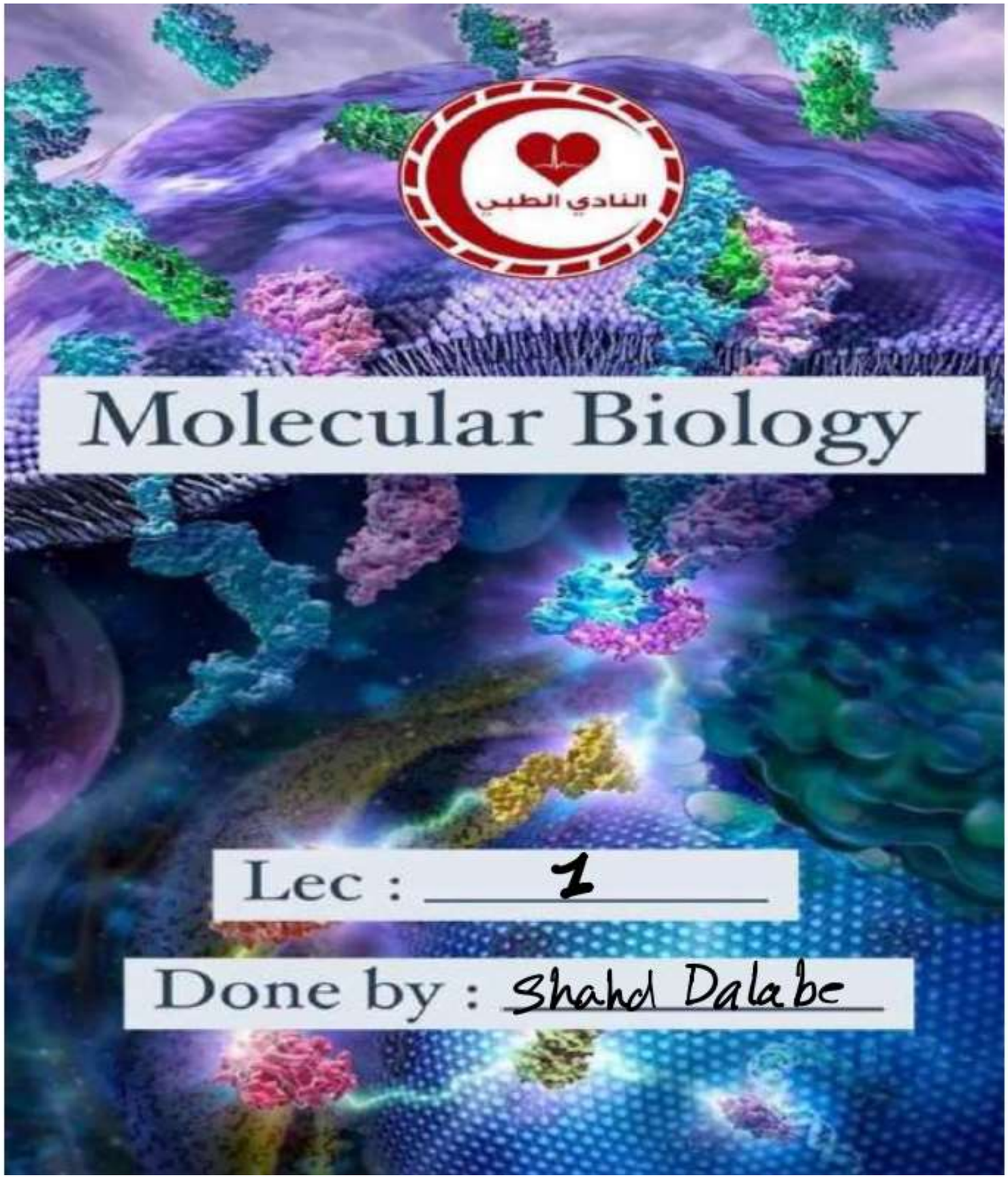

النادي الطبي
Molecular Biology
Lec : 1
Done by : Shahd Dalabe

* الاسئلة غالباً تعتمد على الفهم وليس الحفظ

* معظم المادة رح تحطيها د. بزاس

* you have to practice English to get A+

Carbohydrates of biological importance 1

Ahmed Salem, MBBCH, PhD, FRCR
asalem@hu.edu.jo

Majority of sides: Dr. Walaa Bayoumie El Gazzar

What does biochemistry deal with?

- Metabolism:
  - Anabolism
  - Catabolism

- Foods:
  - Oxidizable: carbohydrates, lipids, proteins
  - Non-oxidizable: minerals, vitamins, water

Syllabus الأهداف

التعريف بالكيوهيدرات وكيفية تصنيفها

- 6.1 Define carbohydrates and list their classification.

التعرف على هيكلية ووظيفة الـ monosaccharides

- 6.2 Recognize the structure and functions of monosaccharides.

- Carbohydrates are organic compounds composed of carbon, hydrogen, and oxygen.

تتكون من

- Carbo=carbon, hydrates=hydrogen and oxygen in their proportion in water H2O

* عبارة عن كربونة وحدة مجهاماء
والنسب اللي فيها $CH_2O \Leftarrow 1C + H_2O$

- They generally have the common formula **(CH2O)n** where the least number of n=3

الصيغة العامة للـ Carbohydrate هي

تعريف

Definition of carbohydrates

- Simple sugars or its derivatives

السكريات البسيطة أو مشتقاتها

السكريات البسيطة تتكون من لبنات بناء (وحدات بنائية)

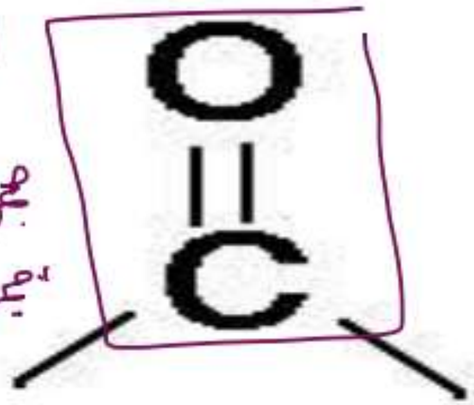
- Simple sugars are considered as **polyhdroxyketones** or **polyhydroxyaldehydes**

السكريات البسيطة — أكيتون — هيدروكسيكيتون — أما — هيدروكسيالديهيد

* الوحدات البنائية للسكريات البسيطة hydroxyKetonsاما hydroxyaldehydeاو

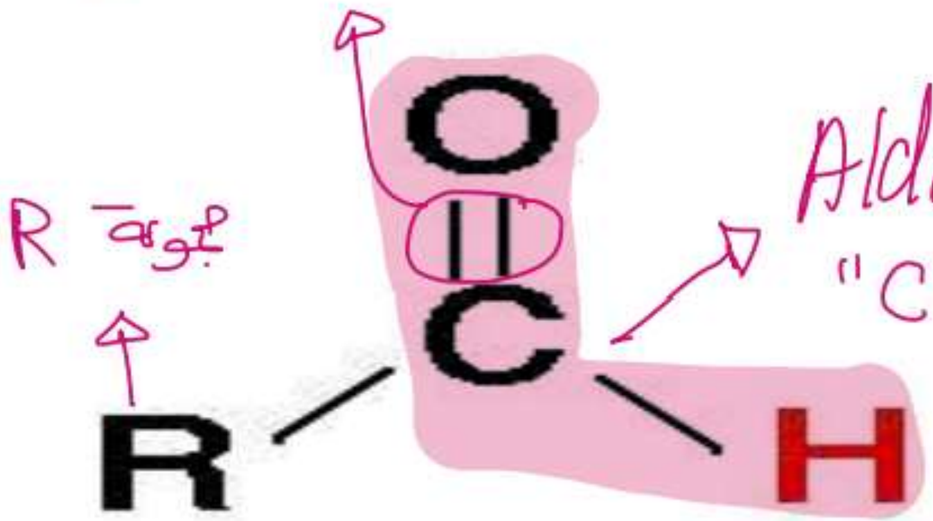
* poly تعني هم اكثر من وحدة.

Functinal group
مجموعة وظيفية
مجموعة الكربونيل

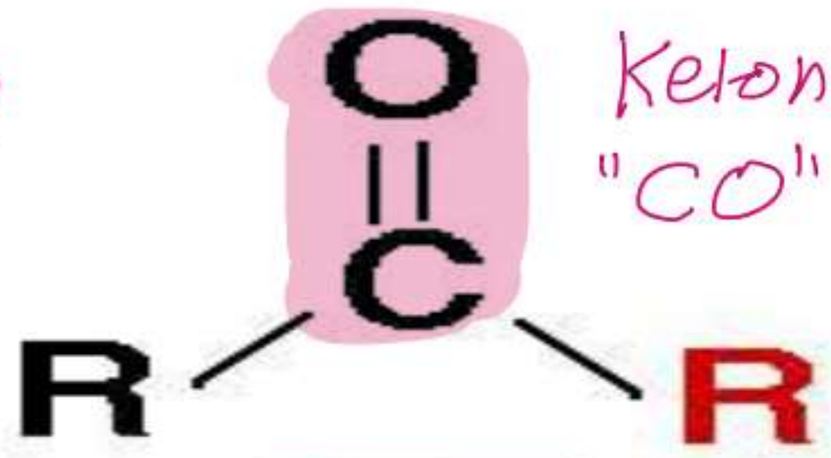


Carbonyl group

double bond
لازم



Aldehyde



Ketone

Makes Aldose (aldo sugar)
كيتون
الدهيد

Makes Ketose (keto sugar)
مركبات بسيطة
تحتوي على

- **Ketones and aldehydes are simple compounds that contain a carbonyl group (a carbon-oxygen double bond).**

مجموعة الكربونيل

- ***where R can be a carbon-containing substituent.***

حيث أن المجموعة R ممكن ان تكون اي مركب يحتوي على ذرة كربون

Classification of Carbohydrates (according to hydrolysis):

* يمكن تقسيم الكربوهيدرات بأكثر من طريقة تقسيم منها حسب هل هم مكونين من one sugar unit أو أكثر

- **Monosaccharides**: contain one sugar unit (monosaccharides) — سكر واحد
  - E.g. glucose. ⇒ one sugar unit — يتكون من 7 كربونات لكنه بالحقيقة مكون من unit
- **Disaccharides**: contain two sugar units (سكر ثنائي) — Disaccharid (سكر ثنائي) مثل الجلوكوز
  - Maltose ⇒ المالتوز عبارة عن جلوكوز + جلوكوز — تتكون من 2 وحدات سكرية
- **Oligosaccharides**: contain 3-10 sugar units — Oligosaccharid (سكر متحد/معقد)
  - E.g. Raffinose — مثل الرافينوز — * تتكون من 3-10 وحدات سكرية
- **Polysaccharides**: contain more than 10 sugar units (many units) — سكريات معقدة — Polysaccharido (سكر متحد/معقد) او Trisacchrido او (سكر ثلاثي)

* العديد من الوحدات السكرية 10 واكثر وحدات سكرية

مثلاً ممكن تكون الوحدات السكرية هي الجلوكوز وكل جلوكوز يتكون من 6 كربونات يعني لو يكون عندي اكثر من 10 جلوكوز كل وحدة منها تحتوي على 6 كربونات ☺

  - Starch or glycogen. — النشا : مثل جلايكوجين

I. Monosaccharides (السكريد الاحادية/البسيطة)

- **Definition:** They are simple sugars that cannot be hydrolyzed into smaller one. (التعريف — سكريات بسيطة — لايمكنها أن تتفكك/تتحلل الى سكريات اصغر (تعتبر اصغر السكريات (وحدة بنائية))

- **Classification of monosaccharides:**

طريقة تصنيف الـ monosaccharides :-

I. According to the number of carbon atoms: e.g. (بحسب عدد ذرات الكربون بال unit الوحدة :-)

1) Trioses: contain three carbon atoms. (تحتوي على ثلاث كربونات)

2) Tetroses: contain four carbon atoms. (تحتوي على اربع كربونات)

3) Pentoses: contain five carbon atoms. (تحتوي على خمس كربونات)

4) Hexoses: contain six carbon atoms. (تحتوي على ستة كربونات)

Classification of monosaccharides:

2

ويمكن ايضاً تصنيف ال monosaccharide بحسب المجموعة الوظيفية التي تحويها إلى Aldose / Ketose

Classification of monosaccharides:

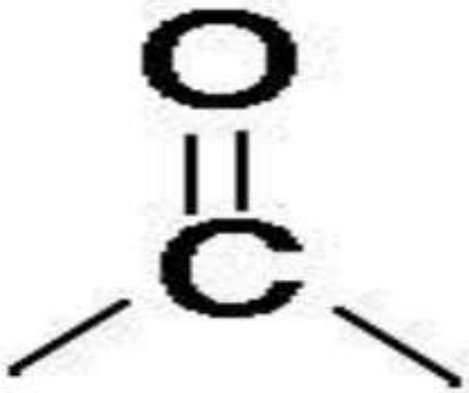
II. According to function group:

- **Aldose** : Aldo sugar تحتوي على Aldahid groub
- **Ketose** : Keto sugar تحتوي على keto groub

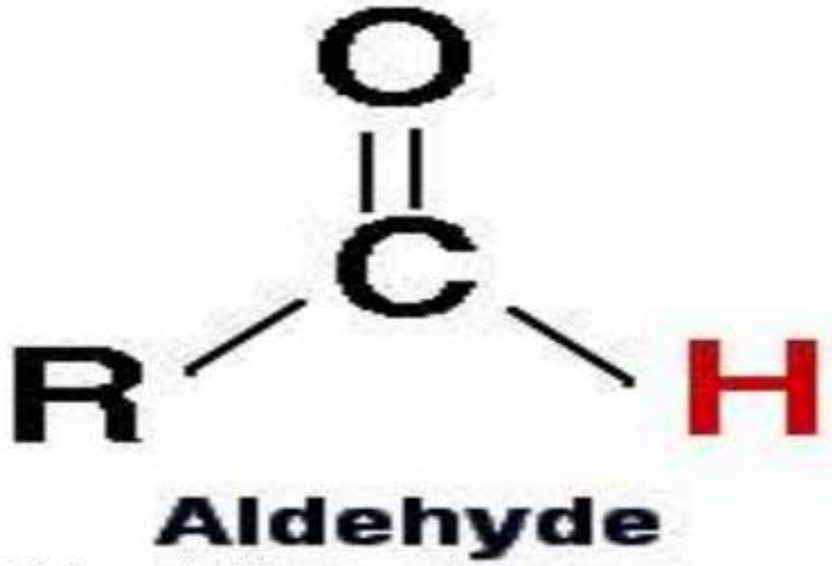
* يمكن جمع التصنيفين (The two classification) مع بعض مثل:

Aldo sugar ويكون Trioses كربونات ثلاث من يتكون مركب ← (عبارة عن تصنيفين) glyceraldehyde ← ابسط مركب في السكريات لانه فيه اقل عدد كربونات وعبارة عن Aldo sugar

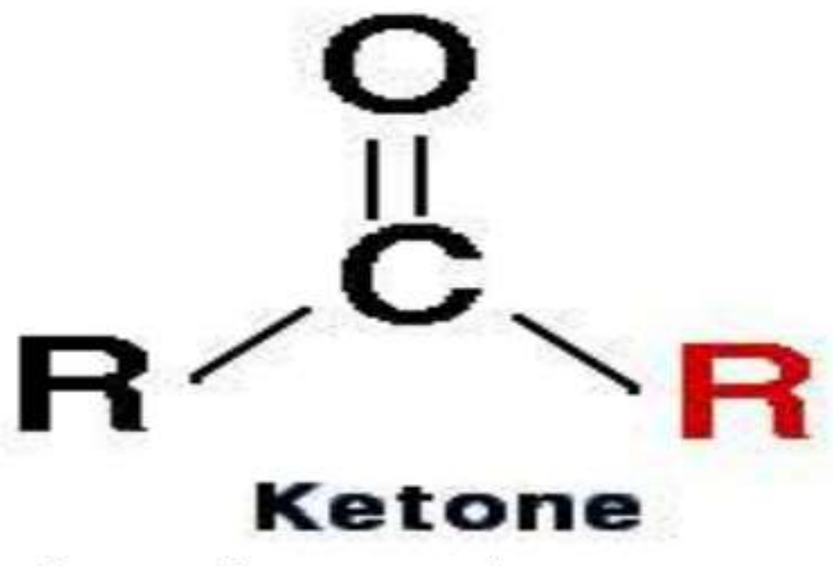
Keto sugar ويكون Trioses كربونات ثلاث من يتكون مركب ← Dihydroxiacitone ← ابسط مركب في السكريات لانه فيه اقل عدد كربونات + Keto sugar



Carbonyl group



Aldose (aldo sugar)



Ketose (keto sugar)

- **Ketones and aldehydes are simple compounds that contain a carbonyl group (a carbon-oxygen double bond).**

- ***where R can be a carbon-containing substituent.***

* هاد الجدول حفظه اخواني واخواتي (اهلاً أخذناه بالبيو ما كفتوا تنسوه)

Number of carbons	Aldo-sugars (e.g.)	Keto-sugars (e.g.)
3C (triose) ثلاثية كربونات	Glyceraldehyde	Dihydroxy acetone
4C (tetrose) اربعة كربونات	Erythrose تدل على ان المركب Aldo-sugar غالبًا وليس دائمًا	Erythrulose تدل على ان المركب Keto-sugar
5C (pentose) خمسة كربونات	Ribose Aldopentose	Ribulose
6C (hexose) ستة كربونات	Glucose	Fructose / Lifulose

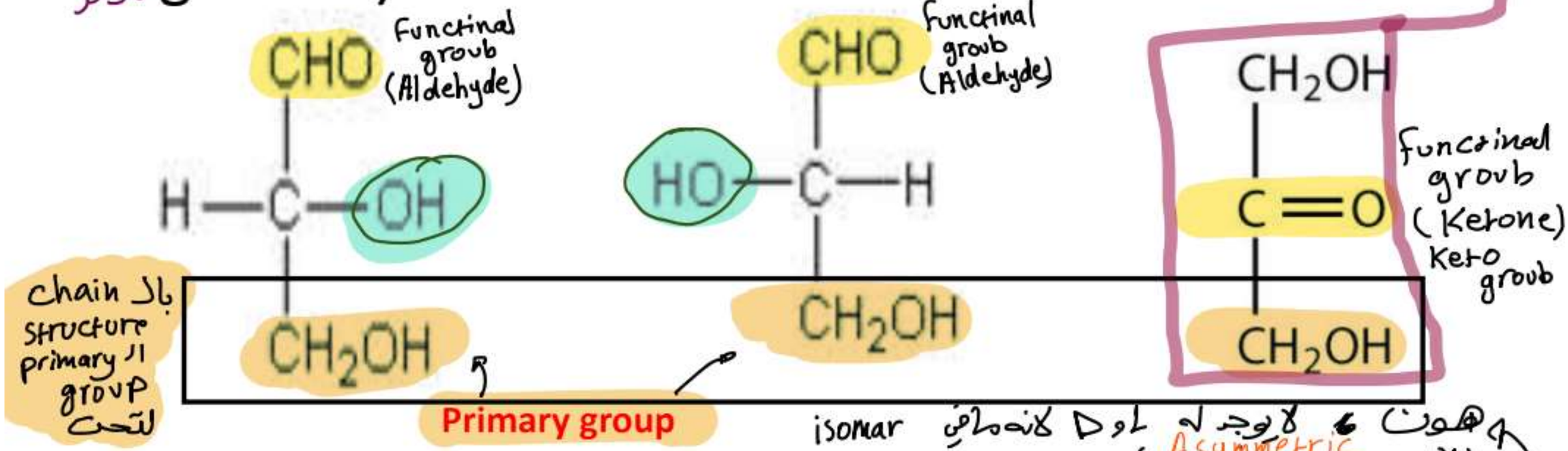
* الدكتور بالامتحان ممكن يجيب اسم غريب ما عمره مرق علينا وتكون نهايته ulose فـ احنا نعرف انه Keto-sugar

(monosaccharide) ابسط انواع السكريات

- Glyceraldehyde and dihydroxyacetone.(They are intermediates in the break down of glucose).

الوسيطة (المركب الوسيط) — تكسير/تفكيك — الجلوكوز

فقط — الصيغة البنائية



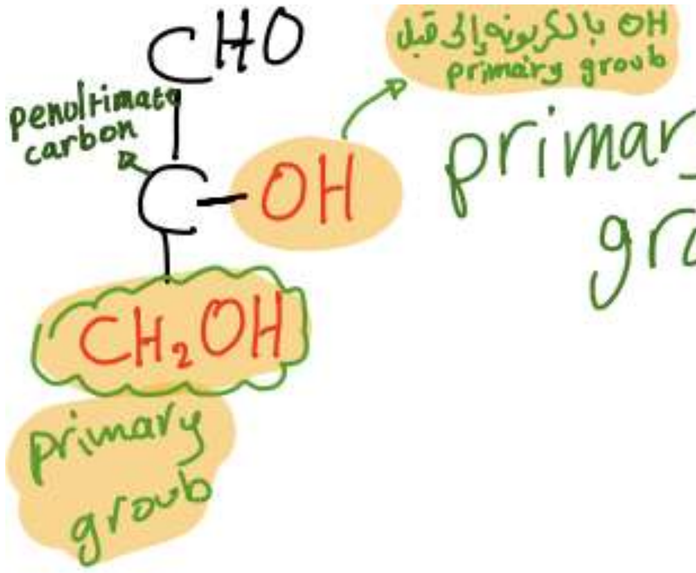
D- Glyceraldehyde | **L- Glyceraldehyde** | **Dihydroxyacetone**

Dihydroxyaldose | Dihydroxyketose

OH الـ عكس الكربونة — OH الـ يسار الكربونة — مجموعة OH

D & L denote the absolute configuration. i.e. D means that OH group on the subterminal carbon atom is at the right but L means OH group on the subterminal carbon atom is at the left.

على اليمين — تعني — مجموعة OH — على اليسار



* OH لما تكون بالكربون إلى قبل ال primary groub

بكون اسم هاي الكربون penultimate carbon .

لو ال OH (Chydroxi groub) اتجاهه لليمين بكون اسم المركب D-sugar .

ولو ال OH باتجاه اليسار بكون اسم المركب L-sugar

* D, L عادي تكون بال Aldo sugar و Kero sugar

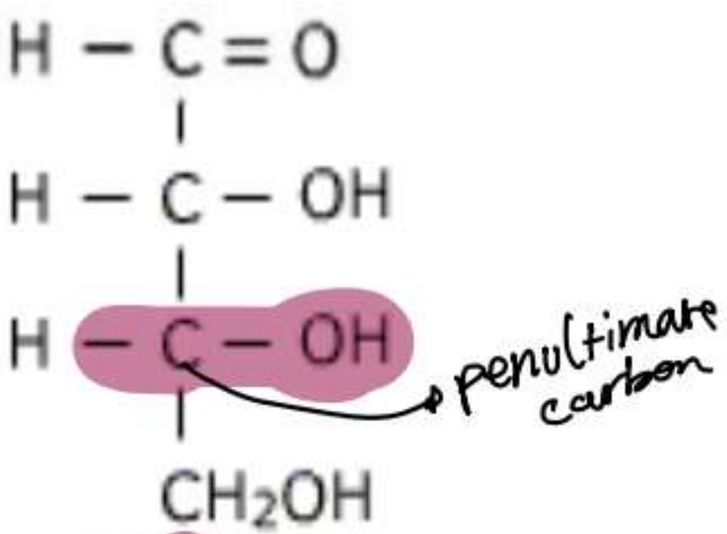
لكنها غير مسموحة بـ Dihydroxyacrtone لأنه ما فيه Asymmetric carbon

- **Examples of Tetroses are:**
- Aldotetrose: Erythrose
- Ketotetrose: Erythulose

Keto-sugar

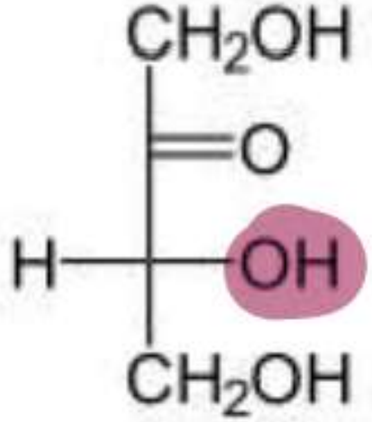
Erythrulose/DHA reacts with the amino acids in the proteins of the first layers of skin (the stratum corneum and epidermis)

Erythrose was first isolated in 1849 from rhubarb



Penultimate carbon

D-Erythrose



D-Erythrulose

D-Erythrulose

- **Most physiologically important isomers that can be utilized in the body are the D form**

معظم الأيزومرات المهمة الفسيولوجية التي يمكن استخدامها في الجسم هي

معظم السكريات تحت بشكل طبيعي وهي L-form مثل

- Some sugārs occur naturally in their L-forms:

- L-arabinose and L-fucose ($C_6H_{12}O_5$) which are components of glycoprotein

- L-xylulose (pentose) is an intermediate in metabolism and can be utilized by isomerization into D-form

- L- arabinose is an aldopentose present in some fruits such as cherries, grapes, plums, and prunes

Case مثال

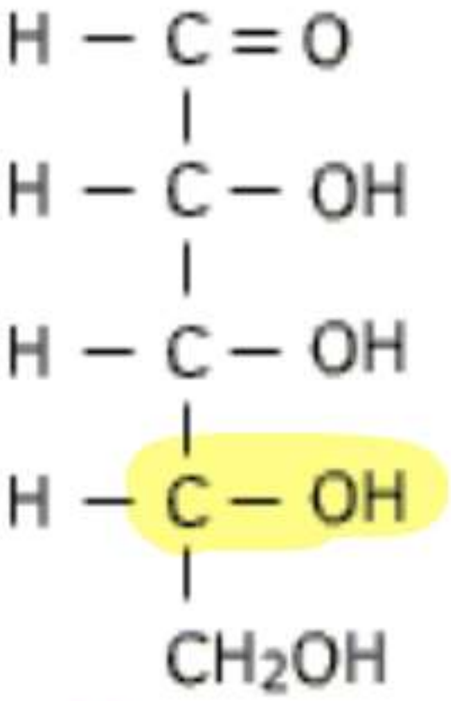
- Sarah, 28-year-old female, complains of intermittent abdominal discomfort and sweet-smelling urine
  مشكلة عدم راحة ببطنها بشكل متقطع — وفي رائحة سكر بالبول عندها

- Clinical Examination: Healthy with mild epigastric tenderness.
  بالتشخيص العملي لا يوجد شيء بس في شوية mild epigastric tenderness

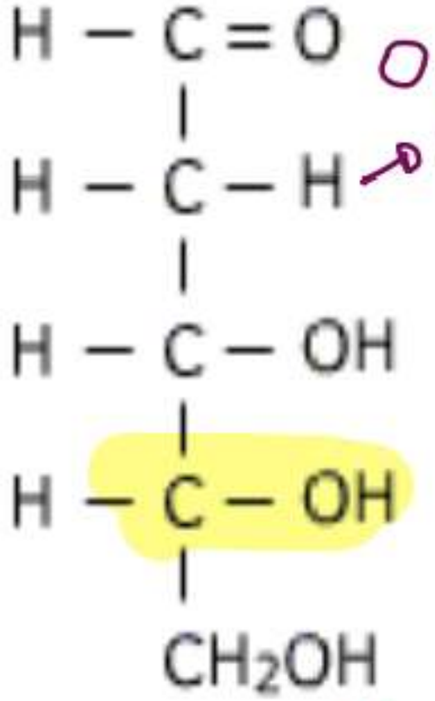
في فحص البول

- Urinalysis shows elevated sugars, blood: normal glucose
  في فحص البول وجدوا انه في سكريات عالية في البول
  مع انه مستوى السكر طبيعي في الدم وهذه اسباب هاد الاشي: انه الشخص بستهلك كميات من ال pentosugars الموجودة في الفواكه والعنب
  فهاي الكميات بتنزل بالبول فبتطلع ريحة السكر وهو مش جلوكوز
  او ممكن تكون مشكلة بالانزيمات اللي بتكسر ال pentosugars

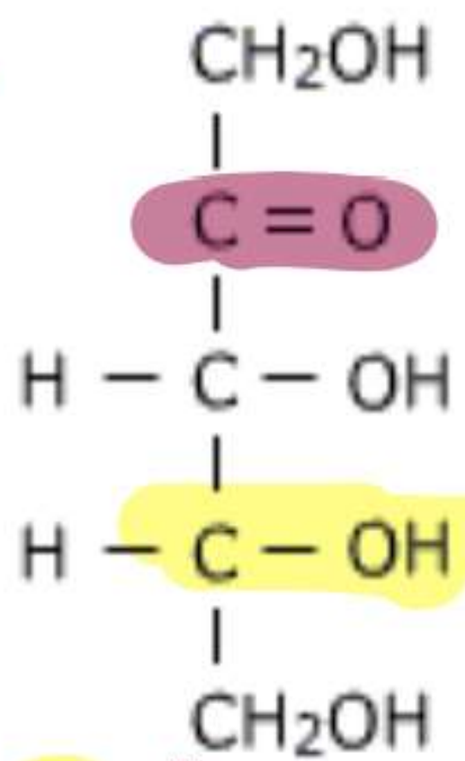
- **Examples of pentoses are:**
- aldopentoses: ribose and deoxyribose,
  ketopentose: ribulose



D- ribose



D- deoxyribose



D-ribulose

وظائف ال pentoses (Ribose) :-

Functions of pentoses:

- Ribose and deoxyribose enter in the structure of nucleic acids RNA and DNA.

RNA يدخل في تركيب Ribose
DNA يدخل في تركيب deoxyribose

- Ribose enters in the structure of ATP, GTP and other high energy phosphate compounds.

يدخل في تركيب Ribose مثل high energy compounds

- Ribose enters in the structure of coenzymes NAD,NADP and flavoproteins.

يدخل في تركيب coenzymes

- Ribose phosphate and ribulose phosphate are intermediates in pentose phosphate pathway (a minor pathway for glucose oxidation).

يدخل في تركيب pentose/hexose phosphat pathway
(هو مسار صغير لأكسدة الجلوكوز)

- They are components of some vitamins (ribitol in vitamin **B2)**

يدخل في تركيب بعض الفيتامينات مثل B2

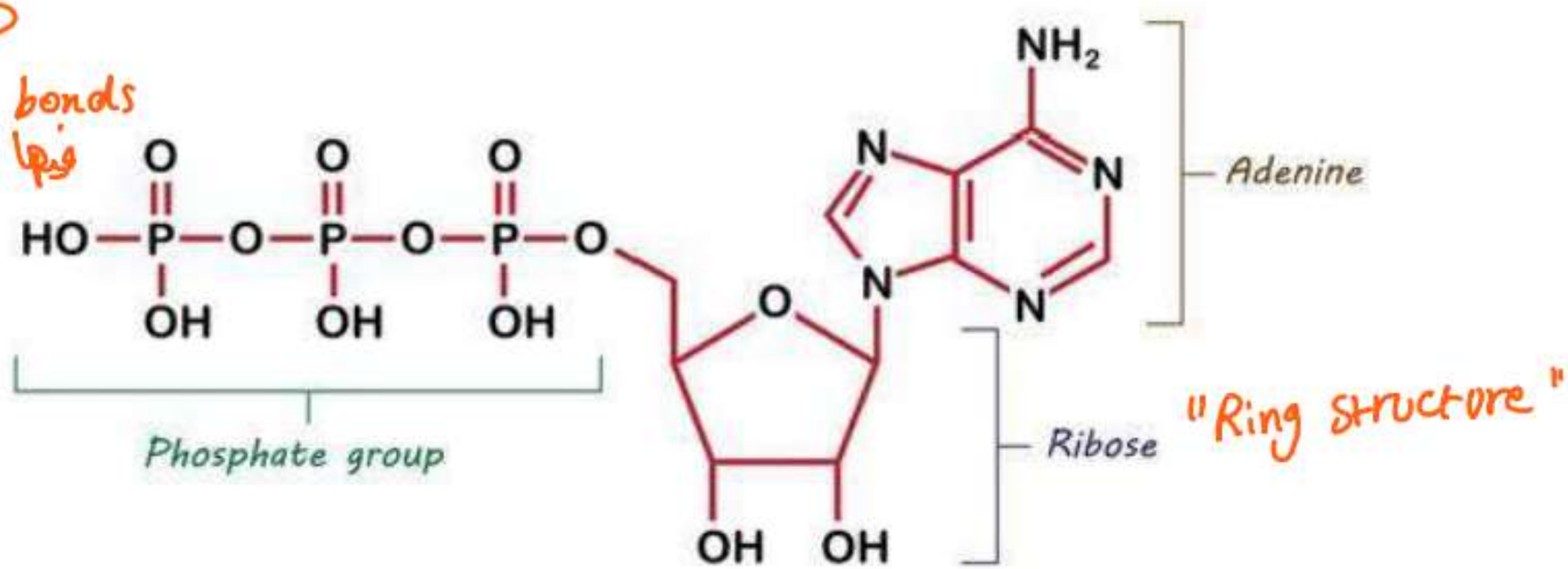
ATP

Biology ● ● ●

Adenosine Triphosphate (ATP)

high energy

-; ATP
high energy bonds
وفيها طاقة
وواحد من مكوناتها
. Ribose هو



- Energy-carrier in all of living things
- Consist of nitrogenous base (adenine), sugar (ribose) and phosphate group

Asymmetric carbon atom:

اربع مجموعات مختلفة مرتبطة بالكربونة

- It is the carbon atom to which four different groups or atoms are attached. Any substance مادة ايّ containing تحتوي على asymmetric carbon atom has optical activity & optical isomerism

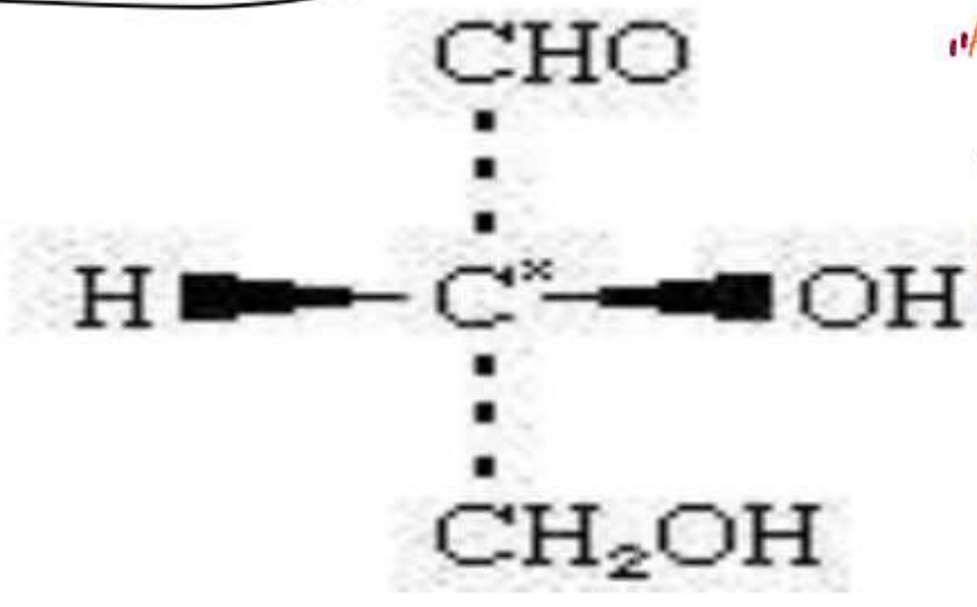
يكون لديها

Dihydroxyacetone هوا sugar الوحيد

"Asymmetric carbon" Chiral carbon الي ما فيه

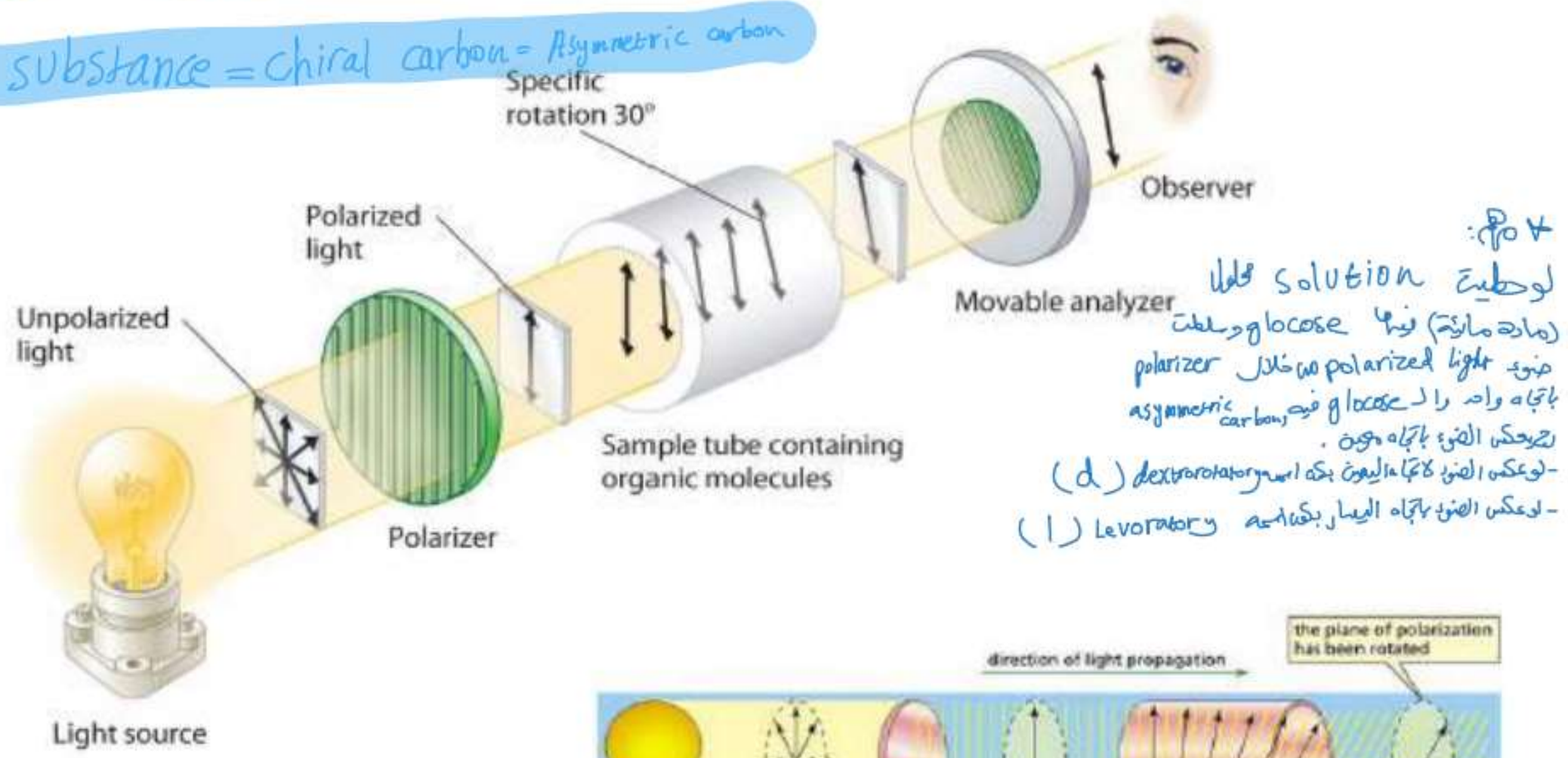
ما هي الـ Chiral carbon او Asymmetric carbon ؟

هي كربونة ماسكة بأربع ذرات مختلفين عن بعض

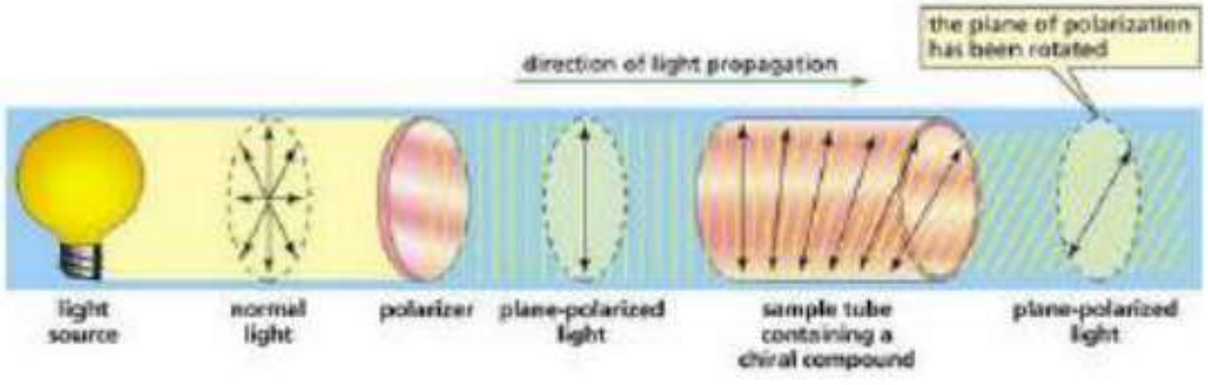


- A **polarimeter** is a scientific instrument used to measure the angle of rotation caused by passing polarized light through an optically active substance.

* ACTIVE substance = Chiral carbon = Asymmetric carbon



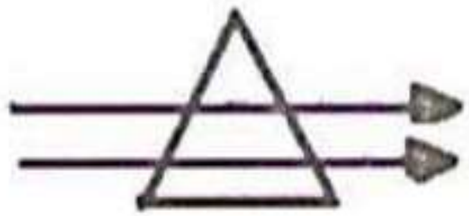
Fructose = levulose



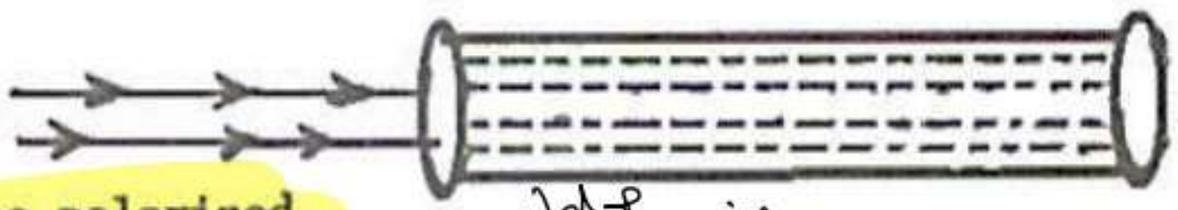
Optical activity

- It is the ability of substance to rotate plane polarized light (P.P.L) either to the right or to the left.
- If the substance rotates plane polarized light (light vibrate in one direction) to the right it is called: **dextrorotatory** or d or **(+)**.
- If it rotates plane polarized light to the left it is called **levorotatory** or l or **(-)**.
- Glucose contains 4 asymmetric carbon atoms. It is dextrorotatory so it is named **dextrose**
- Fructose contains 3 asymmetric carbon atoms. It is levorotatory so it is called **levulose**

Ordinary light
(i.e. light vibrates in all directions)



Plane polarized light
(i.e. light vibrates in one direction)



دوران الضوء لليمين واليسار يعتمد بشكل اساسي على

- The optical rotation is proportional to the concentration of the optically active substances in solution / Asymmetric carbons

تركيز

المواد النشطة في المحلول

الاستقطاب

- Polarimetry may therefore be applied for concentration measurements

* قياسات التركيز والنقاء مهمين في تحديد جودة المواد والمكونات في الطعام، المشروبات وصناعات الادوية

- Concentration and purity measurements are especially important to determine product or ingredient quality in the food & beverage and pharmaceutical industries

Isomers

مركبات تتشابه بالصيغة الجزيئية "molecular formula" وبختلفوا في الصيغة البنائية "structural formula"
(H, C, O have to be the same)

- It is the ability of substance to present in more than one form (isomer). وجود المادة بأكثر من شكل form

- A substance containing one asymmetric carbon atom has 2 isomers. المادة اللي تحتوي على one asymmetric carbon ← 2 isomers يكون ليها

- A substance containing 2 or more asymmetric carbon atoms can exist in a number of isomers = 2^n where n is the number of asymmetric carbon atoms. e.g. glucose has 4 asymmetric carbon atoms so the number of its isomers equal $2^4 = 16$ isomers.

المادة اللي تحتوي على اكثر من asymmetric carbon ← يتم حساب عدد isomers ليها من خلال الصيغة 2^n حيث ان n هو عدد asymmetric carbon

اول سؤال نسأله

same molecular formula? — نفس الصيغة الجزيئية

No → Non-isomers

Yes → Isomers

السؤال الثاني

Isomers

Same molecular formula- different compounds

Constitutional

نفس عدد الـ # لكن الشكل تحليلياً مختلف الروابط والمجموعات الوظيفية لماكنهم مختلفة

same formula, different connectivity

نفس الـ connectivity ونفس عدد C, H لكن مختلف (الترتيب) arrangement

Stereo

same formula, same connectivity, different arrangement

Enantiomers

mirror images

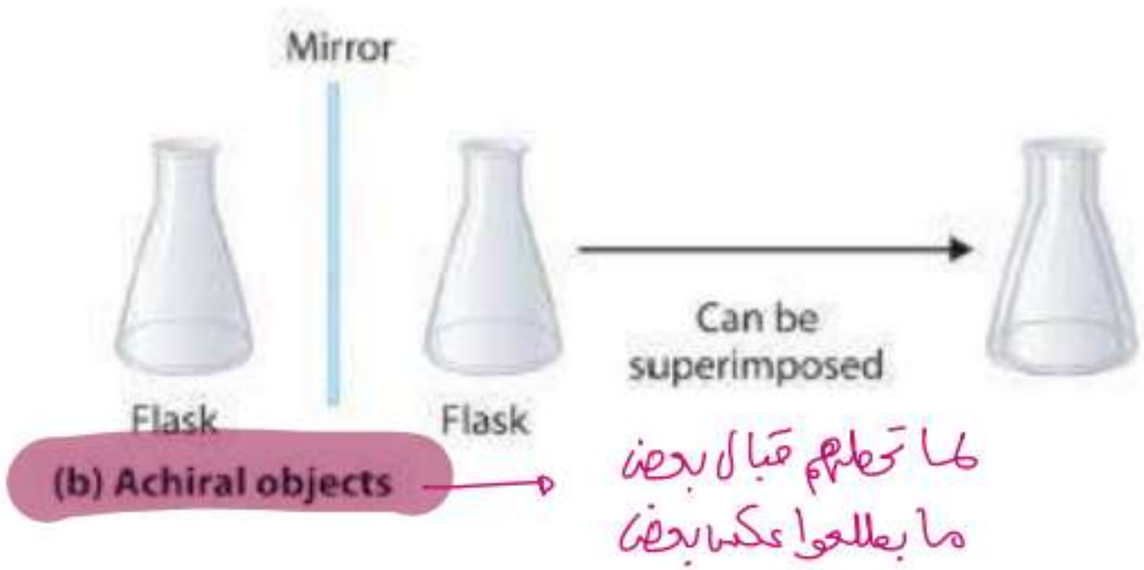
زي المرايا ، لو تحطهم قبال بعض بطلعوا عكس بعض

Diastereomers

not mirror images

هاي مثل صورة المرايا ، لو تحطهم قبال بعض ما بطلعوا عكس بعض

لما تحطهم قبال بعض بطلعوا عكس بعض



لما تحطهم قبال بعض ما بطلعوا عكس بعض

مركبات

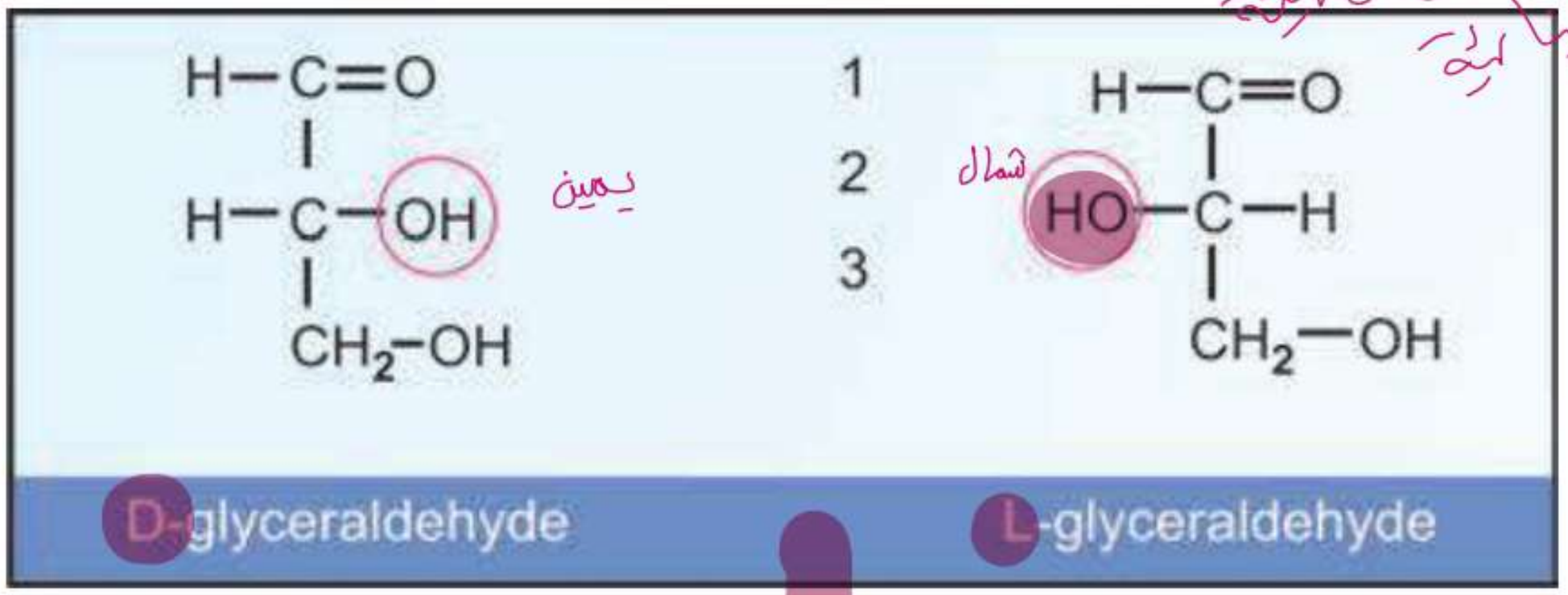
Compounds having same structural formula, but differing in spatial configuration are known as stereoisomers

كلهم نفس الصيغة البنائية

لكنهم يختلفوا في الترتيب (الاماكن) تبعتهم يسموا بـ

What is this?

لهم نفس الصيغة البنائية



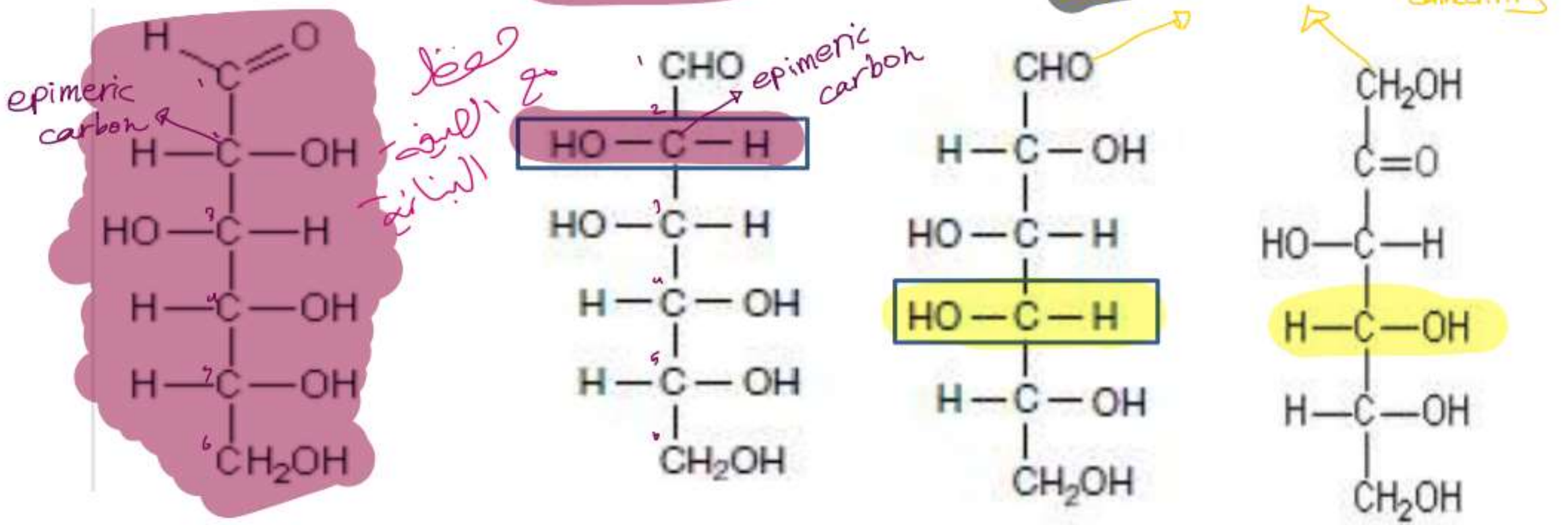
Enantiomers

* لهلهم جد ٢ جد ٢ ، انت مطالب انك تكون صامم جسم هاد ال structure واذا ما اجاك بالمد رح يحيك بالفايفل .

Examples of hexoses are:

- aldohexoses: glucose, mannose and galactose,
- ketohexoses: fructose

constitutional → هيك نفسيا ال connectivity



حفظ الفيشر مع البنائية

الاختلاف بينهم بكربونة واحدة فقط وهي كربونة رقم 2 وهون بكون اسمهم epimers

الاختلاف بينهم بكربونة رقم 4

Galactose and mannose are not epimers but diastereo-isomers.

Epimeric carbon & epimers:

لما يكون الاختلاف بين مركبين بكربونة واحدة فقط بكونا مركبين Epimers والكربونة اللي فيها اختلاف بكون اسمها Epimeric carbon

هي عبارة عن سكريات تختلف بالترتيب حول كربونة واحدة

- **Epimers**: These are sugars which differ only in the configuration around a single carbon atom. e.g. Glucose & mannose with respect to C_2. Also, glucose & galactose with respect to C_4
  - The contain more than one asymmetric carbon atom, all of which identical but only one is different

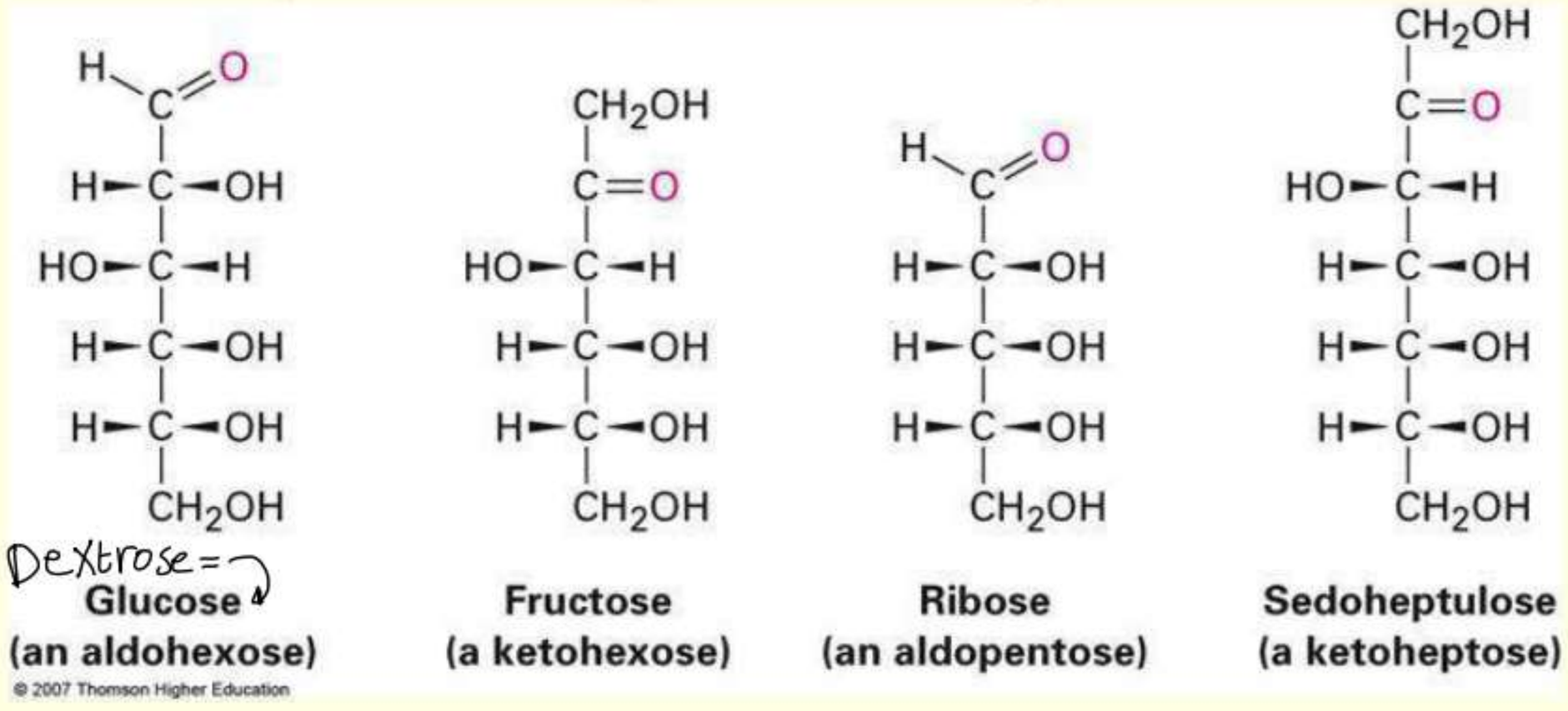
تركيب

الكربونة اللي بصير فيها الاختلاف

- **Epimeric carbon**: e.g. carbon number 2 in glucose & mannose & carbon number 4 in glucose and galactose.

Aldoses and Ketoses

- *aldo-* and *keto-* prefixes identify the nature of the carbonyl group
- *-ose* suffix designates a carbohydrate
- Number of C's in the monosaccharide indicated by root (-tri-, tetra-, penta-, hexa-)



© 2007 Thomson Higher Education

- **Importance of hexoses:**

D-glucose "grape sugar": سكر العنب

- It is called dextrose (dextro-rotatory).
- It is the most important sugar of carbohydrates.
- It is one of major sources of energy in the body.
- It is the principle sugar used by the tissues.
- It is widely present in fruits & vegetables associated with fructose.
- It enters in the formation of disaccharides & polysaccharides. eg: glycogen /starch
- In the liver & other tissues, it is converted to all carbohydrates in the body e.g. glycogen, galactose, ribose &fructose.

سمي dextrose لأنه يسمى أيضاً glucose لأنه ينفذ الضوء المستقطب polarized light ← (dextro-rotatory) لليمين.

* The glocose/ dextrose very important sourse of energy.
حيث أن Brain/RPC يستهلكوا الـ glocose

يدخل في تكوين (1) (2)

يتحول الجلوكوز في الكبد وأنحاء أخرى في الجسم إلى جلايكوجين
جالاكتوز - رايبوز - فركتوز

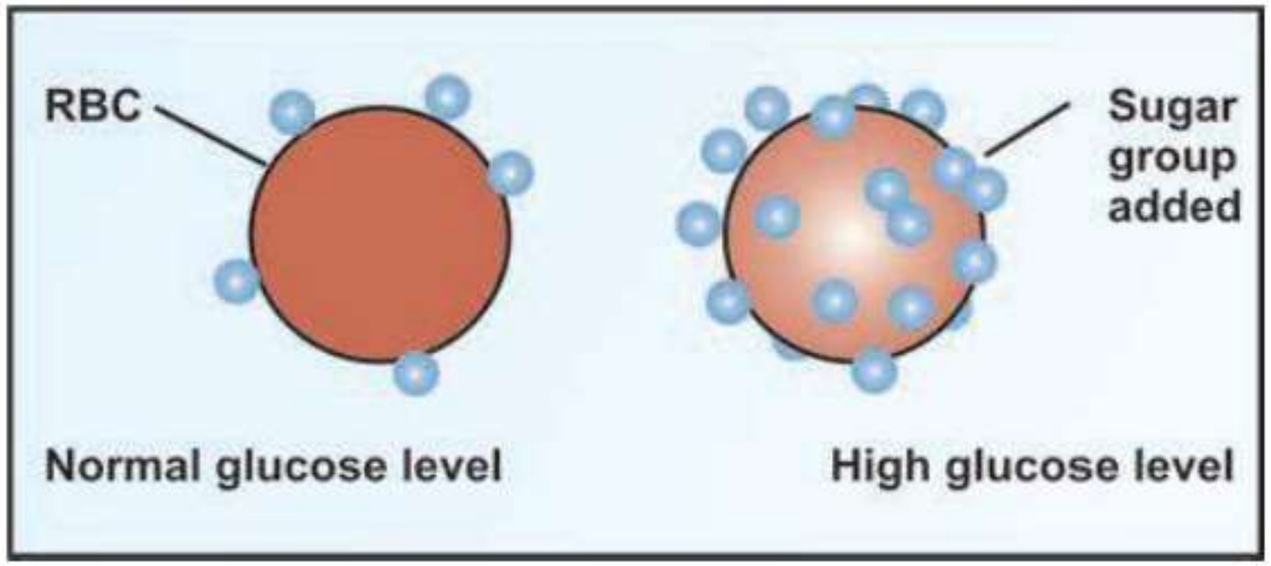
Table 24.1. The plasma glucose levels in OGTT in normal persons and in diabetic patients

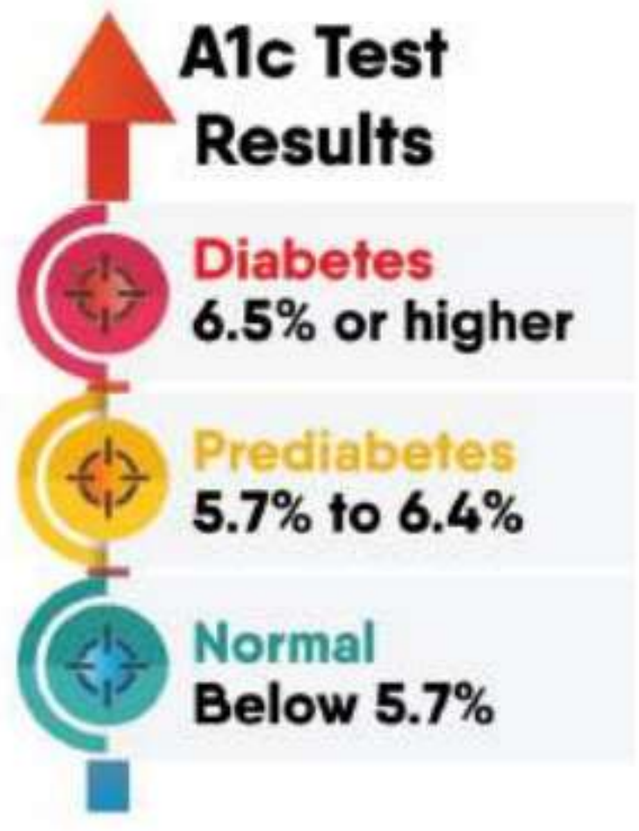
	Normal persons	Criteria for diagnosing diabetes	Criteria for diagnosing IGT
Fasting	< 100 mg/dl <(6.1mmol/L)	> 126 mg/dl >(7.0 mmol/L)	110 to 126 mg/dl
1 hr (peak) after glucose	< 160 mg/dl < (9 mmol/L)	Not prescribed	Not prescribed
2 hr after glucose	< 140 mg/dl < (7.8 mmol/L)	> 200 mg/dl >(11.1 mmol/L)	140 to 199 mg/dl

* في اشي اسمه سكري تناقضي ، عندما يزيد مستوى السكر في الدم كثير جدا يصير في اشي اسمه glycosilated hemoglobin (حيث ان السكر يرتبط بالبروتين بدون حاجة لانزيما = فيرتبط السكر بالهيموجلوبين ، لانه الهيموجلوبين يعيش لمدة ثلاث شهور (120 day) لذلك السكري التراكمي يقيس كم كان مستوى السكر خلال 3 شهور الماضيين ، لذلك مرضى السكري يعطوا فحص HPA1C

Box 24.3. Diagnostic Criteria for Diabetes Mellitus

1. If the fasting plasma glucose is more than 126 mg/dl, on more than one occasion.
2. Or, if 2 hr post-glucose load value of OGTT is more than 200 mg/dl (even at one occasion).
3. Or, if both fasting and 2 hr values are above these levels, on the same occasion.
4. If the random plasma glucose level is more than 200 mg/dl, on more than one occasion. Diagnosis should not be based on a single random test alone; it should be repeated.


RBC
Sugar group added
Normal glucose level
High glucose level


A1c Test Results
Diabetes
6.5% or higher
Prediabetes
5.7% to 6.4%
Normal
Below 5.7%

Box 24.6. Criteria for Diagnosis of Metabolic Syndrome (اعراض ماقبل السكري)

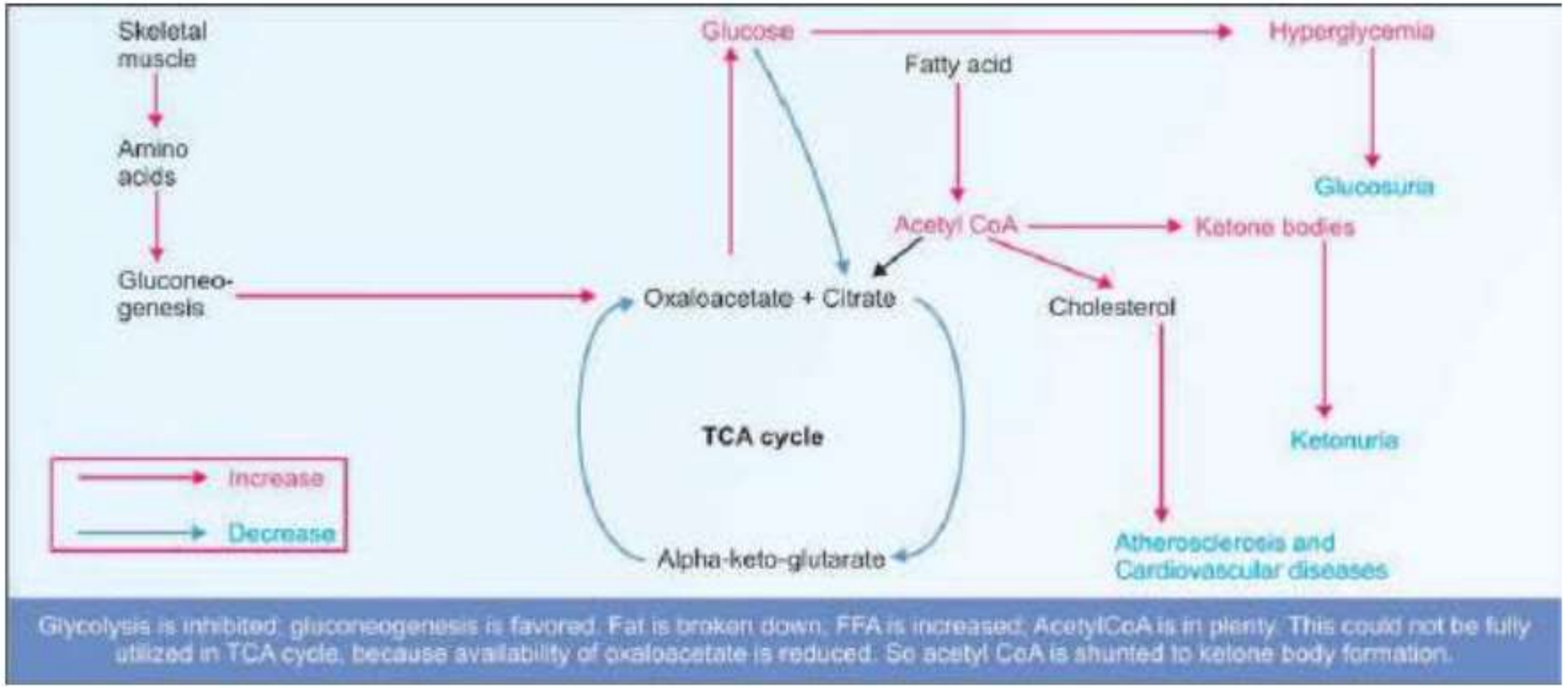
لازم Metabolic syndrome حتشان الشخص يكون عنده 3 يكون عنده ثلاث شغلات من أصل 5

i. Elevated waist circumference: (For men >90 cm and for women, >80 cm).
ii. Elevated triglycerides: >150 mg/dL — الدهون الثلاثية
iii. Reduced HDL ("good") cholesterol: For men, <40 mg/dL; for women, < 50 mg/dL — الدهنيات الجيدة
iv. Elevated blood pressure: >130/85 mm Hg — يكون الضغط شوي عالي
v. Elevated fasting glucose: >100 mg/dL — السكري للإنسان الصايم اعلى من 100
vi. Insulin resistance (hyperinsulinemia)
vii. Additional parameters include: coagulation abnormalities, hyperuricemia, microalbuminuria non-alcoholic steato-hepatitis (NASH) and increased CRP.
viii. Diagnosis is made, if any 3 out of the 5 criteria given above.

* السبب الاساسي لـ Metabolic syndrome :
1- استهلاك مواد غذائية لاتصلح للبشر
2- عادات صحية سيئة

This slide for your information

Diabetes biochemistry (FYI)



D-fructose "fruit sugar":

levulose سوايضاً بـ Fructose
لانه Levo-rotatory يتفتت
polarized Light
نحو اليسار

- It is called Levulose (levo-rotatory).
- It is the main sugar of semen (Source of energy for the sperms).

السكر الرئيسي للسائل المنوي (مصدر الطاقة للحيوانات المنوية)

why?
- It is sweeter than glucose.
- It is present in honey & fruits.
- It enters in the formation of sucrose.
- In the liver, it is converted into glucose.

D-galactose"milk sugar": موجود بالحليب

- It is synthesized in mammary gland to make the lactose of milk.
- In the liver, it can be converted into glucose.
- It enters in the structure of **glycolipids** which are found in many tissues especially in C.N.S.

D- mannose: موجود بالبروتينات السكرية glycoprotines

- It is a constituent of many glycoproteins.

homework واجب

Analyzing Carbohydrate Consumption in Jordan: Health and Economic Impact

شو رأيكم أحل الواجب عنكم كمان ؟ حلوا حلوا موفقين شغف ♡

- Q1: Identify prevalent carbohydrate sources in the Jordanian diet and their nutritional significance
  - A. Identify commonly farmed “nutritional” fruits and vegetables in Jordan and state why they are healthy
  - B. Identify commonly used “non-healthy” carbs in Jordan and state why they are unhealthy
  - C. Identify the most affordable “healthy” carbs in Jordan
- Q2: How do economic considerations influence carbohydrate consumption patterns in Jordan?
- Q3: Propose medical, economic and farming strategies to promote healthier carbohydrate choices in Jordan, considering affordability.

هذا التفريغ عن روح
أبي
"حسن الدهابيح"
بتمنى من الي استفاد منه يترحم عليه
ويقرأ الفاتحة عن روحه ♥