



كلية العلوم

القسم : الكيمياء

السنة : الثالثة

المادة : حيوية

المحاضرة : الاولى/ عملي/

{{ مكتبة A to Z }}

مكتبة A to Z Facebook Group :

كلية العلوم

يمكنكم طلب المحاضرات برسالة نصية (SMS) أو عبر (What's app-Telegram) على الرقم 0931497960

2026

4

الكربوهيدرات

1-9. مقدمة

دعيت مجموعة المركبات التي يبدو معظمها وكأنها ماءات (هيدرات) الكربون $C_x(H_2O)_y$ بالكربوهيدرات ، وتُسمى الحدود الدنيا من الكربوهيدرات بالساكار ، وتُعرف بأسماء تنتهي بالنهاية " أوز ose " مثل الجلوكوز ، الفركتوز ، السكروز ، المالتوز ، الرافينوز ، الستاكيوز

تعرف الساكار التي لا يمكن حلمتها (كيميائياً ، أو أنزيمياً) إلى وحدات سكرية أبسط منها ، مثل الجلوكوز والفركتوز ...، بالساكار الأحادية (البسيطة): **D-الجلوكوز -D-الفركتوز -D-الأرابينوز -D-الريبوز** (اكتب صيغ كل ما سبق)

الساكار الأحادية بشكل عام هي ألدهيدات متعددة الهيدروكسيل أو كيتونات متعددة الهيدروكسيل عدد ذرات الكربون في سلاسلها من 3 - 6 ذرات ، وبذلك تصنف وفق عدد ذرات الكربون في السلسلة ، وبحسب طبيعة الزمرة الكربونيلية (ألدهيدية أو كيتونية) التي تحويها هذه السلسلة . وهكذا يصنف الجلوكوز ضمن الساكار البسيطة التي يعرف كل منها باسم ألدهوكسوز ، أما الفركتوز فهو كيتوهكسوز . ويصنف كل سكر أحادي يحوي خمس ذرات كربون بالاسم العام بنتوز ، ألدوبنتوز إذا كان يحوي زمرة ألدهيدية مثل الريبوز .

من الطبيعي أن يوجد الجلوكوز على شكل نصف أسييتال داخلي حلقي (ناتج تفاعل غول مع ألدهيد) ، ويؤدي ذلك إلى تحويل كربون الزمرة ألدهيدية إلى كربون لا متناظر جديد ، ولهذا يكون هناك تشكيان في نصف الأسييتال الحلقي : **D - α -الغلوكوبيرانوز و β - D -الغلوكوبيرانوز** (راجع النظري) .

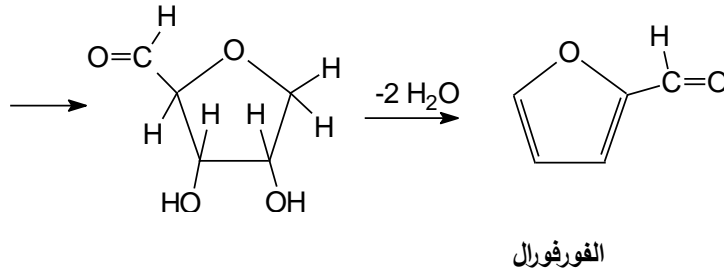
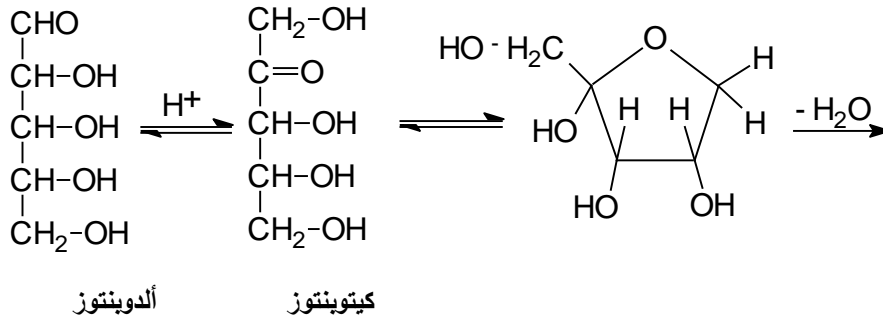
تتكون بعض الساكار من وحدتين من الساكار الأحادية مثل السكروز (سكر المائدة) والمالتوز (سكر الشعير) و اللاكتوز (سكر الحليب) ، وتعطي بالحلمة الحمضية اللطيفة جزئيين من الساكار الأحادية ، لذا تدعى بالساكار الثنائية . وهكذا تدعى الكربوهيدرات التي تتكون من ثلاثة جزئيات من الساكار الأحادية بالساكار الثلاثية ، مثل الرافينوز الذي يوجد في الفطريات والشوندر السكري وفي بذور القطن ، حيث يعطي بالحلمة الكاملة جزيئاً واحداً من كل من الفركتوز والجلوكوز والغالكتوز ، وأما الساكار الرباعية (سكر الستاكيوز مثلاً) فهي تلك التي تتكون جزئياتها من أربع وحدات من الساكار الأحادية .

تضم الساكار المتعددة (متعددات السكاريد) النشاء (الأميلوز ، الأميلوبكتين) والسيليلوز والجليكوجن ، وتعطي جميعها عدداً كبيراً من جزئيات الساكار الأحادية والثنائية عند حلمتها .

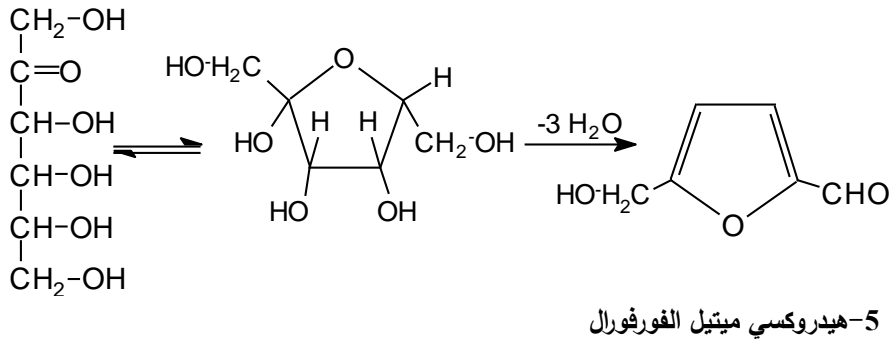
سوف تقتصر دراستنا العملية في هذا البحث على الكشف عن بعض السكريات الأحادية (الجلوكوز ، الفركتوز ...) وبعض السكريات الثنائية (السكروز ، اللاكتوز ، المالتوز) أما النشاء فهو أفضل مثال على السكريات المتعددة.

يعد اختبار **موليش** اختباراً جيداً وكاشفاً عاماً للسكريات ، بينما يعد اختبار **سليفتانوف** كاشفاً للسكريات الكيتونية (الفركتوز مثلاً) أو السكريات الثنائية التي تحوي الفركتوز في تركيبها وذلك بعد تحللها بالاماهة . ويعود اللون الحاصل مع كل من الكاشفين المذكورين إلى تفاعل معقد تكون بدايته تشكيل الفورفورال أو أحد مشتقاته في الوسط الحمضي (المستخدم في كلا الاختبارين) :

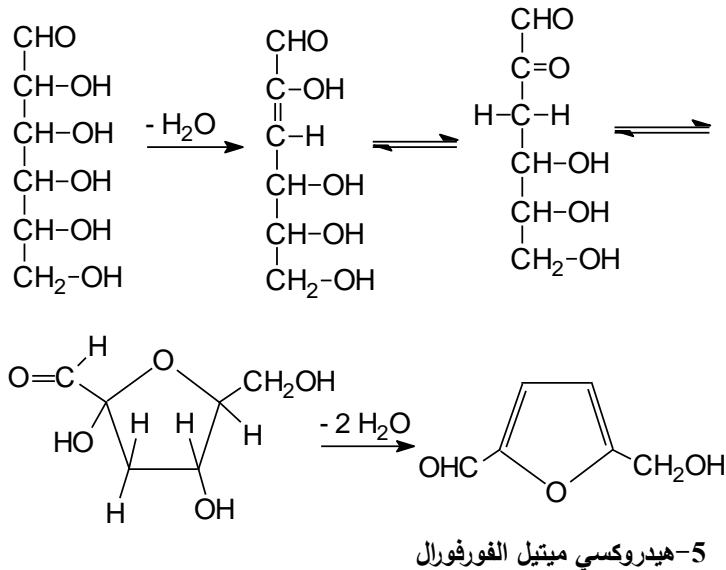
تتحول الألدوينتوزات والكيٲوننتوزات بسرعة إلى الفورفورال بوجود وسط حمضي :



أما الكيٲوهكسوزات فتتحول وبسرعة 2- هيدروكسي ميتيل الفورفورال :

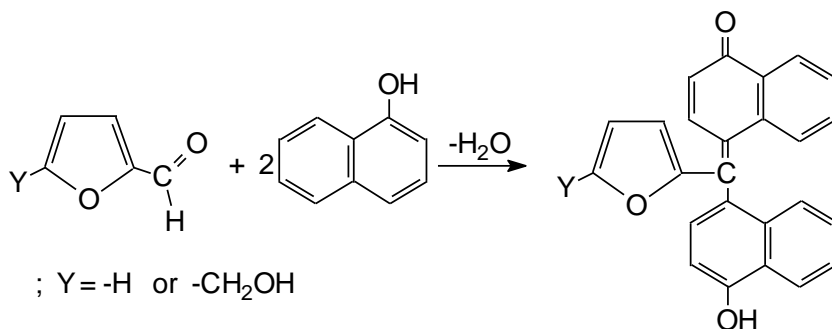


أما الألدوهكسوزات فتتحول ببطء إلى 2- هيدروكسي ميتيل الفورفورال :



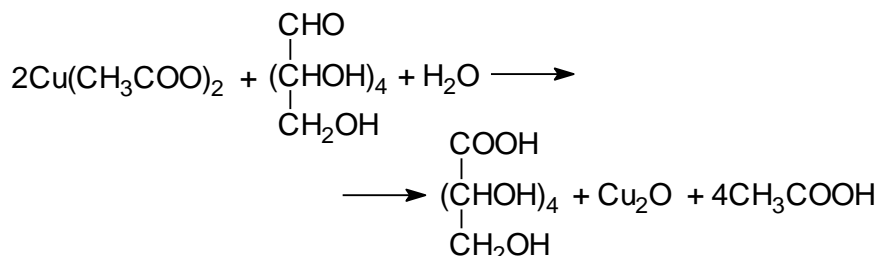
9-2. اختبار موليش Molish test (اختبار عام للسكريات) :

حل حوالي 0.1 غ من المركب المدروس في أنبوب اختبار في حوالي 2 سم³ من الماء . ثم أضف قطرتين من محلول α - النفتول في الإيثانول ذو التركيز 1.5 مول (لا تهتم لتعكر المحلول) . ضع في أنبوب آخر 1 مل من حمض الكبريت المركز . ثم أضف بعد ذلك وبحذر شديد المحلول إلى أنبوب الاختبار الذي يحوي الحمض . بحيث يتساقط المحلول السكري على السطح العلوي للحمض دون أن يمتزج به . ولاحظ اللون المتشكل عند السطح الفاصل بين الطبقتين . تتشكل حلقة قرمزية اللون بين الطبقتين في حال وجود سكر ما ، أما في غياب هذا الأخير فقد يتحول لون السائل إلى أخضر أو أصفر . أعد التجربة مع الجلوكوز ، الفركتوز ، السكروز ، النشاء ، السيلولوز ...، فسر معادلة التفاعل الحاصلة :



9-3. اختبار بارفويد Barfoed test (اختبار للسكريات الأحادية) :

يميز اختبار بارفويد السكريات الأحادية المرجعة من السكريات الثنائية ، فهو إيجابي مع السكريات الأحادية مباشرة ، ولكن بعد الغليان يعطي أيضاً نتيجة إيجابية مع السكريات الثنائية بعد أن تكون قد تحللت ، ويعتمد هذا الاختبار على تسخين السكر مع كاشف بارفويد¹ (معقد خلات النحاس) ، فإذا أعطى راسب أحمر خلال دقيقتين كان السكر أحادي ، ولكن التسخين لمدة عشر دقائق يحلل السكر الثنائي إلى سكاكر أحادية ويعطي عندئذ نتيجة إيجابية.

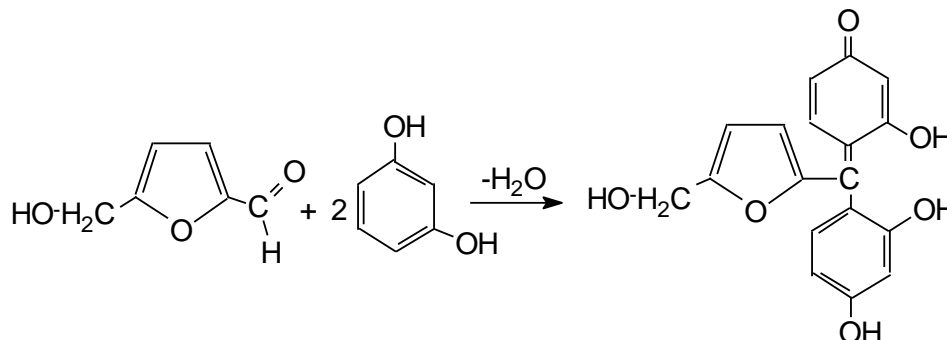


طريقة العمل : خذ أنبوبي اختبار نظيفين وضع في الأنبوب الأول 1 سم³ من محلول الجلوكوز وضع في الأنبوب الثاني 1 سم³ من محلول اللاكتوز ، ثم أضف إلى كل من الأنبوبين 3-5 سم³ من كاشف بارفويد (محلول خلات النحاس) . خض كل من الأنابيب بشكل جيد وضعهم في حمام مائي ولاحظ تشكل راسب أحمر أجري من أكسيد النحاس في الأنبوب الأول بعد دقيقتين ، أما الأنبوب الثاني فإذا استمر التسخين لمدة 7-10 دقائق فإنه يعطي أيضاً راسباً أحمر ، وهذا يدل على أن السكر الثنائي قد تحلل إلى سكريات أحادية ، لذلك عندما يتم الكشف عن السكريات الأحادية فيجب أن لا يستمر التسخين لأكثر من دقيقتين لكي لا يكون الزمن كافٍ لتحلل السكريات الثنائية إلى سكريات أحادية.

9-4. اختبار سليفانوف Selivanof test (اختبار للسكريات الكيتونية) :

¹ تحضير كاشف بارفويد : يُذاب 66.5 غ من خلات النحاس في كمية من الماء المقطر ثم يضاف إلى المحلول الناتج 9 سم³ من حمض الخل الثلجي ، ويكمل الحجم بالماء المقطر حتى اللتر .

ضع 3 سم³ من كاشف سليقانونوف [الذي يحضر مباشرة قبل استخدامه من إذابة 0.1 غ من الريزور سينول في 200 سم³ من محلول 6 مول لحمض كلور الماء (100 سم³ ماء مقطر مع 100 سم³ من حمض كلور الماء المركز)] في أنبوب اختبار مع قطرات عدة من محلول السكر (الفركتوز ، الغلوكوز ، السكروز) ، ثم ضع أنبوب الاختبار في حمام مائي ساخن ، سجل ما يحدث ، وفسر معادلة التفاعل الحاصلة :



5-9. اختبار فهلنغ Fehling test :

تتحول الزمرة الكيتونية الموجودة في السكريات في الوسط القلوي إلى زمرة الدهيدية، أي يمكن القول أن السكريات التي تحتوي على كربون أنوميري حر يمكن لها أن تدخل في تفاعلات الأكسدة والإرجاع ، وهي قادرة على إرجاع ماءات النحاس Cu(OH)₂ المتشكلة من تفاعل NaOH مع كبريتات النحاس إلى أكسيد النحاسي Cu₂O ذو اللون الأحمر الآجري .

التجربة : ضع في أنبوب اختبار حوالي 2 مل من محلول فهلنغ (ويحضر بإضافة حجم معين من محلول فهلنغ A إلى نفس الحجم من محلول فهلنغ B) . سخن هذا المحلول حتى الغليان ، ثم أضف له قطرات عدة من محلول السكر المدروس . لاحظ ترسب أكسيد النحاسي ، عل ذلك . أعد الاختبار مع الغلوكوز والفركتوز والسكروز واللاكتوز .

6-9. اختبار تولان Tollen test :

ضع في كأس زجاجي قليلاً من الماء وسخنه بحيث تتراوح درجة حرارته بين 60-70° س ثم اتركه جانباً وبعيداً عن اللهب .
تحضير كاشف تولان: خذ في أنبوب اختبار 3 سم³ من محلول نترات الفضة (0.3 مول)، مع قطرة من محلول مخفف لهيدروكسيد الصوديوم ومن ثم أضف محلول الأمونيا قطرة -قطرة حتى يذوب الراسب (أكسيد الفضة) الذي تشكل في البدء (احذر صب زيادة من الأمونيا) فيصبح المحلول شفافاً .

الكشف عن السكر : ضع 2 سم³ من محلول السكر المدروس في أنبوب اختبار نظيف

وأضف له 2 سم³ من محلول أكسيد الفضة النشاردية المحضر حديثاً ، خضخض المحلول في أنبوب الاختبار وضعه في الكأس الزجاجي الذي يحوي الماء الساخن . لاحظ الآن ماذا يحدث ، فإذا لم يحدث شيء دع الأنبوب في الماء الساخن لمدة عشر دقائق . وسجل ماذا يحصل ، اكتب معادلات التفاعلات الحاصلة (راجع بحث الكربوهيدرات في القسم النظري) أجر هذا الاختبار مع الغلوكوز ، الفركتوز ، السكروز ، اللاكتوز ، موضحاً لماذا يكون هذا الاختبار إيجابياً مع الفركتوز (سكر كيتوني) ، وغير إيجابي مع السكروز .

7-9. تفاعل بندكت Benedict reactin :

إن تفاعل بندكت شبيه بتفاعل فهلنغ فهو يعتمد أيضاً على إرجاع شوارد النحاس الثنائية إلى شوارد النحاس الأحادية (راجع تحضير كاشف بندكت) .

التجربة : خذ 1 سم³ من محلول السكر تحت الاختبار في أنبوب اختبار نظيف وأضف إليها 1 سم³ من كاشف بندكت ، خضض الأنبوب واتركه جانباً فترة من الوقت، اشرح وعلل ماذا يحدث . (أعد التجربة مع الغلوكوز ، الفركتوز ، السكروز ، اللاكتوز) .

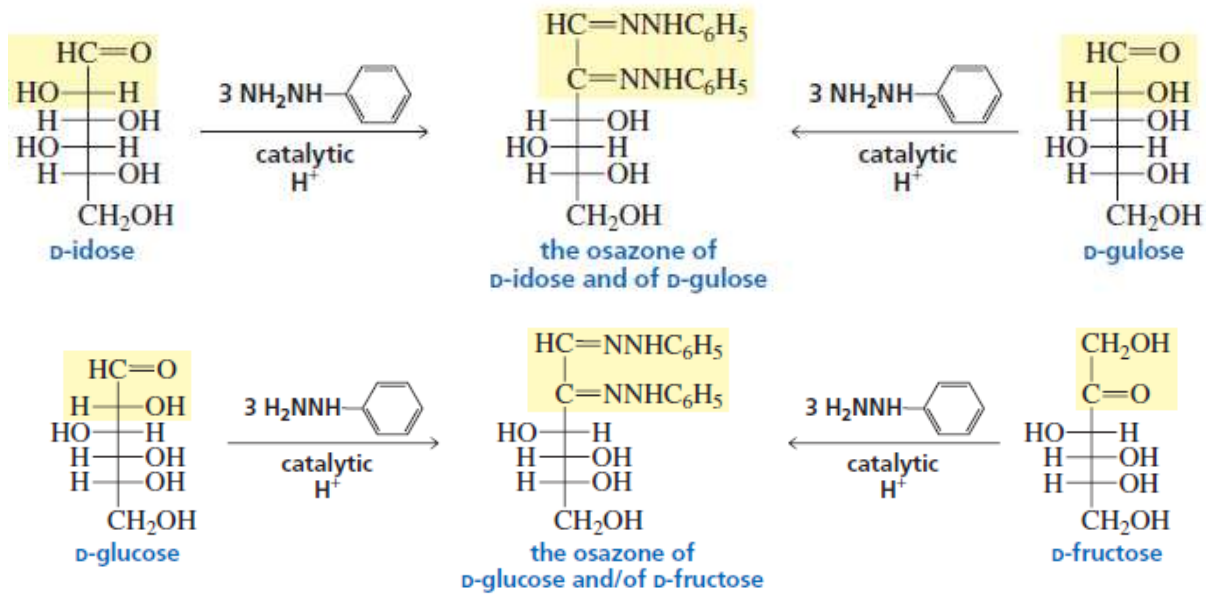
8-9. تفاعل اليود Iodine reaction :

يعد تفاعل اليود تفاعلاً مميزاً للسكريات المتعددة ، أي إن هذا التفاعل إيجابياً مع النشاء وسلبياً مع السكريات الأحادية والثنائية

التجربة : خذ في أنبوب اختبار نظيف 3 سم³ من محلول النشاء (1 %)، ثم أضف إليها عدة نقاطاً عدة من محلول اليود في يوديد البوتاسيوم ، فيظهر لون أزرق غامق ، وهذا دليل وجود النشاء ، يختفي اللون الأزرق بالتسخين أو بإضافة نقاط عدة من ماءات الصوديوم ، ويعود اللون من جديد بعد التبريد أو بإضافة نقاط عدة من حمض كلور الماء .

9-9. تشكيل الأوزون :

خذ في أنبوب اختبار 5 سم³ من محلول السكر المدروس (الغلوكوز، اللاكتوز أو السكروز) مع 3 سم³ من كاشف فينيل الهيدرازين (يحضر هذا الكاشف بإذابة حجم واحد من فينيل الهيدرازين مع حجم واحد من حمض الخل في أربعة حجومات من الماء . (احذر فينيل الهيدرازين فهو سام إذا لامس الجلد ، لذا اغسله مباشرة بواسطة حمض الخل المخفف) .



ضع أنبوب الاختبار في حمام ماء يغلي ، واتركه 30 دقيقة . خضض المحلول في الأنبوب من فترة لأخرى ، ولاحظ زمن ظهور الأوزون في كل أنبوب (وهو راسب أصفر) . في نهاية فترة التسخين برد الأنبوب الذي لا يترسب فيه أي راسب ، سجل ماذا يحدث . احسب الوقت اللازم لتشكيل كل أوزون .

لقد حسب الزمن اللازم لتشكيل الأوزون والمسجل في الجدول الآتي بعد استخدام كواشف نقية جداً .

درجة انصهار الأوزون (° س)	الوقت اللازم لتشكيل الأوزون دقيقة	القدرة الدورانية النوعية في الماء عند 20 ° س	درجة التفكك (° س)	السكر
205	5-4	48 +	90	الجليكوز المائي
206	ذواب	129+	100	المالتوز المائي
205	2	92 -	104	D - الفركتوز
205	0.5	14 +	132	D - المانوز
205	5 -4	53 +	146	الغلوكوز اللامائي

166	10	104 +	160	L - الأرابينوز
206	ذواب	129+	165	المالتوز اللامائي
201	15	82 +	170	D - الغالاكتوز
205	30	66 +	185	السكروز
200	ذواب	52 +	203	اللاكتوز
198	ذواب	35 +	225	السيلوببوز

لا تكون درجة انصهار أغلب السكريات محددة ، وإنما تتفكك ضمن مجال يكون غالباً أكبر من خمس درجات مئوية . تحوي عادة الكواشف والمواد الكيميائية الموضوعة تحت تصرف الطلاب بعض الشوائب القليلة جداً ، وهي تؤثر في زمن ظهور الأوزارون . تذوب بعض المشتقات في الماء الساخن، وتعد هذه الخاصية مهمة جداً في تحديد نوعيتها . ينبغي ترشيح المشتق الصلب الناتج ، عند الرغبة في تعيين درجة انصهار أوزارون ما ، حال تشكله وغسله بالماء البارد .

9-10. الكشف عن محلول سكري مجهول (أحادي أو ثنائي أو متعدد)

للكشف عن محلول سكر مجهول نتبع مايلي :

- نأخذ قسماً من المحلول المجهول ونطبق عليه تفاعل موليش فإذا كانت النتيجة إيجابية (ظهور حلقة بنفسجية) كان المحلول سكرياً أما إذا كانت النتيجة سلبية فالمحلول غير سكري.

- إذا كان المحلول سكرياً (أي في حال كانت النتيجة السابقة إيجابية) ، يطبق عليه تفاعل بارفويد وهنا نميز حالتين :
الحالة الأولى : إذا كانت النتيجة إيجابية (راسب أحمر آجري) فالسكر أحادي . فنطبق تفاعل سيليفانوف ، فإذا كانت النتيجة إيجابية أيضاً (راسب أحمر) فالمحلول سكر كيتوني (فركتوز) ، أما إذا كانت النتيجة سلبية فالمحلول السكري ألدهيدي (غلوكوز أو غالاكتوز).

الحالة الثانية : إذا كانت النتيجة سلبية فالسكر ثنائي فنطبق تفاعل فهلغ فإذا كانت النتيجة إيجابية (راسب أحمر آجري) فالمحلول السكري مالتوز أو لاكتوز ، أما إذا كانت النتيجة سلبية فالمحلول يكون سكر ثنائي لا يحوي كربوناً أنوميرياً حراً (السكروز مثلاً) أو سكرراً متعدداً (نشاء) ، ولمعرفة ذلك نطبق تفاعل اليود فإذا كانت النتيجة إيجابية (ظهور اللون الأزرق) فالمحلول سكر متعدد (نشاء)، أما إذا كانت النتيجة سلبية فالمحلول سكر السكروز، ويمكن تلخيص نتائج تفاعلات الكواشف مع السكريات الأحادية أو الثنائية بالجدول الآتي :

اسم السكر						نوع التفاعل
اللاكتوز	المالتوز	السكروز	الغالاكتوز	الفركتوز	الغلوكوز	موليش
ايجابي	ايجابي	ايجابي	ايجابي	ايجابي	ايجابي	سيليفانوف
سليبي	سليبي	ايجابي	سليبي	ايجابي	سليبي	بارفويد
سليبي	سليبي	سليبي	ايجابي	ايجابي	ايجابي	فهلغ
ايجابي	ايجابي	سليبي بالبرودة	ايجابي	ايجابي	ايجابي	تولان
ايجابي	ايجابي	سليبي	ايجابي	ايجابي	ايجابي	بينديكت
ايجابي	ايجابي	سليبي	ايجابي	ايجابي	ايجابي	

والمخطط الآتي يبين طريقة الكشف عن السكريات الأحادية أو الثنائية أو المتعددة في محلول مجهول :
مخطط الكشف عن السكريات الأحادية أو الثنائية أو المتعددة في محلول مجهول .

