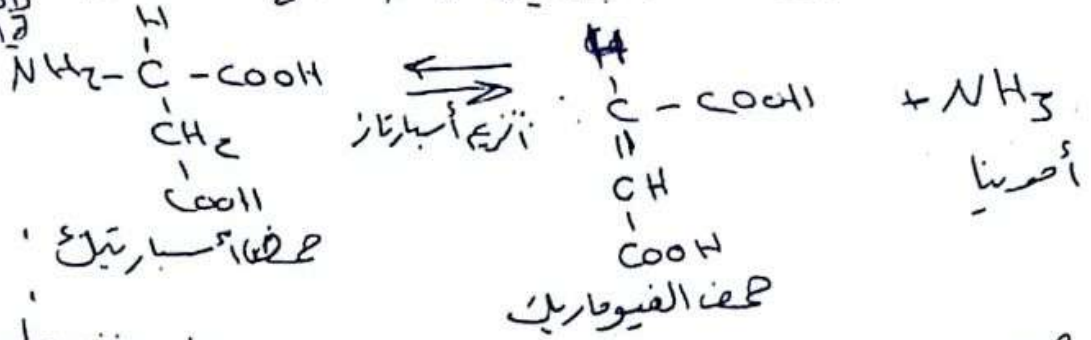
واهميتها اترنجات لبيدياز وهي غير قابلة للعكس حيث يتأكد لفلانبت المختزل



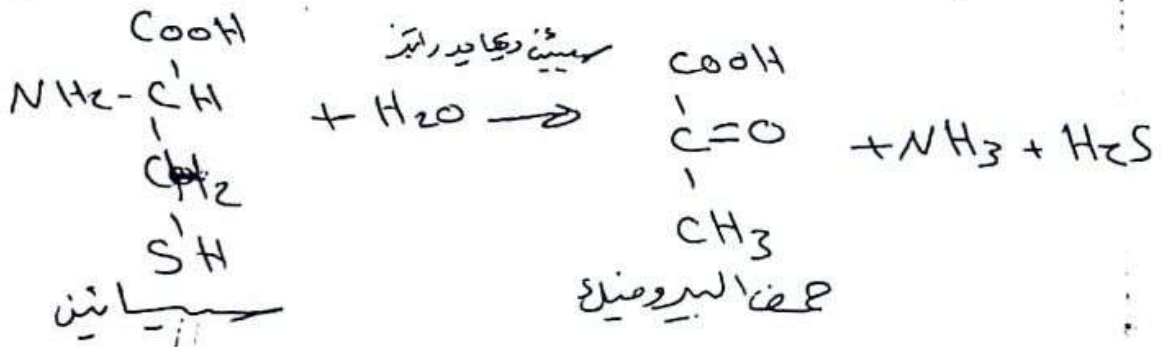
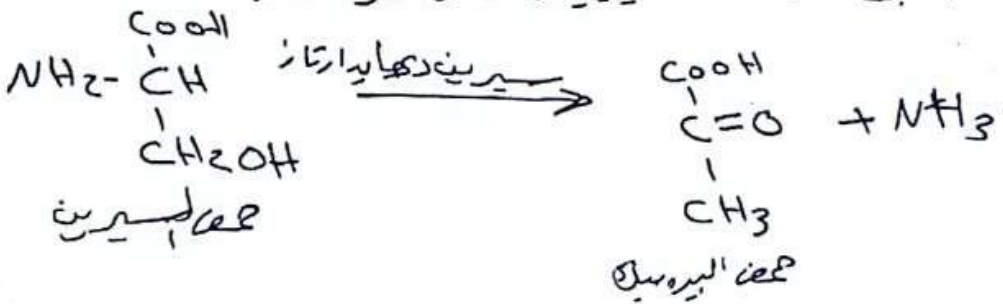
١٤- تترع مجموعة الأمين في التأكسدي

يعبر عن تترع من النوع العادي أميناز وبالنتيجة تشكل لإصونيا  
 ولا يمكن تحديد النسبة الحافظة.

مثلاً: ميوسين، تريم أسبارتا، التفاعل التالي التبادل العكس وعند زيادة تركيز  
 الأيونات يصنع حمض الأسبارتيل من حمض نووي وبنكريسين، في حين أن ميوسين  
 لا يدخل في هذه العملية



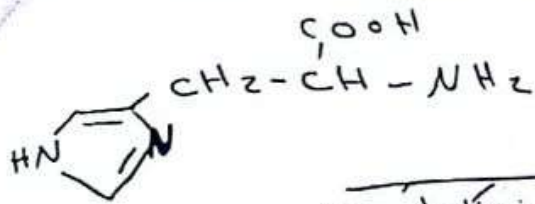
مثلاً: إنزيمات ديهايدراجاز تترع مجموعة الأمين في البروتين وليست  
 بوجود فوسفات البيروبيك كحال كرافقة إنزيم:



فالجميع يستطيع تشكيل الأحماض أمينية غير أساسية ولكنها لا تقل  
 أهمية عن الأحماض الأمينية الضرورية أو الأساسية.

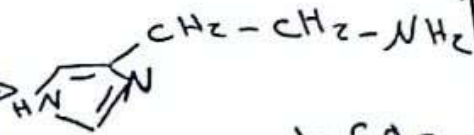
شياً تترع مجموعة الكربوكسيل:

تتم تترع مجموعة الكربوكسيل من جميع  
 الأحماض الأمينية وتتوسط إنزيمات الديكاربوكسيلاز الواسعة الانتشار  
 وتتطلب نشاط فينولين B6 «فوسفات البيروبيك كحال»  
 كرافقة إنزيمي وينتج  $\text{CO}_2$  و  $\text{H}_2\text{O}$  و  $\text{H}^+$  والأحماض الأخرى  
 الحافظة الحافظة.



هيستين

لا تتركز هيستين في الكاربوسيلات



هيستامين

+ CO<sub>2</sub>

والهيستامين له أهمية حيوية بزيادة تده بزيادة ضغط الدم وبنقصانه يتعفن ضغط الدم .  
أمثلة أخرى :

• حمض الأسبارتيلك ← B آلايين + CO<sub>2</sub>

يظهر في تركيب لمرافق الأترعيمي CoA

• غلوتاميك ← كالا اسينوبوتريلك + CO<sub>2</sub>

للعب دور في نقل السيالات العصبية

• السيرين ← إيتانول أمين + CO<sub>2</sub>

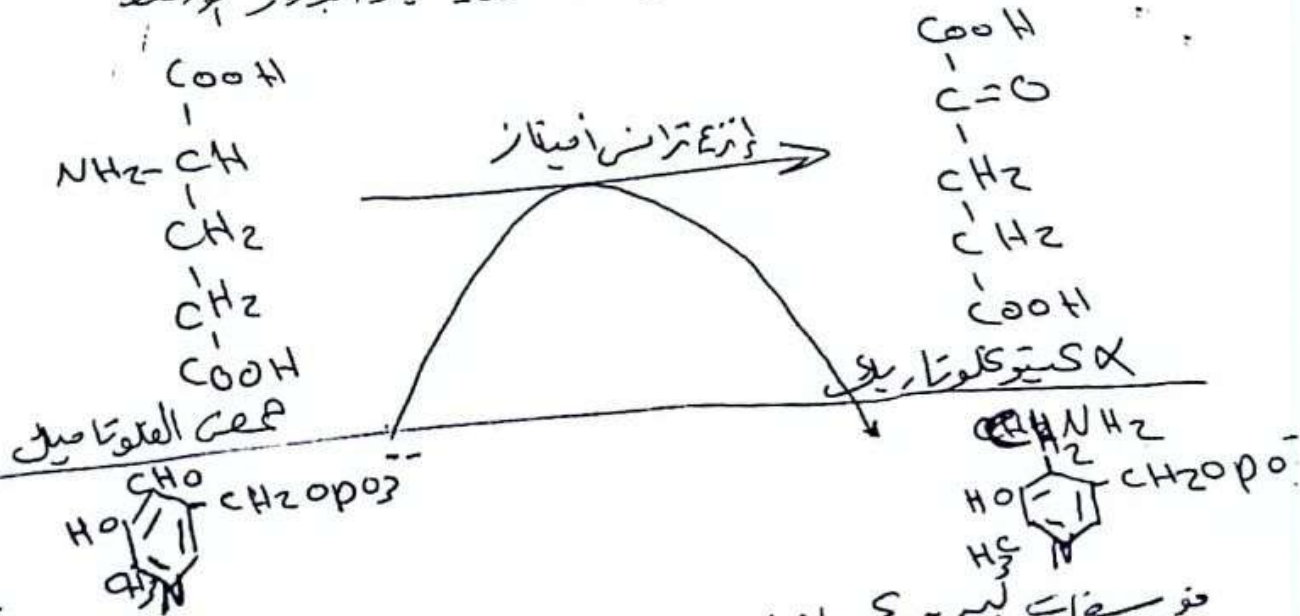
له دور في تركيب لعقد مغولبيدات

نقل مجموعة الأمين

وتحتل أهمية كبيرة حيث ~~تتم~~ نقل مجموعة الأمين من حمض أميني إلى هيكل كربونيل لحمض أميني آخر «محفز ألفا كيتوني» وينتج لحمض أميني جديد ومحفز ألفا كيتوني جديد آخر .

هذا الطريق الرئيسي لاصطناع الأحماض الأمينية عند الضرورة التي تتوسطها إنزيمات ترانسأميناز التي تستخدم فوسفات بيريدوكسال

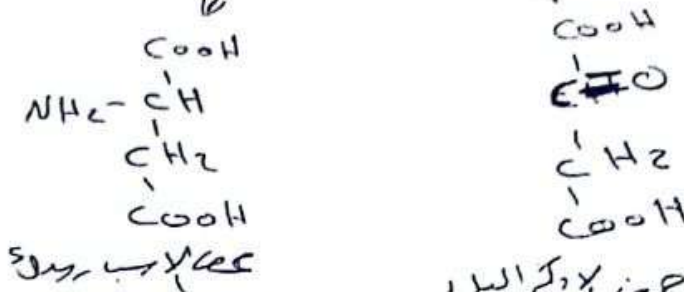
(مستخلص لفيتامين B<sub>6</sub>) كمرافق أترعيمي ليقوم بدور الوسيط



٢١

فوسفات بيريدوكسال

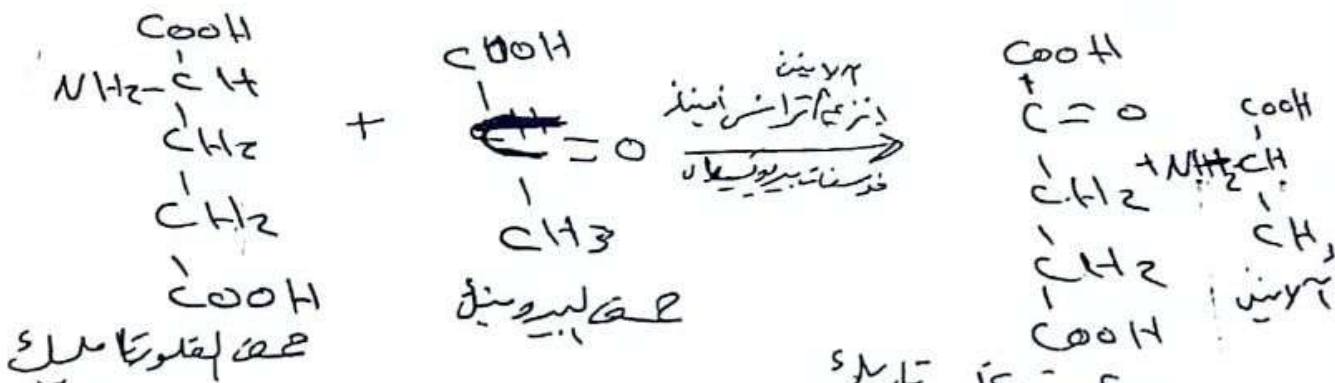
موسفات البيرويكاسمين ← موسفات البيرويكاسان



عضو الايسر يرد  
عضو الايسر يرد

مقاله ميشال ميترام ان ترم ترانس ااميناز بنوع مجموعته لامينوسا عفا  
الفلدا ميدي صيغله NH<sub>2</sub> مع موسفات البيرويكاسان الذي يقول  
موسفات البيرويكاسمين و يقول هيك الكاربون للفلدا مين  
! كيتوكلوتاريك .  
م يعوم موسفات البيرويكاسمين باعطاء NH<sub>2</sub> لحيون اذ كاسه  
ليقول ان امين الايسر يرد وينتج الاصيل موسفات البيرويكاس

مقاله  $\leftarrow$  عضو الفلدا مين + عضو البيرويكاسمين  $\leftarrow$  كيتوكلوتاريك + عضو ايسر



كيتوكلوتاريك هو صيغله كاربون الحف الفلدا مين

عضو البيرويكاسان هو الصيغله الكاربون للاميناز اذ البيرويكاسان  
انزيم الحف له هو الصيغله الكاربون للحف كيتوكلوتاريك  
انما الحف انزيم الفلدا مين اذ لا يسطع ان يتركبه له هون (ع)  
هيك كاسه انما حله

نتائج استقلاب البروتين في الجسم :  
 ١- صيغ كاربوني : يدخل في تشكيل الهياكل الأساسية الجديدة  
 • يمكن أحيانا مناظرة لـ  $\alpha$  هيكسامين مثل اطيبتامين لصنعة بدم -  
 والـ بيتانول أمين في تركيب الفوسفوليبيدات  
 • وشكل الأحماض ~~الحمضية~~ <sup>العضوية</sup> ومنها مناظرة تدخل في دورة كريبس كحمض  
 السيولين وحمض الأوكزاليك .

٢-  $CO_2$  : نتج عنه من طريق التنفس .

٣-  $NH_3$  : زيادته سامة لكافة نسيج الحيوي فالكبدات لها قدرة تقاوم  
 مباشرة أما الكبدات البرية والباشات تحول في الكبد إلى يوريا ثم تخرج  
 عن طريق البول .

- دورة اليوريا -

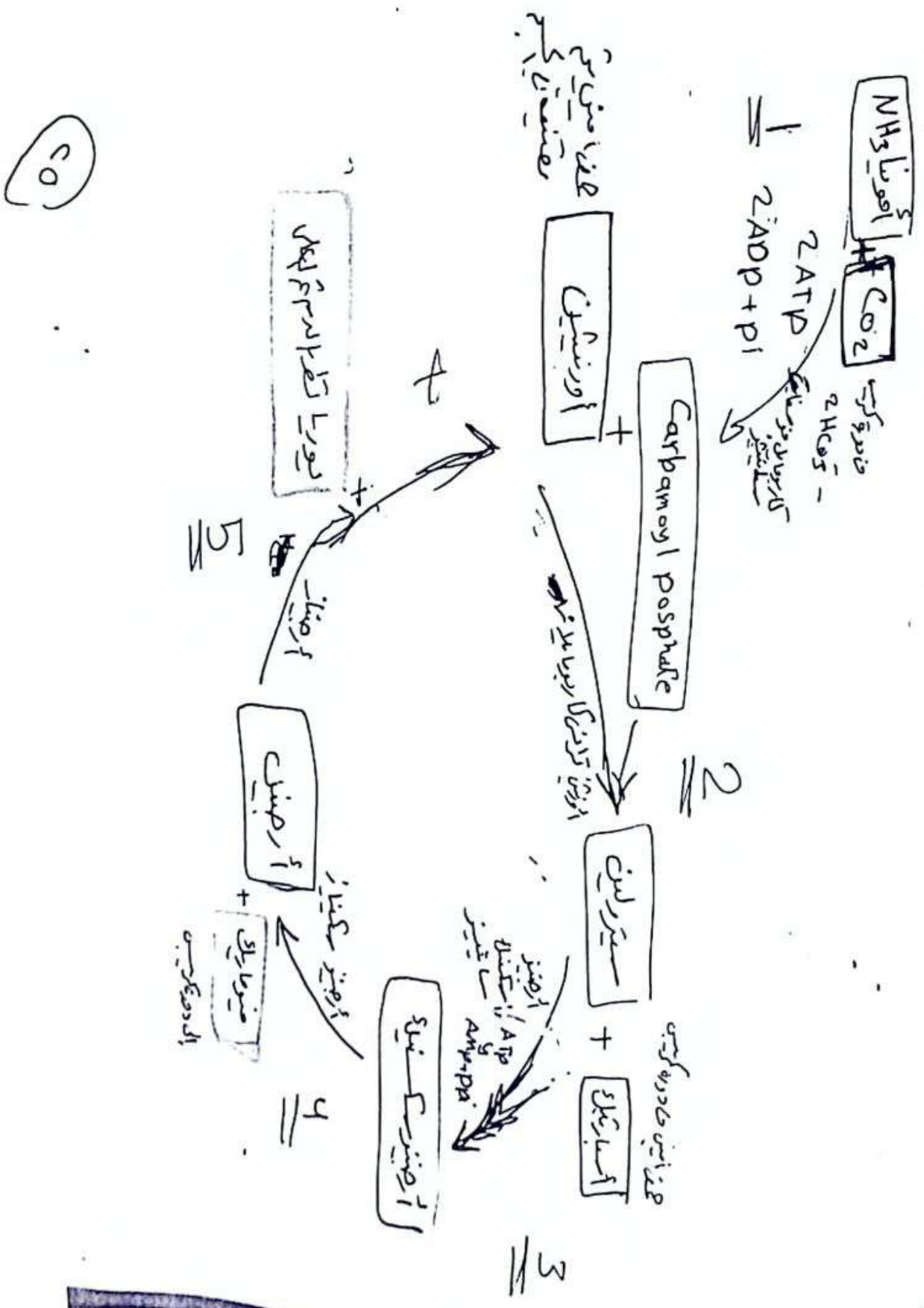
كما ذكرنا الجانب من الحمض الأميني يحمل ذرة  $N$  منو إما ينتقل إلى  
 $\alpha$  كيتوأسيد مثل ألفا كيتوغلوتارات لتعطي حمض أميني جديد  
 بعد غلوتامات مع تحول الحمض الأميني الأيسر إلى ألفا كيتوأسيد مقابل  
 له ~~مقابل~~ <sup>عملية</sup> غير الترانس أميناسيون أو قد تنفضل المجموعة لإنتهني بخرج  
 الذي ينتج من كبد الأضواء والألفا كيتوأسيد

هنا كيف سنتعلم من هذا الكيمياء الذي يصدر سام للعصوية بترابيك  
 عالج لذا يقوم الجسم باستقلاب غير عملية تدعى دورة اليوريا  
 وهو تجري في الكبد ويتم إنتاج اليوريا (برسام للعصوية الكبدية  
 الأبطح) تتبدلت مع من قبل الكبد ينتقل <sup>اليوم</sup> يصل لكلى وهذا  
 يخرج في الجسم من طريق البول وفي حال توقف العملية كانت هذا  
 المركب  $NH_3$  الأضواء يصل إلى الدماغ وهناك ~~عملية~~ <sup>عملية</sup> ~~تسمى~~ <sup>تسمى</sup> ~~عملية~~ <sup>عملية</sup>

لتقوم بتحويل الألفا كيتوغلوتارات المتواجده مع الدماغ إلى الكلدات  
 حمازيد كيمي الطلومات وبقيل <sup>صيري</sup> الألفا كيتوغلوتارات ولذا البنية  
 العديد من الآثار الضارة كما صحة الدماغ فتدعى <sup>صيري</sup> الألفا كيتوغلوتارات  
 يؤدي لعرقلة دورة كريبس كونه أحد مركبات الـ <sup>صيري</sup> ~~المرضية~~ <sup>المرضية</sup> في  
 الكريبس لا إنتاج الطاقة اللازمة للحياة إلا في الدماغ .  
 كما زياد ستر الطلومات السرة للماء يؤدي كدرى <sup>صيري</sup> ~~لهذه~~ <sup>لهذه</sup>  
 لمرضية وغيرها من الأضرار <sup>صيري</sup> ~~لهذه~~ <sup>لهذه</sup> ~~وهذا~~ <sup>وهذا</sup> ~~الضارة~~ <sup>الضارة</sup> ~~من~~ <sup>من</sup> ~~الأضرار~~ <sup>الأضرار</sup> ~~وهذا~~ <sup>وهذا</sup>



Liver  
 دور في الكبد : دورة اليوريا



# الفيتامينات

## الثامنة

هي مركبات ضا حلكية دوراً كبيراً في غذوتهم وبقاا الإنسان والحيوان -  
 ووجدوا ضروري جداً! كما نيك الكربوهيدرات والبروتينات والاندماج المعدنية  
 دعائن تصنف في داخل الجسم كيميائياً صغيرة جداً لا بد أن تقطن مع الرهيمت كيميائياً كما منه  
 تستخدم في المواد التركيبات «التعامم الخائز» الصغرية لاستقلاله المواد وقد تقوم الفيتا  
 بيدد الهاء التركيبات تقطن

خاصة كجم للفيتامينات تتراوح بين 100-50 في يومياً لدى زيادة تركيزها أعماراً ضارفاً  
 سمي **Hypervitaminosis** ، وقصرت تسمى **Hypovitaminosis**

لكن في حال إعطاء الجسم الحي وحيات طالفة من إصفا مينيف لفته طويلاً يؤدي تقدر تقطن  
 مرض يسمى **Avitaminosis** الذي يؤدي للموت للمكائن الحي .

وقد يكون الفيتامين ضرورياً جداً وهو المنتوج من المصطنعات الكيميائية لتأخير ضرر ولا ليفة  
 مثل فيتامين C مهم للإنسان والفرد للمناعة والقدان تقطنه ~~مهم~~ داهم أصباراً

تسمى إصفا مينات A, B, C «حياة» **Amines** أساساً روي **vitamine** أساساً كيا ~~تسمى~~

لكن أنزلة هو **vitamine** من لسيدواي الفيتامينات صفة لترتيب الأميند **Tamin**  
 كالفيتامينات مواد عضوية ذات وزن جزيئي صغير فتتلف منها سبباً في التركيب كيميائياً  
 وعيها جلا كجم بكيمياء صغرة لكن تقصيرها يسهل العديد من الأمراض

وتسمى أحياناً إذا كوزلة قد هل في تركيب مرافقات البروتينات والمرافقة الإنزيمية هو سواد صفة  
 لا بروينية كرافقة البروتينات من قد لا تركيبها أصدا لفيتامينات ووظيفة هذه المرافقات  
 أنها تقدم به ودر الوسيط لتأهل للاكترونات أو الذرات أو هيدروجين المجموعاً في الوظيفية مركبات  
 إعطادها المركبات أخرى .

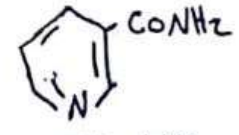
الفيتامينات إما  $\leftarrow$  ذوابة في الماء وتشمل مجموعة فيتامينات B و C و H  $\leftarrow$  أي أخذها يوتياد  
 $\leftarrow$  ذوابة في الدهون؛ لأنها تذيب في زيوت أو في أطعمة الغافقة في طريقها لبرن

فيتامينه A, D, E, K يمكن تخزينها وليس منه الضرورية أخذها يوتياد .

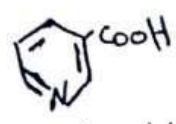
الفيتامينات الذوابية في الماء ووظائفها

أولاً: النياسين Niacin أو حمض النيكوتينيك : فيتامين (B3)

النياسين أو مشتقه الأميدي نياسيناميد فيتامين يتناقصه سوء مرض البلاغرا  
 تروج في الدم واللثة وتقرحات الجلد وواضعا في كيمياء وعصبية  
 مصادر: اللحوم والاصفاك وله علاقة هامة بالحض الامين التربتوفان حيث يمكن تحويل  
 من التربتوفان إلى نياسين (5%)



النياسيناميد  
أو النيكوفيناصيد



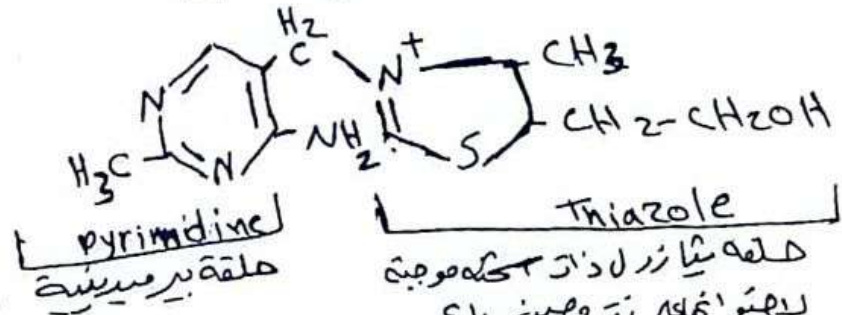
النياسين  
أو حمض النيكوتينيك

- أهم الوظائف الحيوية لهذا الفيتامين  
 وهو يدخل في تركيب المرافقين الأترعيمي  
 NAD (نيكوتين أسيد أدينين باي نيكليوتيد)

والمشتق النضافي له  $NAD^+$  (م إضفات) نيكوتيناميد أدينين ثنائي النيوكليوتيد  
 عليه هذه المرافقين الأترعيمي دوراً كبيراً في معظم تفاعلات الأكسدة والاختزال فضلاً  
 على استقبال <sup>هيدروجين</sup> الكتروليتين في تفاعلها وتفاعلاتها كطاقة لتفاعلات أخرى  
 حضاناً في الأترعيمي (دهما يرو صغار)

ثانياً: الثيامين Thiamine أو فيتامين B1 :

هو فيتامين ضروري لتحويل الكربوهيدرات إلى طاقة وظائف الأعصاب وجودة اللحم والمو  
 والسنية ونقصه يسبب مرض الهزال العصبي المعروف باسم (بيرى بيرى)  
 - الأغذية الغنية به الخبز - اللحوم - الخبز الكامل - البيض - البقوليات

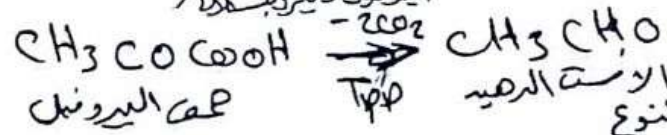


عينة فيتامين ب1  
 بيرى بيرى  
 -ات سكتة  
 في ندر صين

pyrimidine  
حلقة بيريميدينية

Thiazole  
حلقة ثيازول ذات سكتة صوية  
لاصواتها ندر صين باعي

- ينتج المرافق الأترعيمي ثيامين بايروفوسفات TPP من ارتباط مجموعة الهيدرو  
 في الثيامين بمجموعة كبريتات وهي الصادرة لفصالة هيدراتها الفيتامين  
 - يترك هذا المرافق الأترعيمي تفاعلات أكسدة الأحمض الكيتونية وترع  
 مجموعتها الكربوكسيلة مثل تفاعل كحول حمض البيرونيك إلى أستة الرهد  
 بيرونيك نيكوتريكلا



ك

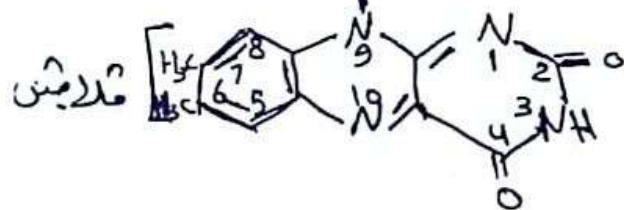
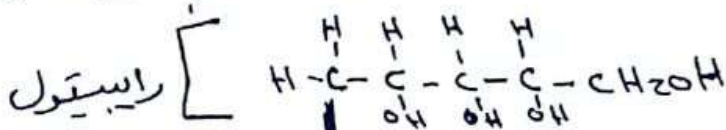
في TPP في تفاعلات كيميائية هذا النوع

تلك الاتزان التي تنقل ذرات كربون من سكر كيتوزي إلى سكر ألدهيدي (ترانس كيتولاز) تحتاج أيضاً للمرافق الايزيمي TPP.

ثالثاً الرايبوفلافين Riboflavin أو فيتامين B<sub>2</sub> :

هو مركب مهمومحضر، يؤثر على النمو والتضيق ويسبب بقعه فقد السهله وهو صا و متروفاً حول الشفتين والحفوت والأذنين. يوجد هذا الفيتامين في الالبان والحبوب والبيضه النباتات الخضره سديراً التاً ثراً بالخصوصية بتغير تركيبه ونقل مصدره كفيتامين

• يتكون الرايبوفلافين من حركب الغلامين (حلقة أيزوالوكازين في مجموعتيه مرتبطة بالاحول الخامس رايبتول (المشتق من سكر الرايوز) برابطة N-غلايكو على الذرة رقم 9 :



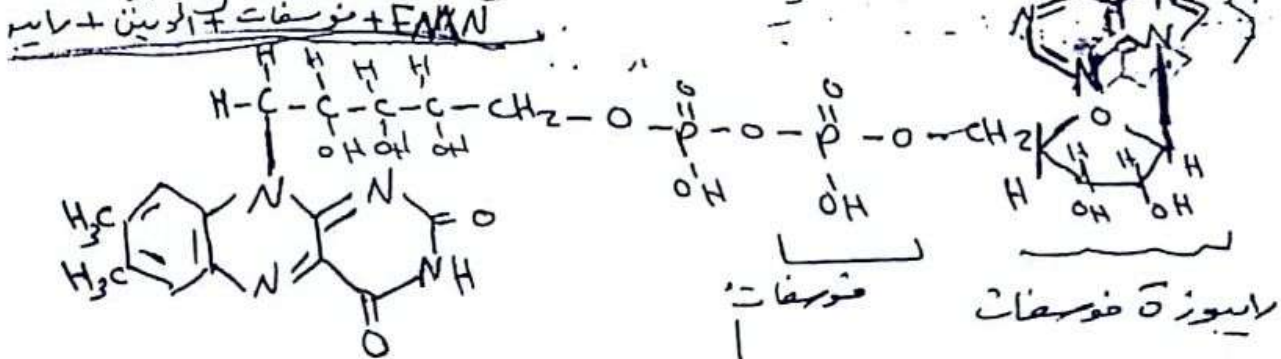
مع خلاصه الفيتامين في تركيب المرافقات البروتريعية المعروفة باسم المرافقات الغلامينية وهي اثنتان :

الرايبوفلافين

1- الغلامية أحادي النيوكليوتيد (FMN) ويتكون من رايبوفلاينزة فوسفات

صية تتبدل مجموعته الهيدروكسيل الفرمية إلى الرايبوفلافين بمجموعه فوسفات

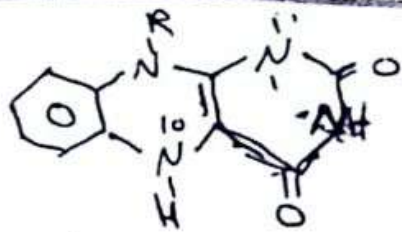
2- الغلامين ادينين ثنائي النيكلويد (FAD) ويتكون من ارتباط المثلثية التاليه كمنزج



FMN

FAD

لعمل هذين المرافقين كسقبل أو كوسط للهيدروجين (ذرة) في كثير من تفاعلات الألكة والاصتال مثل ارتباط الدهيار و هيناز و الجزاء الفعالة الفيتامين هو حلقة الايزوالوكازين لأنها تتبدل ذرات H على ذرات N (10 او 1) و يصعب نقلها للمعدن

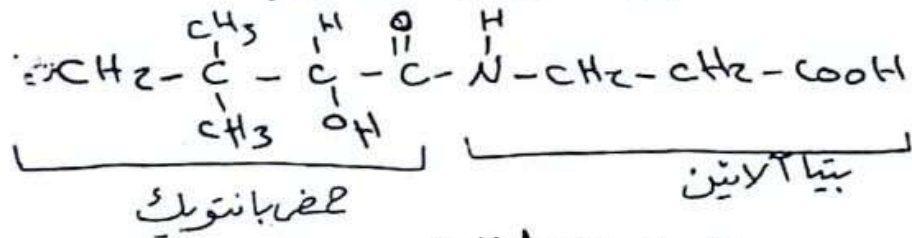


الشكل المختزل لدرع البكتين -

- مثال عنه: التفاعل الذي يسهله إنزيم كيناز ديكاربوكسيل المحتوي على FAD وينتج عنه حمض الفيوماريك في حمض الكبيتي

العاب: حمض بانتوثينيك (pantothenic acid) أو فيتامين (B5)

هام في عمليات التمثيل الغذائي في المحلكتين النباتية والحيوانية، متوزع في نخاع كثيرة لذلك أعراض نقصه نادرة الظهور في الإنسان. يتكون الفيتامين من ارتباط بيتا الأستين مع حمض بانتويك



حمض بانتوثينيك B5

يدخل حمض البانتوثينيك في تركيب المرافقة الإنزيمية A (A-SH) لتوضيح مجموعة الكاربوهيدريل الموجودة به وهي المجموعة الفعالة في هذا المرافقة الإنزيمية وتتشكل بارتباطها في الأنظمة الكربوكسيلية رابطة خفيفة بالطاقة، وتلعب المرافقة الإنزيمية دوراً هاماً في تنشيط الأنظمة الكربوكسيلية ونقل مجموعة الأستيل عن خلال أستيل كواستهرمونات الأستيل كوا الذي يترك في التمثيل الغذائي للكربوهيدرات والدهون والعضلات الحمضية والأستين وغيرها من المركبات الحيوية

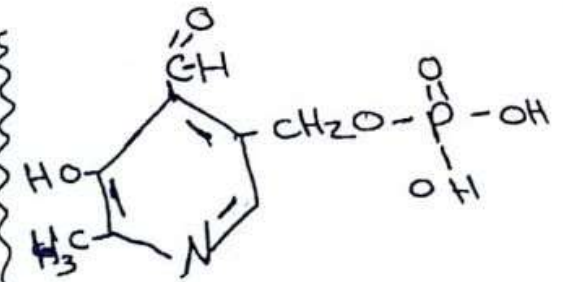
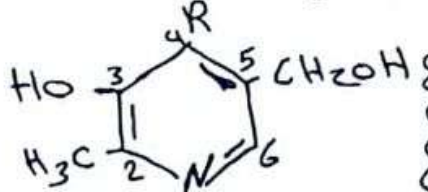
خاصة: البيرويدوكسين (pyridoxine) أو فيتامين (B6)

هذا الفيتامين ثلاث مركبات لها المفعول ذاته هي:

- البيرويدوكسين - البيرويدوكسال - البيرويدوكسامين وكلها مشتقات بيرويدين تختلف بنوع الجذر أو ~~مجموع~~ المجموعة المرتبطة به، الكربوهيدرات في الحلقة
- فالبيرويدوكسين يحتوي على الجذر -CH<sub>2</sub>OH - ، البيرويدوكسال يحتوي على -CHO -
- أما البيرويدوكسامين يحتوي على -CH<sub>2</sub>NH<sub>2</sub> -

والمشتقات الفعالة لهذا الفيتامين هي فوسفات البيرويدوكسال كإضافة فوسفات البيرويدوكسامين

تفاعلات التي سيرت في الفيتامينات بشكله يتم :  
 - تفاعلات نقل مجموعة لإصين (ترانس أميناز)  
 - تفاعلات تررع مجموعة لإصين (دي أميناز)  
 - تفاعلات تررع مجموعة الكربوكسيل (دي كربوكسيلاز)



بافتلات الجذر R ينتج أحد المشتقات التالية  
 بيريدوكسين  $\leftarrow R: CH_2OH$   
 بيريدوكسال  $\leftarrow R: CHO$   
 بيريدوكامين  $\leftarrow R: CH_2NH_2$

خوسفات البيريدوكسال  
 أحد المشتقات لصفالة B6 كترفع تأثيره

سادس : سيانوكوبالامين أو فيتامين B12

سبب المرض المضاد للأنييميا أو لفقر الدم الكبيبي هنتفه (3H900, 14M, 14PC) تدخل مشتقات هذا الفيتامين تفاعلات ترعية في عدد من التفاعلات الحيوية متداخلة نقل ذرة الهيدروجين إترعياً من ذرة كربون إلى ذرة أخرى كالتالي كما يشترك هذا الفيتامين في خفض الفوليك في تفاعلات نقل مجموعة الميثيل وإحداث الميثايلين ، لذلك يوجد هذا الفيتامين في الأغذية الحيوانية كالحليب والبيض وبيرتها .

سابعاً : حمض الأسكوربيك أو فيتامين (C)

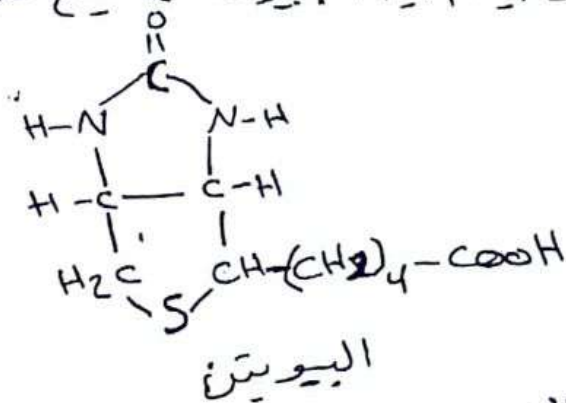
سبب أيضاً الفيتامين المضاد لمرض الإسقربوط ، نقصه في الغذاء سبب تررع في اللثة وعدم نبات الأسنان وبعض أمراض الفم .  
 تشبه بعض التريبات تشبه هذا الفيتامين في الفلوروكوز لكن الإنسان لا يستطيع إنتاجه .  
 يوجد الفيتامين في ثمار الحمضيات والبنورة والبطيخ والفاكهة والخضراوات الورقية .  
 - للفيتامين دور هام في تفاعلات إنزيمات الأيض داخل الخلية .  
 - كما يساعد في الحفاظ على سلامة البصهارين وإسجة الربطة والأوعية الدموية .  
 عن طريق علاقة بتحويل الحمض الأميني برولين  $\leftarrow$  هيدروكسي برولين الذي يتواجد بنية عالية في بروتين الكولاجين المكون للإسجة الربطة .

محمد بن محمد

كما يعرف فيتامينات أفرس ذوابة في الماء :

\* البيوتين: يرتبط بارتباطات الكربونيل التي ترتبط بالخاصة تنشط

شاي أكسيد الحديد وإضافته مع شكل مجبوع كبريتيد  
 رطبة البيوتين قبل الأهداء الرصية في الأضواء مع أعراض نقصه ناد  
 عملاً للإنسان إلا في حالات تناول كميات كبيرة من بياف البيض غير المعالج للحرارة  
 يرتبط الأزيدين (هلايكوبروتين) في بياف البيض + بيوتين ← يمنع انقضاء  
 ما قبل الأضواء



\* حمض الفوليك Folic Acid :

يترخ هذا الفيتامين في الحفرا الدم  
 والكبد ، أعراض نقصه شدة فقر الدم  
 صنف النمو

~~للحياتية في دور النمو~~

أصمته لطف دور كرافقاً ترتيمية لطف التفاعلات  
 للقيام من أهوية في أصفناع حمض الميثا بيوتين في النباتات و بعض البكتريا  
 دور هام للأصفناع الكبدية لقواعد البيورين و نيوكليوتيد الناعيدية  
 ضرورية للأصفناع الأصماء السنوية

### 4] الفيتامينات الذوابة في الدهون و وظائف الحيوية

هي أربعة فيتامينات (A, D, E, K) مخزن المزانة من الأيد الكبد

له دور هذه الفيتامينات ليس مفرداً تماماً كما هو الحال في الفيتامينات الذوابة في الماء  
 كحزقات انزيمية

• فيتامين A و مولداته (الكاروتينات): يضم الكرف و كبد و حوي حمض ٢٠٠  
 ذرة كربون . A<sub>1</sub> يوجد في شكل الذهب و ريتينال أو كحول ريتينول

يوجد فيتامين A في الأغذية الحيوانية كالبيض و اللحم ، الماء الأخضر الصفر و  
 النباتات الحفرا و تحتوي على صبغات الكاروتينات و لسه مولدات فيتامين  
 A لذا كما يحول في الكبد و الكبد إلى فيتامين A

- يدخل فيتامين A في تركيب صبغة العين <sup>الرودوبين</sup> التي تسهل الرؤية و ترفع  
 نسبة صفى الرؤية فاصحة في الليل كذلك صوره مرضي له بعد الجفاف يتطو للفن  
 للفيتامين و في الفخر سلامة الأغذية التي طيرة و الجلب

فيتامين D

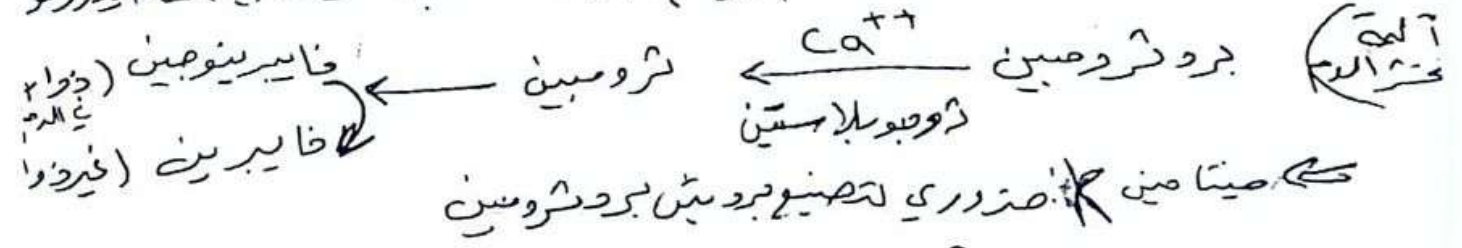
يعد فيتامين D من مجموعة المركبات كد فيتامينات كفيتامينات وهي ~~تسمى~~ كيميائياً مشتقات ستيرولات ، يفضل نباتي المنشأ أو الحيواني  
 يربط الفيتامين في بعض الأغذية كزيت السمك ومنتجات الألبان  
 يتشكل هذا الفيتامين في المسبب بتفصيله أمهاتنا تايكولسترول (V-D) ديهاييدروكوليسترول  
 المهدود في الجلد عند تعرضه لأشعة الشمس أو الأشعة فوق البنفسجية UVB  
 - الوظيفة الرئيسية لفيتامين D هي <sup>زيادة</sup> امتصاص الكالسيوم وفوسفور بواسطة الأمعاء  
 وتنظيم سنتها في الدم و ضروره لحفظ العظام ولإنتاج  $Ca^{++}$  نقصه عند الأطفال يسبب لك

فيتامين E أو مركبات التوكوفيرولات :

يضم هذا الفيتامين بضعة مركبات تختلف في فعاليتها كفيتامينات وأهمها : ألفا وبيتا و  
 $\gamma$  ،  $\delta$  ،  $\beta$  ،  $\alpha$  توكوفيرول ، كان سمي الفيتامين المضاد للشيخوخة  
 توجد مركبات التوكوفيرولات في الزيوت النباتية فاصحة زبدة جنين القمح والذرة  
 وحبهم ، وقد الرصد الكيوي  
 أهم فوائده التوكوفيرولات (المضادات) كمادة ضا سهرلة الأوكسدة تتفاعل ذ  
 مع أوكسجين الهواء الجوي تحمي المواد الأخرى الموجودة معها من الأوكسدة .

فيتامين K

توي فيتامين K من مركب كالأصالة كفيتامينات وتتوزع بكثرة في مشتقات اللبن صفراء البيض  
 وتنتج في السليلا آكاسية R ، يوجد الفيتامين بكثرة في الجلد الورميه والكبد  
 وصغار البض ، كما تنتجها بعض أنواع البكتريا في الأمعاء  
 له دور مهم في عملية تجلط الدم وعملية الصفرة لها كد في النباتات والحيوان  
 لا يصنعها الجسم مجموعة الكويون له صلة لاقتزال (تقبل الهيدرومين) الهيدروكو



يتسبب نقص فيتامين K في تصنيع بروتين في الكبد (بروترومين) تسببه هذه الحالة إرتباب  
 بوجود  $Ca^{++}$  و بروتين آخر ثروموبلاستين  $\rightarrow$  لتحويل (أ) ثرومين هذا  
 الثرومين يكو البروتين فايبرينوجين  $\rightarrow$  الذوابيل في الدم  $\rightarrow$  في  
 فايبرين (عنبرم الذوابيل)  $\rightarrow$  يكو الخثرة ويوقف  
 النزف

# Enzymes الأنزيمات

تحدث في الخلايا الحية أعداد هائلة من التفاعلات الكيميائية تؤدي إلى النمو والتكاثر والحركة.

ونتيجة لهذه التفاعلات الكيميائية تتحول المركبات البسيطة إلى عدد كبير من المركبات الحيوية الضرورية لقيام الخلية بوظائفها، ولبناء الخلية، وتزويدها بالطاقة اللازمة للقيام بوظائفها وبناء المركبات المعقدة.

تمتاز هذه التفاعلات الكيميائية الخلوية بأنها تتم بسرعة مناسبة في ظروف الخلية المعتدلة من حيث درجة الحرارة والحموضة، كما إنها تتوقف أو تتباطأ عندما تصل الخلية إلى نواتجها. تحدث هذه التفاعلات في الخلية بفضل عدد كبير من المحفزات وهي ما تعرف بالإنزيمات.

**تعريف الأنزيمات:** هي عوامل مساعدة حيوية تعمل على تسريع معدلات التفاعلات الكيميائية.

وهي ذات تركيب بروتيني عالي الوزن الجزيئي، وكثيرها من البروتينات فإن الإنزيم يتألف من

اتحاد عدد كبير من الأحماض الأمينية تكون فيما بينها سلسلة أو أكثر من عديد الببتيد.

والإنزيمات تزيد سرعة التفاعل الكيميائي  $10^8 - 10^{12}$  وهي تشارك الأنزيمات في التفاعل دون

أن تغير من نتيجته، أي أنها تعود في نهاية التفاعل إلى وضعها الأصلي الذي كانت عليه قبل

بدء التفاعل مما يمكنها من المشاركة بتفاعل جديد وهذا ما يسمح لكميات قليلة من الإنزيم

بالمشاركة لفترة زمنية طويلة في التفاعل، حيث تمتاز بكفاءتها العالية.

كما تمتاز بالدرجة العالية من التخصص التي تتمتع بها حيال المادة المتفاعلة ونوع التفاعل.

فكل إنزيم يختص بمادة متفاعلة واحدة يطلق عليها المادة الهدف (Substrate) وقد يختص

الإنزيم بمجموعة محددة من المواد المتشابهة في التركيب.

التعريف الحديث للإنزيمات:

هي محفزات بيوكيميائية (كيميائية حيوية) ذات تركيب بروتيني عالي الوزن الجزيئي تكونت

بروسطة الخلايا الحية ولا تعتمد على وجود تلك الخلايا في عملها وتقوم بتسريع تفاعلات معينة

دون التأثير على ثابت الاتزان من خلال خفض طاقة التنشيط،

## مكونات الأنزيمات:

الانزيمات تتكون من البروتينات ويمكن تقسيمها من حيث التركيب الى نوعين :

الانزيمات البسيطة **Simple Enzymes** وهي كأي بروتينات بسيطة عبارة عن سلسلة من الأحماض الأمينية المتتالية. مثل إنزيم اليورياز , **Urease** وإنزيم الأميلاز . **Amylase**  
الانزيمات المرتبطة: **Conjugated Enzymes** حيث تحتوي على مواد كيميائية مرتبطة فيحتاجها الإنزيم لفعاليتها وتسمى بالعوامل المساعدة (**Co-Factor**) وتتبعها معظم الإنزيمات حيث تمثل العوامل المساعدة المراكز الرسائنية تثبت الإنزيم بشكله الفعال وتفيد في إنشاء جسر بين الإنزيم و ركازته.

وتتكون الانزيمات المرتبطة من جزئين أحدهما بروتيني ويسمى الإنزيم المجرد و هو سلسلة عديد الببتيد (**Apo enzyme**)، والآخر غير بروتيني ويسمى المرافق الإنزيمي ( **Co - enzyme** ) أو العامل المعاون **co-factor** . وهي ترتبط بالجزء البروتيني من الإنزيم و التفاعل فقط، ولا بد من وجودها لإتمام التفاعل .

و يشكل المرافق الإنزيمي مع الأبو إنزيم ما يسمى بالإنزيم الكامل (**holoenzyme**) ويعمل الجزآن سويا أثناء التفاعل ، ولا يعمل الجزئي البروتيني وحده ولا مرافق الإنزيم كذلك

substrate



تسمى الجزيئات التي تمارس الأنزيمات تأثيرها عليها بالركائز ( مادة التفاعل أو الأساس) حيث يحول الإنزيم الركيزة إلى جزيئات تُعرف باسم النواتج وهي مسؤولة عن عدد من التحولات الكيميائية الضرورية لإدامة الحياة، حيث تمتلك دوراً هاماً في كافة مجالات الحياة

خصائص الإنزيمات العامة (الرئيسية): أهم خاصيتين رئيسيتين للإنزيم هما قوته الحفزية

وتخصصه:

• التخصص: تتصف المركبات الانزيمية بتخصصها العالي سواء كان ذلك في التفاعل الذي تحفزهُ او في اختيارها للمواد المتفاعلة والتي تسمى بالمواد الاساس وتتفاوت درجة تخصصية الانزيمات كما يأتي:

■ 1- الانزيمات ذات التخصص التام او المطلق (Absolute Specificity): يعمل الإنزيم على مادة تفاعل او ركيزة واحدة فقط: مثال إنزيم الكينيز الذي يقوم بإدخال مجموعة الفوسفات على الألدوزات بوجود ATP كمصدر للطاقة لإنزيم غلوكوكيناز يعمل على الغلوكوز فقط دون غيره ، كذلك انزيم اليورياز يحلمه اليوريا فقط

■ 2- انزيمات ذات تخصصات نسبية : Relative specificity: هي انزيمات اقل تخصصاً وهنا لا يكون الإنزيم متخصصاً في التأثير على مركب معين بل يكون متخصص في رابطة كيميائية معينة بغض النظر عن الوحدات البنائية المرتبطة لهذه الروابط الكيميائية ومنها :

- الانزيمات ذات تخصص المجموعة (التخصص المنخفض group specificity) وهي انزيمات تعمل على مجموعة كاملة من المواد الاساس تشترك فيما بينها برابطة كيميائية معينة : مثال انزيم الببسين من انزيمات ( Peptidases )
- انزيمات ذات تخصص الأصرة (الرابطة)(تخصص نسبي Linkage specificity): هي انزيمات اقل تخصصاً وتتخصص هذه الإنزيمات طبقاً لنوع الاصرة التي تربط المادة المتفاعلة بغض النظر عن نوع المركبات الحاوية على هذه الرابطة مثال انزيم اللابيز Lipase يحلل مائياً رابطة الاستر بين الغليسرول Glycerol والحوامض الدهنية في الليبيدات مهما كان نوع الكحول والحامض الدهني المكون لهذه الرابطة.

القدرة التحفيزية لاتزيم البورياز الذي يفك البولة مقدارها  $10^{14}$

28.35 غ من إنزيم الببسين يساعد على هضم 2 طن من بياض البيض خلال ساعات  
بينما مع غياب الإنزيم نحتاج إلى 10-12 طن من حمض الكبريت المركز ويستمر  
التفاعل 24-48 ساعة

## الخصائص الثانوية للانزيمات

■ لا تتغير طبيعة وبنية الإنزيم بفعل التفاعل فهو يشكل مركب وسطي انتقالي يعود إلى وضعه الأصلي تماما دون أي تغيير وبالتالي كميات قليلة من الإنزيم قادرة على القيام بملايين التفاعلات

■ بما أن الإنزيمات ذات طبيعة بروتينية مزدوجة (مذبذبة) تسلك سلوك الحمض أو الأساس حسب تركيز شوارد الهيدروجين في الوسط وعند نقطة معينة يتساوى الشق الحامضي مع القاعدي وتسمى هذه النقطة بنقطة التعادل الكهربائي، ولكل إنزيم نقطة تعادل كهربائي خاصة به

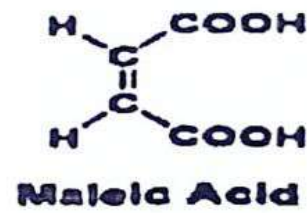
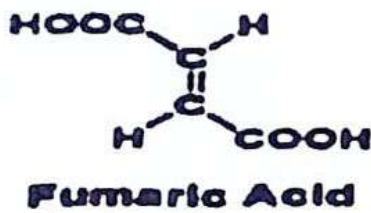
■ الإنزيمات هي بروتينات ذات أوزان جزيئية كبيرة جدا بالنسبة للمادة الأساس التي تعمل عليها فعلى سبيل المثال وزن جزيء إنزيم البيروكسداز 250 ألف دالتون لكن الركيزة التي يعمل عليها وزنها 34 دالتون

■ تتأثر فعالية الإنزيمات بالحرارة حيث يكون نشاط الإنزيمات معدوم في درجات الحرارة المنخفضة ويزداد النشاط مع ارتفاع درجات الحرارة إلى حد معين وعموما معظم الإنزيمات تكون في قمة نشاطها عند درجة حرارة 40 °م وينخفض نشاط الإنزيم مع ارتفاع درجات الحرارة وعند درجة حرارة 60-70 °م تتلف الإنزيمات نهائيا نتيجة تكسر الروابط المسؤولة عن البنية الفراغية ، ولكل إنزيم درجة حرارة مثلى القواعد فقط هناك إنزيم واحد يتحمل الحرارة حتى 90 م يسمى (taq DNA polymerase) لان الإنزيم مستخرج من بكتريا *Thermus Aquaticus*

■ تتأثر فعالية الإنزيم بالعوامل الفيزيائية والكيميائية (زنك - نيكل - رصاص ) وكذلك تتأثر بالأشعة فوق البنفسجية.

3- انزيمات ذات تخصص التشابه الفراغي (stereo specificity): تبدي الانزيمات درجة عالية من التخصص حول توزيع الذرات في مادة التفاعل فهي انزيمات تتخصص في التأثير على المواد ذات التشابه الفراغي ، مثل ايزوميرات D و L مثال انزيم Lactic dehydrogenase الذي يعمل على تحلل L-lactic acid وليس صورة Lactic acid -D .

ومثل متمكبات السيرس والترانس فهي انزيمات متخصصة بدرجة عالية جداً حيث تستطيع هذه الانزيمات التمييز بين شكل واحد فقط أي ان تعمل مثلا على مركبات السيرس ولا تعمل على الترانس مثل حمض المالك الذي هو النظير Cis لحمض الفيوماريك



- تقسيم الإنزيمات على أساس الرأزها في وجود أو غياب مادة التفاعل:

1 • إنزيمات بنائية (تأسيسية) **Constitutive enzyme** ينتج في الخلية بشكل دائم في وجود مادة التفاعل أو غيابها (إنزيمات التنفس الخلوي) توجد بكميات ثابتة ولا تتأثر بالعمول البيئية

2 • إنزيمات مستحثة **Inducible enzyme** ينتج في الخلية عند الحاجة له (مثل إنزيم **Penicillinase**) الذي تفرزه بكتريا *Bacillus cereus* في وجود البنسلين العوامل التي تتحكم في إنتاج الإنزيمات المستحثة

• التركيب الوراثي

• وجود مادة التفاعل

• توفر الأحماض الامينية لتكوين بروتين الإنزيم

• مصدر الطاقة لتخليق الإنزيم

3. الإنزيمات التعويضية: تخلق وقت الحاجة لإحلال بعض مواد الأيض للمحافظة على مستوى من المواد الوسطية لاتمام الدورات الغذائية مثال **Malate synthase** يعمل على تكثف حمض الجلوكوسيليك مع استيريل CoA لتكوين الماليك الهام في دورة كريس

تقسيم الإنزيمات على أساس إفرزها:

• الإنزيمات الداخلية **Intracellular enzyme** تبقى داخل الخلية ولا يمكن استخلاصها |

بتكسير الخلية بصورة كاملة

• الإنزيمات الخارجية **Extracellular enzyme** تخرج من الخلية إلى الوسط الخارجي

وتقوم بنشاطها الحيوي خارج الخلية

تقسيم الإنزيمات على أساس تأثيرها على جزيء مادة التفاعل:

• إنزيمات داخلية التأثير **Endoenzyme** تؤثر على الجزيء من داخله وليس من أطرافه

فتحلل الجزيئات الكبيرة إلى جزيئات صغيرة

• إنزيمات خارجية التأثير **Exoenzyme** تؤثر على الجزيء من أطرافه وليس من داخله،

فتحلل الجزيئات الكبيرة إلى جزيئات أصغر

## تسمية الإنزيمات وتصنيفها

مع ازدياد عدد الإنزيمات واجه الباحثون مشاكل عديدة كإعطاء نفس التسمية لإنزيم أو إعطاء إنزيم اسمين أو إبقاء إنزيمات دون تسمية

لذا فهناك العديد من التصنيفات التي استخدمت لتقسيم وتسمية الإنزيمات وهي:

1- تصنيف قديم تسمية ليس لها دلالة تريبسين trypsin ، ببسين (pepsin) التي تحفز التحلل المائي للبروتينات.

2- تصنيف حديث (مفضل وشائع) بإضافة مقطع ase إلى اسم مادة التفاعل التي يعمل عليها الإنزيم Substrate مثلا يحفز إنزيم اليوريز urease التحلل المائي لليوريا والأميلاز amylase يحفز التحلل المائي للأميلوز والأرجينيز يحفز التحلل المائي للأرجينين.

3- تصنيف استنادا إلى طبيعة التفاعل الذي تحفزه مثلا إنزيم Decarboxelase و إزالة مجموعة الكربوكسيل من المادة الأساس وإنزيم Dehydrogenase يحفز إزالة مجاميع الهيدروجين من المركب.

4- يستعمل في الوقت الحالي التسمية العلمية (التصنيفية) تصنيف الحد من نقل

الإتحاد الدولي للكيميائيين الحيويين : IUB : حيث تعتمد على التصنيف العالمي

للإتزمات حسب وظيفة الأتزم، وتقسّم فيه الإتزمات مجموعات حيث قسّمت إلى ستة مجموعات رئيسية وكل مجموعة يتبعها تحت مجموعات، وكل تحت مجموعة يتبعها تحت مجموعة ، ولذلك يعطى كل إتزم أربعة أرقام لتعريفه عن أي إتزم آخر

كالتالي :

والمجموعات الرئيسية الستة هي:

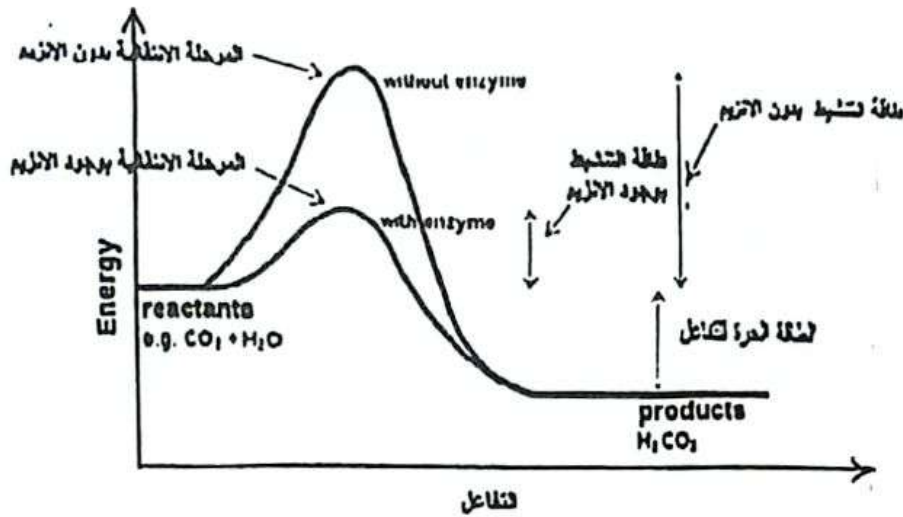
صنف الاتحاد الدولي للكيمياء الحيوية الإنزيمات إلى ستة مجموعات:

1. إنزيمات الأكسدة والاختزال :: Oxidoreductases

- إنزيمات الأكسدة Oxidases: تستخدم الأوكسجين كمستقبلات لازالة الهيدروجين من الركائز وتشكل  $H_2O$  و  $H_2O_2$  كنواتج،  
مثالها انزيم غلوكوز أوكسيداز يقوم بتحويل الغلوكوز إلى حمض الغلوكونيك وبيروكسيد الهيدروجين عند وجود الأوكسجين
- الديهايدروجيناز Dehydrogenases (إنزيمات الأكسدة البيولوجية) مسؤولة عن إزالة الهيدروجين دون الاعتماد على الأوكسجين كما السابق ولايشكل  $H_2O$  و  $H_2O_2$  كنواتج، مثال المالات ديهايدروجيناز نراه بحلقة كربيس يؤكسد المالات الى اوكسالواسيتات بسحب ذرة H من المركب، كذلك مثال تحول البيروفات الى اللاكتات بفعل انزيم Lactate dehydrogenase حيث تنتقل ذرة هيدروجين من  $NADH +$
- إنزيمات فوق الأكسدة Hydroperoxidase: تستفيد من وجود الماء والماء الأوكسجيني في الوسط كركائز للتخلص من الجذور الحرة ROS وتحمي الخلايا من أذى المؤكسدات منها مثالها الكاتالاز يقوم بجمع جزيئي  $H_2O_2$  إحداها يلعب دور المؤكسد والاخر دور المرجع ويشكل الماء والأوكسجين، البيروكسيداز يستخدم فقط جزيء ماء أوكسجيني كمؤكسد وركائز أخرى حاملة للهيدروجين تخضع للأكسدة وينتج الماء والركيزة بشكلها المؤكسد.

## آلية العمل

أبداً عمله عن طريق خفض طاقة التنشيط مما يسمح بتجاوز تفاعلات تجري عادة ضمن درجات حرارة مرتفعة جداً، ولدى الشروط الحيوية بدرجة حرارة لا تتعدى درجة حرارة الجسم الحي، ليعود بعد تجاوز التفاعل إلى وضعه الأصلي مما يمكنه من المشاركة بتفاعل جديد وهذا ما يسمح لكميات قليلة من الأنزيم بالمشاركة لفترة زمنية طويلة في التفاعل. يقلل الأنزيم طاقة تنشيط التفاعل بواسطة ارتباطه (لربط مؤقت) بالمواد المتفاعلة عند مواقع نشطة للإنزيم وهذا الارتباط يقرب بين المواد المتفاعلة، ويحدث تفاعلات بينها. أي أن الإنزيم يقلل طاقة التنشيط للتفاعل ليصبح لأكثر عدد من الجزيئات بالتحلل في نواتج بواسطة جزئ إنزيم واحد.



- لا تؤثر الأنزيمات على ثابت الاتزان في التفاعل الذي تحفزه ولكنها تسرع التفاعل للوصول إلى حالة الإتزان
- لا تؤثر على تغيرات الطاقة الحرة للتفاعل
- لا تغير الاختلاف في مستوى الطاقة بين المواد المتفاعلة و المواد الناتجة.
- تعمل على تخفيض طاقة التنشيط المطلوبة لبدء التفاعل المحفز بالإنزيم
- طاقة التنشيط : هي الطاقة اللازمة لبدء التفاعل و نقل المواد المتفاعلة إلى مستوى صح يسمى لتحويل المواد المتفاعلة إلى نواتج هذا المستوى يعرف بالحالة الانتقالية المؤقتة . كلما قلت طاقة التنشيط كلما زادت سرعة التفاعل.

## 2. إنزيمات النقل **Transferases** :

وتشمل جميع الإنزيمات التي تقوم بنقل بعض الذرات أو المجموعات الوظيفية (كربونية -أزوتية - فوسفاتية) ضمن أو بين الجزيئات المختلفة مثل الغلوكوكيناز ومنها إنزيمات الترانس أميناز

## 3. إنزيمات التحلل المائي **Hydrolases** :

وهي تقوم بحلمهة بعض الروابط بإضافة الماء مثل  $C-O$  ,  $C-N$  ,  $C-C$  ومنها الإنزيمات التي تعمل على حلمهة الروابط الجلايكوزيدية و الأسترية والببتيدية ليباز، أميلاز، بروتياز ، سكريز

## 4. إنزيمات الفصل أو الحذف : **Layases** :

وهي الإنزيمات التي تعمل على نزع مجموعة كيميائية دون اضافة الماء ،ويرتافق هذا التفكك عادة اما بتكوين رابطة مزدوجة او الاضافة الى رابطة مزدوجة ومنها إنزيمات **Deaminases** و **Decarboxylases** و **Aldolases**.

## 5. إنزيمات التماكب **Isomerases** :

وهي الإنزيمات التي تنشط التحولات البنوية الوظيفية والفراغية ضمن الجزيئة ، فتحفز هذا الإنزيمات تغيير بنية المادة ضمن الجزيئة الواحدة حيث تحول المركبات إلى تماكبات سر تماكب موضعياً أو هندسياً أو ضوئياً (إيبيميراز، راسيميراز، إيزوميراز) ومنها إنزيمات الـ **Cis-Transisomerases** والترانس

## 6. إنزيمات الربط أو الاصطناع **Ligases or Synthetases** :

وهي الإنزيمات التي تعمل على إنشاء رابطة جديدة بين مركبين مختلفين او اكثر،

مثال إنزيم RNA ligase الذي يعمل في بناء البروتين في الخلية.

كذلك إنزيم DNA Ligase يقوم بربط سلسلي دنا من خلال تشكيل رابطة فوسفاتية

## تعريف في الإنزيمات:

الموقع الفعال : هو بناء فراغي محدد وهو المنطقة الموجودة ضمن الإنزيم التي ترتبط فيها المادة الأساس أو المادة المتفاعلة - ويوجد في كل إنزيم مركز فعال واحد أو أكثر وهو المسؤول عن قيام الإنزيم بعمله ويتم الارتباط بين الهدف والإنزيم بمشاركة مجموعة من القوى الضعيفة مثل الروابط البيدروجينية والأيونية.

## وحدة قياس النشاط الإنزيمي Enzyme assay:

هي كمية الإنزيم التي يمكنها تحويل 1 ميكرومول من مادة التفاعل إلى نواتج في الدقيقة الواحدة عند الظروف المثلى لعمل الإنزيم (درجة الحرارة وتركيز الأس الهيدروجيني ... ) واحتنتها وحدة/مل (U/mL) ويعبر عنها بما يعرف بوحدة الإنزيم (IU) Enzyme Unit ويرمز لها بالرمز  $\nu$  الذي يشير إلى معدل سرعة التفاعل الإنزيمي.

الفعالية النوعية إن الفعالية النوعية لإنزيم هي عدد وحدات الإنزيم لكل ملغرام من البروتين (ويعبر عنها بالميكرومول/دقيقة.ملغ). تعطي الفعالية النوعية طريقة لقياس نقاوة الإنزيم ضمن مزيج. وتزداد خلال تنقيته .

## الطلائع الأنزيمية (Proenzymes):

هي بروتينات تكون عند تخليقها غير فعالة تسمى طليعة الإنزيم أو الزايموجينات فإذا دعت الحاجة إلى تنشيط هذا الإنزيم يتم ذلك بتغيير بسيط في تركيبه , كان يزال جزء من سلسلة عد البيبتيد المكونة له فيتحول بذلك إلى إنزيم نشط Active Enzyme ومن الامثلة على الإنزيمات التي تتكون في صورة غير نشطة إنزيمات الهضم الببسين Pepsin والتريسين Trypsin فهما يتكونان أولاً على صورة ببسينوجين و تريسينوجين على التوالي

• وضعت فرضيات لتفسير آلية ارتباط الإنزيم مع الركيزة Substrate بالموقع الفعال وتكوين معقد الإنزيم-المادة الأساس (ES complex)  
 أ- فرضية القفل و المفتاح : Lock and key theory

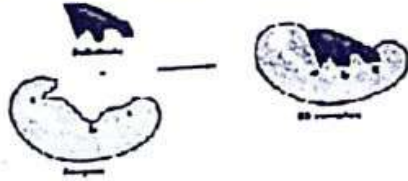
وضعت هذه الفرضية من قبل امول فوشر حيث افترض ان موقع الارتباط في الإنزيم يشابه دور القفل الذي لا يفتحه إلا مفتاح مخصص له ، ينطبق شكله على متطلبات هذا القفل



ومن عيوب هذه النظرية هي صلابة او عدم مرونة الموقع الفعال بالنسبة للمادة الأساس .

ب- فرضية التواء المحرض (التوافق المستحث): Induced fit theory

اقترح دانيل كوشلاند عام 1958 تعديلاً على نموذج القفل والمفتاح لأن هياكل الإنزيمات مرنة نوعاً ما، حيث يتغير شكل الموقع النشط باستمرار من خلال التفاعل مع الركيزة. وبالنتيجة فإن الركيزة لا ترتبط ببساطة بموقع نشط جامد،



إذا اهم ملاحظ هذه النظرية هو مرونة الموقع الفعال

### العوامل المؤثرة على الفعالية الإنزيمية :

الإنزيمات مواد بروتينية يمكن يحدث لها تآخر، لذلك هي تتطلب درجة حرارة و pH مثاليين للقيام بوظيفتها، وأي عامل يحطم التركيب الطبيعي للبروتين (التسخين الشديد، معاملة الإنزيم بأحماض وقواعد قوية) سوف يفقد الإنزيم تركيبه الثانوي والثالثي والرباعي (إن وجد) مما يؤدي إلى تحطيم تركيبه وتعطيل صفاته الطبيعية وبالتالي يفقد الإنزيم فعاليته المحفزة.

وأهم العوامل التي تؤثر على نشاط الإنزيم هي:

1- تركيز الإنزيم.

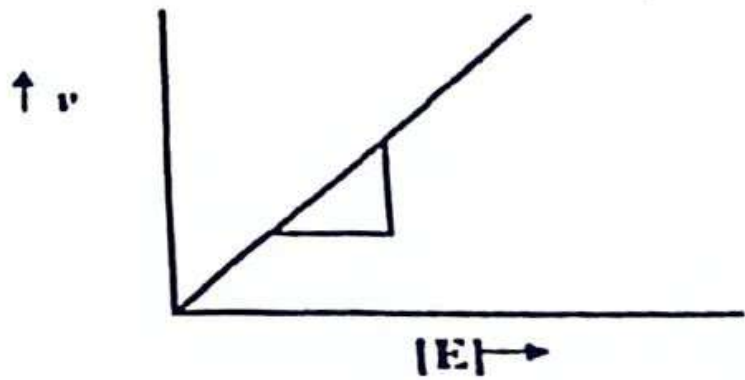
2- تركيز المادة الأساس

3- درجة الحرارة التي يحدث فيها التفاعل. 4- درجة الأس الهيدروجيني للوسط (قيمة H

5- وجود مواد مثبطة تعيق عمل الإنزيم أو تقلل نشاطه الحيوي.

1- تركيز الإنزيم Enzyme concentration

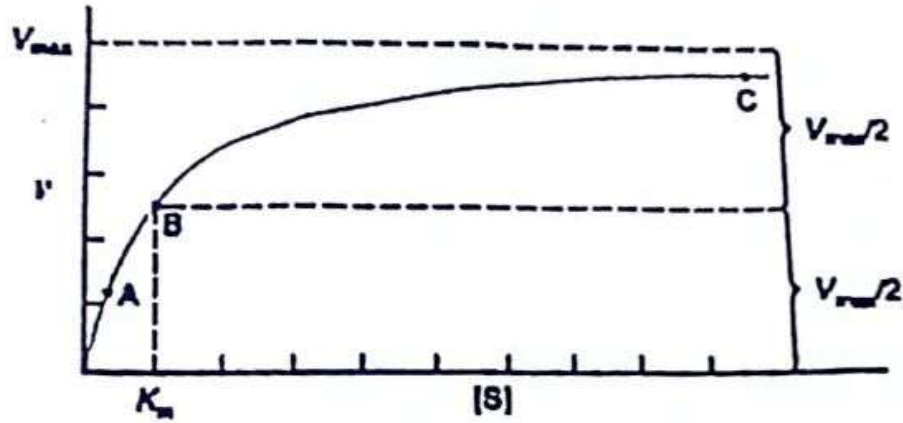
إن معدل سرعة التفاعل المحفز بالإنزيم يتناسب طردياً مع تركيز الإنزيم عندما تكون مادة التفاعل (الركيزة) متوفرة في محيط التفاعل



علاقة سرعة التفاعل  $v$  وتركيز الإنزيم  $|E|$ .

## 2- تركيز مادة التفاعل Substrate concentration

عند إبقاء تركيز الإنزيم ثابتاً فإن الزيادة في تركيز المادة الأساس [S] تسبب في البداية ارتفاعاً سريعاً في معدل سرعة التفاعل  $v$  لكن مع الاستمرار في زيادة تركيز المادة الأساس فإن الزيادة في معدل السرعة تبطئ إلى أن تصبح السرعة ثابتة مهما زاد تركيز المادة الأساس ويطلق على السرعة عند أقصى تركيز للمادة الأساس السرعة القصوى ويرمز لها  $V_{max}$



تغيير تركيز مادة الأساس [S] في معدل سرعة التفاعل  $v$  مع ثبوت تركيز الإنزيم.

وفسرت العلاقة بين سرعة التفاعل الإنزيمي وتركيز المادة الأساس من قبل العالمين ميكاليس ومنتن 1918

$$v = \frac{V_{max} [S]}{[S] + K_m}$$

حيث:  $v$  معدل سرعة التفاعل  $V_{max}$  السرعة القصوى عند تركيز عال من المادة الأساس

[S] تركيز المادة الأساس  $K_m$  ثابت ميكاليس

ثابت ميكاليس  $K_m$ : تركيز المادة الأساس عندما يكون معدل سرعة التفاعل تساوي نصف السرعة القصوى.

### رسم لينويفر - برك البياتي The Line Weaver-Bruk Plot:

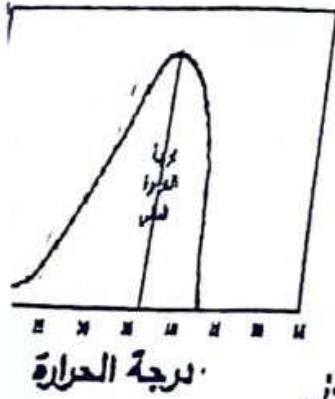
إن شكل الرسم البياني بين تركيز المادة الأساس وسرعة التفاعل يكون منحنيًا خاصة في المناطق التي لا يكون فيها الإنزيم مشبعًا بالمادة الأساس ، لذا توصل الباحثان لينويفر وبرك عام 1934 إلى حل هذه المشكلة وذلك بقلب البسط مقاماً في معادلة ميكايليس منتن بأخذ العملية العكسية لطرفي معادلة ميكايليس ، منتن ، وإعادة ترتيبها للحصول على معادلة لينويفر - برك

$$\frac{1}{v} = \frac{K_m + [S]}{V_{max} [S]}$$

معكوس المعادلة تعطي

(معادلة لينويفر - برك)

### 3- درجة الحرارة Temperature



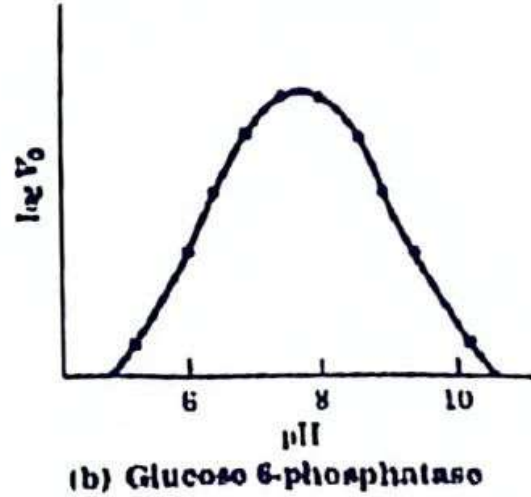
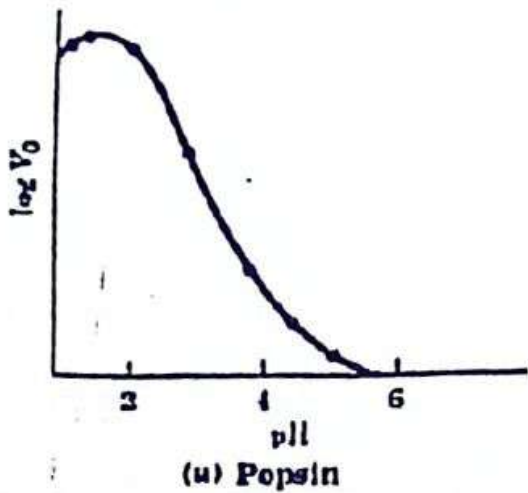
الإنزيمات حساسة لدرجة الحرارة فعند درجة الصفر يقف عمل الإنزيم تماماً ويمكن أن يستعيد نشاطه مرة أخرى تدريجياً برفع درجة الحرارة ، حيث إن ارتفاع درجة الحرارة يزيد من حركة الجزيئات وبالتالي احتمال تصادف أو تصادم الإنزيم مع المادة الأساس . ويصل نشاط الإنزيم إلى ذروته عند درجة الحرارة تتراوح بين ( 27 - 40° ) وينخفض نشاط برفع درجة الحرارة كما ينخفض نشاط الإنزيم بالتسخين حيث يفقد لفاعليته تماماً عند درجة الغليان ما يؤدي إلى فسخ الإنزيم و تغير طبيعة الإنزيم

- لا تفقد الإنزيمات طبيعتها عند درجات الحرارة المنخفضة ، وتستعيد لفعاليتها مرة ثانية

#### 4- الأس الهيدروجيني:

لكل إنزيم درجة حموضة PH مناسبة يكون نشاطه عندها أكبر ما يمكن ويقل نشاطه إذا تغير درجة PH ارتفاعاً أو انخفاضاً وذلك لما يطرأ على الإنزيم من تغير وذلك لتغيير شحنة الأحماض الأمينية المكونة لسلسلة البروتين فإن لكل إنزيم أس هيدروجيني بيدي عنده الإنزيم أقصى فعالية ويسمى الأس الهيدروجيني الأمثل وتتراوح قيمته بين 5-9 ويكون مقارياً للأس الهيدروجيني للسبج الذي استخلص منه ذلك الإنزيم مثلاً إنزيم الببسين تكون PH المثلى له عند 1.6 تقريباً (قيمة pH لعصارة المعدة هي 1-2) كذلك إنزيم غلوكوز 6 فوسفاتيل المستخلص من خلايا الكبد تكون pH المثلى له تقريباً عند 7.8

فتغير الـ pH في اتجاه الحموضة أو القلوية عن الدرجة المثلى في كلى الجانبين بسبب تجلط البروتين الموجود في الإنزيم coagulation أو تغير في طبيعته الداخلية Denaturation ولا يمكن رجوعه ثانية إلى حالته الأصلية.



الإنزيمي، ويعرف الإنزيم الذي يتأثر بالنتائج النهائية للإنزيم المنظم الذي يحتوي على إضافة إلى الموقع  
الفعال على موقع ارتباط ثانوي كما في الإنزيمات الألوستيرية

وهو تثبيط لا تنافسي ولكن المثبط هو أحد نواتج التفاعل الإنزيمي الذي إن زاد عن حد ما يقوم  
بتقليل سرعة التفاعل عن طريق تثبيطه للإنزيم

### آلية تثبيط الإنزيمات

المثبطات هي مركبات كيميائية (تد تكون أيونات معدنية أو مركبات جزيئية عضوية صغيرة) تخففر  
معدل سرعة التفاعل الإنزيمي أو توقفه من خلال تأثيرها على عامل واحد أو أكثر من العوامل التي تد  
في تركيب أو مرافق الإنزيم وهي كالآتي:  
أ- مواقع التفاعل.

- ب- أجزاء أبتروتيين من الإنزيم والمسمى أبو إنزيم (الإنزيم التمجرد) Apoenzyme.
- ج- مرافق الإنزيمي (أيونات معدنية أو جزيئات عضوية).
- د- مجموعة الرابطة في الإنزيم Prosthetic group.

و يمكن تثبيط (خفض أو إيقاف سرعة التفاعل الإنزيمي) برفع درجة الحرارة أو تغيير الرقم  
الهدروجيني أو إضافة إحدى مرسبات البروتين المختلفة غير أن هناك عملية تثبيط للإنزيم أكثر  
تخصصا وذلك بإضافة مواد كيميائية معينة تسمى المثبطات الإنزيمية، وتقسّم أنواع التثبيط إلى:

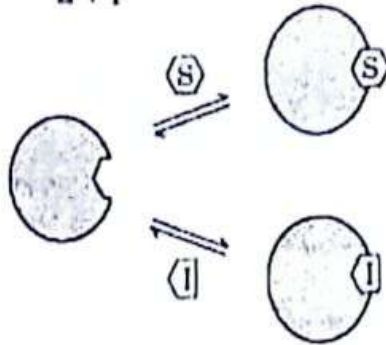
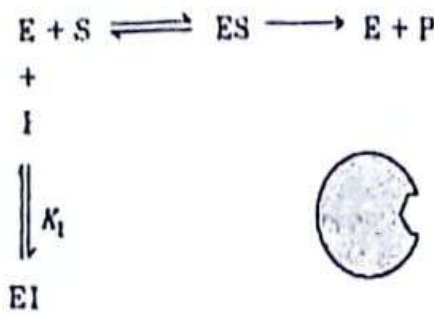
### التثبيط العكسي Reversible inhibition:

المثبطات العكسية هي التي تتحد مع الإنزيم مباشرة ويمكن تخفيف تأثيرها أو إلالتها بزيادة تركيز  
المادة الأساس أو بعملية الفرز الغشائي dialysis أو بالتخفيف وبهذا تسترجع الفعالية الإنزيمية  
ومن أنواع التثبيط العكسي:

#### 1. التثبيط التنافسي Competitive inhibition:

في هذا النوع من التثبيط غالبا ما يكون التركيب الكيميائي والبنوي للمثبط مشابه لتركيب المادة  
الأساس لذلك الإنزيم وبهذا فإن المثبطا يتنافس مباشرة مع المادة الأساس S لاحتلال الموقع الفعال  
للإنزيم المعين E وتكوين المعقد E<sub>i</sub> وبالتالي تمنع S الارتباط مع E .

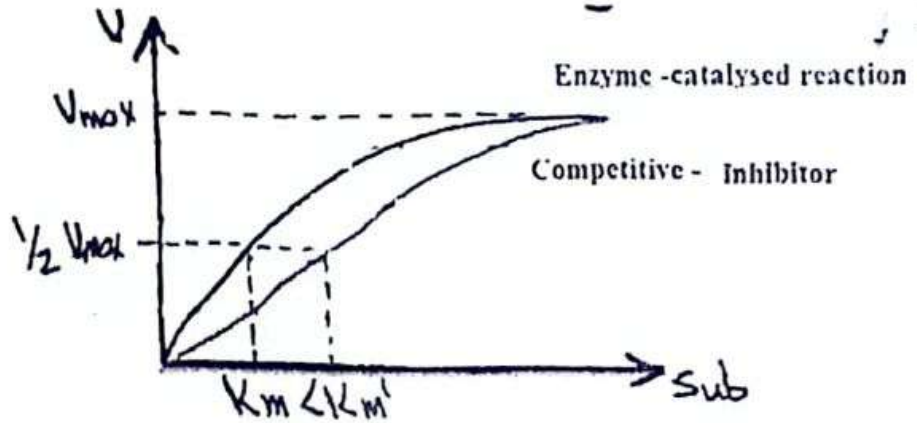
تتميز بهذه الآلية أنها قابلة للعكس أو الإلغاء عبر زيادة تركيز الركيزة في الوسط إذا يعتمد التنشيط التنافسي على تركيز المثبط والمادة الاساس فكلما ازدادت نسبة تركيز المثبط إلى المادة الاساس كلما زاد التنشيط وبالعكس كذلك



سمي بالتنافسي، وكلما كان هناك كمية وافية من المادة الاساس في التفاعل فإنه سيحصل على نفس قيمة السرعة القصوى  $V_{max}$  لكن سوف تتأثر الفة الإنزيم لمادة التفاعل وتقل وبالتالي

ستزداد قيمة  $K_m$  بازدياد تركيز المثبط التنافسي وهكذا يمكن التغلب على هذا النوع من التنشيط بزيادة تركيز المادة الاساس للتفاعل الإنزيمي المعين

ولفهم آلية عمل المثبطات على الرسم البياني .



مثال ١: الادوية الخافضة للشحوم statins تقوم الادوية على تنشيط الانزيم الاول والاساسي المسؤول عن انتاج الشحوم وهو HMG COA ريدكتاز فالانزيم عادة يقوم بارجاع HMG COA الى الميغالونات والتي تتحول لاحقا الى الكوليسترول والادوية من مجموعة statins تقوم بإيقاف وتنشيط عمل الانزيم ، هذا يؤدي الى تخفيض الكوليسترول .

مثال ٢: الدواء الذي يقوم بمعالجة داء النقرس gout الدواء لمعالجة ارتفاع حمض البول في الجسم . يقوم الدواء Allopurinols بتنشيط انزيم الكزانثيناوكسيداز وهو المسؤول عن اكسدة الهيبوكسانثين الى حمض اليوريا وبالتالي انخفاض حمض اليوريك في الجسم .

## Non-competitive inhibition

في هذا النوع من التثبيط لا يكون المثبط مشابه لركوب المادة الإنزيمية، إذ لا يشابهه قريبا، ومن ثبات المثبط غير التنافسي، عادة مع الإنزيم في موقع آخر يختلف عن الموقع الفعال، أي أن الإنزيم يندعى المواقع الألوستيرية Allosteric sites، وبغض النظر فيما إذا كان ذلك الإنزيم حرا أو مرتبطا بالمادة الإنزيمية وفي هذه الحالة يكون بالإمكان تكوين كل من المعقد EI و EIS، إن ارتباط هذا النوع من المثبطات بالإنزيم يؤدي إلى تحريف جزيء الإنزيم بعض الشيء ويخفض

فعاليتها وهكذا فإن المثبطات غير

التنافسية العكسية تقلل من قيمة

$V_{max}$  ولكن هذا الارتباط لا يؤثر

على الفعالية E مع S وبالتالي لا تؤثر

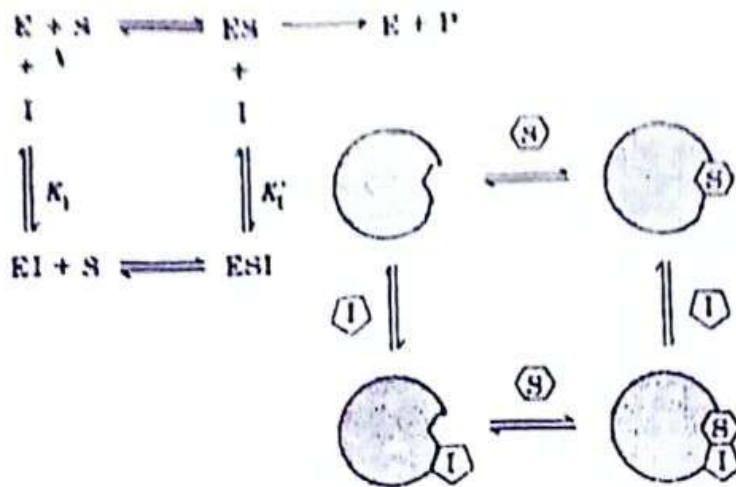
على قيمة  $K_m$  للتفاعل الإنزيمي

المعين

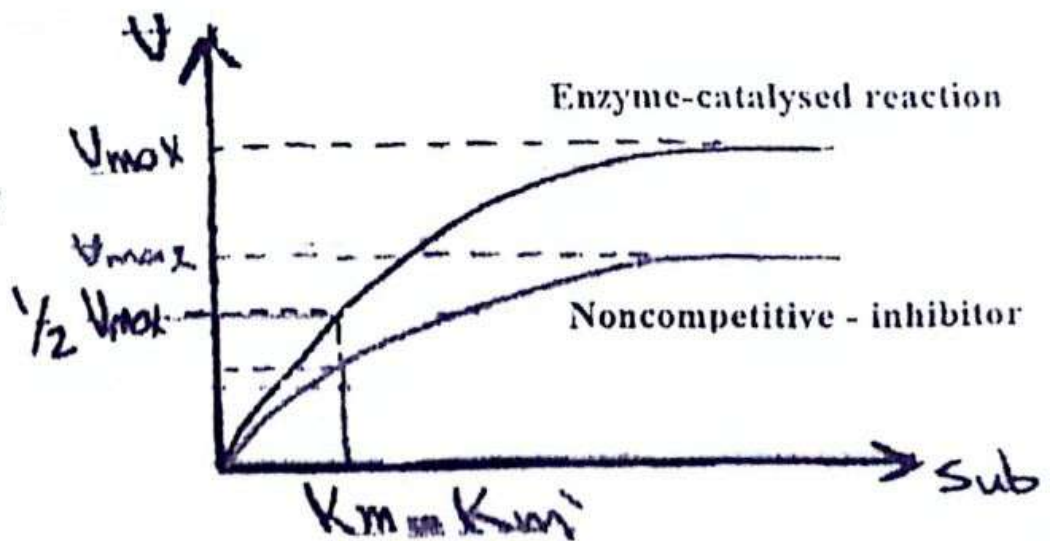
وهنا زيادة المواد المتفاعلة لا

تؤدي لعكس عملية التثبيط لكن

هنا ممكن باستخدام الديليزه لفصل I من وسط التفاعل .



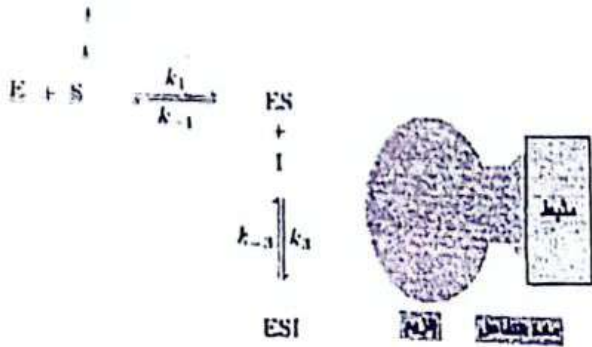
في المنحني البياني : نلاحظ تنخفض  $V_{max}$  الكلية أما  $K_m$  تبقى ثابتة .



٢. الادوية التي تعطى للاكتئاب هي Monoamin oxidase inhibitors . تقوم بتثبيط انزيم  
 مونو اسيد اوكسيداز وهو المسؤول عن تحطيم كل من السيروتونين والدوبامين والنوراييفرين وهي  
 الوسائط الكيميائية التي يستخدمها الدماغ بشكل طبيعي وبالتالي بتثبيط الانزيم تبقى ثابتة ويبقى  
 وضع الدماغ مستقر .

٣. التثبيط اللاتنافسي : Uncompetitive inhibition

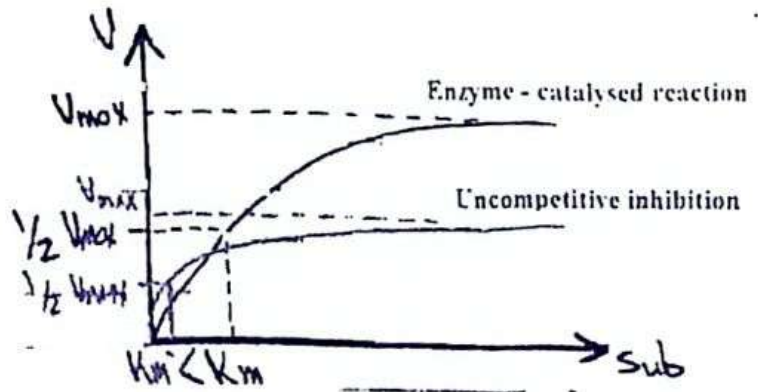
تتشابه مع الثاني كونها لا تعتمد على الارتباط مع الموقع الفعال لل E ولا تتنافس مع الركيزة  
 للارتباط بالانزيم وانما ترتبط بالمواقع الاولوستيرية وانما يميزها فقط انها ترتبط ب SE وليس  
 E بشكله الحر .



وجود المثبط سيؤثر على الفة الركيزة للانزيم ليس  
 بتقليلها وانما يعمل على زيادة الالفة بين E و S  
 لان المثبط لا يرتبط إلا مع ES وبالتالي سيحفز  
 الارتباط بينهما ليعمل على التثبيط وهي بالشكل  
 ES ويمنعه من اكمال التفاعلكلى نواتج وهنا

تتخفض قيمة السرعة القصوى  $V_{max}$  ، وكذلك قيمة ثابت ميكاليس  $K_m$  تتخفض بسبب زيادة  
 الالفة.

مثال : الزرنيخ الذي يقوم بتثبيط عمل انزيم غليسراالدهيد3فوسفات ديهيدروجيناز الانزيم الذي  
 يقوم على عملية تحليل الغلوكوز بشكل طبيعي بالجسم لكن الزرنيخ يقوم بتثبيط الانزيم بشكل لا  
 تنافسي ووقف عمله .



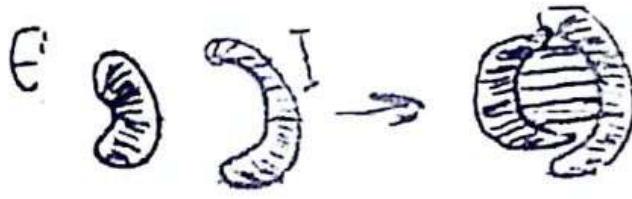
٤. التثبيط غير العكسي (تسمم الانزيم) Irreversible inhibition

أخطر أنواع المثبطات حيث تثبط الانزيم بشكل دائم وغير قابلة للرجوع وتتضمن البيتين :



١) Suicide inhibition تعتمد على ارتباط المثبط بالانزيم و اجراء تغيرات بنيوية بشكله الفراغي وتثبط الانزيم بشكل غير قابل للعكس وتقتل الانزيم .

٢) Substrate Analog : يتضمن ارتباط العامل المثبط بالموقع الفعال للانزيم بشكل مشابه للؤل complex من التثبيط لكن هنا غير عكوس حيث يرتبط E مع I بروابط تساهمية



covalent bonds ويصبح المثبط جزء من بنية الانزيم الاساسية ويدعى حينها sustart ويستخدم هذا النوع في التثبيط للاحاق الاذى بالعضوية الحية او كنوع من السلاح البيولوجي .

مثال ١: البنسلين صاد حيوي يقوم بتثبيط انزيم غليكوببتيدترانسبيبتاز الهام جدا لعمل الجراثيم وبقاءها حية وبالتالي فالبنسلين يثبط الانزيم ويقتل الجراثيم .

مثال ٢: غاز السارين يستخدم كسلاح كيميائي عبر تثبطه لانزيم الاستيل كولين استيراز الذي يعمل عادة على استقلاب الاستيل كولين في الجسم لكن غاز السارين يثبط الانزيم فيؤدي لموت الانسان .

## تنشيط الإنزيمات Enzyme activation

١- بواسطة المرافق الإنزيمي

هو جزيء يحتوي على بعض الخواص الفيزيوكيميائية التي لا توجد في سلسلة عديد الببتيد للإنزيم ولذلك يعمل سويًا في حفز التفاعل البيوكيميائي

الفيتامينات هي مكونات أساسية للمرافقات الإنزيمية حيث يتم تحويل الفيتامينات الذائبة في الماء إنزيمياً في خلايا الحيوانات الراقية إلى المرافق الإنزيمي المناسب

السكريات  
الكربوهيدرات  
الأولى

تعتبر الكربوهيدرات من أهم المركبات العضوية لثلاثة أسباب لطاقة جميع الكائنات الحية ويستطيع النبات تصنيعها بعملية التمثيل الضوئي من خلال  $CO_2$  و  $H_2O$  النسيج الحيوي ودار التربة وأنته الشمس واليخضور (البياء الضوئية) وتحتوي على كميات كبيرة من النبات، مثل السكريات الاطارية مثل الملوكونز (سكر العنب)، الفركتوز (سكر الفاكهة) والسكريات النشابة المثلثة بالكرز (الشذركري ومصعب، الكر).

والسكريات الصلبة المثلثة بالنشا (الحبوب) والسيريز (المضار والفاكهة) ويمكن تخزين النشا الحيواني (الجليكوجين) بكميات قليلة في العضلات والكبد (السكريات).

- سميت الكربوهيدرات أيضا سكريات العظم لأن نسبة الكربون في المادة (1:1) والصيغة العامة هي  $C_n(H_2O)_n$

لو حفظنا هناك بعض المواد الكربوهيدراتية، لانتم طبق عليها هذه الصيغ وهي من سكر باز  
مثال: سكر الرايبوز  $C_5H_{10}O_5$   
مثال: سكر الورد بيتوك  $C_6H_{12}O_6$

- لو حفظنا هناك بعض المركبات العضوية التي قد تنطبق عليها هذه الصيغ ولكن ليس  
به السكريات مثال: صمغ اللين (اللاكسيل)  $C_3H_6O_3$

التعريف الكيميائي للكربوهيدرات:

هي مشتقات الدهيدية أو كيتونية (مرة أو كائنة) لأكسالات عديدة الهيدروكربون.  
أو: هي المركبات التي ينتج عن تفاعل الماء بجذبة الدهيدية (مرة أو كائنة) أو  
مجموعة كيتونية (مرة أو كائنة)، أي المشتقات لهذه المركبات.

دور وأهمية السكريات:

- 1- مصدر للطاقة في الخلايا الحية حيث  
يخزن في الكبد والعضلات كجليكوجين  
ويخزن في نخاع العظم كجليكوجين

يتركز في اللقاقة - كالنشادر المخترق في البطاطا) والفليكو جين عند الاثبات [2] والحيوات .

٤) لها دور بنائي ودور قواصي مثال: السليوز والبيكتين في النبات والكتين في الحمار

٤) متعلقة اذوار صبغية هامة في الجسم مثل: هيموغلوبين وبيكتين الذي يدخل في تركيب السائل المصلي .

تصنيف الكربوهيدرات (الكربات) : تصنف الى :

١) كربات احادية  
mono saccharides

٢) كربات مركبة  
oligo saccharides

٣) كربات عديدة  
poly saccharides

الكربات الأحادية ، هي كربات لا يمكن تحليدها كيميائيا ولا انزيميا الى سكريات اصغر من ذلك .

صفتها : غالباً ما تكون صلباً وتذوب في الماء ، ذات طعم حلو ، تذوب في الماء ، لها خاصية التذوق الحلو ، هي اقل انتشاراً في الطبيعة ، وتنتج ارسبارونات .  
تصنيف الكربات الأحادية :

١) تبعا لعدد ذرات الكربون : اذا هو المركب :

- ٣ ذرات كربون بسبب ترايوزات ( تريوز )  $C_3H_6O_3$  ميفنت

- ٤ ذرات كربون بسبب تetrozات ( تetroz )  $C_4H_8O_4$

- ٥ ذرات كربون بسبب پنتوزات ( پنتوز )  $C_5H_{10}O_5$

- ٦ ذرات كربون بسبب هكسوزات ( هكسوز )  $C_6H_{12}O_6$

- ٧ ذرات كربون بسبب هبتوزات ( هبتوز )  $C_7H_{14}O_7$

- ٨ ذرات كربون بسبب اوكتوزات ( اوكتوز )  $C_8H_{16}O_8$

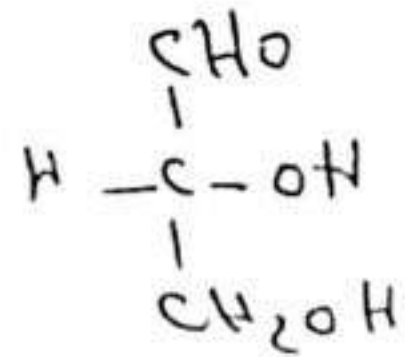
(د) - فب المجرقة الوظيفية (الدهيدية اوكسيوثة).

(ا) اذ كانت المجرقة الالدهيدية من الدوريات وهرسك الدهيد

الدوز - ال (الدهيد)

اوز (سكر)

= سكر الدهيد



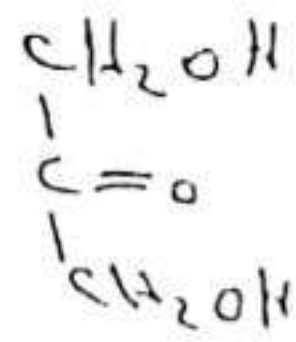
(د - فليس الدهيد)

وهو ابط السكريات الالدهيدية رابلا

(ب) المجرقة الكيتونية (الكيتونات) سكر كيتوني :

كيتوز \ كيت اكونت  
اوز (سكر)

= سكر كيتوني



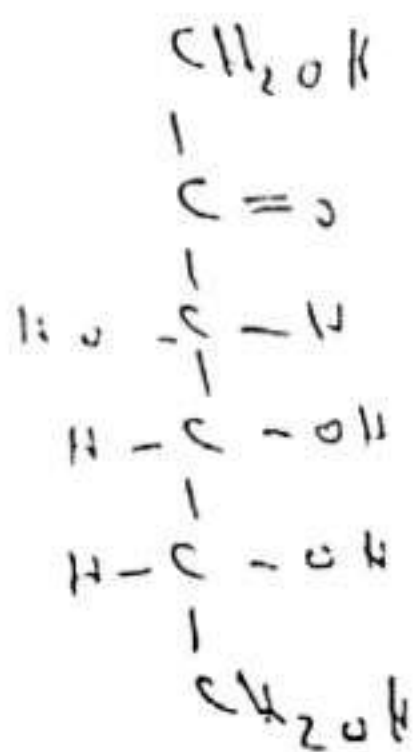
واحد اثنان هيدروكسي استون (كيتو ثرايون)

ملاحظة : انه كلتا كيتوز الدوز ليست هراسما وانما هراسميين ايات. اذا اطلب

دنا تصنيف المركبات السامقة لا تميز الدوز اذ كيتوز انما تميز الدهيد ثنائي هيدروكسي

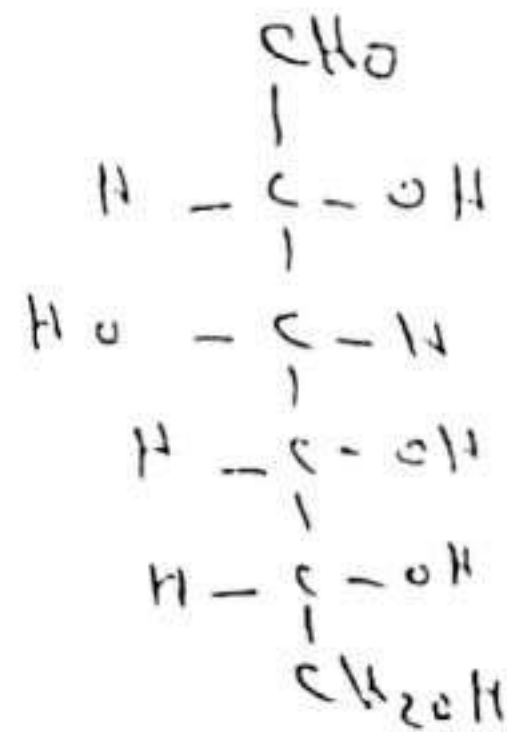
استون . انه السكرين من اطار لانه يوزن في جميع الهمبركيل المجرقة للكار.

(ه) - التصنيف تبعاً للتصنيفين السابقين :



(د - مزكثوز (كيتوز)

كيتو هكسوز



(د - غلوكوز (الدوز)

الدوهكسوز

- تتألف من ارتباط (c - 1) سكريات أحادية بواسطة رابطة جليكوزيدية  
 - أما في السكريات المركبة هي السكريات الثنائية المتألفة من اتحاد سكرين  
 هناك سكريات ثلاثية - رباعية ...  
 من أشهر السكريات الثنائية المركبة :

① سكر الكروز (تتألف من) : مالتوكروز + فركتوز

② سكر اللاكتوز (سكر اللبن) تتألف من مالتوكروز + غالاكتوز

③ سكر المالتوز (سكر الشعير) تتألف من مالتوكروز + مالتوكروز



④ السكريات المرورية : تتألف من ارتباط عدد كبير من السكريات التي ترتبط

مع بعضها بواسطة رابطة جليكوزيدية ، من أمثلة هذه

الأمثلة هي

1- مذبيوت ميثانول : تتألف من 9 سكريات من سلسلة الجلوكوز

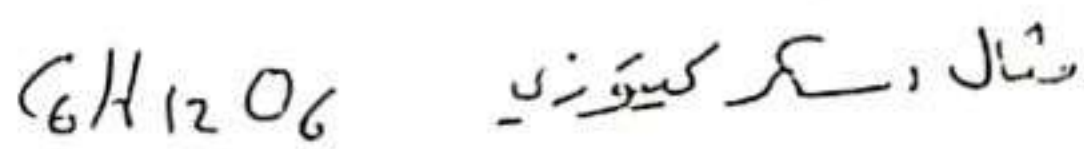
2- مذباتون ميثانول : تتألف من 10 سكريات من سلسلة الجلوكوز

3- مذباتون ميثانول : تتألف من 11 سكريات من سلسلة الجلوكوز

4- مذباتون ميثانول : تتألف من 12 سكريات من سلسلة الجلوكوز

# الكربوهيدرات

التمالك: يطلق اسم التماكب على المركبات المختلفة بالصيغة القضيائية لفوزي الذرات في المركب (وتشابه بالصيغة العامة مما يؤدي إلى اشتراك في الصنات القياسية الكيميائية).



- تقسم التماكبات (توصيف) :  
 التماكب البنيوي > التماكب الفراغي

[4] التماكب البنيوي: يطلق على المركبات التي لها نفس الصيغة العامة الجزيئية ولكن تختلف بالترتيب البنائي أي بترتيب الذرات في الجزيء، وكلما زادت عدد الذرات ازدادت عدد المركبات. يقسم التماكب البنيوي إلى:

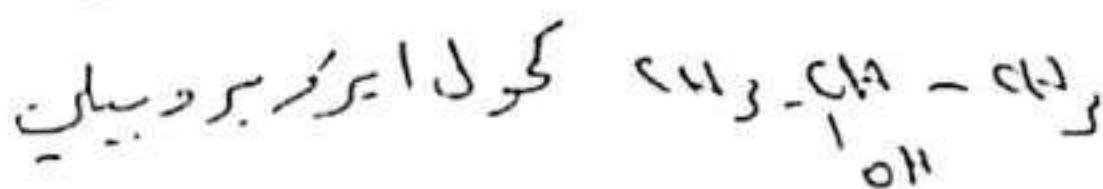
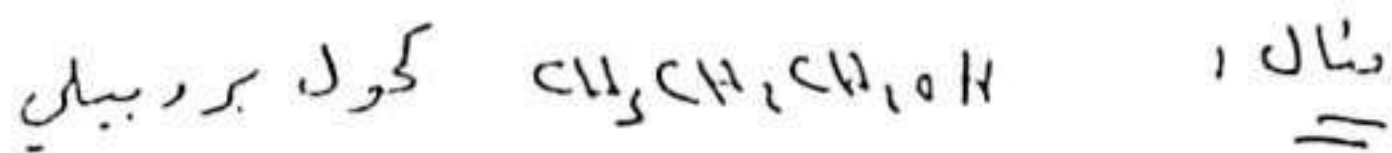
1- تماكب سلسلي: تكون للمركبات نفس العدد ووزن الجزيء ولكن تختلف بترتيب الذرات أب اختلافات المركبات في تفرع السلسلة الكربونية. مثال:



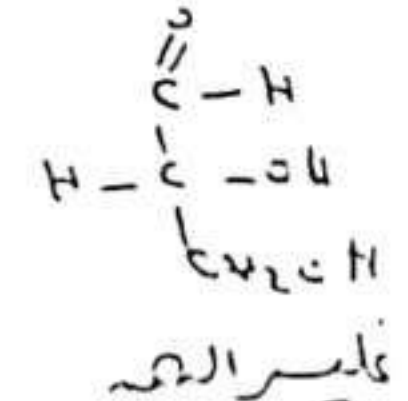
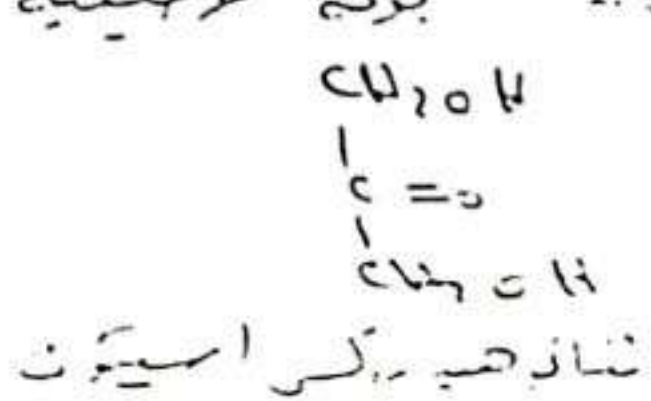
أيزر البوتان

بإلاهما لها نفس الصيغة ولكن في اختلافات توزيع الذرات (تفرع)  $C_4H_{10}$

2- تماكب شعوري موضعي: <sup>تكون</sup> التماكبات نفس الصيغة العامة ونفس الزمرة الوظيفية السداسية ولكن تختلف موضعي



3- تماكب شعوري وظيفي: اختلافات المركبات في صيغة المجموعة الوظيفية:



الآلآت الفراغية تكون للماكبات نفس الصفة التفاضلية ونفس التركيب البنائي ولكن تختلف بتوزيع تلك الذرات فراغياً . يقسم إلى قسمين :

٢- الماكبات الهندسية : (Cis - Trans)

يتم وجود الرابطة الزوجية مدمجة الدوران بين ذرتي الكربون .

إذا كانت المجموعات الوظيفية بنفس الجهة تسمى (Cis) أو المقرون أو المتماثل

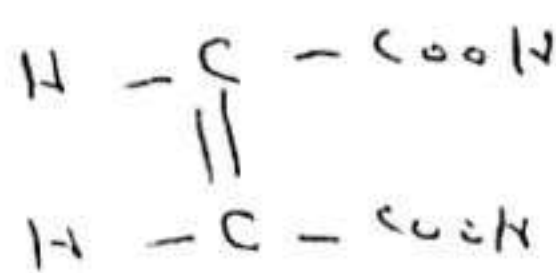
أما إذا كانت بمجانبين فتسمى (trans) المعروف أو المتقابل

وتختلف بالصفات الفيزيائية والبيئية .

سمي فيو تاريك



سمي الما ليك

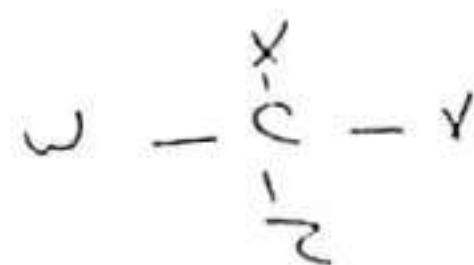


(Cis وهو تركيب سام)

ترانس Trans وهو تركيب آمن للإنسان

٣- الماكبات الدورانية

- تعرف ذرة كربون غير متماثلين : هي الذرة التي ترتبها بأربع مجموعات وظيفية مختلفة



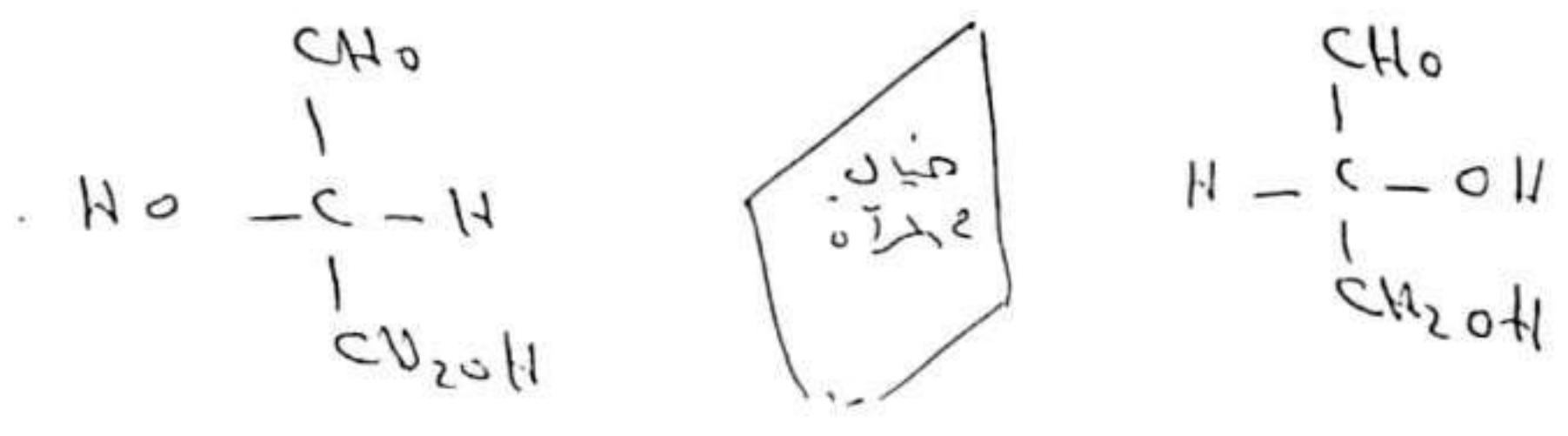
لذلك هذه المركبات التي تحتوي على ذرة كربون غير متماثلة (تحتوي أربع مجموعات وظيفية مختلفة) يكون لها دوائريتي دوران مختلفة .

أي عندما ننظر حزمة من الضوء المستقطب من خلال هذا المركب فإنه سوف ينحرف الضوء  
إلى اليمين ويسمى باليدوية الدائرية أو (Dextrorotatory) ويرمز له بـ (+)  
أو ينحرف الضوء إلى اليسار ويسمى باليدوية العكسية أو (levorotatory) ويرمز له بـ (-)

في الحالة التي تكون جهة دوران الضوء المستقطب كدائرية أو اليسارية متساوية  
أي زاوية دوران الضوء (عدد الدرجات) متساوية في كلا الاتجاهين .

نظراً لوجود عدد كبير من المراكبات اتخذنا تليسارالدهيد مركباً قياسياً نسبة إلى  
نقية المراكبات .

- ث السكرات توجد مراكبات من النوع D ومراكبات من النوع (L) وللمتمييز بينهما  
نأخذ مثالاً من تليسارالدهيد الذي يحتوي على ذرة كربون غير متناظرة .



L - تليسارالدهيد

D - تليسارالدهيد

ملاحظات

(1) إذا كانت مجموعة الالهيد في الأعلى (CHO) ومجموعة OH في اليمين في المراكبات (D)  
(2) إذا كانت مجموعة الالهيد في الأعلى (CHO) ومجموعة OH في اليمين في المراكبات (L)  
نلاحظ أنه D - تليسارالدهيد هو صورة المرآة لـ L - تليسارالدهيد . لهذا السبب  
قاله الكيميائيون نفس المصطلح الفيزيائية والسمية عليهم اسم  
(الزوج الالتيو مورفي) إذا العلاقة بينهما تسمى (اينانتيوميرات)  
(Enantiomers)

(2) لاحظ انه اخلاب المراكبات المتروسة من النوع (D) تحرف الضوء نحو اليمين لهذا السبب  
سميت (d, +) ، وانه اخلاب المراكبات المتروسة من النوع (L) تحرف الضوء نحو اليسار  
لهذا السبب سميت (l, -) . لكن هذا ليس قاعدة ، لماذا : لانه  
(1) لو حفظ عند الة (d, +) بعضي مركبات نوع (-, d) اي انه الة  
انت لتغير جهة هرف الضوء المتقطب ولكن لم تؤثر على توزيع ذرة (OH) الفراغية  
حول ذرة الكربون الغير المتناظرة .

(3) انه (D - فنوكوز) يحرف الضوء نحو اليمين بزوايه (+ 17.5°)  
لكن (D - فركتوز) لا يحرف الضوء بزوايه (- 9.0°)  
اي انه لا يوصف بمجموعة (+) و (-) بل بين (d) و (l) لكن اذ لم يكتشف (D).

المخلوط الأراصيبي :

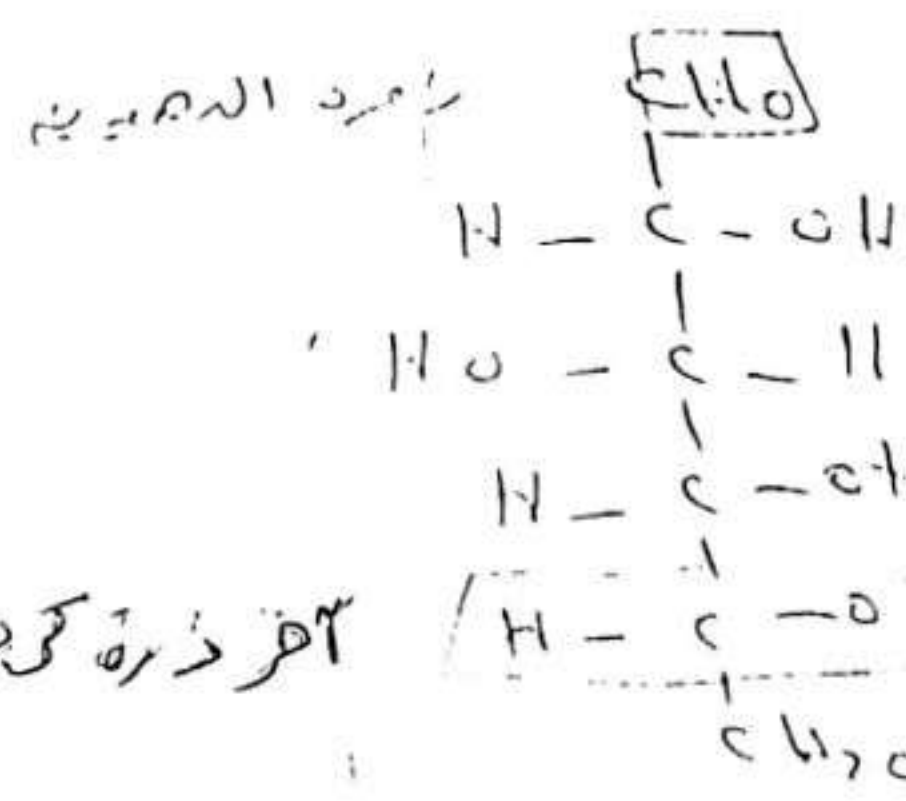
[8]

إذا وجد ما كين صنويين لنفس المركب اهدما (D) رلاف (L) بسية هذ المخلول بالمخلول الراسيبي وتكون جهة هرك الصنود صفر (0) وتكون بسية صنوية .  
ملاحظة :

إذا كانت لدينا مركب ما وأردنا أن نعرف هل هو (D) أم (L) وكانت نزهة عدة ذرات كربون نرصدنا فأننا ننظر الى اأب ذرة كربون غير متناظرة عن الرفرة الالهيدية فإذا كانت (OH) نحو اليمين مع العلم أنه الرفرة الالهيدية في الألى تكون المركب من النوع (D)

- أما إذا كانت (OH) نحو اليسار فتكون المركب من النوع (L)

مثال :



أخر ذرة كربون غير متناظرة

تقنة التمايز الأولى

أما صنوع الكربات الأوادنب . تم اصطناع العديد من الكربات الاحادية الالهيدية بدراية الكرايولي (اليسر الهيد) - والكربات الاحادية الكيستونية بدراية (تتالي هيدروكسي اسيتون) باستخدام تقادل كلياني - فيسر ، وذلك عن طريق الامالة اللام الكربونية الكر . بدراية الكربات الاحادية والتي تكون با ذرات كربون ، كمثل ورسر ثلاثي (كربوز) الذي له ذرات كربون (اليسر الهيد) في كراسي (ستروز) يوري ع ذرات كربون و منه كمثل كزهاسي (بننوز) يوري ع ذرات كربون . ويمكننا . ونعتمد في ذلك باصنافه امثا سيبا سيبا الهيدروكسي (HCN)



الحقبة: عندما يكون الكبريت الأيسر النوع (D) فإن جميع الكبريتات الناتجة عنه ستكون هتماً النوع (D).

بشكل خاص، هزينة مار وأمر فقط لأنها فصلنا على جزئية مار في رأس التقابل.

قاعدة فانتشوفت: إنه عدد المراكبات النووية لأي مركب تُطر بالعلاقة:

$$2^n \text{ حيث } n \text{ عدد ذرات الكربون غير المتناظرة.}$$

(1) - فليس الذهب: جوي ذرة كربون (1) = مراكبات = جميع مراكباته  $2^1 = 2$  مراكبات هما (2 و D)

(2) - 5 تريوز: جوي ذرتين كربون (2) يُرفقنا ترتيباً مراكبات  $2^2 = 4$

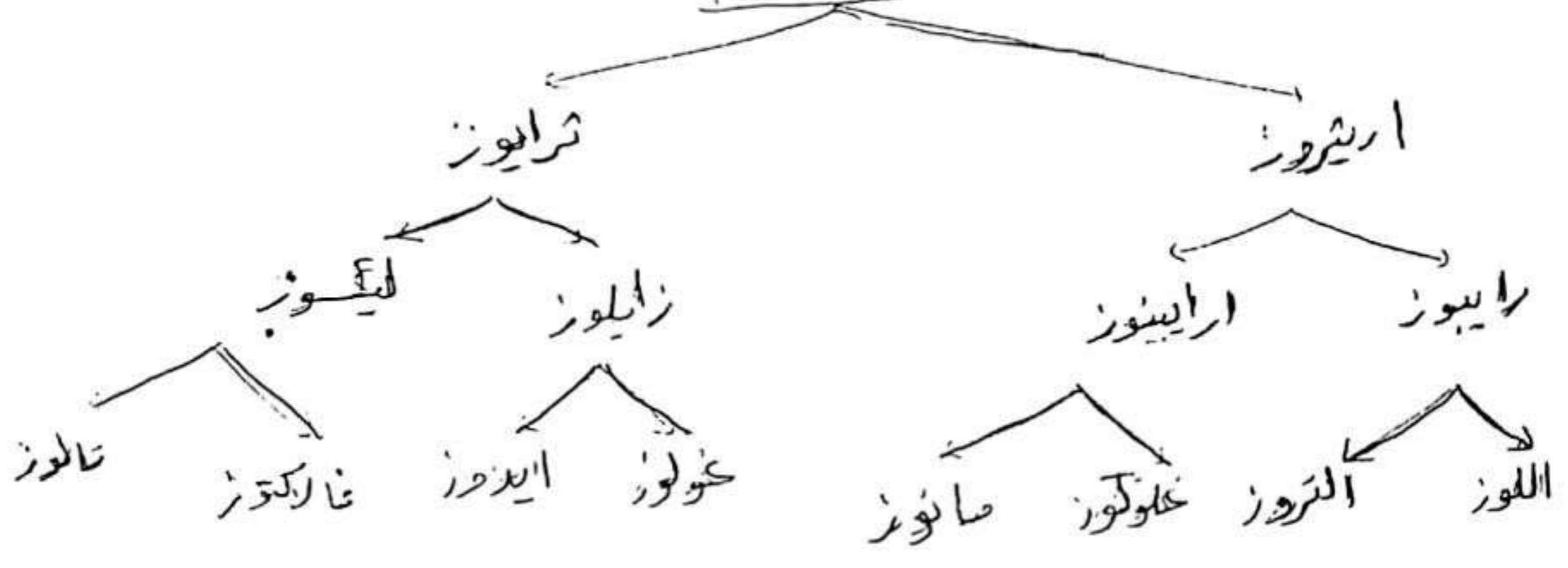
(3) - 5 داوكرز: رفرنس جوي 4 ذرات كربون = مراكبات  $2^4 = 2^2 = 16$

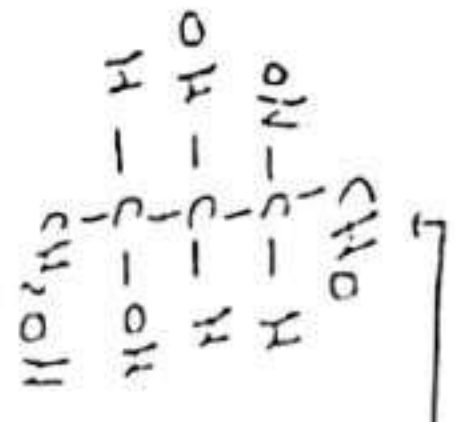
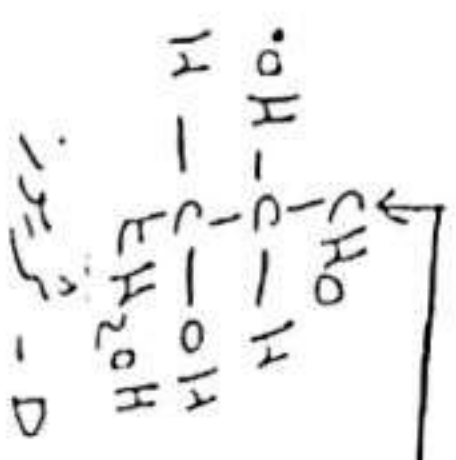
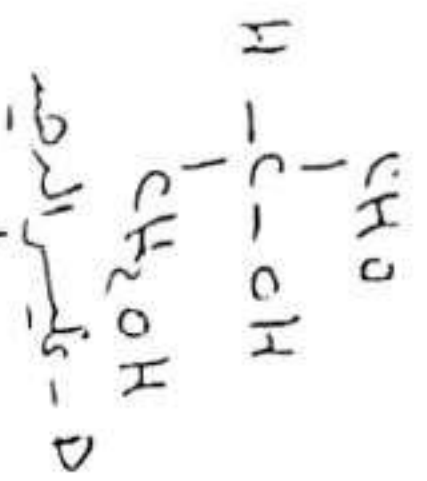
إذاً يمكن أن يمتدح الكبريتات الاهادية الالدهيدية كـ هزينة تفاعل كلياً في فيشر بدو أتم الكبريتات الجوي (D - فليس الذهب).

سوف نلاحظ في الجدول التالي انه:

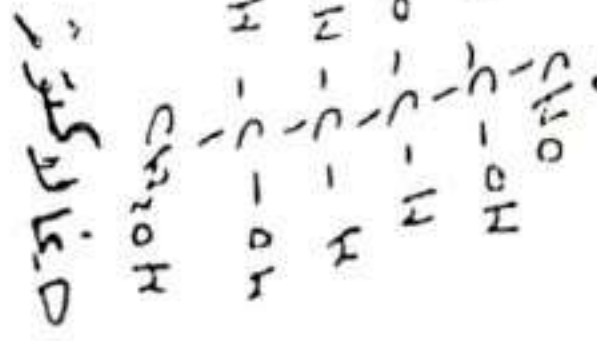
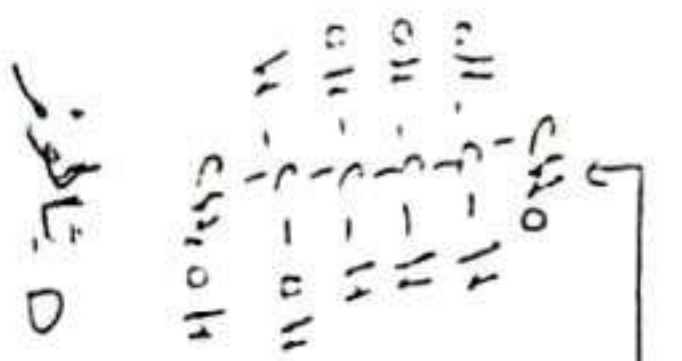
عند اتمام ذرة الكربون العيرقناظره الى الكبريتات الناتجة تحت الزمرة الالدهيدية مباشرة و يتبين ان كل شئنا على حاله انه جميع الكبريتات الناتجة هزينة (D) لان الكبريتات التي بدو به هزينة النوع (D - فليس الذهب).

امضاج كبريتات الالدهيدية: D - فليس الذهب

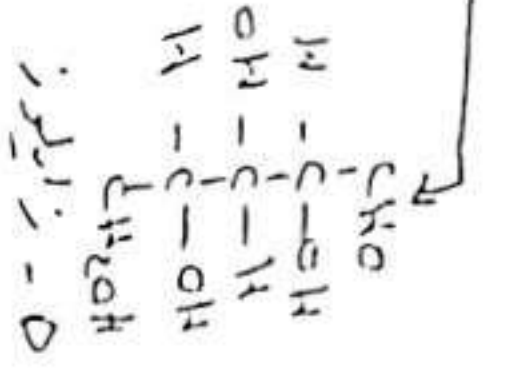




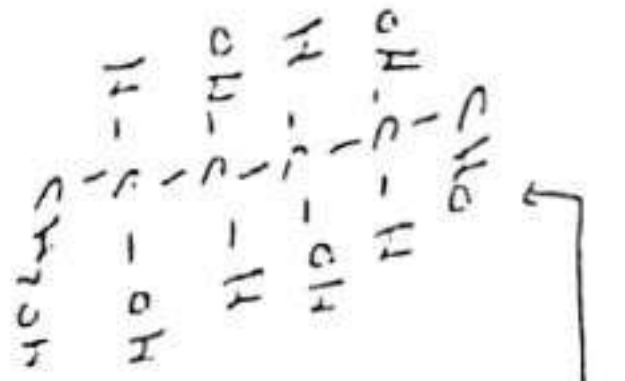
د-ريبوز



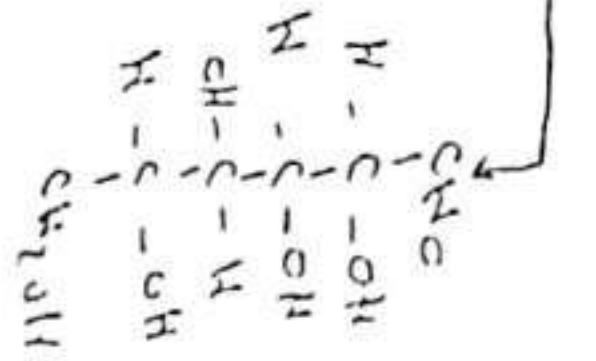
د-غالاكتوز



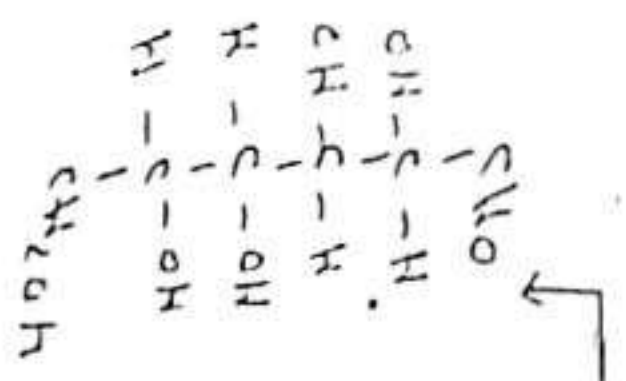
د-مالتوز



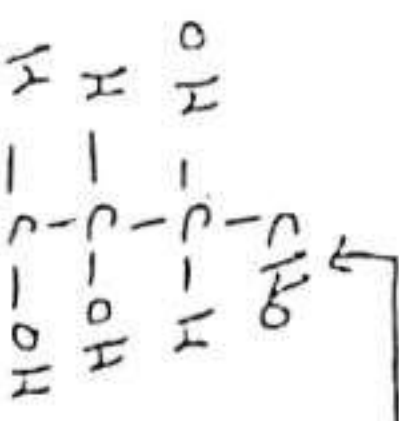
د-ايريتروز



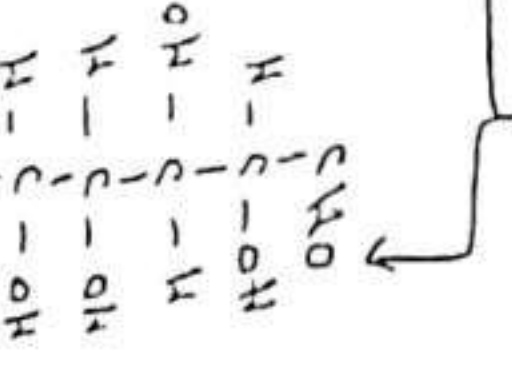
د-خولوز



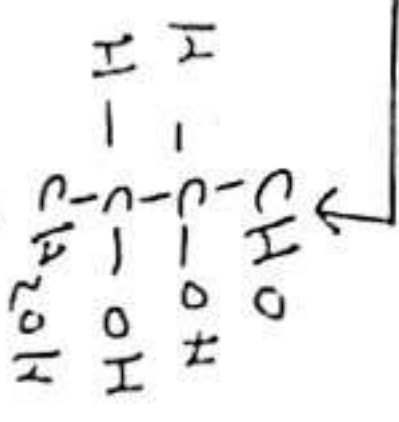
د-طالوز



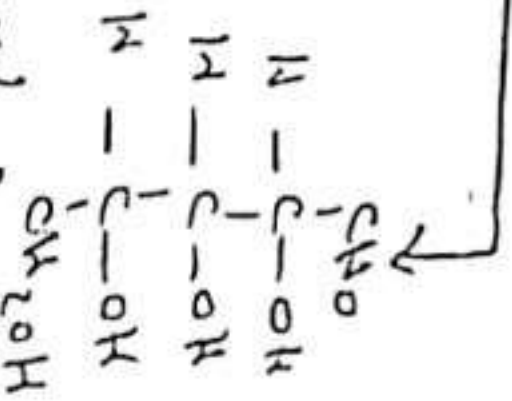
د-1,1-بينيوز



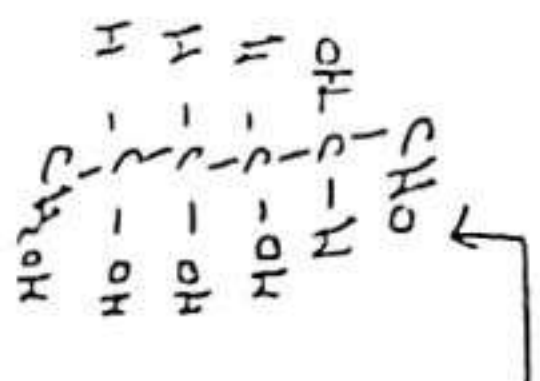
د-1,2-بينيوز



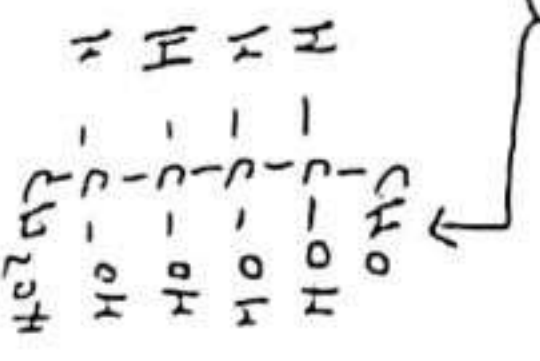
د-1,3-بينيوز



د-1,4-بينيوز

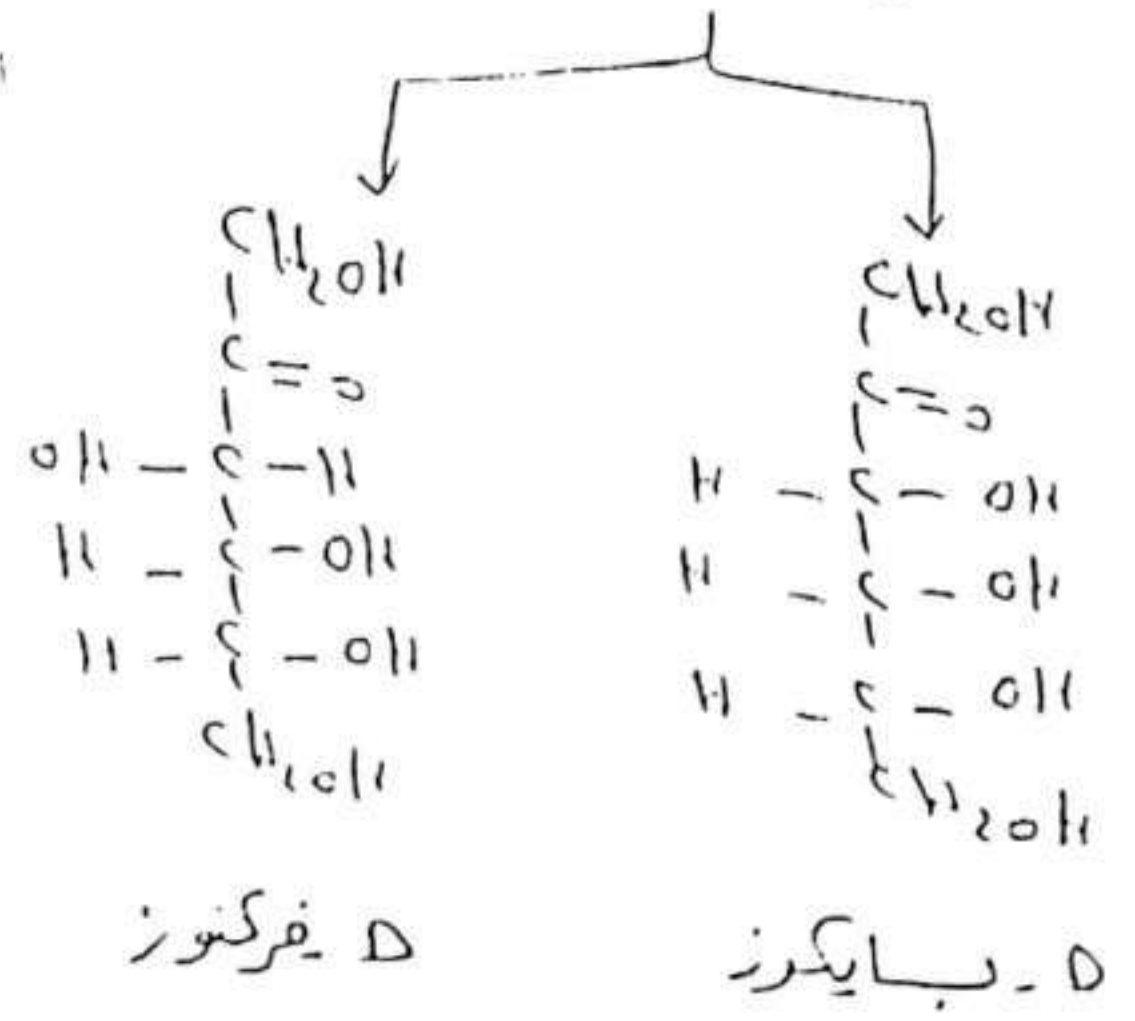
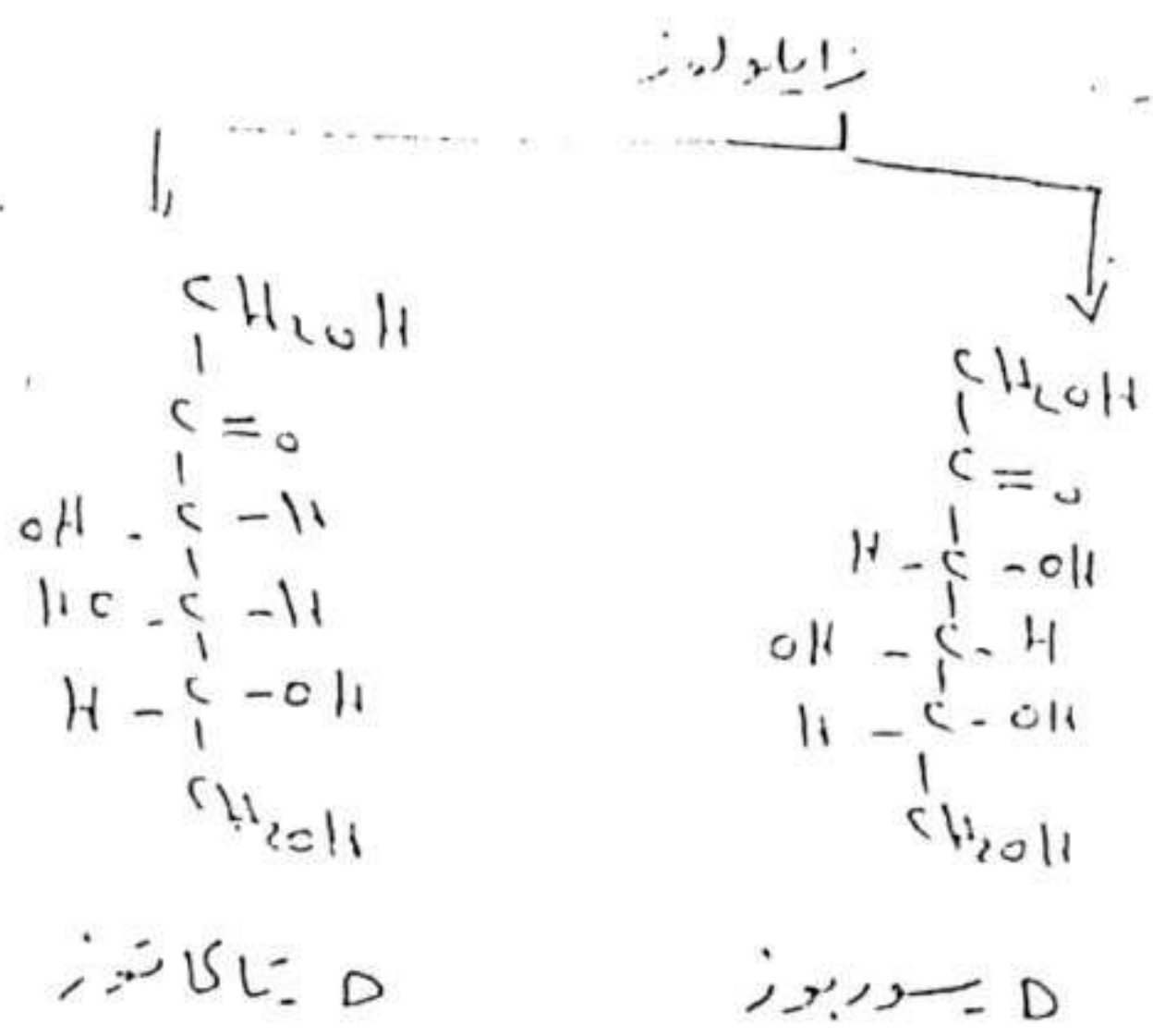
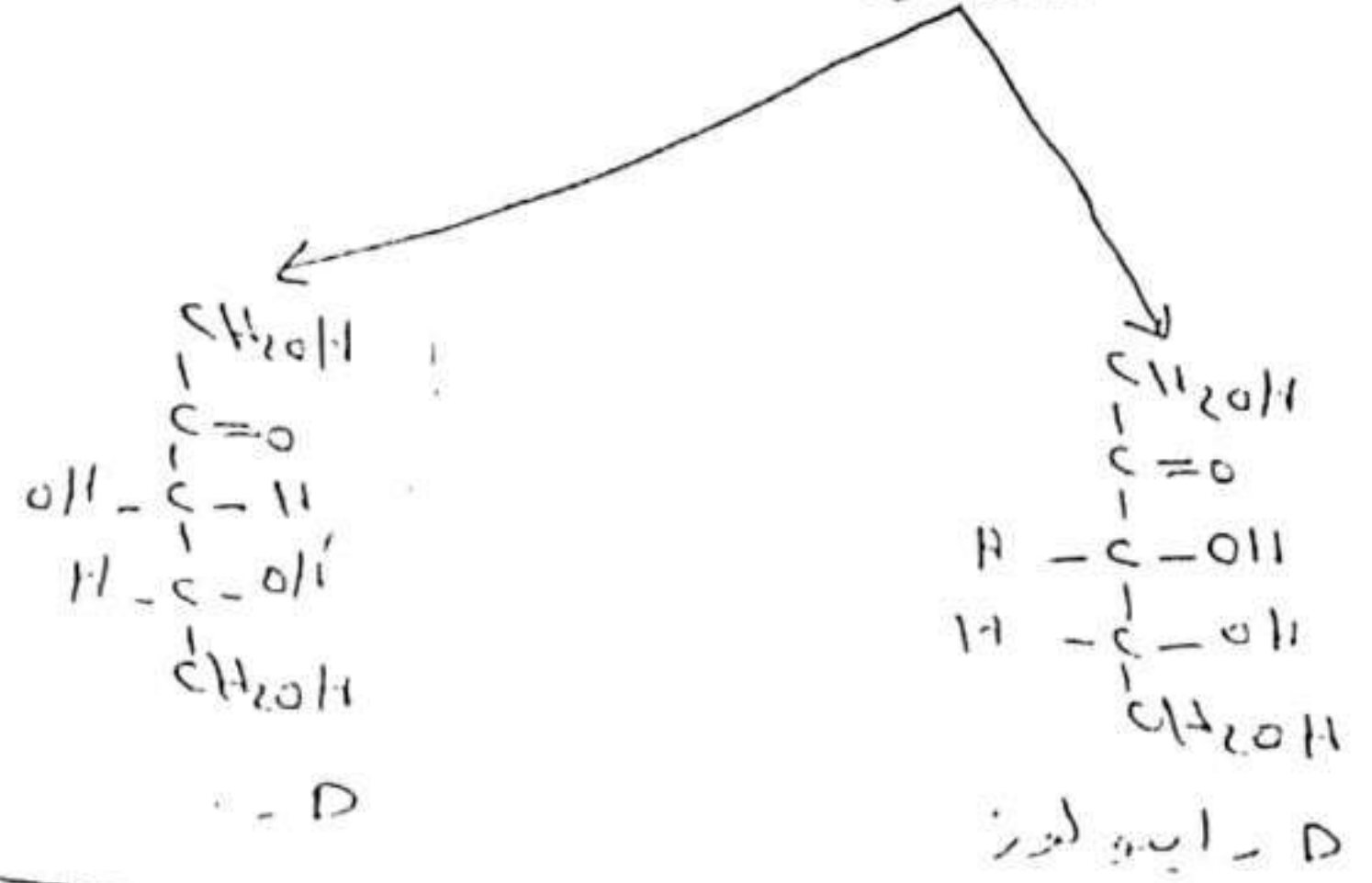
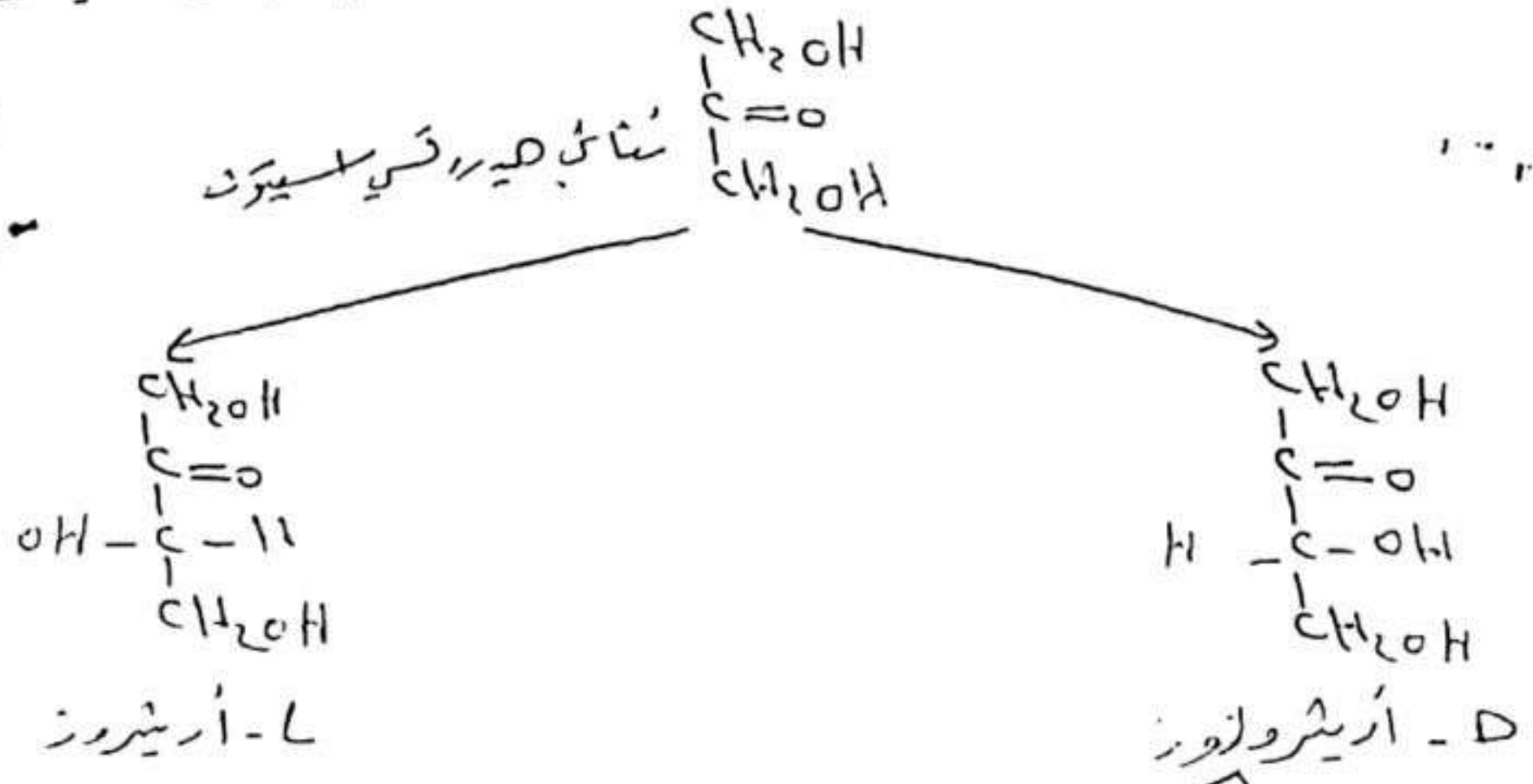


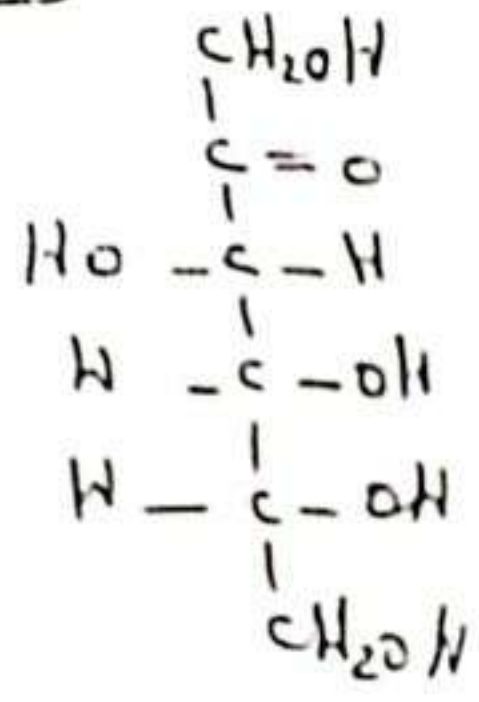
د-الترينوز



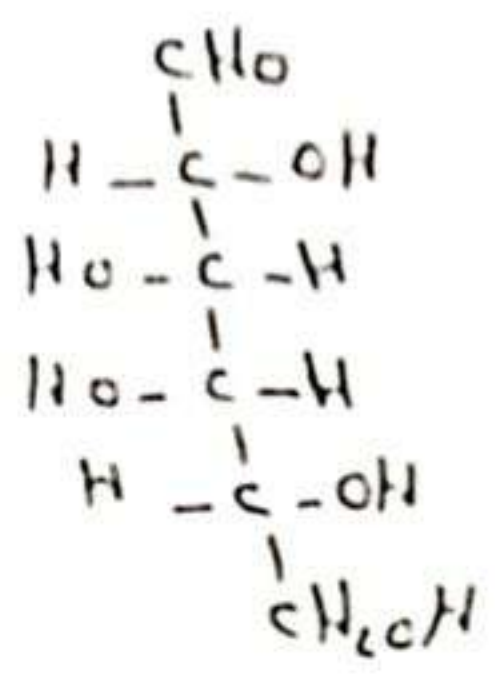
د-الليوز

اصطناع السكريات الكيتونية الاصلية: اعتباراً من ثنائي هيدروكسي الاكسيتون (2)

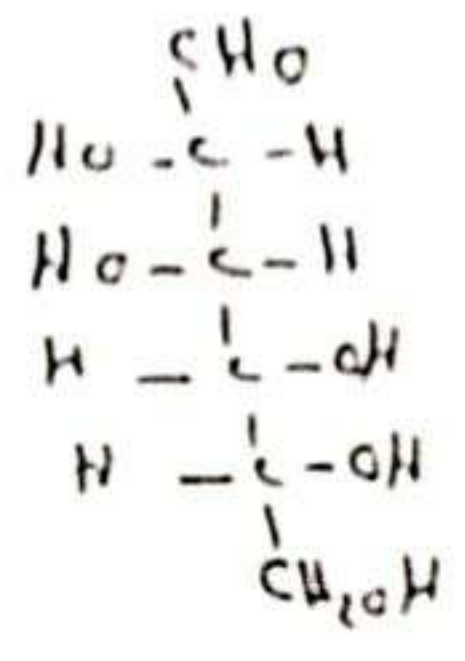




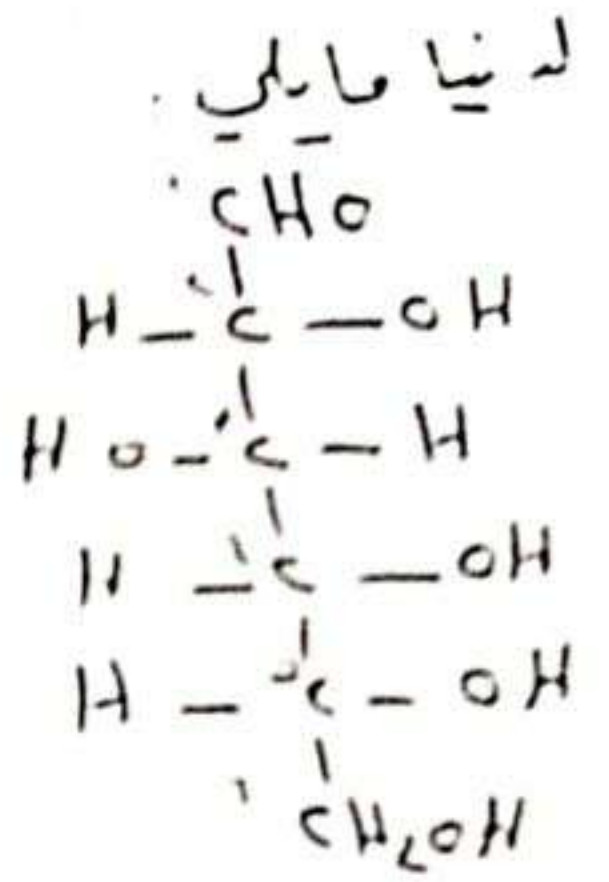
د- فركتوز (٤)



د- فالديكتور (٦)



د- سابوز (١١)



د- غلوكوز (١١)

ملاحظات هامة

للكربوهيدرات الأربعة تمتلك نفس الصيغة الجزيئية (C<sub>6</sub>H<sub>12</sub>O<sub>6</sub>) وتسمى العلوكونز ولفانوز و الفالديكتور هي سكريات الدهيية، أما الفركتوز فهو سكر كيتوزي

(١) الفركتوز هما كد ثيوي وظيفي السكريات (١، ٢، ٤) لا يتماثلان بالضرورة الوظيفية من كيتونية بالفركتوز والدهيية بجلي السكريات (١، ٢، ٤)

(٢) السكريات (١، ٢، ٤) هي متماكبات فرايية موزونية ولكن لا يتماثلان في صورة للأخر بالمرآة (أي ليس لها هيال بالمرآة) أي ليس لديها أي زوج استوحيه ولا يوجد علاقة ايناسيو ميرات، وتختلف فيما بينها بالخواص الفيزيائية والبي

(٣) عند ما يختلف تماكب صوئيات بالتوزيع الفراغي (OH) حول ذرة كربون واحد

فئة سبيرا زوج رابيري Epimers

مثال: العلوكونز و الفالديكتور هما زوج رابيري لأنهما يختلفان بالتوزيع الفراغي حول ذرة كربون واحدة هي رقم (٤) كذلك العلوكونز و المانوز زوج رابيري يختلفان بالتوزيع الفراغي حول ذرة رقم (٢)

(٤) عند ما يختلف تماكب صوئيات بالتوزيع الفراغي حول أكثر من ذرة كربون سبيرا

العلاقة بينها دياستيريدي (Diastomers)

مثال المانوز و الفالديكتور يختلفان بالتوزيع الفراغي لانهما لا لثروية ذرة كربون متمازوجة دياستيريدي

نظريته المحاضرة الأولى

محاضرة الثانية .. التركيب البنائي للكربات الأهادية ..  
 محاضرة ثمانية خميسار ١ صبرية

تتميز الكربات الأهادية أكتالا بناسية تختلف حسب الشروط الميعة بالتقال حيث يختلف التلا في الدرجة المقادله عنه في الوسط القلوي أو الحمضي وتم ملاحظته ذلك من خلال دراسة صفات وسلوله وتفاعل الكرم. من تأخذ سلا المتقيم أركلا الأيتوي أركلا الحلقي .

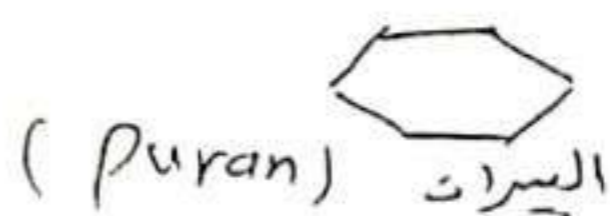
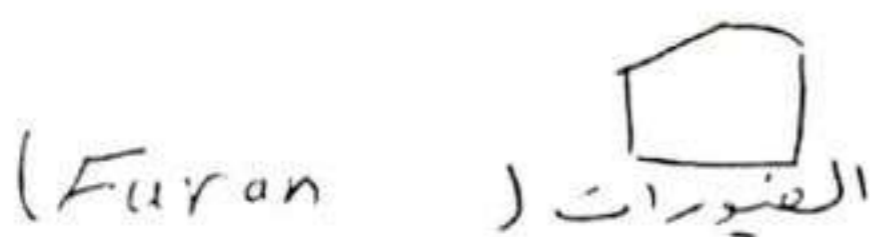
ولاحظ العالم فيشر أن الكربات عندما تكون مصبرة اللد ٢ - ٤ ذرات كربوه فلانها تكتب على سلا مقلوطة . ولكن عندما يكون الكرم مؤلف من ٥ - ٦ - ٧ ذرات كربون فإن هذا الكرم يكون على سلا حلقة (أي أن المجموعة الألدهيدية أركلا كيتونية تكون كاصنة) .

- من أهم الدلائل التي استارت للتركيب الحلقي نذكر ما يلي :

- ① - تفاعل الألدهيدات العادية بسهولة مع هلمن سيانيد الهيدروجين HCN أما الكربات الخماسية والسليبية الألدهيدية تتفاعل بصعوبة مع HCN .
- ② - تتأكسد الألدهيدات بسهولة إلى الصمغ من عصرية متناظرة أما الكربات الألدهيدية فتعتبر حاملة تجاه عوامل الأكدرة الطبيعية .
- ③ - تعطى الألدهيدات اختبار ايجاي مع كاسف سليف، أما الكربات الألدهيدية فتعطي هذا الاختبار بصعوبة كبيرة أركلا تعطى .
- ④ - ظاهرة التدوير المتبدل (الذاتي) :

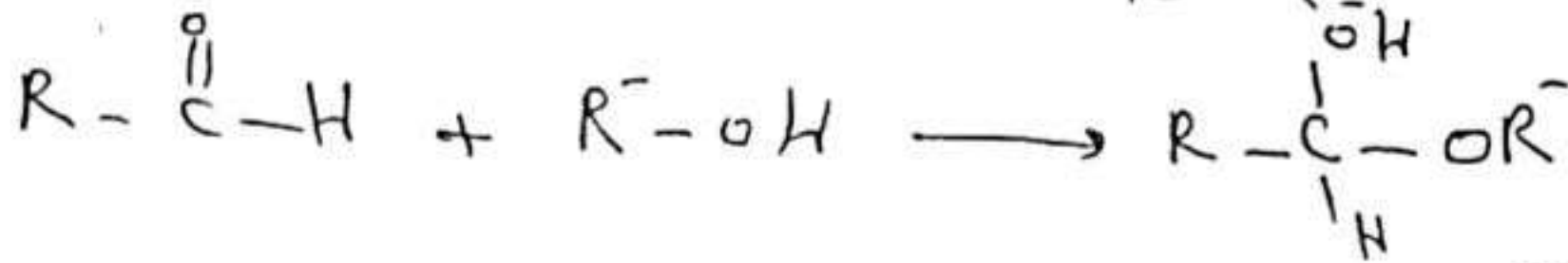
- إذا استقرصلنا على العلوكون اعتباراً من الماء ينتج ( α - β ) علوكون . إذا قلنا زاوية الدوران الضوئي لدرجه الزاوية الضوئي المستقطب (مدرما . وإذا ترك لفترة من الاستقرار لصبج الزاوية ٧٥° ، إذا استقرصلنا على العلوكون اعتباراً من مهمن الذي ينتج ( β - α ) علوكون . وإذا قلنا زاوية الدوران الضوئي ١٩° . وإذا ترك لفترة من الاستقرار لصبج الزاوية ٧٥° م

يمكن تغير الظواهر الأربعة السابقة على أساس أن الكربات الألدهيدية أركلا كيتونية كماوية على الكرم ٤ ذرات كربون تمثل لتأكيل حلقة متتعة اما في البيران (حلقة سليبية) . أو من الضيوران ( حلقة خماسية) .



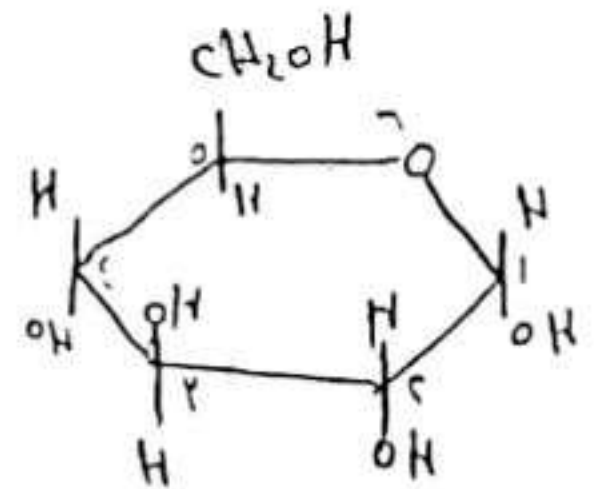
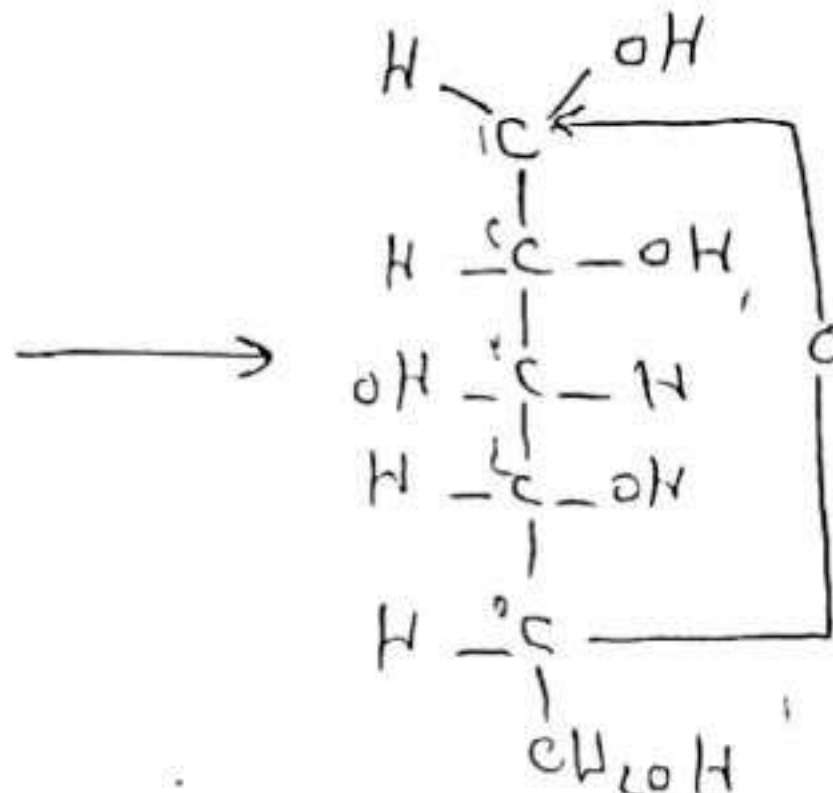
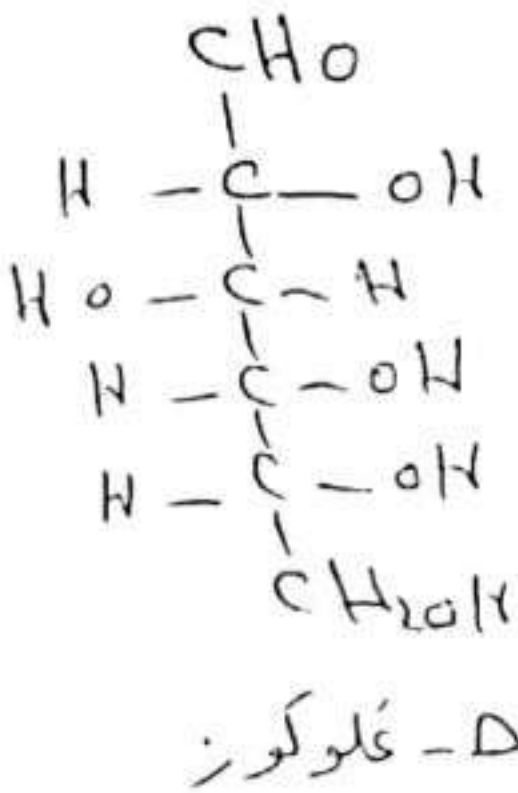
في الألدهيدات العادية تتفاعل المجموعة الألدهيدية مع المجموعة الكحولية لتشكل

هيم أستيل (أستيل نصف) وفق التفاعل التالي:



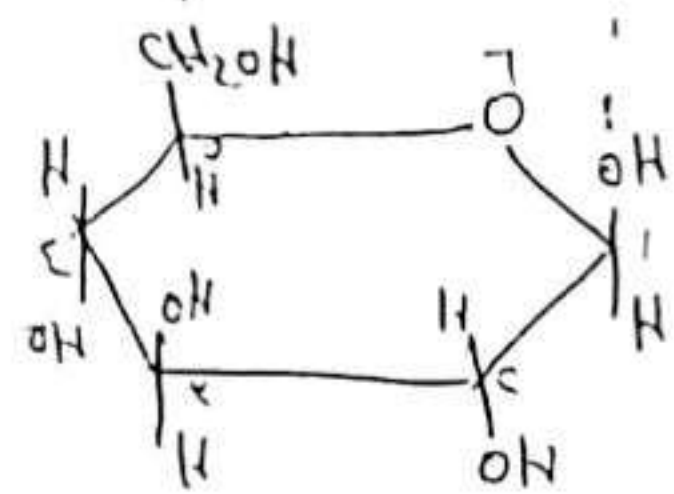
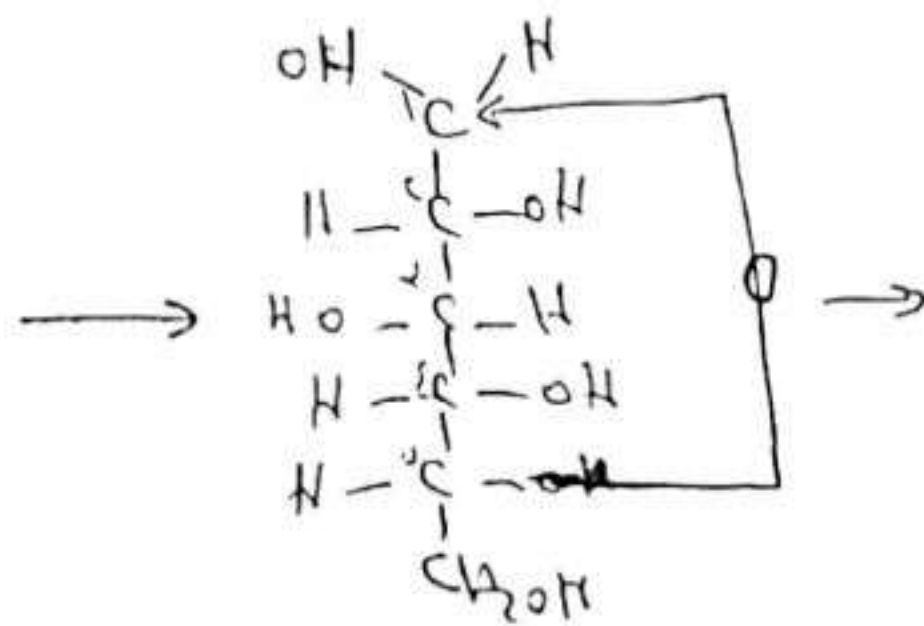
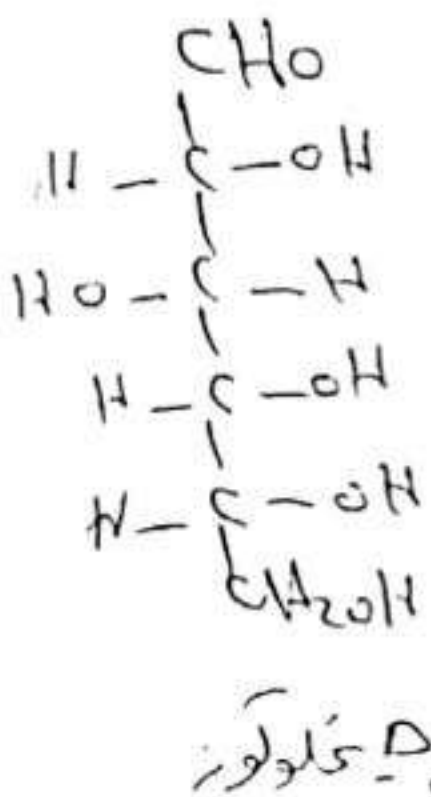
هيم أستيل

أما في السكريات دراسة الألدهيدية فتتفاعل المجموعة الألدهيدية مع إحدى جميع الهيدروكسيلات ولكن غالباً ما تتفاعل مع الذرة رقم (5) لأنها أقرب قرينياً وتؤدي إلى تشكيل حلقة سداسية تتألف من خمس ذرات كربون وذرة أكسجين أي يتشكل هيم أستيل داخلي وفق التفاعل التالي:



(α - D غلوكو بيرانونز)

حالة (I)



(β - D غلوكو بيرانونز)

هنا الذرة رقم (1) هي ذرة ألدهيدية.

ملاحظات:

1- إذا كانت (OH) الناجمة عن تشكيل هيم أستيل نحو اليمين فتكتب في الحلقة للأعلى ويسمى هذا المحاكب α - D - غلوكو بيرانونز. أما إذا كانت (OH) الذرة رقم (1) نحو اليسار فتكتب بالحلقة - (OH) نحو الأسفل ويسمى المحاكب β - D - غلوكوز.

٣  
 تسمى ذرة التوضيح وكذلك تسمى ذرة التوضيح في كبريتات اليوديد  
 الذهبية تراها كوليعة ولكنها الذهبية.

٣- ا. ٤ - ٥. جلو كوسيرانوز هوليس صورة بالمرآة ل - B - D جلو كوسيرانوز [منها  
 ليابزودج <sup>انسان شيفوريت</sup> <sup>ليابزودج استوفوزي</sup> ولكنها تختلف بالتوزيع الفراغي حول  
 ذرة واحدة فقط وتسمى <sup>Epimers</sup> (البيسميران) اختلفا حول الذرة الا لتوضيح الكربون في الفركتوز  
 ضميمات ذرات التوضيح Anomers.

٤- عدد التماكبات المتوقعة اذا كانت العلو كوز في كل سلسله متوقعة  
 $2^n = 2^4 = 16$

اي n : عدد ذرات الكربون في المتناظرة في العلو كوز (السلسله متوقعة).

اي : <sup>المتناظرة</sup> عدد التماكبات المتوقعة اذا كانت العلو كوز (هلقيا) او كانت مطلوب عدد تماكبات  
 ( ٤ او B - D كولو كوز ) متقول عدد التماكبات  $n = 5$  ومن ذرات كربون

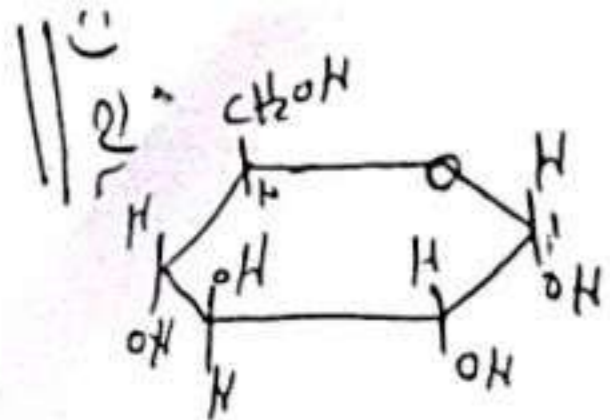
صا كبا  $2^n = 2^5 = 32$

٥- يمكن تفسير ظاهرة التدمير المتبادل على انستك انه عند كضير العلو كوز من المار فانه  
 يتبع ٤ - ٥ جلو كوسيرانوز وتكون الزاوية (١٨٠°). ولكن عند تركه لفترة حتى يستقر  
 فان اللقمة تنفتح ويصبح على شكل سلسله متوقعة ثم تنقل من هيدريد ميشغل هيمن  
 استيال ولكن موقع اله اصبح معاكس فالسكر اصبح ( B - D جلو كوسيرانوز )

٦- عند اصبح لينة ( ٤ - ٥ جلو كوسيرانوز ) و لينة ( B - D جلو كوسيرانوز )  
 ١٠٢٦ ١٠٦٢

و ( ١ ) جلو كوز على شكل سلسله متوقعة فان هذا السكر والشور بزاوية ١٥٩°  
 والعكس صحيح.

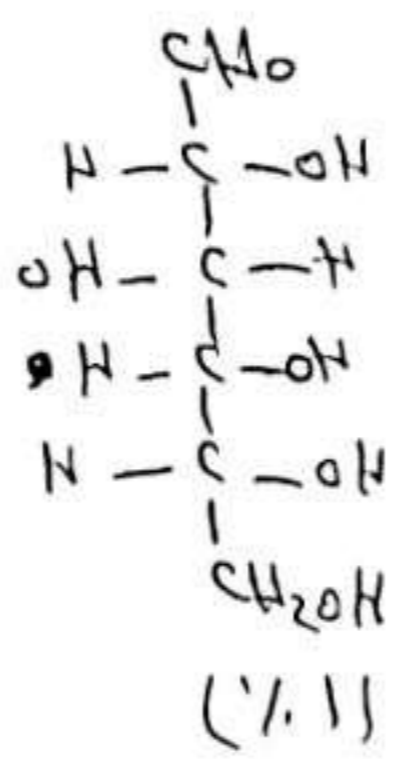
اي : عند كضير العلو كوز من همن الخ فانه يتبع B - D جلو كوسيرانوز ، وتكون الزاوية  
 ١٩° ولكن عند تركه لفترة حتى يستقر فان اللقمة تنفتح ويصبح على شكل سلسله  
 متوقعة ثم تنقل من هيدريد ميشغل هيمن استيال ولكن موقع (OH) اصبح معاكس  
 والسكر اصبح ( ٤ - ٥ جلو كوسيرانوز ) هذا في الكريات السطوية الا لذهب



(D-α-غلوكوبيرانوزا)  
(١.٣٦)

تفتتح

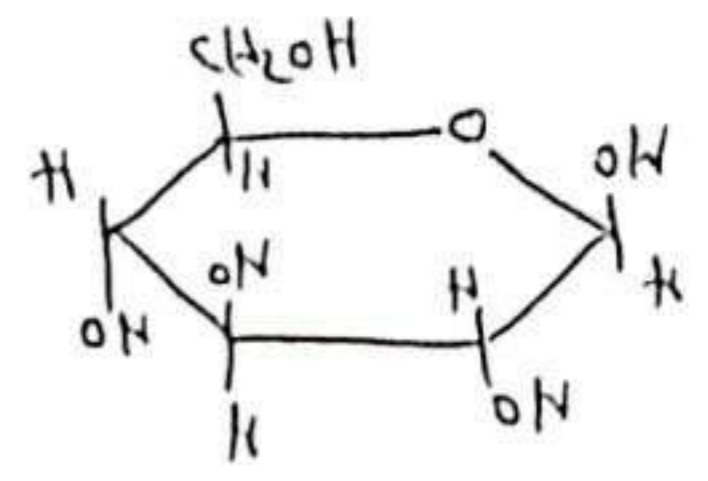
تغلق



(١.١١)

تغلق

تفتتح

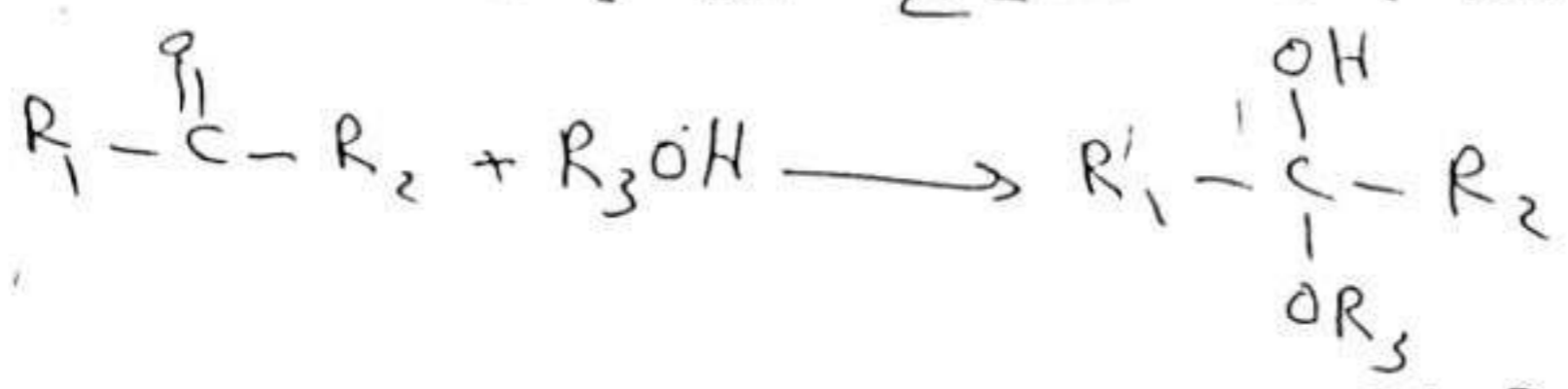


(D-β-غلوكوبيرانوزا)  
(١.٦٣)

فلاصقة + يمكن للكربان السالبة الألهيدية ان تظل حلقة مما سببه اذا ارتبطت الزمرة الألهيدية مع (OH) الموجودة على ذرة الكربون رقم (٤) كما ان هذا السطح غير متفر وغير متجانح.

٤- في السكر الحلقى α-D-غلوكوبيرانوزا، الكربون رقم (١) الذرة الاكسوميرية لان (OH) المحمولة عليه هي لبيته كحولية ولكن الألهيدية (هي كيتال).

عندما تتفاعل المحبوسة الكيتونية مع الكحول ينتج هيم كيتال:



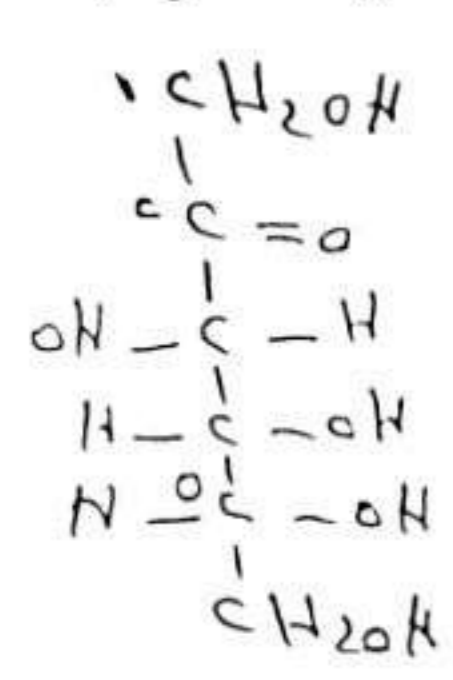
(هيم كيتال)

فطبق هم الرضع على كبريتوزيا وهو:

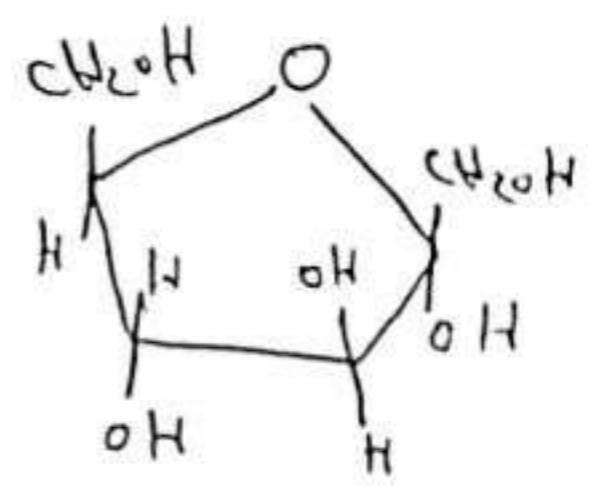
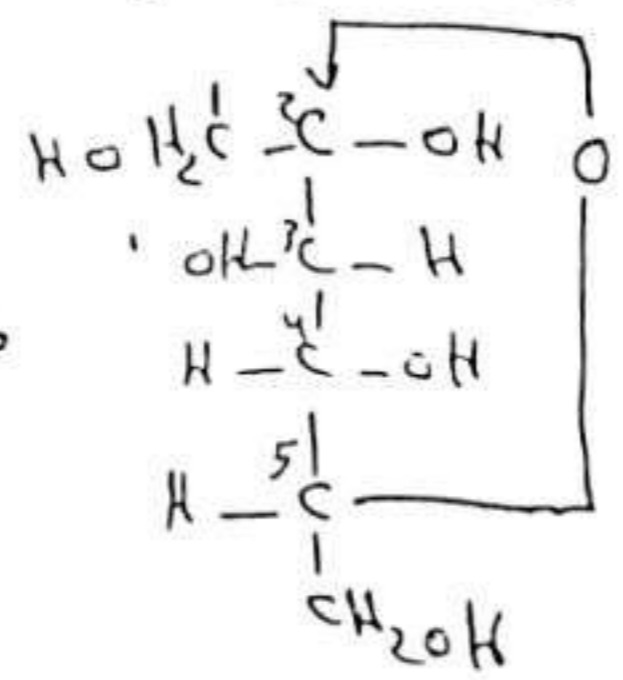
- أي في السكريات الكيتوزية السالبة تتفاعل المحبوسة الكيتونية المحمولة على ذرة الكربون رقم (٥) مع احدى مجاميع الهيدروكسيل وغالباً المحمولة على ذرة كربون

(٥) فيشكل هيم كيتال داخلي على سلاسله مما سببه وقت التفاعل التالي:

حاله (١):

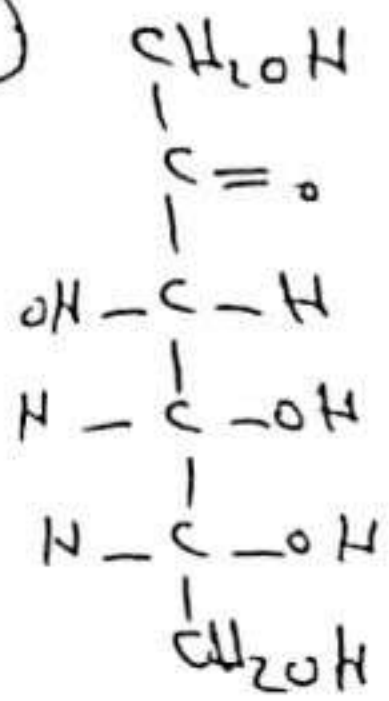


D-فركتوزا

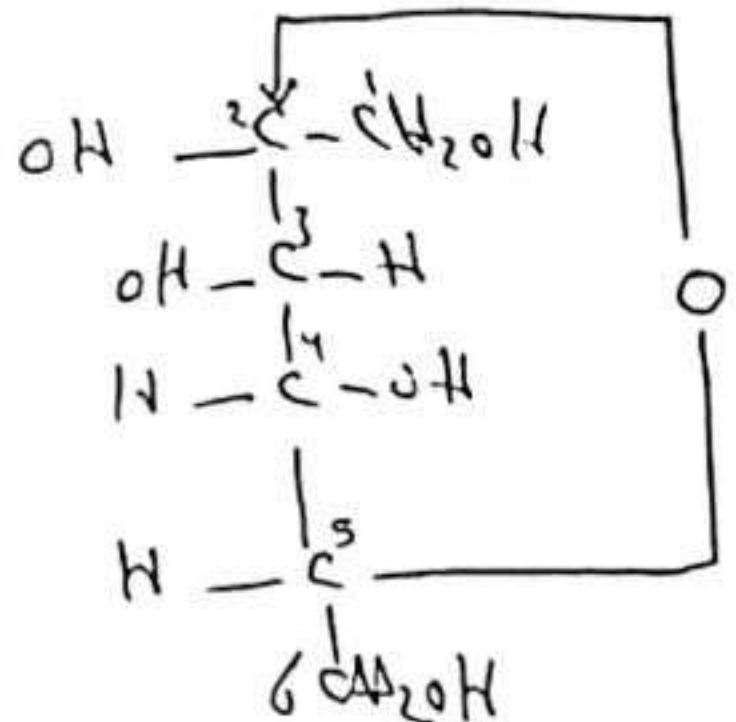


(α-D-فركتوزفورانوزا)

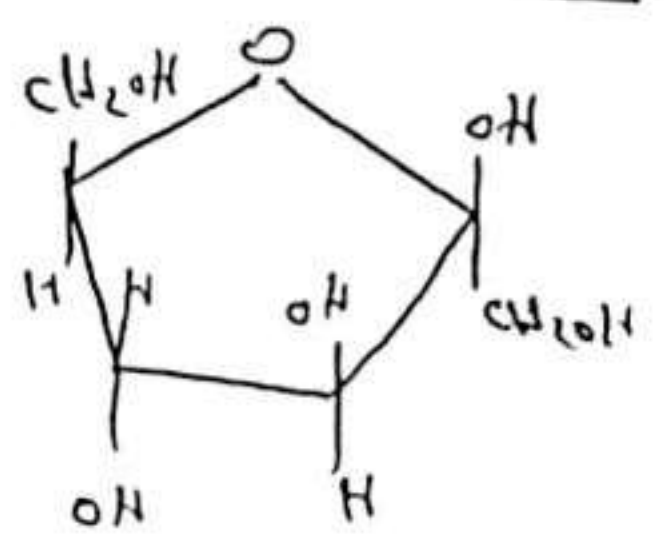
5



→



→



شكلا (ب) و (ج)

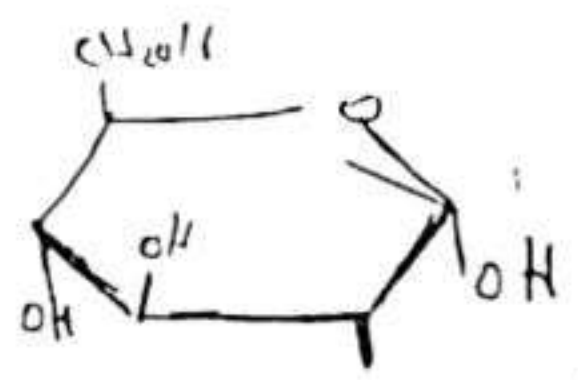
D-فركتوز

(D-β-فركتوفورانوز)

وهو سكر سداسي وليس خماسي لكنه كتب في شكل حلقة خماسية.

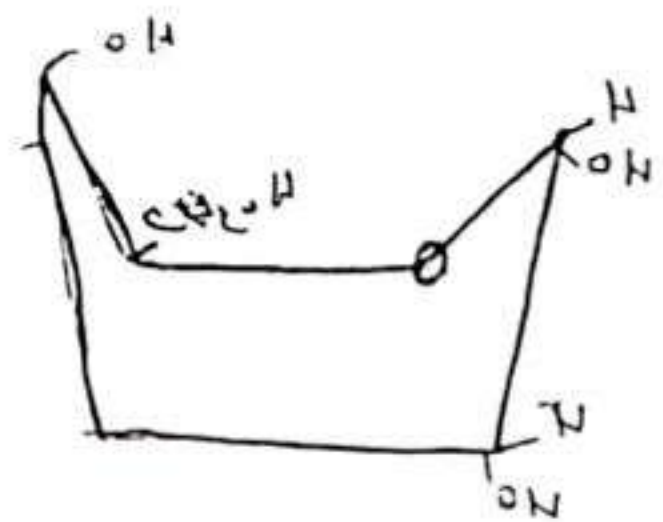
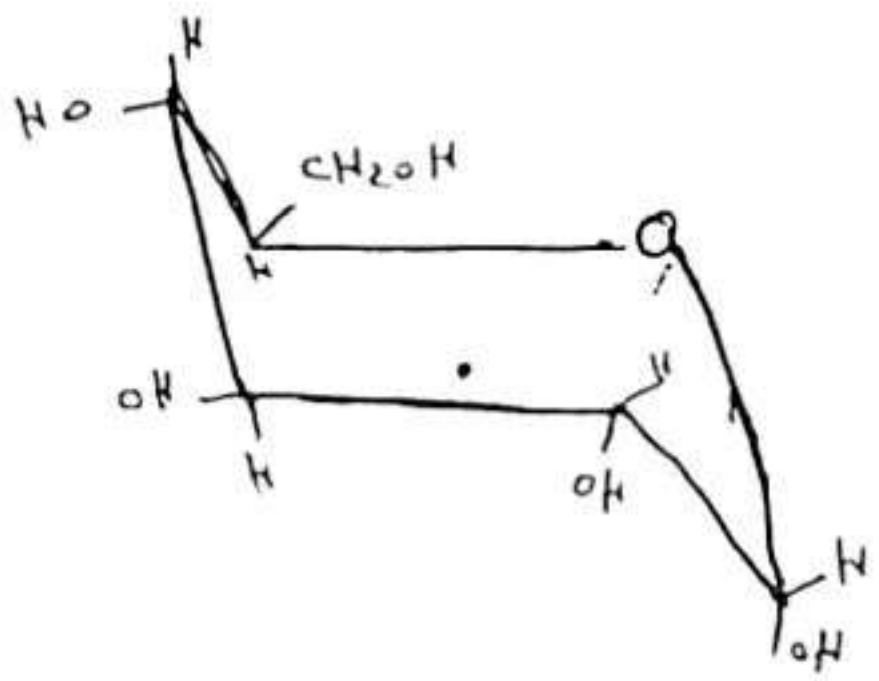
- هل يمكن ان تشكل حلقة سداسية في السكريات السليخ الكيتوزية؟  
 نعم، يمكن وذلك بارتباط ذرة الكربون التاسعة (C9) الكاملة للذرة الكيتوسليخ مع ذخا الكربون (C6) ولكنه هذا الشكل غير مستقر ويهمل.

ملاحظة: اقترح العالم هاورث ان الحلقة لا تكتب على صورتها الصغرى ولكن تكتب عمودية على صورتها الصغرى وقام بتظليل الروابط القريبة من بعضها ووضع خطوط ملاكات الاسارات ل OH.



[تصور الحلقة واقفة فربصو عمودياً على صورتها لورقة وكتابة الاصطلاح السفلي بخط سيرك للدلالة ان ذرة الكربون فيها اقرب الى القاع كما في بقية الذرات الواضحة - خلف المورقة.]

- اطار ريفز (Reves): اقترح ان ترسم السكريات امانا على شكل قارب او على شكل اكرسي نظراً لان ردايا ارتباط الكربون تعطي هذا الشكل. علمنا انه شكل الكريسي هو الأكثر استقراراً في المحاليل المائية.



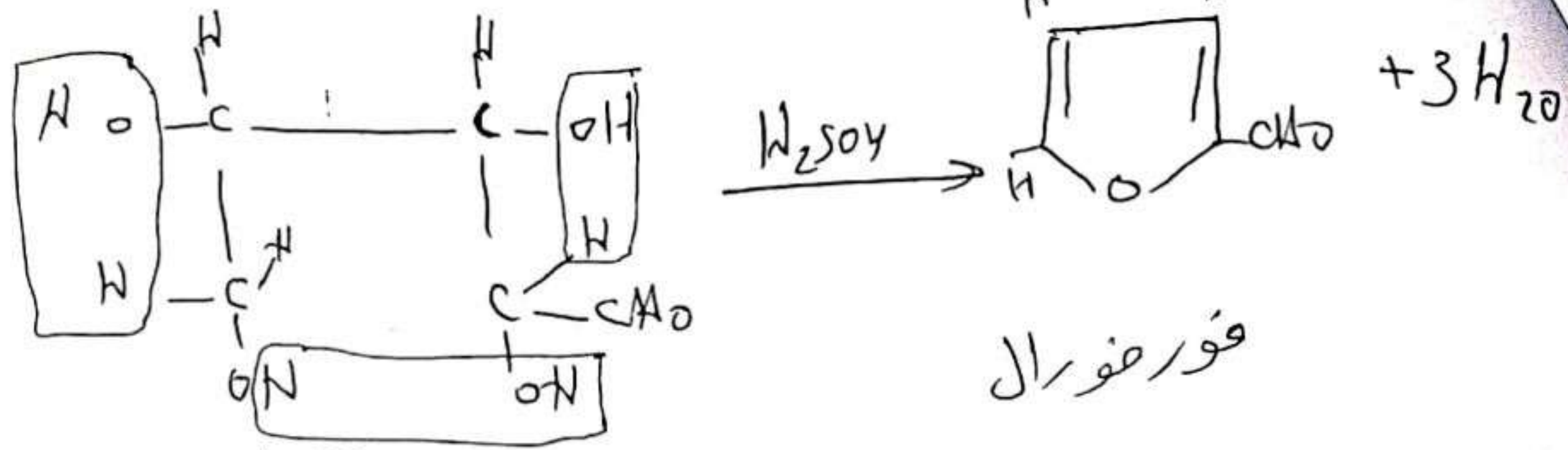
أهم السكريات الأحادية وهو أصلاً:

- ① - سكر الريبوز: هو سكر ضايف الذهبية يلعب أدواراً حيوية هامة في تركيب النيوكليوسيدات والأحماض النووية وكذلك في تركيب بعض المرافقات الأترية من أهم مشتقاته، - سكر الريبوز منقوص الأوكسجين الذي يدخل في تركيب DNA،
- ② - سكر الفلوكوز (سكر العنب): هو سكر أساسي الذهبية، يعتبر من أهم السكريات في الاطلاق فقد يتواجد بشكله الحر وقد يدخل في تركيب بعض السكريات السائبة (مالتوز - سكرز).
- ③ - سكر الفالاکتوز (المليب): هو سكر الذهبية يلعب أدواراً حيوية هامة ومن أهم مشتقاته (ممن الفالاکتوبورين). الذي يدخل في معدلات السكر كالبكتين.
- ④ - الفركتوز (سكر الفواكه): هو سكر أساسي كيتوزي يلعب دوراً هاماً في حياة كبدية كونه يدخل في تركيب الكروز <sup>Inulin</sup> من أهم مشتقاته (سكر الاينولين) مولف من ٢٠ جزءاً من الفركتوز (بوجهه لا يفرسوي) يلعب دوراً في خفض نسبة الكولسترول وانتشار السرطان.

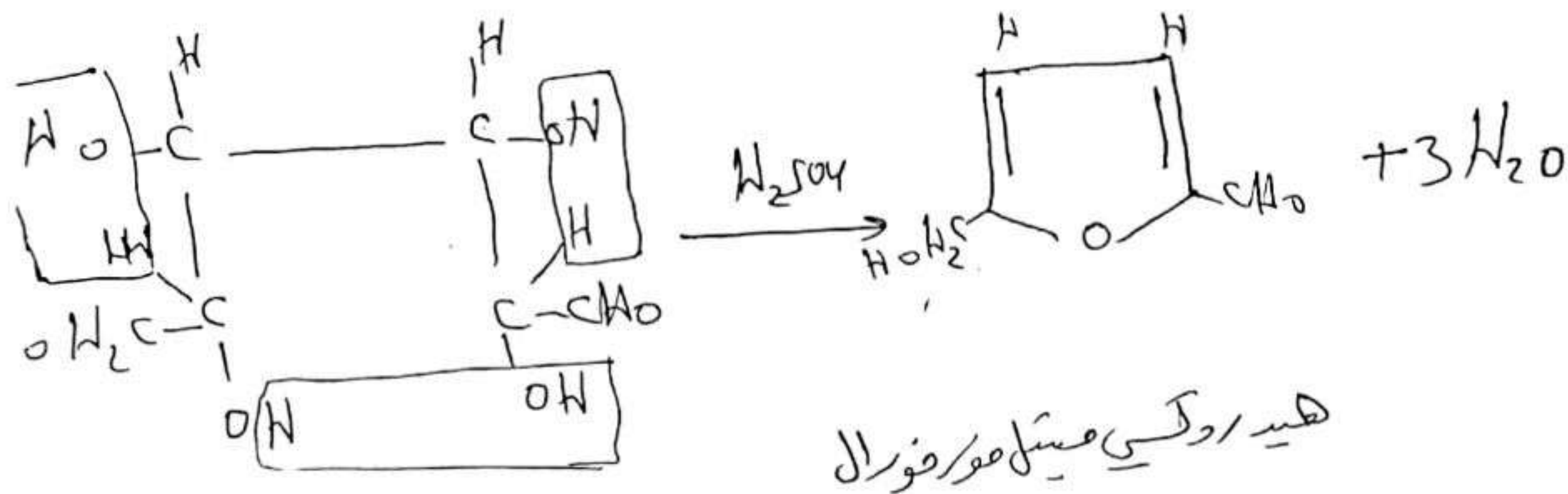
### تفاعلات السكريات الأحادية:

- تتبع التفاعلات العامة للسكريات الأحادية نتيجة:
- (أ) تحتوي على جميع هيدروكسيلية عديدة. وبالتالي جميع السكريات الأحادية تذوب بالماء ولا تذوب بالمحلات العضوية.
  - (ب) تحتوي السكريات الأحادية على مجموعة كربونيل هرة (مجموعة الذهبية اذ كيتونية هرة اذ كافتة) وبالتالي يمكن حلها في الألدهيدات اذ الكينونات.
- أولاً: تفاعل السكريات مع الأحماض المركزة: ماد
- تتطيع الأحماض المركزة ان تنزع هرات هيدروكسيلات، السكريات الأحادية لتنتج الفورفورال اذ كان قياسي و نظير هيدروكسي ميثيل فورفورال اذ كان كرسطيا
- حالة (١)، اذ كان الكريوي ٥ ذرات كربون ماداً ينتج؟  $\Rightarrow$  ينتج الفورفورال
- هـ، لمعادلة:

[7]



حالة (c): اذا كان الكربوني 6 ذرات كربون .  
سكر خماسي (بنتوز)



سكر سداسي (هكسوز)

+ الفورفورال + α تقوّل (تفاعل موليش) ← حلقة ببقية  
هيدروكسي ميثيل فورفورال + α تقوّل ← حلقة ببقية  
وهذه دلالة على وجود السكر .

نظايت، لمحاضرة لتانيه

1 كيمياء حيوية المراجعة الثالثة

- الاصترات :

الاصتر : عبارة عن تقابل همن مع كوك ، تقاضي الكوكوك من ابره ابره اي عجيبة كوكوك في الكريات و عبالاً بواسطة همن القوسقوكوك (H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>) .

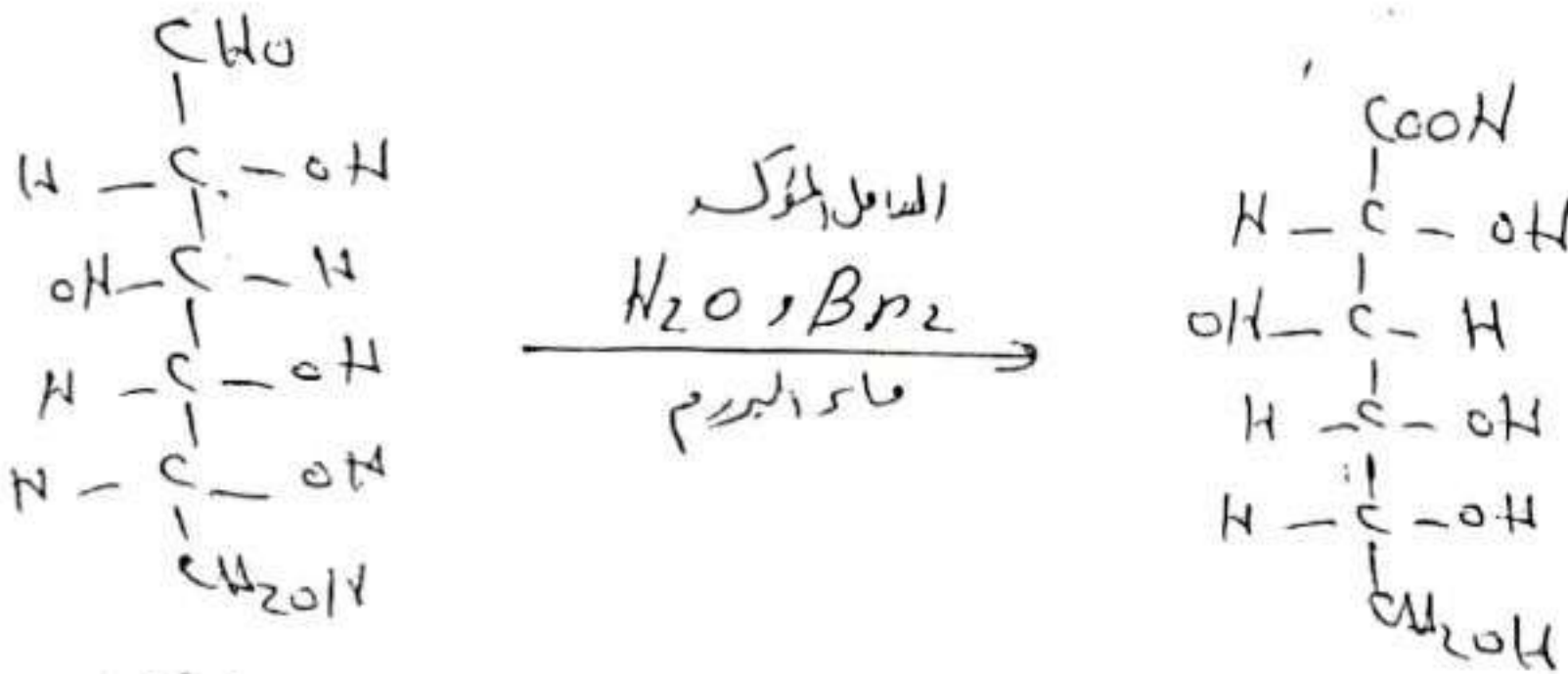


ك- الأوكوك بالوكوك القوية :

اهذا الأوكوك بالوكوك الهمفوية سابقاً .

تتأكك الكريات المنتركة بالوكوك القوية في الوسط الكاهقن لعقصر مزائج (موضن) <sup>طوية</sup> تختلف فيما بينها تبعاً لنوع المادة الموكوكه ادرتبعاً للمجموعة التي تالكه .  
وميزالكالك التالية :

مالة 1



D - غلوكوز (البروم)

همفون غلوكوكوكوك

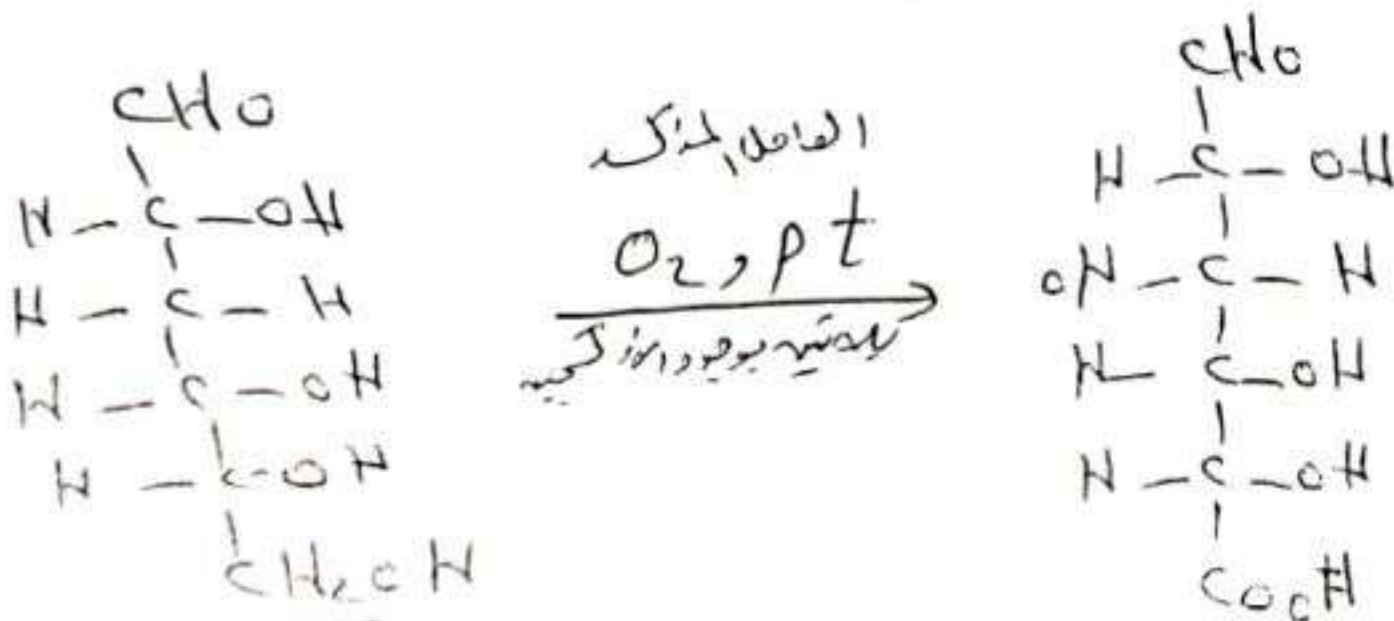
وهصاهل ألكه المجموعه الالهيه قنطه .

\* اي أنه اذا كاك الواعل الموكوك همدار البروم) فتتأكك المجموعه الالهيه قنطه لنتظر (ألدونيك) قنطه لنتظر

اذا الكر دكوكوز ← غلوكوكوكوك

= د فالداككوز ← فالداككوكوك

مالة 2

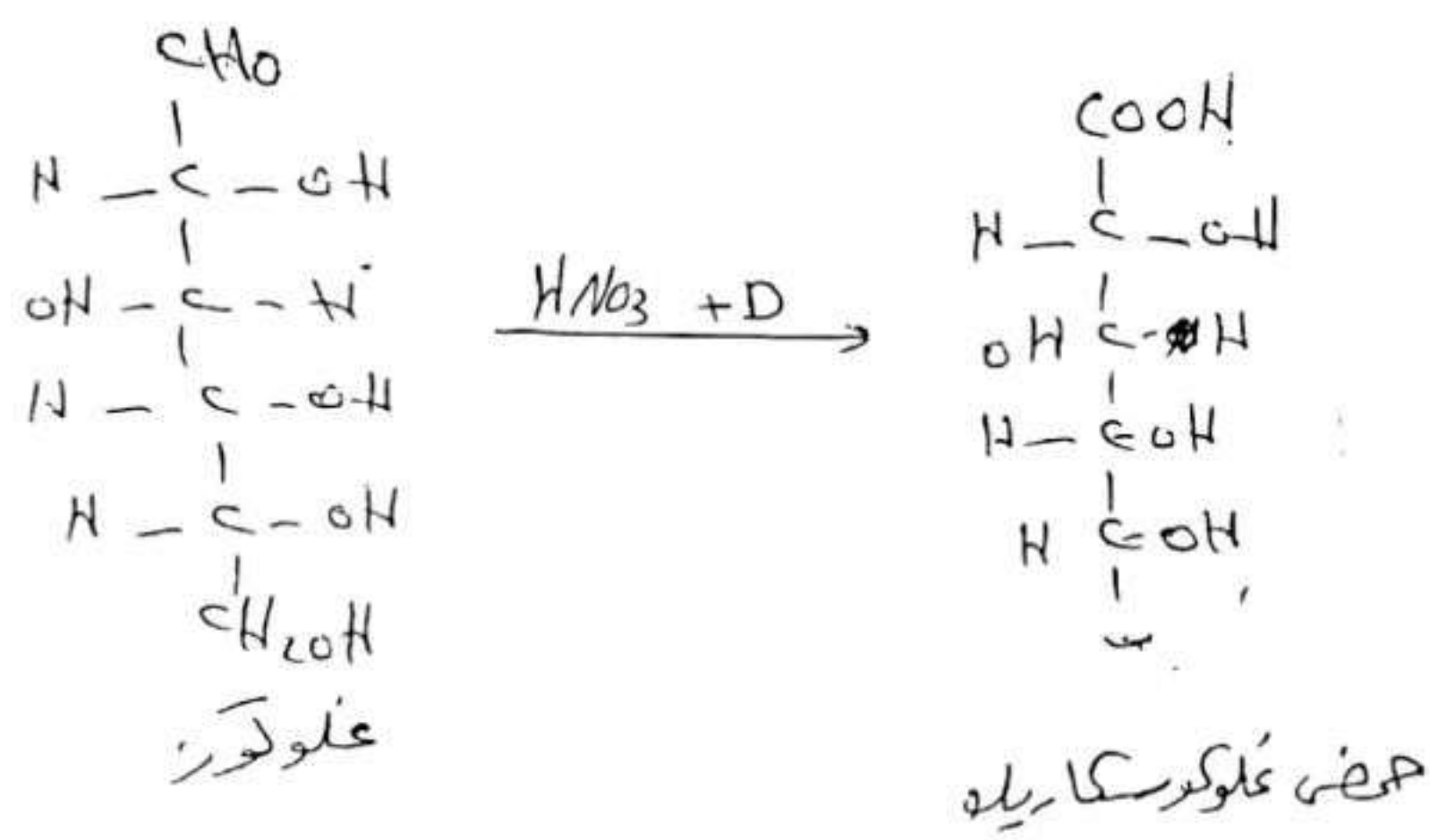


(همفون غلوكوكوكوك)

15

وهو حاصل التخميرة هيدرات ميل الطرنية فقط .  
 إذا كان العامل المؤكسد هو الأوكسجين بوجود البلاستين فتتأكسد مجموعة هيدروكسيل  
 ميل الطرنية فقط لتظهر ( . رونية )  
 - للأصناف اليورونية أهمية كبيرة وذلك من تركيب مقدرات السكر كما في البكتين  
 الذي يدخل من تركيبه غلاكتو . رونية  
 والكتين الذي يدخل من تركيبه غلوكو . رونية

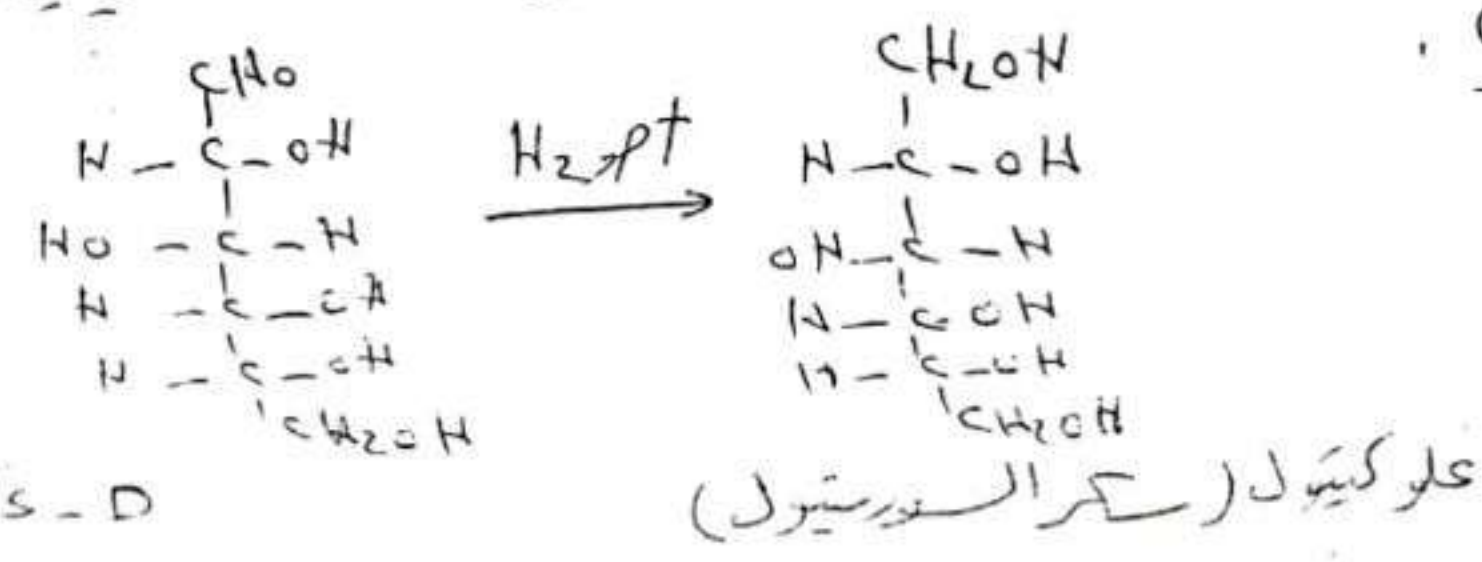
حالة 3 !  
          



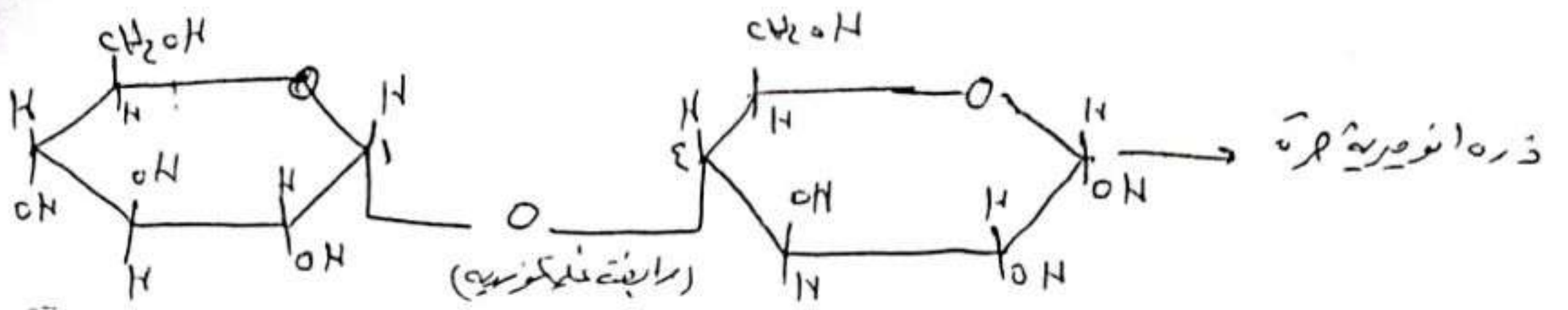
- وهو حاصل أكسدة المبرنة الالدهيدية مع مجموعة هيدروكسيل الطرنية
- بوجود حمض الكبريتيك والحرارة فتتأكسد المبرنة الالدهيدية ومجموعة هيدروكسيل الطرنية مع واحد (CH<sub>2</sub>OH) منتج مشق (سكارية)
- إذا كان غلوكوز (= غلوكوسكارية)
- ∴ فالأكثر = فالأكثر سكارية

الاعتزال (الاصحاح) :

يمكن لمجموعة الكربونيل أن تترك يتحول السكر إذا كان (الدوزي) إلى (الديتول) بوجود الصوديوم والبلاستين يتحول الناتج إلى كحول عند الاعتزال (اصحاح) غلوكوز  
 غلوكيتول (سكر السوربيتول) وهو قابل المحل A صناعي يستخدم في تصنيع  
 مبيبات C .



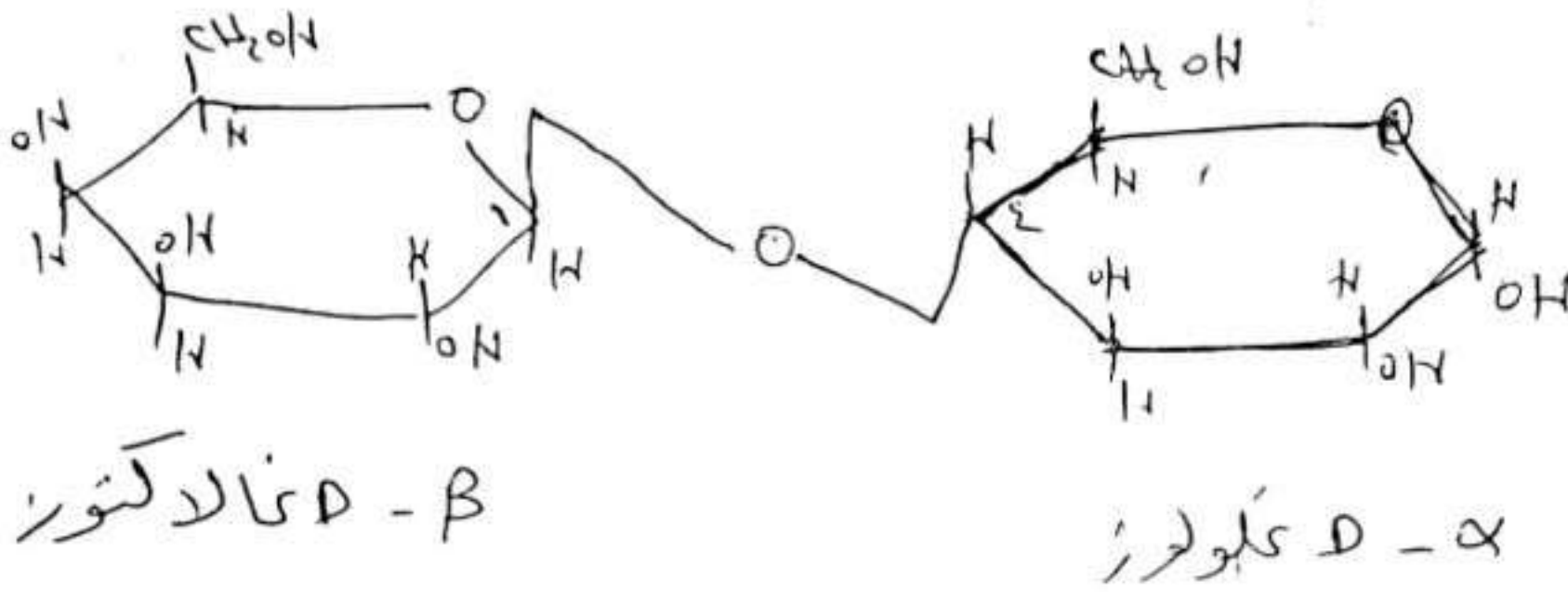




الرابطه  $\alpha$  (1  $\leftarrow$  2)  
 گلیکوزیدیه

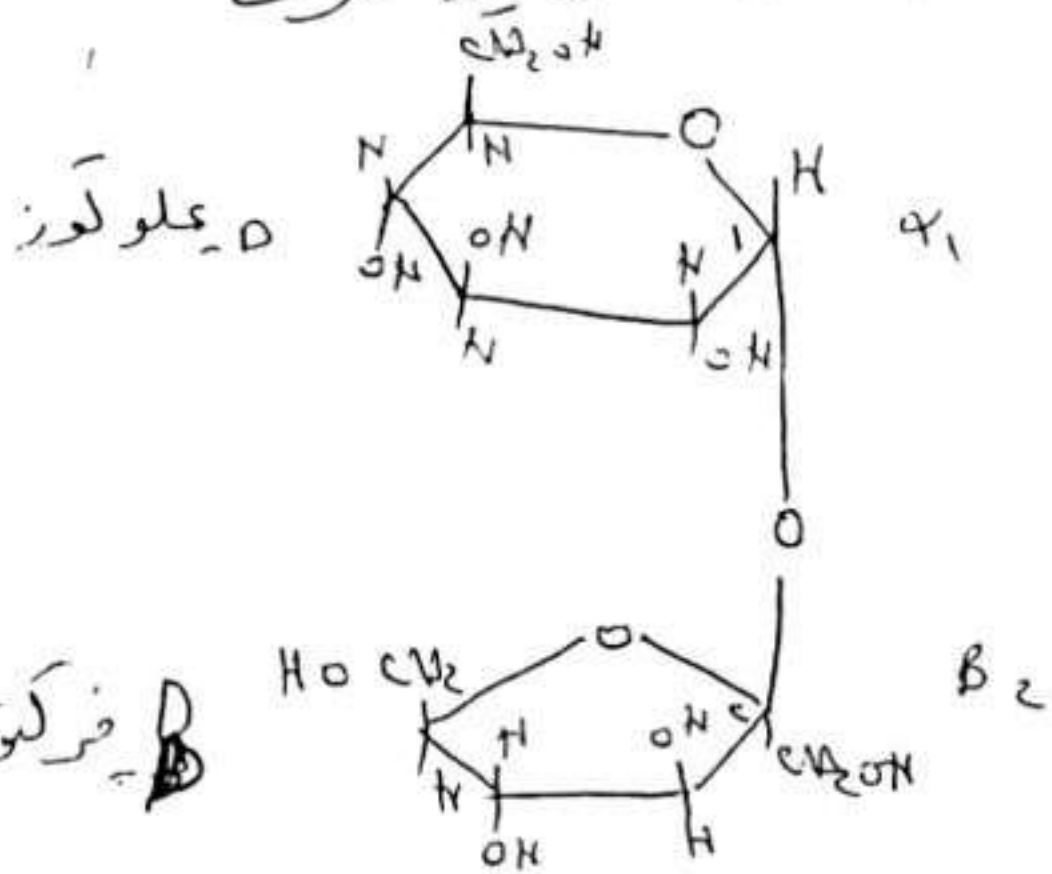
شکر:  $\alpha$  - D گلوکو پیرانوزیل (1  $\leftarrow$  2) - D -  $\alpha$  گلوکو پیرانوزیل  
 وهو سكر مختزل لوجود مجموعة كرسونيل هـ

مثال 1: اللاتوز (مالاتوز + مالتوز) سكر مختزل



شکر:  $\beta$  - D مالاتو پیرانوزیل (1  $\leftarrow$  2) -  $\alpha$  - D گلوکو پیرانوزیل

مثال 2: سكر اللوز (فركتوز + مالتوز) سكر مختزل



$\alpha$  - D مالتو پیرانوزیل (1  $\leftarrow$  2)  
 $\beta$  - D فركتو فیرانوزید

سكر

١- اذا تفاعل الكبريت بمجموعة الالهيدريد او الكيتون مع مجموعة كحولية فسد كبريتا فتيقرا مجموع الكربونيل في الكبريت الاخر هرة وبالتالي يبقا الكبريت مختزلا

مثال : المالتوز - لاكتوز

٢- اذا تفاعل الكبريت بمجموعة الكربونيل في الكبريت الاول + مجموعة كربونيل في الكبريت الثاني فالكبريت يصبح غير مختزل لان مجموعتا الكربونيل اخفضنا  
مثال : الكروز

مثال الكروز

تشكيل الأوسازون : (مطلوب في العملي فقط)

« الأوسازون هو عبارة عن مركب بلوري لونه أصفر ، ويحل نام جميع السكريات الأهدرية نظراً لذن مختزلة فإذ استطاع ان يشكل أوسازون .  
أما السكريات الثنائية اذا كانت مختزلة (مالتوز - لاكتوز) فإذ يمكنها بعض الأوسازون أما اذا كانت غير مختزلة (كروز) فإذ هيأ لا يمكنها تشكيل أوسازون .  
نتيجة من تفاعل الأوسازون في تعيين هوية الكبريت اعتماداً على البلورات .  
إذ أنه تختلف الأوسازونات فيما بينها بما يلي :

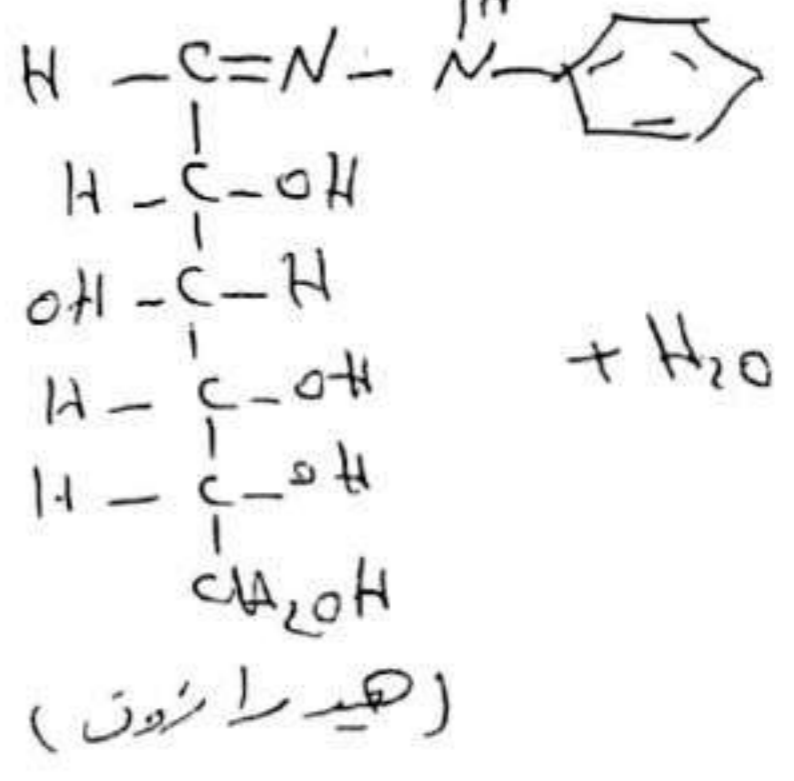
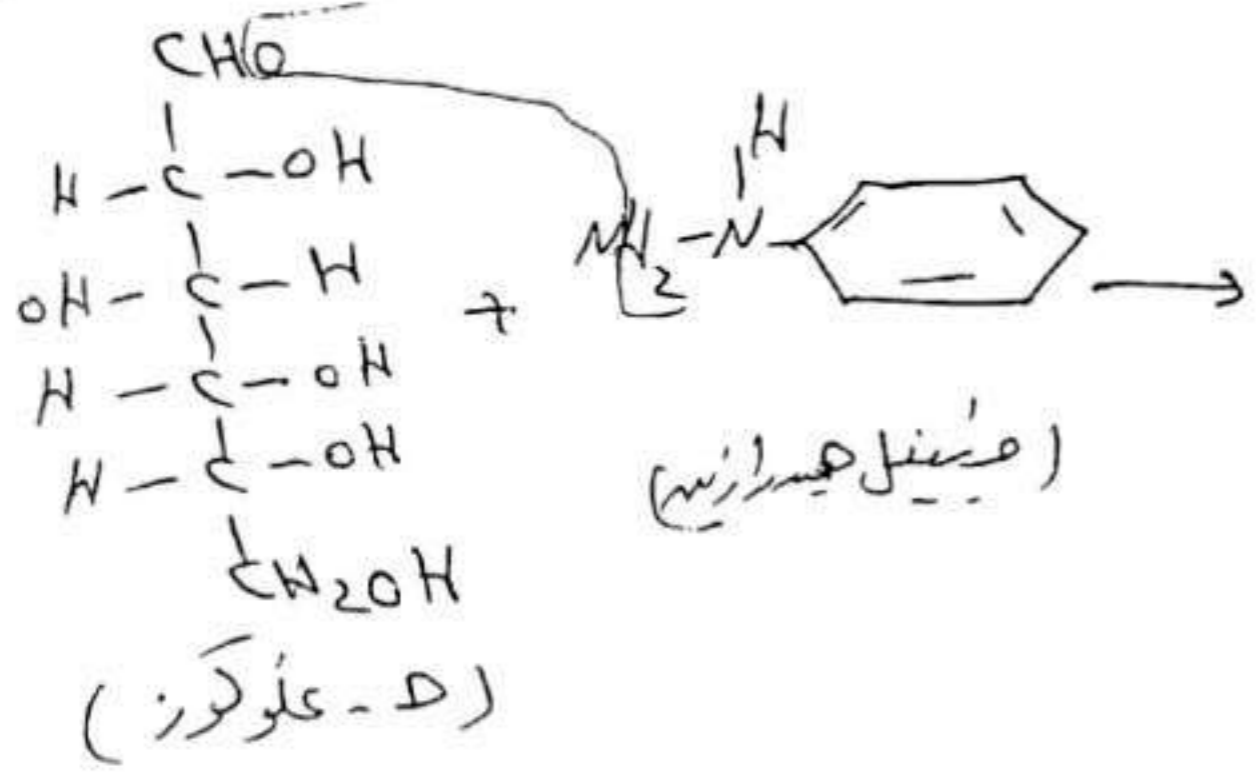
١- شكل البلورات - ٢ - درجة انصهارها - ٣ - الرنم اللامع لتركيبها  
وسيتقدمه الفروقات السابقة بين الأوسازونات في تمييز السكريات .  
! إن الأوسازونات هي صفة مميزة للسكريات المختزلة فقط سواء كانت اهدرية أو ثنائية  
مرافق شكل الأوسازونات :

٢ جزئيات

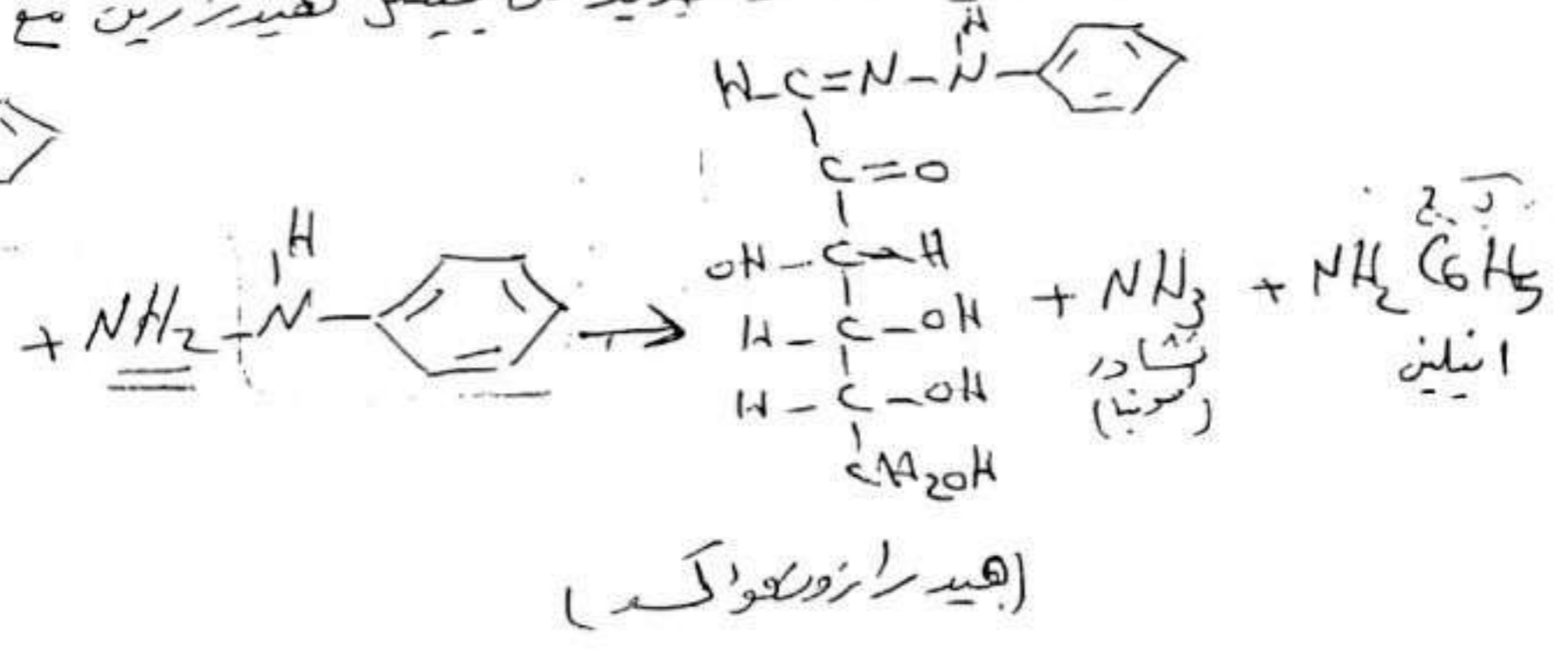
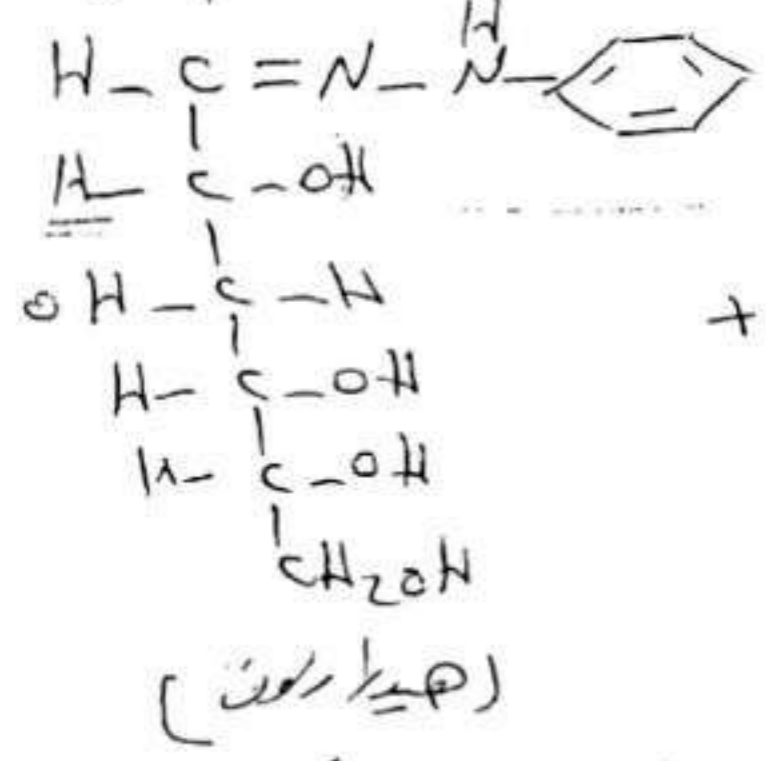
تفاعل السكريات الالهيدريد والكيتون مع مركب فنتيل هيدرازين / على حدة مرافق  
ليظهر الأوسازون .  
أي أن مجموعة الكربونيل الحرة تتفاعل مع (فنتيل هيدرازين) لتعطي فراغ تستطيع من خلاله تمييز السكريات . على ذلك رد الكربون الارادي والذئب من الكبريت  
تم تشكيل الأوسازون وقت المرافق التالية :

مراحل تفاعل الأوسازون:

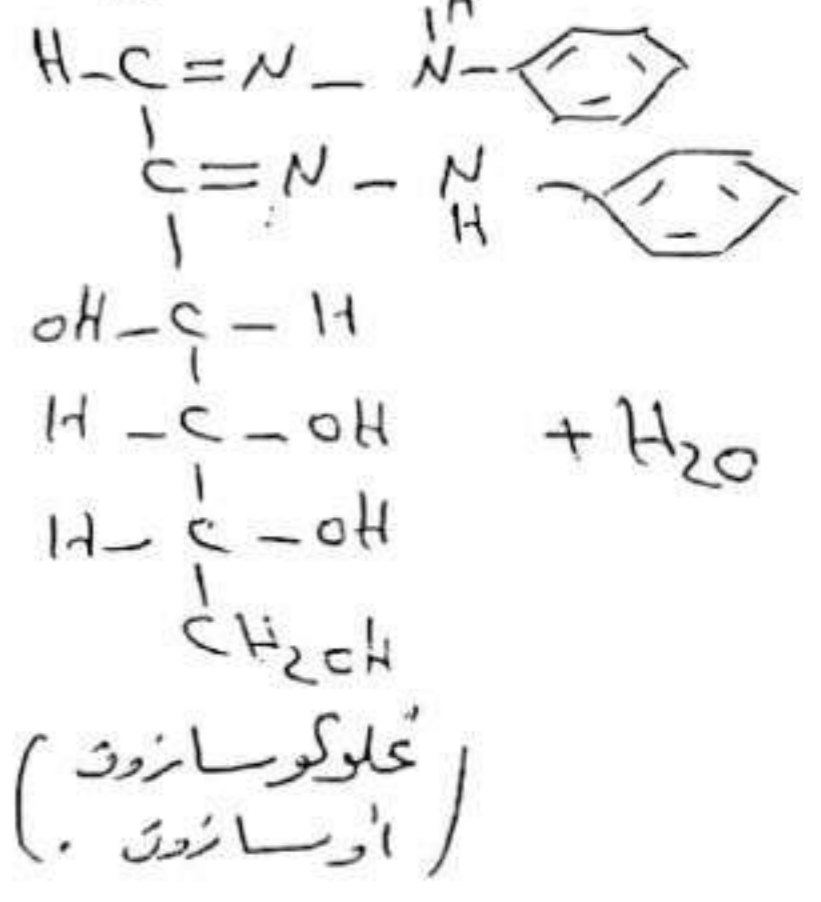
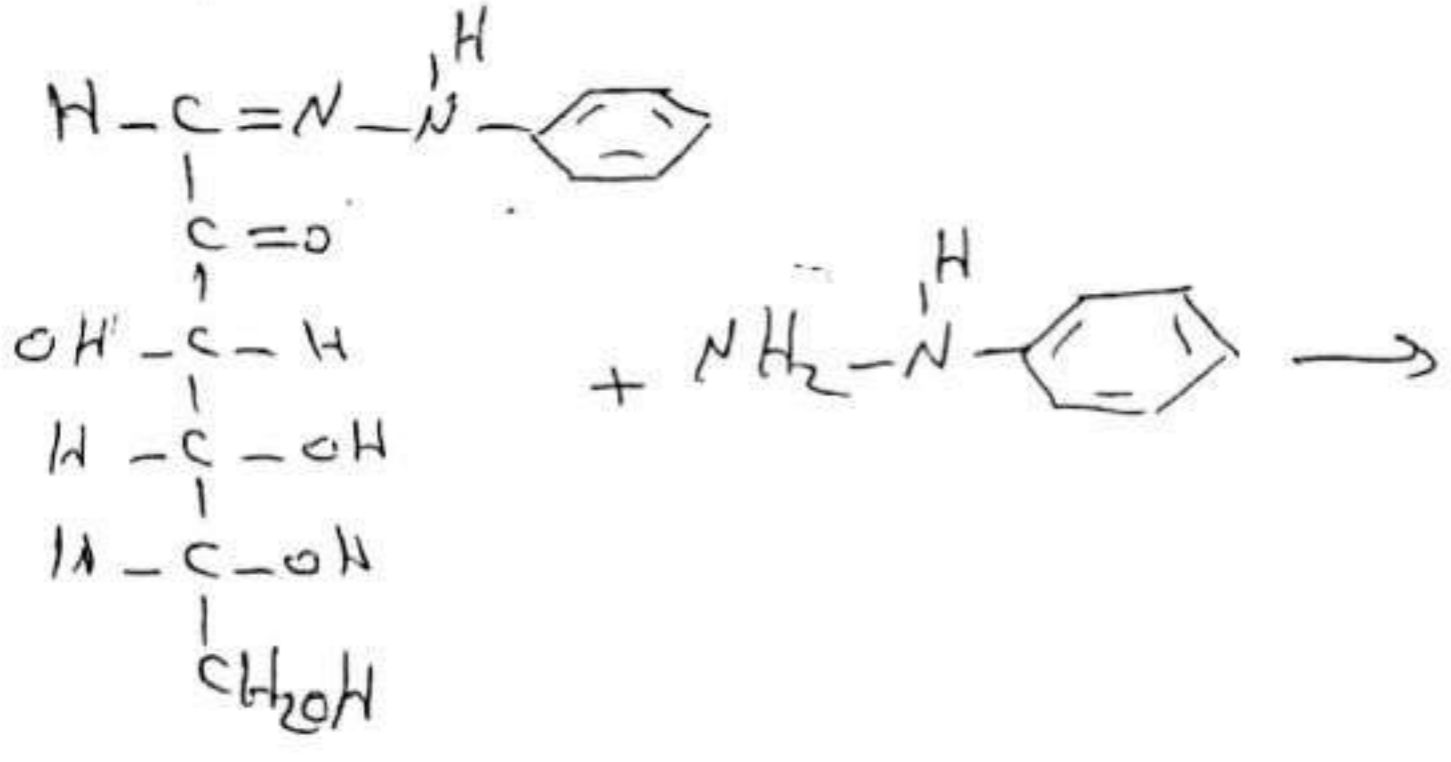
١- المرحلة الأولى: يتم فيه تفاعل جزيئة ماء من الزمرة الوظيفية:



٢- المرحلة الثانية: يتفاعل صول هيد من فينيل هيدرازين مع الهيدرازون فتم عليه الآلة

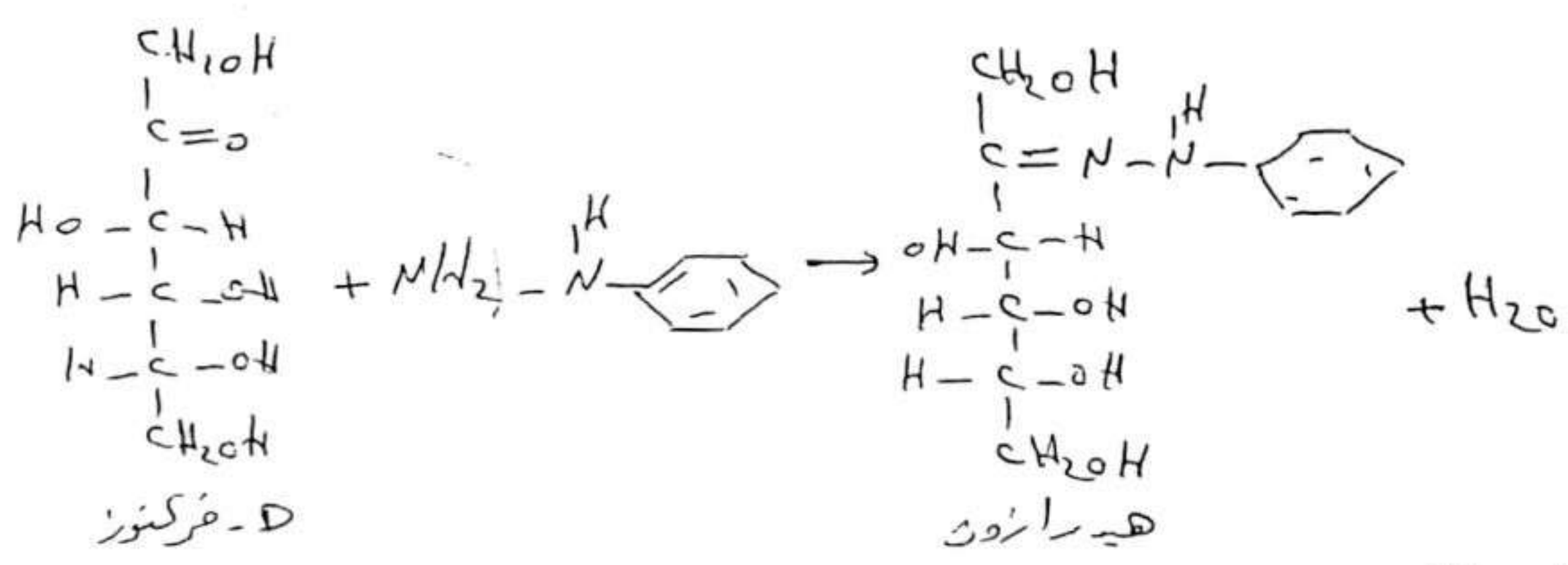


٣- المرحلة الثالثة: يتفاعل صول من الهيدرازون الموكسد مع صول هيد من فينيل هيدرازون يعطي الأوسازون + جزيئة ماء

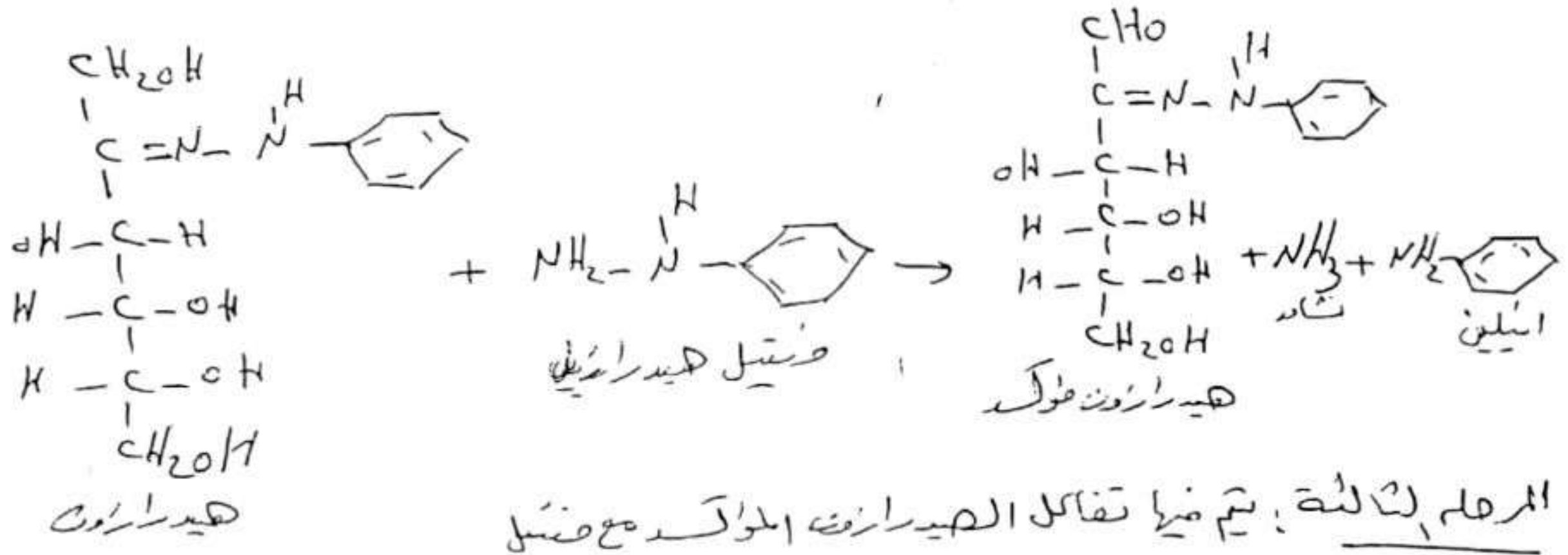


\* انه هذا الأوسازون الناتج له شكل بلوري يتفاد منه في تديد هوية السكر  
 \* انه للمانوز والغلوكوز يعطيات نفس الأوسازون لأن التوزيع الفرازي حول الذرات (٢-٤-٥-٦) مماثل وكذلك الفركتوز  
 \* لأن الغلوكوز والغالكتوز فلا يعطيات نفس الأوسازون لأنها تختلفان في التوزيع الذري حول الذرة الرابعة...

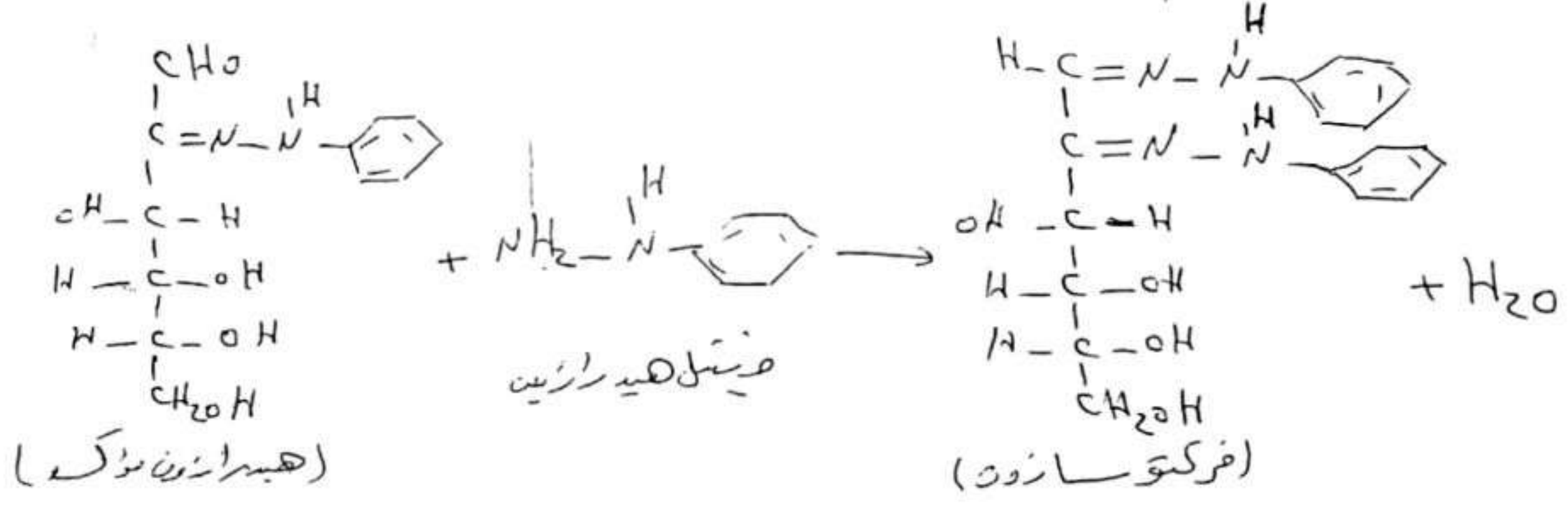
كيف تقيس الكيتوزات اوسازوت؟ مثال عن الفركتوز  
 ا- المرحلة الاولى: يتم مزج جزئية حار من الزمرة الوظيفية



ب- المرحلة الثانية: تتم عملية الآلة الهيدرازون على الذرة الاولى فينتج  
 (شادرا اصبونيا) + ايلين



المرحلة الثالثة: يتم مزج تفاكل الهيدرازون المتواكب مع فضيل  
 هيدرازون ويتم مزج جزئية حار



ملاحظات:

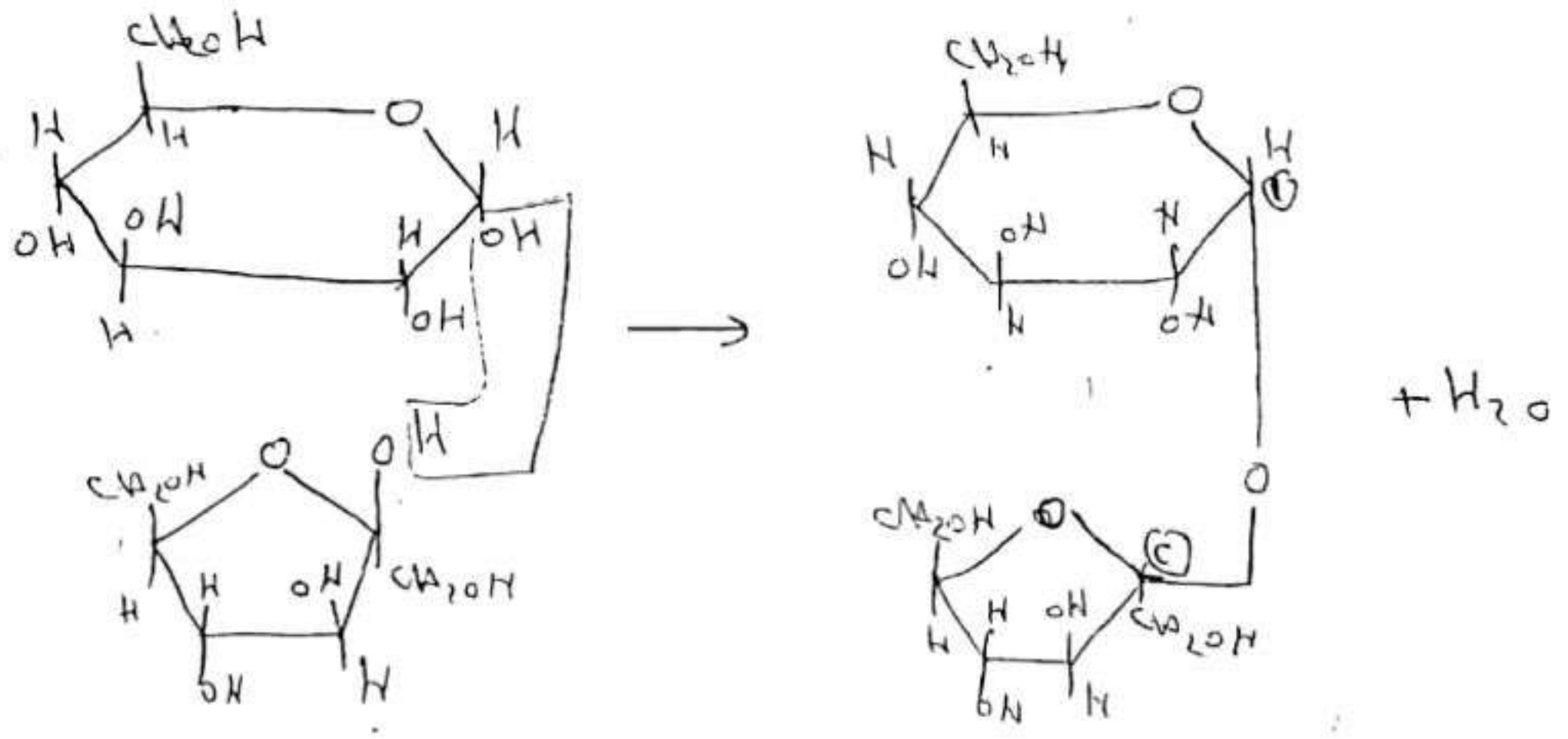
- \* طالما انه الك فمختزل فبانه ليحل اوسازونك اي اقبلت اوسازونك عييز
- \* السكريات المختزلة من غيرها
- \* يميز السكريات المختزلة عن غيرها ليكون الكر المختزل اذا هو على ذرة الكربون
- حرة (غير متبطة) وهي الذرة رقم (1) في الاعداد والذرة رقم (2) في الكيتوزات

١٤ الكروز هو سكر غير مختزل لذا فهو لا يمتص في الأمعاء لأنه لا يمتص على ذرة الوصيرة حرة.

١٥ بالمقارنة بين : الفركتوز و الفلوكوز و الفركتوز و الفلوكوز فيهما منطابطين وبالتالي الأوصادات المتطلة من الفركتوز و الفلوكوز لا نفس الشكل البلوري.

### الكربات المتناكبة :

- تتسمى الكربات المتناكبة (الكربات المرببة) وهي عبارة عن كربات تتكون من ارتباط سكرين مع بعضها البعض بواسطة الرابطة (عليكوزيدية). مثلا هو مختزل مثل المالتوز و اللوكتوز - وهذا ما هو غير مختزل مثل الكروز  
 ١٦ سكر الكروز (سكر القصب أو الشندر) من الطعام يتألف من (غلوكوز + فركتوز) و يتألف منه اتحاد  $\alpha$ -D غلوكو بيرانوز و  $\beta$ -D فركتوز فيورانوز (١١) و تكتب حسب الشكل التالي :



$\alpha$ -D غلوكو بيرانوزيل (١-٢) -  $\beta$ -D فركتو فيورانوزيل

أو  $\beta$ -D فركتو فيورانوزيل (٢-١) -  $\alpha$ -D غلوكو بيرانوزيل

تقدر انقصاراً على الرابطة الأربعة (١٤ -  $\beta_2$ )

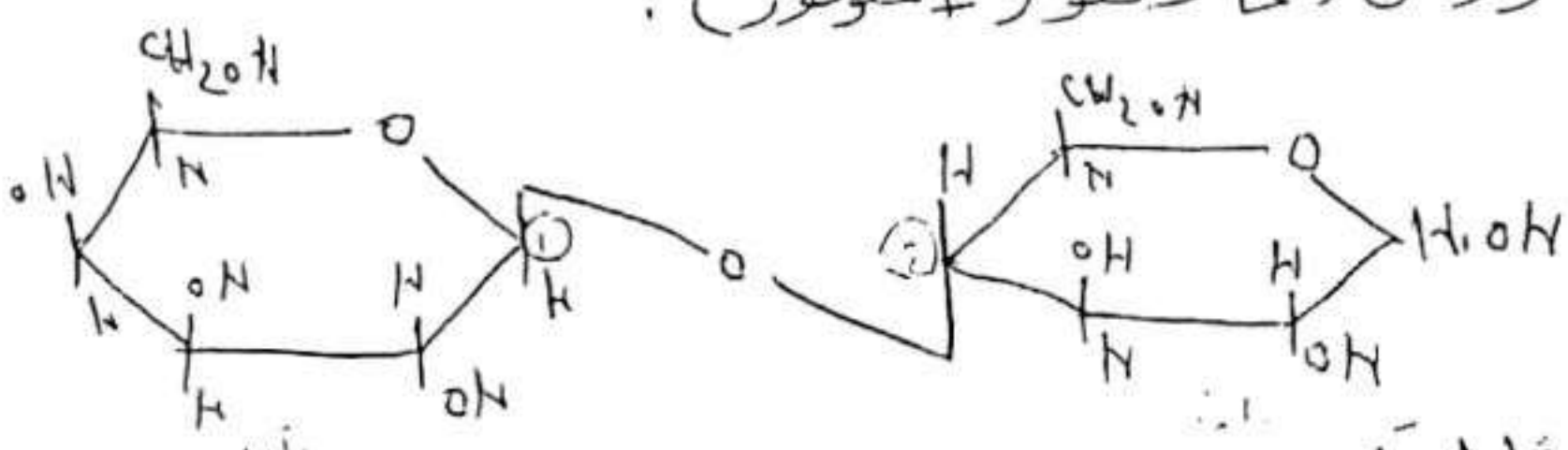
١٧ الكروز غير مختزل ولا يمتص في الأمعاء لأنه لا يمتص على ذرة الوصيرة حرة. لذلك فهو من الكربونيل السكرين / هيميهيتال / هيميهيتال / قد افترقتا عند شكل الرابطة (عليكوزيدية).

١٨ الكروز يمتص في الأمعاء (٦٦,٧ +) ولكن الخلية الناتج عن كلاله لا يمتص في الأمعاء وذلك لأن نواتج كلاله هي : الفركتوز الذي يمتص في الأمعاء بزاوية (٩٤ -) أما الغلوكوز يمتص في الأمعاء بزاوية (٩٧,٧ +) فتمتص بسهولة في الأمعاء (٩٤ -) بفرسالك (٩٧,٧ -).



(٤) - سكر الالكتوز (سكر الحليب) :

- هو سكر حيواني هضماً تفرزه الحيوانات الالئونة مع الحليب لهذا السبب سكر الحليب
- يهضم في الجسم مع هضم الأتم الالكتاز
- يتألف من الالكتوز من (أغالاكتوز + غلوكوز)



α - β D - غالاكتوبيرانوزيد (1-4) α - D - غلوكوبيرانوزيد  
 السكريات المتعددة

تتألف من ارتباط عدد كبير من السكريات الأحادية أو مشتقاته من نقل الألائف بروابط غليكوسيدية ومنه (على كائنات). تتميز بارتفاع وزنها الجزيئي كما هو الحال في عمودية مع الماء ولا تذوب في الماء

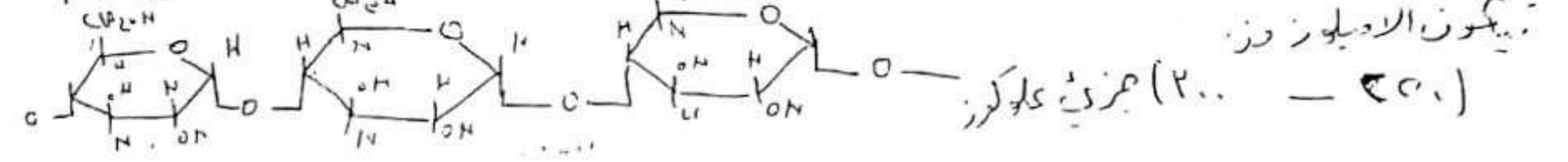
- تلعب اوظف السكرات العديدة دوراً هاماً كمصدر تخزين للطاقة مثل الشارفي النبات أو العليكوهين عند الانسان

- كما تلعب دور بنيائي كالميلوز في النبات والكتين عند الكائنات والبيكتين في النبات

(٥) - النشا : هو سكر عديد يتبع من التركيب الصوري في النباتات ويقتدر كتمرز للطاقة. يتألف من الاصيلوز والاصيلوبكتين ويخزن في الحبوب والدرنات

الاصيلوز : عبارة عن سلسلة من العلوكتوز مرتبطة مع بعضها بروابط غليكوسيدية

منه لوهم (٤) ذات سلاسل من صنتظم - سلا الاصيلوز (١٥ - ٤٥) برفيد نشاء



يتكون الاصيلوز من

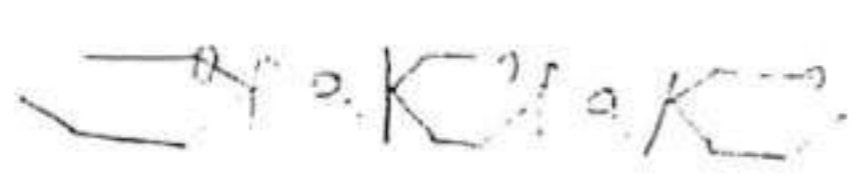
في تجميعه في الماء لانه سلا غير متفرعة وهذا ما يلاطف عند نفع البطاطا المعشورة في الماء حيث يمل من الماء (الذلال الماي) للاصيلوز ويضرب الماء (الذلال) بما انه سلا الاصيلوز تلفت حول نفع سلا الكروني فمذا صافية اليور الاغلاية كحجر بيا فلا فنتصر كافة الاطيات الصورية من الازرق فيعكس الاصيلوز لوناً أزرقاً اما عند السخن فيخترق اللون الازرق لانه السلا الكروني تفتتت منجزع اليور فنيا عند التبريد فتتجمع السلا الكروني ويصور اليور اليه فيعود اللون الازرق

١٤  
أصليو بكتين : يتألف من أكثر من ألف هزيئة من العلو كوز يُبنى الأصيلوز في تركيبه حيث أنه هزيئات العلو كوز تكون مرتبطة بروابط فن نوعي (١ ← ٤) ولكن بعد مرور كل (٢٥ - ٣٠) هزيئة يحدث تغير من نوعي (١ ← ٦) وبالتالي تكون هذه (تفرعات سُطلي قريبا تبترعات الأعضاء. عند إضافة اليود إلى الأصيلو بكتين يعطي لون بقسبي عمر.

١ - الأصيلو بكتين يتكون بالماء لأنه على سُطلي سلام متفرعة يُستخرج للماء في الأصيلوزية.  
 - إنه الأصيلوز والأصيلو بكتين هي سكريات غير مختزلة لأن هزيئة علو كوز واحدة طرفية تحتوي على ذرة الوصيرة مرة (تحتوي هيمي اسيال مرة) لا يمكنه أن تكلف القدرة الإختزالية لأن كرات السكريات المضافة للأصيلوز والأصيلو بكتين.

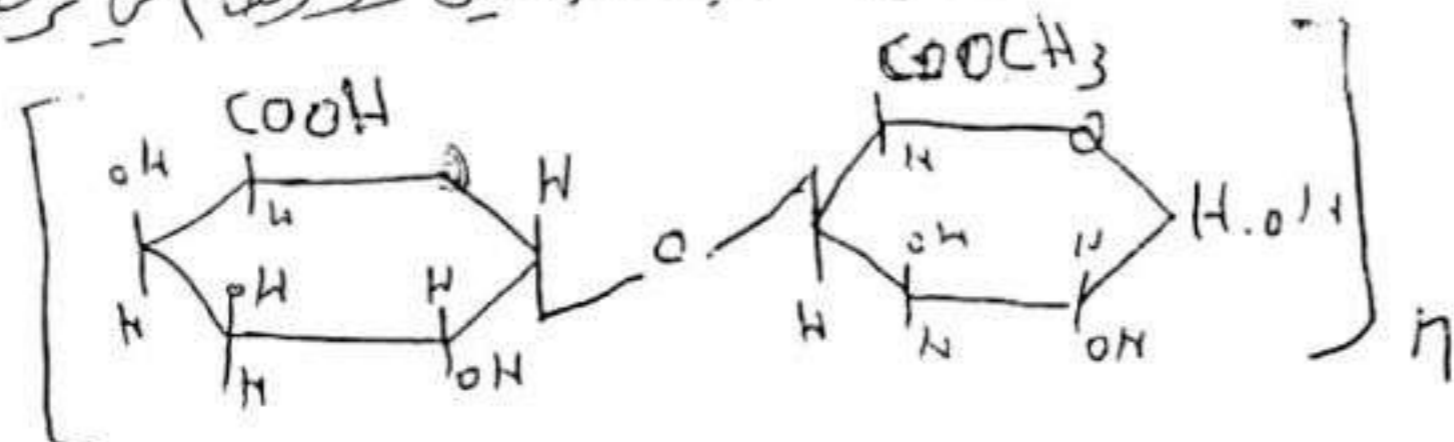
ثانياً : الفليكوهين : يسم بالشار الحيواني فهو يصادف في الحيوانات فقط، ويتركز وجوده في الكبد والعصلات. يُبنى الشار في تركيبه أي أنه يحوي على الأصيلوز والأصيلو بكتين إلا أنه التفرع في الفليكوهين يكون أكثر من عدد مرمر كل (٨ - ١٢) هزيئة علو كوز حيث تفرع من نوعي (١ ← ٦) - الشار والفليكوهين هي سكريات غير مختزلة لأن ذرة الوصيرة واحدة مرة فقط لا يمكنه أن تكلف القدرة الإختزالية للسكر.

ثالثاً : السليلوز : سكر عددي نباتي يصادف في الألياف النباتية ويوجد سُطلي نقر في العنق ويتدمج للبيجين لبعض الحبوب مثل القمح والقمح. يتألف من سلسلة من العلو كوز مرتبطة ببعضها بروابط من نوعي (١ ← ٤).



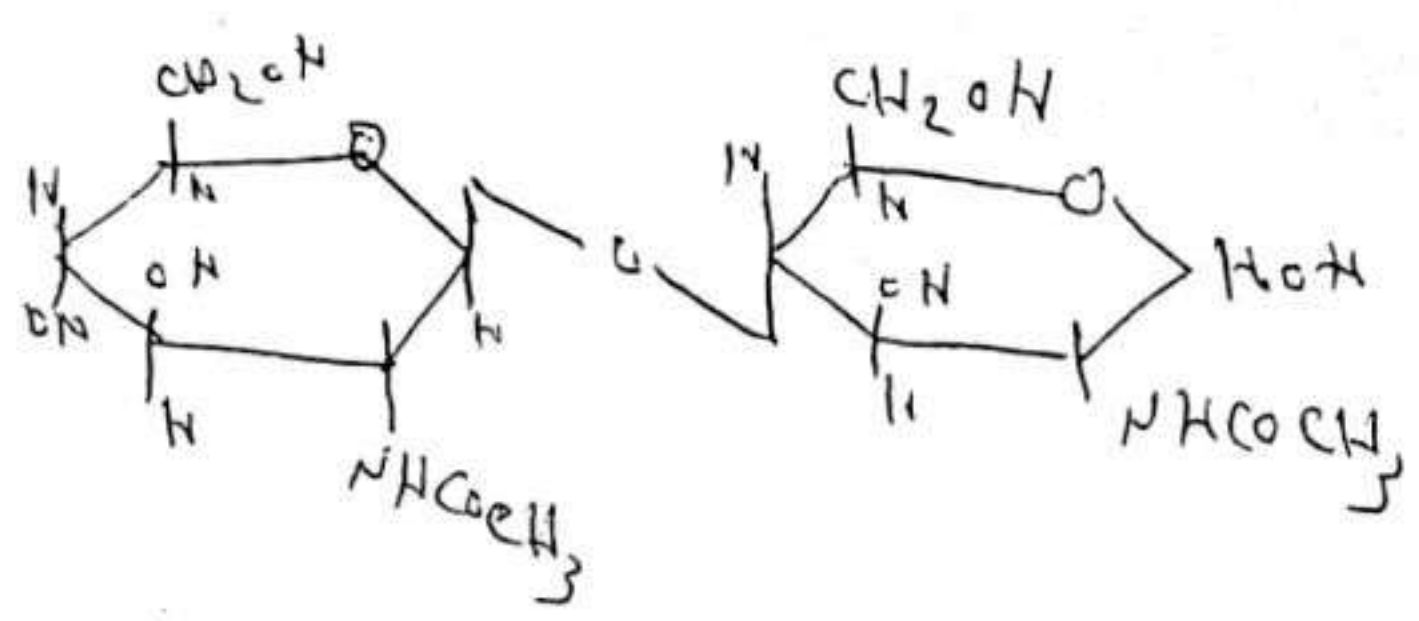
١ - جسم الإنسان لا يستطيع هضم السليلوز لأن صغره لا تحتوي على إنزيم السيلولاز الذي يحطم الرابطة الفليكوزيدية (١ ← ٤) على عكس الخمرات والخمائر.

٢ - الشكل المائي للسليلوز أدهضه يعطي السيلوبورن أما الشار فيعطى المالتوز رابعاً : البكتين : تتكون من وحدات من ثمانية هزيئة من المالتوز وثنائية هزيئة المرتبطة مع بعضها البعض بروابط (١ ← ٤) لكن يكلف أنه المجموعة الكربوكسيلية في بعض السكريات تكون موضحة بالميتانول - فتميز الممال إلى الماشبة للبكتين بقوامه اللزج المتناسك وله السب تقدم في الصناعات الغذائية (الجيلي) - يلبس البكتين دورهم في تركيب كل من البند



خامساً : الكيتين : يتألف من وحدات من (N-الاسيتيل - علو كوز اصين) مرتبطة مع بعضها بروابط (١ ← ٤) يدخل في تركيب جدران الخمرات وبعض الزواحف والثدييات البحرية وله دور هام في

2 -



N-أسيتيل-D-غلوكوز أمين

N-أسيتيل-D-غلوكوز أمين

نظريته لمحاورة الثالث

هي عبارة عن مجموعة عمليات البناء والهدم في الخلية الحية ضيقه المرافقة على هيويتيك.

لا يستطيع جسم الانسان والحيوان تصنيع الكربوهيدرات بنفسه لذلك يحصل على النشأ من النباتات (عبر عملية التمثيل الضوئي).  
- حيث يقوم الانسان بتفكيكه النشأ بفعل الانزيمات منتج للطاقة التي يستفيد منها بالعمليات الحيوية اما الباقى فيتميز كما سطر على كوهين والزانديز في السنج السمي (الدهني)

هضم الكربوهيدرات:

الهضم: هو تحويل السكريات العديدة إلى وحدات البنائية أي (سكرات أحادية كغوي هزيغ واحد من الغلوكوز يحدث هذا الهضم تحت تأثير الانزيمات:  
1- في اللعاب: تحت تأثير انزيم الاميلاز

2- في الاضداد: تحت تأثير انزيمات [الغلوكوزيداز - المالتاز - الكراز - اللاكتاز] او تحت تأثير الانزيمات المضرة من المعلوكه (البكتيريا) (4 اصيلاز - كستريناز مثال: لدينا النشأ المكون من [غلوكوز + غلوكوز + ...] مرتبطة برابطة (1-4) - يهضم النشأ وفق المراحل التالية:

في الفم: يحوي الفم على انزيم الاصيلاز بنوعيه A و B

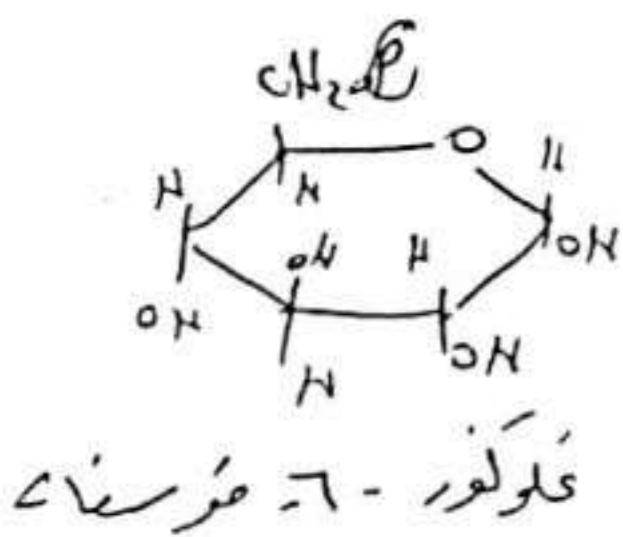
4 انزيم (4 اصيلاز): يحطم الروابط الغليكوزيدية في الموقع (1-4) فقط ولكن بجل اعتباري وبالتالي لا ينتج غلوكوز وانما ينتج دكرتينات، مؤلفة من 6، 7، 8... وهذا غلوكوز مرتبطة وتليه وتليده المالتوز

انزيم (B-اصيلاز): انزيم فارسي يقوم بتطعيم الروابط الغليكوزيدية اعتباراً من نهايات وبالتالي يؤدي إلى تمرر كميات كبيرة من المالتوز والدكرتينات (تلية وتلية) في المعدة: نظراً للورق الحامضي فان هضم الكربوهيدرات يكون محدوداً.

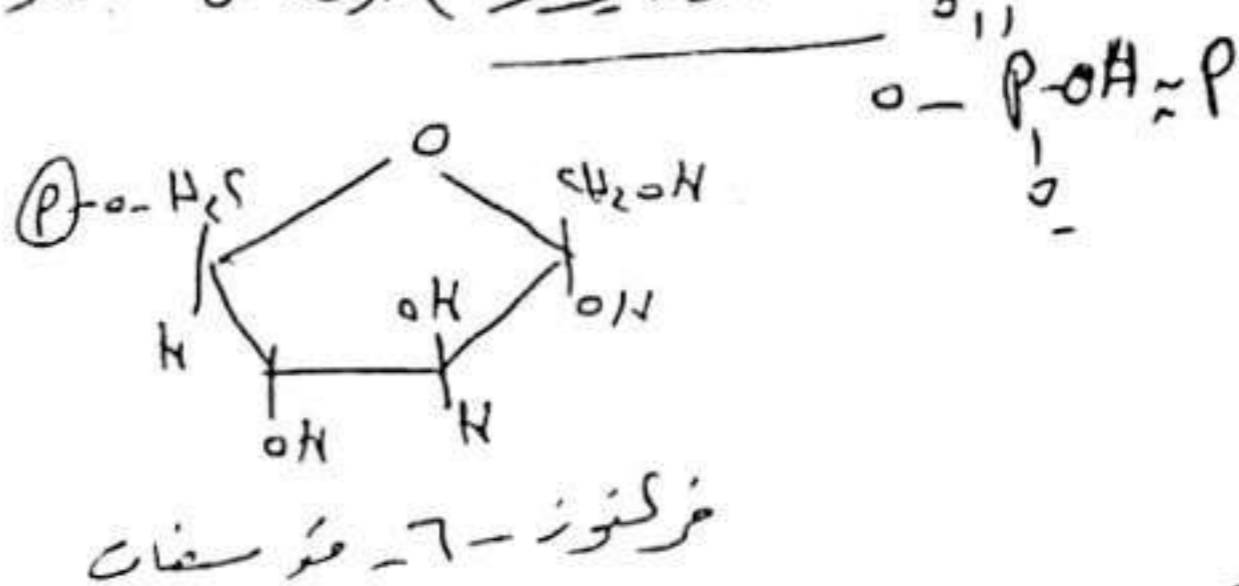


(1) يتم تحويل [ غلوكوز - 6 - فوسفات ] الى [ فركتوز - 6 - فوسفات ] تحت تأثير انزيم

(فوسفو جلوكو ايزوميراز) : (تفاعل عكسي) :

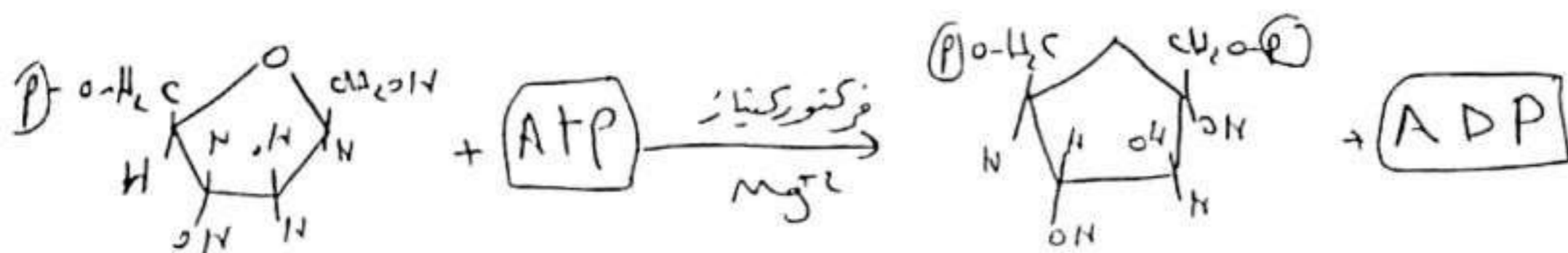


انزيم فوسفو  
جلوكو ايزوميراز



(2) تحول [ فركتوز - 6 - فوسفات ] الى [ فركتوز - 1 ، 6 - ثنائي فوسفات ] تحت تأثير انزيم فركتوز

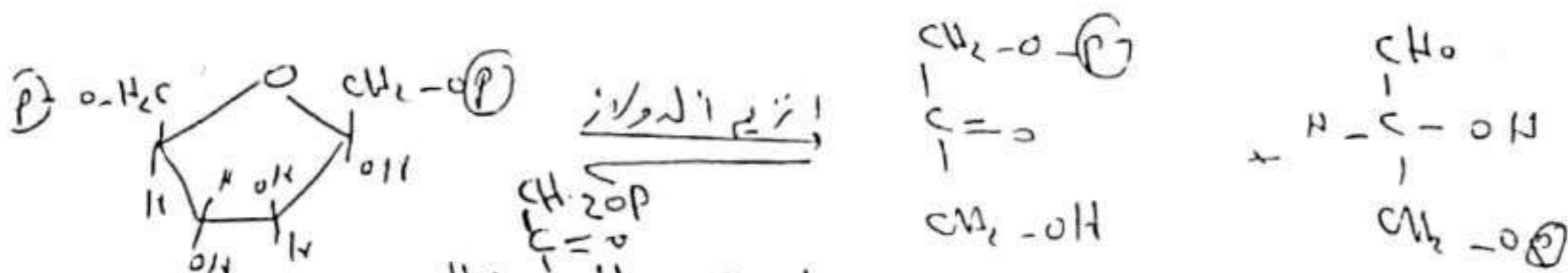
فركتوكيناز ووجود شوارد المغنيزيوم  $Mg^{+2}$  و  $ATP$  [ الذي يمد بمجموع الفوسفات و (طاقة) تفاعل عكسي :



فركتوز - 1 - 6 - ثنائي فوسفات

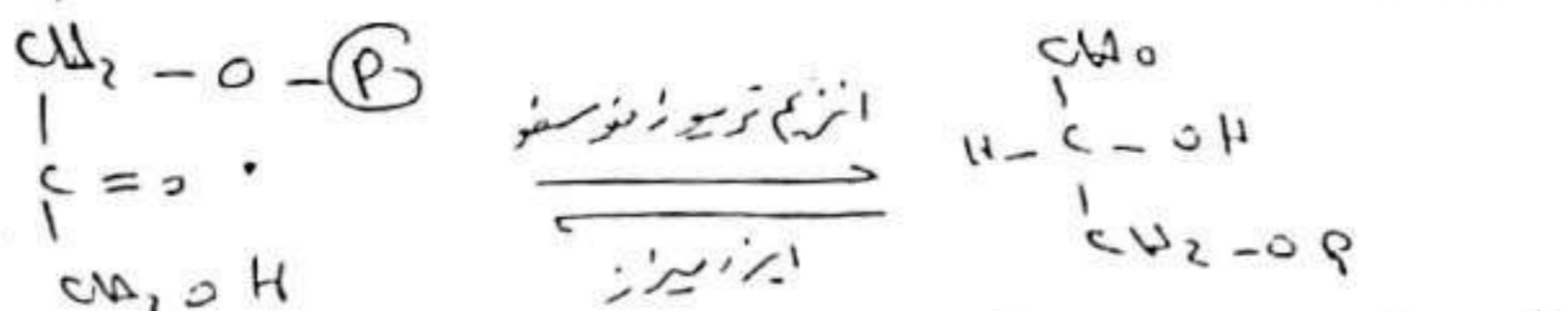
تكوين ثنائي فوسفات

(3) انشطار (انقسام) [ الفركتوز - 1 ، 6 - ثنائي فوسفات ] الى فركتوزين تحت تأثير انزيم الدرلاز (تفاعل عكسي) 5 و 5 ثنائي هيدروكسي فوسفات اسيوت ، 5 % ثنائي هيدروكسي فوسفات



فركتوز - 3 - ثنائي هيدروكسي فوسفات

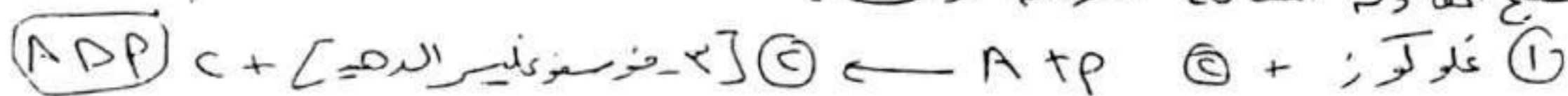
(4) يقول ثنائي هيدروكسي الفوسفات اسيوت (5 و 5) ثنائي فوسفات اسيوت تحت تأثير انزيم التراكيب فوسفو ترانز ايزوميراز . يقول ان ثنائي هيدروكسي فوسفات اسيوت :



ثنائي هيدروكسي فوسفات اسيوت

فركتوز - 3 - ثنائي هيدروكسي فوسفات

تقع المعادلة المعادة للمرحلة الاولى :



معادلة في المرحلة الاولى بدانا الى غلوكوز و اسيوت (3) فوسفو ثنائي هيدروكسي فوسفات .

المرحلة الثانية : تضم 10 مراحل جزئية ؛ هذه المرحلة منتجة للطاقة

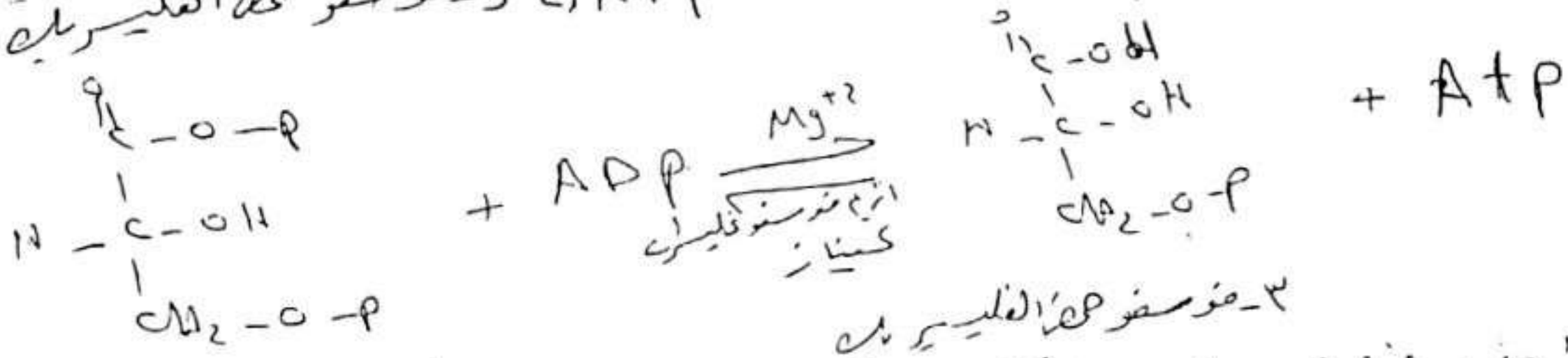
(6) يتم الأكدية CH<sub>2</sub>O في تليس الذهبية لا-موسفاة بوجود هذه الفوسفوريلين وتكون (50%) تحت تأثير انزيم فوسفوتليس الذهبية دي هيدروكينا - بوجود المرافقة الأترابي NAD<sup>+</sup> لاستقبال الهيدروجين  $NADH + H^+$  [ينتج الذهبية] ومن وينتج مركب رابطة موسفاشية عنيفة بالطاقة



2.1 - داي فوسفوغلوتامات

5 - تليس الذهبية 2-موسفاة

(7) يتم عملية تحويل 2.1 - داي فوسفوغلوتامات العليسيريك تحت تأثير انزيم فوسفوغلوتامات كيناز وسنورد المعنيزيوم Mg<sup>2+</sup> ويوجد ADP 3- فوسفوغلوتامات العليسيريك

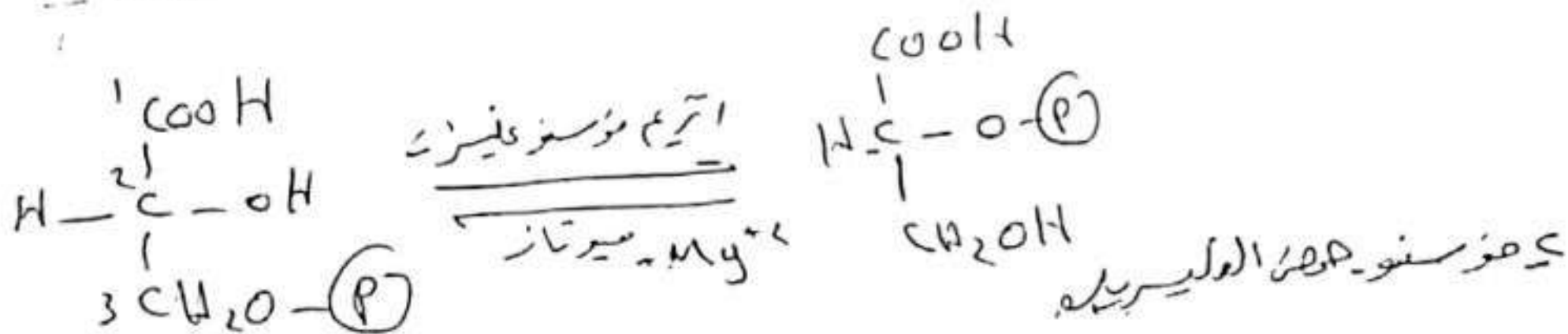


3- فوسفوغلوتامات العليسيريك

2.1 داي فوسفوغلوتامات العليسيريك

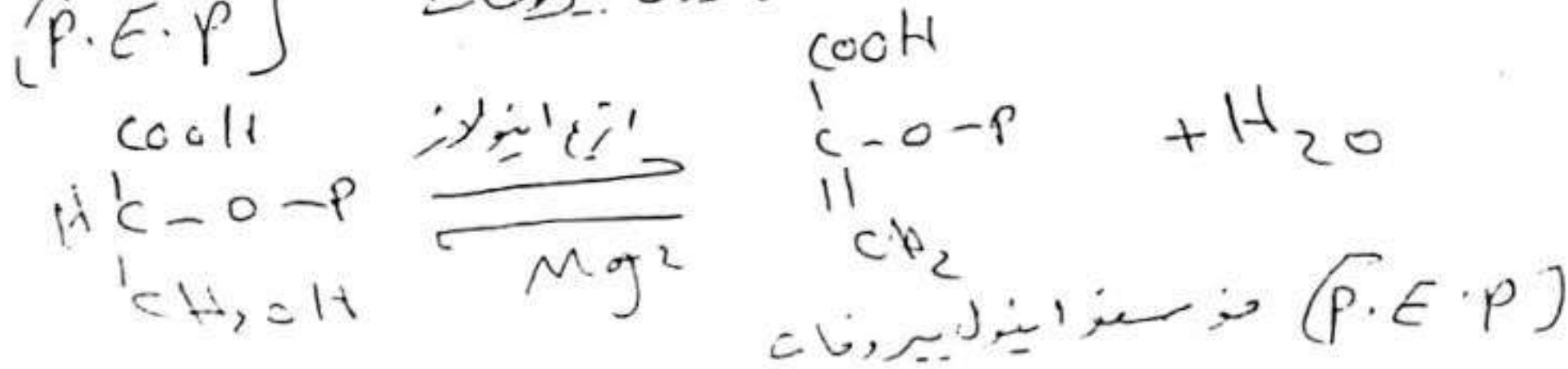
4- من هذه الخطوة ، على اعلو كوز انصا ATP (2)

(8) يتم نقل مجموعة الفوسفور من ذرة الكربون رقم (3) رقم (2) في مركب 4- فوسفوغلوتامات العليسيريك وينتج مركب (2) فوسفوغلوتامات العليسيريك. تحت تأثير انزيم (فوسفوغلوتامات كيناز) ويوجد Mg<sup>2+</sup>.



2- فوسفوغلوتامات العليسيريك

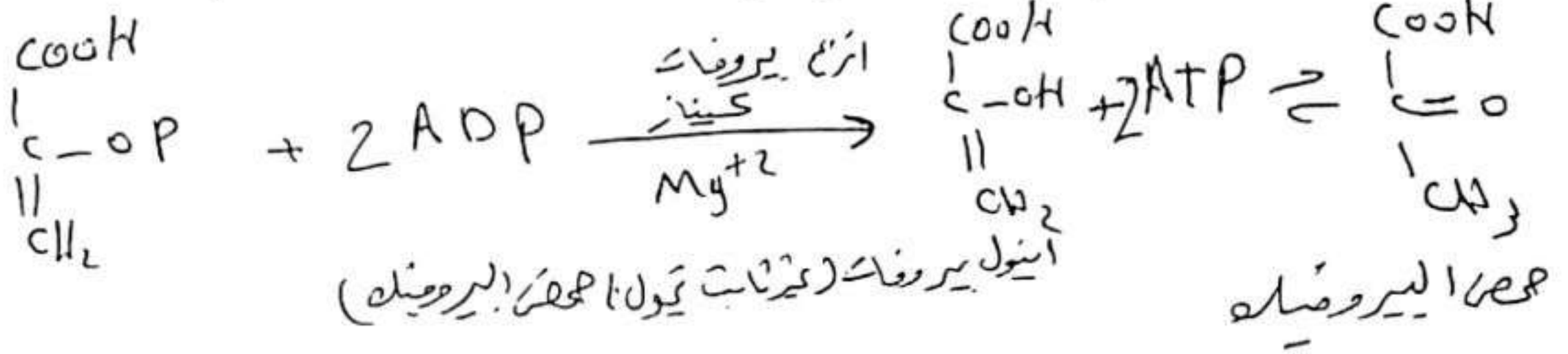
(9) نزع جزيي مار من مركب (2) فوسفوغلوتامات العليسيريك تحت تأثير انزيم انولاز بوجود سنورد Mg<sup>2+</sup> منتج مركب [فوسفوانول بيروفاك



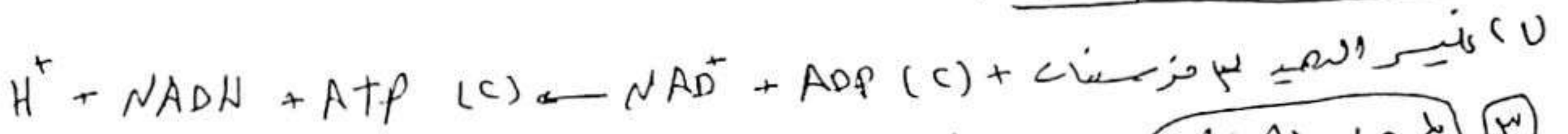
(P.E.P) فوسفوانول بيروفاك

١٥ تحول مركب [P.E.P] الى اينول بيروفات بوجود انزيم بيروفات كيناز و

Mg<sup>2+</sup> - ADP تتفاعل في تفاعل

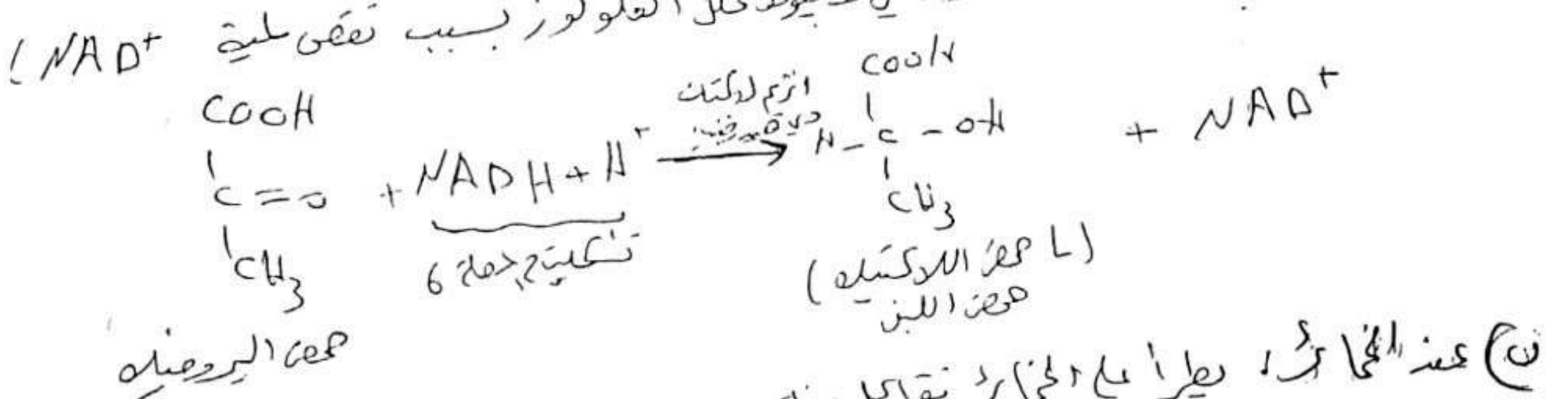


المعادلة العامة للخطوة الثانية

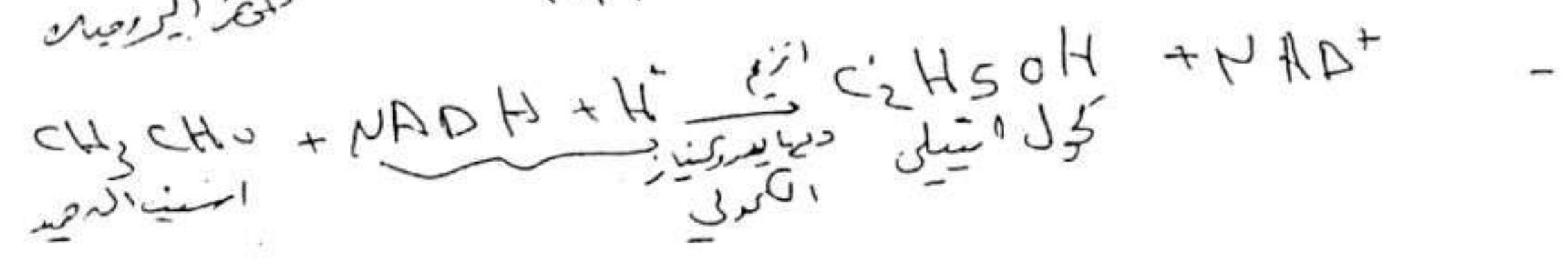
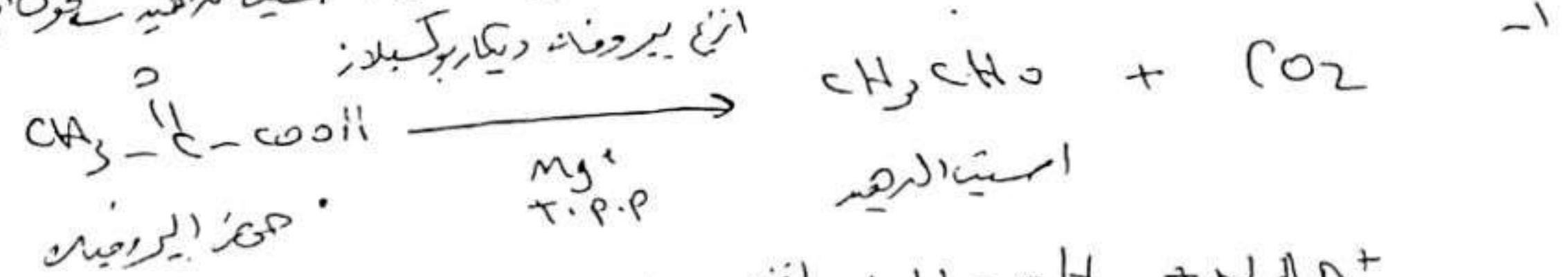


٣) المرحلة الثالثة: استقلاب حمض البيروفات لاهوائياً الى احمض اللاكتيك (اللبن) في العضلات او الى كحول ايثيل في الخميرة.

P- عند الانسان والحيوانات: يتم تحويل البيروفات الى احمض البيروفات (اللاكتات) في العضلات لان هذه النوع من التفاعلات تتم بغياب الاكسجين يتم في اعادة اعادة NADH الذي يتحول الى NAD<sup>+</sup> للعودة الى حالته في الخطوة 6 التي نرى في السلسلة عكس الهميه في حوضيات ولكن لا يتوقف كل العتولوز بسبب نقص طية NAD<sup>+</sup>



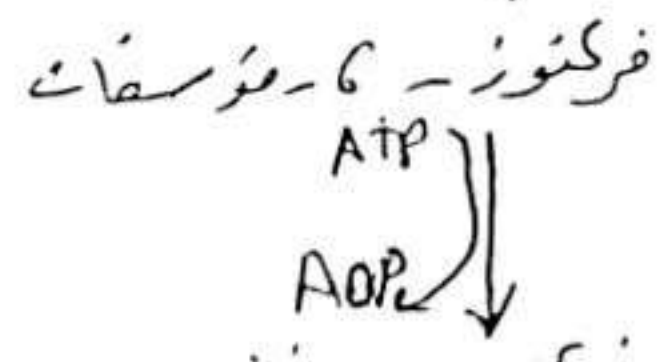
٤) عند الخمائر، بطراً على الخمائر تتفاعل عناصر احمض البيروفات الى احمض الهميه كحول ايثيل



①



غلوكوز-6-فوسفات

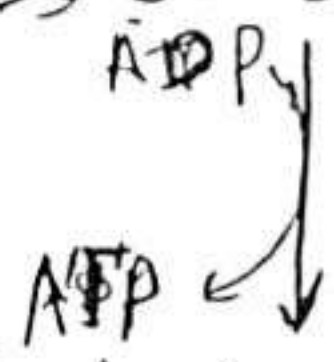


فرکتوز-1-6-ثنائي فوسفات

جليسرالديهيد-3-فوسفات



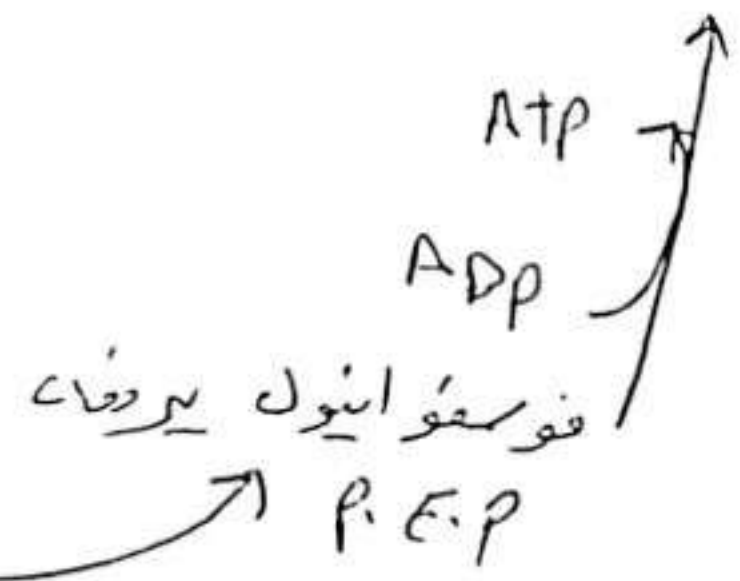
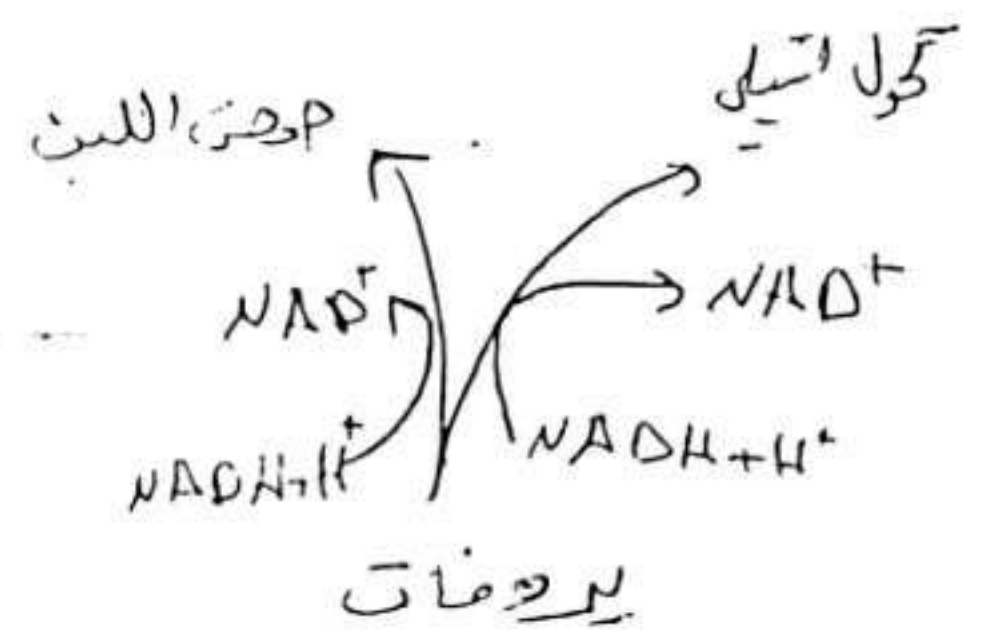
1-3-ثنائي فوسفات جليسرث



3-فوسفات جليسرث

2-فوسفو جليسرث

ديهيدروكسي فوسفات الكيتون



التفاعل الكيميائي

(۷)

الطاقة المستهلكة :  $\Delta G$  في التفاعل

- غلوكوز  $\rightarrow$  غلوكوز-6-فسفات

1

- فركتوز-6-فسفات  $\rightarrow$  فركتوز-1,6-ب-تاز-6-فسفات

1

2 (1- فسفات)  $\rightarrow$  فسفات

2

3 - فسفات

2- (فسفات)  $\rightarrow$  فسفات

2

فسفات

$4ATP - 2ATP = 2ATP$   
صافي الطاقة =  $2ATP$  - الطاقة الناتجة

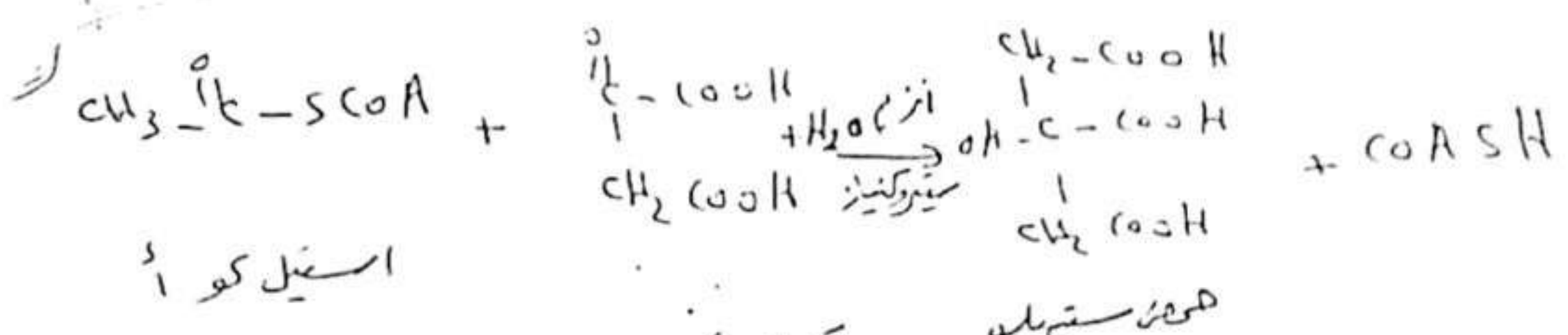
عند الاثنان والكيورات  $\rightarrow$  2 (مضخ اللين) +  $2ATP$

عند الخمائر  $\rightarrow$  2 (كحول ايثيلي) +  $2ATP$

نزيهه، لطيفة، لطيفة



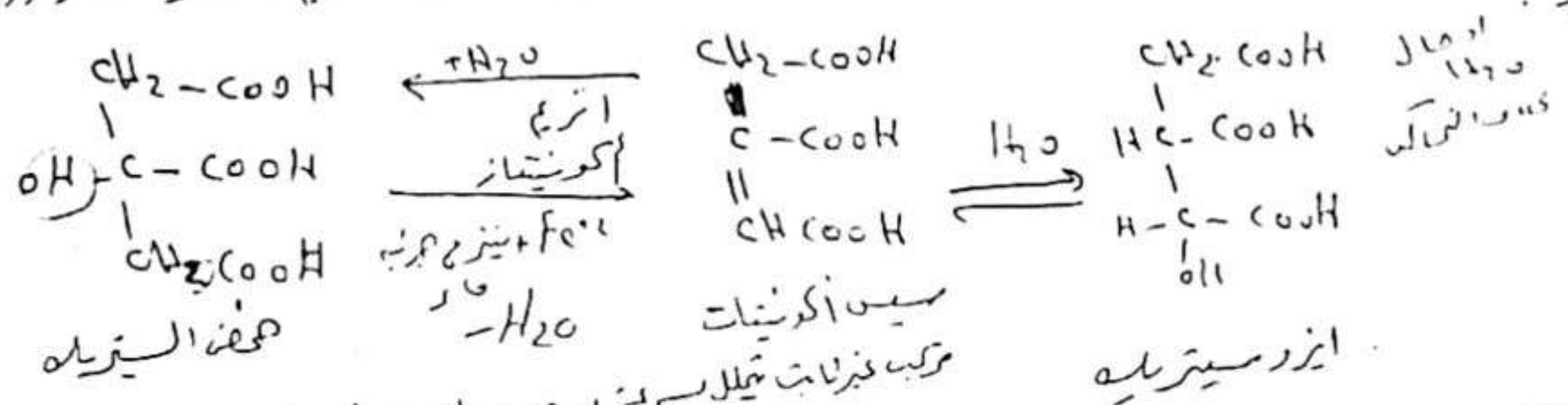
كيفية



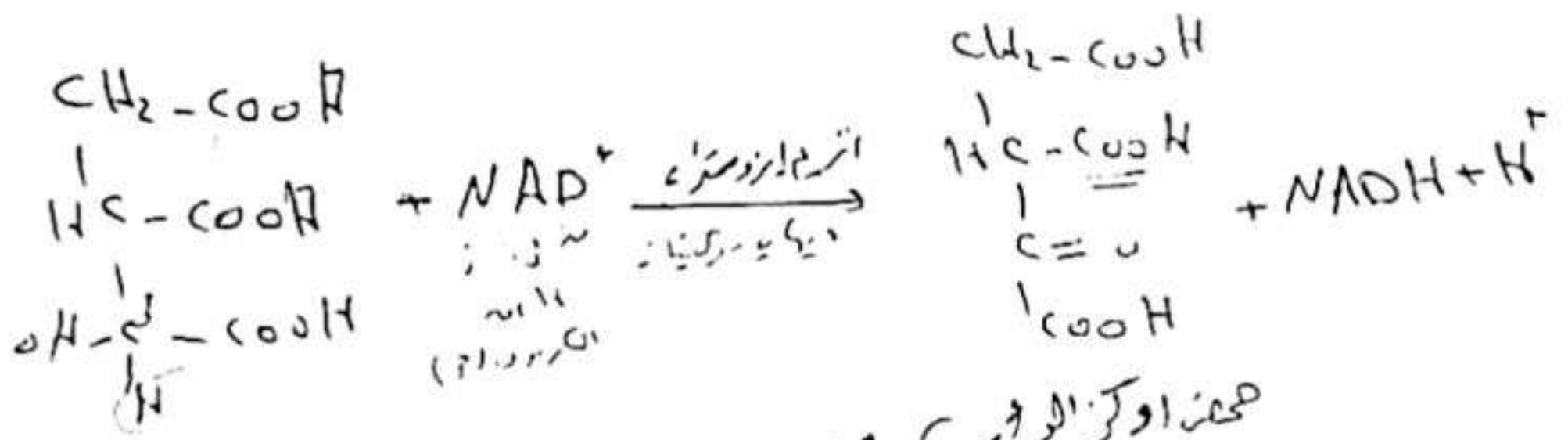
اسيتيل كو ا

الزواستييك هومو ستيريك

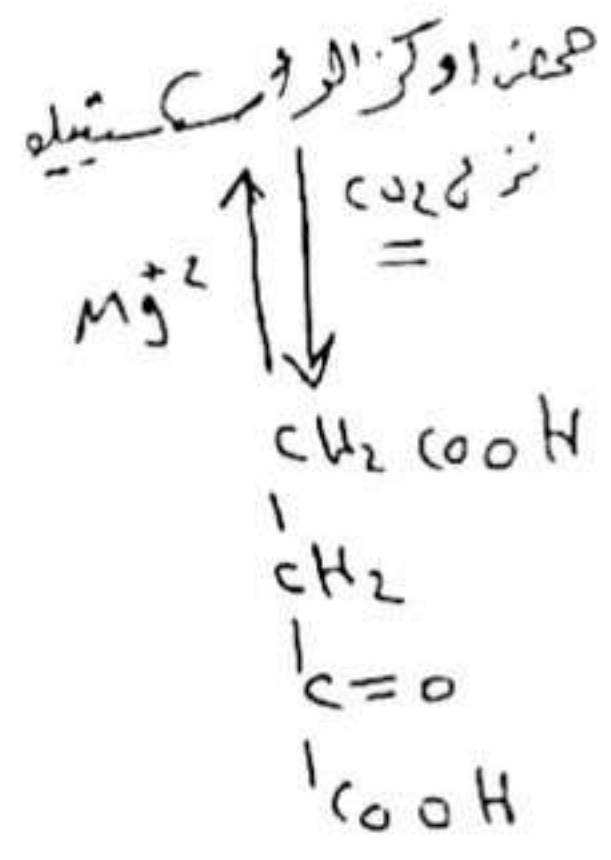
الخطوة ٢) يرت وينتاج ويتحول هومو ستيريك مع انزيم سيريك بعد مروره بمرحلة وسطية سبيلانها هومو سين آكونيتيك (نفاكوكوسيا) ويوجد انزيم اكونيتاز وشوار الحديد.



الخطوة ٣) : تم الاكسدة بقل زرق H من هومو انزيم سيريك المرافق انزيم NAD<sup>+</sup> الذي يتحول الى NADH<sup>+</sup>، وفي تلك المرحلة اوكزالوسكسينيك المرتبة بقوة بانزيم انزيم سترات وديهيدروكناز الذي يساعد على نزح مجموعة الكربوكسيل (CO<sub>2</sub>) من هومو اوكزالوسكسينيك وتحويله الى هومو α-كيتوجلوتاميك:



هومو انزيم سيريك

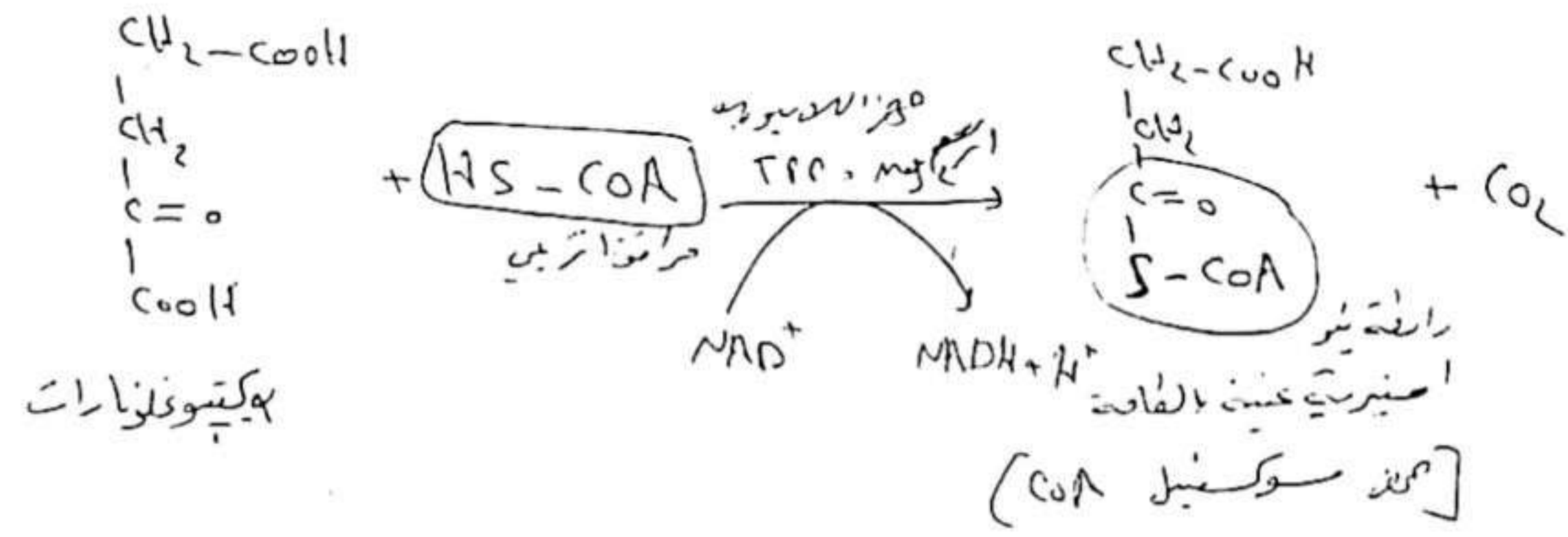


[ ٤ كيتوجلوتامات ]

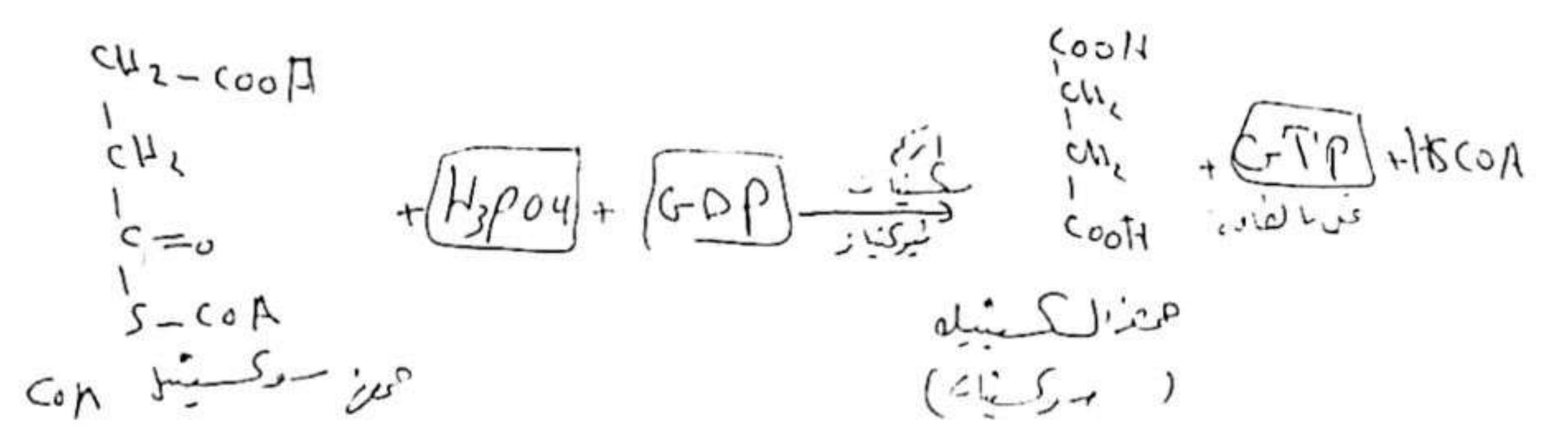
3

خطوة 4 / كحول (كيتوغلوتارات) الحركة سو كينيل CoA :  
 ذرات الهيدروجين (CoA كينيل)

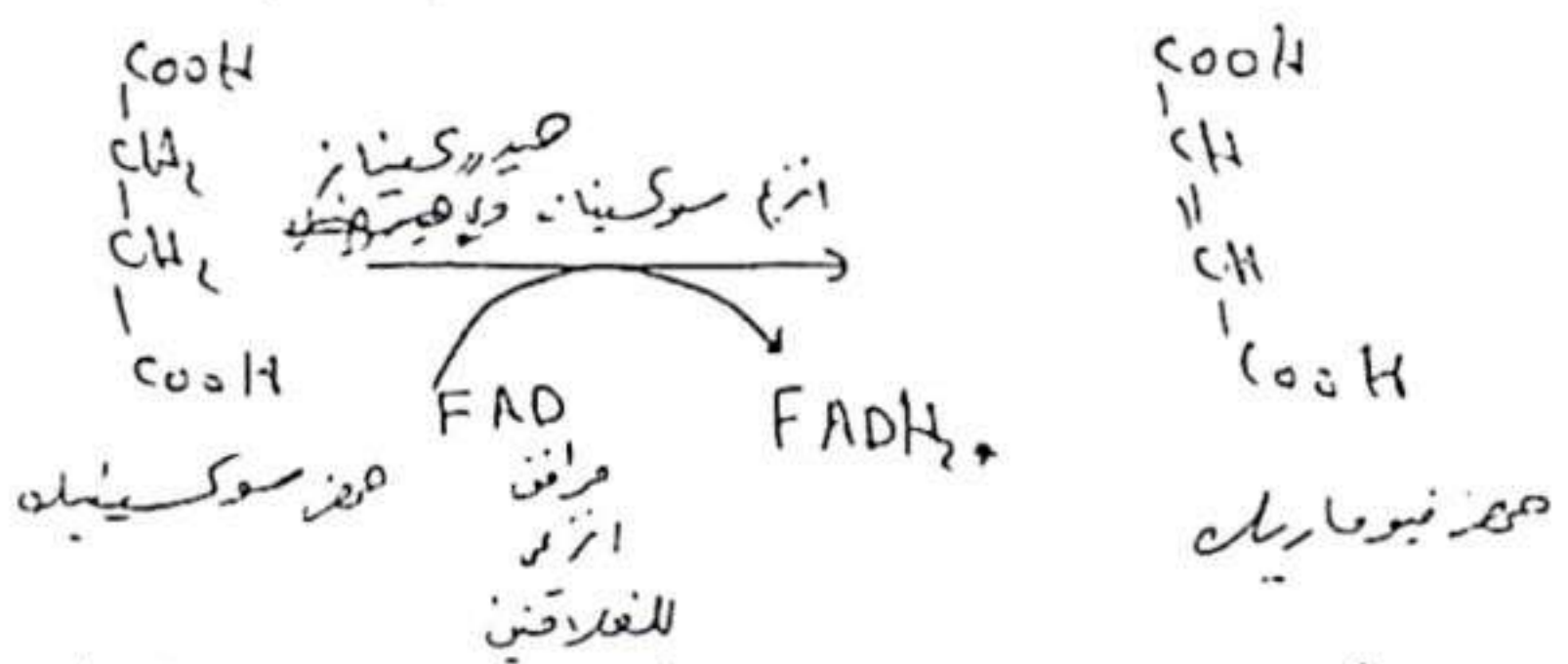
تحت تأثير انزيم  $NAD^+$  و TPP و مستورد المعيزيم و هذا اللذي يولد والمرافق  
 الانزيم الكبر CoA-SH. قنبر  $CO_2$  و يصبح له بنا رابطة ثيوامستيرية غنيضا القامة  
 نسا [سو كينيل CoA].



الخطوة 5 / كرب سو كينيل CoA يتدمع مع الفوسفور و يتدمع GDP (مخزن انزيم)  
 تسال الفوسفات و بعض هذا الكينيل + GTP +  $HS-COA$

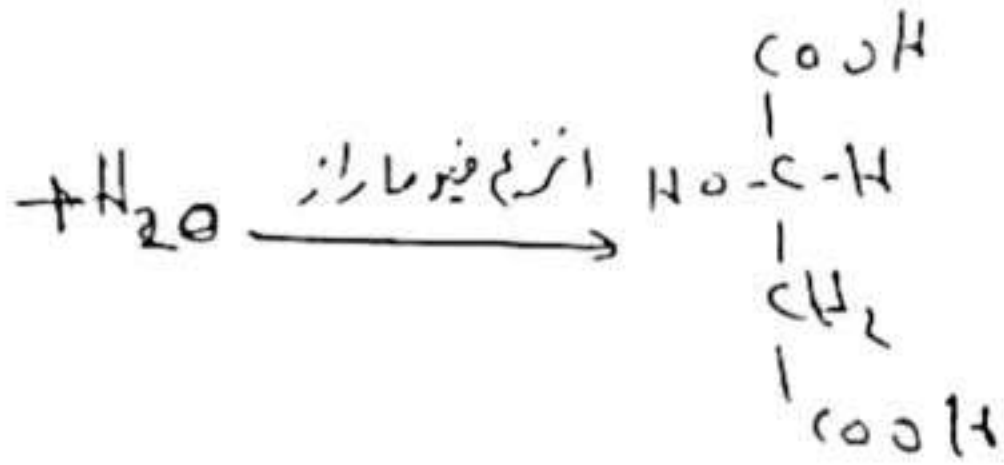
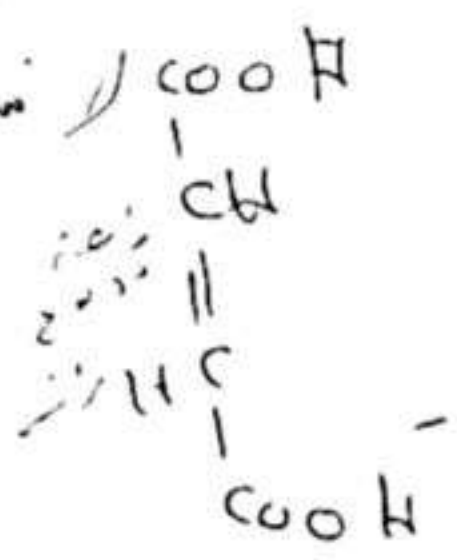


الخطوة 6 : انتاج حمض فوماريك : اذرة هذا الكينيل بنز ه ذري H و تمديه الى حمض  
 الفوماريك و هذا انزيمات كيناز و يتول FAD  $\leftarrow FADH_2$  (مكوي)



انتاج حمض الماليلك : ايضا جزيا حار و حمض الفوماريك  $\leftarrow$  حمض ل ماليلك  
 بوجود انزيم فومارات :

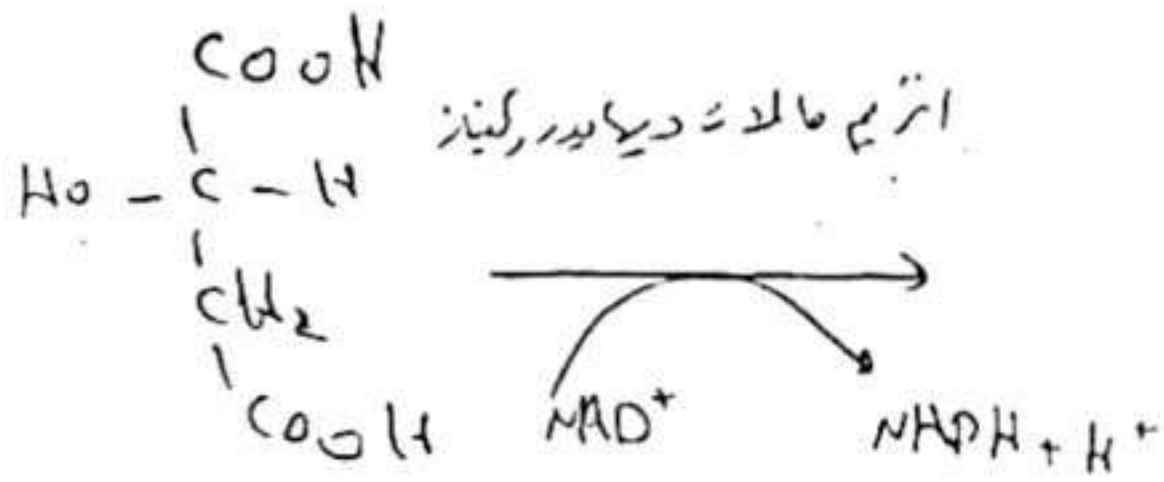
الكحوليات



كحول فينوليك

L- حمض اللايك

مقدمة أفرج مركب استيل CoA الذي نشط هو يدخل الميتاكوندريا ويتبدأ دورة كريبس من حيث هو وسيتبدأ السلسلة



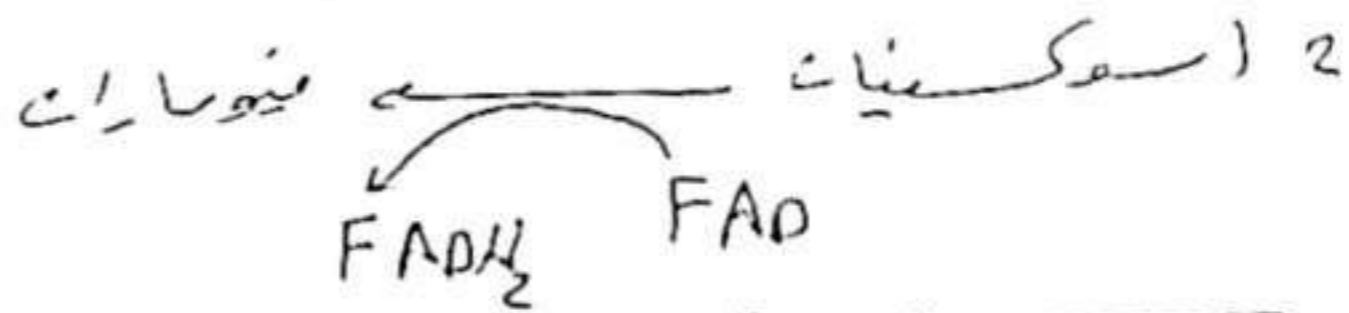
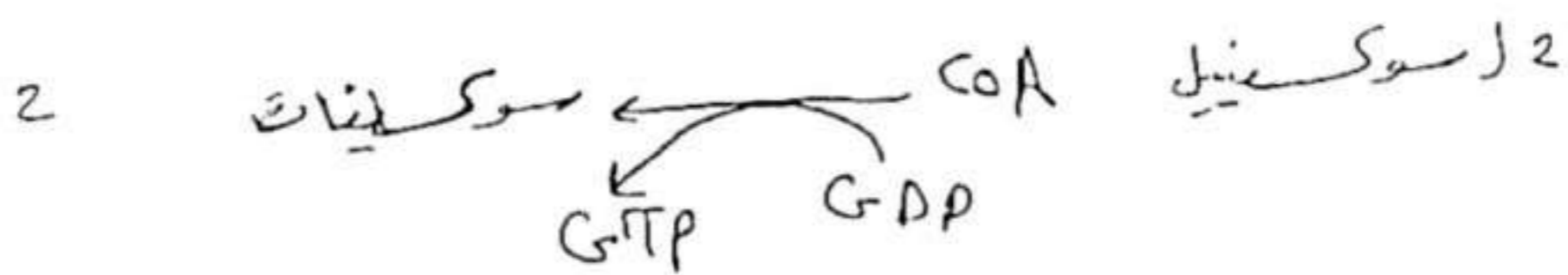
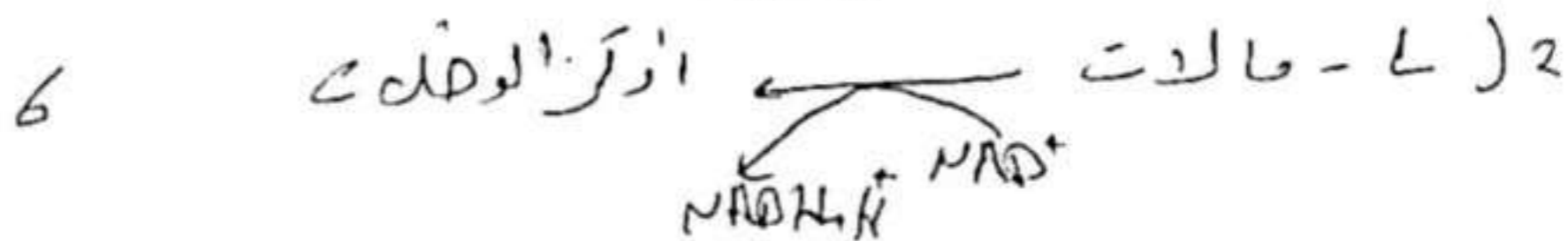
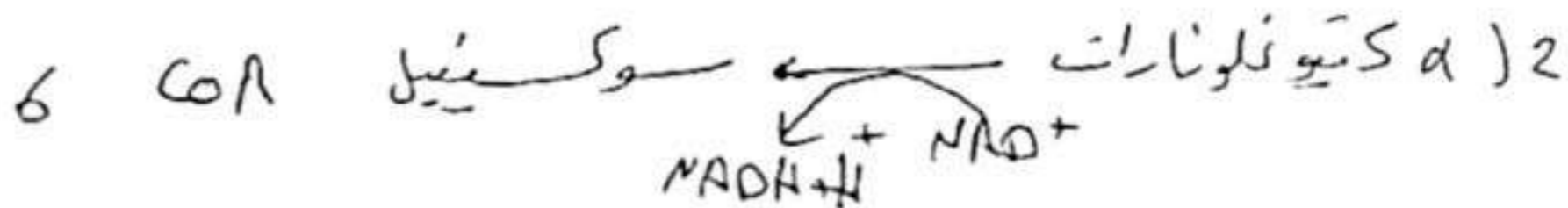
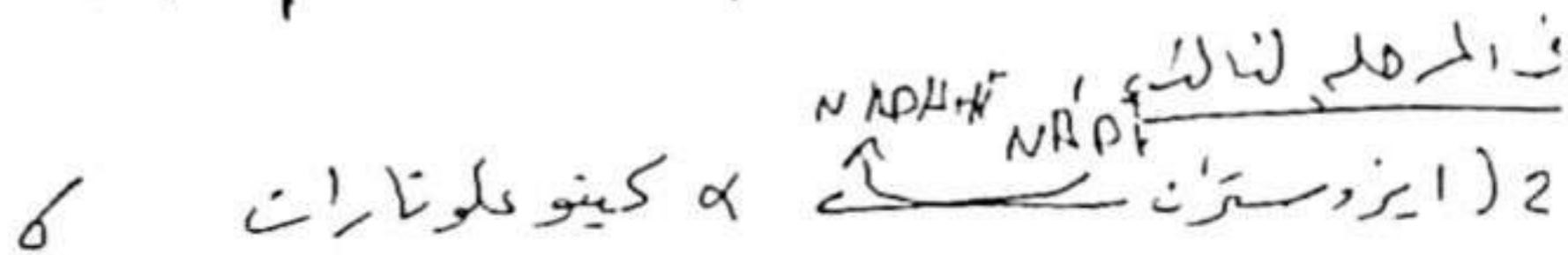
L باللات

حساب الطاقة في كل امدول من الفلوكوز يعطي 38 ATP كمية الطاقة ابتداء من امدول

2 امدول الازلا : 2 امدول بيررفات ← 8 ATP  
 2 امدول الجول لثاني

المتغير	الطاقة المستتكة	المتفاعل الكيميائي
1	1	خلو لوريس - 6 - فوسفات
1	1	مركوز - 6 - فوسفات ← فركتوز - 1 - 6 ثنائي فوسفات
2	2	2 ( 1 - 3 ثنائي فوسفو غليسيرات ← 3 - فوسفو غليسيرات )
2	2	2 ( فوسفو اثنول بيررفات ← بيررفات )
6 و 6	3 ATP	2 ( فليبير الدير - 3 - فوسفات ← NADH + H+ )
3 x 2 = 6	2 ATP	1 - 3 ثنائي فوسفو اريك ( اتركه فصفه بوقت واحد )
10 ATP	2 ATP	

المجموع الثاني = 8 ATP  
 10 - 2 = 8 ATP  
 فتح - فصفه



ATP 38 =  $\frac{8}{4} + 30$

لعمرون غلوتور

ملاحظات	المنتجات
اولى	NADH + H <sup>+</sup> 3 ATP
ثانيا	FADH <sub>2</sub> 2 ATP
ثالث	GTP 1 ATP



(7)

مع تحلل ATP ، وتتمدد بقية الطاقة على شكل حرارة في الوسط المحيط

• من خلال الألكد الهوائية (دورة كريبس) يحصل على (38 ATP) أي ما يعادل

$266 = 7 \times 38$  كيلو كالوري من الطاقة المحررة من كل جزيء الجلوكوز الناتج من

الأكسدة مول واحد من الجلوكوز هو أيضاً وتكون له  $H_2O$  و  $CO_2$  ،

بينما يحصل على نفس الألكد مجزئاً من الألكد مول واحد من الجلوكوز على طاقة

قدرها 686 كيلو كالوري ، تكون كفاءة الخلية في تخزين الطاقة الناتجة

من الألكد الهوائية للجلوكوز :

$$\% 40 = 100 \times \frac{266}{686}$$

وتتمدد بقية الطاقة على شكل حرارة في الوسط المحيط .

# اللبيدات كيميائية حيوية المحاضرة لباوس

تعريف اللبيدات : هي مجموعة من المواد العضوية ذات الطبيعة الدهنية تتصف بعدم ذوبانها بالماء لكنها تذوب بالمذيبات العضوية كالإيثير وكحول موزوم ورابع كلوريد الكربون وتتصف بعدم تجانسها من الناحية الكيميائية.

تتميز اللبيدات بأنها تتضمّن مركبات عديدة مختلفة في تركيبها الكيميائي فبعضها يدخل ضمن نطاق اللبيدات الدهون - الزيوت - الشموم - الستيرويدات - الشموع وبعض الصبغات كالكاروتينويدات وبعض الهرمونات كالألدوستيرون والستيرويدية وبعض الفيتامينات مثل فيتامين (A و E و D و K) دور الدهون : للدهون فوائدها عديدة أهمها :

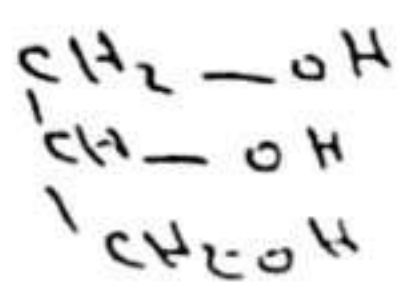
- 1- تعتبر مصدر هام للطاقة فلا اقل 1 غم دهون تعطي 9 كيلو كالوري أي ضعف ما تعطيه الكربوهيدرات هو 4.5 kcal ، والبروتينات حوالي 4,1 kcal .
- 2- تلعب دور وافر في الصدمات او عازل حراري تحت الجلد تحميها من تغيرات الحرارة.
- 3- تلعب دوراً هاماً في تدفق في تركيب فوسفوليبيدات الأغشية الخلوية.
- 4- تعد الجسم بالأحماض الدهنية الأساسية بمنزلة أي البروتينات الجسم لإنتاج فيتامينات.

الخلاصة : لوحد الدهون في الخلية التي إما أن تكون مستخدماً بروتيناً بوزنية لا أي تدخل في تركيبه (كـ تولد الأحم) هي تتكون كميلاً ثابتة طول فترة حياة الخلية أو على شكل مستودع احتياطي مختلف كيميائياً تبعاً للمقدرة.

## تعريف اللبيدات :

1- اللبيدات البسيطة . تشمل الزيوت - الدهون والشموع . تختلف الزيوت عمداً عن الدهون في أن الزيوت سائلة في درجة حرارة الغرفة ، والدهون صلبة في درجة حرارة الغرفة . بينما تتميز الزيوت والدهون عبارة عن استرات الأحماض الدهنية مع الغليسرول وتسمى جليسيريدات ثلاثية ، بينما تعتبر الشموع عبارة عن استرات الأحماض الدهنية مع الكحوليات أحادية أو ثنائية الصيغة الجزيئية .

2- الغليسرول . عبارة عن كحول ثلاثي الصيغة الجزيئية ، مثل كبريتات القوام ميزون في الماء وهي الكحول بسهولة ، ولا يذوب في البترت أو الإيثير ، له طعم حلو المذاق ، نيفال الغليسرول مع الأحماض الخاصة الدهنية أو مشتقاً ونظراً استرات مختلفة من الجليسيريدات المتواجدة في الزيوت والدهون الطبيعية .



ك : الأحماس الدهنية : تعتبر أهم الأساس لبناء اللبيدات (الزيوت والدهون) . تتواجد  
 كطلا مرتبطة في الغليسيريدات ، يندر وجودها في الصبغة كالأحماض ، ولكن تتواجد  
 الرزلا للمائي للزيوت والدهون . هي الأحماس الدهنية أحادية مجموعة الكربوكسيل  $R-COOH$   
 تتألف الأحماس الدهنية من سلاسل ذات عدد زوجي من ذرات الكربون  
 [ إذا كانت فردية تتعادلت لثقل ضئيل ] . قد تكون مشبعة أو غير مشبعة .

يتم تحديد صفات الزيوت والدهون عن طريق الأحماس الدهنية المرتبطة مع الغليسرول ، صفاتها  
 تختلف فيما بينها بعدد ذرات الكربون أي بوزن الجزيئي ، أحادية مجموعة الكربوكسيل ، لا تحتوي  
 روابط غير مشبعة . صفتها العامة

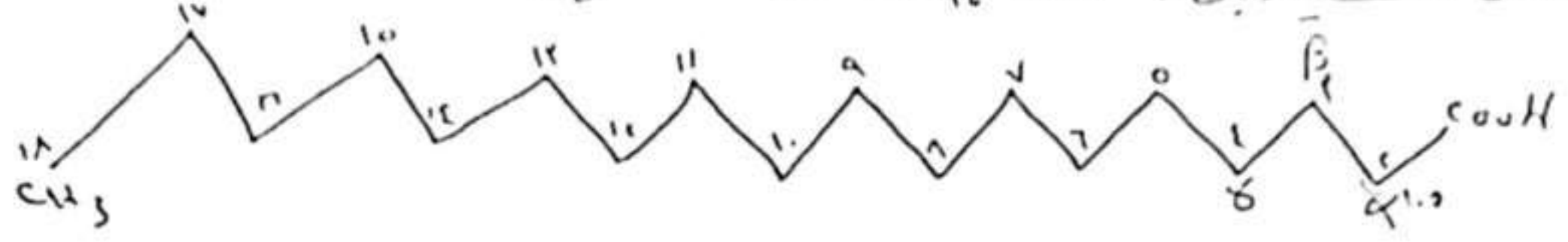
الصيغة	درجة الانصهار	عدد ذرات الكربون	الدسم الشائع للمصن
$CH_3(CH_2)_2COOH$	$5.5^\circ$	C <sub>4</sub>	بيوتريليك (الزبدقة)
$CH_3(CH_2)_4COOH$	$15^\circ$	C <sub>6</sub>	كابروليك
$CH_3(CH_2)_6COOH$	$16.5^\circ$	C <sub>8</sub>	كابريليك
$CH_3(CH_2)_8COOH$	$17.5^\circ$	C <sub>10</sub>	كاردريك
$CH_3(CH_2)_{10}COOH$		C <sub>12</sub>	لاوريك
$CH_3(CH_2)_{12}COOH$		C <sub>14</sub>	ميريستيك
$CH_3(CH_2)_{14}COOH$		C <sub>16</sub>	بالميتيك (نخل)
$CH_3(CH_2)_{16}COOH$		C <sub>18</sub>	ستياريك (سمك)
$CH_3(CH_2)_{18}COOH$	$77^\circ$	C <sub>20</sub>	أراكيديك
$CH_3(CH_2)_{20}COOH$	$80^\circ$	C <sub>22</sub>	أرالميك
		C <sub>26</sub>	

تزداد درجة انصهار الأحماس الدهنية بزيادة عدد ذرات الكربون

مما له زوايا روابط الكربون المشبع هي 110° تقريباً فان الصيغة الفراغية للأحماس  
 الدهنية لا تكون مستوية ، لذلك تفضل كتابتها على شكل زوايا (مستوية) ، ولترقيم ذرات  
 الكربون نبتع احدى الطريقتين :

- 1 - عند ترقيم ذرات كربون المركب بان ذرة كربون الزمرة الكربوكسيلية (COOH) نأخذ رقم (1) والتي تليها الرقم (2) ...
- 2 - الطريقة الثانية للترقيم : أنه تعتبر COOH هو الأوكسجين أما الزئمان بعدها (3) وبعدها (4) ...

مثال: همن السيتريك :  $C_{18}H_{34}O_2$  (18)



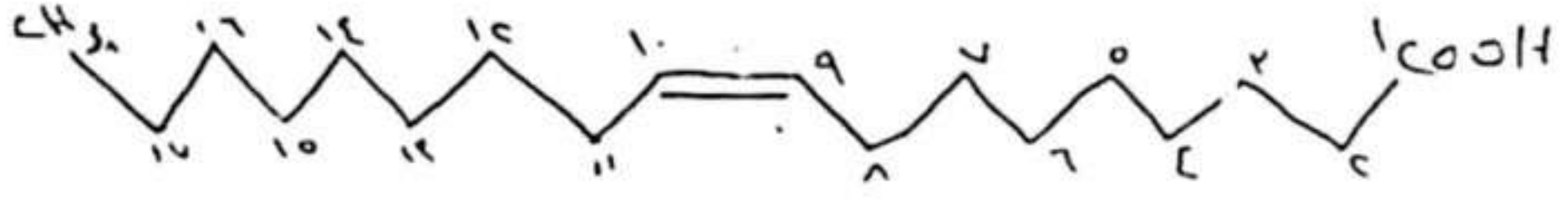
هذا كتابته  $C_{18}H_{34}O_2$  على الراسمة للتوضيح لكن نضع الزمرة الدهنية بالطريقة .  
 - السمات العامة للأحماض الدهنية المشبعة :

- ١- أغلبها زرجية العدد
- ٢- تزداد درجة الانصهار بزيادة عدد ذرات الكربون
- ٣- تقسم الأحماض الدهنية المشبعة إلى :
  - أحماض دهنية قصيرة (٤ - ٨) ذرات الكربون وتكون سائلة في درجة حرارة الغرفة
  - متوسطة (١٠ - ١٤) = غالباً =
  - أولية أكثر من (١٤) ذرة كربون وحقاً تكون صلبة
- ٤- أغلب الأحماض الدهنية القصيرة والمتوسطة تكون سائلة في درجة حرارة الغرفة أما الأولية فتكون صلبة (على سبيل بורות).
- ٥- لا تذوب الأحماض الدهنية المشبعة بالماء باستثناء همن البيوتريلك والأحماض الدهنية القصيرة تدوب بسبب الهزلي لانخفاض وزنها الجزيئي .
- ٦- أكثر الأحماض الدهنية المشبعة انتشاراً هي : البالميتيك (١٦) والستيريك (١٨).

٢] الأحماض الدهنية غير المشبعة : هي الأحماض أحادية المجموعة الكربوكسيلية ، تتميز باختلافها على الرابطة زرجية غير مشبعة واحدة أو أكثر ويكون التوزيع الفراغي حول الرابطة الزرجية من النوع (cis) هضراً . لا يوجد من النوع (Trans) لكنه يمكن أن ينتج بفعل عمليات تصنيعية مثل همن الأولييد الذي ينتج عن قلب الزيت والزيتا يوردياً (أمران سرطانية).

① اسم الحمض الدهني غير المشبع الأولييد (oleic) يتواجد في زيت الزيتون  
 - الصيغة المنقورة :  $C_{18}H_{34}O_2$   
 الرقم (١٨) : عدد ذرات الكربون  
 الرقم (١١) : عدد الروابط غير المشبعة .

الرقم (١٥) : أي أن الرابطة المزدوجة هي بين ذرة الكربون رقم (٩ و ١٥) .  
 الصيغة المنقورة :



4

(Linoleic)

③ - اللينوليك

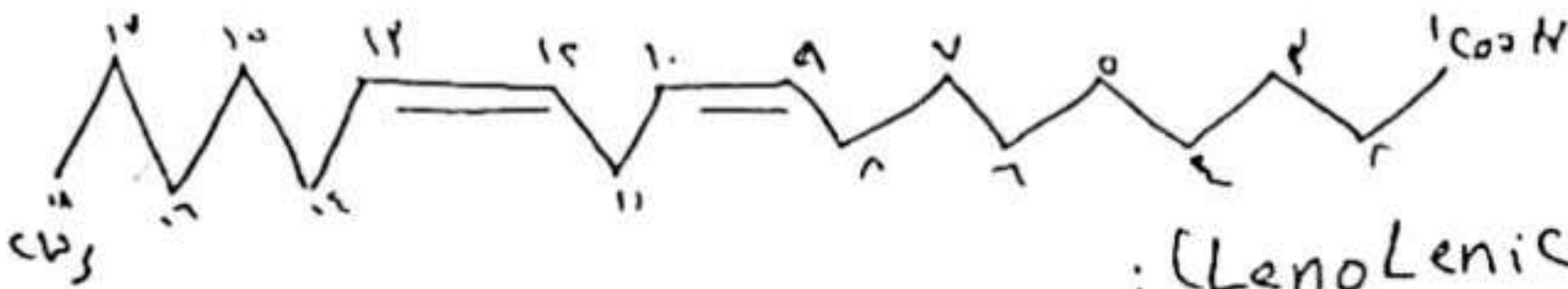
$C_{18} : 2$  D 9-12

الصفة المنفردة:

- يوجد في الفول الصويا - عباد الشمس  
-5

نقطة الانصهار:

الصفة المنفردة:



(LinoLenic)

④ اللينولينيك

$C_{18} : 3$  D 9-12-15

الصفة المنفردة

-10 °C يوجد في بذور الكتان

نقطة الانصهار

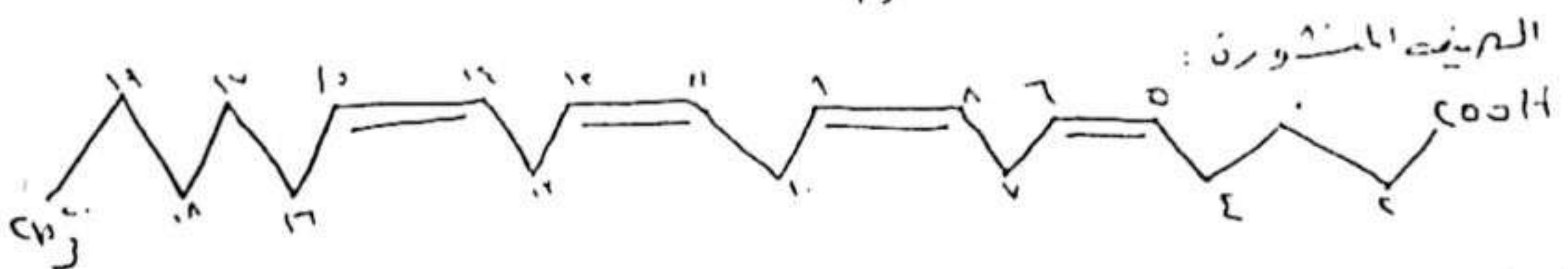
الصفة المنفردة:



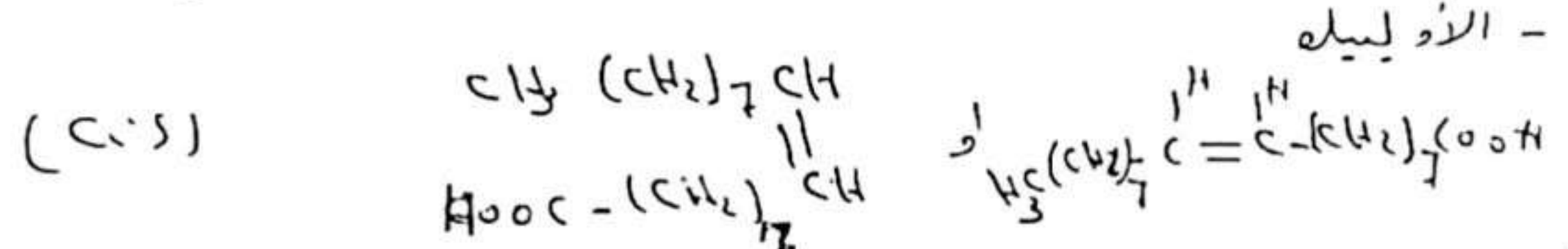
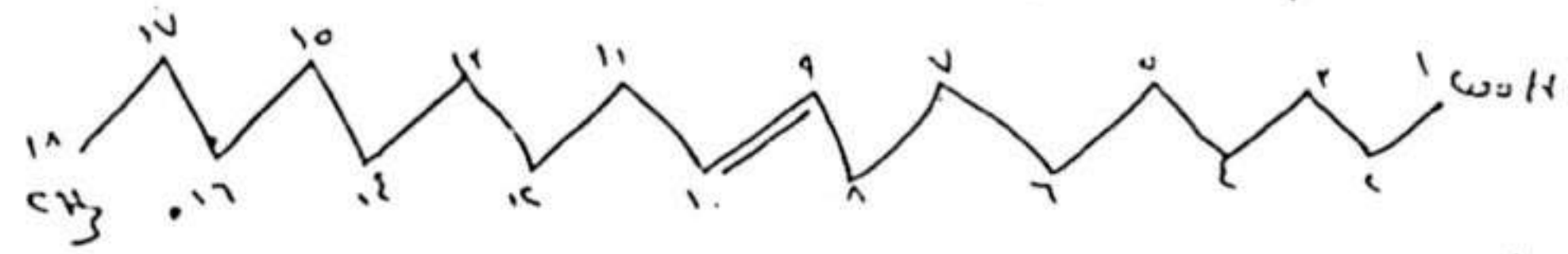
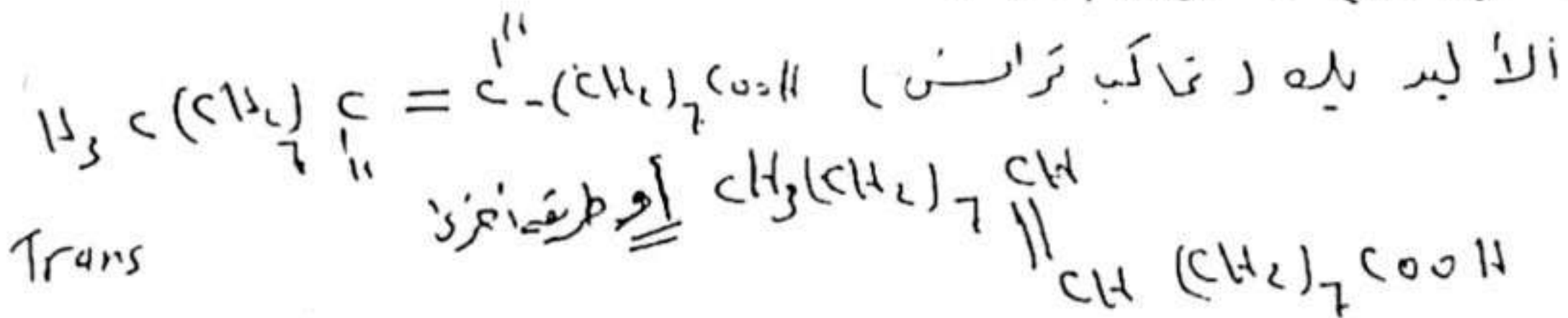
⑤ الأراكيدونيك (Arachidonic) يوجد في الفول السوداني

$C_{20} : 4$  D 5-8-11-14

درجة الانصهار -15 °C



ملاحظة (Cis) و (Trans)



- الأليفاتيك يميز بوجود الصيغة ، وتتميز نقطة انصهار منخفضة ويتبع به تلي الزيت.

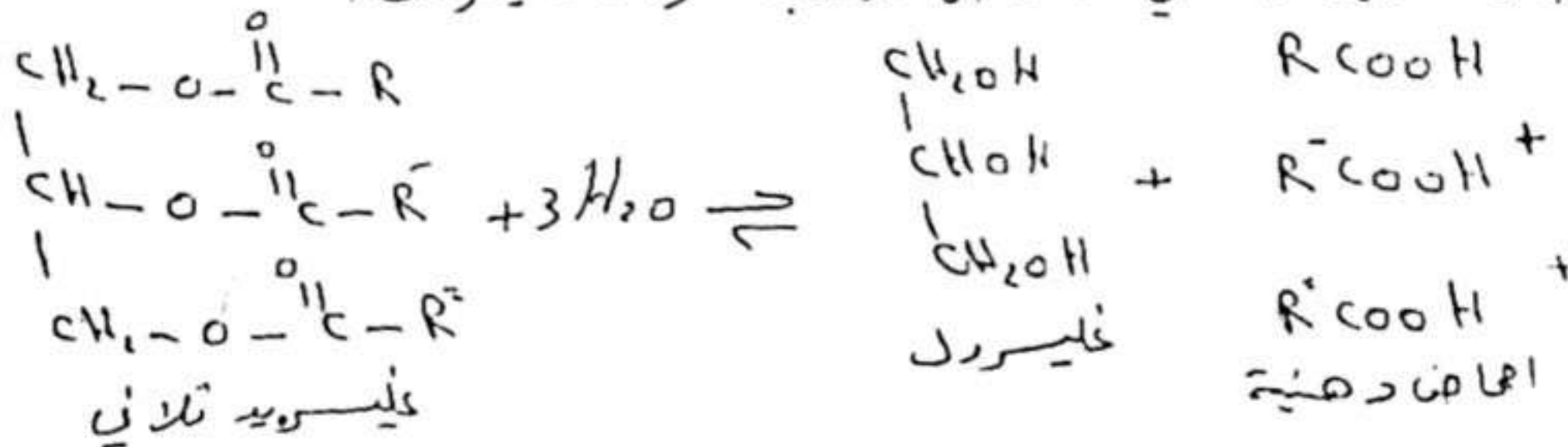
أهمية الأحماض الدهنية غير المشبعة :

- ١ - تدل على تركيب الأغذية الخلووية فتر يكون مناسباً وتتمتع بفعالية الزائدة.
  - ٢ - تحفظ كمية الكوليسترول في الدم وتمنع لصلب الشرايين.
  - ٣ - تدل على تركيب الترومبوكتان والبروستاغلاندينات اللذين يميزان الصفات الصفية الدموية ببعضها مما يمنع نشط الحشرات الدموية (حدوث الجلطات)
  - ٤ - تسمى الأحماض الدهنية الثلاثة ( اللينوليك - اللينولينيك - الأراكيدونيك ) بالأحماض الدهنية الأساسية الغير مشبعة ، ولا يستطيع جسم الإنسان أن يصنع نفسه فتتبع فقط من قبل النباتات لذلك يجب تناولها يومياً .
  - ٥ - تتواجد الأحماض الدهنية غير المشبعة لسبب كبير في الزيوت النباتية .
- (١٢) - اللبيدات المركبة : تقسم بجانب الأحماض الدهنية والكول مركبات أخرى حمير دهنية ومنها : هوسفولبيدات - غليكو ليبيد - بروتيوليبيدات
- (١٣) - اللبيدات المشبعة : مركبات تتصلص بالمزيدات الدهنية والحررة والستيرويدات ، الهيدروكربونات مثل الصفات ( الفاروتين )
- العنيمات الذرابة في الدهون ( K , E , D , A ) .

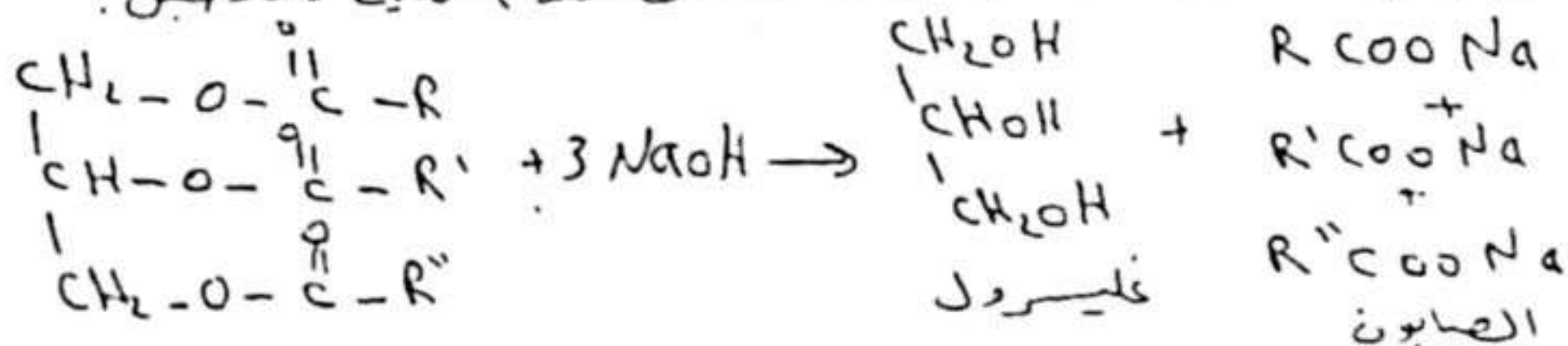
تفاعلات الأحماض الدهنية

هناك تفاعلات تتم مع الرابطة الامتيرية ، أو مع الرابطة الزمنية ، أو مع المجموع الكرومولييه :

- ١ - التفاعلات مع الرابطة الامتيرية : تتحلل الزيوت والدهون مائياً بوجود انزيم الليباز ببطء شديد ونظير الأحماض الدهنية الحرة والغليسرول :

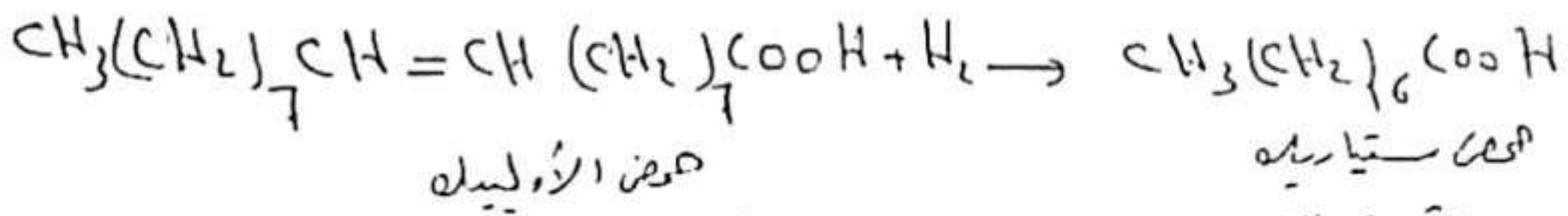


- ٢ - وتكون انه تتحلل الزيوت والدهون بوجود محلول قلوي من القلويات ( هيدروكسيد الصوديوم او البوتاسيوم ) ويضرب بالصابون والغليسرول ونسمى هذه العملية بالدهنن :



6

2- التفاعلات التي قد تحدث مع الرابطة الزوجية :  
 تعتبر تفاعلات الهدم والأكسدة من أهم تفاعلات الرابطة المزدوجة ويستفاد من  
 تفاعلات هضم الصيروديمية (عملية الهدم) في تحويل الزيت النباتية السائلة  
 إلى دهون نباتية صلبة من طريق اسطباع جزيئي للرابطة الزوجية.  
 مثال: تحول حمض الأوليك بدرجة انصهار 16° في حمض السيتاريك بدرجة انصهار  
 70°



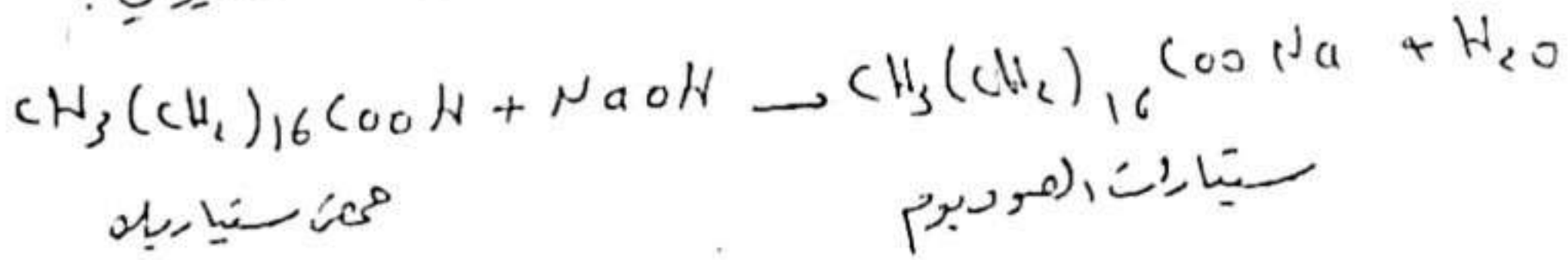
تفاعلات الأكسدة الزيوت والدهون بواسطة الأكسجين الصادر في الروابط المزدوجة.

مثلاً لدينا هيدروبيروكسيدات

$\text{R}(\text{OOH})$  وبيروكسيدات وايروكسيدات وهذرة (تتأثر  
 هذه المركبات بالمركبات الدهنية وكيتونية وكحولية ذات رائحة كريهة  
 تدعى بياضار أو ترينغ الزيوت والدهون).

3- التفاعلات مع المجموعتين الكربوكسيلية

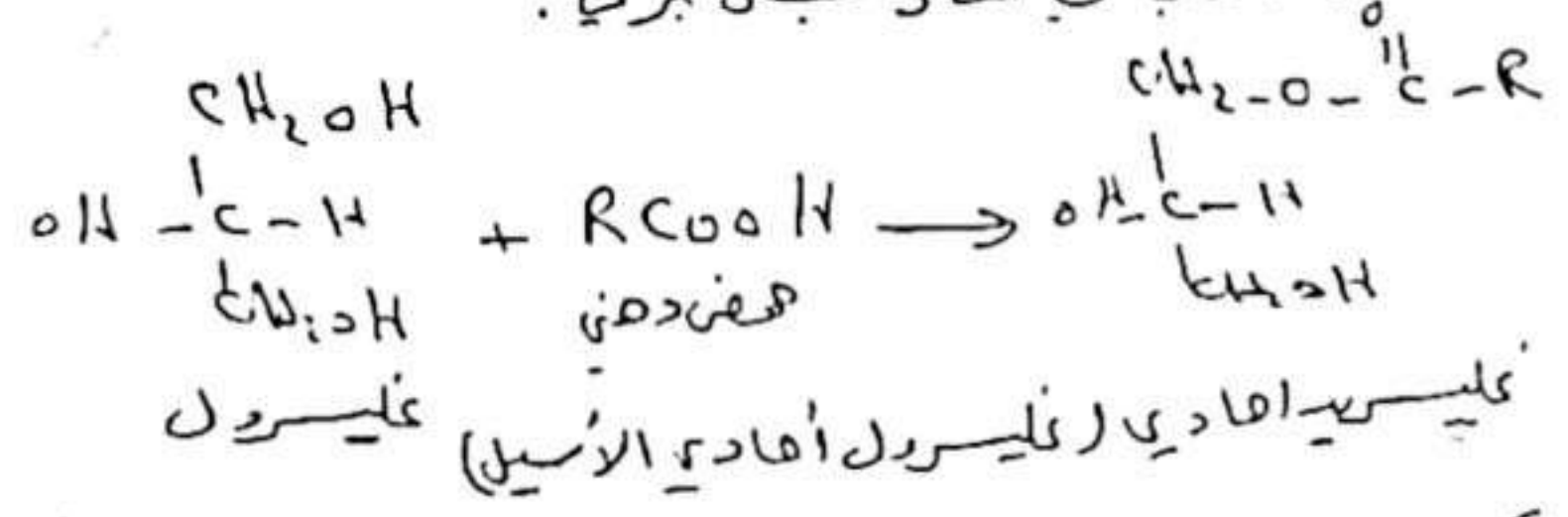
تفاعل الأحماض الدهنية مع القلويات وتنتج الصابون السائل  $(\text{KOH})$  أو الصلب  
 مع  $(\text{NaOH})$  وذلك بحسب القلوي وتخرج الأحماض الدهنية المستخرجة  
 وذلك كذلك على أملاح الصابون البوتاسيوم أو أملاح الصابون الصوديوم:



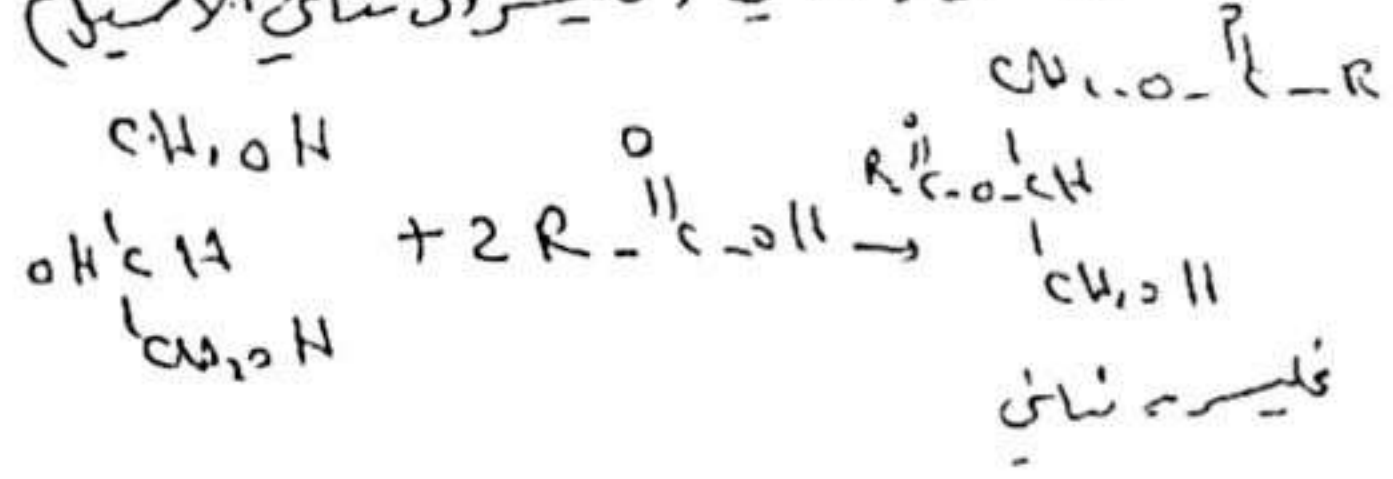
تفاعل الصابون

الاسترات المتفادلة للأحماض الدهنية مع الغليسرول.  
 تنتج الغليسيريدات من استرة الأحماض الدهنية مع المجموعات الكحولية التابعة للغليسرول  
 وهنا نذكر الحالات التالية.

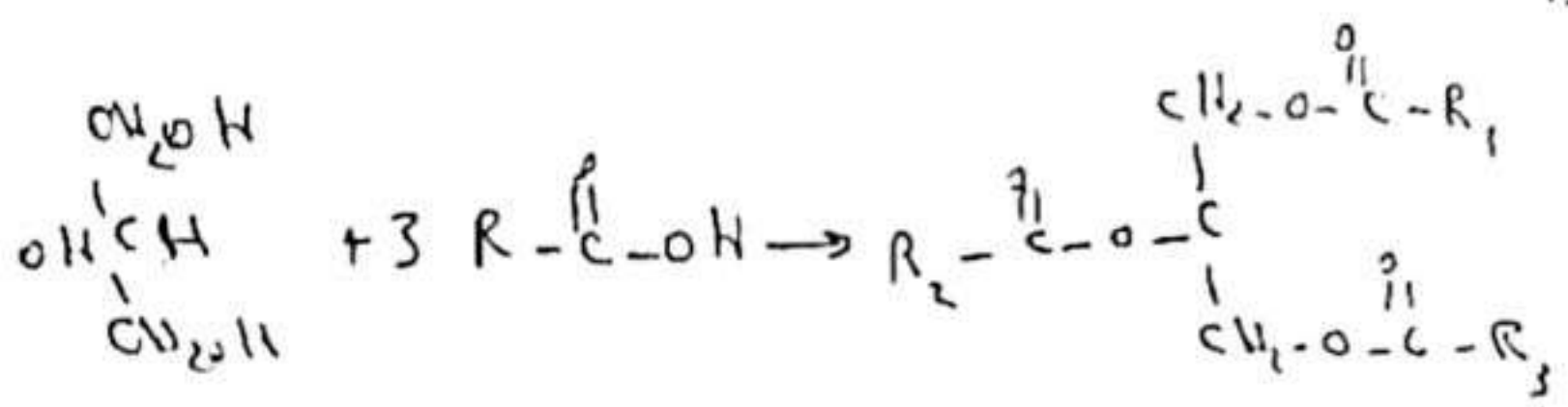
أ- الغليسيريد الأحادي: عبارة عن استرة حمض دهني وتكون مشبع الرمز مشبع مع مجموعة  
 كحولية واحدة من الغليسرول وهو ذائب في الماء بشكل جزئي.



ب- الغليسيريد الثنائي: هو كحول الغليسرول تاسترت فيه بمجموعتان كحوليتان مع حمضين  
 دهنيين وقد يكونا صعبين أو لا. مثال: غليسيريد ثنائي (غليسرول ثنائي الأسيل)



يد في الجذر الدهني  
 (-C-O-) بالأسيل  
 الغليسيريدات الثلاثية..



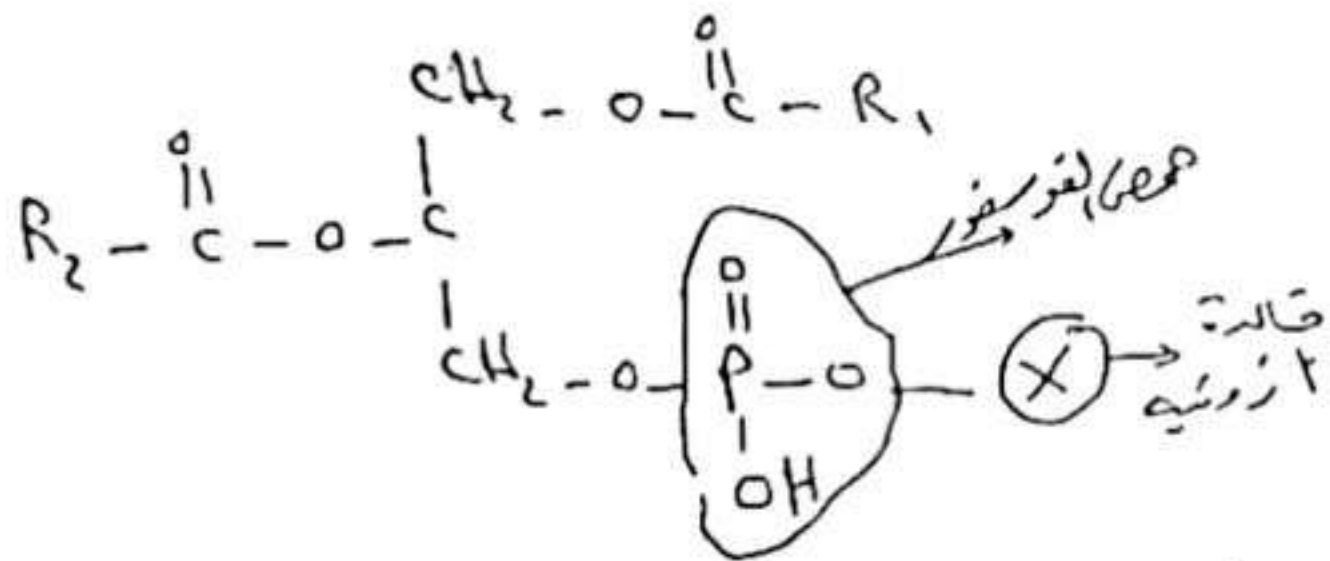
غليسيريد ثلاثي (غليسرول ثلاثي الأسيل)

تعتمد قوام الغليسيريد الثلاثي على محتوى هذا الغليسيريد من الأحماض الدهنية فكلما هوى على  
 الأحماض دهنية طويلة السلسلة فثقلته كلما كان قوامه صلب في درجة حرارة الغرفة  
 (سمن - دهن)، وكلما هوى على الأحماض دهنية غير مشبعة كلما كان سائل في  
 درجة حرارة الغرفة (زيت).

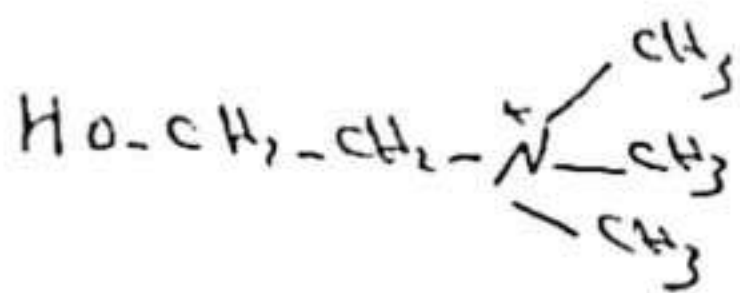
- زيت: غليسيريد ثلاثي يحتوي أحماض دهنية غير مشبعة.
- الزيت: غليسيريد ثلاثي يحتوي أحماض دهنية مشبعة قصيرة السلسلة.
- السمن: غليسيريد ثلاثي يحتوي أحماض دهنية مشبعة طويلة السلسلة.
- الفرق السمن عن الدهن بطول الأحماض الدهنية.

١٧ - الاصترار الثانية للاصطاد الدهنية مع كحول الفليسول ، من اهم الأمثلة الفوسفوليبيات .

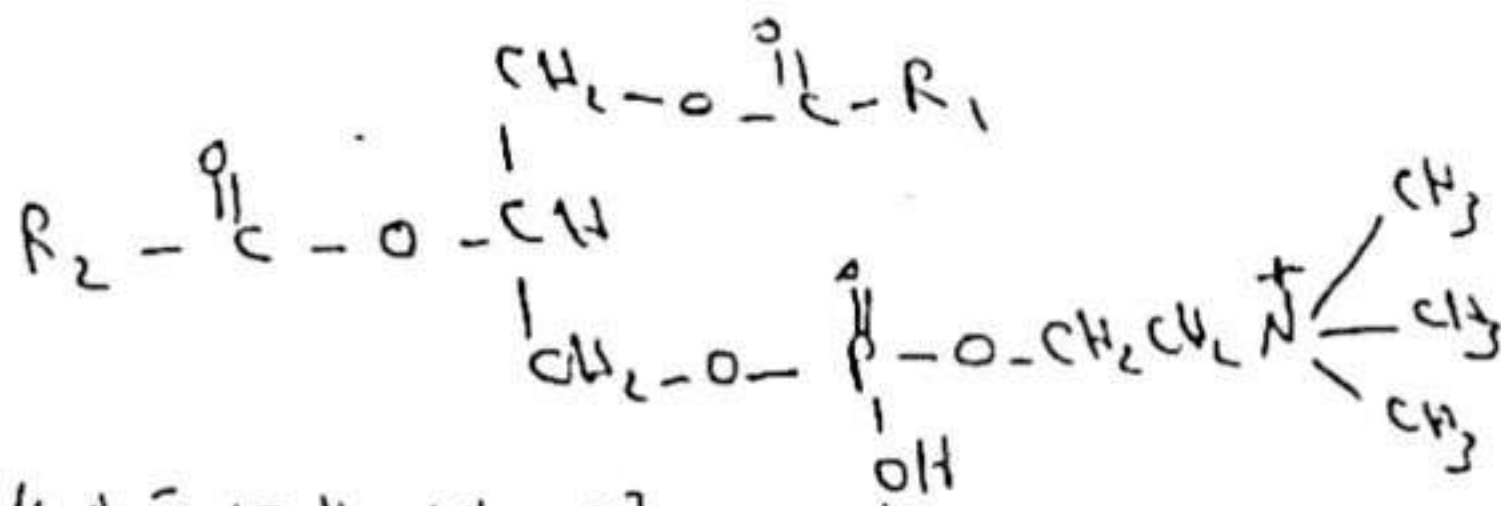
١٧ الفوسفوليبيات : هو فليسريد ثنائي مرتبط مع مجموع الفوسفور وقاعدة آزوتية الصيغة العامة له :



- تختلف الفوسفوليبيات عن بعضها البعض بالقاعدة الآزوتية ، الاصطاد الدهنية الازوتية في تركيبها ، علماً ان اغلب الاصطاد الدهنية الموصلة بنزرة الكربون رقم (٢) تكون اصطاد دهنية غير مشبعة وبالتالي هامة تجاه عوامل الأكسدة .  
 (١) - فتكون القاعدة الآزوتية هي الكولين :

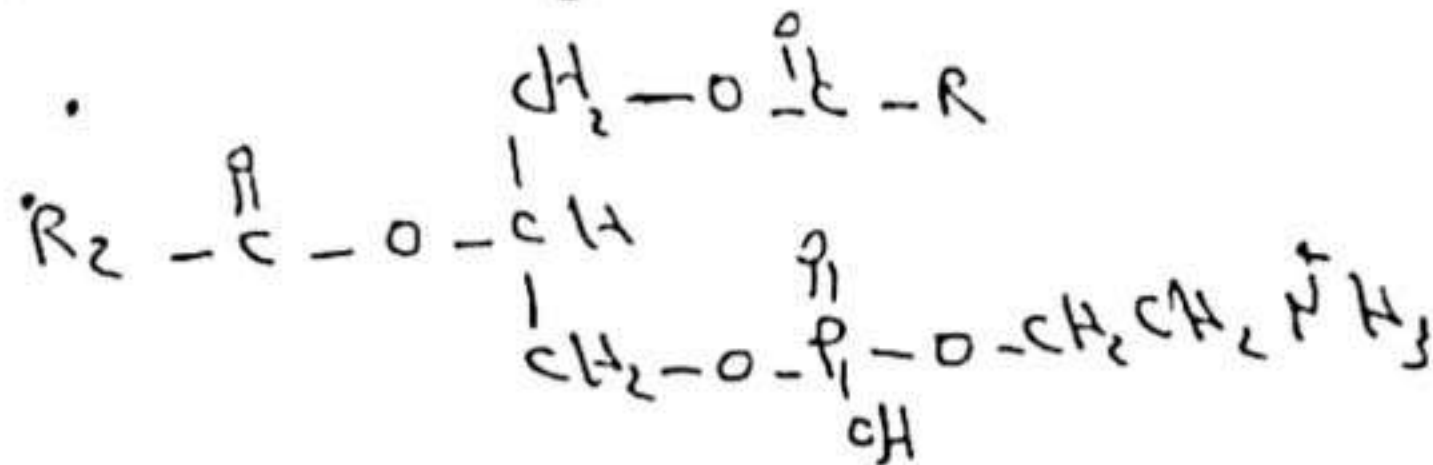


يسمى الفوسفوليبيد الناتج بـ فسفاتيديل كولين ويسمى ( الليستين ) <sup>الذوائج</sup> .



[عبء الكولسترول والدهن وتساويهما اقرب الى الدهن بالمقام تلعب الليستين دور هام كمواصل استقلاب (تزييل التوتر السطحي) نظراً لذرة حمل شحنات كهربائية - تدخل في تركيب الانسجة الكلوثة البنائية والحيوانية وتدفع من تركيب الانسجة العصبية والدم والعدسة الانترميات

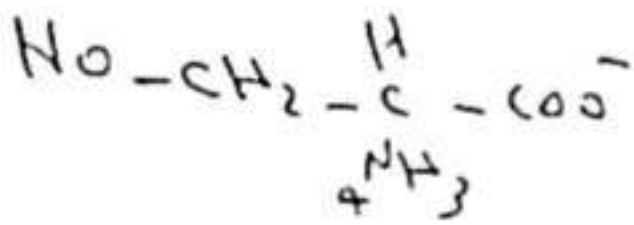
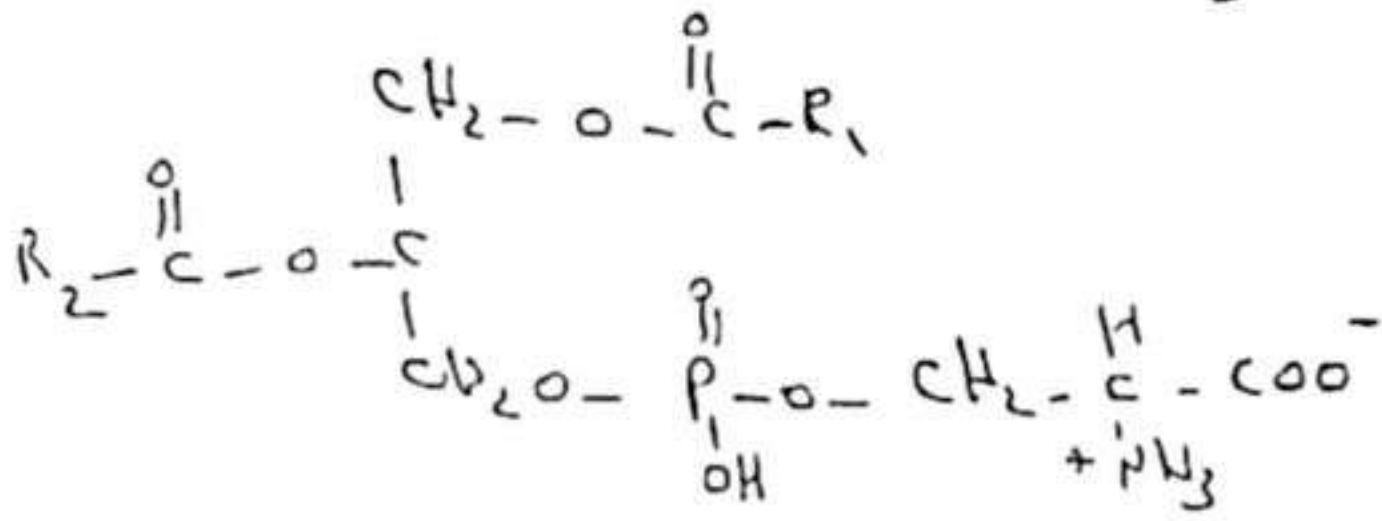
(٢) القاعدة الآزوتية هي اتيانول أمين



يسمى فسفاتيديل اتيانول أمين - سيفالين <sup>الذوائج</sup> (Cephalin) .

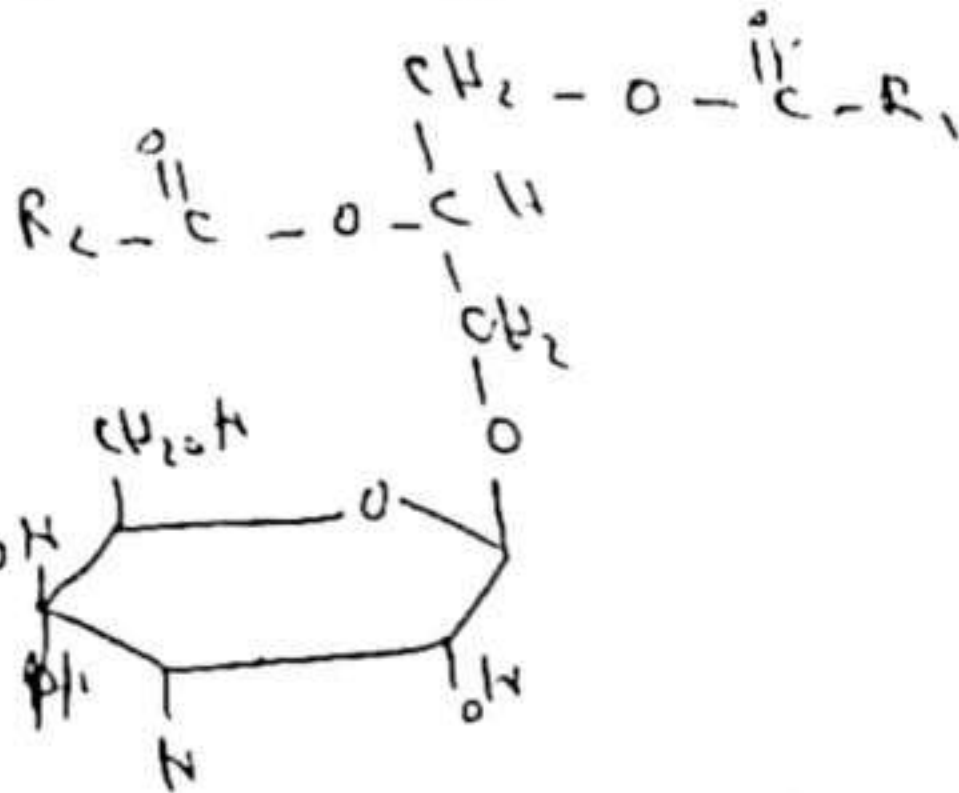
١٩

١٩- القاعدة الآزوتية هي المحرك الأميني السرين منين الناتج:  
 فوسفاتيديل السرين



سيرين

- الليبيدات المرتبطة مع البراد افركل ديز دهسنة: مثل الليبيدات الكربوهيدراتية  
 عبارة عن فليسيريد ثنائي صمد مع سكر قد يكون مألوكوز او فالداكتور  
 اهم الاضلة: الليبيدات الفلوكوزية الكيرينية - الليبيدات الفالداكتورية



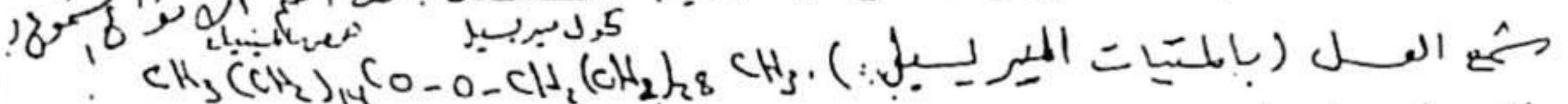
ترتبط مع كحول اميني طويل السلسلة، ليبيدات فالداكتورية

- الليبيدات مرتبطة مع كوكوت ديز الفليسرول من اللحم الامتلاء

٢- السفينغوميلينات : Sphingomyelins : يدخل في تركيب الاربعة القلوية والبيج ليهي

٣- الشموع (waxes) : عبارة عن نافع اسرة الاحماض الدهنية هيدرية

السللة المتبعة مع كحولات الفاتمة طويلة السلسلة. من اهم الاربعة الشموع

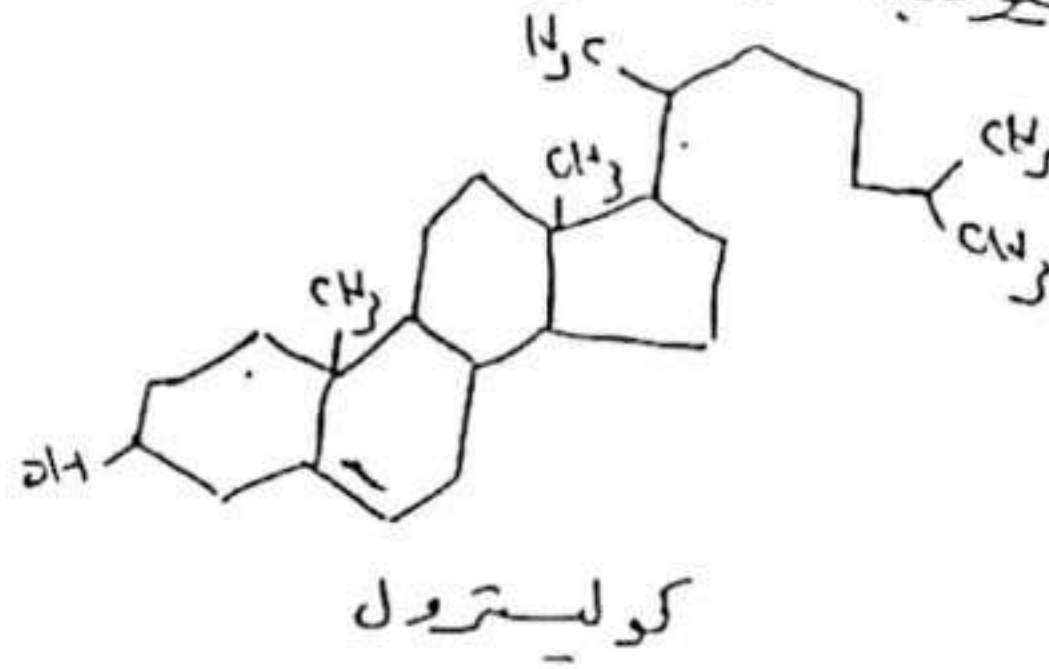


الليبيدات للثقة: هي ليبيدات لا تحتوي على فليسرول ردا احماض دهنية ولكن

صنفت مع الليبيدات نظرا لترتيب الكيمياء المعقد يجعلها متشابهة - لذلك بالمار

وتنزل من المنزليات العنوية. قسم الى قسمين: ١- الطار و ٢- تيويديات كما ليبرويديات

من أهم الستيرويدات الحيوانية هو الكوليسترول ، الصيغة البنائية له



الستيرويدات ، لبيدات فاليد من الستيرول ويمر قابلة للتصبن لذلك لا تكون  
 اصافاً دهنية ) تتميز بصفة انتشارها في المملكين النباتية والحيوانية .  
 استر الستيرويدات [ ستيرويدات كودي هيدروكسيل ] . الكوليسترول  
 والايوتسترول الحيوانية والنباتية .

الطارتيويدات : صبغات من اصل نباتي توجد اساساً في صبغات النضور  
 صرافة - للكلوروفيل اهم صبغات الطاروتين التي تكثر في القرو الفاكهة .  
 كالمزرو المن .

انتهت المحاضرة