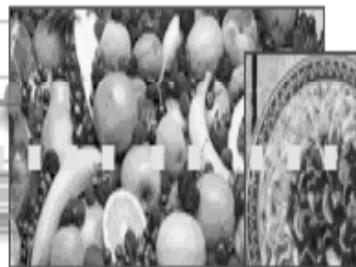


# Carbohydrates

CARBOHYDRATES

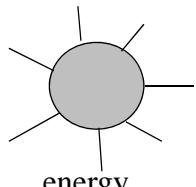


Prof. Zaid Alassaf

- يتم توليد الكربوهيدرات في النباتات من خلال التمثيل الضوئي، وهي مصدر هام للطاقة.  
تشكل الكربوهيدرات (**CHOs**) الطاقة المخزنة للنباتات والحيوانات (النشا، الغليكوجين والسليلوز).  
تؤدي **CHOs** وظائف فيزيولوجية هامة في جسم الإنسان كجزء من البروتينات السكرية والشحميات السكرية

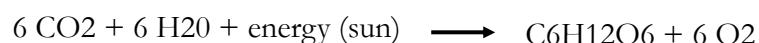
## Photosynthesis

### Sun's energy becomes part of glucose molecule



Carbon dioxide  
Water  
Chlorophyll

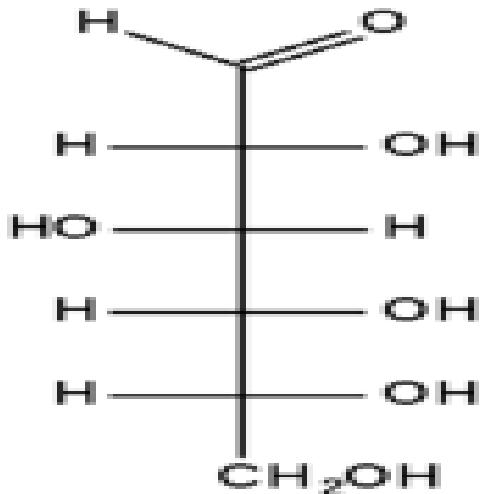
→ GLUCOSE



التسمية



## الغلوکوز

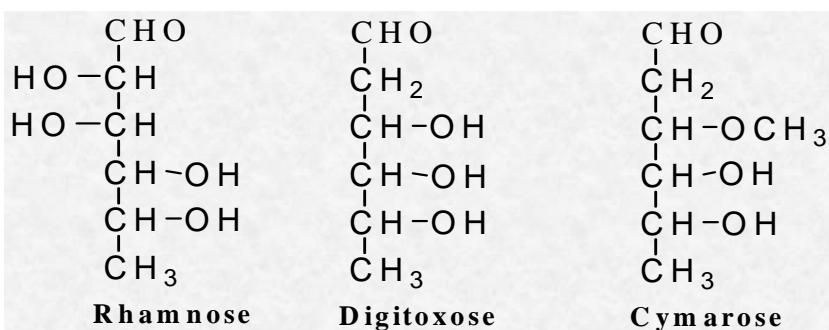


5

Prof. Zaid Alassaf

20 تشرين الثاني، 20

## سكاريدات شاذة عن القاعدة العامة



*6-deoxy sugar*

*2,6-dideoxy sugar*

*cardiac glycosides*

6

# Carbohydrates classification

Copyright © The McGraw-Hill Companies, Inc. Permission required for reproduction or display.

<b>Simple</b>	<b>Monosaccharides</b> <i>Glucose, fructose, galactose</i>
	<b>Disaccharides</b> <i>Sucrose, lactose, maltose</i>
	<b>Polysaccharides</b> <i>Starches (amylose and amylopectin), glycogen</i>
<b>Complex</b>	<i>Most dietary fibers</i>

7

# Monosaccharides

## تعريف

- هي مركبات عضوية تحمل وظائف الألدهيدية أو سيتونية ووظائف كحولية ، بعض مشتقاتها تحمل وظائف إضافية كالحموض والأمينات .

## Functional Groups المجموعة الوظيفية

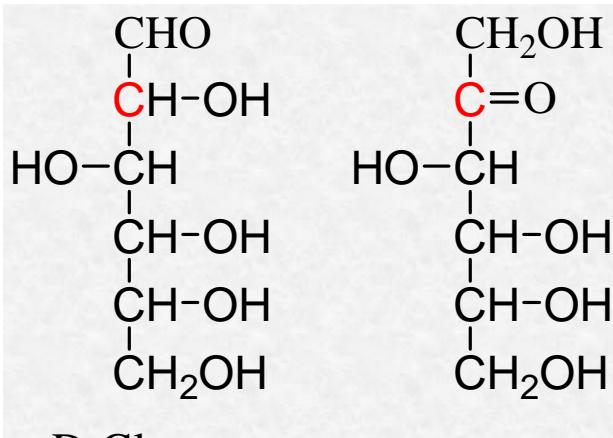
**Aldoses** contain the aldehyde group -

Monosaccharides in this group are glucose, galactose, ribose, and glyceraldehyde

**Ketoses** contain the ketone group - The major sugar in this group is fructose.

الألوز تحتوي على مجموعة ألدهيد - سكاكرو وحيدة تضم هذه المجموعة الغلوکوز، الغلاكتوز، الريبيوز، و غليسير الدهید.

كيتوز تحتوي على مجموعة كيتون - السكر الرئيس في هذه المجموعة هو الفركتوز.



11

Prof. Zaid Alassaf

20 تشرين الثاني، 20

## Carbohydrates - Classification

<u>سكاكر وحيدة</u>	<u>سكاكر ثنائية</u>	<u>عديدات السكر</u>
Glucose	Sucrose	Starch
Galactose	Maltose	Glycogen
Fructose	Lactose	Cellulose
Ribose		
12	Prof. Zaid Alassaf	20 تشرين الثاني، 20

## Common Carbohydrates

Name	Derivation of name and Source
Monosaccharides	
Glucose	, blood sugar, dextroseFrom Greek word for sweet wine; grape sugar من الكلمة اليونانية للنبيذ الحلو. سكر العنب ، سكر الدم، سكر العنب ..
Galactose	found as a component of lactose in milk.Greek word for milk--"galact", الكلمة اليونانية للحليب - "غالاكت"，ووجد كجزءا من اللاكتوز في الحليب.
Fructose	Latin word for fruit--"fructus", also known as levulose, found in fruits and honey; sweetest sugar. كلمة لاتينية للفاكهة - "فروكتوز"，المعروف أيضا باسم ليفلوز، وجد في الفواكه والعسل أحلى من سكر الماندة.
Ribose	Ribose and Deoxyribose are found in the backbone structure of RNA and DNA, respectively. <small>Prof. Zaid Allassaf</small>

13

20 تشرين الثاني، 2020

### Disaccharides - contain two monosaccharides

Sucrose	French word for sugar--"sucre", a disaccharide containing glucose and fructose; table sugar, cane sugar, beet sugar.
Lactose	Latin word for milk--"lact"; a disaccharide found in milk containing glucose and galactose.
Maltose	French word for "malt"; a disaccharide containing two units of glucose; found in germinating grains, used to make beer.

14

Prof. Zaid Allassaf

20 تشرين الثاني، 2020

Common Polysaccharides	
Name	Source
Starch	Plants store glucose as the polysaccharide starch. The cereal grains (wheat, rice, corn, oats, barley) as well as tubers such as potatoes are rich in starch.
Cellulose	The major component in the rigid cell walls in plants is cellulose and is a linear polysaccharide polymer with many glucose monosaccharide units.
Glycogen	This is the storage form of glucose in animals and humans which is analogous to the starch in plants. Glycogen is synthesized and stored mainly in the liver and the muscles.

15

Prof. Zaid Alassaf

20 شرين الثاني، 20

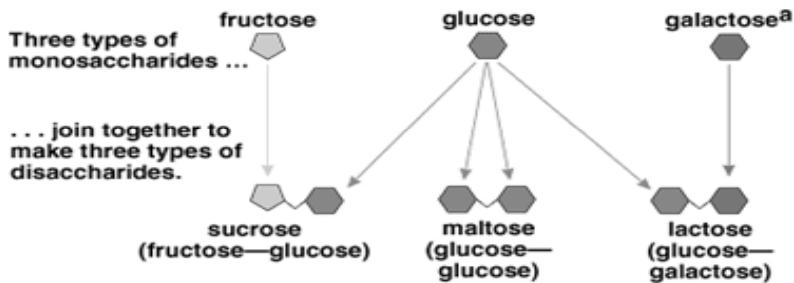
# Disaccharides

16

Prof. Zaid Alassaf

20 شرين الثاني، 20

## Disaccharides



A note on the glucose symbol:  
The glucose molecule is really a ring of 5 carbons and one oxygen plus a carbon "flag."



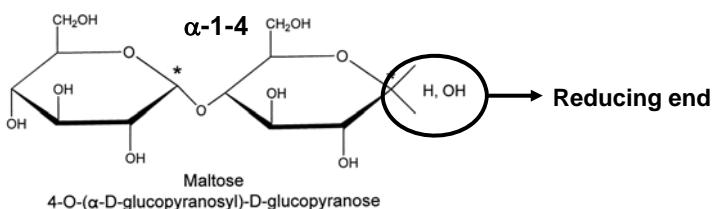
For convenience, in this and other illustrations, glucose is symbolized as or .

© 1999 Wadsworth Publishing Company/H.F. Zaid Alassaf

٢٠ شرين الثاني، ٢٠

## Maltose

- 2 units of glucose
- Forms from the breakdown of starch during malting of grains (barley) and commercially by using enzymes ( $\beta$ -amylase)
  - E.g. malt beverages; beer
- Used sparingly as mild sweetener in foods
- Very hygroscopic
- OH-group can be reactive and we term this as a **REDUCING SUGAR**
  - Is free to react with oxidants



## Lactose intolerance

Food products

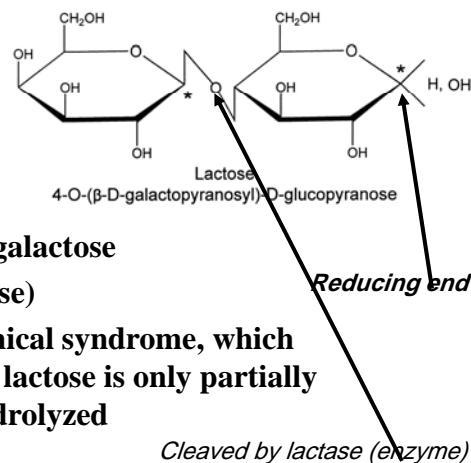
Milk

Unfermented dairy products

Fermented dairy products

Contain less lactose

Lactose converted to lactic acid

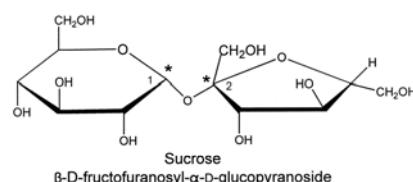


- Lactose  $\rightarrow$  D-glucose + D-galactose  
lactase ( $\beta$ -galactosidase)

- *Lactose intolerance* is a clinical syndrome, which happens when the ingested lactose is only partially hydrolyzed or not at all hydrolyzed

## Sucrose

- Non-reducing sugar
- Sweetener
- Energy source for human beings
- Principal sources: sugar cane & sugar beets



The bond can be broken by hydrolysis

- Enzyme (fructosidase invertase)

- Acid/heat

Product called **invert sugar**

# polysaccharides

21

Prof. Zaid Alassaf

20 شرين الثاني، 20

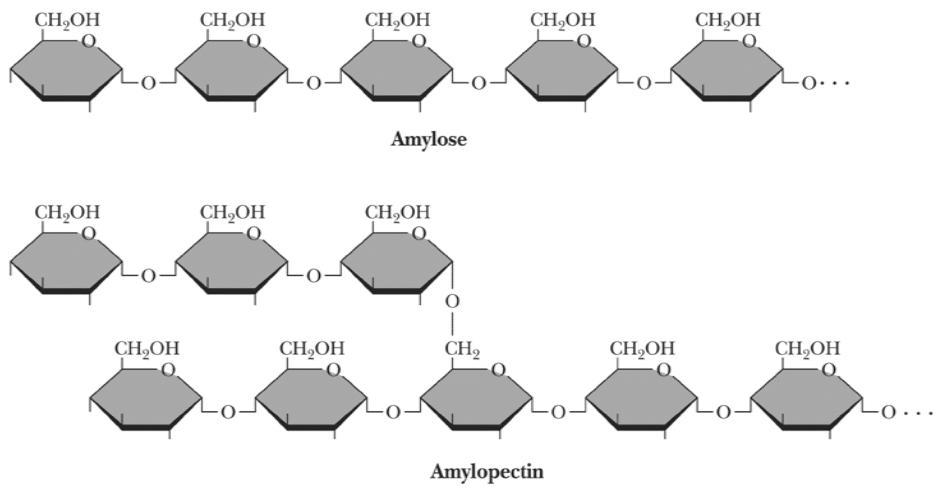
## STARCH

- **Amylose:** D-glucopyranose with alpha-1,4 bonds between glucose units. Repetitive unit is maltose. Generally 200-2500 units
- **Amylopectin:** It is also formed by glucose units, but every 12-15 units it has an alpha-1,6 bonds which creates branches.

22

Prof. Zaid Alassaf

20 شرين الثاني، 20



**Amylose and amylopectin are the 2 forms of starch. Amylopectin is a highly branched structure, with branches occurring every 12 to 30 residues**

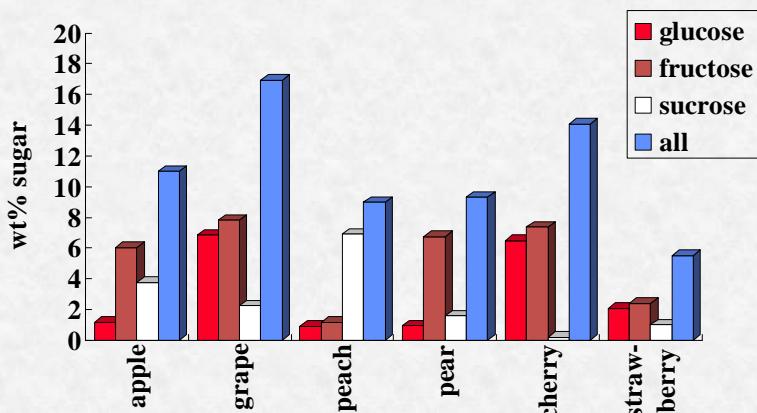
Prof. Zaid Alassaf

20 شرين الثاني، 20

# Sugar Sources

## Sugars in Fruits

- **% Sugar of total fruit weight** (Fennema, 1985; © Marcel Dekker)



- High in fructose; other sugars present also

25

Prof. Zaid Alassaf

20 تشرين الثاني، 20

## Relative Sweetness of Sugars

Sucrose	100
Glucose	74
Fructose	174
Lactose	16
Invert Sugar	126
Maltose	32
Galactose	32

26

Prof. Zaid Alassaf

20 تشرين الثاني، 20

# CARBOHYDRATE DETERMINATION

27

Prof. Zaid Alassaf

٢٠ شرين الثاني، ٢٠

## CARBOHYDRATE DETERMINATION

### **1. Monosaccharides and Oligosaccharides**

- A- Reducing methods
- B - Polarimetry
- C. Enzymatic Methods
  - 1. Glucose oxidase
  - 2. Hexokinase
- D. Chromatography Method
  - 1. Paper or thin layer chromatography
  - 2. Gas chromatography
  - 3. Liquid column chromatography

### **2. Polysaccharides**

Prof. Zaid Alassaf

٢٠ شرين الثاني، ٢٠

## مقاييس السكريات

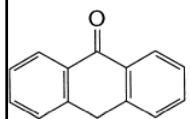
### 1 - وحيدات السكر Monosaccharides and Oligosaccharides

- Reducing methods
- |                   |                      |
|-------------------|----------------------|
| Polarimetry       | B- مقياس الاستقطاب   |
| Enzymatic Methods | C- الطرائق الإنزيمية |
| Glucose oxid      | 1. أوكسيديز الغلوكوز |
| Hexokinase        | 2. هيكسوكيナز         |
- D- طرائق الكروماتوغرافيا
1. على الورق أو طبقة رقيقة
  2. كروماتوغرافيا غازية
  - HPLC .3

### 2 - عديدات السكريات Polysaccharides

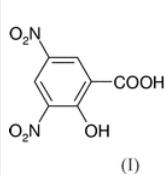
## الكاشف التشخيصية

## CHEMICAL METHODS

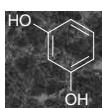


**ANTHRONE reacts primarily with hexoses**

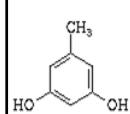
- Read at 620 nm
- Anthrone + carbohydrate +  $H_2SO_4 \rightarrow$  blue-green color
- Also measuring furan derivatives



**3,5-DINITROSALICYLIC ACID reacts with reducing sugars in alkali to form brown-red color that can be measured on a spec**



- **RESORCINOL (a phenol) reaction is primarily with ketoses to form a colored complex Seliwanoff's Test**

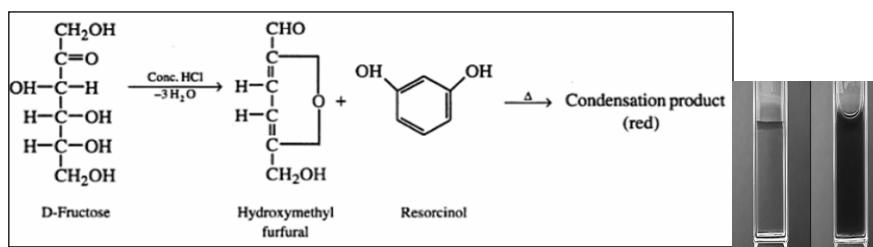


Prof. Zaid Alassaf

٢٠ شرين الثاني، ٢٠

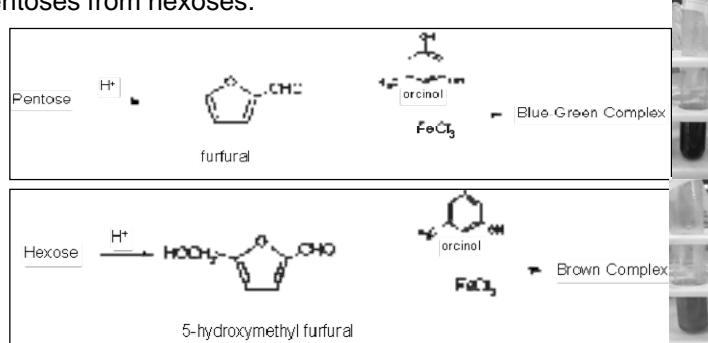
### *Seliwanoff's Test*

- Principle: Seliwanoff's Test uses 6M HCl as dehydrating agent and resorcinol as condensation reagent. The test reagent dehydrates ketohexoses to form 5-hydroxymethylfurfural. 5-hydroxymethylfurfural further condenses with resorcinol present in the test reagent to produce a cherry red product within two minutes. Aldohexoses react to form the same product, but do so more slowly giving yellow to faint pink color.



## Bial's Test

- This test is used to distinguish pentoses from hexoses.
- Bial's reagent contains {orcinol (5-methylresorcinol) in concentrated HCl with a small amount of FeCl<sub>3</sub> catalyst}.
- The test reagent dehydrates pentoses to form furfural.
- Furfural further reacts with orcinol and the iron ion present in the test reagent to produce a bluish product. This test is used to distinguish pentoses from hexoses.



## بعض السكريات المرجعة وغير المرجعة

### Reducing sugars

- Monosaccharides
  - Glucose
  - Fructose
  - All others
- Di and oligosaccharides
  - Maltose
  - Lactose

### Non-reducing

- Monosaccharides
  - None
- Di and oligosaccharides
  - Sucrose
  - Raffinose
  - Stachyose

## الطرائق المرتكزة على الخاصة الإرجاعية

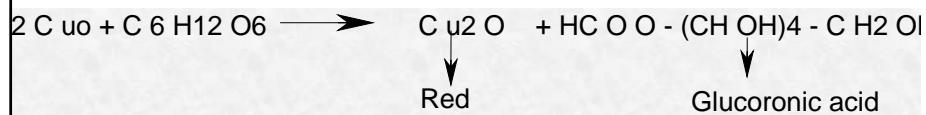
- طريقة فهلنگ Fehling
- طريقة مقياس اليود Luff – Schoorl
- طريقة برتران Bertrand

## الطرائق المرتكزة على الخاصة الإرجاعية

- طريقة فهلنگ Fehling
- طريقة مقياس اليود Luff – Schoorl
- طريقة برتران Bertrand

## Reducing methods Principle

المبدأ : تحديد حجم محلول السكر المراد معايرته اللازم لإزالة لون محلول فهلنغ ومقارنته بمحلول سكري معلوم التركيز



## مشعرات طريقة فهلنغ

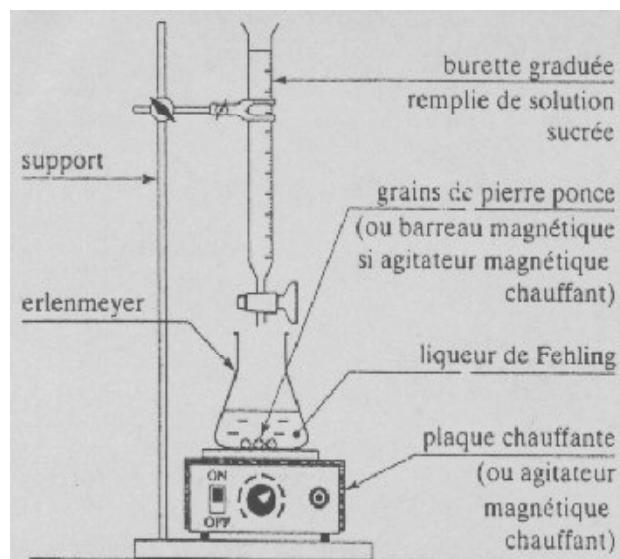
A محلول •

34.64 g	CuSO <sub>4</sub> , 5H <sub>2</sub> O
5 ml	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>
Q.S.P 1000 ml	ماء مقطر

B محلول •

ططرات الصوديوم والبوتاسيوم	200 g
NaoH	150 g
Q.S.P 1000 ml	ماء مقطر
محلول فيروسيانور البوتاسيوم % 15	•

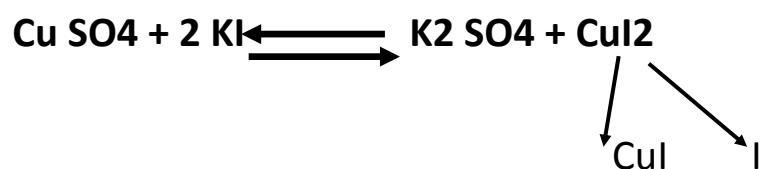
## Fehling's Steeps



39

20 تشرين الثاني، 20

## Luff -Schoorl



40

Prof. Zaid Alassaf

20 تشرين الثاني، 20

## المشعرات

1 - محلول نحاس قلوي

25 غ كبريتات النحاس 5 جزيئات ماء

50 غ حمض الليمون

143.8 غ فحمات الصوديوم

1000 ماء كمية كافية

2 - محلول يودور البوتاسيوم 30 %

3 - محلول حمض الكبريت 25 %

4 - هلامنة النشا

5 - تحت كبريتيت الصوديوم عشر نظامي

## مشعرات برتران

1 - كبريتات النحاس 40 غ

حمض كبريت 2 مل

ماء مقطرحتى 1000 مل

2 - طرطرات الصوديوم والبوتاسيوم 200 غ

صود نقى 150 غ

ماء مقطرحتى 1000 مل

# **طريقة برتران BERTRAND**

43

Prof. Zaid AlAssaf

20 تشرين الثاني، 20

## **مشعرات برتران**

**1 - كبريتات النحاس 40 غ**

**حمض كبريت 2 مل**

**ماء مقطرحتى 1000 مل**

**2 - طرطرات الصوديوم والبوتاسيوم 200 غ**

**صود نقى 150 غ**

**ماء مقطرحتى 1000 مل**

الدكتور زيد العساف

## مشعرات برتران

3 - كبريتات الحديد 50 غ

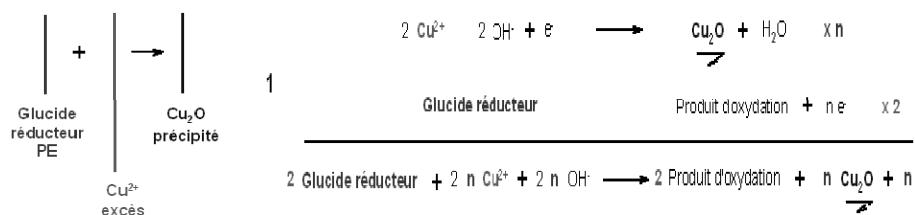
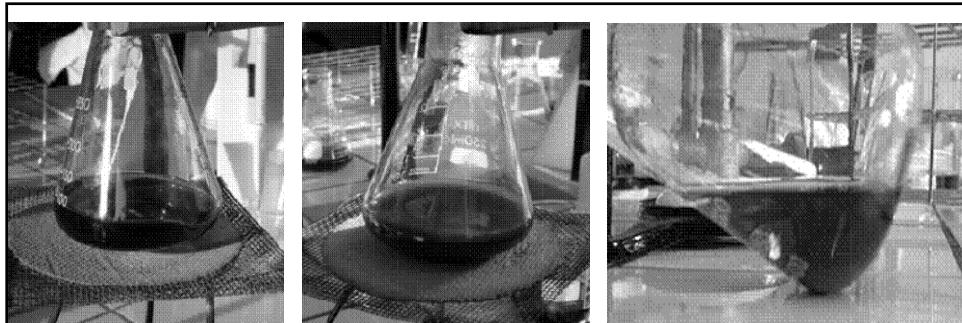
حمض كبريت 200 مل

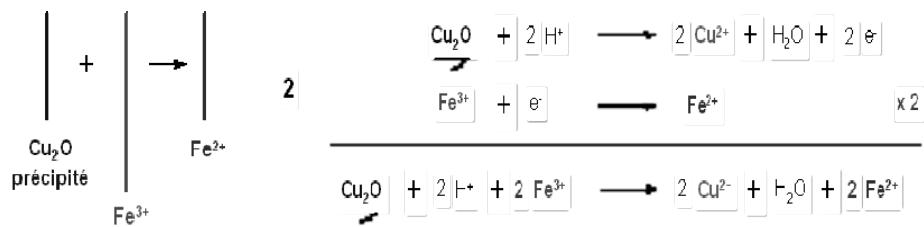
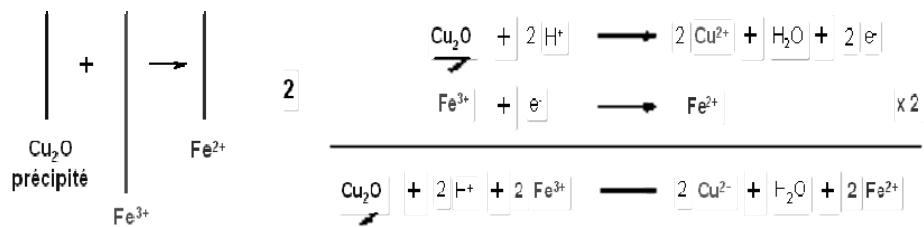
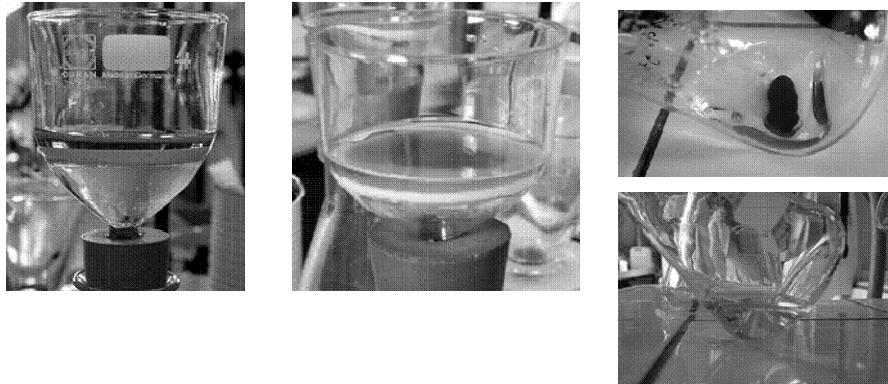
ماء 1000 مل

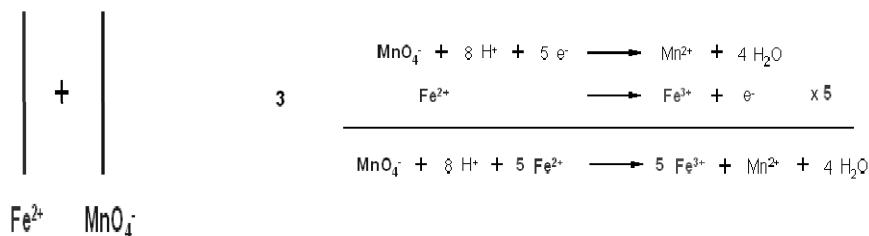
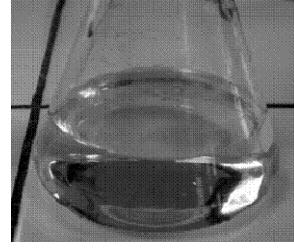
4 - محلول برمونغات البوتاسيوم عشر نظامي

5 - أورتو فينانترولين الحديد (كبريتات الحديد 0.695 غ +

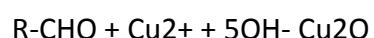
أورتوفينانترولين 1.485 غ + ماء حتى 100 مل )



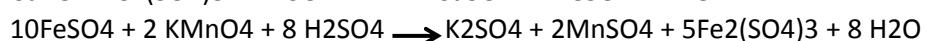
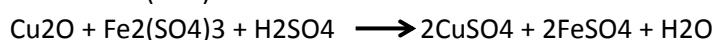
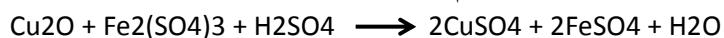




## معلم تفاعلات طريقة Bertrand



يحل أكسيد النحاس الراسب بمحلول ساخن من كبريتات الحديد التي ترجع إلى كبريتات الحديدية التي تقاس بواسطة برمغنانات البوتاسيوم



1g equivalent of copper = 1g equivalent of KMnO<sub>4</sub>

1g equivalence of copper = 63.54

1g equivalence of KMnO<sub>4</sub> = 1000mL of 0.1N KMnO<sub>4</sub>

## مشعرات برتان

50 غ

3 - كبريتات الحديد

200 مل

حمض كبريت

1000 مل

ماء

4 - محلول برمونغات البوتاسيوم عشر نظامي

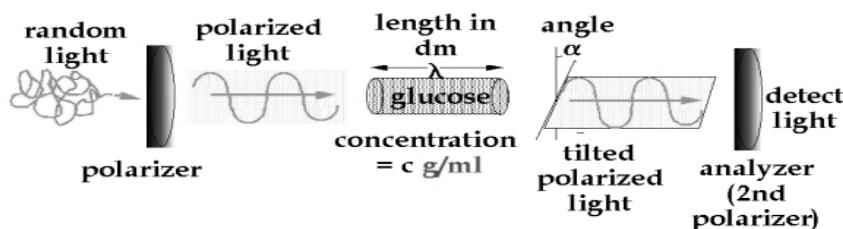
5 - أورتو فينانترولين الحديد (كبريتات الحديد 0.695 غ +

1.485 غ أورتوفينانترولين + ماء حتى 100 مل )

## POLARIMETRY

### Detection of Optical Activity

- Chiral molecules will rotate polarized light
- Degree of rotation detected using a polarimeter



## مقياس الإستقطاب

$$\text{يه} = \underline{\text{ه}} \cdot \underline{\text{ل}} \cdot \underline{\text{س}}$$

ح

يه = الانحراف المشاهد

س = التركيز غ / مل

ه = القوة التدويرية لسكر المفحوص

ل = طول انبوب القياس دسم

ح = حجم المحلول المفحوص

## القوة التدويرية لبعض السكاكر

52.74	• الغلوكوز
93.70 -	• الفركتوز
80.50	• الغالاكتوز
137.5	• المالتوز
66.45	• السكاروز

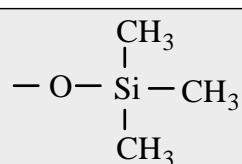
## القوة التدويرية لبعض السكاكر الهامة specific rotation of some important sugars

- D - glucose (dextrose) + 52.2
- D - fructose (levulose) -92.0
- D - galactose + 80.5
- D – mannose + 14.6
- L - arabinose + 104.5
- Sucrose + 66.5

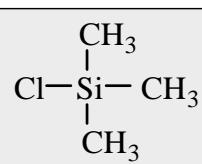
## Gas Liquid Chromatography

Requirement: compounds must be volatile.

Sugars form Trimethylsilyl Ether:

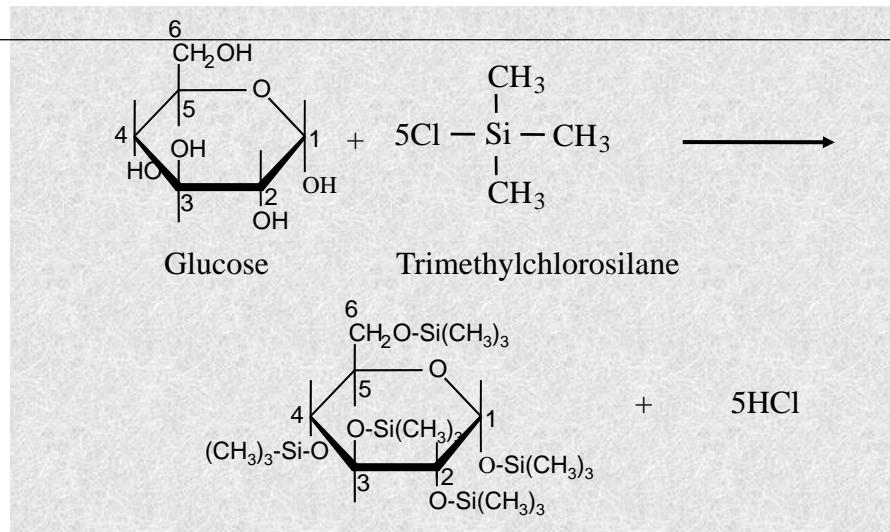


Ether linkage



Trimethyl chlorosilane

## Derivation of Glucose with Trimethylchlorosilane



57

Prof. Zaid Alassaf

٢٠ شرين الثاني، ٢٠١٥

## Conditions of GC

- OV 225 (cyanopropylmethyl-phenyl methyl)
- XE 60 ethylmethylpolysiloxane
- SE 30 MethylSilicon
- Detector
  - FI
  - E C

58

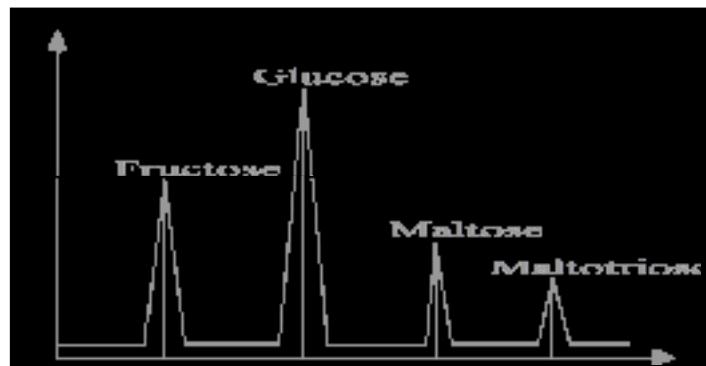
Prof. Zaid Alassaf

٢٠ شرين الثاني، ٢٠١٥

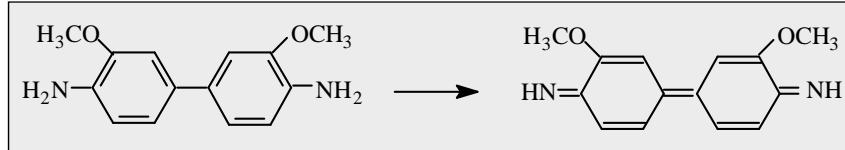
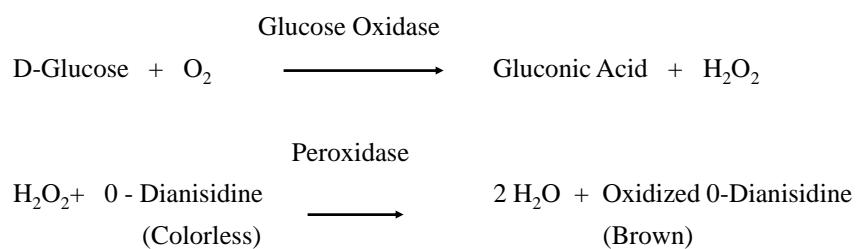
# Liquid Chromatography

## Carbohydrate Analysis (Waters Assocs. 840380 Stationary Phase)

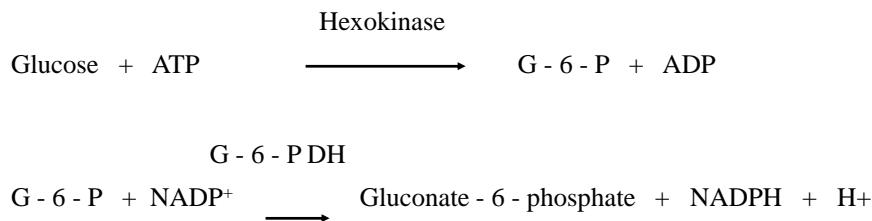
Solvent: H<sub>2</sub>O/CH<sub>3</sub>CN



# Glucose Oxidase System



## Hexokinase System



NADP<sup>+</sup>: (Nicotinamide Adenine Dinucleotide Phosphate)

The amount of NADPH formed in this reaction is stoichiometric with the amount of glucose.

NADPH is measured by its absorption at 334 nm.

\*slide to know\*

## DE Values

$$\begin{aligned} \text{DE} &\equiv \% \text{ reducing ends} \\ &= \frac{\text{reducing power of hydrolyzate}}{\text{reducing power of pure dextrose}} \times 100 \end{aligned}$$

Some example DE values:

starch DE = ~ 0

maltodextrin DE < 20

corn syrups DE ~ 20-97 (42 DE is most common)

glucose DE = 100

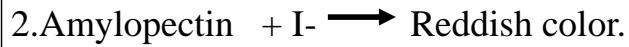
# POLYSACCHARIDES

Usually, quantitation depends on chemical or enzymatic hydrolyses of them, followed by analysis of the monomers.

## Starch



Use spectrometer for determining the amylose - iodine blue color - according to spectrophotometric reading.



شکر آ