

# مبادئ الكيمياء العملية

تأليف

دكتور السيد على حسن

أستاذ الكيمياء الفيزيائية  
كلية العلوم - جامعة الأزهر

دكتور أحمد مدحت اسلام

أستاذ الكيمياء العضوية  
كلية العلوم - جامعة الأزهر

دكتور أحمد محمد النجار

أستاذ الكيمياء العضوية  
عميد كلية العلوم - جامعة الأزهر

دكتور اسماعيل بسيونى حنوت

أستاذ الكيمياء العضوية  
كلية العلوم - جامعة الأزهر

الطبعة الثالثة عشرة

١٩٩٦



دارالمعارف



# مقدمة

يشمل هذا الكتاب على منبج الكيمياء العلمية لطلاب المراحل الأولى بكليات المنتمة والطب والزراعة والعلوم والصيدة وكليات المعلمين بجامعات جمهورية مصر العربية وغيرها من المعاهد العلمية الأخرى .

ويتقسم هذا الكتاب إلى ثلاثة أقسام رئيسية :

القسم الأول منها خاص بالتحليل الكيفى ويشتمل على الكشف عن كل من الشق الحمضى والقاعدى فى المركبات البسيطة الصلبة أو فى المخاليط أو على هيئة سيانك .

ويحتوى القسم الثانى من هذا الكتاب على التحليل الكيفى للمركبات العضوية الشائعة كالهيدروكربونات والكحولات والألدهيدات وغيرها . . .

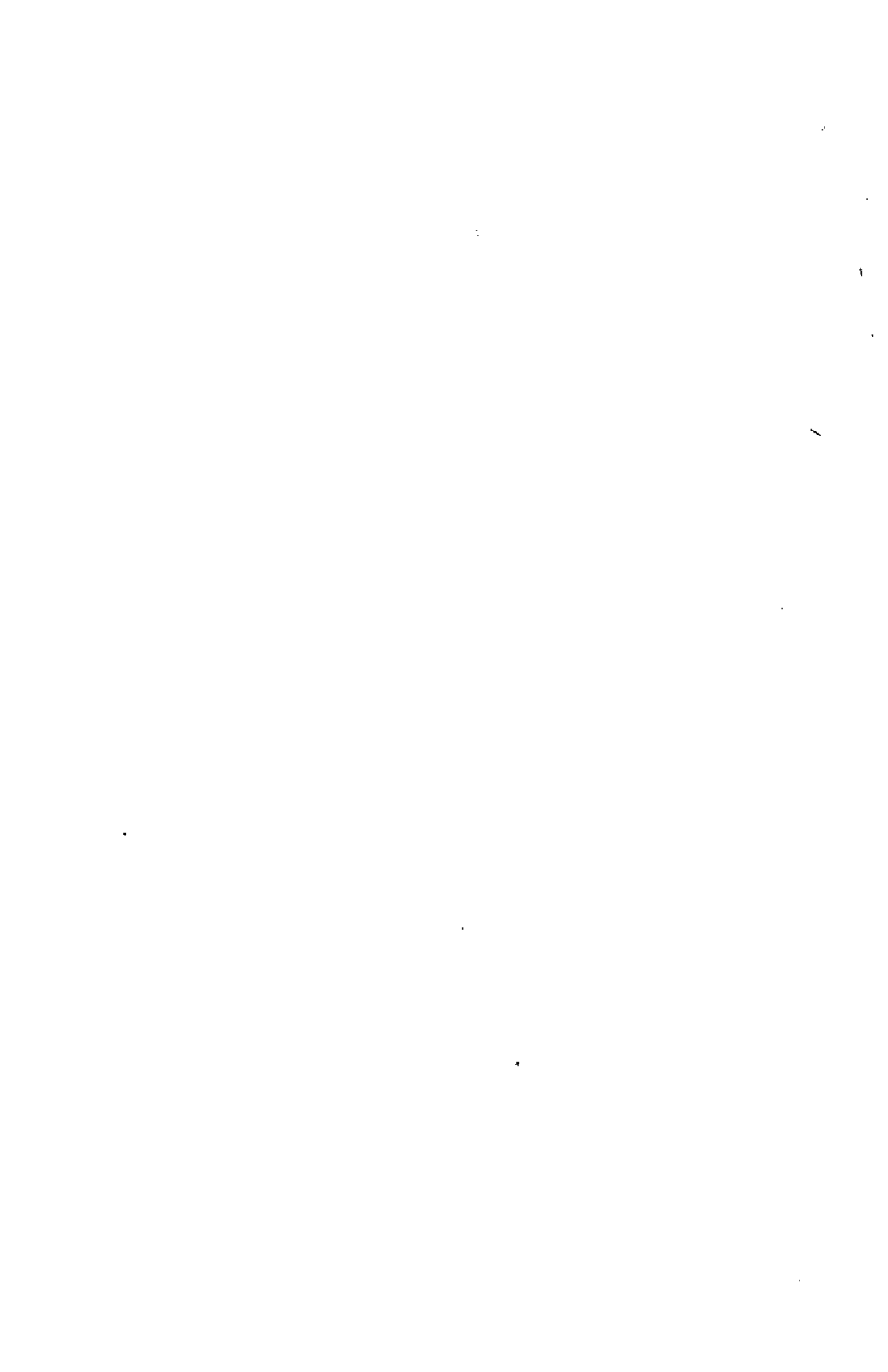
أما القسم الثالث فيشمل على التحليل الكمى الحجمى بأنواعه المختلفة .

ولقد راعينا فى هذا الكتاب أن نقدم للطالب شرحاً وافياً للأسس النظرية لتجارب المختلفة التى يقوم بها حتى يتمكن من إدراك أهمية هذه التجارب وعلاقتها بدراسة النظرية .

ونحن نرجو بذلك أن نكون قد أضفنا إضافة جديدة إلى المكتبة العربية .

والله ولى التوفيق

المؤلفون



# بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

## محتويات الكتاب

الصفحة	الموضوع
٣	المقدمة

### القسم الأول

#### التحليل الكيفي للمركبات غير العضوية

#### الباب الأول :

١٥	اختبارات تمهيدية
١٥	دراسة لهب بنزن .
١٧	اختبار الذوبان .
١٨	تأثير الحرارة على المادة الصلبة
١٩	اختبار لهب البورى
٢١	اختبار اللهب
٢٢	اختبار خمرزة البوراكس

#### الباب الثانى :

٢٥	الكشف عن الشق الحمضى فى الأملاح البسيطة
٢٦	مجموعة حمض الهيلروكلوريك المخفف
٣٥	مجموعة حمض الكبريتيك المركز
٣٩	المجموعة العامة
٤٥	الجدول العام للكشف عن الشق الحمضى فى الأملاح البسيطة

#### الباب الثالث :

٥٠	الكشف عن الشق القاعدى فى الأملاح البسيطة
----	--

الصفحة	الموضوع
٥٢	المجموعة الأولى
٥٧	المجموعة الثانية
٥٧	المجموعة ٢ أ
٦١	المجموعة ٢ ب
٦٧	المجموعة الثالثة
٧٤	المجموعة الرابعة
٧٩	المجموعة الخامسة
٨٢	المجموعة السادسة
٨٦	الجدول العام للكشف عن الشق القاعدي للملح بنحيط

### الباب الرابع :

٩٢	الكشف عن الشق الحمضي في المحاليل والمحاليط
٩٢	جدول الكشف عن الشق الحمضي في المحاليل
٩٥	جدول الكشف عن الشق الحمضي في المحاليط
١٠٠	الكشف عن المحاليل

### الباب الخامس :

١٠٤	الكشف عن الشق القاعدي في المحاليط
-----	-----------------------------------

### أولاً - الأسس النظرية

١٠٧	المجموعة الأولى
١٠٧	المجموعة الثانية
١٠٩	المجموعة ٢ أ
١٠٩	المجموعة ٢ ب
١١٠	المجموعة الثالثة
١١٢	المجموعة الرابعة
١١٢	المجموعة الخامسة
١١٤	المجموعة السادسة

الصفحة	الموضوع
١١٥	ثانياً - طريقة العمل
١١٥	المجموعة الأولى
١١٦	المجموعة الثانية
١١٧	المجموعة ٢
١١٩	المجموعة ٢ ب
١١٩	المجموعة الثالثة
١٢١	المجموعة الرابعة
١٢٤	المجموعة الخامسة
١٢٦	المجموعة السادسة
١٢٦	المجموعة الثالثة في وجود القسفات
١٢٨	البياتك
١٢٩	تحليل البياتك

### القسم الثاني

#### التحليل الكيفي للمركبات العضوية

##### الباب السادس :

١٣٧	تنقية المواد العضوية
-----	----------------------

##### الباب السابع :

١٤٥	التحليل الكيفي
-----	----------------

##### الباب الثامن :

١٥٠	الكشف عن المركبات العضوية البسيطة
-----	-----------------------------------

١٥٠	الهيدروكربونات
-----	----------------

١٥٠	الهيدروكربونات العطرية
-----	------------------------

١٥٠	البترو
-----	--------

الصفحة	الموضوع
١٥٤	الطولين
١٥٦	للتأثيل
١٥٨	الأثرسين
١٦٠	الكحولات
١٦٠	الكحول الميثيل
١٦٢	الكحول الإيثيل
١٦٤	الكحول الإميل
١٦٥	كحول الألايل
١٦٧	الكحول البنزيل
١٦٩	الجلسرين
	الألدهيدات :
١٧٠	الفورمالدهايد
١٧٢	الأسيتالدهايد
١٧٥	هيدرات الكلورال
١٧٦	النزالدهايد :
١٧٩	الساليالدهايد
١٨٢	الكيتونات :
١٨٢	الأسيتون
١٨٤	الأحماض العضوية :
١٨٥	الأحماض الأليفاتية
١٨٥	حمض الفورميك
١٨٨	حمض الخليك
١٩٠	حمض الأكساليك
١٩٢	حمض الطرطريك
١٩٥	حمض الستريك



الصفحة	الموضوع
١٩٧	الأحماض العطرية :
١٩٧	حمض البترويك
١٩٩	حمض الساليليك
	أملاح الأمونيوم :
٢٠١	اليوريا
	الفينولات :
٢٠٣	الفينول
	الأمينات
٢٠٧	الأمينات العطرية
٢٠٧	الأتيلين
٢١٠	أملاح الأتيلين
	الكربوهيدرات
٢١١	السكريات الأحادية
٢١٥	السكريات الثنائية
٢١٦	الكربوهيدرات عديدة السكريات
٢١٧	الجدول العام للكشف عن المركبات العضوية البيطة
٢١٨	جدول الكشف عن السوائل
٢٢٠	جدول الكشف عن المواد الصلبة

### القسم الثالث التحليل الكمي

	الباب التاسع :
٢٢٨	التحليل الحجمي

الصفحة	الموضوع
٢٢٩	تقسيم التفاعلات في التحليل الحجمي . . . . .
٢٣٢	ملاحظات على التنفيذ العملي للتجارب باستخدام الأجهزة . . . . .

### الباب العاشر :

٢٣٦	تفاعلات التعادل . . . . .
٢٣٧	الأدلة المستخدمة في تفاعل التعادل . . . . .
٢٣٨	منحنيات التعادل . . . . .

### تجارب على تفاعلات التعادل . . . . . ٢٤٣

٢٤٣	تعيين عيارية محلول حمض الهيدروكلوريك باستخدام كربونات الصوديوم . . . . .
٢٤٥	تعيين عيارية محلول هيدروكسيد الصوديوم باستخدام حمض الهيدروكلوريك . . . . .
٢٤٦	تعيين قوة وعيارية محلول هيدروكسيد الصوديوم باستخدام حمض الأكساليك . . . . .
	تعيين قوة وعيارية كل من كربونات الصوديوم وبيكربونات الصوديوم في مخلوط
٢٤٧	منها باستخدام محلول حمض الهيدروكلوريك القياسي . . . . .
	تفسير قوة وعيارية كل من كربونات الصوديوم وهيدروكسيد الصوديوم في مخلوط
٢٤٩	منها باستخدام حمض الهيدروكلوريك القياسي . . . . .
٢٥٠	تقدير للشاخر في أملاح الأمونيوم . . . . .
٢٥٢	تحليل عينة من حمض التفسوريك التجاري . . . . .

### الباب الحادي عشر :

٢٥٨	تفاعلات الأكسدة والاختزال . . . . .
٢٦٠	الوزن المكافئ لعامل مؤكسدة أو مختزل . . . . .
٢٦١	الدلائل المستخدمة لتعيين نقطة التكافؤ . . . . .
٢٦٢	الدليل الداخلي . . . . .
٢٦٢	الدليل الخارجي . . . . .

### أولاً - الأكسدة بواسطة برمنجنات البوتاسيوم . . . . . ٢٦٣

٢٦٣	معايرة البرمنجنات مع حمض الأكساليك . . . . .
٢٦٥	معايرة البرمنجنات مع كبريتات الحديدوز والأمونيوم . . . . .

٢٦٦	تحليل مخلوط من حمض الأكساليك وأكسالات الصوديوم
٢٦٧	تحليل عينة من البيروكسيد
٢٦٩	تقدير الحديد في عينة من شب الحديد
٢٧١	تحليل فوق أكسيد الأيلروجين
٢٧٢	تقدير النتريتات

### ثانياً - الأكسدة باستخدام بيكرومات البوتاسيوم

٢٧٤	تقدير أملاح الحديدوز
٢٧٧	تحليل مخلوط من الحديدوز والحديديك

### ثالثاً - عمليات الاختزال بواسطة اليود

٢٧٩	معايرة ثيوكبريتات الصوديوم باستخدام محلول قياسي من بيكرومات البوتاسيوم
٢٨١	معايرة محلول ثيوكبريتات الصوديوم باستخدام محلول قياسي من يودات البوتاسيوم
٢٨٢	معايرة اليود بواسطة ثيوكبريتات الصوديوم
٢٨٣	تقدير الكبريتات
٢٨٤	تقدير الرصاص
٢٨٥	تقدير النحاس في كبريتات النحاس
٢٨٧	

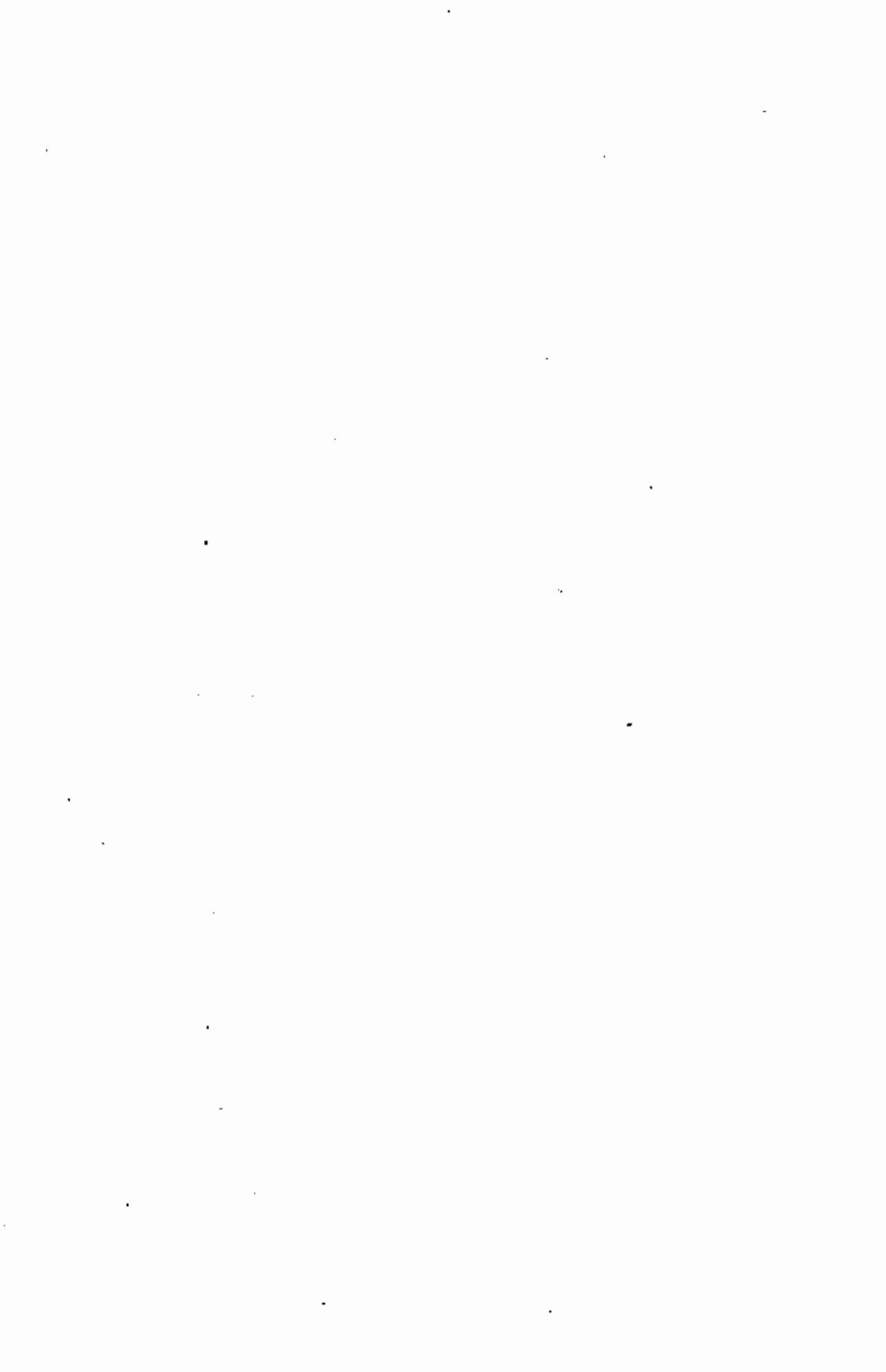
### الباب الثاني عشر :

٢٨٨	تفاعلات الترسيب
٢٨٨	تفاعلات الترسيب
٢٨٨	الكشف عن نقطة التكافؤ في تفاعلات الترسيب
٢٨٨	١ - طريقة مور
٢٨٩	٢ - طريقة فولارد
٢٨٩	٣ - طريقة فاجان
٢٩٠	٤ - طريقة التمكير
٢٩١	معايرة محلول نترات الفضة بواسطة كلوريد الصوديوم
٢٩١	(١) بطريقة مور

الصفحة	الموضوع
٢٩٢	(ب) بطريقة فاجان
٢٩٣	معايرة محلول ثيوسيانات البوتاسيوم باستخدام نترات النفضة
٢٩٤	تحليل خليط من حمض الميذر وكلوريك وكلوريد الصوديوم
٢٩٦	تحليل خليط من هيدروكسيد الصوديوم وكلوريد الصوديوم
٢٩٧	تقدير سيانيد البوتاسيوم
٢٩٨	تقدير نقاوة عينة من كلوريد الصوديوم
٢٩٩	طرق تحضير بعض الكراشف شائعة الاستعمال
٣٠٦	الإسعافات الأولية لحوادث العمل
٣١٢	جدول الأوزان الذرية للعناصر الشائعة
٣١٣	توجيهات للطلبة

# القسم الأول

التحليل الكيفي  
للمركبات غير العضوية



# الباب الأول

## اختبارات تمهيدية

ينقسم التحليل الكيميائي إلى قسمين رئيسيين :

التحليل الكيفي : Quantitative Analysis

والغرض منه هو الكشف عن أى مادة مجهولة سواء كلنت ملحاً بسيطاً أو مخلوطاً من عدة مواد للتعرف على مكوناتها .

التحليل الكمي Qualitative Analysis .

ويختص بتقدير نسبة هذه المكونات بعضها إلى البعض

ولا بد أن تجرى عمليات التحليل الكيفي أولاً للتعرف على مكونات المادة المختبرة حتى يمكن

اختيار الطرق المناسبة التي يجب اتباعها في التحليل الكمي .

وهناك نوعان من الاختبارات المستخدمة في التحليل الكيفي هما :

١- الاختبارات الجافة Dry Tests .

وتجرى على المادة الصلبة .

٢- الاختبارات الرطبة Wet Tests

وتجرى على محاليل المواد .

ويعتمد التحليل الكيفي أساساً على الاختبارات الرطبة وإن كان للاختبارات الجافة أهميتها

في إعطاء فكرة مبدئية عن المادة المختبرة . هذا عن أن اختبار اللهب واختبار خريزة البوراكس

كثيراً ما يستخدمان لتأكيد وجود فلز ما في المادة المختبرة .

ومن الضروري لإجراء الاختبارات الجافة أن يلم الطالب بلهب بنزن بنوعية المضيء وغير

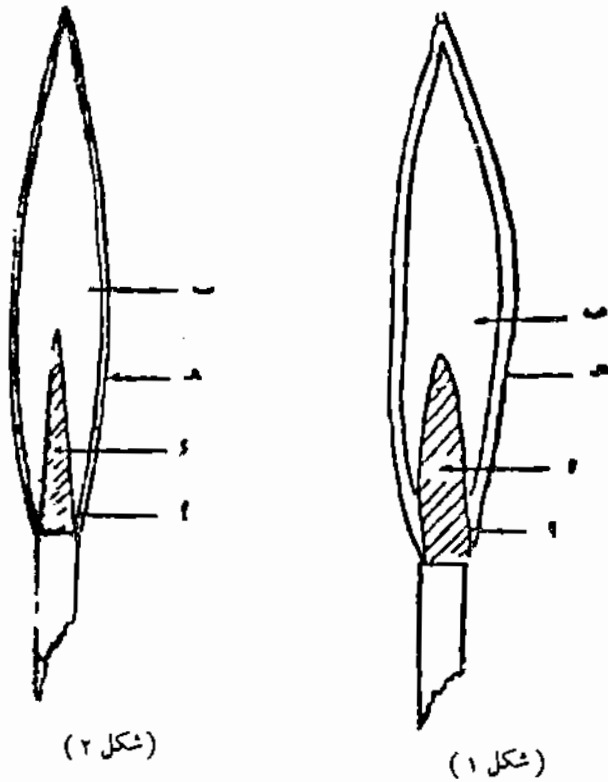
المضيء .

### لهب بنزن المضيء :

لهب بنزن المضيء : يتكون هذا النوع من اللهب عند إغلاق الفتحة السفلية لمصباح بنزن

(منظم الهواء) ويتكون اللهب في هذه الحالة كما في شكل ( ١ ) من المناطق التالية :

١- متقلقة صغيرة زرقاء اللون ( ٢ ) عند قاعلة اللهب .



(شكل ٢)

(شكل ١)

- ٢- منطقة يحدث فيها احتراق جزئي (ب) وتظهر بها دقائق الكربون غير تام الاحتراق كما يجعلها تتوهج بلون أصفر واضح .
- ٣- منطقة الاحتراق الكامل (ج) وهي عبارة عن غلاف رقيق يحيط باللهب أجمعه .
- ٤- منطقة غاز مشتعل (د) ولا يشتعل الغاز في هذه المنطقة لعدم توفر الهواء بها .

### هـ بنزن غير المضى :

- ينتج هذا اللهب عند فتح فتحة الهواء بالمصباح مما يؤدي إلى اختلاط قدر وافر من الهواء بالغاز . ويتكون باللهب في هذه الحالة كما في شكل (٢) من المناطق التالية :
- ١- منطقة تكون درجة الحرارة فيها أقل ما يمكن (أ) وتصلح لإجراء اختبار السلك البلاتيني .
- ٢- منطقة تكون درجة الحرارة فيها أعلى ما يمكن (ب) وتصلح لتنظيف السلك البلاتيني أو لتحضير خرزات البوراكس .
- ٣- منطقة اللهب المؤكسد (ج) وتصلح لإجراء اختبار خرزة البوراكس في اللهب المؤكسد .



٤- منطقة اللهب المختزل ( ٤ ) وتصلح لإجراء اختبار خرزة البوراكس في اللهب المختزل .

وتتلخص الاختبارات التمهيدية في .

ملاحظة الشكل واللون - اختبار الذوبان - تأثير الحرارة على المادة الصلبة - اختبار لهب البروى - اختبار اللهب - اختبار خرزة البوراكس .

### أولاً - ملاحظة الشكل واللون :

قد يفيد في أخذ فكرة مبدئية عن الملع كما يتضح من الأمثلة التالية :

أزرق قائم : يوجد نحاس

أخضر باهت : قد يعنى وجود الحديدوز

أخضر : ربما يوجد نحاس أو نيكل

أخضر قائم : ربما يوجد كروم

أصفر : ربما يوجد حديدك

لون البشرة : يحتمل وجود منجنيز

أحمر وردى : يوجد كوبلت

### ثانياً - اختبار الذوبان :

تعتبر المادة ذائبة تماماً عند إضافة قدر صغير منها إلى مقدار مناسب من المذيب بحيث يعطى هذا الخليط محلولاً رائقاً شفافاً بعد درجة سواء على البارد أو بعد التسخين . وفي حالة الشك في عدم ذوبان المادة في المذيب يرشح المحلول ويبخر جزءه من الراشح إلى درجة الجفاف حيث يترك في حالة ذوبان المادة أثراً من المادة الصلبة على جدران الأنبوبة .

والتعرف على قابلية ذوبان المواد في الماء له فوائده في التحليل الكيفي .

وفيما يلي ملخص لقابلية المركبات شائعة الذوبان في الماء :

### الأملاح الآتية تذوب في الماء :

جميع الكلوريدات والبروميديات واليوديدات فيما عدا أملاح النفضة والزنبتوز والنحاسوز

والرصاص .

كلوريد وبروميدي والرصاص يذوب في الماء الساخن ويرسب بالتبريد أما كلوريد الزنموت .

وكلوريد الأنثيمون فقد يصعب إذابتهما في الماء نتيجة لتحليل المائى وتكون الأملاح القاعدية .



### جميع اليكربونات

جميع الكبريتات فيما عدا كبريتات الباريوم وكبريتات الاسترانسيوم - أما كبريتات الكالسيوم وكبريتات الرصاص فهي قليلة الذوبان في الماء .  
جميع النتريتات فيما عدا نترت الفضة فهو شحيح الذوبان .

### جميع النترات

### جميع الكلورات

## الأملاح الآتية لا تذيب في الماء :

جميع الكربونات فيما عدا كربونات الصوديوم والبوتاسيوم والأمونيوم .  
جميع الفوسفات والأكسالات فيما عدا أملاح الصوديوم والبوتاسيوم والأمونيوم .  
جميع الكبريتات فيما عدا كبريتات الفلزات القلوية .  
جميع الكبريتيدات فيما عدا كبريتيدات الصوديوم والبوتاسيوم والأمونيوم والكالسيوم والاسترانسيوم والباريوم .  
جميع الأكاسيد والهيدروكسيدات فيما عدا مركبات الصوديوم والبوتاسيوم أما هيدروكسيدات الكالسيوم والاسترانسيوم والباريوم فهي قليلة الذوبان في الماء .

## ثالثاً - تأثير الحرارة على المادة الصلبة :

توضع كمية قليلة من المادة المختبرة في أنبوبة جافة وتسخن في لب بترن تسخيناً هيناً في بادئ الأمر وبعد ذلك ترفع درجة الحرارة تدريجاً وتلاحظ التغيرات التي تطرأ على المادة طوال مدة التسخين . فقد يتصاعد بخار الماء كما في المواد المختبرة على ماء تبلر ، أو قد تنصهر المادة أو تسامى أو تتحلل مع تغيير في اللون . وكثيراً ما تتصاعد غازات يمكن الاستدلال عليها من الخواص المميزة لها .

والحللول التالي يبين تأثير الحرارة على بعض المركبات الشائعة :

المادة	الغاز المتساعد
من الكلورات وبعض الأكاسيد وبعض النترات .	غاز الأوكسجين (يساعد على إشعال شظية متوهجة) .
من الكربونات والبيكربونات .	غاز ثاني أكسيد الكربون (يعكس ماء الجير)
من أملاح الأمونيوم .	غاز النشادر (يكون محب بيضاء من حمض الهيدروكلوريك) .
من الكبريتات والثيوكبريتات وبعض الكبريتات .	غاز ثاني أكسيد الكبريت (يغضر ورقة مبللة بمحلول بيكرومات البوتاسيوم)
من الكبريتيدات .	غاز كبريتيد الهيدروجين (رائحة البيض الفاسد) .
من نترات ونيتريتات بعض المعادن الثقيلة .	أكاسيد النتروجين (غازات بنية)
بعض الكلوريدات غير الثابتة .	غاز الكلور .
بعض البروميديات غير الثابتة .	غاز البروم .
بعض اليوديدات غير الثابتة .	أبخرة اليود .

### وايماً - اختبار هب البورى :

لإجراء هذا الاختبار يستعمل هب بتزن المضيء والبورى (وهو عبارة عن أنبوية معدنية مملوكة) وكتلة من الفحم المضغوط محفور على أحد أسطحها فجوة صغيرة توضع فيها المادة المختبرة .

ويمكن بواسطة البورى الحصول على نوعين من اللهب أحدهما مختزل والآخر مؤكسد .

اللهب المختزل : ويمكن الحصول عليه بوضع طرف البورى خارج اللهب مباشرة ثم النفخ يهدو وانتظام . وتبدو الشعلة في هذه الحالة مضيئة جزئياً نظراً لاحتوائها على دقائق من الكربون غير المشتعل .

اللهب المؤكسد : ويمكن الحصول عليه بوضع طرف البورى في وسط اللهب تقريباً ثم النفخ بشدة وانتظام . وفي هذه الحالة تبدو الشعلة غير مضيئة (لونها أزرق كليل بتزن غير المضيء) ولا تحتوي على دقائق كربون غير مشتعل .

## ( أ ) في اللهب المختزل :

ويجرى الاختبار بمخلط المادة المختبرة مع ضعف وزنها من كربونات الصوديوم اللامائية أو مخلوط الانصهار ( وهو عبارة عن مخلوط من كربونات الصوديوم والبوتاسيوم بنسبة أوزانها الجزيئية ) ثم يوضع قليل من هذا الخليط في الفجوة على قطعة الفحم . وبعد ذلك يصبوب إليها لب البورى المختزل حتى يتصهر الخليط بشكل متجانس ويلاحظ شكل ولون مخلفات عملية الانصهار .

عند تسخين المادة المختبرة مع كربونات الصوديوم ( أو مخلوط الانصهار ) يحدث تبادل للشقوق بحيث تتكون كربونات الشق القاعدى بالمادة المختبرة وأملاح الصوديوم ( أو البوتاسيوم ) للشق الحمضى فيها التى تتمص في مسام قطعة الفحم . وتتحلل الكربونات الناتجة بسهولة إلى أكسيد الفلز وثانى أكسيد الكربون : وقد يختزل الأكسيد بدرود إلى الفلز نفسه أو يظل كما هو دون تغير . ويكون الناتج الهائى لعملية الاختزال إما الفلز نفسه أو أكسيده أو خليط من الفلز والأكاسيد معاً .

ويمكن الاستدلال على الفلز ( الشق القاعدى للملح ) من شكل ولون المخلفات المتبقية على كتلة الفحم كما هو موضح بالجدول التالى :

المشاهدة	الاستنتاج
قطع رمادية قائمة محاطة بقشرة صفراء	رصاص
قطع فلزية بيضاوية لينة	فضة
قطع هشة محاطة بقشور صفراء أو برتقالية	بزموت
قطع فلزية هشة محاطة بقشور بيضاء	أنتيمون
قشور بنية قائمة	كاديوم
أبخرة بيضاء لها رائحة الثوم	زرنيع
كتلة إسفنجية حمراء	نحاس
كتلة صفراء وهى ساخنة بيضاء وهى باردة	خارصين

## ( ب ) في اللهب المؤكسد :

أكاسيد بعض الفلزات مثل الأمونيوم والكالسيوم والاسترانشيوم والصوديوم والمنغنسيوم لا تختزل بالفحم ولكنها تتوهج بوضوح عند تسخينها بشدة في اللهب المؤكسد . فعند تكوين كتلة بيضاء غير قابلة للانصهار تتدى هذه الكتلة بنقطة واحدة من نترات الكوبلت ثم تسخن ثانياً ويلاحظ اللون المتكون ( يجب مراعاة عدم إضافة زيادة من نترات الكوبلت لأن هذا قد يؤدي إلى تكوين كتلة سوداء من أكسيد الكوبلت يصعب معها تمييز اللون الناتج )

الاستنتاج	المشاهدة
خارصين ألومنيوم مغنسيوم	كتلة خضراء ( أخضر رينان ) كتلة زرقاء ( أزرق تينارد ) كتلة أرجوانية أو حمراء وردية

### خامساً - اختبار اللهب :

يستعمل في إجراء هذا الاختبار سلك بلاتيني طوله حوالى ٥ سم مثبت في ساق زجاجية ويجب التأكد من نظافة السلك قبل استعماله . وللتأكد من ذلك يؤخذ قليل من حمض الهيدروكلوريك المركز في زجاجة ساعة ويغمس فيه طرف السلك ثم يسخن في منطقة الاحتراق التام في لمب بترن غير المضيء [منطقة (ب) شكل (٢) ] . تكرر هذه العملية حتى يتعدم لون اللهب بأى لون وفي هذه الحالة يصبح السلك نظيفاً ومعداً للاستعمال .

يغمس طرف السلك البلاتيني وهو بارد في حمض الهيدروكلوريك المركز ، ويؤخذ عليه كمية صغيرة جداً من المادة المختبرة ، ثم يوضع السلك وما عليه في المنطقة ( ٢ ) من اللهب غير المضيء ( شكل ٢ ) ، ويلاحظ اللون الذى يكسبه اللهب . ثم يرفع السلك تدريجياً إلى أعلى مناطق اللهب حرارة لإمكان الكشف عن المواد صعبة التطاير . ويجب ملاحظة عدم تعريض المادة المختبرة للمنطقة شديدة الحرارة مباشرة لتجنب التداخل في الألوان المتكونة خصوصاً في حالة وجود خليط من المواد .

يمكن تكرار العملية السابقة عدة مرات مع ملاحظة تنظيف السلك البلاتيني بعد كل تجربة للتأكد من اللون الذى يكسبه اللهب . ويعزى هذا اللون إلى الشق القاعدى للمادة المختبرة . ويلاحظ لون اللهب الناتج الذى يستدل منه على الفلز طبقاً للجدول التالى :

الفلز	لون اللهب
صوديوم	اصفر ذهبي لامع يستمر مدة
بوتاسيوم	بنفسجى باهت يزول بسرعة ( يشاهد خلال زجاج الكوبلت الأزرق )
باريوم	أخضر باهت يستمر مدة
استرانشيوم	قرمزي يستمر مدة
كالمسيوم	أحمر طوبى
نحاس	أخضر فاتح أو أزرق
زئبق	رمادى ( مع رائحة الثوم )
رصاص - قصدير - أنتيمون	أزرق قائم يزول بسرعة
بزموت	
منجنيز	أخضر باهت يزول بسرعة

هذا ومن الممكن النظر إلى اللهب خلال زجاجة قائمة تسمى زجاجة الكوبلت حيث تحتضن هذه الزجاجات بعض الألوان مثل لون الصوديوم فلا يمر خلالها ولا تراه العين بينما تلو بعض الألوان الأخرى كما في الجدول التالي :

الفلز	لون اللهب	اللون كما يبدو من خلال زجاجة الكوبلت
صوديوم بوتاسيوم كاليوم استرانسيوم باريوم	أصفر ذهبي لامع بنفسجي باهت أحمر طوبى قرمزي أخضر باهت	عديم اللون قرمزي أخضر فاتح قرمزي أخضر

#### سادساً - اختبار خرزة البوراكس :

يمرر هذا الاختبار باستخدام سلك بلاتيني نظيف مثبت في ساق زجاجية بعد تشكيل طرفه على هيئة عروة صغيرة ( دائرة كاملة ) . يسخن السلك البلاتيني تسخيناً شديداً لدرجة الاحمرار في لهب بنزن غير المضيء ثم يغمس السلك وهو ساخن في مسحوق البوراكس. بعد ذلك يعرض السلك وما علق من مسحوق البوراكس للهب مرة أخرى في المنطقة شديدة الاحتراق [منطقة (ب) شكل ٢] فينتفخ البوراكس ثم يتصهر مكوناً خرزة زجاجية شفافة من ميثابورات الصوديوم وانثريدوبوريك . ويجب ملاحظة مسك السلك في وضع أفق عند التسخين وذلك لتجنب سقوط الخرزة

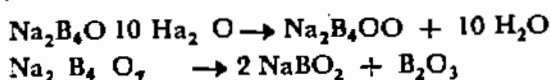
تندى خرزة البوراكس بعد تكوينها بالماء المقطر ثم يؤخذ عليها كمية قليلة جداً من المادة المراد اختبارها ( يجب أن تكون كمية المادة بسيطة جداً لتجنب الحصول على خرزة داكنة غير شفافة فلا يسهل تمييز لونها ) . تسخن الخرزة وما يعلق بها في منطقة اللهب المؤكسد [ المنطقة (ج) شكل ٢] وتلاحظ اللون الناتج . ثم يعاد تسخين الخرزة في اللهب المختزل ويلاحظ اللون الناتج في هذه الحالة .

ومن الألوان الناتجة في كلتا الحالتين يمكن الاستدلال على الفلز طبقاً للجدول التالي :

الفلز	اللون	
	في اللهب المختزل	في اللهب المؤكسد
نحاس	عديم اللون أو بني محمر غير رائق	أخضر في الحرارة الساخنة ، وأزرق خفيف في الحرارة الباردة
حديد	أخضر باصفرار	بني في الحرارة الساخنة وأصفر في الحرارة الباردة
كروم	أخضر	أخضر زمردي في الحرارة الساخنة أو الباردة
منجنيز	عديم اللون أو أحمر باهت جدا	بنفسجي مائل إلى الزرقة في الحرارة الساخنة أو الباردة
نيكل	رمادي غير رائق لانفصال معدن النيكل أو عديم اللون لتكون مملغم مع البلاتين	بنفسجي في الحرارة الساخنة وبني في الحرارة الباردة
كوبلت	أزرق قائم	أزرق قائم في الحرارة الساخنة أو الباردة

### تفسير تفاعلات خمرزة البوراكس :

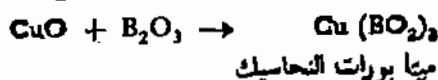
١ - عند تسخين البوراكس فإنه يفقد ماء التبخر متحولاً إلى رابع بورات الصوديوم اللامائية التي تنصهر عند تسخينها لتعطي الحرارة الشفافة المكونة من ميثابورات الصوديوم وأندريد بوريك .

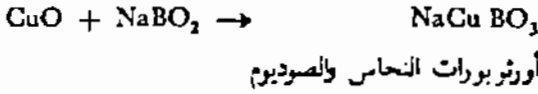


وأثناء عملية التسخين يتحول الملمح المختبر إلى أكسيد الفلز .

٢ - يتحد أكسيد الفلز مع أندريد بوريك مكوناً ميثابورات وأورثو بورات الفلز حيث تنصهر مع بعضها مكونة الحرارة الملونة .

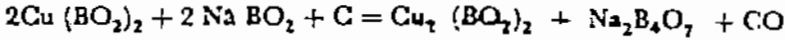
فمثلاً في حالة أملاح النحاس في اللهب المؤكسد، يتحد أكسيد النحاس مع أندريد بوريك وميثابورات الصوديوم مكوناً ميثابورات النحاس وأورثو بورات النحاس والصوديوم .



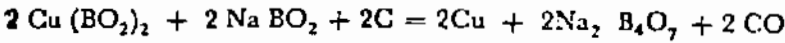


ويعزى لون الحزمة الأخضر إلى بورات النحاسيك المنكوتة .

أما في اللهب المختزل ( أى في وجود دقائق من الكربون ) فإن مينا بورات النحاسيك الخضراء تختزل إلى مينا بورات النحاسوز عديمة اللون .



أوقد تختزل إلى معدن النحاس حيث تظهر الحزمة معتمه حمراء اللون غير راتقة .



وفي حالة أملاح الحديد فتكون بورات الحديدك  $\text{Fe} (\text{BO}_2)_3$  في اللهب المؤكسد وتكسب الحزمة لوناً بنياً أو أصفر . كما تكون بورات الحديدوز  $\text{Fe} (\text{BO}_2)_2$  في اللهب المختزل . ويعزى لما اللون الأخضر الفاتح للحزمة .



## الباب الثاني

### الكشف عن الشق الحمضي في الأملاح البسيطة

تنقسم الأملاح البسيطة إلى ثلاث مجموعات تبعاً لحساسيتها لكل من الأحماض المخففة والمركزة .

#### ١ - مجموعة حمض الهيدروكلوريك المخفف :

تتأثر أملاح هذه المجموعة بحمض الهيدروكلوريك المخفف وتعطى غازات تتميز برائحة خاصة أو نفاعلات مميزة وهذه المجموعة تشمل على :

الكربونات - البيكربونات - الكبريتيت - الثيوكبريتات - الكبريتيدات - النترات - السيانات - السيانيدات - والكلورات .

#### ٢ - مجموعة حمض الكبريتيك المركز :

لا تتأثر أملاح هذه المجموعة بحمض الهيدروكلوريك المخفف ولكنها تتفاعل مع حمض الكبريتيك المركز وهذه المجموعة تشمل على : الكلوريدات - البروميدات - اليوديدات - النترات - والثيوسيانات .

#### ٣ - المجموعة العامة :

لا تتأثر أملاح هذه المجموعة بكاشف محدد مشترك بينها : ولذا يجري الكشف عنها بتفاعلاتها الفردية وهذه المجموعة تشمل على :

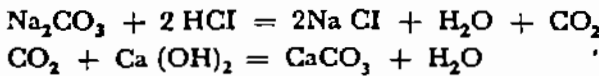
الكبريتات - البورات - الفوسفات - الزونيكات - والزونيكيت .

## مجموعة حمض الهيدروكلوريك المخفف الكربونات Carbonates $[\text{CO}_3]^{2-}$

تذوب كربونات الفلزات القلوية والأمونيوم في الماء بينما لا تذوب بقية الكربونات .

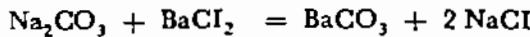
### ١ - حمض الهيدروكلوريك المخفف :

أضف حمض الهيدروكلوريك المخفف إلى الملح الصلب ولاحظ حدوث فوران نتيجة لتصاعد غاز ثاني أكسيد الكربون . مرر هذا الغاز في ماء الجير ولاحظ حدوث تعكير بالمحلول نتيجة لتكوين كربونات الكالسيوم عديمة الذوبان في الماء .



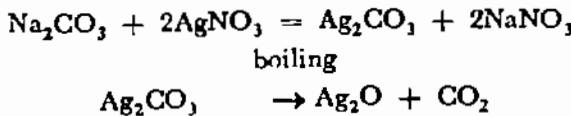
### ٢ - محلول كلوريد الباريوم :

أضف محلول كلوريد الباريوم إلى محلول الكربونات يتكون راسب أبيض من كربونات الباريوم عديمة الذوبان في الماء . لاحظ أن الراسب يذوب في حمض الهيدروكلوريك المخفف



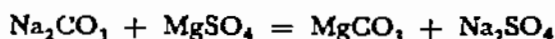
### ٣ - محلول نترات الفضة :

أضف محلول نترات الفضة إلى محلول الكربونات ولاحظ تكون راسب أبيض من كربونات الفضة ، قسم الراسب إلى ثلاثة أقسام . أضف إلى القسم الأول حمض نيتريك مخفف ولاحظ أن الراسب يذوب . أضف إلى القسم الثاني محلول النشادر ولاحظ ذوبان الراسب . سخن القسم الثالث للدرجة الغليان ولاحظ تغير لون الراسب حتى يصبح بني اللون نتيجة لتفكك كربونات الفضة إلى أكسيد الفضة وثاني أكسيد الكربون .



## ٤ - محلول كبريتات المغنسيوم :

يعطى راسب أبيض على البارد من كربونات المغنسيوم .



## ٥ - اختبار الفينولفثالين :

أضف قطرتين من الفينولفثالين إلى محلول الكربونات ولاحظ تلون المحلول باللون الأحمر دلالة على قلوية المحلول .

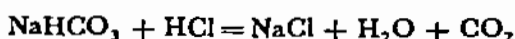
## البيكربونات

Bicarbonates  $[\text{HCO}_3]^-$

تذوب جميع البيكربونات في الماء :

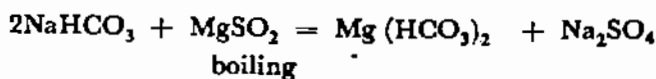
## ١ - حمض الهيدروكلوريك المخفف :

يعطى مع البيكربونات الصلبة غاز ثاني أكسيد الكربون الذي يعكر ماء الجير .

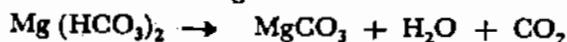


## ٢ - محلول كبريتات المغنسيوم :

لا يعطى راسباً مع محلول البيكربونات على البارد حيث إن بيكربونات المغنسيوم تذوب في الماء . سخن المحلول لدرجة الغليان ولاحظ تكون راسب أبيض نتيجة لتحلل بيكربونات المغنسيوم إلى كربونات المغنسيوم التي لا تذوب في الماء .



boiling



## ٣ - محلول كلوريد الزئبقيك :

لا يعطى راسباً من محلول البيكربونات على البارد بينما يتكون راسب في الحال في حالة الكربونات ( يستخدم كل من اختبار ٢ ، ٣ في التفرقة بين الكربونات والبيكربونات ) .

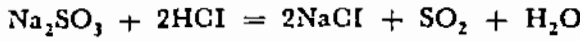
## الكبريتيتات

Sulphites  $[\text{SO}_3]^{-2}$

تذوب كبريتيتات الأمونيوم والفترات القلوية في الماء .

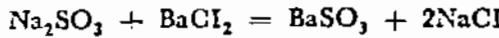
### ١ - حمض الهيدروكلوريك المخفف :

يعطى مع الملح الصلب غاز ثنائي أكسيد الكبريت ( سخن تسخيناً هيناً إذا لزم الأمر )  
الذى يتميز برائحته الحامضة وبتحويل ورقة بليلة ثنائي كرومات البوتاسيوم المحمضة من اللون الأصفر  
إلى الأخضر ( اختزال ) .



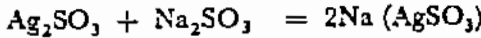
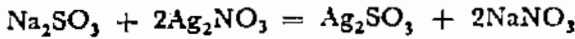
### ٢ - محلول كلوريد الباريوم :

عند إضافة هذا المحلول إلى محلول الكبريتيت يتكون راسب أبيض من كبريتيت الباريوم  
الذى يذوب في حمض الهيدروكلوريك المخفف ( للتمييز بين الكبريتيت والكبريتات ) .



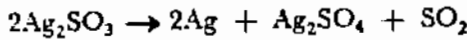
### ٢ - محلول نترات الفضة :

أضف بعض قطرات من محلول الكبريتيت إلى ١ سم<sup>٣</sup> من نترات الفضة ولاحظ تكون راسب  
أبيض من كبريتيت الفضة . أضف إلى جزء من الراسب زيادة من محلول الكبريتيت ولاحظ  
أن الراسب يذوب



سخن الجزء الآخر من الراسب ولاحظ تكون راسب بني من معدن الفضة المحبباً تجزئياً  
دقيقاً .

heat

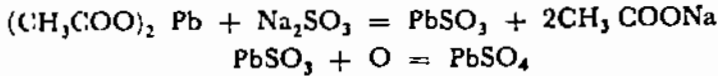


### ٣ - محلول برمنجنات البوتاسيوم :

أضف قطرتين من حمض الكبريتيك المخفف إلى محلول الكبريتيت ثم أضف قطرتين من محلول  
الكبريتيت ثم أضف قطرتين من محلول برمنجنات البوتاسيوم لاحظ اختفاء لون البرمنجنات نتيجة  
لاختزالها .

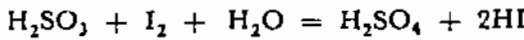
## ٥ - محلول خلات الرصاص :

يتكون راسب أبيض من كبريتات الرصاص يذوب في حمض النتريك المخفف . سخن المحلول للدرجة الغليان ولاحظ أن الراسب الأبيض لا يذوب في هذه الحالة في حمض النتريك المخفف نتيجة لتأكسد كبريتات الرصاص إلى كبريتات الرصاص .



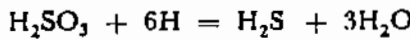
## ٦ - محلول اليود :

أضف قطرتين من محلول اليود إلى محلول الكبريتات المحمض بقطرتين من حمض الكبريتيك المخفف ولاحظ اختفاء لون اليود نتيجة لاختزاله إلى يوديد الهيدروجين .



## ٧ - تجربة الاختزال :

أضف قطعة صغيرة من معدن الحارصين إلى خليط من ١ سم<sup>٣</sup> من محلول الكبريتات و ١ سم<sup>٣</sup> من حمض الكبريتيك المخفف ، سخن بلطف ولاحظ تصاعد غاز كبريتات الهيدروجين ( رائحة البيض الفاسد ) التي يحول ورقة مبللة بخلات الرصاص إلى اللون الأسود .



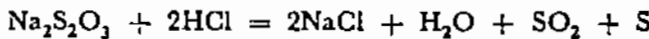
## الثيوكبريتات

Thiosulphates  $[\text{S}_2\text{O}_3]^{2-}$

تذوب أغلب الثيوكبريتات في الماء :

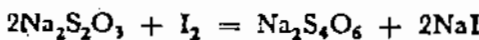
## ١ - حمض الهيدروكلوريك المخفف :

يعطى من المادة الصلبة راسب أبيض من الكبريت الغروي ( أبيض مصفر ) ويتصاعد غاز ثاني أكسيد الكبريت بالتسخين الهين . ( اكشف عن هذا الغاز كما في حالة الكبريتات ) .



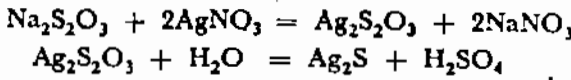
## ٢ - محلول اليود :

أجر الاختبار كما في حالة الكبريتات ولاحظ اختفاء لون اليود نتيجة لتكون رابع ثيونات الصوديوم .



## ٣ - محلول نترات الفضة :

يعطى مع محلول الثيوكبريتات راسب أبيض من ثيوكبريتات الفضة الذى يتحول بسرعة إلى الأصفر ثم البنى فالأسود نتيجة لتكون كبريتيد الفضة .



## ٤ - محلول خلات الرصاص :

يعطى مع محلول الثيوكبريتات راسب أبيض من ثيوكبريتات الرصاص الذى يتحول إلى راسب أسود بالسخن نتيجة لتكون كبريتيد الرصاص (لتمييز بين الكبريتيت والثيوكبريتات) .



## ٥ - محلول كلوريد الحديدك :

أضف قطرة واحدة إلى محلول الثيوكبريتات ولاحظ تلون المحلول باللون البنفسجى الداكن الذى يزول إذا ترك المحلول جانبا .

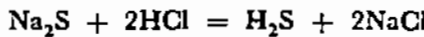
## الكبريتيدات

Sulphides [S]<sup>2-</sup>

كبريتيدات الأمونيوم والفلزات القلوية تدوب بسهولة في الماء

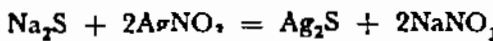
## ١ - حمض الهيدروكلوريك المخفف :

يعطى مع المادة الصلبة فوران خفيف ويتصاعد غاز كبريتيد الهيدروجين (رائحة البيض الفاسد) والذى يحول ورقة مبللة بخلات الرصاص إلى اللون الأسود .



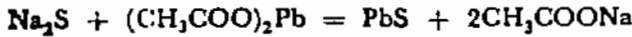
## ٢ - محلول نترات الفضة :

يعطى مع محلول الكبريتيد راسب أسود من كبريتيد الفضة يذوب في حمض النتريك المخفف .



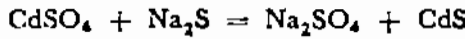
## ٣ - محلول خلات الرصاص :

عند إضافة هذا المحلول إلى محلول الكبريتيد يتكون راسب أسود من كبريتيد الرصاص يذوب في حمض النتريك المخفف .



٤ - محلول كبريتات الكاديوم :

يعطى مع محلول الكبريتيد راسب أصفر من كبريتيد الكاديوم .



٥ - محلول نيتروبروسيد الصوديوم :

أضف قطرة واحدة أو قطرتين إلى محلول الكبريتيد ولاحظ تلون المحلول باللون الأرجواني

## النترينات

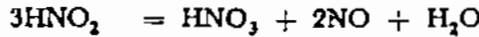
Nitrites  $[\text{NO}_2]^-$

تذوب جميع النترينات في الماء فيما عدا نترت الفضة (شحيح الذوبان) .

١ - حمض الهيدروكلوريك المخفف :

يعطى مع المادة الصلبة غازات بنية اللون (أكاسيد النروجين) ويتلون المحلول باللون الأزرق

نتيجة لتكون حمض النروز .



٢ - محلول كبريتات الحديدوز :

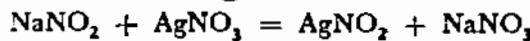
ضع ١ سم<sup>٣</sup> من محلول النترت في أنبوبة اختبار وأضف إليه ١ سم<sup>٣</sup> من محلول كبريتات

الحديدوز المحضرة حديثاً ثم أضف باحتراس قليلاً من حمض الكبريتيك المخفف على جدار

الأنبوبة لاحظ تكون حلقة بنية أو لون بني .

٣ - محلول نترات الفضة :

يعطى راسب أبيض مصفر من نترت الفضة مع محلول النترت المركز .

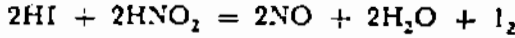


٤ - محلول يوديد البوتاسيوم :

أضف بضع قطرات من محلول يوديد البوتاسيوم إلى محلول النترت ثم أضف بضع قطرات

من حمض الكبريتيك المخفف . لاحظ تلون المحلول باللون البني نتيجة لانفصال اليود . أضف

قطرتين من محلول النشا ولاحظ تلوّن المحلول باللون الأزرق .



٥ - محلول برمنجنات البوتاسيوم :

حمض محلول النتريت بقطرتين من حمض الكبريتيك المخفف ثم أضف قطرتين من محلول البرمنجنات . لاحظ اختفاء لون البرمنجنات .

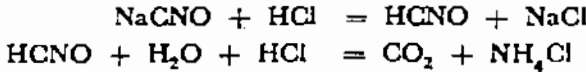
## السيانات

Cyanates  $[\text{CNO}]^-$

سيانات الفلزات والفلزات القلوية الأرضية كلها تذوب في الماء . أما سيانات الفضة والنحاس والرصاص فإنها لا تذوب في الماء .

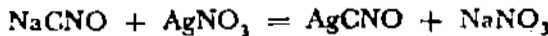
١ - حمض الهيدروكلوريك المخفف :

أضف حمض الهيدروكلوريك المخفف إلى الملح الصلب ولاحظ حلوث فوران شديد نتيجة لتضاعد غاز ثاني أكسيد الكربون الذي يمكن الكشف عنه بتعكيره لماء الجير . وعند إضافة حمض الهيدروكلوريك إلى الملح الصلب يتبع أولاً حمض السيانيك الذي يتحول فوراً إلى ثاني أكسيد كربون ونشادر .



٢ - محلول نترات الفضة :

يعطى مع محلول للسيانات راسب أبيض من سيانات الفضة يذوب في النشادر وفي حمض النتريك المخفف .



٣ - محلول كلوريد الباريوم :

لا يعطى راسب مع محلول السيانات ( للتمييز الكربونات والسيانات ) .



## السيانيدات

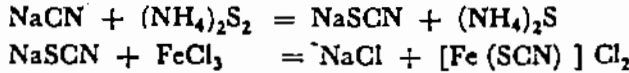
Cyanides [CN]<sup>-</sup>

أملاح السيانيدات سامة جداً ومهتة ولذا يجب الحذر عند استعمالها .

جميع السيانيدات لا تذوب في الماء فيما عدا سيانيدات الفلزات القلوية والفلزات القلوية الأرضية وسيانيد الزئبق .

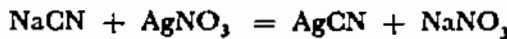
### ١ - حمض الهيدروكلوريك المخفف :

عند تخزين السيانيد مع حمض الهيدروكلوريك المخفف يتصاعد غاز حمض الهيدروسيانيد السام الذي يمكن الكشف عنه بإمراره في محلول كبريتيد الأونيوم الأصفر وبعد ذلك يحمض المحلول الناتج بحمض الهيدروكلوريك المخفف ثم يضاف إليه محلول كلوريد الحديدك . مطباً لوناً أحمر دموياً :



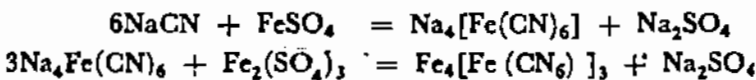
### ٢ - محلول نترات الفضة :

يعطى مع محلول السيانيد راسب أبيض من سيانيد الفضة لا يذوب في حمض النريك المخفف ( للتمييز بين السيانات والسيانيد ) :



### ٣ - اختبار أزرق بروسيا :

أضف بعض بلورات من كبريتات الحديدوز إلى محلول السيانيد ، سخن حتى الغليان ثم برد المحلول الناتج . أضف بضع قطرات من حمض الكبريتيك المخفف لإذابة هيدروكسيد الحديد . لاحظ تكون راسب أزرق من حديد وسيانيد الحديدك ( أزرق بروسيا ) .



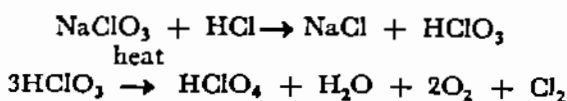
## الكلورات

Chlorates [ $\text{ClO}_3$ ]

جميع الكلورات تذوب في الماء .

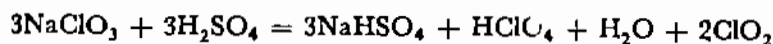
### ١ - حمض الهيدروكلوريك المخفف :

أضف حمض الهيدروكلوريك المخفف إلى الملح الصلب سخن . لاحظ تصاعد غاز الكلور الخافت وتلون المحلول باللون الأصفر . ويمكن الكشف عن غاز الكلور بتعريض ورقة عباد الشمس للغاز المتصاعد . لاحظ اختفاء لون ورقة عباد الشمس (خاصية قصر الألوان) وعند تسخين الكلورات مع حمض الهيدروكلوريك يتفصل أولاً حمض الكلوريك الذي ما يلبث أن ينحل لعدم ثباته إلى حمض البيركلوريك والكلور والأكسجين .



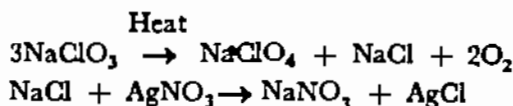
### ٢ - حمض الكبريتيك المركز :

يجب إجراء هذا الاختبار بحذر إذ أنه يؤدي إلى فرقة - سخن بلورة صغيرة من الملح مع مقدار قليل من حمض الكبريتيك المركز ولاحظ تصاعد غاز ثاني أكسيد الكلور مصحوباً بفرقة .



### ٣ - تأثير الحرارة :

عند تسخين قليلاً من الكلورات في أنبوبة اختبار جافة يتكون الكلوريد ويتصاعد الأكسجين ويمكن الكشف عن الكلوريد المتكون بإذابة المادة الصلبة المتبقية في أنبوبة الاختبار في قليل من الماء ثم إضافة محلول نترات الفضة فيتكون راسب أبيض من كلوريد الفضة يتحول إلى اللون البنفسجي في ضوء الشمس .



## مجموعة حمض الكبريتيك المركز

### الكلوريدات

Chlorides  $Cl^-$

تذوب أغلب الكلوريدات في الماء ولا يذوب كل من كلوريد الفضة والزنبرقوز في حين أن كلوريد الرصاص يذوب في الماء الساخن فقط .

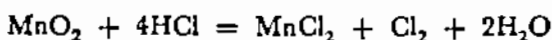
#### ١ - حمض الكبريتيك المركز :

يعطى مع المادة الصلبة بالتسخين غاز كلوريد الهيدروجين الذي يدخن في الهواء ويعطى سحباً بيضاء مع الشادر كما أنه يحمر ورقة عباد الشمس الزرقاء :



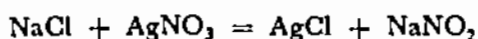
#### ٢ - ثاني أكسيد المنجنيز :

اخلط قليلاً من ثاني أكسيد المنجنيز مع الكلوريد الصلب ثم أضف ١ سم<sup>٣</sup> من حمض الكبريتيك المركز . سخن ثم لاحظ تصاعد غاز الكلور (أصفر مخضر) الذي يذبل لون عباد الشمس ويحول ورقة النشا ويؤيد البوتاسيوم إلى اللون الأزرق .



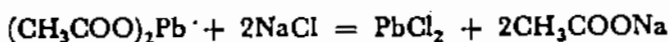
#### ٣ - محلول نترات الفضة :

عند إضافة هذا المحلول إلى محلول الكلوريد يتكون راسب أبيض متجمع من كلوريد الفضة الذي يذوب في هيدروكسيد الأمونيوم ولا يذوب في حمض النيتريك المخفف. ولاحظ أن الراسب يتحول إلى اللون البنفسجي عند تعريضه للضوء .



#### ٤ - محلول خلاص الرصاص :

يعطى راسب أبيض من كلوريد الرصاص مع محلول الكلوريد المركز البارد ، لاحظ أن الراسب يذوب في الماء الساخن ويرسب بالتبريد .



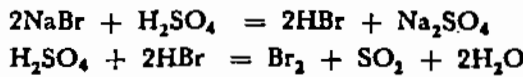
## البروميدات

Bromides Br<sup>-</sup>

تشبه الكلوريدات في ذوبانها وفي معظم تفاعلاتها .

### ١ - حمض الكبريتيك المركز :

يتفاعل مع المادة الصلبة معطياً خليطاً من بروميد الميروجين والبروم - لاحظ أن المحلول يتلون باللون الأحمر البني - يتكون البروم نتيجة لتأكسد بروميد الميروجين بواسطة حمض الكبريتيك .



### ٢ - ثاني أكسيد المنجنيز :

أجر التجربة كما في حالة الكلوريدات ولاحظ تصاعد أبخرة بيضاء من غاز البروم الذي يقصر لون ورقة عباد الشمس ويحول ورقة مبللة بمحلول النشا إلى اللون البرتقالي .



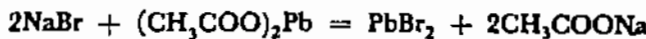
### ٣ - محلول نترات الفضة :

مع محلول البروميد يتكون راسب أبيض مصفر من بروميد الفضة الذي يذوب بقلة في النشادر ولا يذوب في حمض النتريك .



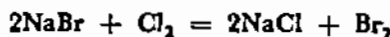
### ٤ - محلول خلات الرصاص :

عند إضافة هذا المحلول إلى محلول البروميد يتكون راسب أبيض متبلر من بروميد الرصاص الذي يذوب في الماء الساخن ويرسب بالتبريد .



### ٥ - ماء الكلور :

أضف بضع قطرات من ماء الكلور إلى محلول البروميد ولاحظ تلون المحلول باللون الأحمر البرتقالي لاتصال البروم . أضف ٢ سم<sup>٣</sup> من الكلوروفوم أو من رابع كلوريد الكربون ووج المذيب . لاحظ تلون الطبقة السفلى باللون الأحمر في حين يبقى السائل المائي العلوي عديم اللون .



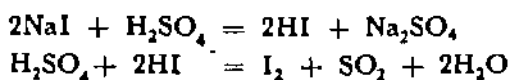
## اليوديدات

Iodides I<sup>-</sup>

تشبه كل من الكلوريدات والبروميدات في قابليتها للذوبان وفي الخواص الكيميائية .

## ١ - حمض الكبريتيك المركز :

أضف ١ سم<sup>٣</sup> من الحمض إلى المادة الصلبة وسخن بلطف ولاحظ تصاعد أبخرة اليود البنفسجية التي تتحول ورقة مبللة بمحلول النشا إلى اللون الأزرق .

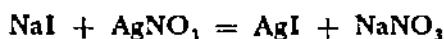


## ٢ - لاني أكسيد المنجنيز :

أجر الاختبار كما في حالة الكلوريدات ولاحظ تصاعد أبخرة اليود البنفسجية .

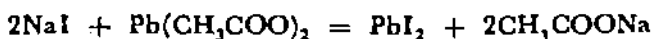
## ٣ - محلول نترات الفضة :

يعطى راسب أصفر من يوديد الفضة لا يذوب في كل من النشادر أو حمض النتريك .



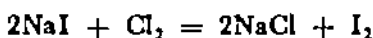
## ٤ - محلول خلاص الرصاص :

يتكون راسب أصفر من يوديد الرصاص الذي يذوب في الماء الساخن ويرسب بالتبريد :



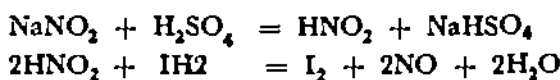
## ٥ - ماء الكلور :

أجر الاختبار كما في حالة البروميدات ولاحظ ظهور لون بنفسجي نتيجة لانفصال اليود :



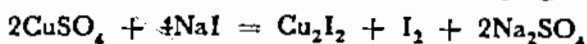
## ٦ - محلول نترات الصوديوم :

أضف محلول النترات إلى محلول اليود ثم أضف بضع قطرات من حمض الكبريتيك المخفف (أو حمض الخليك) ولاحظ تلون المحلول باللون البني البنفسجي لانفصال اليود (يستخدم هذا الاختبار في التفرقة بين الكلوريدات والبروميدات - واليوديدات) .



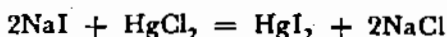
## ٧- محلول كبريتات النحاس :

يتكون راسب بني من يوديد النحاسوز واليود .



## ٨- محلول كلوريد الزئبقيك :

يتكون راسب أحمر من يوديد الزئبقيك الذي يذوب في الزيادة من محلول اليوديد .



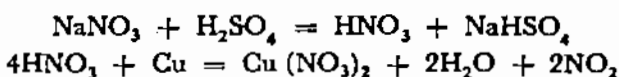
## النترات

Nitrates  $[\text{NO}]^-$ 

تنوب جميع النترات في الماء فيما عدا نترات الزئبقوز فهي شحيحة الذوبان .

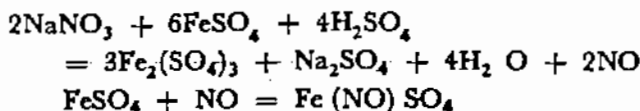
## ١- حمض الكبريتيك المركز :

عند تسخين الملح الصلب مع حمض الكبريتيك المركز في أنبوبة اختبار تتصاعد أبخرة حمض النتريك وغازات بنية قائمة . وتظهر هذه الغازات البنية بوضوح عند إضافة قطعة صغيرة من خراطة النحاس إلى الأنبوبة . وفي هذه الحالة يتفاعل حمض النتريك الناتج مع النحاسيك معطياً نترات النحاس وتتصاعد غاز أكسيد النتروجين (بني اللون) .



## ٢- تجربة الحلقة الحمراء :

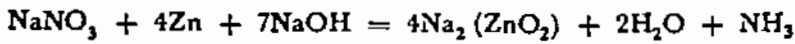
ضع ١ سم<sup>٣</sup> من محلول النترات في أنبوبة اختبار ثم أضف إليه ٢ سم<sup>٣</sup> من محلول مركز من كبريتات الحديدوز المخضرة حديثاً . أضف إلى هذا الخليط باحتراس وعلى جدار الأنبوبة حوالي ٢-٣ سم<sup>٣</sup> من حمض الكبريتيك المركز بحيث يكون طبقة تحت سطح الخليط . لاحظ ظهور حلقة بنية عند سطح الانفصال .



## ٣- اختزال النترات :

أضف قليلاً من برادة الحارصين ومحلول هيدروكسيد الصوديوم إلى محلول النترات ثم سخن

المخلوط حتى الغليان . لاحظ تصاعد غاز النشادر ذات الرائحة المميزة . ( يكون سحب بيضاء مع كلوريد الهيدروجين ) .



## الثيوسيانات

Thiocyanates  $[\text{SCN}]^-$

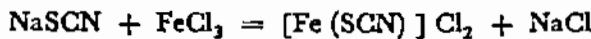
تذوب ثيوسيانات الفلزات في الماء فيما عدا ثيوسيانات الفضة والنحاس والزنك والرصاص :

### ١ - حمض الكبريتيك المركز :

عند إضافة حمض الكبريتيك المركز إلى الملح الصلب يحدث تفاعل شديد مع تصاعد غازات أهمها ثاني أكسيد الكبريت كما في حالة الكبريتيت .

### ٣ - محلول كلوريد الحديدك :

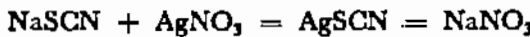
يعطى مع محلول الثيوسيانات لون أحمر دموي .



هذا اللون الأحمر اللامع يرجع لوجود أيون ثيوسيانات الحديدك . .

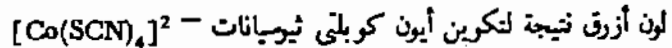
### ٢ - محلول نترات الفضة :

يعطى مع محلول الثيوسيانات راسب أبيض متجمع من ثيوسيانات الفضة الذي يذوب في النشادر ولا يذوب في حمض النتريك المخفف .



### ٣ - محلول نترات الكوبلت :

عند إضافة محلول مركز أو بعض بلورات من الثيوسيانات إلى محلول نترات الكوبلت يظهر



## المجموعة العامة

لا يوجد لأفراد هذه المجموعة كاشف مشترك . فأملاح هذه المجموعة لا تتأثر بعمض

الهيدروكلوريك أو الكبريتيك المركز ولذا يجب الكشف عنها في المخاليل .

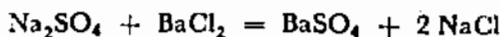
## الكبريتات

Sulphates  $[\text{SO}_4]^{2-}$

تذوب معظم الكبريتات في الماء فيما عدا كبريتات الرصاص والباريوم والإسترانسيوم  
والتكاليسيوم والزنكفورز .

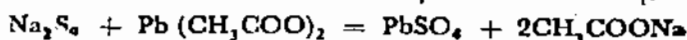
### ١ - محلول كلوريد الباريوم :

يعطى مع محلول الكبريتات راسب أبيض من كبريتات الباريوم لا يذوب في الأحماض  
المعدنية .



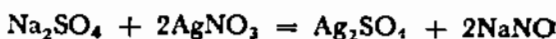
### ٢ - محلول خلات الرصاص :

يعطى مع محلول للكبريتات راسب أبيض من كبريتات الرصاص يذوب في كل من  
خلات الأمونيوم وهيدروكسيد الصوديوم



### ٣ - محلول نترات الفضة :

عند إضافة محلول نترات الفضة إلى محلول الكبريتات المركز يتكون راسب أبيض من  
كبريتات الفضة .



## الفوسفات

Phosphates  $[\text{PO}_4]^{3-}$

أغلب الفوسفات شحيحة الذوبان في الماء فيما عدا فوسفات الأمونيوم والفلزات القلوية  
فهي تذوب في الماء .

### ١ - محلول نترات الفضة :

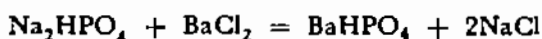
يعطى مع محلول الفوسفات راسب أصفر من فوسفات الفضة يذوب في هيدروكسيد الأمونيوم .  
وفي حمض النتريك المخفف .





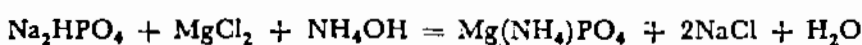
## ٢ - محلول كلوريد الباريوم :

راسب أبيض من فوسفات الباريوم (من المحاليل المتعادلة) يذوب في الأحماض المعدنية وفي حمض الخليك .



## مخلوط المغنيسيا :

وهو عبارة عن خليط من كلوريد المغنسيوم وكلوريد الأمونيوم وهيدروكسيد الأمونيوم . عند إضافة مخلوط المغنيسيا إلى محلول الفوسفات يتكون راسب أبيض من فوسفات المغنسيوم والأمونيوم يذوب في الأحماض المعدنية وفي حمض الخليك .

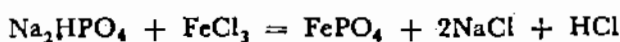


## ٤ - محلول موليبدات الأمونيوم :

أضف  $\frac{1}{4}$  سم<sup>٣</sup> من حمض النتريك المركز إلى  $\frac{1}{4}$  سم<sup>٣</sup> من محلول الفوسفات ثم أضف حوالي ٤ سم<sup>٣</sup> من محلول موليبدات الأمونيوم . لاحظ تكون راسب أصفر متبلر من فوسفوموليبدات الأمونيوم  $(\text{NH}_4)_3[\text{PO}_4\text{Mo}_{12}\text{O}_{36}]$  يذوب في كل من هيدروكسيد الأمونيوم وهيدروكسيد الصوديوم .

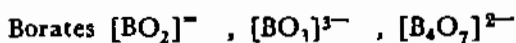
## ٥ - محلول كلوريد الحديدك :

يعطى راسب أصفر باهت من فوسفات الحديدك يذوب في الأحماض المعدنية ولكنه لا يذوب في حمض الخليك .



وكثيراً ما يلزم إضافة محلول مشبع من خلاص الصوديوم للتخلص من حمض الهيدروكلوريك الناتج الذي قد يتسبب في إذابة فوسفات الحديدك .

## البورات



هناك ثلاثة أنواع من البوريك وهي :

حمض ميثابوريك  $\text{HBO}_2$

حمض أورثوبوريك  $\text{H}_3\text{BO}_3$

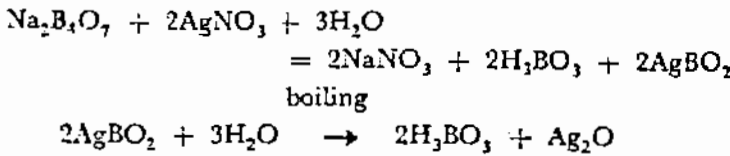
حمض بيروبووريك  $\text{H}_2\text{B}_4\text{O}_7$

ومعظم أملاح البورات مشتقة من حمض ميثا ، وبيرو - بوريك : لا تذوب البورات في الماء ما عدا بورات الفلزات القلوية .

### ١ - محلول نترات الفضة :

يعطى راسب أبيض من بورات الفضة (مع المحاليل المركزة) يذوب في هيدروكسيد الأمونيوم وفي حمض الخليك ويتحول الراسب إلى اللون البني بالغليان نتيجة لتكوين أكسيد الفضة .

لاحظ أنه عند استخدام محلول مخفف يتكون هذا الراسب البني بعد إضافة محلول نترات الفضة مباشرة :



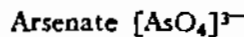
### ٢ - محلول كلوريد الباريوم :

عند إضافة محلول كلوريد الباريوم إلى محلول مركز من البورات يتكون راسب أبيض من بورات الباريوم يذوب في الزيادة من كلوريد الباريوم وفي الأحماض المعدنية .

### ٣ - اختبار اللهب ذو الحافة الخضراء :

ضع قليلا من البورات في أنبوبة اختبار . أضف إليها ١ سم<sup>٣</sup> من حمض الكبريتيك المركز ثم أضف بعد ذلك حوالي ٥ سم<sup>٣</sup> من الكحول الأيثيل باحتراس . قلب المخلوط جيدا بساق زجاجية عرض الساق الزجاجية بعد غمسها في المخلوط إلى اللهب ولاحظ ظهور لهب ذو حافة خضراء وذلك لتكوين أبخرة بورات الأيثيل  $\text{B}(\text{OC}_2\text{H}_5)_3$  .

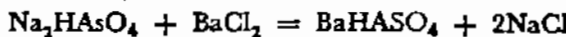
## الزرنبيخات<sup>(١)</sup>



جميع الزرنبيخات شحيحة الذوبان في الماء فيما عدا زرنبيخات الفلزات القلوية .

### ١ - محلول كلوريد الباريوم :

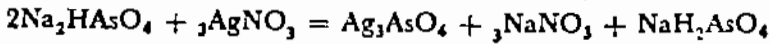
يعطى مع المحاليل المركزة راسب أبيض من زرنبيخات الباريوم :



(١) مركبات الزرنبيخ سامة ولذا يجب استعمالها بحذر .

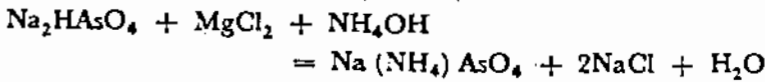
## ٢ - محلول نترات الفضة :

يعطى راسب بني ( كالثيكلوانة ) مع المحاليل المتعادلة ، يذوب في الأحماض المعدنية وفي هيدروكسيد الأمونيوم .



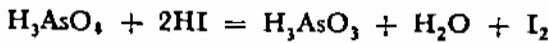
## ٣ - مخلوط المغنيسيا :

راسب أبيض من زرنيخات المغنسيوم والأمونيوم



## ٤ - محلول يوديد البوتاسيوم :

أضف محلول يوديد البوتاسيوم إلى محلول الزرنيخات ثم أضف  $\frac{1}{4}$  سم<sup>٣</sup> من حمض الهيدروكلوريك المركز . لاحظ تلون المحلول باللون البني البنفسجي لانفصال اليود الذي يحول ورقة مبللة بمحلول النشا إلى اللون الأزرق .



## ٥ - غاز كبريتيد الهيدروجين :

عند إمرار غاز كبريتيد الهيدروجين في محلول الزرنيخات المحمض بمحمض الهيدروكلوريك يتكون راسب أصفر من كبريتيد الزرنيخ مختلطاً بالكبريت الغروي .

## ٦ - محلول مولبيدات الأمونيوم :

أجر الاختبار كما في حالة الفوسفات لاحظ ظهور راسب أصفر بعد الغليان ( للتمييز بين الفوسفات والزرنيخات ) .

## ٧ - محلول كبريتات النحاس :

أضف محلول كبريتات النحاس إلى محلول الزرنيخات لا يحدث تغير واضح . أضف قليلاً من محلول هيدروكسيد الصوديوم ولاحظ تكون راسب بني ضارب للخضرة من زرنيخات النحاس وبإضافة زيادة من محلول هيدروكسيد الصوديوم يتحول لون الراسب إلى اللون الأزرق الفاتح ( يستخدم هذا الاختبار للتمييز بين الزرنيخات والزرنيخيت ) وهذا الراسب يذوب في الأحماض المعدنية وفي هيدروكسيد الأمونيوم .

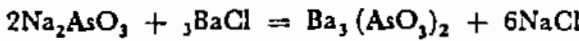
## الزرنخييت

Arsenite  $[AsO_3]^{-3}$

تشبه الزرنخيات في قابليتها للذوبان .

١ - محلول كلوريد الباريوم :

راسب أبيض من زرنخييت الباريوم من المحاليل المتركة .



٢ - محلول نترات الفضة :

راسب أصفر من زرنخييت الفضة (من المحاليل المتعادلة) يذوب في حمض النتريك وفي

هيدروكسيد الأمونيوم .



٣ - مخلوط المغنيسيا :

لا يتكون راسب (للتمييز بين الزرنخيات والزرنخييت) .

٤ - محلول موليبدات الأمونيوم :

لا يتكون راسب (للتمييز بين الزرنخيات والزرنخييت) .

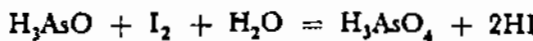
٥ - غاز كبريتيد الهيدروجين :

كما في حالة الزرنخيات يتكون راسب أصفر من المحلول المحمض

٦ - محلول اليود :

أصفر بضع قطرات من محلول اليود إلى محلول محمض من الزرنخييت . لاحظ اختفاء لون

اليود لاختزاله إلى يوديد الهيدروجين .



٧ - محلول كبريتات النحاس :

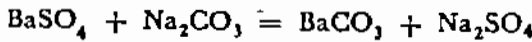
راسب أصفر مخضر من زرنخييت النحاس (من المحاليل المتعادلة) يذوب في الأحماض

المعدنية وفي هيدروكسيد الأمونيوم ويعطى مع الأخيرة محلولاً أزرق .

## الجدول العام للكشف عن الشق الحمضى فى الأملاح البسيطة

تحضير محلول الملح المراد الكشف عنه :

يجب أن يحاول الطالب إذابة الملح المجهول فى الماء البارد ثم الساخن ، وفى حالة ما إذا كانت المادة المجهولة عديمة الذوبان فى الماء فإنها تغلى مع محلول مركز من كربونات الصوديوم حيث يتم التبادل المزدوج بين الملحين وبذلك نحصل على محلول يحتوى على الشق الحمضى المجهول .  
مثال ذلك :



ضع حرارى واحد جرام من مسحوق الملح المجهول فى كأس زجاجى وأضف إليه حوالى ٣ جرام من كربونات الصوديوم . غطى الخليط بقليل من الماء ثم قلبه جيداً . سخن حتى درجة الغليان لمدة ١٥ - ٢٠ دقيقة مع ملاحظة تغطية الكأس بزجاجة ساعة للحد من تسرب بخار الماء . يرد الخليط بعد انتهاء مدة التسخين ثم رشح - الراشح يحتوى على الشق الحمضى متحداً بالصوديوم بالإضافة إلى ما تبقى من كربونات الصوديوم قسم الراشح إلى قسمين غير متساويين . أضف حمض النتريك المخفف إلى الجزء الأكبر من الراشح حتى يصبح المحلول حمضياً ضعيفاً بالنسبة لعباد الشمس وذلك للتخلص من الكربونات المتبقية ثم أغلى المحلول لمدة دقيقتين للتأكد من طرد ثانى أكسيد الكربون . أضف هيدروكسيد الأمونيوم قطرة قطرة إلى المحلول الحمضى حتى يصبح قلوياً بالنسبة لعباد الشمس . أغلى المحلول حتى يتوقف تصاعد غاز النشادر ثم يرد . وبذلك يمكن الحصول على محلول متعادل يحتوى الشق الحمضى المطلوب بالإضافة إلى شق النترات . ولذا يجب الكشف عن النترات فى المحلول الناتج قبل إضافة حمض النتريك ( الجزء الأصغر من الراشح ) . وللتخلص من الكربونات فى هذه الحالة يضاف حمض الهيدروكلوريك المخفف .

### ملاحظات :

- ١ - هذه الطريقة غير مجدية مع أملاح الكربونات التى لا تذوب فى الماء . ( تجرى التجارب للتأكيدية على محلول ثانى أكسيد الكربون فى الماء ) .
- ٢ - يمكن الكشف عن الكبريتات والفسفات والبورات فى الوسط الحمضى حيث أن هذه المشقوق لا تتأثر بالأحماض .

٣- يمكن الحصول على محلول مائي من الكبريتيدات والكبريتات والسيانيدات التي لا تذوب في الماء وذلك بإضافة حمض الهيدروكلوريك المخفف إلى الملح الصلب وإمرار الغاز المتصاعد في الماء في محلول مخفف من هيدروكسيد الصوديوم .

### طريقة الكشف عن الشق الحمضي :

يجب أن يتبع الطالب الخطوات التالية عند الكشف عن الشق الحمضي حسب ترتيبها وأن بدون ملاحظاته واستنتاجاته أولاً بأول . وأن يدعم الاستنتاجات بالتجارب التأكيدية اللازمة .

### ١ - تسجيل الخواص الطبيعية :

كاللون والشكل البلوري والذوبان في الماء وتأثير المحلول المائي على عباد الشمس وما إلى ذلك .

### ٢ - حمض الهيدروكلوريك المخفف :

أضف إلى كمية صغيرة من المادة الصلبة المراد اختبارها قليلاً من حمض الهيدروكلوريك المخفف على البارد ثم بالتسخين المين ولاحظ التأثيرات المختلفة التي يمكن أن يستدل منها على الشق الحمضي كما يلي :

المشاهدة	الاستنتاج (١)
١ - حلوث فوران على البارد وتصاعد غاز عديم اللون يعكر ماء الجير	غاز ثاني أكسيد الكربون من الكبريتات أو اليكربونات (٢) ص ٢٦ أو السيانات سيانات ص ٣٢
٢ - تصاعد غاز النشادر عند إضافة هيدروكسيد الصوديوم إلى المتخلف في أنبوبة الاختبار (١) والغليان .	غاز ثاني أكسيد الكبريت من الكبريتات ص ٢٨
٣ - تصاعد غاز عديم اللون ذو رائحة نفاذة خائقة تخضر ورقة مبللة بمحلول بيكرومات البوتاسيوم المحمضة .	غاز ثاني أكسيد الكبريت من الثيوكبريتات ص ٢٩
٤ - تصاعد غاز عديم اللون ذو رائحة نفاذة خائقة يخضر ورقة مبللة بمحلول بيكرومات البوتاسيوم المحمضة ويترسب الكبريت خصوصاً بعد التسخين .	

(١) يجب تدعيم هذا الاستنتاج بالتجارب التأكيدية كلما أمكن ذلك .

(٢) يجب ملاحظة أن جمع اليكربونات تنرب في الماء .

الاستنتاج	المشاهدة	
غاز كبريتيد الميثلروجين من الكبريتيدات ص ٣٠	تصاعد غاز عديم اللون ذو رائحة تشبه رائحة البيض الفاسد ويسود ورقة مبللة بمحلول خلات الرصاص <sup>(١)</sup>	٥ -
ثاني أكسيد النروجين من النتريتات ص ٣١	تتصاعد أبخرة بنية قرب فوهة الأنبوبة (ويصبح المحلول لونه أزرق باهت) تحول ورقة مبللة بمحلول يوديد البوتاسيوم والنشا إلى اللون الأزرق .	٦ -
غاز ميانيد الميثلروجين من السيانيدات ص ٣٣	تصاعد غاز عديم اللون له رائحة تشبه رائحة اللوز المر . يجب أن يشم بمنتهى الحذر حيث أنه سام جداً ، يمكن الكشف عنه كما هو موضح في صفحة (٢٣) .	٧ -
غاز الكلور من الكلورات ص ٣٤	تصاعد غاز أخضر مصفر ذو رائحة خائفة يزيل لون ورقة عباد الشمس كما أنه يحول ورقة مبللة بمحلول يوديد البوتاسيوم والنشا إلى اللون الأزرق	٨ -

### ٣ - حمض الكبريتيك المركز :

إذا لم تتفاعل المادة الصلبة مع حمض الهيدروكلوريك المخفف ، أضف إلى قليل من المادة الصلبة حوالي ٣ سم<sup>٣</sup> من حمض الكبريتيك المركز ثم سخن تسخيناً هيناً ولاحظ ما يحدث .

(١) بعض الكبريتيدات لاتتفاعل مع حمض الهيدروكلوريك المخفف لهذا يجب في حالة الشك في وجود كبريتيد ، تسخين الملح الجاف مع الهيدروكلوريك المركز .

الاستنتاج	المشاهدة	
كلوريد الهيدروجين من الكلوريدات ص ٣٥	تصاعد غاز عديم اللون يتلخّن في الهواء وله رائحة نفاذة كما أنه يكون سحب بيضاء عند تعرضه لساق مبللة بمحلول هيدروكسيد الأمونيوم .	١ -
بروميد الهيدروجين والبروم من البروميدات ص ٣٦	تصاعد غازات لها رائحة نفاذة ولون أحمر وتلخّن في الهواء وبإضافة ثاني أكسيد المنجنيز يزداد تصاعد الأبخرة الحمراء التي تحول ورقة مبللة بمحلول النشا إلى اللون البرتقالي .	٢ -
اليود من اليوديدات ص ٣٧	تصاعد أبخرة بنفسجية تحول ورقة مبللة بمحلول النشا إلى اللون الأزرق .	٣ -
أبخرة حمض النتريك وثاني أكسيد النتروجين من النترات ص ٣٨	تصاعد غازات حمضية ذات رائحة نفاذة بنية اللون وتزداد عند إضافة قطعة صغيرة من خراططة النحاس .	٤ -
غاز ثاني أكسيد الكبريت من الثيوسيانات ص ٣٩	تصاعد غاز عديم اللون ذورائحة نفاذة وانفصال راسب أصفر من الكبريت . والغاز بخضر ورقة مبللة بمحلول بيكرومات البوتاسيوم المحمضة .	٥ -

#### ٤ - المجموعة العامة :

إذا لم تتفاعل المادة مع حمض الهيدروكلوريك المخفف أو حمض الكبريتيك المركز فينتظر أن يكون الشق الحمضي إما كبريتات - فوسفات - بورات - زرنخات - أو زرنخيت . وفي هذه الحالة يحضر محلول من المادة في الماء ثم يكشف عنها كما هو موضح بالجدول التالي :



الترفيحات	الترفيحات	البيارات	التوسعات	الكبريت	التجوية
الترفيحات زيب ابيض من الغابل المركزة	زيب ابيض من الغابل المركزة	زيب ابيض من الغابل المركزة يدوب في الزبادة من الكاشف وفي الأحماض	زيب ابيض من الغابل المتعادلة يدوب في حمض الغليك وفي الأحماض المدنية	زيب ابيض لا يدوب في حمض الهيدروكلوريك أو حمض النتريك	عازل الملح + عازل كاروبيد الباريوم
زيب اصفر كثاري مع الغابل	زيب ابيض يدوب في هيدروكسيد الأمونيوم وفي الأحماض المعدنية	زيب ابيض من الغابل المركزة يتحول بالنسخين إلى اللون البني	زيب اصفر كثاري مع التمدد	زيب ابيض من الغابل المركز	عازل الملح الحمض بحمض النتريك المركز + عازل موزينات الأمونيوم
زيب اصفر يدوب في هيدروكسيد الأمونيوم وحمض النتريك	زيب ابيض يدوب في هيدروكسيد الأمونيوم وفي الأحماض المعدنية	زيب ابيض من الغابل المركزة يتحول بالنسخين إلى اللون البني	زيب اصفر يدوب في هيدروكسيد الأمونيوم وفي حمض النتريك المتخفف	زيب ابيض من الغابل المركز	عازل الملح المتبادل - عازل نترات النفضة عازل يوريد اليواستيوم
	يتفصل البيرو من الغابل الحمضة بحمض الهيدروكلوريك				عازل الملح + عازل عازل اليواستيوم

## الباب الثالث

### الكشف عن الشق القاعدى فى الأملاح البسيطة

الكشف عن الشق القاعدى أكثر تعقيداً من الكشف عن الشق الحمضى وذلك لزيادة عدد الشقوق القاعدية وللتداخل فيما بينها . علاوة عن إمكان وجود الشق الواحد فى صورة متعددة كحالات الأكسدة المختلفة وكالأيونات المترابطة .

غير أن طرق الكشف عن الشق القاعدى أكثر دورية من طرق الكشف عن الشق الحمضى . هذا بالإضافة إلى أن التجارب التأكيديّة فى حالة الشق القاعدى محدودة وهادفة .

تقسم الفلزات فى التحليل الكيفي إلى ست مجموعات ، ويعتمد هذا التقسيم على اختلاف ذوبان أملاح هذه الفلزات فى الماء فمثلاً لا تذوب كلوريدات المجموعة الأولى فى الماء ولذلك يسهل ترسيبها وفصلها عن المجموعات الأخرى على هيئة كلوريدات . وكذلك ترسب المجموعة الثانية على هيئة كبريتيدات فى الوسط الحمضى وهكذا .

وسوف نتناول الأسس النظرية للكشف عن الشقوق القاعدية وفصلها فى الباب الخامس :  
ويسمى المحلول أو المحاليل التى تستعمل فى ترسيب أية مجموعة باسم كاشف المجموعة :  
والجدول التالى يوضح فلزات كل مجموعة والكاشف المميز لكل منها .

#### تحضير محلول الملح :

حاول إذابة قليل من مسحوق الملح فى كمية مناسبة من المذيبات التالية فى أنبوبة اختبار حسب الترتيب الآتى :

- ١ - الماء البارد ثم الساخن .
- ٢ - حمض الهيدروكلوريك المخفف البارد ثم الساخن .
- ٣ - حمض الهيدروكلوريك المركز البارد ثم الساخن .
- ٤ - حمض النتريك المخفف البارد ثم الساخن .
- ٥ - حمض النتريك المركز البارد ثم الساخن .
- ٦ - الماء الملكى وينحصر بخلط ثلاثة حجوم من حمض الهيدروكلوريك المركز وحجم واحد من حمض النتريك المركز .

الترتيب	كاشف المجموعة	التحليلات	المجموعة
كلوريدات	حمض الهيدروكلوريك المخفف	فضة - رصاص - زئبقوز	الأولى
كبريتيدات	حمض الهيدروكلوريك وكبريتيد الهيدروجين	زئبقيك - نحاس - بزموت - كاديوم - (رصاص) رنيخ - أنيون - فستور.	الثانية ٢ الثالثة
هيدروكسيدات	هيدروكسيد الأمونيوم في وجود كلوريد الأمونيوم	أونيوم - كروم - حديد	الرابعة
كبريتيدات	كبريتيد الهيدروجين في وجود هيدروكسيد الأمونيوم وكاوبريد الأمونيوم	نحاسيين - صينيير - كوبك - نيكل .	
كبريتات	كبريتات أمونيوم في وجود هيدروكسيد الأمونيوم وكاوبريد الأمونيوم	كالكسيوم - استرانتينوم - باريوم	الخامسة
	لا يوجد	مغنسيوم - صوديوم - بوتاسيوم	السادسة

٧- فإذا فشلت المحاولات السابقة في الحصول على محلول رائق شفاف يسخن الملح مع خمسة أضعافه بالوزن من كربونات الصوديوم في وجود قليل من الماء لمدة عشر دقائق . ثم يعالج بعد تبريده بالماء المغلي ويرشح . يذاب الراسب وهو عبارة عن كربونات الفلز في حمض النتريك المخفف ويستخدم المحلول الناتج للكشف عن الشق القاعدي . أما الراشح فيمكن استخدامه للكشف عن الشق الحمضي :

### ملاحظات :

١- في حالة إذابة الملح في حمض الهيدروكلوريك المركز يجب التخفيف بالماء قبل إضافة كاشف المجموعة .

٢- في حالة إذابة الملح في حمض النتريك أو الماء الملكي يجب تبخير المحلول فوق حمام مائي ثم يضاف حمض الهيدروكلوريك المركز ويبخر مرة ثانية حتى يصير الحجم صغيراً وبعد ذلك يخفف المحلول الباقي بالماء

## المجموعة الأولى

### الفضة - الرصاص - الزئبقوز

تحتوى هذه المجموعة على الكاتيونات التي تعطى كلوريدات لا تذوب في الأحماض المخففة وهي كلوريد الفضة : وكلوريد الرصاص ، وكلوريد الزئبقوز وفيها يلي بعض خواص العناصر والتفاعلات الهامة لأيوناتها .

### الفضة

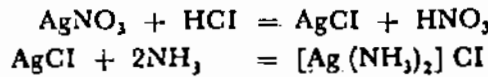
Silver Ag

الفضة المعدنية لونها أبيض لامع إلا أنها تبدو داكنة أحياناً نظراً لتغطيتها بطبقة من كبريتيد الفضة . وهي أكثر صلابة من الرصاص ولكنها أقل صلابة من النحاس . والفضة أحادية التكافؤ في أغلب مركباتها . ولا تتأثر الفضة بالأحماض المخففة فيما عدا حمض النتريك .

تجرى التجارب التالية على محلول ملح الفضة المعطى لك ( نترات الفضة مثلاً ) :

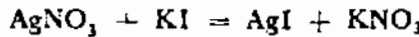
## ١ - حمض الهيدروكلوريك المخفف :

يتكون راسب أبيض متجمع من كلوريد الفضة يتلون باللون البنفسجي عند تعريضه للضوء . ولا يذوب هذا الراسب في الأحماض ولكن يذوب في هيدروكسيد الأمونيوم حيث يكون ملحاً متراكباً .



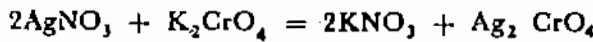
## ٢ - محلول يوديد البوتاسيوم :

يعطى راسب أصفر من يوديد الفضة لا يذوب في الأحماض ولا في محلول هيدروكسيد الأمونيوم .



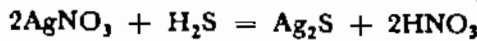
## ٣ - محلول كرومات البوتاسيوم :

يعطى راسب أحمر من كرومات الفضة يذوب في حمض النتريك المخفف وفي هيدروكسيد الأمونيوم .



## ٤ - كبريتيد الهيدروجين :

يعطى راسب أسود من كبريتيد الفضة يذوب في حمض النتريك المخفف ولا يذوب في هيدروكسيد الأمونيوم .

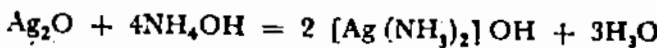


## ٥ - محلول هيدروكسيد الصوديوم :

راسب بني من أكسيد الفضة لا يذوب في زيادة من الكاشف .

## ٦ - محلول هيدروكسيد الأمونيوم :

يعطى راسب أبيض سريعاً ما يتحول إلى اللون البني ويذوب في زيادة من هيدروكسيد الأمونيوم مكوناً متراكباً ذائباً .



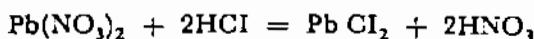
## الرصاص

Lead Pb

الرصاص معدن لين ثقيل لونه رمادي أو فضي . وهو يذوب في حمض النتريك المخفف بسهولة ويذوب ببطء في حمض الهيدروكلوريك المخفف . أما مع حمض الكبريتيك المخفف فإنه تتكون طبقة من كبريتات الرصاص غير الذائبة وهذه تمنع استمرار التفاعل . والرصاص ثنائي التكافؤ في أغلب مركباته . ولهيدروكسيد الرصاص صفات مترددة حيث يذوب في محاليل القلويات القوية معطياً بلمبيت  $[PbO_2]^{2-}$  أو بلمبات  $[PbO_3]^{2-}$  .  
تجرى التجارب التالية على محلول ملح الرصاص المعطى لك (نترات الرصاص) مثلاً .

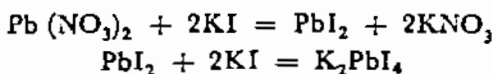
### ١ - حمض الهيدروكلوريك المخفف :

يعطى راسب أبيض من كلوريد الرصاص على البارد . يذوب هذا الراسب في الماء الساخن ويترسب بالترديد ولكن لا يذوب في هيدروكسيد الأمونيوم .



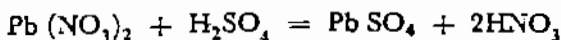
### ٢ - محلول يوديد البوتاسيوم :

يعطى راسب أصفر من يوديد الرصاص الذي يذوب في الماء الساخن ( كمية كبيرة من الماء ) معطياً محلولاً عديم اللون تنفصل منه بلورات صفراء بالترديد . ويذوب الراسب في زيادة من الكاشف .



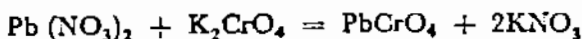
### ٣ - حمض الكبريتيك المخفف :

يتكون راسب أبيض من كبريتات الرصاص يذوب في محلول خلات الأمونيوم .



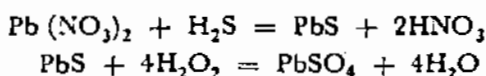
### ٤ - محلول كرومات البوتاسيوم :

يعطى راسب أصفر من كرومات الرصاص لا يذوب في هيدروكسيد الأمونيوم ولكن يذوب في حمض النتريك وفي الهيدروكسيدات القلوية .



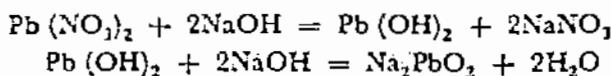
## ٥ - كبريتيد الهيدروجين :

يتكون راسب أسود من كبريتيد الرصاص يذوب في حمض النتريك المخفف الساخن .  
وعند إضافة بضع قطرات من فوق أكسيد الهيدروجين إلى الراسب الأسود يتحول إلى راسب  
أبيض من كبريتات الرصاص نتيجة لأكسدته .



## ٦ - محلول هيدروكسيد الصوديوم :

يعطى راسب أبيض من هيدروكسيد الرصاص يذوب في زيادة من الكاشف (NaOH)  
حيث يتكون بلمبيت الصوديوم .



## ٧ - محلول هيدروكسيد الأمونيوم :

راسب أبيض من هيدروكسيد الرصاص لا يذوب في زيادة من الكاشف :

## الزئبق

*Mercury Hg*

الزئبق معدن ثقيل وهو سائل في درجات الحرارة العادية . وهو لا يتأثر بالأحماض المخففة  
فيما عدا حمض النتريك (مثل الفضة) . الزئبق يكون نوعين من الأيونات أيون الزئبقوز وهو  
أحادي التكافؤ  $(\text{Hg}_2)^{2+}$  (حيث يحدث إزدواج لذرتين أحاديتي التكافؤ) وإيون الزئبقيك  
وهو ثنائي التكافؤ  $\text{Hg}^{2+}$  .

ونظراً لأن كلوريد الزئبقوز لا يذوب في الأحماض المخففة فإن أيون الزئبقوز يوجد في  
المجموعة الأولى . أما كلوريد الزئبقيك فهو يذوب ولهذا فإن أيون الزئبقيك لا يوجد بالمجموعة  
الأولى ولكنه يترسب في المجموعة الثانية .

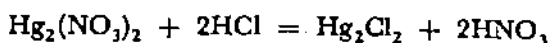
## الزئبقوز

Mercurous  $[Hg_2]^{2+}$

تجرى التجارب التالية على محلول ملح الزئبقوز المعطى لك (نترات الزئبقوز مثلا) :

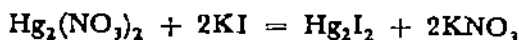
١ - حمض الهيدروكلوريك المخفف :

يتكون راسب أبيض من كلوريد الزئبقوز لا يذوب في الماء الساخن ولا في الأحماض المخففة ويتحول إلى اللون الأسود في وجود محلول النشادر .



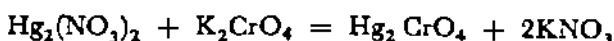
٢ - محلول يوديد البوتاسيوم :

يتكون راسب لونه بين الأخضر والأصفر من يوديد الزئبقوز الذى يذوب في زيادة من الكاشف وينفصل الزئبق .



٣ - محلول كرومات البوتاسيوم :

يعطى راسب بنى من كرومات الزئبقوز يتحول بالتسخين إلى بلورات حمراء .

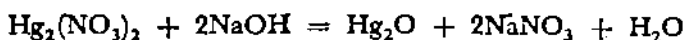


٤ - كبريتيد الهيدروجين :

راسب أسود من كبريتيد الزئبقوز والزئبق :

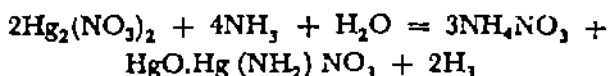
٥ - محلول هيدروكسيد الصوديوم :

يتكون راسب أسود من أكسيد الزئبقوز .



٦ - محلول هيدروكسيد الأمونيوم .

يتكون راسب أسود من خليط من الزئبق ونترات أمينو الزئبق القاعدية .





## المجموعة الثانية

ترسب فلزات هذه المجموعة على هيئة كبريتيدات ويتم هذا الترسب بواسطة كبريتيد الهيدروجين في وجود حمض الهيدروكلوريك المخفف وذلك لمنع ترسيب كبريتيدات الفلزات الأخرى مثل كبريتيد الخارصين والمنجنيز والكوبلت والنيكل ( انظر الباب الخامس ) . وتنقسم هذه المجموعة فيما بينها إلى مجموعتين هما :

### مجموعة ١٢ :

وتشتمل على أملاح الزئبق والنيحاس والبيزموث والكاناديوم والرصاص<sup>(١)</sup> وكبريتيدات هذه المجموعة لا تذوب في كبريتيد الأمونيوم الصفراء :

### مجموعة ٢ ب :

وتشتمل على أملاح الزرنيخ والأنتيمون والقصدير وكبريتيدات هذه المجموعة تذوب في كبريتيد الأمونيوم الأصفر .

## المجموعة ٢ (١)

### النيحاس - الكنادميوم - البيزموث - الزئبق

فيما يلي بعض خواص هذه العناصر والتفاعلات الهامة لأيوناتها .

### النيحاس

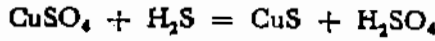
*Copper Cu*

النيحاس معدن لونه أحمر مائل إلى الأصفرار وهو لا يتفاعل مع الأحماض المخففة ولكنه يذوب في حمض النتريك مكوناً نترات النحاسيك  $Cu(NO_3)_2$  . وتتميز أملاح النحاسيك المائية بلونها الأزرق . ويمكن اختزال أيون النحاسيك إلى أيون النحاسوز ( ذات اللون الأصفر الباهت ) بواسطة العوامل المختزلة القوية ولكنها تتأكسد في الهواء الجوى إلى أيون النحاسيك . تجرى التجارب التالية على ملح النحاس المعطى لك ( كبريتات النحاس مثلاً ) :

( ١ ) كثيراً ما يهرب الرصاص من المجموعة الأولى نظراً لأن كلوريد الرصاص يذوب في الماء إلى حد ما في هذه الحالة يترسب الرصاص على هيئة كبريتيد الرصاص في المجموعة الثانية .

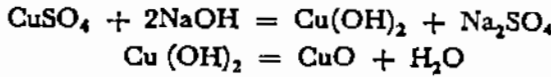
## ١ - كبريتيد الهيدروجين :

راسب أسود من كبريتيد النحاس من المحاليل الحمضية أو المتعادلة ، يذوب في حمض النريك المخفف الساخن ولا يذوب في حمض الكبريتيك المخفف الساخن .



## ٢ - محلول هيدروكسيد الصوديوم :

يتكون راسب أزرق من هيدروكسيد النحاسيك يضحك إلى أكسيد النحاس بالغلجان .

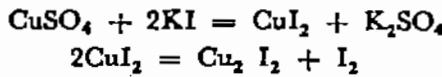


## ٣ - محلول هيدروكسيد الأمونيوم :

يتكون راسب أزرق يذوب في زيادة من الكاشف معطياً محلولاً ذا لون أزرق داكن .

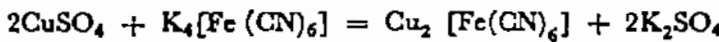
## ٤ - محلول يوديد البوتاسيوم :

يتكون راسب من يوديد النحاسيك الذي سرعان ما يتحلل إلى يوديد النحاسوز واليود .



## ٥ - محلول حديد وسيانيد البوتاسيوم :

يتكون راسب بني من حديد وسيانيد النحاسيك لا يذوب في الأحماض ولكنه يذوب في محلول النشادر معطياً محلولاً أزرق اللون .



## ٦ - اختبار الذهب :

يتلون الذهب بلون أخضر .

## ٧ - اختبار خرزة البوراكس :

يصبح لون الخرزة أخضر على الساخن وأزرق على البارد ( في الذهب المؤكسد ) .

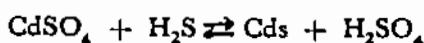
## الكاديوم

Cadmium Cd

الكاديوم معدن فضي متبلر وهو يشبه الحارصين في كثير من خواصه فهو يتفاعل ببطء مع حمض الكبريتيك المخفف أو حمض الهيدروكلوريك المخفف مع تصاعد غاز الهيدروجين ولكنه يذوب بسرعة في حمض النتريك مكوناً نترات الكاديوم  $Cd(NO_3)_2$  . والكاديوم ثنائي التكافؤ في جميع مركباته ويتميز أيون الكاديوم بأنه عديم اللون .  
تجرى التجارب التالية على محلول ملح الكاديوم المعطى لك ( كبريتات الكاديوم مثلاً ) .

### ١ - كبريتيد الهيدروجين :

يتكون راسب أصفر من كبريتيد الكاديوم ( من المحاليل المخففة الحمضية ) ، يذوب في الأحماض المخففة الساخنة . لاحظ أنه يجب تخفيف المحلول قبل إمرار غاز كبريتيد الهيدروجين حيث إن التفاعل عكسي كما يلي :



### ٢ - محلول هيدروكسيد الصوديوم :

يتكون راسب أبيض من هيدروكسيد الكاديوم لا يذوب في زيادة من الكاشف .



### ٣ - محلول هيدروكسيد الأمونيوم :

راسب أبيض من هيدروكسيد الكاديوم يذوب في زيادة من الكاشف ( بخلاف كل من الرصاص والبيزموث ) .

## البيزموث

Bismuth Bi

البيزموث معدن فضي براق مائل إلى الاحمرار وهو لا يتفاعل مع حمض الهيدروكلوريك المخفف أو حمض الكبريتيك ولكنه يتفاعل مع حمض النتريك مكوناً نترات البيزموث الذائبة و  $Bi(NO_3)_3$  والبيزموث ثلاثي التكافؤ في أغلب مركباته . ومعظم أملاح البيزموث

تتحلل مائياً لتعطي أملاح البيزموث القاعدية غير الذائبة مثل أوكسى كلوريد البيزموث  $\text{BiOCl}$   
تجرى التجارب التالية على محلول ملح البيزموث المعطى لك ( نترات البيزموث مثلاً )<sup>(١)</sup>

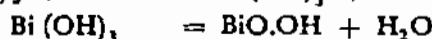
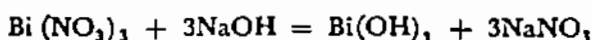
### ١ - كبريتيد الهيدروجين :

يتكون راسب بي من كبريتيد البيزموث ، يذوب في حمض النريك المخفف الساخن وفي  
حمض الهيدروكلوريك المركز بالغليان .



### ٢ - محلول هيدروكسيد الصوديوم :

يتكون راسب أبيض من هيدروكسيد البيزموث يتحول إلى اللون الأصفر بالسخن .

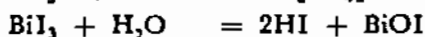
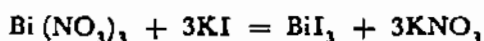


### ٣ - محلول هيدروكسيد الأمونيوم :

يتكون راسب أبيض لا يذوب في زيادة من الكاشف .

### ٤ - محلول يوديد البوتاسيوم :

راسب بي من ثالث يوديد البيزموث يذوب في زيادة من الكاشف معطياً محلولاً أصفر  
اللون . أضف قليلاً من الماء إلى المحلول ولاحظ تكون راسب يرتفأ اللون من اليوديد القاعدى .



### ٥ - الماء :

عند إضافة قدر كبير من الماء إلى محلول ملح البيزموث المركز يتعكر المحلول نتيجة لانفصال  
الملح القاعدى الذى يذوب في الأحماض المعدنية ولكنه لا يذوب في محلول حمض الطرطريك .

## الزئبقيك

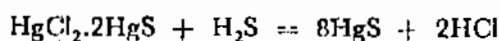
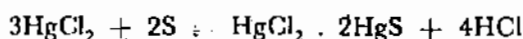


تجرى التجارب التالية على محلول ملح الزئبقيك المعطى لك ( كلوريد الزئبقيك مثلاً ) :

(١) للحصول على محلول رائق أضف بضع قطرات من حمض النريك المخفف لإذابة الراسب  
الناتج من التحلل المائى للملح .

## ١ - كبريتيد الهيدروجين :

يتكون راسب أبيض يتحول سريعاً إلى اللون الأصفر ثم البني الأسود نتيجة لتكون كبريتيد الزئبق



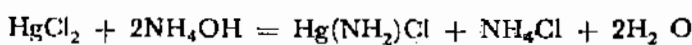
ولا يذوب هذا الراسب في حمض التريك المخفف ولا في هيدروكسيد الصوديوم :

## ٢ - محلول هيدروكسيد الصوديوم :

راسب بني محمر يتحول إلى الأصفر نتيجة لتكون أكسيد الزئبق الأصفر .

## ٣ - محلول هيدروكسيد الأمونيوم :

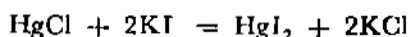
يتكون راسب أبيض من كلوريد أمينو الزئبق :



## ٤ - محلول يوديد البوتاسيوم :

راسب أحمر من يوديد الزئبق يذوب في الزيادة من محلول يوديد البوتاسيوم مكوناً يوديد

البوتاسيوم الزئبقى :



## ( المجموعة ٢ ب )

## الزرنينخ - الأنتمون - القصدير

فيما يلي بعض خواص هذه العناصر والتفاعلات الهامة لأيوناتها

## الزرنينخ

*Arsenic As*

جميع أملاح الزرنينخ سامة جداً ولذا يجب استعمالها بحذر وحيطة تامة :

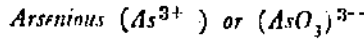
معدن الزرنينخ عبارة عن صلب رمادي اللون هش . يشبه الزرنينخ المعدن في خواصه الطبيعية

ولكن نظراً للخواص الحمضية لأكاسيده فإنه يمكن وضعه مع مجموعة اللافلزات ولذا يمكن اعتباره عنصر متردد . يتفاعل الزرنيخ مع حمض النتريك ليكون حمض الزرنيخيك الذائب  $\bullet \text{H}_3\text{AsO}_4$  ويوجد سلسلتان من أملاح الزرنيخ هما :

١ - أملاح الزرنيخوز ( ثلاثى التكافؤ ) : وهى مشتقة من ثالث أكسيد الزرنيخ  $\text{As}_2\text{O}_3$  ومثال ذلك كلوريد الزرنيخوز  $\text{AsCl}_3$  وزرنيخيت الصوديوم  $\text{Na}_3\text{AsO}_3$  :

٢ - أملاح الزرنيخيك ( خماسى التكافؤ ) وهى مشتقة من خامس أكسيد الزرنيخ  $\text{As}_2\text{O}_5$  ومثال ذلك كلوريد الزرنيخيك  $\text{AsCl}_5$  وزرنيخات الصوديوم  $\text{Na}_3\text{AsO}_5$  .

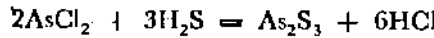
## الزرنيخوز



تجرى التجارب التالية على محلول ملح الزرنيخوز المعطى لك ( كلوريد الزرنيخوز مثلا ) :

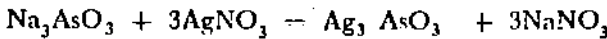
### ١ - كبريتيد الهيدروجين :

يتكون راسب أصفر من كبريتيد الزرنيخوز يذوب فى محلول هيدروكسيد الصوديوم وكبريتيد الأمونيوم الأصفر ولا يذوب فى حمض الهيدروكلوريك .



### ٢ - محلول نترات الفضة :

يتكون راسب أصفر من زرنيخيت الفضة (من المحاليل المتعادلة) يذوب فى حمض النتريك وفى محلول النشادر .



### ٣ - مخلوط المغنيسيا :

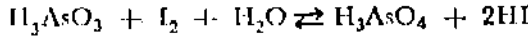
لا يتكون راسب .

### ٤ - كبريتات النحاس :

يتكون راسب أخضر من زرنيخيت النحاس (من المحاليل المتعادلة) يذوب فى الأحماض وفى محلول النشادر .

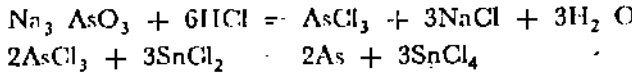
## ٥ - محلول اليود :

يزول اللون لاختزال اليود إلى يوديد الهيدروجين :

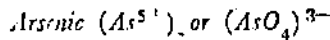


## ٦ - كشف انتدروف :

أضف قليلا من محلول الزرنيخيت إلى حوالي ٤ سم<sup>٣</sup> من حمض الهيدروكلوريك المركز ثم أضف ١ سم<sup>٣</sup> من محلول مركز من كلوريد القصديروز وسخن ببطء. لاحظ تلون المحلول باللون البني القاتم ثم الأسود نتيجة لانفصال معدن الزرنيخ .



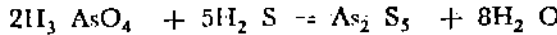
## الزرنيخيك



تجرى التجارب التالية على محلول ملح الزرنيخيك المعطى لك :

## ١ - كبريتيد الهيدروجين :

مع المحاليل الباردة لا يتكون راسب في الحال ويكون الترسيب سريعا من المحاليل الدافئة المحتوية على زيادة كبيرة من حمض الهيدروكلوريك . ويذوب الراسب في محلول هيدروكسيد الصوديوم ، وكربونات الأمونيوم ، ومحلول كبريتيد الأمونيوم الأصفر وعديم اللون ولكنه لا يذوب في حمض الهيدروكلوريك المركز الساخن .

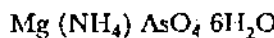


## ٢ - محلول نترات الفضة :

يعطى مع المحاليل المتعادلة راسب بني (كالثيكلولان) من زرنيخات الفضة .

## ٣ - مخلوط المغنيسيا :

راسب أبيض من زرنيخات المغنسيوم والأمونيوم



## ٤ - محلول موليبدات الأمونيوم :

محلول موليبدات الأمونيوم : راسب أصفر من زرنيخوموليبدات الأمونيوم بعد الغليان من المحاليل المحتوية على زيادة من حمض الترريك .

## الأنتيمون

*Antimony Sb*

الأنتيمون معدن فضي رمادي اللون وهو يقع في المجموعة الخامسة من الجدول الدوري للعناصر مع كل من الفوسفور والزرنيخ والبيزموث وهو في خواصه أقرب إلى المعادن من الزرنيخ . لا يتأثر الأنتيمون بالأحماض المخففة (مثل الزرنيخ وإن كان يتفاعل مع حمض الترريك ليعطى ثالث أكسيد الأنتيمون غير الذائب  $Sb_2O_3$ ) . يذوب الأنتيمون في الماء الملكي مكوناً ثالث كلوريد الأنتيمون الذائب  $SbCl_3$  . ويظهر هيدروكسيد الأنتيمون خواصاً مترددة حيث يذوب في القواعد القوية مكوناً أيون الأنتيموينيت ( $SbO_3$ ) . وتشبه أملاح الأنتيمون أملاح البيزموث في سهولة تحللها بالماء لتعطي أملاح الأنتيمون القاعدية مثل أوكسي كلوريد أنتيمون  $SbOCl$  :

ويوجد سلسلتان من أملاح الأنتيمون :

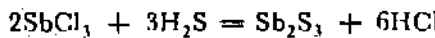
أ. أملاح الأنتيمونوز مثل ثالث كلوريد الأنتيمون  $SbCl_3$  يكون فيها الأنتيمون ثلاثي التكافؤ (وهو التكافؤ الشائع) :

ب. أملاح الأنتيموينيك مثل خامس كلوريد الأنتيمون  $SbCl_5$  يكون فيها الأنتيمون خماسي التكافؤ .

تجرى التجارب التالية على محلول ملح الأنتيمون المعطى لك :

## ١ - كبريتيد الهيدروجين :

يتكون راسب برتقالي  $Sb_2S_3$  ( أنتيمونوز ) أو برتقالي مائل إلى الحمرة  $Sb_2S_5$  ( أنتيموينيك ) من المحاليل المخمضة : يذوب في محلول كبريتيد الأمونيوم الأصفر وفي حمض الهيدروكلوريك المركز الساخن ولا يذوب في محلول كربونات الأمونيوم .



## ٢ - الماء :

عند إضافة محلول ملح الأنتيمون إلى الماء يتكون راسب أبيض من الملح القاعدي يذوب في حمض الهيدروكلوريك وحمض الطرطريك ( بعكس البيزموث ) :

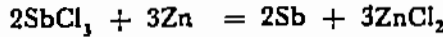


## ٣ - محلول هيدروكسيد الصوديوم :

يتكون راسب أبيض من أكسيد الأنتيمون يذوب في الزيادة من الكاشف .

## ٤ - الحارصين :

أضف قليلاً من محلول ملح الأنتيمون المحمض بحمض الهيدروكلوريك إلى قطعة من الحارصين واتركها جانباً . لاحظ تغطية قطعة الحارصين بطبقة سوداء من فلز الأنتيمون .

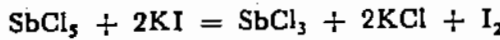


وعند إذابة هذه الطبقة السوداء في حمض النتريك المخفف الساخن وإمرار غاز كبريتيد الهيدروجين في المحلول الناتج بعد تخفيفه وتبريده يتكون راسب برتقالي من كبريتيد الأنتيمون .

## ٥ - محلول يوديد البوتاسيوم :

( أ ) يتلون المحلول باللون الأصفر في حالة أملاح الأنتيمونوز .

( ب ) يفصل اليود من المحلول المحمض بحمض الهيدروكلوريك في حالة أملاح الأنتيمونيك ، ( يمكن الكشف عن اليود بواسطة محلول النشا ) .



## القصدير

Tin Sn

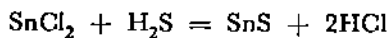
القصدير معدن لين لونه أبيض فضي وهو يذوب في حمض الهيدروكلوريك المخفف مكوناً كلوريد القصديروز  $\text{SnCl}_2$  (القصدير ثنائي التكافؤ) وفي الماء الملكي مكوناً كلوريد القصديريك  $\text{SnCl}_4$  (القصدير رباعي التكافؤ) وكلا النوعين من أملاح القصدير معروف وإن كانت أملاح القصديروز كثيراً ما تتأكسد بالهواء الجوي إلى أملاح القصديريك . هيدروكسيدات القصدير (هيدروكسيد القصديروز وهيدروكسيد القصديريك) لها خواص مترددة حيث تتفاعل مع القواعد لتعطي أيون قصديريت  $(\text{SnO}_2)^{2-}$  وأيون قصديرات  $(\text{SnO}_3)^{2-}$  على الترتيب .

تجرى التجارب التالية على محلول ملح القصدير المعطى لك :

مبادئ الكيمياء المعملية

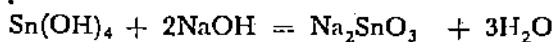
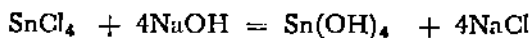
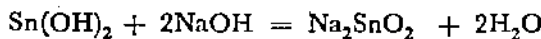
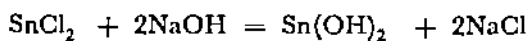
## ١ - كبريتيد الهيدروجين :

يكون راسب بني (قصديروز) أو أصفر (قصديريك) من المحاليل الحمضية المخففة :  
 يذوب في حمض الهيدروكلوريك المركز وفي محلول كبريتيد الأمونيوم الأصفر ولكنه لا يذوب  
 في محلول كربونات الأمونيوم .



## ٢ - محلول هيدروكسيد الصوديوم :

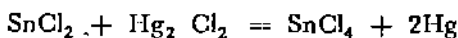
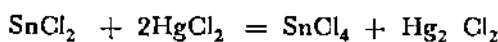
يتكون راسب أبيض من هيدروكسيد القصديروز أو هيدروكسيد القصديريك يذوب  
 في الزيادة من الكاشف مكوناً قصديريت الصوديوم أو قصديرات الصوديوم على الترتيب :



## ٣ - محلول كلوريد الزئبقيك :

للتمييز بين القصديروز والقصديريك .

( أ ) مع أملاح القصديروز : يتكون راسب أبيض من كلوريد الزئبقوز يتحول  
 بالتسخين إلى اللون الأسود نتيجة لاختزاله إلى معدن الزئبق .



( ب ) مع أملاح القصديريك : لا يتكون راسب هـ

## ٤ - محلول نترات البزموت وهيدروكسيد الصوديوم :

راسب أسود من فلز البزموت مع أملاح القصديروز فقط (للتمييز بين القصديروز  
 والقصديريك) .

## ٥ - الخارصين :

يتكون راسب إسفنجي من فلز القصدير على قطعة الخارصين (من المحلول الحمض) :  
 يحدث الترسيب بمعدل أسرع في حالة أملاح القصديروز .

## المجموعة الثالثة

### الحديد - الألومنيوم - الكروم

تحتوى هذه المجموعة على الكاتيونات التى ترسب على هيئة هيدروكسيد بواسطة هيدروكسيد الألومنيوم فى وجود زيادة من كلوريد الألومنيوم وهى هيدروكسيد الحديدىك ، وهيدروكسيد الألومنيوم . وهيدروكسيد الكروم . ولا بد من وجود زيادة من كلوريد الألومنيوم وذلك لمنع ترسيب هيدروكسيدات الفلزات الأخرى كالمنتجنيز والحارصين والكوبلت والنيكل والمنسيوم (انظر الباب الخامس) .

نظراً لصوبة ترسيب هيدروكسيد الحديدوز فإنه من الأفضل أكسدته إلى حديدىك قبل الكشف عن عناصر هذه المجموعة .

فياً يلى بعض خواص هذه العناصر والتفاعلات اذامة لأيوناتها .

### الحديد

Iron Fe

الحديد معدن صلب ثقيل لونه أبيض فضى فى حالته النقية ولكنه يصدأ بسرعة فى الهواء الرطب . يذوب الحديد فى كل من حمض الهيدروكلوريك وحمض الكبريتيك مكوناً أملاح الحديدوز ويتصاعد الهيدروجين . أما مع النتريك فيتكون نترات الحديدىك .

يعطى الحديد نوعين من الأملاح هما :

أملاح الحديدوز : يكون فيها الحديد ثنائى التكافؤ (أيون الحديدوز ذات لون أخضر باهت) :

أملاح الحديدىك : يكون فيها الحديد ثلاثى التكافؤ (أيون الحديدىك ذات لون أصفر بنى) :

عوامل مركبات الحديدوز سرعان ما تتأكسد باذواء الجوى .

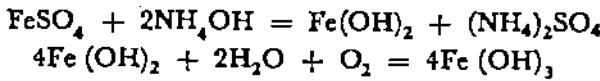
## الحديدوز

Ferrous (Fe<sup>2+</sup>)<sup>+</sup>

تجرى التجارب التالية على محلول ملح الحديدوز المعطى لك :

### ١ - محلول هيدروكسيد الأمونيوم :

تعطى أملاح الحديدوز النقية راسب أبيض من هيدروكسيد الحديدوز . ولكن نظراً لسهولة أكسدة أملاح الحديدوز في الجو يكسب الراسب لوناً مائلاً للخضرة . ولا يذوب الراسب في زيادة من الكاشف ولكن يذوب في الأحماض . وعند تعرض الراسب للجو يتأكسد إلى أكسيد الحديديك ( بنى اللون ) .



### ٢ - محلول هيدروكسيد الصوديوم :

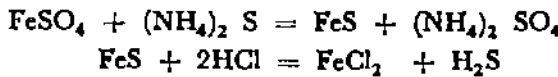
يتكون راسب من هيدروكسيد الحديدوز كما هو الحال في حالة هيدروكسيد الأمونيوم لا يذوب في الزيادة من الكاشف ولكن يذوب في الأحماض .

### ٣ - كبريتيد الهيدروجين :

لا يتكون أى راسب من المحلول الحمضى وعند إضافة قليل من هيدروكسيد الأمونيوم إلى المحلول الناتج يتكون راسب أسود من كبريتيد الحديدوز .

### ٤ - محلول كبريتيد الأمونيوم :

يتكون راسب أسود من كبريتيد الحديدوز يذوب في الأحماض مع تصاعد غاز كبريتيد الهيدروجين .



### ٥ - محلول حديدو سيانيد البوتاسيوم :

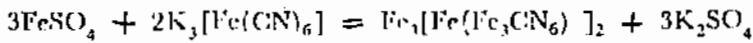
تعطى أملاح الحديدوز النقية ( وفي جو خال من الأكسجين ) راسب أبيض من حديدو

سيانيد الحديدوز  $Fe_2 [Fe (CN)_2]$  . ولكن في الظروف العادية يتلون الراسب باللون الأزرق الباهت نظراً لتأكسد الجزئي إلى حديد وسيانيد الحديديك (أزرق بروسيا) .



٦ - محلول حديدي سيانيد البوتاسيوم :

يتكون راسب أزرق قائم من حديدي سيانيد الحدوز (أزرق قزليل) من المحاليل المخففة (للتمييز بين الحديدوز والحديدك) :

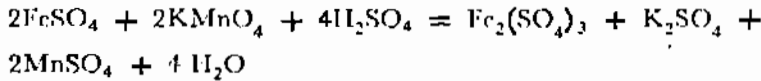


٧ - محلول ثيوسيانات الأمونيوم :

لا يحدث أي تغيير في اللون مع أملاح الحديدوز النقية (للتمييز بين الحديدوز والحديدك) .

٨ - محلول برمنجنات البوتاسيوم :

أخف بضع قطرات من محلول برمنجنات البوتاسيوم إلى محلول الحديدوز المخمض بمحضر الكبريتك . لاحظ اختفاء لون البرمنجنات .



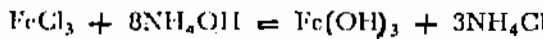
## الحديدك

Ferric (Fe)<sup>+3</sup>

تجرى التجارب التالية على محلول ملح الحديدك المعطى لك :

١ - محلول هيدروكسيد الأمونيوم :

يعطى راسب هلامي اللون من هيدروكسيد الحديدك لا يذوب في زيادة من الكاشف ولكن يذوب في الأحماض المعدنية .

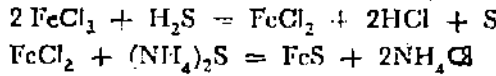


٢ - محلول هيدروكسيد الصوديوم :

يتكون راسب بني هلامي من هيدروكسيد الحديدك كما في التجربة السابقة :

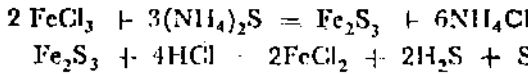
## ٣ - كبريتيد الهيدروجين :

لا يتكون راسب من المحلول الحمضي بل يختزل ملح الحديدك إلى ملح الحديدوز مع انفصال الكبريت . أضف إلى المحلول الناتج بضع قطرات من هيدروكسيد الأمونيوم ولاحظ ترسيب كبريتيد الحديدوز (أسود اللون) .



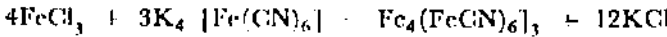
## ٤ - محلول كبريتيد الأمونيوم :

يتكون راسب أسود من كبريتيد الحديدك يذوب في الأحماض المعدنية مكوناً كلوريد الحديدوز ويفصل الكبريت .



## ٥ - محلول حديدو سيانيد البوتاسيوم :

يعطى مع المخاليل المتعادلة أو الحمضية الضعيفة راسب أزرق قائم من حديدوسيانيد الحديدك (أزرق بروسيا) لا يذوب في الهيدروكلوريك المخفف (للتمييز بين الحديدوز والحديدك) .

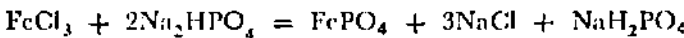


## ٦ - محلول حديدى سيانيد البوتاسيوم :

يتلون المحلول باللون البنى نتيجة لتكوين حديدى سيانيد الحديدك  $[\text{Fe}(\text{CN})_6]$

## ٧ - محلول فوسفات الصوديوم :

راسب أبيض يميل إلى الاصفرار من فوسفات الحديدك يذوب في حمض الخليك ولكن يذوب في الأحماض المعدنية .



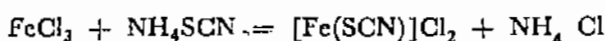
## ٨ - محلول خلات الصوديوم :

تتكون خلات الحديدك ويتلون المحلول باللون الأحمر البنى . سخن المحلول للدرجة الغليان ولاحظ ترسيب خلات الحديدك القاعدية بنية اللون .



## ٩ - محلول ثيوسيانات الأمونيوم :

يتلون المحلول باللون الأحمر نتيجة لتكون أيون ثيوسيانات الحديدك ( للتمييز بين الحديدوز والحديديك ) .



## ١٠ - اختبار خرزة البوراكس :

أخضر باهت ( في اللهب المختزل ) وأصفر باهت ( في اللهب المؤكسد ) .

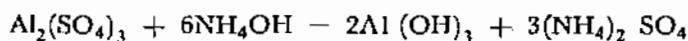
## الألومنيوم

## Aluminium Al

الألومنيوم معدن خفيف لين لونه أبيض غير قابل للصدأ . وهو يذوب بسهولة في حمض الهيدروكلوريك المخفف وكذا حمض الكبريتيك المخفف وهو لا يتأثر إلى حد ما بحمض النتريك وذلك لتكوين طبقة واقية من أكسيد الألومنيوم . والألومنيوم ثلاثي التكافؤ في جميع مركباته ، وهو عنصر متردد حيث يكون أيون الألوينات  $[\text{AlO}_2]^-$  مع القلويات القوية . يذوب الألومنيوم في هيدروكسيد الصوديوم معطياً ألوينات الصوديوم ويتصاعد الهيدروجين .  
تجرى التجارب التالية على محلول ملح الألومنيوم المعطى لك

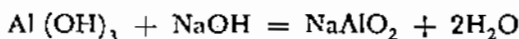
## ١ - محلول هيدروكسيد الأمونيوم :

راسب أبيض هلامي من هيدروكسيد الألومنيوم يذوب إلى حد ما في زيادة من الكاشف .



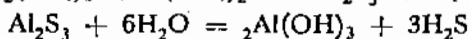
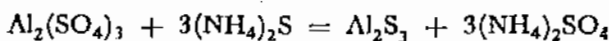
## ٢ - محلول هيدروكسيد الصوديوم :

راسب أبيض من هيدروكسيد الألومنيوم يذوب في زيادة من الكاشف مكوناً ألوينات الصوديوم .



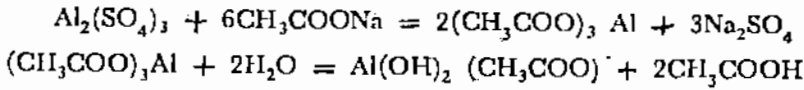
## ٣ - محلول كبريتيد الأمونيوم :

راسب أبيض من هيدروكسيد الألومنيوم لأن كبريتيد الألومنيوم يتحلل بالماء إلى الهيدروكسيد :



## ٤ - محلول خلات الصوديوم :

لا يتكون راسب على البارد ، سخن المحلول مع زيادة من الكاشف ولاحظ ترسب خلات الألومنيوم القاعدية .



## ٥ - محلول فوسفات الصوديوم :

راسب أبيض هلامي من فوسفات الألومنيوم لا يذوب في حمض الخليك ولكن يذوب في كل من الأحماض المعدنية والقلويات .

## ٦ - محلول كربونات الصوديوم :

راسب أبيض هلامي من هيدروكسيد الألومنيوم نتيجة لتحلل كربونات الألومنيوم بالماء . لاحظ أن الراسب يذوب في زيادة من الكاشف .

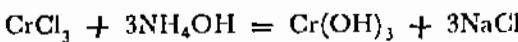
## الكروم

## Chromium Cr

الكروم معدن صلب براق لونه رمادي ، يذوب في الأحماض المخففة (حمض الهيدروكلوريك وحمض الكبريتيك) وهو كالألومنيوم لا يتأثر بحمض النتريك نظراً لتكوين طبقة واقية من أكسيد الكروم  $(\text{Cr}_2\text{O}_3)$  . والكروم قد يكون ثنائي التكافؤ أو ثلاثي التكافؤ (التكافؤ الشائع) أو (سداسي التكافؤ) : وهيدروكسيد الكروم صفت مترددة فهو يذوب في القواعد القوية مكوناً أيون الكروميت  $(\text{CrO})_2$  ( ذات لون أخضر قاتم) . يرى التجارب التالية على محلول ملح الكروم المعطى لك ( كإوريد الكروميك مثلاً) .

## ١ - محلول هيدروكسيد الأمونيوم :

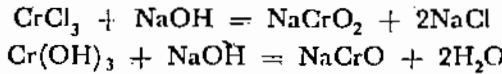
راسب أخضر يميل إلى الرقة من هيدروكسيد الكروميك يذوب في زيادة من الكاشف مكوناً محلولاً يميل لونه إلى اللون البنفسجي . ولإتمام ترسب هيدروكسيد الكروم يجب تجنب إضافة زيادة من الكاشف وغيان المحلول .



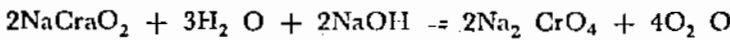


## ٢ - محلول هيدروكسيد الصوديوم :

راسب أخضر من هيدروكسيد الكروميك يذوب في زيادة من الكاشف ليكون محلولاً أخضر نتيجة لتكون كروميت الصوديوم . سخن المحلول لدرجة الغليان ولاحظ ترسب هيدروكسيد الكروميك مرة أخرى .



أضف بضع قطرات من محلول فوق أكسيد الهيدروجين إلى المحلول الأخضر ولاحظ تغير اللون إلى الأصفر لتأكسد كروميت الصوديوم إلى كرومات الصوديوم .



## ٣ - محلول كبريتيد الأمونيوم :

يترسب هيدروكسيد الكروميك (راجع حالة الألومنيوم) :

## ٤ - محلول كربونات الصوديوم :

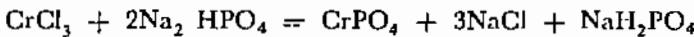
يترسب هيدروكسيد الكروميك (راجع حالة الألومنيوم) .

## ٥ - محلول خلات الصوديوم :

لا يكون راسب حتى بعد الغليان .

## ٦ - محلول فوسفات الصوديوم :

راسب أصفر من فوسفات الكروميك يذوب في الأحماض المعدنية .



## ٧ - فوق أكسيد الصوديوم الصلب :

يتلون المحلول باللون الأصفر لتأكسد ملح الكروم إلى كرومات الصوديوم .

## ٨ - اختبار خرزة البوراكس :

خرزة خضراء في كل من اللهب المؤكسد والمختزل .

## المجموعة الرابعة الحارصين - المنجنيز - النيكل - الكوبلت

تحتوى هذه المجموعة على الكاتيونات التي ترسب على هيئة كبريتيدات في الوسط القاعدى وهى كبريتيد الحارصين وكبريتيد المنجنيز وكبريتيد النيكل وكبريتيد الكوبلت . وهى ترسب بواسطة كاشف المجموعة وهو كلوريد الأمونيوم ثم هيدروكسيد الأمونيوم وكبريتيد الهيدروجين أو كبريتيد الأمونيوم . ويضاف كلوريد الأمونيوم قبل إضافة هيدروكسيد الأمونيوم وذلك لمنع ترسيب هيدروكسيدات هذه الفلزات وكذا هيدروكسيد المغنسيوم ( انظر الباب الخامس ) . وفيما يلى بعض خواص هذه العناصر والتفاعلات الهامة لأيوناتها .

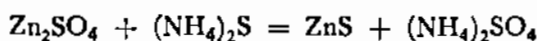
### الحارصين

Zinc Zn

الحارصين معدن أونه أبيض مائل إلى الزرقة وهو يتفاعل مع الأحماض المخففة . ويتصاعد الهيدروجين من حمض الهيدروكلوريك والكبريتيك بينما يعطى أكاسيد التروجين مع حمض النتريك . والحارصين ثنائى التكافؤ فى جميع مركباته وأيون الحارصين  $Zn^{2+}$  عديم اللون . والحارصين عنصر متردد حيث يذوب فى هيدروكسيد الصوديوم معطياً خارصينات الصوديوم  $Na_2ZnO_2$  مع تصاعد غاز الهيدروجين .  
تجرى التجارب التالية على محلول ملح الحارصين المعطى لك ( كبريتات الحارصين مثلاً ) :

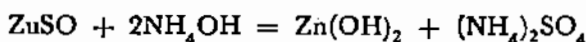
#### ١ - محلول كبريتيد الأمونيوم :

راسب أبيض من كبريتيد الحارصين ، يذوب فى الأحماض المعدنية .



#### ٢ - محلول هيدروكسيد الأمونيوم :

راسب أبيض من هيدروكسيد الحارصين يذوب فى زيادة من الكاشف .

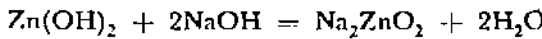


### ٣ - محلول كلوريد الأمونيوم / هيدروكسيد الأمونيوم :

أضف إلى المحلول ١ سم<sup>٣</sup> من محلول كلوريد الأمونيوم ثم أضف هيدروكسيد الأمونيوم c  
ولاحظ عدم تكون راسب لأن تركيز أيون الهيدروكسيد يكون قليلاً إلى حد ما يكفي لترسيب  
هيدروكسيد الخارصين .

### ٤ - محلول هيدروكسيد الصوديوم :

راسب أبيض هلامي من هيدروكسيد الخارصين يذوب في زيادة من الكاشف مكوناً  
خارصينات الصوديوم .

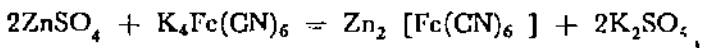


### ٥ - محلول فوسفات الصوديوم :

راسب أبيض من فوسفات الخارصين يذوب في هيدروكسيد الأمونيوم وفي الأحماض  
المخففة .

### ٦ - محلول حديد وسيانيد البوتاسيوم :

راسب أبيض من حديد وسيانيد الخارصين يذوب في زيادة من الكاشف .



## المنجنيز

### Manganese Mn

المنجنيز معدن رمادي اللون يتفاعل مع الأحماض المخففة (مثل الخارصين) . والمنجنيز  
قد يكون ثنائي التكافؤ (أيون المنجنيز  $\text{Mn}^{2+}$  ذو اللون الأرجواني الباهت) وهو التكافؤ  
الشائع أو قد يكون رباعى التكافؤ كما فى ثانى أكسيد المنجنيز  $\text{MnO}_2$  أو سباعى التكافؤ  
كما فى أيون البرمنجات  $\text{MnO}_4^-$  .

تجرى التجارب التالية على محلول ملح المنجنيز المعطى لك ( كلوريد أو كبريتات المنجنيز

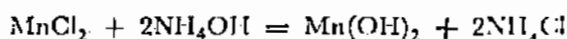
مثلاً ) .

## ١ - محلول كبريتيد الأمونيوم :

راسب نبي باهت (لون اللحم) من كبريتيد المنجنيز يذوب في الأحماض المخففة .

## ٢ - محلول هيدروكسيد الأمونيوم :

راسب أبيض خفيف من هيدروكسيد المنجنيز .

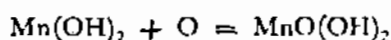


## ٣ - محلول كلوريد الأمونيوم / هيدروكسيد الأمونيوم :

لا يتكون راسب (راجع حالة الخارصين) .

## ٤ - محلول هيدروكسيد الصوديوم :

راسب من هيدروكسيد المنجنيز الذى يتغير لونه إلى اللون البنى عند تعرضه للجو فترة من الزمن لتكون هيدروكسيد المنجنيك .

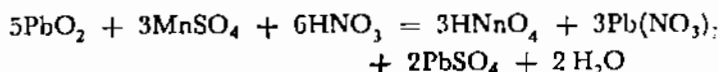


## ٥ - محلول فوسفات الصوديوم :

راسب ( في لون اللحم ) من فوسفات المنجنيز ولا يتكون الراسب إلا في وجود كمية زائدة من هيدروكسيد الأمونيوم .

## ٦ - ثاني أكسيد الرصاص / حمض النتريك المركز :

عند غلى أملاح المنجنيز ( ما عدا كلوريد المنجنيز ) مع هذا الخليط ثم ترك المحلول فترة جانباً يتلون المحلول الرائق باللون البنفسجى نتيجة لتكون حمض البرمنجانيك .



ولا يعطى هذا التفاعل نتيجة إيجابية في وجود الكلوريدات نظراً لأن حمض البرمنجانيك يتحلل في وجود الهيدروكلوريك .

## ٧ - اخيار : خرزة البوراكس :

لا يظهر في لون في اللهب المختزل ولكن في حالة اللهب المؤكسد تتلون الخرزة باللون البنفسجى وهى ساخنة واللون الأحمر وهى باردة .

## النيكل

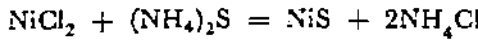
Nickel Ni

النيكل معدن لونه فضي وهو يتفاعل مع الأحماض المعدنية المخففة والنيكل ثنائي التكافؤ (أيون النيكل  $Ni^{+2}$ ) ذات لون أخضر).

تجرى التجارب التالية على محلول ملح النيكل المعطى لك (كلوريد أو كبريتات النيكل مثلاً):

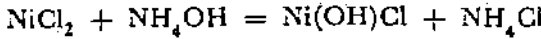
### ١ - محلول كبريتيد الأمونيوم :

راسب أسود من كبريتيد النيكل من المحاليل المتعادلة لا يذوب في حمض الهيدروكلوريك المخفف ولكنه يذوب في حمض النتريك المركز الساخن وفي الماء الملكي وينفصل الكبريت .



### ٢ - محلول هيدروكسيد الأمونيوم :

راسب أخضر من الملح القاعدي يذوب في زيادة من الكاشف .



### ٣ - محلول كلوريد الأمونيوم / هيدروكسيد الأمونيوم :

لا يتكون راسب (راجع حالة الخارصين) .

### ٤ - محلول هيدروكسيد الصوديوم :

راسب أخضر من هيدروكسيد النيكل لا يذوب في زيادة من الكاشف ولكن يذوب في هيدروكسيد الأمونيوم مكوناً محلولاً أزرق اللون .

### ٥ - ثنائي مثيل جليوكريم :

راسب أحمر من ثنائي مثيل جليوكريم النيكل في وجود هيدروكسيد الأمونيوم .

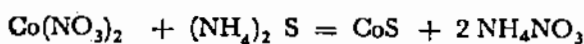
## الكوبلت

Cobalt Co

الكوبلت معدن صلب رمادي اللون يتفاعل مع الأحماض المخففة . والكوبلت ثنائي التكافؤ في أغلب مركباته وأيون الكوبلتوز  $(Co)^{2+}$  ذات لون أرجواني في حالتها المائية وأزرق في حالتها اللامائية . وهناك قلة من مركبات الكوبلتيك  $(Co)^{+3}$  ولكنها غير شائعة .  
تجرى التجارب التالية على محلول ملح الكوبلت المعطى لك ( نترات الكوبلت مثلا ) :

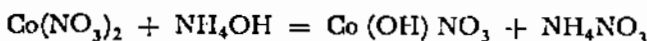
### ١ - محلول كبريتيد الأمونيوم :

راسب أسود من كبريتيد الكوبلت ( من المحاليل القلوية أو المتعادلة ) لا يذوب في حمض الهيدروكلوريك المخفف ولكن يذوب في حمض النتريك المركز وفي الماء الملكي :



### ٢ - محلول هيدروكسيد الأمونيوم :

راسب أزرق من الملح القاعدي يذوب في زيادة من الكاشف ويتحول المحلول النشاردي إلى اللون الأحمر عند تعرضه للجو أو عند إضافة فوق أكسيد الهيدروجين :



### ٣ - محلول هيدروكسيد الصوديوم :

راسب أزرق من الملح القاعدي يتحول إلى اللون الوردي ( هيدروكسيد الكوبلتوز ) بإضافة زيادة من القلوي والتسخين . وعند إضافة عامل مؤكسد مثل فوق أكسيد الهيدروجين يتحول إلى اللون الأسود ( هيدروكسيد الكوبلتيك ) .

### ٤ - محلول نترات البوتاسيوم :

أضف زيادة من محلول نترات البوتاسيوم إلى محلول مركز من ملح الكوبلت المحمض بمحمض الخليك فيتكون راسب أصفر من كوبلتى نترات البوتاسيوم ، قد يلزم ترك المحلول فترة من الزمن مع الرج من آن لآخر ولا سيما مع المحاليل المخففة .

## ٥ - محلول ثيوسيانات الأمونيوم :

يتلون المحلول بلون أزرق وعند رج المحلول الناتج مع الكحول الأميلي تتلون طبقة الكحول باللون الأزرق :

## ٦ - اختبار خريزة البوراكس :

أزرق في اللهب المختزل والمؤكسد على السواء :

## المجموعة الخامسة

### الباريوم - الاسترانشيوم - الكالسيوم

تحتوى هذه المجموعة على الكاتيونات التي ترسب على هيئة كربونات في الوسط القاعدي وهي كربونات الباريوم وكربونات الاسترانشيوم وكربونات الكالسيوم . ويتكون كاشف المجموعة من كلوريد الأمونيوم ثم هيدروكسيد الأمونيوم وكربونات الأمونيوم . ويضاف كلوريد الأمونيوم لمنع ترسيب هيدروكسيد أو كربونات المغنسيوم .  
وقلرات هذه المجموعة تعرف بالاقلاء الأرضية وتقع في المجموعة الثانية من الجدول الدوري للعناصر ولذا وهي متشابهة في الخواص والتفاعلات وهي معادن خفيفة فضية اللون ونشطة . فهي تتفاعل مع الأحماض المخففة لتعطي الهيدروجين وأيونات ثنائية التكافؤ . وعناصر هذه المجموعة ثنائية التكافؤ في جميع مركباتها وأيوناتها عديدة اللون .  
وعناصر هذه المجموعة تتأكسد بسرعة في الهواء الرطب ولذا يجب حفظها تحت الكيروسين أو أى زيت معدني آخر لحمايتها من الهواء الجوى .

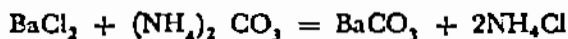
### الباريوم

Barium Ba

تجرى التجارب التالية على محلول ملح الباريوم المعطى لك ( كاوريد الباريوم مثلا ) :

## ١ - محلول كربونات الأمونيوم :

راسب أبيض من كربونات الباريوم يذوب في حمض الخليك وفي الأحماض المعدنية المخففة :



### ٢ - محلول أملاح الأمونيوم :

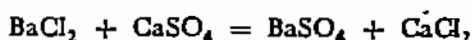
راسب أبيض من أملاح الباريوم من المحاليل المركزة يذوب في حمض الخليك المخفف الساخن ( للتمييز بين الباريوم والكالسيوم ) وفي الأحماض المعدنية .

### ٣ - حمض الكبريتيك المخفف :

راسب أبيض ثقيل من كبريتات الباريوم لا يذوب في الأحماض المعدنية .

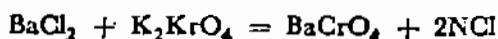
### ٤ - محلول كبريتات الكالسيوم :

يتكون راسب أبيض في المحال من كبريتات الباريوم حتى من المحاليل المخففة ( للتمييز بين الباريوم والأستراتسيوم )



### ٥ - محلول كرومات البوتاسيوم :

راسب أصفر من كرومات الباريوم لا يذوب في حمض الخليك ( للتمييز بين الباريوم وكل من الأستراتسيوم والكالسيوم ) ولكنه يذوب في الأحماض المعدنية .



### ٦ - اختبار الذهب :

لون أخضر تفاحي ( أخضر باهت ) .

## الاستراتسيوم

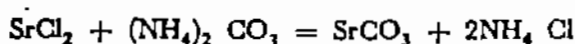
Strontium Sr

تجرى التجارب التالية على محلول ملح الاستراتسيوم المعطى لك ( كلوريد الأستراتسيوم

مثلا ) .

### ١ - محلول كربونات الأمونيوم :

راسب أبيض من كربونات الأستراتسيوم يذوب في حمض الهيدروكلوريك .





## ٢- حمض الكبريتيك المخفف :

راسب أبيض من كبريتات الأسترانشيوم لا يذوب في محلول كبريتات الأمونيوم ( للتمييز بين الأسترانشيوم والكالسيوم ) .

## ٣- محلول كبريتات الكالسيوم :

راسب أبيض من كبريتات الأسترانشيوم يتكون ببطء على البارد ويزداد الراسب بالغليان ( للتمييز بين الأسترانشيوم والباريوم ) .

## ٤- محلول اكسالات الأمونيوم :

راسب أبيض من اكسالات الأسترانشيوم يذوب في الأحماض المعدنية ولكنه قليل الذوبان في حمض الخليك .

## ٥- محلول كرومات البوتاسيوم :

راسب أصفر من كرومات الأسترانشيوم من المحاليل المركزة يذوب نسيباً في حمض الخليك .

## ٦- اختبار اللهب :

لون قرمزي .

## الكالسيوم

Calcium Ca

تجرى التجارب التالية على محلول ملح الكالسيوم المعطى لك ( كلوريد الكالسيوم مثلاً ) :

## ١- محلول كربونات الأمونيوم :

راسب أبيض من كربونات الكالسيوم يذوب في حمض الخليك وفي الأحماض المعدنية .

## ٢- حمض الكبريتيك المخفف :

راسب أبيض من كبريتات الكالسيوم من المحاليل المركزة يذوب في محلول كبريتات الأمونيوم

المركز .

## ٣ - محلول كبريتات الكالسيوم :

لا يتكون راسب ( للتمييز بين الكالسيوم وكل من الأسترانسيوم والباريوم ) :

## ٤ - محلول اكسالات الأمونيوم :

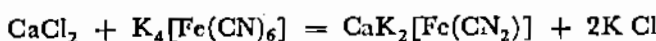
راسب أبيض من أكسالات الكالسيوم في الحال من المحاليل المركزة ولا يذوب الراسب في حمض الخليك ولكنه يذوب في الأحماض المعدنية :

## ٥ - محلول كرومات البوتاسيوم :

لا يتكون راسب من المحاليل المخففة وإذا تكون راسب من المحاليل المركزة فإن الراسب يذوب في حمض الخليك .

## ٦ - محلول حديد وسيانيد البوتاسيوم :

راسب أبيض من حديد وسيانيد الكالسيوم والبوتاسيوم ويكون التفاعل أكثر حساسية في وجود كمية زائدة من كلوريد الأمونيوم .



## ٧ - اختبار اللهب :

لون أحمر طوبى .

## المجموعة السادسة

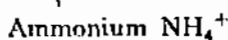
## الأمونيوم - المغنيسيوم - البوتاسيوم - الصوديوم

تتكون هذه المجموعة من الكاتيونات التي لم ترسب في المجموع السابقة وهي تحتوي على فلزات الصوديوم والبوتاسيوم والمغنسيوم وشق الأمونيوم . والمغنسيوم يشبه إلى حد كبير الأتلاء الأرضية ( المجموعة الخامسة ) ولكن رؤى وضعه في المجموعة السادسة لتسهيل عملية التحليل . أما شق الأمونيوم فقد وضع في هذه المجموعة نظراً لتشابه تفاعلات كل من الأمونيوم والبوتاسيوم . وليس لهذه المجموعة كاشف موحد كالمجموعات السابقة . ولكن يكشف عن أفرادها فراداً .

الصوديوم والبوتاسيوم معادن لينة ذات لون أبيض فضي : وهي نشطة جداً تتأكسد بسرعة في

الماء الرطب وتتفاعل بشدة مع الماء والأحماض معطية أيونات أحادية التكافؤ وتتصاعد الهيدروجين وتعرف هذه المعادن بالفلزات القلوية نظراً لأن هيدروكسيداتنا قواعد قوية .  
فلز المغنسيوم أقل نشاطاً من الصوديوم والبوتاسيوم فهو لا يتأكسد بسهولة في الجو ويذوب بسهولة في الأحماض المعدنية المخففة .  
شق الأمونيوم يشبه البوتاسيوم في كثير من النواحي وإن كان هيدروكسيد الأمونيوم قاعدة ضعيفة ( على خلاف الفلزات القلوية ) .

## الأمونيوم



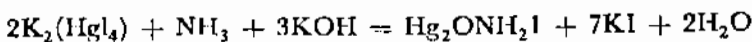
تجرى التجارب التالية على محلول ملح الأمونيوم المعطى لك ( كلوريد الأمونيوم مثلاً ) :

### ١ - محلول هيدروكسيد الصوديوم .:

سخن قليلاً من الملح الصلب ( أو محلول الملح ) مع هيدروكسيد الصوديوم ولاحظ تصاعد غاز النشادر ذو الرائحة المميزة . ويمكن الكشف عن غاز النشادر بإحدى الطرق الآتية :  
( أ ) تكوين سحب بيضاء من كلوريد الأمونيوم عند تعريض ساق زجاجية مبللة بمحلول الهيدروكلوريك المركز للغاز المتصاعد .  
( ب ) تغيير لون ورقة عباد الشمس الحمراء إلى الأزرق .  
( ج ) تحويل ورقة ترشيح مبللة بمحلول نترات الزئبقوز إلى اللون الأسود .

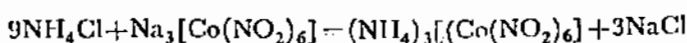
### محلول فessler :

راسب بني أو لون بني أو أصفر حسب تركيز النشادر في المحلول ويمكن بواسطة هذا الاختبار الكشف عن آثار النشادر التي قد توجد في ماء الشرب .



### ٣ - محلول كوبلتي نترت الصوديوم :

راسب أصفر من كوبلتي نترت الأمونيوم كما في حالة البوتاسيوم .



### ٤ - محلول مشبع من طرطرات الصوديوم الهيدروجينية :

راسب أبيض من طرطرات الأمونيوم الهيدروجينية . كما في حالة البوتاسيوم إلا أن الراسب

في هذه الحالة أكثر ذوباناً من راسب البوتاسيوم . ويمكن التمييز بينهم بتسخين الراسب مع محلول هيدروكسيد الصوديوم حيث يتصاعد النشادر في حالة أملاح الأمونيوم .

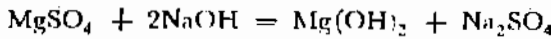
## المغنسيوم

Magnesium Mg

تجرى التجارب التالية على محلول ملح المغنسيوم المعطى لك ( كبريتات المغنسيوم مثلاً ) :

١ - محلول هيدروكسيد الصوديوم :

راسب أبيض من هيدروكسيد المغنسيوم لا يذوب في زيادة من الكاشف ولكن يذوب في محلول كلوريد الأمونيوم .

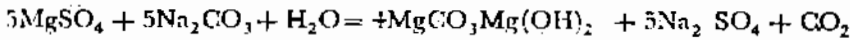


٢ - هيدروكسيد الأمونيوم :

راسب أبيض هلامي من هيدروكسيد المغنسيوم يذوب في محلول كلوريد الأمونيوم :

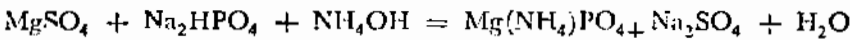
٣ - محلول كربونات الصوديوم :

تعطى راسب أبيض من الكربونات القاعدية يذوب في محلول كلوريد الأمونيوم .



٤ - محلول فوسفات الصوديوم :

يتكون راسب أبيض من فوسفات المغنسيوم والأمونيوم في وجود كلوريد الأمونيوم وهيدروكسيد الأمونيوم يذوب في حمض الخليك وفي الأحماض المعدنية المخففة .



## البوتاسيوم

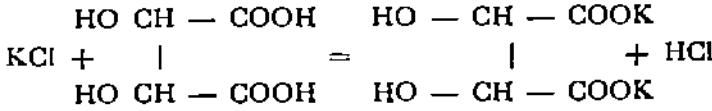
Potassium K

تجرى التجارب التالية على محلول ملح البوتاسيوم المعطى لك ( كلوريد البوتاسيوم مثلاً ) :

١ - محلول حمض الطرطريك :

راسب أبيض متبلر من طرطرات البوتاسيوم الحمضية من المحاليل المركزة ويساعد

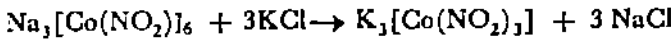
الرج الشديد أو حك الجدار الداخلى للأنبوبة على تكوين الراسب .



يجب مراعاة أن أملاح الأمونيوم تعطى نتائج مشابهة .

## ٢- محلول كوبلتى نترت الصوديوم :

راسب أبيض من كوبلتى نترت البوتاسيوم لا يذوب فى حمض الخليك .



ويحضر محلول التفاعل بإضافة بضع بلورات من نترت الصوديوم إلى محلول نترات الكوبلت المحمض بحمض الخليك مع الرج الشديد . ويجب مراعاة أن أملاح الأمونيوم تعطى نتائج مشابهة .

## ٣- اختبار كارنوت :

يحضر مخلوط من نقطة محلول نترات البزموت المخفف وتقطنين أو ثلاث فقط من محلول ثيوكبريتات الصوديوم وحوالى ١٠ سم<sup>٣</sup> من الكحول الأئيل ( إذا ظهر أى تعكير فى المحلول أضف نقطة من الماء بجزر ) أضف هذا المخلوط إلى ملح البوتاسيوم المتعادل . لاحظ تكون راسب أصفر من ثيوكبريتات البزموت البوتاسيومى  $\text{K}_3[\text{Bi}(\text{S}_2\text{O}_3)_3]$

## ٢- اختبار الذهب :

لون بنفسجى .

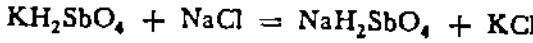
## الصوديوم

Sodium Na

تجرى التجارب التالية على محلول ملح الصوديوم المعطى لك (كلوريد الصوديوم مثلا) .

## ١- محلول أنتيمونات البوتاسيوم ثنائى الهيدروجين :

راسب أبيض من أنتيمونات الصوديوم ثنائى الهيدروجين من المحاليل المتعادلة أو القلوية الضعيفة نظراً لتكوين راسب أبيض من حمض الأنتيمونيك من المحاليل الحامضية .



٤ - اختبار الذهب :

لون أصفر ذهبي .

الجدول العام للكشف عن الشق القاعدي للملح بسيط :

تحضير محلول من الملح المراد الكشف عنه :

لإيجاد المذيب حاول إذابة قليل من الملح في المذيبات التالية حسب الترتيب أولاً على البارد ثم على الساخن .

١ - الماء .

٢ - حمض الهيدروكلوريك المخفف .

٣ - حمض الهيدروكلوريك المركز .

٤ - حمض النتريك المخفف .

٥ - حمض النتريك المركز .

٦ - الماء الملكي .

بعد تحديد المذيب المناسب يذاب قدر كاف من الملح في كمية مناسبة من المذيب ويستخدم المحلول الناتج للكشف عن الشق القاعدي كما سيرد فيما بعد .

أما إذا كان الملح لا يذوب في أى من المذيبات السابقة نسخن مقداراً من الملح الجاف مع كربونات الصوديوم في وجود قليل من الماء ثم يعالج ويرشح . يذاب الراسب الناتج في حمض النتريك المخفف ويستعمل المحلول الناتج للكشف عن الشق القاعدي .

ملاحظات :

١ - إذا ذاب الملح في حمض الهيدروكلوريك المخفف البارد فهذا يعني أن فلزات المجموعة الأولى (الفضة والرصاص والزرنيقوز) غير موجودة .

٢ - عند استعمال حمض الهيدروكلوريك المخفف الساخن لإذابة الملح يجب تبريد المحلول للتأكد من وجود أو عدم وجود الرصاص لأن كلوريد الرصاص يذوب في الماء الساخن ويترسب بالتبريد .

٣ - في حالة ذوبان الملح في حمض الهيدروكلوريك المركز يجب تبخير المحلول ثم تخفيفه

لأن بعض الكبريتيدات - مثل كبريتيد الكاديوم - لا ترسب في الوسط الحمضي القوي .  
ومن الضروري إجراء عملية التخفيف بواسطة حمض الهيدروكلوريك المخفف وذلك لأن بعض  
الفلزات مثل الزنك والنيكل تعطي راسب من الملح القاعدي عند التخفيف بالماء :

٤ - إذا ذاب الملح في حمض النريك أو الماء الملكي يجب تبخير المحلول إلى قرب الجفاف  
ثم إضافة حمض الهيدروكلوريك المركز والتبخير إلى حجم صغير وذلك للتخلص من النترات .  
وبعد ذلك يخفف المتبقّي بـحمض الهيدروكلوريك المخفف ( نفس الأسباب السابقة ) . والهدف  
من هذه العملية هو التخلص من النترات ( تتحول إلى كاوريدات ) وذلك لأن وجود النترات  
قد يتسبب في أكسدة كبريتيد الهيدروجين وترسيب الكبريت مما يعرقل ظهور لون الراسب  
المتكون بوضوح .

٥ - قد يؤدي إضافة حمض الهيدروكلوريك إلى ظهور عائق أبيض من الكبريت  
لا يذوب في زيادة من الحمض حتى بعد الغليان . وهذا الراسب يرجع إلى وجود شق الثيوكبريتات .  
وللتخلص من هذا العائق يغلى المحلول مع بضع قصاصات من ورق الترشيع ثم يرشح المحلول  
ويستخدم الراشح للكشف عن الشق القاعدي .

### طريقة الكشف عن الشق القاعدي :

يجرى الكشف عن كل مجموعة بواسطة كاشف المجموعة . ويجب الكشف عن المجموع  
الت حسب الترتيب المذكور . وعند الكشف عن أي مجموعة يجب التأكد من استبعاد وجود  
أي من المجموع التي تسبقها كما يجب اتباع التعليمات بدقة لضمان الحصول على نتائج صحيحة .  
وفي كثير من الحالات يمكن التعرف على الشق القاعدي من خواص الراسب المتكونة مع كاشف  
المجموعة ( كاللون والذوبان وما إلى ذلك ) وعلى الطالب أن يدون ملاحظاته واستنتاجه أولاً بأول  
وأن يدعم الاستنتاجات بالتجارب التأكيدية اللازمة .  
تتلخص طريقة الكشف في الخطوات التالية .

### ١ - تسجيل الخواص الطبيعية :

كاللون والشكل البلوري والذوبان في الماء وتأثير المحلول المائي على عباد الشمس .

### ٢ - الكشف عن الأمونيوم :

بالرغم من أن الأمونيوم يقع في المجموعة السادسة طبقاً للتقسيم السابق إلا أنه من المستحسن  
الكشف عنها أولاً لتبسيط طريقة الكشف .

أنسف قليلا من محلول هيدروكسيد الصوديوم إلى الملح الصلب ثم سخن ولاحظ تصاعد أبخرة النشادر التي يمكن تمييزها بسهولة في حالة وجود الأمونيوم . وللتأكد من وجود الأمونيوم يجب إجراء التجارب التأكدية اللازمة ( صفحة ٨٣ ) .

### ٣ - تحضير محلول الملح :

يحضّر محلول الملح كما ذكر سابقاً مع مراعاة الملاحظات السابقة .

### ٤ - المجموعة الأولى :

أنسف حوالي ٢ سم<sup>٣</sup> من حمض الهيدروكلوريك المخفف إلى بضع سنتيمترات من محلول الملح إذا ظهر راسب أبيض لا يذوب في الزيادة من الحمض - دل ذلك على وجود أحد فلزات المجموعة الأولى ( الفضة - الرصاص - الزئبقوز ) . ويمكن التفرقة بينهم كما يلي :

التجارب التأكدية	الامتتاج	المشاهدة
صفحة ٥٢	الفضة	راسب أبيض يذوب في هيدروكسيد الأمونيوم ويتحول الراسب إلى اللون البنفسجي عند تعريضه للضوء .
صفحة ٥٥	الزئبقوز	راسب أبيض يتحول إلى الأسود بإضافة هيدروكسيد الأمونيوم .
صفحة ٥٤	الرصاص	راسب أبيض يذوب في الماء الساخن وترسب بالتبريد .

### ٥ - المجموعة الثانية :

إذا لم يتكون راسب عند إضافة حمض الهيدروكلوريك مرر غاز كبريتيد الهيدروجين في نفس المحلول بعد تدفئته . إذا ظهر راسب دل ذلك على وجود أحد فلزات المجموعة الثانية . يرشح المحلول ويغسل الراسب المتخلف بمحلول كبريتيد الهيدروجين في الماء . لاحظ لون الراسب وقابلية ذوبانه في كل من الأحماض ومحلول كبريتيد الأمونيوم الأصفر . يمكن الاستدلال على الفلز كما يلي .



التجارب التأكدية	الاستنتاج	ذوبان الراسب	المشاهدة
صفحة ٥٧ أو ٥٤	نحاس أو رصاص <sup>(١)</sup>	لا يذوب في الأمونيوم الأصفر	راسب أسود يذوب في حمض النتريك المركز
صفحة ٥٩	كادميوم		راسب أصفر
صفحة ٥٩	بزموت		راسب بني مائل إلى السواد
صفحة ٦٠	زئبقك		راسب أسود لا يذوب في حمض النتريك المركز
صفحة ٦١	زرنبيخ	يذوب في الأمونيوم الأصفر	راسب أصفر لا يذوب في حمض الهيدروكلوريك المركز
صفحة ٦٤	أنثيمون		راسب برتقالي يذوب في حمض الهيدروكلوريك المركز
صفحة ٦٥	قصدير		راسب بني مائل إلى الاصفرار

### ٦ - المجموعة الثالثة :

إذا لم يتكون راسب مع كبريتيد الهيدروجين في التجربة السابقة دل ذلك على أن الشق القاعدي ليس من فلزات المجموعة الثانية<sup>(٢)</sup>.

أضف إلى جزء جديد من محلول الملح بضع قطرات من حمض النتريك المركز وسخن حتى الغليان لأكسدة الحديدوز - إن وجد - إلى حديدك وذلك لأن هيدروكسيد الحديدوز لا يترسب ترسيباً تاماً بواسطة هيدروكسيد الأمونيوم . برد المحلول ثم أضف كمية زائدة من محلول كلوريد الأمونيوم ثم هيدروكسيد الأمونيوم نقطة نقطة حتى يصبح المحلول قلوباً ( اكشف بواسطة عباد الشمس ) أغلى المحلول فإذا ظهر راسب دل ذلك على وجود أحد فلزات المجموعة الثالثة<sup>(٣)</sup>.

( ١ ) أحياناً يصعب فصل الرصاص ضمن فلزات المجموعة الأولى وفي هذه الحالة يترسب على هيئة راسب أسود ضمن فلزات المجموعة الثانية وكثيراً ما يتخالط بينه وبين النحاس ولذا يجب مراعاة ذلك .

( ٢ ) فلزات المجموعة ٢ أ .

( ٣ ) فلزات المجموعة ٢ ب .

التجارب التأكيديّة	الامتتاج	المشاهدة
صفحة ٦٩	حديدك	راسب بني مائل للاحمرار
صفحة ٧٢	كروم	راسب أخضر
صفحة ٧١	ألرنيوم	راسب أبيض هلاى

## ٧ - المجموعة الرابعة :

إذا لم يتكون أى راسب فى المجموعة الثالثة مرر غاز كبريتيد الميلىروجين فى نفس المحلول فإذا تكون راسب دل ذلك على وجود أى فلزات المجموعة الرابعة (١) :

التجارب التأكيديّة	الامتتاج	المشاهدة
صفحة ٧٤	خارصين	راسب أبيض
صفحة ٧٥	منجنيز	راسب بني باهت ( لون اللحم )
صفحة ٧٧ أو ٧٨	نيكل أو كوبلت	راسب أسود

## ٨ - المجموعة الخامسة :

إذا لم يتكون راسب فى المجموعة الرابعة . نخذ حوالى ٤ سم<sup>٣</sup> من محلول الملح وأضف إليهم حوالى ٤ سم<sup>٣</sup> من محلول كلوريد الأمونيوم ثم أضف هيدروكسيد الأمونيوم قطرة قطرة حتى يصبح المحلول قلوباً . أضف بعد ذلك زيادة من محلول كربونات الأمونيوم وسخن . فإذا تكون راسب أبيض دل ذلك على وجود أحد فلزات المجموعة الخامسة (باريوم - أسترانسيوم أو كالسيوم) ويمكن التمييز بينهم بإضافة محلول كبريتات الكالسيوم إلى المحلول الأصيل (٢) .

(١) يجب إضافة زيادة من محلول كلوريد الأمونيوم قبل إضافة هيدروكسيد الأمونيوم وذلك لمنع ترسيب هيدروكسيدات فلزات المجموعات الرابعة والخامسة والمنسبوم .

(٢) اكتشف من وجود الهيدروكسوز فى جزء من المحلول الأصيل بأحدى الاختبارات الخاصة بالهيدروكسوز . صفحة ٦٨ .

التجارب التأكدية	الاستنتاج	المشاهدة
صفحة ٧٩	باريوم	راسب أبيض في المحال
صفحة ٨٠	أسترانسيوم	راسب أبيض بعد فترة من الوقت أو بالتسخين
صفحة ٨١	كالسيوم	لا يتكون راسب :

#### ٩ - المجموعة السادسة :

إذا لم يمكن حصر الشق القاعدي للملح في المجموعات الخمس السابقة فيحتمل أن يكون إحدى عناصر المجموعة السادسة التي يمكن الكشف عنها كما يلي :

#### الأمونيوم :

ويجرى الكشف عنه قبل الكشف عن المجموعة الأولى كما ذكر سابقاً :

#### المغنسيوم :

أضف زيادة من محلول كلوريد الأمونيوم إلى محلول الملح ثم أضف هيدروكسيد الأمونيوم حتى يصبح المحلول قلويًا ثم أضف بعد ذلك محلول فوسفات الصوديوم فإذا ظهر راسب أبيض دل ذلك على وجود المغنسيوم (التجارب التأكدية صفحة ٨٤) . إذا لم يحدث راسب مع فوسفات الصوديوم فإن الملح إما أن يكون بوتاسيوم أو صوديوم .

#### البوتاسيوم :

أضف إلى محلول الملح الأصلي قليلاً من محلول كوبلتي نريت الصوديوم فإذا تكوّن راسب أصفر دل ذلك على وجود البوتاسيوم (التجارب التأكدية صفحة ٨٤) . إذا لم يتكوّن راسب كان الملح صوديوم .

#### الصوديوم :

يجرى اختبار اللهب<sup>(١)</sup>

(١) يعتمد التمييز بين هذه الفلزات على اختبار اللهب سلك كبير نظراً لتباين الألوان المميزة لكل منهم .

الكشف عن ملح بسيط مجهول :  
تتلخص طريقة الكشف في خطوتين :

الأولى :

الكشف عن الشق الحمضى كما ذكر في الباب الثانى .

الثانية :

الكشف عن الشق القاعدى كما هو مشروح في هذا الباب .

ومن ثم يمكن تحديد الملح المجهول بعد التعرف على شقيه ، فمثلا إذا أكلت التجارب أن الشق الحمضى للملح هو كلوريد والشق القاعدى هو صوديوم إذا يمكن تسمية الملح المجهول كلوريد الصوديوم .

## الباب الرابع

الكشف عن الشق الحمضي في المحاليل والمخاليط .

### أولاً : في المحاليل

يعتمد الكشف على الشق الحمضي للأملاح البسيطة على تأثير الأحماض في الملح الصلب نفسه حيث تنقسم الأملاح إلى ثلاثة مجاميع طبقاً لحساسيتها للأحماض كما ذكر من قبل في الباب الأول .

أما في حالة وجود الملح على هيئة محلول فإنه لا يمكن الاعتماد على التقسيم السابق ، وذلك لأن أغلب الأحماض لا تؤثر في الملح إلا وهي مركزة هذا علاوة على أن تبخير المحلول للحصول على الملح الصلب قد يؤثر في الشق الحمضي ( بعض الشقوق الحمضية تتأثر بالتسخين كالكبريتات والكبريتينات والنترات . . الخ ) .

وإذا وجب اتباع طريقة أخرى للكشف عن الشق الحمضي في المحاليل ، وهذه الطريقة تعتمد على ما يتكون من رواسب وأوان مميزة مع بعض الكواشف مثل نترات الفضة وكاوريد الباريوم .

### جدول الكشف عن الشق الحمضي في المحاليل

أضف بضع قطرات من محلول نترات الفضة إلى قليل من المحلول<sup>(١)</sup> سجل ما يحدث ولاحظ ذوبان الراسب المتكون في حمض النترريك المخفف وفي حمض الخليك .

---

( ١ ) يجب أن يكون المحلول متعادلاً . فإذا كان المحلول حمضياً يخضر محلول متعادل بإضافة هيدروكسيد الأمونيوم قطرة قطرة حتى يصبح المحلول قلويّاً ( اكشف بواسطة عباد الشمس ) ثم ينقل المحلول لطرد الزيادة من النشادر .

الاستنتاج (١)	ذوبان الراسب	المشاهدة	
كلوريد	لا يذوب في الحمض المخفف الساخن أو الماء البارد	راسب أبيض متجمع يذوب في هيدروكسيد الأمونيوم ويتحول إلى راسب يتفجى عند تعريضه للضوء .	- ١
بروريد	حمض التريك	راسب أصفر باهت يذوب في هيدروكسيد الأمونيوم المركز .	- ٢
يوريد	حمض التريك	راسب أصفر لا يذوب في هيدروكسيد الأمونيوم المخفف أو المركز .	- ٣
كبريتيت	لا يذوب في الماء ولكن لا يذوب في حمض التريك	راسب أبيض يذوب في هيدروكسيد الأمونيوم ويتحول بالقلان إلى فلز الفضة الأسود .	- ٤
ثيوكبريتات	لا يذوب في الماء ولكن لا يذوب في حمض التريك	راسب أبيض يتحول سريعاً إلى الأصفر فالبنى ثم الأسود وذلك لتكوين كبريتيد الفضة راسب أسود .	- ٥
كبريتيد	لا يذوب في الماء ولكن لا يذوب في حمض التريك	راسب أصفر يذوب في هيدروكسيد الأمونيوم	- ٦
فوسفات	لا يذوب في الماء ولكن لا يذوب في حمض التريك	راسب بني كالتشيكولانة يذوب في هيدروكسيد الأمونيوم .	- ٧
زرنیخات	لا يذوب في الماء ولكن لا يذوب في حمض التريك	راسب بني كالتشيكولانة يذوب في هيدروكسيد الأمونيوم .	- ٨
كربونات	لا يذوب في الماء ولكن لا يذوب في حمض التريك	راسب أبيض يذوب في هيدروكسيد الأمونيوم وفي الأحماض مع حدوث فوران وتصاعد غاز ثاني أكسيد الكربون ويتحول الراسب إلى اللون البني بالتسخين .	- ٩
بيكروبيونات	لا يذوب في الماء ولكن لا يذوب في حمض التريك	راسب أبيض بعد التسخين يذوب في هيدروكسيد الأمونيوم ويحدث فوران مع الأحماض .	- ١٠
بورات	لا يذوب في الماء ولكن لا يذوب في حمض التريك	راسب أبيض يذوب في هيدروكسيد الأمونيوم ويتحول إلى اللون البني بالتسخين .	- ١١
نترت	لا يذوب في الماء ولكن لا يذوب في حمض التريك	راسب أبيض ( من المحاليل المركزة ) (٢) يذوب في زيادة من الماء الساخن	- ١٢

(١) يجب تدعيم الاستنتاج بالتجارب التأكيدية اللازمة ( انظر الباب الثاني ) .

(٢) يمكن تركيز المحلول بتبخيره إلى ثلث حجمه .

إذا لم يتكون راسب فإن الملح قد يكون نترات أو كبريتات<sup>(١)</sup> ويمكن التمييز بينهما بواسطة اختبار الحلقة الحمراء ومحلول كاروريد الباريوم .

## ثانياً : في المخاليط

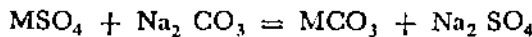
الكشف عن أكثر من شق حمضى واحد ليس بالأمر الصعب . ولا يوجد جدول عام لإجراء مثل هذا الكشف غير أنه من الممكن الاستعانة بالجدول التالى للكشف عن الشقوق الحمضية في المخاليط<sup>(٢)</sup> .  
ويجب ملاحظة أن بعض الشقوق الحمضية تتداخل معاً أو تخفى بعضها البعض وسوف تناقش بعض الحالات الشائعة فيما بعد .

## جدول الكشف عن الشق الحمضى في المخاليط

تعتمد طريقة الكشف عن أكثر من شق حمضى واحد في محلول على تفاعلات المخاليل ولهذا فإنه في حالة وجود المخاليط على هيئة محلول تجرى التجارب عليه مباشرة أما في حالة وجود المخاليط على هيئة مادة صلبة فيجب أولاً تحضير محلول منه كما يلي :

### تحضير محلول من المخالوط :

يحضر محلول المخالوط بغلى المادة الصلبة مع محلول مركز من كربونات الصوديوم حيث ترسب الفلزات على هيئة كربونات غير ذائبة بينما تظل الشقوق الحمضية في المحلول على هيئة أملاح الصوديوم فمثلاً :



( حيث M ترمز إلى أى فلز )

يرشح المحلول بعد ذلك ويفلى الجزء الأكبر من الراشح مع قليل من حمض النتريك المخفف

---

( ١ ) قد تعطى الكبريتات راسب أبيض مع محلول نترات الفضة إذا كان المحلول مركزاً  
( ٢ ) لقد روعي عند وضع جدول الكشف عن الشقوق الحمضية في المخاليط استبعاد الشقوق غير الشائعة لتبسيط طرق الكشف .

وذلك للتخلص من الكربونات الزائدة . ( أما الجزء الأصغر من الراشح فيحفظ به للكشف عن النترات بواسطة الحلقة السمرية حيث يتخلص من الكربونات الزائدة في هذه الحالة بإضافة حمض الهيدروكلوريك ) .

يقسم المحلول الناتج إلى خمسة أجزاء ويكشف على كل جزء على حدة <sup>(١)</sup> كما يلي :  
١ - عادل الجزء الأول من المحلول بواسطة محلول النشادر ثم أضف محلول نترات الفضة ولاحظ ما يحدث .

المشاهدة	الاستنتاج
لا يتكون راسب	يحتمل وجود أحد أو جميع الشقوق الحمضية الآتية : نترات - بورات - كبريتات - كلورات - نترت .
راسب أبيض	قد يدل على وجود كلوريد
راسب كريمي	» » » » بروميد
راسب أصفر	» » » » يوديد
راسب بني ( كالتشيكولاتة )	» » » » زرنيخات
راسب أبيض سريرهاً ما يتحول إلى البني ثم الأسود	» » » » ثيو كبريتات

٢ - أضف زيادة من حمض النتريك المخفف ثم محلول نترات الفضة ( إلى الجزء الثاني من المحلول ) .

المشاهدة	الاستنتاج
راسب أبيض يذوب بسهولة في محلول النشادر	كلوريد
راسب كريمي يذوب بقلّة في محلول النشادر	بروميد
راسب أصفر لا يذوب في محلول النشادر .	يوديد

٣ - أضف حمض الهيدروكلوريك ثم محلول كلوريد الباريوم ( إلى الجزء الثالث ) .

( ١ ) من الضروري مراعاة أن التجارب الخمس التالية مكتملة بعضها ولذا يجب إجراء كل التجارب قبل استنباط الاستنتاج للنهائي وفي حالة تعارض بعض الشقوق الحمضية مع بعضها يجب الرجوع إلى الحالات الخاصة المذكورة فيما بعد .



المشاهدة	الاستنتاج
راسب أبيض	كبريتات

٤ - أضف محلول النشادر إلى الجزء الرابع من المحلول حتى يصبح قلوباً<sup>(١)</sup> ثم أضف محلول كلوريد الكالسيوم .

المشاهدة	الاستنتاج
راسب أبيض يذوب في حمض الخليك .	فوسفات - بورات - زرنبيخات

٥ - عادل الجزء الخامس من المحلول بواسطة محلول النشادر ثم أضف محلول كلوريد الحديدك المتعادل .

المشاهدة	الاستنتاج
راسب أصفر باهت	فوسفات - زرنبيخات

أجرى اختبار الحلقة السمراء على الجزء المتبقى من المحلول الأصلي ( الجزء الأصفر من الراشح ) بعد إضافة حمض الهيدروكلوريك المخفف لتخلص من الكربونات الزائدة للكشف عن النترات .

بالرغم من أن التفاعلات السابقة تكفي للتعرف على الشقوق الحمضية في المخالط إلا أنه في بعض الحالات قد تتداخل الشقوق الحمضية مع بعضها مما يصعب معه التمييز بينهم . وفيما يلي بعض الحالات الشائعة وطريقة الكشف في كل حالة .

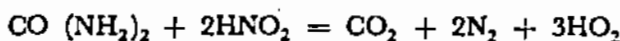
#### ١ - النترات والنترت :

النترت : يمكن الكشف عن النترت بسهولة بواسطة حمض الهيدروكلوريك حتى في وجود زيادة من النترات

أضف قليلاً من حمض الهيدروكلوريك المخفف إلى كمية من المخلوطين الصلب ، فإذا تصاعدت أبخرة بنية على البارد ( فرق أكسيد النترجين ) دل ذلك على وجود النترت في المخلوطين .

( ١ ) قد يتكون راسب هيدروكسيدات الفلزات التي لم يتم استبعادها بواسطة كربونات الصوديوم .  
وشح عند الضرورة وأهمل الراسب .

النترات : يجب التخلص من شق النترت قبل الكشف عن النترات نظراً لتعارض الاختبارات المميزة لكل منهما . ويمكن التخلص من النترت بواسطة غلى المحلول مع زيادة من اليوريا وحمض الكبريتيك المخفف .



وبعد التخلص من النترت يكشف عن النترات بواسطة اختبار الحلقة السمراء

#### ٢ - النترات والبرويدات :

عند وجود البرويد في المحلول فإنه يجب فصله قبل إجراء اختبار الحلقة السمراء . ويجرى فصل البرويد في هذه الحالة بإضافة زيادة من محلول من كبريتات الفضة إلى محلول المحلول حيث يرسب برويد الفضة . رشح ثم اكشف عن النترات في الراشح ( اختبار الحلقة السمراء ) .

#### ٣ - الكربونات والكبريتيت :

عند معاملة خليط من الكربونات والكبريتيت بمحضر مخفف مثل حمض الهيدروكلوريك المخفف فإنه يتصاعد خليط غازي من ثاني أكسيد الكربون وغاز ثاني أكسيد الكبريت . وعند إمرار خليط الغازات في ماء الجير فإن كبريتيت الكالسيوم يرسب مع كربونات الكالسيوم ( نظراً لأنه شحيح الذوبان كذلك ) ولذا يجب إمرار خليط الغازات في أنبوبة امتصاص تحتوي على محلول بيكرومات البوتاسيوم المحمضة بمحضر الكبريتيك المخفف ثم يمر الغاز الخارج من أنبوبة الامتصاص في ماء الجير . وبهذه الطريقة يمكن فصل ثاني أكسيد الكبريت حيث يتحد مع بيكرومات البوتاسيوم ( يرتقالي اللون ) مختزلاً إياها إلى كبريتات الكروميك ( خضراء اللون ) .

#### ٤ - الكبريتات والثيوكبريتات والكبريتات :

تعتمد طريقة فصل هذه الشقوق الثلاثة على قابلية ثيوكبريتات الباريوم للذوبان بخلاف كبريتيت الباريوم وكبريتات الباريوم .

أضف زيادة من محلول نترات الباريوم إلى المحلول ثم رشح

أولاً - الراشح : اكشف عن وجود الثيوكبريتات في الراشح كما يلي :

( ١ ) عالج جزء من الراشح بمحضر الهيدروكلوريك المخفف فإذا تصاعد غاز ثاني

أكسيد الكبريت<sup>(١)</sup> مع تكوين راسب أبيض مائل الاصفرار دل ذلك على الثيوكبريتات .

( ١ ) يخضروقة مبللة بمحلول بيكرومات البوتاسيوم المحمضة بمحضر الكبريتيك المخفف .

(ب) عالج جزء آخر من الراشح بمحلول نترات الفضة فإذا تكون راسب أيضاً يتحول سريعاً إلى البنى ثم الأسود دل ذلك على وجود الثيوكبريتات .

ثانياً - الراسب : قد يحتوي على كبريتيت الباريوم وكبريتات الباريوم ويمكن فصلها بواسطة حمض الهيدروكلوريك المخفف نظراً لذوبان كبريتيت الباريوم في الحمض .  
يفصل الراسب ثم يعالج بزيادة من حمض الهيدروكلوريك المخفف مع التسخين فإذا تصاعد غاز ثاني أكسيد الكبريت دل ذلك على وجود الكبريتيت أما الراسب المتخلف فإنه يدل على وجود الكبريتات .

### ٥ - الكبريتيد والكبريتيت والثيوكبريتات والكبريتات :

عند معاملة هذا الخليط بمحض الهيدروكلوريك المخفف يتصاعد خليط من غاز كبريتيد الهيدروجين (من الكبريتيد) وغاز ثاني أكسيد الكبريت (من الكبريتيت والثيوكبريتات) ولكن هذان الغازان يتفاعلان معاً ويفصل الكبريت : ولذا يجب فصل الكبريتيد أولاً . ويمكن فصل الكبريتيد على هيئة كبريتيد الكادميوم غير الذائبة كما يلي :

رج محلول الخليط مع زيادة من كربونات الكادميوم ثم رشح .

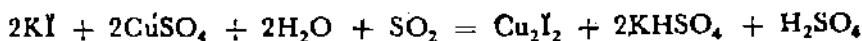
أولاً - الراسب : ويتكون من كبريتيد الكادميوم والزيادة من كربونات الكادميوم . ويعالج الراسب بزيادة من حمض الخليك المخفف للتخلص من الكربونات الزائدة فإذا تبقى راسب أصفر دل ذلك على وجود الكبريتيد .

ثانياً - الراشح : قد يحتوي على الكبريتيت والثيوكبريتات والكبريتات ويمكن فصلهم كما هو مبين في الحالة السابقة (٤) .

### ٦ - الكلوريد والبروميد واليوديد :

يمكن الكشف عن اليوديد بسهولة (حتى في وجود الكلوريد والبروميد) بواسطة أبخرة اليود البنفسجية التي تتصاعد عند معاملة الخليط بمحض الكبريتيك المركز وهذا بدوره سوف يعوق الكشف عن الكلوريد والبروميد . وبالمثل في غياب اليوديد فإن البروميد سوف يعوق الكشف عن الكلوريد . ولذا يجب اتباع الطريقة التالية للكشف عن هذه الشقوق في مخلوط منها :

١ - أضف زيادة من محلول كبريتات النحاس إلى محلول المخلوط المتعادل أو الحمض قليلاً ثم شبع المحلول بثاني أكسيد الكبريت حيث يرسب يوديد النحاس .

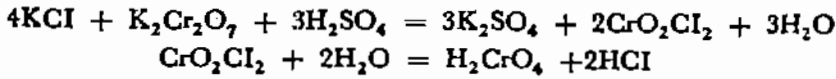
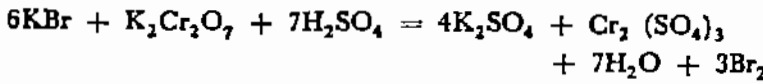


ولابد من التأكد من وجود زيادة من كبريتات النحاس (يتلون المحلول باللون الأزرق) لإتمام فصل اليوديد . رشح . يمكن التأكد من وجود اليوديد بمعاملة الراسب بمحضر الكبريتيك المركز .

٢- يعالج الراشح بزيادة من محلول هيدروكسيد الصوديوم حيث يرسب النحاس على هيئة أكسيد النحاس المائي أعلى المحلول ثم رشح وأهمل الراسب .

٣- يخمر الراشح حتى الجفاف ثم تسحق المادة الصلبة المتخلفة جداً . يقطر المسحوق الناتج مع مسحوق بيكرومات البوتاسيوم وقليل من حمض الكبريتيك المركز في معوجة تقطير وتغمر الأبخرة المتصاعدة في الماء البارد .

في حالة وجود البروميد فإنه يتأكسد إلى البروم الذي يتطاير ويذوب في الماء أما الكلور فإنه يتحول إلى كلوريد الكروميل  $CrO_2Cl_2$  على هيئة أبخرة حمراء تشبه البروم ولكنها تتحلل في الماء إلى حمض كروميك  $H_2CrO_4$



يقسم المحلول المائي الناتج إلى قسمين :

( أ ) يرج القسم الأول مع قليل من الكلوروفوم ( أو رابع كلوريد الكربون أو البترول ) حيث يستخلص المذيب العضوي البروم الذائب ويتلون باللون الأحمر الداكن دلالة على وجود البروميد .

( ب ) أضف قليلاً من فوق أكسيد الهيدروجين إلى الجزء الثاني ثم رج مع قليل من الأثير . فإذا تلونت طبقة الأثير باللون الأزرق دل ذلك على وجود الكرومات وهذا بدوره يدل على وجود الكلوريد في المخلول الأصل .

## الكشف عن سائل غير عضوي بسيط

إذا كان لديك سائل غير عضوي مجهول فقد يكون إما :

ماء نقي .

محلول حمض حر في الماء .

محلول قاعلة في الماء .

محلول ملح في الماء .

ويمكن التمييز بينهم بدراسة الخواص الطبيعية والكيميائية للسائل . يجب ملاحظة الخواص

الطبيعية التالية لأهميتها في المساعدة على التعرف على السائل المجهول :

### ١ - اللون والرائحة :

كانثاشادر وكبريتيد الهيدروجين وثاني أكسيد الكبريت وما إلى ذلك :

### ٢ - تأثير السائل على عباد الشمس الأحمر والأزرق :

### ٣ - تأثير الحرارة :

بخر جزء صغير من السائل في جفنة على حمام مائي ولاحظ لون ورائحة الأبخرة المتصاعدة والمادة الصلبة المتخلفة إن وجدت .

### أولاً - إذا كان السائل ذو تأثير حمضي على عباد الشمس :

( يحمّر عباد الشمس الأزرق ) . فإن السائل يكون إما :

١ - محلول حمض حر .

٢ - محلول ملح حمضي مثل بيكربونات الصوديوم أو كلوريد الألمونيوم أو كبريتات الألمونيوم وما إلى ذلك .

يمكن التمييز بينهما كما يلي :

### ( أ ) التبخير :

إذا لم تتخلف مادة صلبة بعد التبخير كان السائل حمض حر أما إذا تخلفت مادة صلبة بعد التبخير كان السائل محلولاً للملح حمضي .

### ( ب ) كربونات الصوديوم :

إذا حدث فوران دل ذلك على أن السائل حمض حر - أما إذا لم يحدث فوران دل ذلك على أن السائل محلول ملح حمضي ( في بعض الأحيان تعطي محاليل الأملاح الحمضية هذا الاختبار ) .

( ج ) في كلتا الحالتين اكتشف عن الشق الحمضي للحمض الحر أو الملح الحمضي كما هو موضح في الجدول صفحة ٩٧ .

( د ) اكتشف عن الشق القاعدي للملح الحمضي كما في حالة الأملاح الصلبة صفحة ٨٧ .

ثانياً - إذا كان السائل ذو تأثير قلوى على عباد الشمس :

( يزرق عباد الشمس الأحمر ) فإنه يكون إما :

- ١- محلول هيدروكسيد حر .
- ٢- محلول قاعدى مثل كربونات الصوديوم أو كبريتيد الصوديوم وما إلى ذلك . ويمكن التمييز بينهما بواسطة الاختبارات التالية .

( أ ) محلول نترات الفضة :

راسب أسود مع الهيدروكسيدات<sup>(١)</sup>

( ب ) محلول كبريتات النحاس :

راسب أزرق مع الهيدروكسيدات فقط .

( ح ) محلول كلوريد الزئبقيك :

راسب أبيض مع هيدروكسيد الأمونيوم أو راسب بني مائل للاحمرار مع الهيدروكسيدات الأخرى .

( د ) محلول كلوريد الحديديك :

راسب أحمر بني مع الهيدروكسيدات فقط .

إذا دلت التجارب السابقة على أن السائل هو محلول هيدروكسيد فيمكن الكشف عن الشق

القاعدى كما يلي :

( أ ) أغلى جزء من السائل :

إذا تصاعد غاز النشاير كان السائل هيدروكسيد أمونيوم .

( ب ) محلول مركز من كبريتات الكالسيوم :

إذا تكون راسب أبيض كان السائل محلول هيدروكسيد الباريوم .

( ح ) محلول مركز من كسالات الصوديوم :

إذا تكون راسب أبيض كان السائل محلول هيدروكسيد الكالسيوم .

( ١ ) الكبريتيدات تعطى راسب أسود من كبريتيد الفضة .

## ( د ) اختبار كازنوت :

إذا كان راسب أصفر كان السائل هيدروكسيد بوتاسيوم .

## ( هـ ) اختبار اللهب :

ويجرى على المادة الصلبة المتبقية بعد تبخير جزء صغير من السائل ومن اللون الناتج مع اللهب غير المضيء يمكن الاستدلال على الفلز ( انظر ص ١٩ ) .  
أما إذا ثبت أن السائل عبارة عن محلول ملح قاعدي فيمكن الكشف عن شقة الحمضى كما هو موضح بالجدول ص ٩٣ .  
أما شقة القاعدي فيكشف عنه كما في حالة الأملاح الصلبة ( صفحة ٨٧ ) .

## ثالثاً - إذا كان السائل ذو تأثير متعادل على عباد الشمس :

( لا يتغير لون عباد الشمس الأحمر أو الأزرق ) فقد يكون إما :

١ - ماء نقي .

٢ - محلول ملح متعادل مثل كلوريد الصوديوم أو كبريتات البوتاسيوم ويمكن التمييز بينهما بتبخير جزء صغير من السائل وملاحظة الأبخرة المتصاعدة .  
فإذا لم تتصاعد أبخرة ذات لون أو رائحة مميزة ولم تتخلف مادة صلبة كان السائل ماء نقياً .  
أما إذا تخلفت مادة صلبة كان السائل محلولاً للملح متعادلاً . وفي هذه الحالة اكتشف عن الشق الحمضى للملح المتعادل باستعمال الجدول المبين في صفحة ٩٣ ثم اكتشف عن شقة القاعدة كما في حالة الأملاح الصلبة ( صفحة ٨٧ ) .

## الباب الخامس

### الكشف عن الشق القاعدي في المخاليط

تناولنا في الباب الثالث طريقة الكشف عن الشق القاعدي في الأملاح البسيطة حيث قسمت الفلزات إلى ست مجموعات تحليلية . وتتوقف طريقة الكشف في التحليل الكيفي على الفرق في قابلية الفلزات لتكوين مشتقات غير ذائبة (رواسب) تحت الظروف المختلفة . ومن الضروري في هذه المرحلة دراسة بعض الأسس النظرية المستخدمة في عمليات الفصل السابقة بالنسبة لأهميتها في حالة المخاليط .

### أولاً : الأسس النظرية

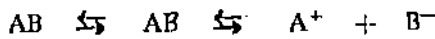
أهم الأسس النظرية المستخدمة في عمليات فصل الفلزات هي قانون فعل الكتلة وحاصل الإذابة وتأثير الأيون المشترك .

#### المحلول المشبع :

يوصف المحلول بأنه مشبع عند حدوث اتزان بين المادة الذائبة في المحلول وبين المادة الصلبة غير الذائبة . ويعتمد تركيز المحلول على درجة الحرارة .

#### حاصل الإذابة :

تتأين الأحماض والقواعد والأملاح في محاليلها . وبتطبيق قانون فعل الكتلة على الإلكترونات ضعيفة التأين وحتى المواد التي يطلق عليها لفظ « عديمة الذوبان » فإنه يمكن تطبيق قانون فعل الكتلة عليها في محاليلها المخففة .



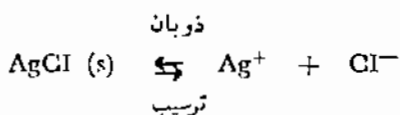
أيونات في المحلول      جزيئات صلب

وحيث أن المحلول يكون عادة مخففاً جداً بالنسبة للمادة الذائبة فإن جميع الجزيئات الذائبة تتحول إلى أيونات .

فإذا كان لدينا محلول مشبع من كلوريد الفضة في حالة اتزان مع بعض البلورات من



كلوريد الفضة كما يلي :



فإنه بتطبيق قانون فعل الكتلة .

$$\frac{[\text{Ag}^+][\text{Cl}^-]}{[\text{AgCl}]} = K$$

حيث  $[\text{Ag}^+]$  ،  $[\text{Cl}^-]$  ،  $[\text{AgCl}]$  تمثل الكتلة الفعالة ( الكتلة الفعالة هي عدد الجرامات الجزيئية في اللتر من المحلول ) :

نظراً لأن تركيز كلوريد الفضة الصلب يظل ثابتاً فإن المعادلة تصبح

$$[\text{Ag}^+][\text{Cl}^-] = K_c [\text{AgCl}] = K_{sp}$$

ويعرف الثابت  $K_{sp}$  بحاصل الإذابة .

وحاصل الإذابة ذو قيمة ثابتة لا يمكن تجاوزها إلا في حالة المحاليل فوق المشبعة حيث لا توجد بها حالة اتزان بين المحلول والمادة غير الذائبة .

فمثلاً إذا بدأنا بمحلول غير مشبع من المادة AB فإنه يمكن زيادة حاصل الضرب  $[\text{A}^+][\text{B}^-]$  بإذابة قدر آخر من نفس المادة ( أو بإضافة مادة أخرى تحتوي على أيون مشترك ) . ويستمر المحلول في تقبل هذه الزيادة حتى تصل إلى القيمة المحددة لحاصل إذابة المادة AB فإذا تجاوزنا هذه القيمة تبدأ AB في الترسيب على الفور .

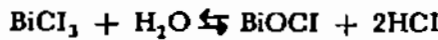
ولقاعدة حاصل الإذابة تطبيقات عديدة في التحليل الكيفي . وفيما يلي حاصل الإذابة لبعض الأملاح الشائعة .

حاصل الإذابة	للمركب	
$10^{-10} \times 1,5$	$[Ag^+] [Cl^-]$	كلوريد الفضة
$10^{-10} \times 2,4$	$[Pb^{2+}] [Cl^-]^2$	كلوريد الرصاص
$10^{-10} \times 3,5$	$[Hg_2^{2+}] [Cl^-]^2$	كلوريد الزئبقوز
$10^{-10} \times 4$	$[Hg^{2+}] [S^{2-}]$	كبريتيد الزئبق
$10^{-10} \times 4,2$	$[Pb^{2+}] [S^{2-}]$	كبريتيد الرصاص
$10^{-10} \times 5,1$	$[Cu^{2+}] [S^{2-}]$	كبريتيد النحاس
$10^{-10} \times 1,4$	$[Cd^{2+}] [S^{2-}]$	كبريتيد الكاديوم
$10^{-10} \times 1,6$	$[Bi^{3+}]^2 [S^{2-}]^3$	كبريتيد البزموت
$10^{-10} \times 8,5$	$[Al^{3+}] [OH^-]^3$	هيدروكسيد الألمنيوم
$10^{-10} \times 2,9$	$[Cr^{3+}] [OH^-]^3$	هيدروكسيد الكروميك
$10^{-10} \times 3,8$	$[Fe^{3+}] [OH^-]^3$	هيدروكسيد الحديدك
$10^{-10} \times 1,4$	$[Mn^{2+}] [S^{2-}]$	كبريتيد المنجنيز
$10^{-10} \times 1,2$	$[Zn^{2+}] [S^{2-}]$	كبريتيد الزنك
$10^{-10} \times 3$	$[Co^{2+}] [S^{2-}]$	كبريتيد الكوبالت
$10^{-10} \times 1,4$	$[Ni^{2+}] [S^{2-}]$	كبريتيد النيكل
$10^{-10} \times 8,1$	$[Ba^{2+}] [CO_3^{2-}]$	كربونات الباريوم
$10^{-10} \times 4,8$	$[Ca^{2+}] [CO_3^{2-}]$	كربونات الكالسيوم
$10^{-10} \times 1,6$	$[Sr^{2+}] [CO_3^{2-}]$	كربونات السترونشيوم
$10^{-10} \times 2,5$	$[Mg^{2+}] [NH_4^+] [PO_4^{3-}]$	هوسفات المغنسيوم الأمونيوم
$10^{-10} \times 9,2$	$[Ba^{2+}] [SO_4^{2-}]$	كبريتات الباريوم
$10^{-10} \times 1,6$	$[Ba^{2+}] [CrO_4^{2-}]$	كبريتات الباريوم
$10^{-10} \times 1,6$	$[Ca^{2+}] [C_2O_4^{2-}]$	أكسالات الكالسيوم
$10^{-10} \times 2,8$	$[Sr^{2+}] [SO_4^{2-}]$	كبريتات السترونشيوم
$10^{-10} \times 2,3$	$[Ca^{2+}] [SO_4^{2-}]$	كبريتات الكالسيوم

## المجموعة الأولى :

حمض الهيدروكلوريك حمض قوى يتأين في المحاليل المخففة . فعند إضافة هذا الحمض إلى أى محلول يحتوي على أملاح الفضة والرصاص والزرنيقوز تترسب كلوريدات هذه الفلزات نظراً لتجاوز حاصل الإذابة لها . أما كلوريدات الفلزات الأخرى فإنها تذيب بسهولة فيما عدا كلوريد الباريوم الذى قد يترسب في حالة وجود تركيز عال من أيونات الباريوم . ومع هذا فإن كلوريد الباريوم يذوب بسهولة عند تخفيف المحلول .

وقد يعطى اليزومت والأنتيمون راسب عند إضافة حمض الهيدروكلوريك المخفف وذلك نظراً لتحلل الكلوريد إلى الملح القاعلى (أوكسى كلوريد) غير الذائب .



وحيث أن هذا التفاعل عكسى فإن الأوكسى كلوريد يذوب بسهولة في زيادة من حمض الهيدروكلوريك .

ويتكون راسب المجموعة الأولى من كلوريدات الرصاص والفضة والزرنيقوز وتعتمد طريقة فصل هذه الكلوريدات على الحقائق التالية :

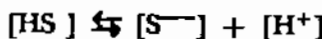
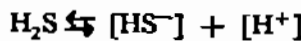
١ - كلوريد الرصاص يذوب في الماء بالغليان بينما لا يذوب كل من كلوريد الفضة وكلوريد الزرنيقوز . وبذا يمكن استخلاص كلوريد الرصاص عند معاملة الراسب بالماء المغلى .

٢ - كلوريد الفضة يذوب في هيدروكسيد الأمونيوم . نظراً لتكوين المترابك  $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]\text{Cl}$  سهل الذوبان . أما كلوريد الزرنيقوز فيتحول إلى راسب أسود عبارة عن خليط من أمينو كلوريد الزرنيق  $\text{Hg}(\text{NH}_2)\text{Cl}$  والزرنيق المجزأ تجزئاً دقيقاً الذى يمكن فصله من مترابك الفضة الذائب بالترشيح .

٣ - عند معاملة هذا الخليط الأسود بالماء الملئ فإنه يتحول إلى كلوريد الزرنيق الذائب لئى يمكن الكشف عنه بواسطة كلوريد القصديروز .

## المجموعة الثانية :

كبريتيد الهيدروجين شحيح الذوبان في الماء ونظراً لأنه حمض ضعيف فإن درجة تأينه ضئيلة .



وبتطبيق قانون فعل الكتلة فإن :

$$\frac{[H^+]^2 [S^{2-}]}{[H_2S]} = \text{Constant} = \text{ثابت}$$

وهذا يعنى أنه فى المحاليل المائية لكبريتيد الهيدروجين توجد حالة اتزان بين الأيونات والجزيئات غير المتأينة :

وفى وجود حمض الهيدروكلوريك يزداد تركيز أيونات الهيدروجين مما يتسبب فى إنخفاض درجة تأين كبريتيد الهيدروجين وتبعاً لذلك يقل تركيز أيونات الكبريتيد فى المحلول للحفاظ على حالة الاتزان السابقة .

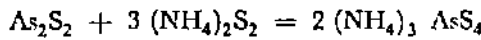
ومع هذا فإن هذا التركيز الضئيل من أيونات الكبريتيد يكفى لترسيب كبريتيدات المجموعة الثانية نظراً لصغر حاصل الإذابة لها ، وبهذه الطريقة يمكن فصل فلزات المجموعة الثانية على هيئة كبريتيدات بواسطة كبريتيد الهيدروجين فى وجود حمض الهيدروكلوريك المخفف . أما كبريتيدات فلزات المجموعة الرابعة (المنجنيز والحارصين والكوبلت والنيكل) فإن حاصل الإذابة لها أعلى بكثير من حاصل الإذابة لكبريتيدات المجموعة الثانية ، ولذا فإنه فى وجود حمض الهيدروكلوريك المخفف يصبح تركيز أيونات الكبريتيد غير كاف لترسيب كبريتيدات المجموعة الرابعة .

ويتكون راسب المجموعة الثانية من كبريتيدات كل من الزئبقيك والرصاص والزرنيخ والنحاس والكاديوم والزرنيخ والأنتيمون والقصدير وتنقسم هذه المجموعة فيها بينها إلى مجموعتين .

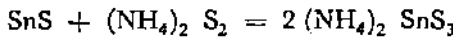
(أ) كبريتيدات الزئبقيك والرصاص<sup>(١)</sup> . والزرنيخ والنحاس والكاديوم .

(ب) كبريتيدات الزرنيخ والأنتيمون والقصدير .

ويقع الاختلاف بينهما فى قابلية الكبريتيدات الثلاث الأخيرة للذوبان فى محلول كبريتيد الأمونيوم الأصفر حيث تتحول إلى أملاح الثيو الذائبة فعنلا :



ثيوز رنيخات الأمونيوم



ثيوقصديرات الأمونيوم

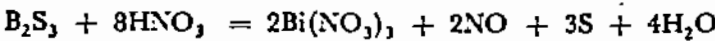
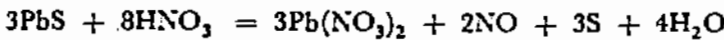
أما كبريتيدات الزئبقيك والرصاص والزرنيخ والنحاس والكاديوم فلا تتأثر . وعلى هذا يمكن فصل المجموعتين ؟ ، ب بمعاملة راسب المجموعة فلا تتأثر . وعلى هذا يمكن فصل المجموعتين ؟ ، ب بمعاملة راسب المجموعة الثانية بمحلول كبريتيد الأمونيوم الأصفر ثم الترشيح .

(١) كثيراً ما يصعب فصل الرصاص فصلاً تاماً فى المجموعة الأولى نظراً لأن كلوريد الرصاص يذوب إلى حد ما فى الماء وفى هذه الحالة يترسب على هيئة كبريتيد مع أفراد المجموعة الثانية .

## المجموعة ٢٢ :

يحتوى الراسب غير الذائب فى محلول كبريتيد الأمونيوم الأصفر على كبريتيدات الزئبق والرصاص والزرنيخ والنحاس والكاديوم . وتعتمد طريقة فصل هذه الكبريتيدات على الختائن التالية :

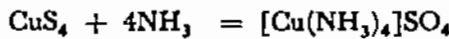
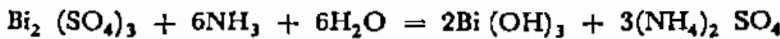
١ - كبريتيد الزئبق لا يتأثر بحمض النتريك المخفف بينما تتحول باقى الكبريتيدات إلى نترات ذائبة .



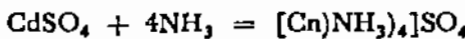
وعلى ذلك يمكن فصل كبريتيد الزئبق من النترات الذائبة بالترشيح .

٢ - يحتوى الراشح الناتج مع حمض النتريك على نترات الرصاص والزرنيخ والنحاس والكاديوم ويمكن فصل الرصاص على هيئة كبريتات الرصاص بواسطة حمض الكبريتيك المخفف وذلك لأن كبريتات كل من النحاس والزرنيخ والكاديوم تظل ذائبة فى المحلول ويساعد الكحول على إتمام ترسيب كبريتات الرصاص . كما يجب التبخير مع حمض الكبريتيك حتى تبدأ الأبخرة البيضاء فى التصاعد وذلك للتأكد من استبعاد كل من حمض النتريك وحمض الهيدروكلوريك لما لهما من تأثير فى إذابة كبريتات الرصاص المكونة .

٣ - عند إضافة هيدروكسيد الأمونيوم إلى الراشح (الناتج بعد فصل كبريتات الرصاص) يترسب الزرنيخ على هيئة هيدروكسيد الزرنيخ بينما يكون كل من النحاس والكاديوم أملاح متراكبة ذائبة .



أزرق اللون

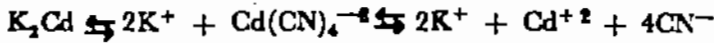


عديم اللون

٤ - يمكن الكشف عن الكاديوم فى وجود النحاس . فعند إضافة محلول سيانيد البوتاسيوم إلى المحلول الأزرق<sup>(١)</sup> (الناتج بعد فصل هيدروكسيد الزرنيخ) حتى يختفى اللون . يكون كل من النحاس والكاديوم سيانيدات متراكبة تتأين كما يلي :

(١) إذا كان المحلول الناتج عديم اللون (غياب النحاس) يمكن الكشف عن الكاديوم بواسطة

كبريتيد الهيدروجين مباشرة .

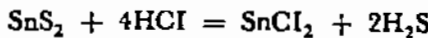
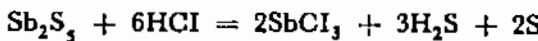


وكما هو واضح من المعادلات فإن مراكب النحاس مركب ثابت وهذا يعنى أن عدد أيونات النحاس الحرة في المحلول صغيرة جداً وعلى ذلك فإنه عند إمرار غاز كبريتيد الهيدروجين في المحلول فإن كمية أيونات النحاس لا تكفى لترسيب كبريتيد النحاس . أما مراكب الكاديوم فإنه أقل ثباتاً ولهذا فإن المحلول يحتوى على قدر مناسب من أيونات الكاديوم يسمح بترسيب كبريتيد الكاديوم عند إمرار غاز كبريتيد الهيدروجين في المحلول .

### المجموعة ٢ ب :

قد يحتوى الراسب المتكونة عند تخميص محلول كبريتيد الأمونيوم الأصفر (الناتج بعد فصل المجموعة ٢٢) على كبريتيدات الزرنيخ والأنتيمون والقصدير . وتعتمد طريقة فصل هذه الكبريتيدات على الحقائق التالية :

١ - كبريتيد الزرنيخ لا يتأثر بمحض الهيدروكلوريك المركز بينما يذوب كل من كبريتيد الأنتيمون وكبريتيد القصدير مكوناً كلوريدات ذائبة .



وبذا يمكن فصل الزرنيخ .

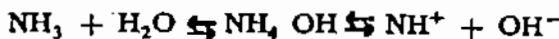
٢ - يمكن فصل الأنتيمون والقصدير بإحدى طريقتين كما يلي :

(أ) حمض الأكساليك يكون أيونات مراكبة مع كل من الأنتيمون والقصدير ولكن الأيونات الناتجة في حالة الأنتيمون أقل ثباتاً وتفكك وهذا يؤدي إلى ارتفاع تركيز أيونات الأنتيمون الحرة في المحلول مما يسمح بترسيب كبريتيد الأنتيمون عند إضافة كبريتيد الهيدروجين .

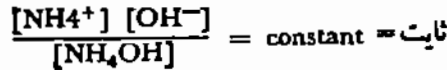
(ب) عند إضافة قطعة من الخارصين إلى المخلوط يختزل كلوريد الأنتيمون إلى راسب أسود من فلز الأنتيمون أما كلوريد القصدير فيختزل إلى كلوريد القصديروروز الذائب .

### المجموعة الثالثة :

تحتوى على محلول هيدروكسيد الأمونيوم وهو الكتروليت ضعيف التأيين يعطى قدراً صغيراً من أيونات الهيدروكسيد .



وتطبق قانون فصل الكتلة على الاتزان بين جزيئات هيدروكسيد الأمونيوم والأيونات فإن :

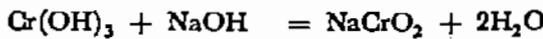


وبالرغم من أن درجة التأين لهيدروكسيد الأمونيوم صغيرة إلا أن تركيز أيونات الهيدروكسيل في المحلول يكفي لترسيب هيدروكسيدات فلزات المجموعة الثالثة والرابعة والخامسة وكذا هيدروكسيد المغنسيوم . ولذا يجب إضافة وفرة من محلول كلوريد الأمونيوم الذي يتسبب في زيادة تركيز أيونات الأمونيوم مما يؤدي إلى خفض تركيز أيونات الهيدروكسيل في المحلول بالقلتر الذي يسمح بترسيب هيدروكسيدات المجموعة الثالثة فقط (الألومنيوم والكروم والحديد) نظراً لصغر قيمة حاصل الإذابة لهذه الهيدروكسيدات .

ويلاحظ أن هناك بعض الأملاح مثل فوسفات الأتلاء الأرضية (فلزات المجموعة الخامسة) التي لا تذوب في الماء ولكن تذوب في حمض الهيدروكلوريك المخفف . وعلى ذلك فعند إضافة كلوريد الأمونيوم وهيدروكسيد الأمونيوم تترسب هذه الأملاح بالإضافة إلى هيدروكسيدات الألومنيوم والكروم والحديد . ولهذا يجب الكشف عن الفوسفات قبل البدء في فصل المجموعة الثالثة . ويمكن إجراء ذلك بواسطة موليبدات الأمونيوم . وفي حالة وجود الفوسفات تتبع طريقة خاصة لفصل المجموعة الثالثة كما هو موضح فيما بعد ( المجموعة الثالثة في وجود الفوسفات) .

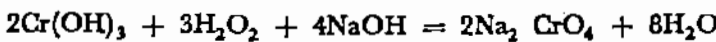
ويتكون راسب المجموعة الثالثة من هيدروكسيد الألومنيوم والكروميك والحديدك وتعتمد طريقة فصل هذه الهيدروكسيدات على الحقائق التالية :

١ - نظراً للصفات المترددة لكل من هيدروكسيد الألومنيوم وهيدروكسيد الكروميك (على خلاف هيدروكسيد الحديدك) فهما يذوبان في محلول هيدروكسيد الصوديوم لتكوين الومينات الصوديوم وكروميت الصوديوم .



ولكن عند تسخين المحلول، يتحلل كروميت الصوديوم ويترسب هيدروكسيد الكروميك مرة أخرى أما الألومنيوم فيبقى في المحلول على هيئة الومينات الصوديوم الذائبة وبذا يمكن فصله .

٢ - عند معاملة هيدروكسيد الكروميك وهيدروكسيد الحديدك بفرق أكسيد الصوديوم (أو هيدروكسيد الصوديوم و فوق أكسيد الميروجين) يتأكسد هيدروكسيد الكروميك إلى كرومات الصوديوم الذائبة ( ذات لون أصفر) .



وبذا يمكن فصل الكروم .

## المجموعة الرابعة :

نظراً لارتفاع حاصل الإذابة لكبريتيدات فلزات هذه المجموعة فإنه لا يمكن ترسيبها في الوسط الحمضي . ولكنها ترسب في الوسط القاعدي بواسطة كبريتيد الأمونيوم (أو كبريتيد الهيدروجين في وجود هيدروكسيد الأمونيوم) وكبريتيد الأمونيوم ، كبقايا الأملاح ، يتأين للدرجة كبيرة وعلى هذا يزداد تركيز الخارصين والمنجنيز والكوبلت والنيكل فيتم ترسيبها .

قد تتسبب إضافة هيدروكسيد الأمونيوم في ترسيب فلزات هذه المجموعة وكذا فلز المغنسيوم على هيئة هيدروكسيدات ولذا يجب إضافة محلول كلوريد الأمونيوم أولاً قبل إضافة هيدروكسيد الأمونيوم للحد من تركيز أيونات الهيدروكسيل للدرجة لا تسمح بترسيب هذه الهيدروكسيدات . وتعتمد طريقة فصل كبريتيدات الخارصين والمنجنيز والكوبلت والنيكل على الحقائق التالية :

١ - تختلف كبريتيدات كل من الخارصين والمنجنيز والكوبلت والنيكل في قابليتها للذوبان في حمض الهيدروكلوريك المخفف . فبينما تذوب كبريتيدات كل من الخارصين والمنجنيز في الحمض بسهولة نجد أن كبريتيدات كل من الكوبلت والنيكل صعبة الذوبان ولذا يمكن فصلهم .

٢ - عند معاملة المحلول المحتوي على كلوريد كل من الخارصين والمنجنيز بمحلول هيدروكسيد الصوديوم يترسب هيدروكسيد كل من الخارصين والمنجنيز . ولكن نظراً للخواص المترددة لفلز الخارصين والمنجنيز . (على خلاف المنجنيز) فإن هيدروكسيد الخارصين يذوب في الزيادة من هيدروكسيد الصوديوم مكوناً خارصينات الصوديوم  $Na_2Zn_2O_2$  وبذا يمكن فصل الخارصين .

٣ - أما فيما يتعلق بالكوبلت والنيكل فيمكن الكشف عن كل منها باختبارات خاصة مميزة لا تتأثر بوجود العنصر الآخر مثل اختبار ثيوسيانات الكوبلت واختبار ثنائي مثيل الخليو كبريم النيكل .

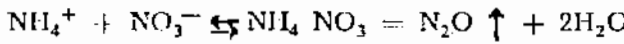
## المجموعة الخامسة :

ترسب فلزات هذه المجموعة وهي الكالسيوم والأستراتشيوم والباريوم على هيئة كربونات بواسطة كربونات الأمونيوم في وجود كل من كلوريد الأمونيوم وهيدروكسيد الأمونيوم .

ويحتوي الراشح من المجموعة الرابعة على تركيز عال من أيونات الأمونيوم أعلى بكثير من الحد الضروري لمنع ترسيب هيدروكسيد المغنسيوم . وهذا التركيز العالي من أيونات الأمونيوم يؤثر على كربونات الأمونيوم المضادة حيث يعمل على خفض تركيز أيونات الكربونات وهذا بدوره يؤدي إلى عدم ترسيب كربونات الكالسيوم والأستراتشيوم والباريوم . ولذا يجب التخلص من أملاح الأمونيوم أولاً قبل البدء في ترسيب المجموعة الخامسة وغالباً ما يتم ذلك بتبخير الراشح

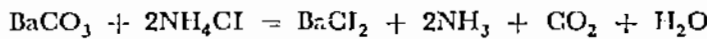
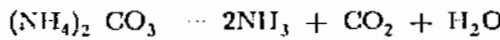


من المجموعة الرابعة حتى الجفاف في وجود حمض النتريك المركز الذي يساعد على التخلص من أملاح الأمونيوم نظراً لتكوين نترات الأمونيوم التي سرعان ما تتحلل كما يلي :



تذاب المادة الصلبة المتخلفة عن عملية التبخر في قليل من حمض الهيدروكلوريك المخفف ثم يضاف قليل من كلوريد الأمونيوم<sup>(١)</sup> ثم هيدروكسيد الأمونيوم حتى يصبح المحلول قلوياً وبعد ذلك تضاف وفرة من محلول كربونات الأمونيوم لترسيب المجموعة الخامسة .

هذا مع مراعاة أن الترسيب بواسطة كربونات الأمونيوم يتم من المحاليل الساخنة وذلك لضمان تكوين راسب حبيبي يسهل ترشيحه . ولكن يجب تفادي تسخين المحلول لدرجة الغليان حيث إن هذا يسبب في تحلل الكاشف (كربونات الأمونيوم) وكذا إذابة قدر من الكربونات المترسبة .



بعد فصل الكربونات تذاب في حمض الخليك حيث تتكون الخلات المناظرة الذائبة .

تعتمد طريقة فصل هذه الفلزات الثلاثة على الخلائق التالية :

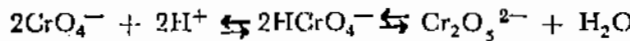
١ - يختلف حاصل الإذابة لكرومات هذه الفلزات الثلاثة كما يلي :

كرومات الكالسيوم  $\text{CaCrO}_4$  حاصل الإذابة  $2,3 \times 10^{-2}$

كرومات الاسترانشيوم  $\text{SrCrO}_4$  حاصل الإذابة  $3,6 \times 10^{-5}$

كرومات الباريوم  $\text{BaCrO}_4$  حاصل الإذابة  $1,6 \times 10^{-11}$

ومن ذلك يتضح أن كرومات الباريوم ترسب أولاً عند إضافة محلول كرومات البوتاسيوم إلى محلول خلات الفلزات الثلاثة . هذا مع ملاحظة أن حمض الخليك يعمل على الحد من تركيز أيونات الكرومات لدرجة لا تسمح بتسبب كرومات الاسترانشيوم أو كرومات الكالسيوم .



٢ - تعتمد طريقة فصل كل من الكالسيوم والاسترانشيوم على الاختلاف في حاصل الإذابة لكبريتات كل منهما . فكبريتات الاسترانشيوم أقل ذوباناً من كبريتات الكالسيوم حتى إنه يمكن ترسيب كبريتات الاسترانشيوم بواسطة محلول من كبريتات الكالسيوم . ولذا يمكن فصل الاسترانشيوم تماماً على هيئة كبريتات بواسطة محلول كبريتات الأمونيوم . ومن المحتمل تكوين المتراكب  $(\text{NH}_4)_2[\text{Ca}(\text{SO}_4)_2]$  الذائب وهذا بدوره يساعد على بقاء كبريتات الكالسيوم ذائبة في محلول .

( ١ ) وذلك لمنع ترسيب المغنسيوم على هيئة هيدروكسيد أو على هيئة كربونات .

### المجموعة السادسة :

تحتوى هذه المجموعة التى تعرف بالمجموعة القلوية على الفلزات التى لم يمكن ترسيبها على هيئة كلوريدات أو كبريتيدات أو هيدروكسيدات أو كربونات بواسطة كواشف المجموعات الخمس السابقة . وهذه الفلزات هى المغنسيوم والصوديوم والبوتاسيوم وثنى الأمونيوم . وبالرغم من أن المغنسيوم يتبع الأقلية الأرضية طبقاً للجدول الدورى للعناصر إلا أنه وضع فى هذه المجموعة لأنه يمكن ترسيبه على هيئة كربونات ضمن فلزات المجموعة الخامسة (بواسطة كربونات الأمونيوم فى وجود كلوريد الأمونيوم وهيدروكسيد الأمونيوم) . أما الأمونيوم فقد وضع فى هذه المجموعة نظراً لتشابه مركبات الأمونيوم ومركبات الفلزات القلوية وبالأخص مركبات البوتاسيوم .

وكما ذكرنا من قبل فإنه لا يوجد كاشف لهذه المجموعة وإنما يجرى عن كل عنصر على

حده .

ونظراً لإضافة أملاح الأمونيوم أثناء عمليات الكشف عن المجموعات السابقة فإنه يجب الرجوع إلى المخلوط الأصيل للكشف عن ثنى الأمونيوم ، ومن الأفضل إجراء عملية الكشف عن الأمونيوم على جزء من المخلوط قبل البدء فى الكشف عن المجموعة الأولى . وتعتمد طريقة الكشف عن الأمونيوم على سهولة تطاير غاز النشادر عند تسخين أملاح الأمونيوم مع القواعد مثل هيدروكسيد الصوديوم .

أما فيما يتعلق بباقي عناصر هذه المجموعة فيجرى الكشف عن كل منهم فى الراشح من المجموعة الخامسة بعد تركيزه .

وتعتمد طريقة الكشف عن المغنسيوم على ترسيبه على هيئة فوسفات الأمونيوم والمغنسيوم بواسطة فوسفات الصوديوم فى وجود كل من كلوريد الأمونيوم<sup>(١)</sup> وهيدروكسيد الأمونيوم .

عند الكشف عن الصوديوم والبوتاسيوم يجب التأكد من التخلص من أى آثار من الأمونيوم حيث أنها تعطى اختبار الكوبلتى نترت مثل البوتاسيوم . يمكن التخلص من أملاح الأمونيوم بتبخير جزء من راشح المجموعة الخامسة إلى الجفاف فى وجود حمض النريك المركز . هذا وتعتمد طريقة الكشف عن الصوديوم والبوتاسيوم أساساً على اختبار اللهب .

( ١ ) لمنع ترسيب هيدروكسيد المغنسيوم .

## ثانياً : طريقة العمل

يحضر محلول من المخلوطة باستخدام طريقة الإذابة الموضحة في الباب الثالث مع مراعاة الملاحظات التي سبق ذكرها ( صفحة ٥٠ ، ٨٦ ) ، وطريقة الكشف المتبعة هنا تعتمد إلى حد كبير على التفاعلات التي سبق دراستها في الباب الثالث :

وهذه الطريقة تملخص في ترسيب عناصر كل مجموعة على حدة باستخدام الكاشف الخاص بكل منها حسب الترتيب كما ذكر سابقاً . وتعتمد طريقة فصل أفراد كل مجموعة على الخواص الطبيعية والكيميائية للراسب المتكون .

**الكشف عن الأمونيوم :** من الأفضل الكشف عن الأمونيوم قبل البدء في الكشف عن المجموعة الأولى . ولهذا يسخن جزء من المخلوطة مع محلول هيدروكسيد الصوديوم في أنبوبة اختبار فإذا تصاعد غاز النشادر ذو الرائحة المميزة دل ذلك على وجود شق الأمونيوم في المخلوطة . يمرر غاز النشادر المتصاعد في حمض الهيدروكلوريك المخفف ويستخدم المحلول الناتج ( المتعادل ) ولإجراء التجارب التأكيدية لشق الأمونيوم ( أنظر صفحة ٨٣ ) .

### المجموعة الأولى :

أضف حمض الهيدروكلوريك المخفف إلى محلول المخلوطة البارد . استمر في إضافة حمض الهيدروكلوريك حتى يقف ظهور الراسب . في حالة تكون راسب رشح . وخذ جزء من الراسب وأضف إليه حمض الهيدروكلوريك للتأكد من إتمام عملية الترسيب .

الراسب	الراسح
قد يحتوي على كلوريد الرصاص وكلوريد الفضة وكلوريد الزئبق .	يحتفظ به الكشف عن المجموعات الأخرى .

يفصل الراسب بالماء البارد ثم يغلى مع كمية زائدة من الماء ويرشح وهو ساخن

الراسب		الراسب
<p>قد يحتوي على كلوريد الفضة وكلوريد الزئبق ( في حالة وجود الرصاص يجب غسل الراسب عدة مرات بالماء المغلي للتخلص من أى بقايا من كلوريد الرصاص ) .</p> <p>أضف هيلروكسيد الأمونيوم إلى الراسب بعد غسله وسخن ثم رشح</p>		<p>قد يحتوي على كلوريد الرصاص</p> <p>١ - برد جزء صغير من الراشح فإذا ظهر راسب أبيض متبلر دل ذلك على وجود الرصاص</p> <p>٢ - أضف حمض الكبريتيك المخفف إلى جزء آخر من الراشح يتكون راسب أبيض في حالة الرصاص :</p> <p>٣ - أضف محلول كرومات البوتاسيوم إلى جزء من الراشح يتكون راسب أصفر دلالة على وجود الرصاص .</p>
الراسب	الراشح	
<p>راسب أسود في حالة وجود الزئبق . يذاب الراسب في الماء الملكي ثم يخفف بالماء .</p> <p>أضف محلول كلوريد القصديروروز إلى جزء من المحلول . يتكون راسب أبيض يتحول إلى رمادى بإضافة زيادة من الكاشف دلالة على وجود الزئبق .</p>	<p>قد يحتوي على الفضة</p> <p>١ - حمض جزء من الراشح بـحمض التريك المخفف فإذا تكون راسب أبيض متجمع يتحول إلى اللون البنفسجى عند تعريضه للضوء دل ذلك على وجود الفضة .</p> <p>٢ - أضف محلول يوديد البوتاسيوم إلى جزء آخر من الراشح يتكون راسب أصفر دلالة على وجود الفضة .</p>	

### المجموعة الثانية :

اكتشف عن وجود النترات في جزء صغير من الراشح الناتج بعد ترسيب المجموعة الأولى ( اختبار الحلقة الحمراء ٣٨ ) . وفي حالة وجود النترات يجب التخلص منها ( انظر صفحة ٨٦ )

سخن الراشح<sup>(١)</sup> بعد تخفيفه ثم أمرار غاز كبريتيد الهيدروجين ببطء حتى يتشبع المحلول .  
 لاحظ التغيرات في لون المحلول والراسب المتكون . قد يتكون راسب أبيض من الكبريت ثم رشح .  
 خفف الراشح بالماء ثم شبعه ثانية بغاز كبريتيد الهيدروجين للتأكد من إتمام عملية الترسيب .  
 كرر هذه العملية حتى يتوقف ظهور راسب عند إمرار غاز كبريتيد الهيدروجين وفي النهاية  
 يغلى الراسب بمحلول كبريتيد الهيدروجين في الماء .

الراسب	الراشح
قد يحتوي على كبريتيد الزنك والرصاص والزرنيخ . والنحاس والكاديوم والزرنيخ والأنتيمون والقصدير .	يحفظ به للكشف عن المجموعات الأخرى .

عالج الراسب المحتوي على الكبريتيدات بمحلول كبريتيد الأمونيوم الأصفر ، سخن برفق  
 ثم رشح .

الراسب	الراشح
قد يحتوي على كبريتيد الزنك والرصاص والزرنيخ . والنحاس والكاديوم . يعالج الراسب كما هو موضح تحت ٢٢ .	قد يحتوي على الأملاح الكبريتية للزرنيخ والأنتيمون والقصدير . يعالج الراشح كما هو موضح تحت ٢٢

### المجموعة ٢٢ :

عالج الراسب المتخلف من تأثير كبريتيد الأمونيوم الأصفر بمحضر التريك المخفف (٢ ع)  
 وسخن حتى يبدأ المحلول في الغليان .

(١) من الأفضل أن يجري الكشف عن المجموعة الثانية على جزء من الراشح وفي حالة التأكد من  
 وجود المجموعة الثانية تعاد عملية الترسيب للراشح كله .

الراشح	الراسب
<p>قد يحتوي على نترات الرصاص<sup>(١)</sup> والبيزمت والنحاس والكادميوم . يؤخذ جزء صغير من الراشح ويضاف إليه حمض الكبريتيك المخفف والكحول الأثيلي فإذا تكون راسب أبيض دل ذلك على وجود الرصاص وفي هذه الحالة يفصل الرصاص بإضافة حمض الكبريتيك المخفف (٦ ع) إلى الراشح ويبخر حتى تبدأ أبخرة بيضاء في التصاعد . يعرد المحلول ثم يخفف بالماء ويرشح .</p>	<p>راسب أسود من كبريتيد الزئبق والكبريت : أذب الراسب في الماء الملكي ثم رشح من الكبريت المتبقى اكشف عن الزئبق بواسطة كلوريد التصديروز . يتكون راسب أبيض رمادي في حالة وجود الزئبق</p>

الراشح		الراسب
<p>وقد يحتوي على البيزمت والنحاس والكادميوم أصفر زيادة من هيدروكسيد الأمونيوم وورشح .</p>		<p>راسب أبيض من كبريتات الرصاص يذاب في محلول خلات الأمونيوم ويكشف عن الرصاص في المحلول الناتج كما هو موضح في المجموعة الأولى .</p>
الراشح	الراسب	
<p>قد يحتوي على النحاس (لون أزرق) والكادميوم . للتأكد من وجود النحاس أضف إلى من الراشح قليلاً من حمض الخليك ثم محلول حديد سيانيد البوتاسيوم فإذا ظهر راسب بني مائل للحمرة دل ذلك على وجود النحاس . يمكن الكشف عن الكادميوم في وجود النحاس وذلك بإضافة زيادة من محلول سيانيد البوتاسيوم إلى جزء من الراشح ثم إمرار غاز كبريتيد الهيدروجين فإذا تكون راسب أصفر دل ذلك على وجود الكادميوم . إذا كان الراشح عديم اللون (غياب النحاس) يمرر غاز كبريتيد الهيدروجين في الراشح فإذا تكون راسب أصفر دل ذلك على وجود الكادميوم .</p>	<p>راسب أبيض من هيلروكسيد البيزمت يذاب في حمض الهيدروكلوريك ١ - عند تخفيف جزء من المحلول الناتج يتكون راسب أبيض من الملح المتاعدي دلالة على وجود البيزمت .</p> <p>٢ - أضف الجزء الآخر إلى محلول قصديريت<sup>(١)</sup> الصوديوم يكون راسب أسود دلالة على وجود البيزمت .</p>	

(١) كثيراً ما يصعب فصل الرصاص في المجموعة الأولى وذلك نظراً لأن كلوريد الرصاص يذوب في الماء لذا وفي هذه الحالة يترسب على هيئة كبريتيد مع أفراد المجموعة الثانية .

(٢) يحضر محلول قصديريت الصوديوم بإضافة زيادة من محلول هيدروكسيد الصوديوم إلى محلول كلوريد التصديروز .

## المجموعة ٢ ب :

عاج الراشح المحتوى على الأملاح الكبريتية للزرنينخ والأنتيمون والقصدير بحمض الهيدروكلوريك المخفف . فإذا تكون عالق أبيض أو أبيض مائل للاصفرار دل ذلك على وجود الكبريت وفى هذه الحالة يمكن التغاضى عنه . أما إذا تكون راسب أصفر أو برتقالى من كبريتيد فلزات المجموعة ٢ ب رشح ثم أغسل الراسب المتخلف . عاج الراسب بحمض الهيدروكلوريك المركز حتى يقف تصاعد غاز كبريتيد الهيدروجين . سخن لمدة بضعة دقائق ثم خفف ورشح الراسب المتبقى .

الراشح	الراسب
<p>قد يحتوى على كلوريد الأنتيمون والقصدير قسم الراشح إلى جزأين ١ - أضف هيدروكسيد الأمونيوم إلى الجزء الأول حتى يصبح المحلول قلوبياً ثم أضف حوالى ٥ جم من حمض الأكساليك الصلب ، أغلى المحلول حتى يذوب حمض الأكساليك ثم أمرر غاز كبريتيد الهيدروجين فإذا تكون راسب برتقالى دل ذلك على وجود الأنتيمون . يمكن الكشف عن القصدير بفصل كبريتيد الأنتيمون ومعالجة الراشح بمحلول برمنجنات البوتاسيوم . فإذا تكون راسب أصفر عند إمرار غاز كبريتيد الهيدروجين دل ذلك على وجود القصدير .</p> <p>٢ - أضف قطعة من الخارصين إلى الجزء الثانى من الراشح ثم سخن بعض الوقت فإذا تكون راسب أسود على قطعة الخارصين دل ذلك على وجود الأنتيمون . أغلى المحلول حتى يذوب الخارصين ثم خفف بالماء ورشح . الراشح قد يحتوى على القصدير على هيئة قصديروز . أضف محلول كبريتيد الزئبق إلى جزء من الراشح فإذا تكون راسب أبيض أو رمادى دل ذلك على وجود القصدير .</p>	<p>يحتوى على كبريتيد الزرنينخ والكبريت .</p> <p>أذنب الراسب فى حمض النتريك المركز الساخن ورشح لفصل الكبريت أضف محلول مولبيدات الأمونيوم إلى جزء من الراشح وسخن فإذا تكون راسب أصفر دل ذلك على وجود الزرنينخ</p>

## المجموعة الثالثة :

يجب مراعاة الملاحظات التالية قبل البدء فى الكشف على المجموعة الثالثة :

## ١ - يجب التخلص من كبريتيد الهيدروجين :

لمنع ترسيب عناصر المجموعة الرابعة عند إضافة كلوريد الأمونيوم وهيدروكسيد الأمونيوم ( كاشف المجموعة الثالثة ) ويتم ذلك بغلي الراشح من المجموعة الثانية لمدة عشر دقائق على الأقل .  
وفي أثناء الغليان أضف بضع قطط من حمض النتريك المركز للمساعدة . التخلص من كبريتيد الهيدروجين ( يتأكسد إلى الكبريت ) ولأكسدة الحديدوز إلى حديدك . في حالة وجود عالق من الكبريت رشع وأهمل الراسب .

## ٢ - يجب الكشف عن الفوسفات في المحلول :

( كشف موليبدات الأمونيوم ص ٤١ وذلك لأن وجود شق الفوسفات قد يتسبب في ترسيب المجموعات الثالثة والرابعة والخامسة والستية ) (على هيئة فوسفات ) عند إضافة كلوريد الأمونيوم وهيدروكسيد الأمونيوم لفصل المجموعة الثالثة . وفي حالة وجود فوسفات تتبع الطريقة الموضحة فيما بعد . أما في حالة عدم وجود الفوسفات تتبع الطريقة التالية :

أضف زيادة من كلوريد الأمونيوم<sup>(١)</sup> وسخن المحلول حتى الغليان ثم أضف هيدروكسيد الأمونيوم حتى يصير المحلول قلويًا ( اكشف بواسطة عباد الشمس ) .

أغلي المحلول لمدة ثلاث دقائق وفي حالة وجود راسب رشع ثم أغسل الراسب بالماء الساخن وأهمل راشح الفسيل .

الراسب	الراشح
قد يحتوي على هيدروكسيدات الأمونيوم والكروم والحديد	يحتفظ به للكشف عن المجموعات الأخرى

يعالج الراسب بمحلول هيدروكسيد الصوديوم وسخن الخليط حتى الغليان وفي حالة وجود راسب رشع .

(١) يجب إضافة كمية وفيرة من كلوريد الأمونيوم قبل إضافة هيدروكسيد الأمونيوم لمنع ترسيب هيدروكسيدات المجموعة الرابعة .



الراسب		الراشح
قد يحتوي هيدروكسيد الكروم. وهيدروكسيد الحديد . انقل الراسب بواسطة قليل من الماء إلى كأس زجاجي ثم أضف قليلاً من فوق أكسيد الصوديوم (أو كمية وافرة من محلول هيدروكسيد الصوديوم وفوق أكسيد الهيدروجين) اغل المحلول ثم خفف بالماء وفي حالة وجود راسب رشح .		قد يحتوي على ألومينات الصوديوم. أضف نقطة من محلول عباد الشمس الأزرق إلى جزء من الراشح ثم أضف حمض الهيدروكلوريك حتى يصير المحلول حمضياً . أضف هيدروكسيد الأمونيوم حتى يصبح المحلول قلوياً وسخن فإذا تكون راسب هلامي دل ذلك على وجود <u>الألومنيوم</u>
الراسب	الراشح	
قد يحتوي على هيدروكسيد الحديد أذب الراسب في قليل من حمض الهيدروكلوريك المخفف واكشف في المحلول الناتج عن الحديد . ١- ثيوسيانات البوتاسيوم : يتكون لون أحمر دموي دلالة على وجود <u>الحديد</u> ٢- حديد وسيانيد البوتاسيوم : راسب أزرق (أزرق بروسيا) وهذا يدل على وجود <u>الحديد</u> .	إذا كان الراشح أصفر دل ذلك على وجود الكروم (كرومات الصوديوم) . ١- خذ جزءاً من الراشح وأضف إليه حمض الخليك ثم محلول خلاص الرصاص يتكون راسب أصفر من كرومات الرصاص دلالة على وجود الكروم ١- حمض الجزء الآخر من الراشح بمحضر الخليك ثم أضف محلول نترات الفضة فيكون راسب بني مائل للاحمرار في حالة وجود <u>الكروم</u> .	

### المجموعة الرابعة :

أضف إلى الراشح من المجموعة الثالثة محلول كلوريد الأمونيوم وهيدروكسيد الأمونيوم ثم أضف كبريتيد الأمونيوم عديم اللون نقطة نقطة أو أمرر غاز كبريتيد الهيدروجين في المحلول القلوي حتى يتم الترسيب .. في حالة تكون راسب رشح وأغسل الراسب بمحلول مخفف من كلوريد الأمونيوم المحتوي على قليل من كبريتيد الأمونيوم . واهمل راشح التسييل .

الراسب	الراشح
قد يحتوى على كبريتيدات الحارصين (أبيض) والمنجنيز (لحمي) والنيكل والكوبلت (أسود) <sup>(١)</sup>	يحتفظ به للكشف عن المجموعات الأخرى

انقل الراسب إلى كأس زجاجي وأضف إليه حمض الهيدروكلوريك المخفف (ع ١) على البارد قلب الخليط واتركه لمدة ثلاث دقائق <sup>(٢)</sup> وفي حالة وجود راسب رشح .

الراسب	الراشح
قد يحتوى على كبريتيدات الكوبلت والنيكل <sup>(٣)</sup> أذب الراسب في الماء الملكي ثم بخر حتى الجفاف تقريباً تخفف بالماء (رشح إذا لزم الأمر) ثم قسم المحلول إلى قسمين :	ربما يحتوى على كلوريد الحارصين والمنجنيز . اغل المحلول لطرد غاز كبريتيد الميثلوجين تماماً ثم أضف كمية وفيرة من هيدروكسيد الصوديوم واغل ثانياً وفي حالة وجود راسب رشح .

- (١) يستبعد وجود النيكل والكوبلت إذا كان لون الراسب أبيض أو بني باهت .  
 (٢) كبريتيدات الكوبلت والنيكل تدرب إلى حد ما في حمض الهيدروكلوريك المخفف ولذا يجب عدم ترك الراسب مع الحمض مدة طويلة .  
 (٣) يمكن التناهي عن الراسب إذا لم يكن أسود .

القسم الثاني	القسم الأول	الراسب	الرائح
<p>لاكتف عن الكريات</p> <p>١ - أضع بضع بلورات من نريت الصوديوم وقبلا من حمض التريك ثم سخن برفق يتكون راسب أصفر دليلا عن وجود الكريات</p> <p>٢ - أضع بضع بلورات من ثيوبيانات اليوتاسيوم أو الأيونيدوم . يتكون راسب أزرق دليلا على وجود الكريات</p>	<p>لاكتف عن البكاج</p> <p>١ - أضع محلول هيدروكسيد الصوديوم حتى يعبر المحلول قليلا ثم أضع محلول سيانيد اليوتاسيوم حتى يذوب الراسب أضع قطعتين من المحلول الناتج إلى محلول هيدروبريست الصوديوم<sup>(١)</sup> فإذا تكوّن راسب أسود دل ذلك على وجود النيكل</p> <p>٢ - أضع هيدروكسيد الأيونيدوم حتى يصبح المحلول قليلا ثم أضع قليلا من ثنائي نيل إجلو كبريت فإذا تكوّن راسب أحمر دل ذلك على وجود النيكل .</p>	<p>الراسب</p> <p>قد يجئ على هيدروكسيد المنجنيز أذب جزءا من الراسب في حمض التريك المركز ثم أضع فوق أكسيد الرصاص أو فوق أكسيد الحديد وجف . اغل اعطون لمدة دقيقتين ثم اتركه ليستقر . يظن المحلول باللون البنفسجي دلالة على وجود المنجنيز</p>	<p>الرائح</p> <p>قد يجئ على خالصيات للصوديوم مرر غاز كبريتيد الحديد وجف في جزء من المحلول فإذا تكوّن راسب أبيض دل ذلك على وجود الفارصين</p>

(١) يتغير حين يروست الصوديوم بإضافة محلول هيدروكسيد الصوديوم إلى حله البروم حتى يتسحق لونه المحلول الأصفر باهت .

## المجموعة الخامسة :

يركز الراشح من المجموعة الرابعة بالتبخير و يرشح في حالة تكون أى راسب ويهمل الراسب<sup>(١)</sup> أضف قليلاً من محلول كلوريد الأمونيوم ثم هيدروكسيد الأمونيوم . سخن إلى قرب الغليان ثم أضف محلولاً دافئاً من كربونات الأمونيوم حتى يتم الترسب . سخن تسخيناً هيناً ثم اترك المحلول جانباً لمدة عشر دقائق ليستقر . رشح ثم اغسل الراسب بالماء الساخن واهمل راشح الغسيل .

الراشح	الراسب
يحفظ به للكشف عن المجموعة السادسة	قد يحتوي على كربونات الباريوم والاسترانشيوم والكالسيوم

يذاب الراسب في أقل كمية من حمض الخليك المخفف الساخن ، ثم يكشف عن الباريوم في جزء صغير من المحلول بإضافة محلول كرومات البوتاسيوم فإذا تكون راسب أصفر دل ذلك على وجود الباريوم . إذا كان الباريوم غير موجود يهمل هذا الجزء من المحلول ويكشف عن الاسترانشيوم والكالسيوم في المحلول الأصلي .

أما إذا كان الباريوم موجوداً يغلَى المحلول الأصلي ويضاف قليل من محلول كرومات البوتاسيوم حتى يصبح لون المحلول برتقالى لضمان ترسيب الباريوم ترسيباً تاماً ثم رشح .

( ١ ) من الأفضل تبخير الراشح من المجموعة الرابعة إلى قرب الجفاف ثم يضاف قليل من حمض النتريك المركز وتعاد عملية التبخير حتى يتوقف تصاعد أبخرة النشادر . ثم تذاب المادة الصلبة المتبقية في قليل من حمض الهيدروكلوريك المخفف .

الراشح (أو المحلول الأصلي في حالة عدم وجود الباريوم)	الراسب
<p>قد يحتوي على الكالسيوم والسترانشيوم: أضف محلول هيدروكسيد الأمونيوم حتى يصير المحلول قلوبياً ثم أضف زيادة من محلول كربونات الأمونيوم فإذا ظهر راسب أبيض دل ذلك على وجود الكالسيوم أو السترانشيوم أو كليهما رشح ثم اغسل الراسب بالماء الساخن وأهمل راشح الغسيل .</p> <p>أذب الراسب في حمض الخليك الساخن ثم اغل المحلول لطرد ثاني أكسيد الكربون . أضف محلول كبريتات الكالسيوم إلى جزء صغير من المحلول الناتج ثم سخن فإذا تكون راسب أبيض دل ذلك على وجود السترانشيوم<sup>(١)</sup> .</p> <p>في حالة وجود السترانشيوم أضف زيادة من محلول كبريتات الأمونيوم إلى الجزء المتبقى من المحلول ثم اغل المحلول واتركه لمدة خمس دقائق ثم رشح .</p>	<p>راسب أصفر من كرومات الباريوم اغسل بالماء الساخن ثم أذب في حمض الهيدروكلوريك وبخر إلى الجفاف وأجر اختبار اللهب . يظهر لون أخضر تفاحي دلالة على وجود الباريوم .</p>
الراشح	الراسب
<p>قد يحتوي على الكالسيوم ويمكن الكشف عنه كما يلي : أضف محلول هيدروكسيد الأمونيوم حتى يصير المحلول قلوبياً أضف محلول أكسالات الأمونيوم فإذا تكون راسب أبيض دل ذلك على وجود الكالسيوم .</p> <p>أذب الراسب في حمض الهيدروكلوريك المركز وبخر للجفاف ثم أجر اختبار اللهب لون أحمر طوبني دلالة على وجود الكالسيوم .</p>	<p>راسب أبيض من كبريتات السترانشيوم أذب الراسب في حمض الهيدروكلوريك المركز . بخر للجفاف ثم أجر اختبار اللهب فإذا ظهر لون قرمزي دل ذلك على وجود السترانشيوم .</p>

(١) في حالة عدم وجود السترانشيوم يكشف عن الكالسيوم في الجزء المتبقى من المحلول بنفس الطريقة المستخدمة للكشف عن الكالسيوم بعد فصل السترانشيوم .

## المجموعة السادسة :

قد يحتوى الراشح من المجموعة الخامسة على أيونات المغنسيوم والبروتاسيوم والصوديوم وأملاح الأمونيوم التي يجب الكشف عنها في المحلول الأصلي قبل الكشف عن المجموعة الأولى كما ذكر سابقاً . اغل راشح المجموعة الخامسة لتركيزه ثم اتركه ليبرد رشح في حالة وجود أى راسب واهمل ثم قسم الراشح إلى قسمين :

القسم الأصغر	القسم الأكبر
أضف محلول كلوريد الأمونيوم ثم هيدروكسيد الأمونيوم يتلوه وفره من محلول فوسفات الصوديوم . برد المحلول مع حك جدار الأنبوبة من الداخل فإذا تكون راسب أبيض دل ذلك على وجود المغنسيوم .	بخر المحلول حتى يتوقف تصاعد أبخرة أملاح الأمونيوم البيضاء . إذا لم تتخلف أى مادة صلبة دل ذلك على عدم وجود أملاح الصوديوم والبروتاسيوم . أما إذا تخلفت مادة صلبة أضف قليلا من الماء ثم رشح وقسم الراشح إلى قسمين .
	١ - أضف إلى القسم الأول محلول كوبالتى نترات الصوديوم وبضع قطرات من حمض الخليك فإذا تكون راسب أصفر دل ذلك على وجود البروتاسيوم . تأكد باختبار اللهب ( لون بنفسجى )
	٢ - إذا لم يكن المحلول محتويًا على البروتاسيوم اكشف عن الصوديوم باختبار اللهب إذ يتلون اللهب باللون الأصفر الذهبي في حالة وجود الصوديوم .

## المجموعة الثالثة في وجود الفوسفات :

لما كانت فوسفات المجموعات الثالثة والرابعة والخامسة والمغنسيوم تذوب في الأحماض المعدنية وترسب في المحاليل القلوية فقد لوحظ أنه عند ترسيب فلزات المجموعة الثالثة على هيئة هيدروكسيدات ( بإضافة كلوريد الأمونيوم وهيدروكسيد الأمونيوم ) فإن فوسفات فلزات المجموعة الرابعة والخامسة والمغنسيوم ترسب مع فلزات المجموعة الثالثة ولهذا يجب اتباع طريقة خاصة لفصل المجموعة الثالثة في حالة وجود شق الفوسفات .

وهناك عدة طرق نذكر منها طريقة كلوريد الحديدك . وتعتمد هذه الطريقة على أن فوسفات الحديد والأمونيوم والكروم لا تذوب في محلول حمض الخليك المحتوي على خلاص الأمونيوم بينما تذوب فوسفات المجموعات الأخرى في هذا المحلول .

ويتوقف ترسيب الفوسفات على درجة تركيز أيونات المجموعة الثالثة (الحديد - الأمونيوم - الكروم) الموجود في المحلول . فيكون الترسيب تاماً إذا كانت هناك وفرة من هذه الأيونات وإلا كان الترسيب غير تام . وفي هذه الحالة يضاف محلول كلوريد الحديد لإتمام عملية الترسيب - ويمكن استخدام كلوريد الألومنيوم أو كلوريد الكروميك بدلا من كلوريد الحديد ولكن يفضل الأخير لأنه عند إضافة كمية كافية منه يتلون المحلول باللون الأحمر نتيجة لتكون خلايا الحديدك الحمراء .

### طريقة الفصل :

اغسل راسح المجموعة الثانية لظرد غاز كبريتيد الهيدروجين ثم أضف بضع نقط من حمض الترريك المركز لأكسدة أملاح الحديدوز إلى الحديدك وفي حالة وجود عائق من الكبريت رشح وأهمل الراسب . اكشف عن كل من الفوسفات<sup>(١)</sup> والحديد<sup>(٢)</sup> في جزء صغير من المحلول . وفي حالة وجود الفوسفات تجرى عملية الفصل كما يلي :

أضف محلول كلوريد الأمونيوم وهيدروكسيد الأمونيوم حتى يصبح المحلول قلوياً ثم أضف حوالي ٢٠ سم<sup>٣</sup> من محلول مركز من خلايا الأمونيوم وقليل من حمض الخليك . فإذا تلون المحلول باللون الأحمر فمعنى ذلك أن هناك وفرة من الحديد كافية لترسيب الفوسفات . أما إذا لم يتلون المحلول باللون الأحمر أضف محلول كلوريد الحديدك المتعادل نقطة نقطة حتى يتلون المحلول باللون الأحمر وفي كلتا الحالتين اغسل المحلول لمدة ثلاث دقائق ثم رشح واغسل الراسب بالماء المغلي وأهمل راسح الغسيل .

الراسح	الراسب
يحتفظ به للكشف عن المجموعات الأخرى كالمعتاد.	قد يحتوي على الفوسفات والخلات القاعدية لفلزات الحديد والأمونيوم والكروم .

انقل الراسب بواسطة قليل من الماء إلى كأس زجاجي ثم أضف قليلا من فوق أكسيد الصوديوم (أو كمية وفيرة من هيدروكسيد الصوديوم وفوق أكسيد الهيدروجين) . اغسل المحلول ثم رشح .

(١) بواسطة اختبار موليبيدات الأمونيوم .

(٢) يمكن الكشف عن الحديد في المحلول بواسطة اختبار حديد وساييد البوتاسيوم أو اختبار ثيوسيانات البوتاسيوم أو الأمونيوم .

الراشح	الراسب
إذا كان لون الراشح أصفر دل ذلك على وجود الكروم (على هيئة كرومات) وإن كان عديم اللون دل ذلك على عدم وجود الكروم وقد يحتوي المحلول على الألومنيوم (على هيئة ألومنيات) . قسم الراشح إلى قسمين :	يمكن إهماله حيث إنه يحتوي على هيدروكسيد وخبلات وفوسفات الحديد
١ - أضف إلى القسم الأول حمض الخليك ثم محلول خلات الرصاص فيتكون راسب أصفر من كرومات الرصاص دلالة على وجود الكروم .	
٢ - حمض القسم الثاني بحمض الهيدروكلوريك ثم أضف هيدروكسيد الأمونيوم حتى يصبح المحلول قلوياً فإذا تكون راسب أبيض هلامي من هيدروكسيد الألومنيوم دل ذلك على وجود الألومنيوم .	

### السبائك

#### Alloys

تركب السبيكة من فلزين أو أكثر وقد تحتوي بعض السبائك على عناصر غير فلزية مثل السيليكون والكربون والفسفور والكبريت :

وتختلف طريقة ارتباط العناصر المكونة للسبيكة من حالة لأخرى فمثلا :

١ - قد تذوب هذه العناصر في بعضها البعض مكونة محلولاً صلباً .

٢ - قد تتحد هذه العناصر مع بعضها البعض مكونة مركب كيميائي أو ما إلى ذلك .

٣ - في بعض الأحيان تنتشر بعض هذه العناصر انتشاراً متجانساً في السبيكة .

وقد تختلف خواص السبائك كلية عن خواص العناصر الداخلة في تركيبها . ويمكن التحكم في بعض هذه الخواص مثل الصلابة ومقاومة الصدأ بتغير نسب العناصر الداخلة في تركيب السبيكة .

وبعض العناصر يندر استخدامها في السبائك مثل الكالسيوم والسترانشيوم والباريوم والصدوديوم والبوتاسيوم . كما أن هناك نوع من السبائك يعرف بالملمغم وهو يتكون بإذابة الفلزات



في الزيت . كثيراً ما يستخدم الملمغم في حشو الأسنان .  
وقد أمكن تحضير عديد من البائث لكل منها استخداماتها الخاصة والجدول التالي يبين  
تركيب بعض البائث الشائعة .

## تحليل البائث

### أولاً - ملاحظات عامة :

يجب أن تكون السيكة على هيئة برادة أو خراطة دقيقة لتسهيل عملية الإذابة كما يجب  
إزالة أى آثار للشحوم أو الزيوت العالقة بها وذلك بغسلها بالأسيتون أو أثير البيترول .  
ولاختبار المذيب المناسب تجرى اختبارات إذابة تمهيدية على جزء صغير من السيكة باستخدام  
حمض الهيدروكلوريك ثم التريك ثم الماء الملكي وتجري هذه الاختبارات مع الأحماض  
المخففة الباردة فالساخنة ثم مع الأحماض المركزة الباردة فالساخنة .

وبعض البائث قد لا تذوب تماماً في الأحماض مثل السيكة المكونة من النحاس والتصدير  
والرصاص . فمثلا هذه السيكة لا تتفاعل مع حمض الهيدروكلوريك وذلك لأن النحاس يبل  
الهيدروجين في السلسلة الكهروكيميائية . وعند إذابة هذه السيكة في حمض التريك يتحول  
التصدير إلى أكسيد الرصاص غير الذائب . أما مع الماء الملكي فيتكون كلوريد الرصاص غير  
الذائب .

ويمكن تكوين فكرة مبدئية عن مكونات السيكة بملاحظة تفاعلاتها مع الأحماض المختلفة  
فمثلا :

١ - إذا كانت السيكة تذوب تماماً في حمض الهيدروكلوريك فإنها قد تتكون من بعض  
الفلزات التي تسبق الهيدروجين في السلسلة الكهروكيميائية .  
٢ - إذا كانت السيكة تذوب تماماً في حمض التريك فإنها لا تحتوي على التصدير أو  
الأتيمون .

٣ - إذا كانت السيكة تذوب تماماً في الماء الملكي فإنها لا تحتوي على الفضة أو الرصاص .  
٤ - أى سيكة لا تذوب في أى من الأحماض السليقة فقد تحتوي على نسبة عالية من  
السليكون أو قد تكون سيكة من الفلزات النادرة التي لا يشملها هذا المقرر .

وتتخذ طريقة تحليل البائث على نفس الأسس المتخذة في تحليل الشق التفاعلي في  
التحليل مع مراعاة ما يأتي .

نسب العناصر الموجودة				درجة الانصهار °م	اسم السبيكة
أقل من ١٪	١-١٠٪	١٠-٥٠٪	أكثر من ٥٠٪		
حديد	رصاص - قصدير رصاص - خارصين	خارصين قصدير الزئبقوم قصدير	نحاس نحاس نحاس رصاص	١٠٠٠ ٩٥٠ ١٠٥٠ ٧٢٥	النحاس الأصفر Brass البرنز Bronze برونز الألوينوم Solder اللحام سبيكة اللحام
منجنيز - كربون سيليكون		نيكل - كروم رصاص - قصدير كاديوم	حديد حديد بزوت	١٤٠٠ ٧٠	الصلب غير القابل للصدأ Wodd's alloy سبيكة

١ - إذا كانت السيكة لا تذوب في حمض الهيدروكلوريك فإن هذا يعنى علم وجود أى من فلزات المجموعة الأولى .

٢ - عند إذابة السيكة في الماء الملكي يجرى الكشف عن كلوريد الرصاص وكلوريد الفضة في الراسب المتخلف باستخدام الطريقة المثبتة لفصل كلوريدات المجموعة الأولى .

٣ - فيما عدا المغنسيوم فإن فلزات المجموعات الخامسة والسادسة لا تتعمل في صنع السائك الشائعة . ولذا فإنه بعد فصل فلزات المجموعات الأولى إلى الرابعة يجرى الكشف مباشرة عن المغنسيوم بواسطة فوسفات الأمونيوم .

٤ - عند تدوين النتائج يجب مراعاة أن السائك تتكون من الفلزات في حالتها العنصرية وليس على هيئة أيونات .

## ثانياً - اختبارات الإذابة :

يستخدم كمية صغيرة من السيكة ( حجم حبتين من الأرز ) لإجراء الاختبارات الآتية :

### ١ - الإذابة في حمض الهيدروكلوريك :

ضع قليلاً من السيكة في أنبوبة اختبار ثم أضف ٧ سم<sup>٣</sup> من حمض الهيدروكلوريك ( ٦ ع ) . إذا حدث تفاعل انتظر حتى تذوب العينة أو يقف التفاعل . أما إذا حدث تفاعل بطيء عند إضافة حمض الهيدروكلوريك سخن لدرجة الغليان ولاحظ إذا ما كانت سرعة التفاعل تزداد . أما إذا ظل التفاعل بطيئاً أضف ١ سم<sup>٣</sup> من حمض الهيدروكلوريك المركز سخن مرة أخرى . ضع الأنبوبة في كأس به ماء ساخن وانتظر حتى تذوب العينة أو يقف التفاعل . افحص الراسب المتخلف إن وجد . إذا كان الراسب ثقيل قائم اللون (يرسب بسرعة في قاع الأنبوبة بعد رجها بلطف ) فإنه قد يدل على وجود معدن غير ذائب . أما إذا كان الراسب قائم اللون معلق بالمحلول عند رج الأنبوبة فإنه يدل على وجود الكربون أو السيليكون .

### ٢ - الإذابة في حمض النتريك :

أعد الاختبار السابق باستخدام حمض النتريك ( ٦ ع ) بدلا من حمض الهيدروكلوريك . في حالة تخلف راسب قائم ثقيل فإنه قد يدل على وجود فلز غير ذائب . أما إذا تخلف راسب أبيض أو مائل إلى الاصفرار فقد يدل على وجود ثالث أكسيد الأنثيمون أو أكسيد القصدير.

٣ - الإذابة في الماء الملكي<sup>(١)</sup> :

ضع قليلاً من السيكة في أنبوبة اختبار ثم أضف ١ سم<sup>٣</sup> من حمض الهيدروكلوريك (٦ ع) في حالة حدوث تفاعل سريع انتظر حتى يبدأ ثم أضف ٢ سم<sup>٣</sup> حمض الهيدروكلوريك المركز . أضف عشر قطرات من حمض النتريك قطرة قطرة مع التسخين بعد كل إضافة . ضع الأنبوبة في كأس به ماء ساخن حتى يقف التفاعل . لاحظ ما إذا كانت العينة تنجوب تماماً أو جزئياً أو لا تنجوب على الإطلاق .

## ثالثاً - طريقة العمل :

## (١) تحضير المحلول :

بعد إجراء الاختبارات التمهيدية السابقة لتحديد المذيب الصحيح . يذاب حوالي نصف جرام من السيكة (حجم ١٠ حبيبات من الأرز) في قدر مناسب من الحمض المخفف بالطريقة المستخدمة في اختبار الإذابة مع ملاحظة خواص الراسب المتخلف إن وجد .

١ - حمض الهيدروكلوريك : ضع حوالي ١/٢ جرام من السيكة في أنبوبة كبيرة ثم أضف ١٥ سم<sup>٣</sup> من حمض الهيدروكلوريك (٦ ع) وسخن فوق حمام مائي حتى تحصل على محلول رائق ثم أضف ١٠ سم<sup>٣</sup> من الماء وقلب المحلول .

٢ - حمض النتريك : اتبع نفس الخطوات السابقة باستخدام ١٥ سم<sup>٣</sup> من حمض النتريك (٦ ع) بدلا من حمض الهيدروكلوريك ثم أضف ١٠ سم<sup>٣</sup> من الماء للمحلول الناتج .

٣ - الماء الملكي : ضع حوالي ١/٢ جرام من السيكة في أنبوبة كبيرة ثم أضف ٥ سم<sup>٣</sup> من حمض الهيدروكلوريك المركز ، ٢ سم<sup>٣</sup> من حمض النتريك المركز على دفعات مع التسخين لمدة دقيقة بعد كل دفعة . في حالة عدم ذوبان السيكة سخن لمدة خمس دقائق . فإذا لم تذوب أضف كمية أخرى من حمض النتريك على دفعات مع التسخين لمدة دقيقة بعد كل إضافة وفي النهاية سخن لمدة خمس دقائق . أضف ١٠ سم<sup>٣</sup> من الماء إلى المحلول الرائق الناتج وقلب جيداً .

(١) يمكن التناهي عن هذا الاختبار إذا كانت تنجوب تماماً في حمض الهيدروكلوريك أو حمض النتريك .

(ب) تحليل المحلول :

١ - محلول السبيكة في حمض الهيدروكلوريك :

تتبع طريقة الكشف عن الشق القاعى في المخاليط للكشف عن المجموعات ٢ إلى ٦ •

٢ - محلول السبيكة في حمض النتريك :

تتبع طريقة الكشف عن التنسيق القاعى في المخاليط للكشف عن المجموعات ١ - ٦ :

٣ - محلول السبيكة في الماء الملئى :

تكشف عن المجموعة الأولى في الراسب المتخلف إن وجد ويكشف في المحلول الراثق عن

المجموعات ٢ - ٦



القسم الثاني

التحليل الكيفي

للمركبات العضوية





## الباب السادس

### تنقية المواد العضوية

من النادر أن تؤدي التفاعلات الكيميائية العضوية إلى الحصول على المواد الناتجة في حالة نقية ، بل نجد أن هذه غالباً ما تكون مشوية ببعض الشوائب التي تكون قد نتجت إما نتيجة لتفاعلات ثانوية وإما نتيجة إلى تأثير ظروف التجربة - إلى حد ما - على المواد العضوية التي يعرف أنها سريعة الاستجابة لهذه الظروف فتتفحم أو تتصنع . لذلك يصحب تحضير المواد العضوية دائماً تنقيتها مما صحبها من شوائب .

ومعظم المواد العضوية المتداولة في المعمل هي إما مواد جامدة وإما مواد سائلة . وتوجد كذلك بعض المواد العضوية على الهيئة الغازية .

ويوجه الباحث الكيميائي عناية فائقة واهتماماً بالغاً نحو موضوع تنقية المواد العضوية حيث إن نتائج تحليل المادة العضوية كيفاً كان أم كماً ، واستخدام هذه النتائج في إيجاد نسبة العناصر في المركب واستنباط الصيغة الكيميائية الجزيئية وغيرها من الخطوات التي تعتمد فيها كل خطوة على ما قبلها من الخطوات كل ذلك يتوقف أولاً وآخرأ على نقاوة المادة .

### تنقية المواد الغازية

لا توجد طريقة عامة لتنقية المواد العضوية الغازية ، وإنما تستخدم طريقة تتوقف في كل حالة على طبيعة الشوائب الغازية المختلطة بالغاز نفسه . فإن كان الشائب غازاً حمضياً التفاعل ، مثل غاز ثاني أكسيد الكربون مثلاً ، يجب أن يمرر المخلوط على كاشف قلوي من هيدروكسيد الصوديوم الجامد أو صودا الجير الجامد . وإزالة الشوائب الغازية قلوية التفاعل . مثل غاز النشادر ، فإنه يستخدم تبعاً لذلك كاشف من حمض معلق مخفف ، مثل حمض الكبريتيك المخفف ثم يجفف الغاز بكشف مخفف يزيل ما يكون قد علق به من بخار الماء وذلك بإمراره على كلوريد الكالسيوم اللامائي أو حمض الكبريتيك المركز أو خامس أكسيد الفوسفور . وفي كل حالة من هذه الحالات المذكورة ، يجب التأكد أولاً أن الكاشف المستعمل لإزالة الشائب ، لا يتفاعل مع الغاز المراد تنقيته ، فإذا أريد تهفيف غاز الإثيلين من بخار الماء مثلاً ، ففي هذه الحالة لا يني حمض الكبريتيك المركز بهذا الغرض حيث إنه يتفاعل أيضاً مع غاز الإثيلين نفسه .

أما الغازات المتعادلة فإن تنقيتها تتطلب إستعداداً خاصاً وإبتكاراً لطريقة تنقية بالفرص المشود لكل حالة على حدة ، ومن الطرق المستعملة إسالة الغاز وبذلك يسهل فصله أو امتصاصه في مذيب عضوي مناسب ، ثم طرده منه بالتسخين .

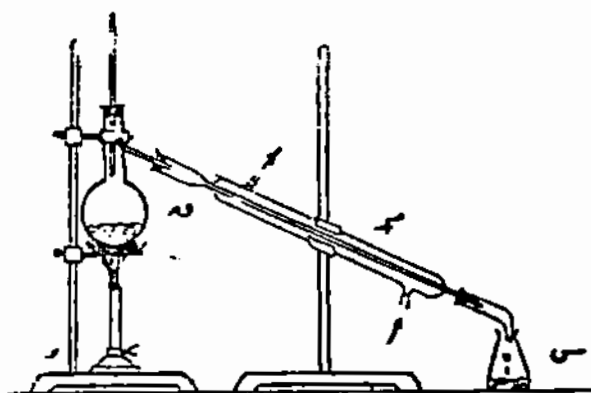
## تنقية المواد السائلة

تنقى المواد السائلة بطريقة تشترك فيها كل السوائل . وهي عملية التقطير ، ولكنها لا تجرى على نسق واحد بل تخور تبعاً لطبيعة السائل وعلى تحمله للرجات الحرارة المرغوبة ، وغير ذلك من العوامل الأخرى ، والطرق الأربع المستعملة في تقطير السوائل هي :

### (١) التقطير العادي :

تلخص عملية التقطير في تسخين السائل المراد تقطيره إلى درجة غليانه فيتحول إلى بخار الذي يتكثف إلى سائل مرة أخرى بالتبريد بواسطة مكثف ، ويستقبل السائل المقطر النقي في وعاء آخر يسمى بالمستقبل . وتتقى السوائل المشوبة بمواد جاملة غير متطايرة بهذه الطريقة .

ويتكون جهاز التقطير في أبسط صورة من قارورة التقطير ق وثبتت بفوهتها ترمومتر ، ومن مكثف م ومستقبل س ( شكل ٣ ) . أما عملية التقطير فتبتدئ بتسخين السائل لترجيحياً باستعمال مصنر للحرارة مناسب مثل شعلة مصباح بنزين أو حمام رملي أو حمام مائي حسب ظروف كل سائل من حيث تطايره وقابليته للاشتعال . وتنتشر عملية تسخين السائل حتى تصل درجة حرارة بخاره إلى درجة غليانه الحقيقية التي يسجلها الترمومتر المثبت في فوهة القارورة ،

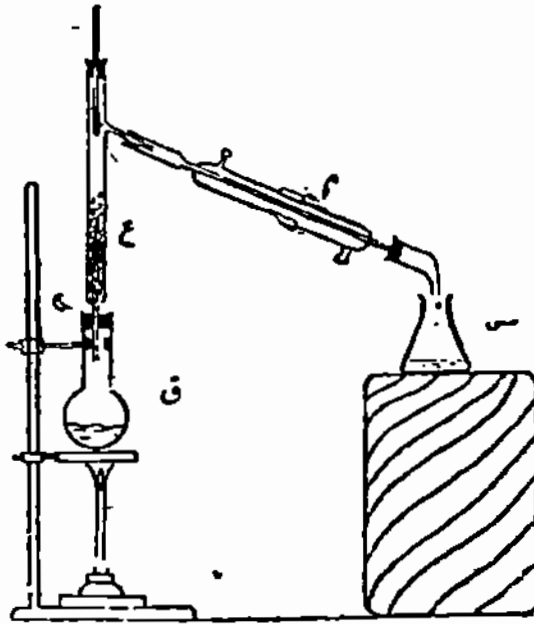


( شكل ٣ )

وعند ذلك يجمع السائل المتقطر في إناء الاستقبال . ويلاحظ أن لكل سائل نقي درجة غليان ثابتة طالما أن الضغط الواقع عليه لا يتغير . وعند هذه الدرجة يكون ضغط بخار السائل مساوياً للضغط الجوي . وإذا لوحظ عند تقطير السائل أن درجة الحرارة تتذبذب ولا تثبت عند درجة حرارة معينة ، فمعنى ذلك أنه يوجد هناك سائل آخر ممتزجاً بالسائل الأول ، ويجب في هذه الحالة إما إيقاف التسخين وإما تغيير الرعاء المستقبل لاستقبال السائل الآخر .

### ( ب ) التقطير التجزيئي :

تستعمل عملية التقطير التجزيئي في فصل سائل ممتزج أو مشوب بسائل آخر ولصحة إجراء عملية التقطير التجزيئي لا بد وأن يكون السائلان قابلين للتطاير ، ولا تختلف هذه الطريقة كثيراً عن الطريقة السابقة إلا في وجود ما يسمى بعمود التجزئة ( ع ) ويشتهر بين دورق التقطير ( ق ) والمكثف ( م ) كما هو موضح ( بالشكل ٤ ) .



( شكل ٤ )

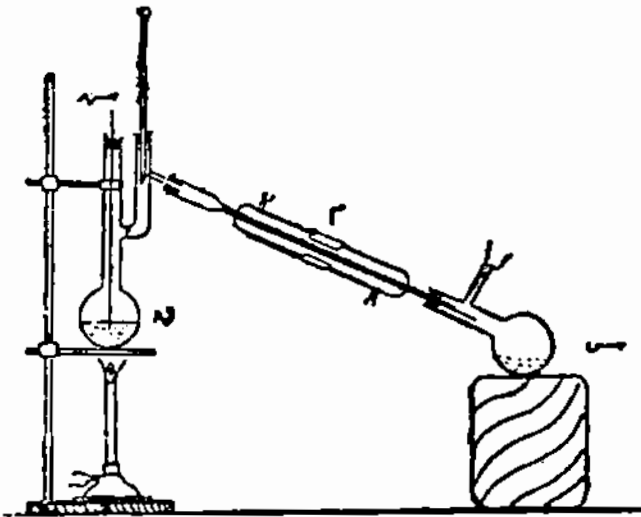
وعند تسخين مخلوط يتكون من سائلين يراد فصلهما ، فإن بخار السائل الأكثر تطايراً طمى السائل ذي درجة الغليان المنخفضة - يستمر في التصاعد خلال عمود التجزئة حتى يمر منه ويتكثف ويجمع في وعاء الاستقبال ( س ) في حين أن السائل الآخر والأقل تطايراً - وهو السائل ذو درجة الغليان المرتفعة - فإن بخاره عند مروره بعمود التجزئة يتكثف ويرتد السائل المتكثف

ثانية إلى السورق (ق) . وقد يلزم إعادة إجراء عملية التقطير التجزئى على السائل المتحصل وذلك بغرض الحصول عليه فى درجة تقيّة تماماً .

### ( ح ) التقطير تحت ضغط مخّخل :

تعرض بعض السوائل العضوية ، وخاصة ما كان منها ذو درجة غليان مرتفعة ، إلى التكسير عند تسخينها تحت الضغط الجوى العادى . ولذلك فإن طريقة تنقيتها لا تجرى بالطرق السابقة . وإنما يتمّ تقطيرها تحت ضغط مخّخل . وفى هذه الحالة تنخفض درجة غليانها حيث يقلّ تعرضها للحرارة المرتفعة وبالتالي تقطر دون أن تتعرض إلى التكسير :

ويتكون جهاز التقطير أساساً من الثلاث أجزاء المعروفة وهى قارورة التقطير والمكثف ووعاء الاستقبال ولكن يتحور بعضها فى الشكل نظراً لإجراء التقطير تحت الضغط المخّخل . قارورة التقطير فى ( شكل ٥ ) لها رقتان ، وتسمى فى هذه الحالة بقارورة كليزن .

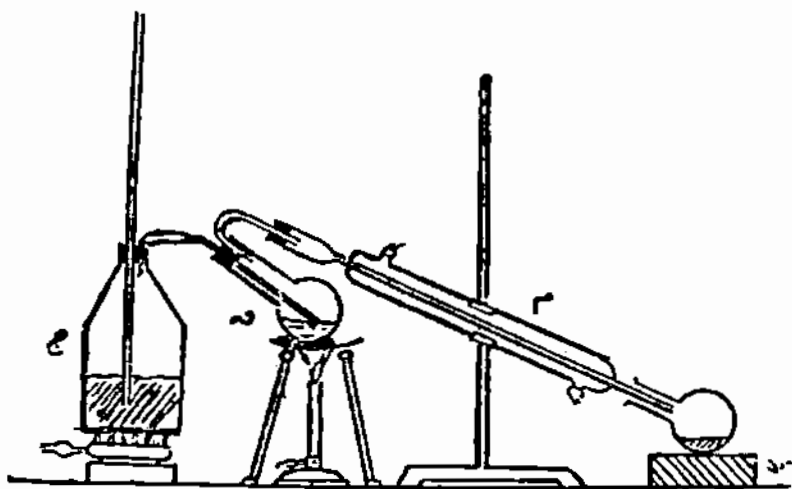


( شكل ٥ )

ويثبت فى إحدى رقبتيّ القارورة ترمومتر وفى الرقبة الثانية أنبوبة زجاجية شمعية (ش) بحيث يغمس طرفها الرقيق فى السائل الموجود بداخل القارورة . وتسمح هذه الأنبوبة بمرور تيار ضئيل من الهواء يظهر على هيئة فقائيع صغيرة فى السائل وقت تشغيل الجهاز ( أى عند التفريغ ) . الغرض من هنا الابتكار هو مساعدة مزج الأجزاء الساخنة من السائل بالأجزاء الباردة منه أثناء التسخين وذلك لمنع حدوث ما يسمى بالغليان المفاجئ . أما وعاء الاستقبال فيكون فى أبسط صورة من دورق بونجر تتصل أنبوته الجانبية القصيرة بجهاز تفريغ الهواء .

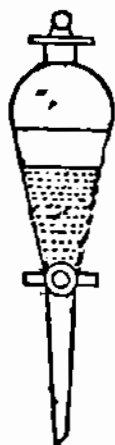
## (د) التقطير البخارى :

تستخدم هذه الطريقة في تنقية السوائل القابلة للتطاير مع بخار الماء بشرط أن تكون عديمة الذوبان في الماء . ويتكون الجهاز كما في (شكل ٦) من مرجل نحاسي (ج) لتوليد بخار الماء متصل بقارورة (ق) بوضع بها السائل المراد تنقيته : وينفذ من رقبة هذه القارورة أيضاً أنبوبة تتصل بالمكثف (م) .



(شكل ٦)

ويشغل الجهاز بإمرار بخار الماء في السائل بالدورق (ق) الذي يسخن أولاً لضمان عدم تكاثف بخار الماء فيه ومع استمرار إمرار الماء في السائل فإنه يتصاعد معه بخار السائل حيث يتكاثف الاثنان في وعاء الاستقبال .



(شكل ٧)

وحيث أن السائل المقطر عديم الذوبان في الماء فإنه يفصل عن الماء باستعمال قمع الفصل (شكل ٧) أما إذا كان حجم المادة المتكاثفة ليس بالقدر الكافي لإمكان فصلها مباشرة عن الماء ، فإنها في هذه الحالة تستخلص من الماء بواسطة رج المزيج مع مذيّب عضوي سهل التطاير مثل الأثير : ثم تفصل طبقة الأثير ، التي بها المادة المذابة بواسطة قمع الفصل ، وبعد إضافة مادة مجففة إليها مثل كلوريد الكالسيوم اللامائي أو كبريتات الصوديوم اللامائية ترشح ويطرد الأثير بالتقطير .

## تنقية المواد الجامدة

تنقى المواد الجامدة بإحدى الطرق الآتية :

## (١) التبلر :

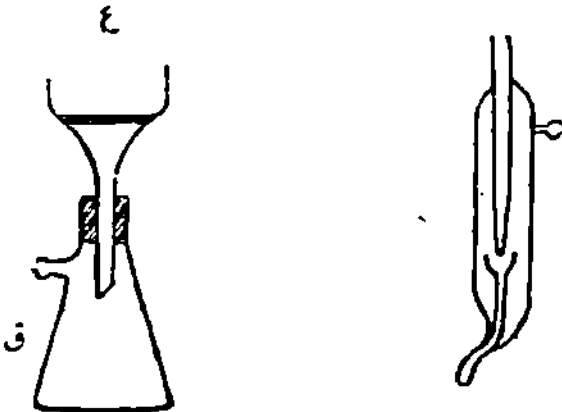
تجرى عملية التبلر للمادة الجامدة بأن تذاب في أقل قدر ممكن من الماء الساخن أو أي مذيب عضوي ساخن مناسب مثل الكحول أو الأسيتون أو البنزول حتى نحصل على محلول مشبع من المادة . وبتبريد المحلول يبطء . تنفصل المادة المذابة على هيئة بلورات نقية تجمع بواسطة الترشيح .

وإذا صحب تحضير المحلول المشبع للمادة ظهور لون ناجم عن وجود شائبة . فإن اللون يزال بتسخين المحلول مع مقدار قليل من الفحم الحيواني النشط . ثم يرشح المحلول الساخن ويترك ليبرد ثم تجمع البلورات المتكوثة بالترشيح .

وتجرى عملية الترشيح السريعة باستخدام جهاز خاص متوافر في المعامل الكيميائية يسمى مضخة الترشيح ص (شكل ٨) تصنع من الزجاج أو من المعدن . ويثبت طرفها العلوى بصنبور الماء بواسطة قطعة من المطاط . أما الأنبوبة الجانبية فتتصل بواسطة قطعة أخرى من المطاط بقارورة بوخنر د ق ١ . تثبت في فوهة هذه القارورة قمع بوخنر (ع) مصنوع من الخرف ويثبت في قاعدته قرص به ثقوب كبيرة .

ويوضع فوق القمع . وقت الترشيح ورقة مستديرة مبللة تناسب قطر القرص . وتتم عملية

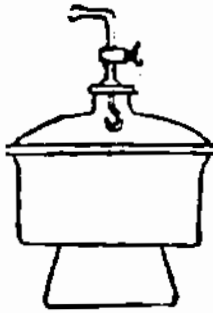
ص



(شكل ٨)

الترشيح يصب المريج المراد ترشيحه في التسع ثم فتح صنبور الماء فيتخلخل الضغط داخل الجهاز ويتدفق السائل بقوة الضغط الجوى من التسع إلى القارورة تاركاً البلورات عالقة على ورقة الترشيح .

والبلورات التي نحصل عليها من عملية الترشيح السابقة : تكون عادة مبللة بآثار ضئيلة من



(شكر ٩)

المذيب الذي يزال بوضع البلورات في وعاء مناسب كرجاجة الساعة أو جفنة داخل مجفف (شكل ٩) لمدة قد تطول وقد تنصر حسب الأحوال حتى تجف . وذلك بمساعدة كاشف مجفف يوضع في الجزء الأسفل من الجهاز . ويكون له القدرة على امتصاص الآثار الباقية من المذيب ، ومن المواد المستعملة في هذا الغرض كلوريد الكالسيوم ، اللاماني وحمض الكبريتيك المركز وخامس أكسيد الفسفور .

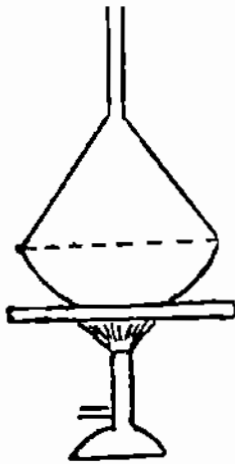
### (ب) التبلر التجزيئى :

إذا وجدت مواد عضوية جامدة على شكل مخلوط فإنه يمكن فصل كل صنف على حدة بواسطة عملية التبلر التجزيئى التي تتوقف على الفرق في قابلية ذوبان المواد المختلفة في مذيب ما . فإذا أريد فصل مخلوط يحتوي مثلاً على مادتين جامدتين فإنه يذاب في أقل قدر من المذيب المناسب الساخن - مثلما اتبع في عملية التبلور العادية - ثم يترك المحلول المشبع ليبرد ببطء . والملاحظ أن المادة الأقل ذوباناً في هذا المذيب هي التي تنفصل أولاً على هيئة بلورات يمكن فصلها بالترشيح . أما المادة الأخرى - وهي الأكثر ذوباناً فلها تبقى ذائبة في المحلول ويمكن اخصول عليها بتركيز المحلول بتبخيره قليلاً ثم تركه جانباً ليبرد ثم تجمع البلورات الناتجة بالترشيح . ولما يتم فصل كلتا المادتين في حالة نقية تماماً بعملية واحدة . وإذا كان المشاهد أن البلورات التي يحصل عليها من كل صنف تكون عادة مشوبة بمقدار ولو ضئيل من بلورات الصنف الثانى . والواجب حينئذ هو تكرار عملية التبلر التجزيئى مثنى وثلاث حتى يتم فصل كل مادة على حدة في حالة نقية تماماً .

### (ج) التسامى :

تسامى بعض الأجسام الجامدة بالتسخين . وعند تبريد أبخرتها تتكاثف إلى الحالة الجامدة مباشرة . وتستغل هذه الخاصية في تنقية بعض المواد الجامدة وأبسط جهاز يوضح هذه العملية هو المين في (شكل ١٠) ويتكون من جفنة يوضع بها المادة المراد تنقيتها - وتغطى بورقة ترشيح مستديرة

بها بعض الثعوب الصغيرة . وروضع فوقها قمع عادى معكوس  
الوضع ويقوم مقام المكثف . وعند تسخين المادة تتسامى وتمر  
أبخرتها خلال الثعوب الصغيرة الموجودة بورقة الترشيح . وعند  
ملامستها للجدار الداخلى للقمع تبرد وتتكاثف إلى بلورات . وتتجمع  
هذه البلورات على الجدار الداخلى للقمع وكذلك فوق الطح  
العلوى لورقة الترشيح .



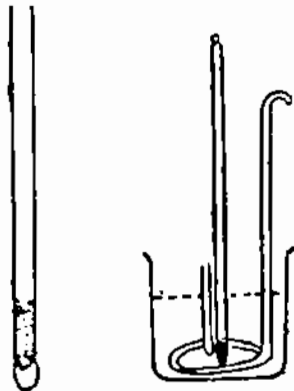
(شكل ١٠)

### مقياس نقاوة المادة العضوية :

تقاس نقاوة المادة العضوية السائلة بدرجة غليان لها قاطعة  
وثابتة . وتبين درجة غليان السائل عادة في نفس الوقت الذى  
يجرى فيه تنقيته بالتقطير .

أما معيار نقاوة لمادة العضوية الجاملة ، فيقاس بدرجة انصهار لها قاطعة وثابتة ، وتبين درجة  
انصهار المادة العضوية بالطريقة الآتية :

تجهز أنبوبة زجاجية شعرية ويسد أحد طرفيها بنحيتها على لُب بزن ، ثم يوضع بها مقدار  
ضئيل من مسحوق المادة العضوية المراد تعيين درجة انصهارها ، وبواسطة الخاصية الشعرية تلتصق  
هذه الأنبوبة بمقدار متدوع الزئبق لترمومتر مغموس في سائل يوضع بكأس زجاجى كما في  
( الشكل ١١ ) والسائل المستعمل يجب أن يكون ذا درجة غليان



(شكل ١١)

مرتفعة مثل زيت البرافين أو الجلمرين أو حمض الكبريتيك  
المركز ، ويسخن السائل بعد ذلك تدريجياً على لُب هين  
ومحرك في نفس الوقت بواسطة محرك لضمان توزيع الحرارة  
بين أجزائه المختلفة بالتساوى ، وعند انصهار المادة ( وذلك  
عندما تتحول جميعها من الحالة الجاملة إلى الحالة السائلة )  
تقرأ درجة الحرارة المبينة بالترمومتر وتؤخذ هذه على أنها درجة  
انصهار المادة التى لا يستغرق مدى انصهارها في أغلب  
الأحوال أكثر من درجة واحدة ، إذا كانت في حالة  
نقية تماماً أما إذا استغرق انصهارها أكثر من درجتين ،  
عدت المادة غير نقية ، ولزم إعادة تنقيتها بالتبلر ،  
كما سبق شرحه .



## الباب السابع

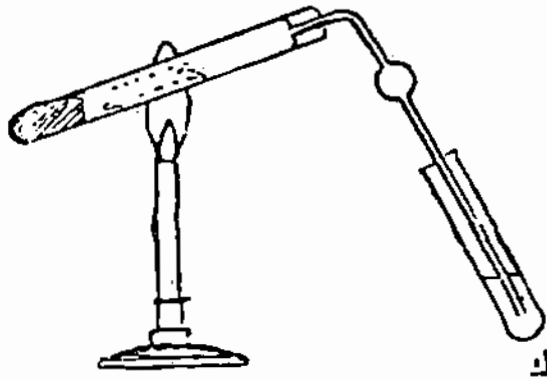
### التحليل الكيفي

يعبر عن الكشف عن العناصر في المركبات العضوية بالتحليل الكيفي . والعناصر الشائعة التي يجري الكشف عنها عادة في المركبات العضوية ، بخلاف الكربون الذي يوجد كعنصر أساسي في جميع المركبات العضوية ، هي الهيدروجين والأكسجين والنيتروجين والكبريت والهالوجينات . ومع ذلك فقد يوجد بالمركب العضوي أحد العناصر الأخرى مثل الفسفور والزرنيخ والزنك . . . إلخ .

#### أولاً - الكشف عن الكربون والهيدروجين :

يجري الكشف عن الكربون والهيدروجين في المركبات العضوية في خطوة واحدة ، وذلك بتسخين مخلوط مكون من مسحوق المادة العضوية مع مسحوق أكسيد النحاس الجاف في أنبوبة اختبار نظيفة جافة مثبتة في طرفها أنبوبة توصيل يغمس طرفها الآخر في أنبوبة اختبار أخرى (ك) تحتوي على ماء الجير (محلول هيدروكسيد الكالسيوم) (شكل ١٢)

وعند تسخين هذا المخلوط تسخيناً شديداً بلهب بترن ، تحلل المادة العضوية ويتأكسد كل



(شكل ١٢)

من الكربون والهيدروجين الموجود بها - بماعلة أكسيد النحاس - إلى ثاني أكسيد الكربون والماء على الترتيب . ويتصاعد بخار الماء الناتج حيث يتكثف جزء منه على الجدران الداخلية للانتفاخ الموجود بأنبوبة التوصيل . أما غاز ثاني أكسيد الكربون الناتج فيمر في أنبوبة التوصيل حيث يسبب تعكير ماء الجير بالأنبوبة (ك) . نتيجة لتكون كربونات الكالسيوم .  
ويلاحظ عند الانتهاء من إجراء التجربة أن جزءاً من أكسيد النحاس قد اختزل إلى فلز النحاس الأحمر .

### ثانياً - الكشف عن التروجين :

يجرى الكشف عن التروجين في المركبات العضوية بطريقة تسمى اختبار لاسان وذلك بصهر المادة العضوية المحتوية على عنصر التروجين مع فلز الصوديوم في أنبوبة زجاجية صغيرة تسمى أنبوبة إشعال . وعند درجات الحرارة العالية . تتحلل المادة العضوية إلى عناصرها حيث يتحد فلز الصوديوم مع كل من الكربون والتروجين لتكوين مركب سيانيد الصوديوم الذي يجرى الكشف عنه بالطريقة المعروفة وهي اختبار أزرق بروسيا وتجرى التجربة كما يلي :

يوضع مقدار صغير من مسحوق المادة العضوية في أنبوبة الإشعال ثم يضاف إليها قطعة صغيرة برفقة من فلز الصوديوم . تسخن الأنبوبة أولاً برفق إلى أن تبدأ المادة العضوية في التفتح . ثم ترتفع درجة الحرارة تدريجياً حتى ينصهر فلز الصوديوم وتتوهج جدران الأنبوبة وتبلغ درجة الاحمرار تغمس الأنبوبة وهي ساخنة في جفنة أو كأس صغير به حوالي ١٠ سم<sup>٣</sup> من الماء انقطر . فتتشقق جدران الأنبوبة وتتكسر ويتفاعل ما تبقى بها من الصوديوم مع الماء مكوناً هيدروكسيد الصوديوم ويسخن المحلول الناتج بعد ذلك للدرجة الغليان لمدة قصيرة ثم يرشح لإزالة بقايا الزجاج وغيرها من المواد المتضخمة . ثم يؤخذ مقدار ٣ سم<sup>٣</sup> من الراشح الصافي في أنبوبة اختبار ويضاف إليه ١ سم<sup>٣</sup> من محلول مشبع من كبريتات الحديدوز في الماء الذي سبق تسخينه للدرجة الغليان وبذلك يتأكسد جزء منه إلى كبريتات الحديديك ويسخن المزيج للدرجة الغليان لمدة ١ دقيقة لإتمام التفاعل . يبرد المحلول بعد ذلك ويضاف إليه بضع قطرات من حمض الهيدروكلوريك المركز (ويستحسن استعمال حمض الكبريتيك متوسط القوة ١ : ١) فإذا كانت المادة التي أجري عليها الاختبار تحتوي على عنصر التروجين فإنه في هذه الحالة ينتج لون أزرق مخضر . وإذا كان الاختبار قد أجري بعناية فإنه يتكون أيضاً علامة على اللون . واسبب أزرق (أزرق بروسيا) نتيجة لتكون حديوسيانيد الحديديك . أما إذا كان المركب العضوي خالياً من عنصر التروجين فإذا المحلول يبقى - بعد إضافة الحمض - أصفر اللون .

ويمكن شرح ما يتم من تفاعلات في هذه التجربة بالمعادلات الكيميائية التالية .

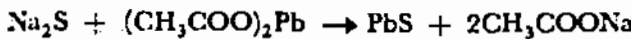
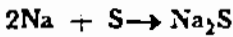
1. Na  $- C \pm N \rightarrow NaCN$
2.  $FeSO_4 + 2NaOH \rightarrow Fe(OH)_2 - Na_2SO_4$
3.  $Fe(OH)_2 + 6NaCN \rightarrow Na_4Fe(CN)_6 + 2NaOH$
4.  $3Na_4Fe(CH)_6 + 2Fe_2(SO_4)_3 \rightarrow Fe[Fe(CN)_6]_3 + 6Na_2SO_4$

### ثالثاً - الكشف عن الكبريت :

يعد اختبار لاسان ( صهر المادة العضوية مع فلز الصوديوم ) أو يؤخذ ما تبقى من الراشح الصافي في التجربة السابقة ، ويجرى الكشف عن كبريتيد الصوديوم المتكون به . بأحد الاختبارين التاليين ، أو بهما معاً .

( أ ) يضاف مقدار صغير من محلول نيتروبروسيد الصوديوم إلى مقدار صغير من الراشح حيث يتكون لون أرجواني .

( ب ) يضاف إلى جزء آخر من الراشح محلول خلات الرصاص . حيث يتكون كبريتيد الرصاص على هيئة راسب أسود .



### رابعاً - الكشف عن المألوجينات :

يكشف عن المألوجينات في المركبات العضوية بإحدى الطريقتين الآتيتين :

#### ١ - اختبار بايلشتين :

يتلخص هذا الاختبار في أنه إذا سخنت المادة المحتوية على أحد المألوجينات في ملامسة أكسيد النحاس في لهب مصباح بترن فإنه يتكون هاليد النحاس ، الذي يصنف على لهب المصباح لوناً أزرق يميل إلى الاخضرار نتيجة لتظايره .

ويجرى الاختبار على النحو التالي :

يؤخذ بسلك نحاسي سميك طوله حوالي ١٠ سم ويدفع أحد طرفيه في فلية لتقوم مقام المقبض . ثم يسخن الطرف الآخر للسلك في لهب مصباح بترن حتى يتأكسد ويخلو اللهب من أي لون . يغمس طرف السلك ، وهو ساخن . في مقدار قليل من المادة المراد إجراء التجربة عليها . ويعد تسخينه حيث يتلون لهب المصباح بلون أزرق . في حالة احتواء المادة على أحد المألوجينات .

وما يحذر ملاحظته أن بعض المركبات العضوية التي تحتوي على عنصر النتروجين ، ولا تحتوي على المألوجينات . تعطى هذا الاختبار ، أي يتلون اللهب باللون الأزرق المشار إليه : وذلك نتيجة

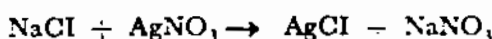
## لتكوين سيانيد النحاس المتطاير

وعلى هذا لا يؤخذ بهذا الاختبار إلا إذا كان سالبا ، أى أنه يستخدم لنى وجود أحد الهالوجينات بالمركب العضوى .

## ٢ - اختبار لاسان :

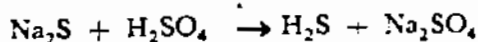
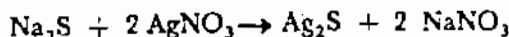
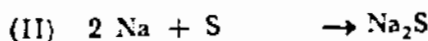
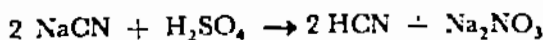
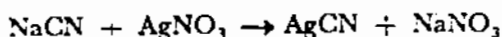
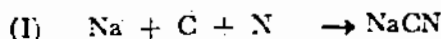
من المستحسن دائما إجراء هذا الاختبار للكشف عن وجود الهالوجينات بالمركب العضوى على الوجه التالى :

تعاد تجربة صهر المادة العضوية فى وجود فلز الصوديوم . كما ذكر آنفاً ، ثم يؤخذ مقدار قليل من الراشح فى أنبوبة اختبار ، ومحمض بإضافة حمض النريك المخفف ، ثم يضاف إليه محلول نترات الفضة فيتكون فى الحال راسب أبيض أو أصفر ، تبعاً لنسبة الهالوجين الموجودة بالمادة العضوية .

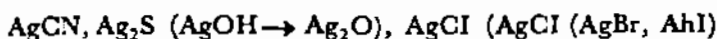


أما عند الكشف عن الهالوجينات بالمادة العضوية ، فى وجود أحد عنصرى النروجين أو الكبريت أو كليهما معاً . فإن الاختبار يعدل على النحو التالى :

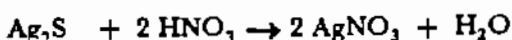
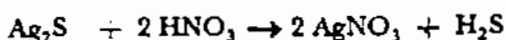
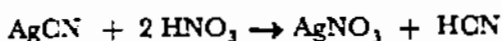
يضاف إلى الراشح الناتج ، بعد صهر المادة العضوية مع فلز الصوديوم ، بضع ستيترات من حمض الكبريتيك المخفف . ثم يغلى المحلول الناتج حتى يتقص حجمه إلى مقدار الثلث ، ثم يضاف إليه . بعد تبريده ، حمض النريك المخفف . محلول نترات الفضة . فإذا ظهر راسب من هاليد الفضة كان هذا دليلاً على وجود الهالوجين - والمقصود بإجراء التجربة على هذا النحو المعدل ، هو التخلص من النروجين على هيئة حمض الهيدروسيانيك المتطاير وإزالة الكبريت على هيئة كبريتيد الهيدروجين المتطاير . وذلك قبل الكشف عن الهالوجينات . وإلا تفاعل سيانيد الصوديوم أو كبريتيد الصوديوم الذى قد يوجد بالمحلول مع نترات الفضة معطياً راسباً قد يسبب اختفاء لون راسب هاليد الفضة .



ويمكن الكشف عن الهالوجينات في وجود النترجين أو الكبريت (أو كليهما) كما يلي :  
 يضاف إلى المحلول القلوي الناتج من صهر المادة العضوية مع فلز الصوديوم مقدار زائد من  
 محلول نترات الفضة ، حيث تظهر رواسب تتكون من بعض أو كل المركبات التالية :



ثم يضاف إلى هذه الرواسب قدر زائد من حمض النتريك المركز ، وعند التسخين تذوب  
 جميع الرواسب المنوه عنها ، فيما عدا راسب هاليد الفضة فإنه لا يذوب .



أما إذا ذابت الرواسب بأجمعها عند معالجتها بالحمض ، كان هذا دليلاً على عدم وجود  
 الهالوجينات :

وما يجب الإشارة إليه ، أنه عند الكشف عن العناصر المشار إليها في المركبات العضوية ،  
 يمكن إجراء تجربة واحدة لصهر المادة العضوية مع فلز الصوديوم ويستخدم الراشح الناتج من  
 هذه التجربة في الكشف عن العناصر بالترتيب التالي :

النترجين - الكبريت - الهالوجينات

### خامساً - الكشف عن الفلزات :

فيما عدا الفلزات المتطايرة ، مثل الزرنيخ والزرنيق وما شاكلها ، فإن الفلزات الأخرى التي قد تدخل  
 ضمن مكونات المركبات العضوية ، يكشف عنها بالطرق التحليلية المعتادة ، وذلك بعد صهر  
 المادة عند درجة حرارة عالية ، حيث يتحول الفلز إما إلى الأكسيد وإما إلى الكربونات ، ثم يذاب  
 الرماد المتخلف المحترق على هذه المركبات في حمض الهيدروكلوريك المخفف ، ويكشف فيه عن  
 الفلز .

## الباب الثامن

### الكشف عن المركبات العضوية البسيطة الهيدروكربونات

الهيدروكربونات مركبات عضوية تحتوي على عنصرى الكربون والهيدروجين فقط . وهي تنقسم إلى قسمين رئيسيين :

( أ ) الهيدروكربونات العطرية . وهي المركبات التي تحتوي على حلقة البنزول مثل البنزول والنافثالين والانتراسين . . . إلخ .

( ب ) الهيدروكربونات الأليفاتية . وهي مركبات مشبعة مثل البارافينات أو غير مشبعة مثل الأليفينات أو الأسييلينات . كما أنها قد تكون على هيئة حلقات كما في الهيدروكربونات الحلقية أو على هيئة سلسلة كما في الهيدروكربونات غير الحلقية .  
ومن أمثلة هذه الهيدروكربونات بعض نواتج تقطير البترول مثل الجازولين أو أثير البترول .

### الهيدروكربونات العطرية البنزول $C_6H_6$

#### الخواص الطبيعية :

البنزول سائل عديم اللون . يغلى عند درجة  $80^{\circ}C$  ، وينصهر عند درجة  $5.5^{\circ}C$  وهو لا يختلط بالماء ( يذوب بنسبة  $0.2\%$  ) ولكنه يمتزج بجميع المذيبات العضوية - ويحترق البنزول بلهب متلخخ مما يدل على وجود نسبة عالية من الكربون به ، ويستخلم البنزول كمذيب لبعض الدهون والشموع والزيوت .

#### الخواص الكيميائية :

#### ١ - اختبار التجمد :

صع ١ سم<sup>٣</sup> من البنزول في أنبوبة اختبار جافة ، ثم بردها في المراء الثلج . ولاحظ تجمد البنزول

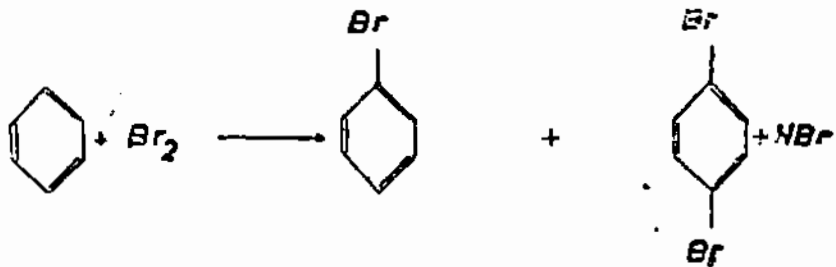
إلى جسم صلب عديم اللون - اترك الأنبوبة جانباً ، ولاحظ انصهار البترول إلى سائل بمجرد تلمسها براحة اليد .

## ٢ - التأكد والاختزال :

البترول مركب ثابت إلى حد كبير ، فهو لا يسهل اختزاله ولا أكسنته بالطرق المعتادة .

## ٣ - تفاعل الهالوجينات :

يتفاعل كل من الكلور والبروم مع البترول إما بالإضافة وذلك بإجراء التفاعل في ضوء الشمس . أو بالاستبدال بواسطة استخدام حامل للهالوجين مثل برادة الحديد . وعلى وجه العموم يتفاعل البروم مع البترول ببطء عنه في حالة الكلور ، ويتكون الناتج بطريقة الاستبدال مركب برومو البترول أوبارا - ثنائي برومو البترول .

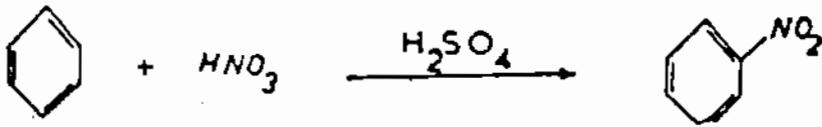


ضع ٢ سم<sup>٣</sup> من البترول في قارورة جافة تحتوي على قليل من برادة الحديد . ثم أضف بضع قطرات من البروم ( ١/٢ سم<sup>٣</sup> ) - لاحظ أن التفاعل يبدأ ببطء أولاً ثم يسخن السائل فيشتد التفاعل مع تصاعد غلز بروميد الهيدروجين .

## ٤ - حمض النتريك المركز :

تتميز المركبات العطرية بسهولة تفاعلها نسبياً مع حمض النتريك المركز ، ويتلخص التفاعل في أن تحمل مجموعة أو أكثر من مجموعات النترو محل ذرة أو أكثر من ذرات الهيدروجين بالمركب العطري - تسمى هذه العملية النترة .

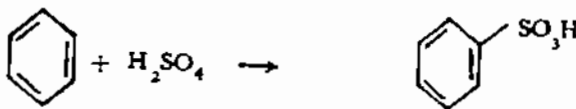
وتستخدم هذه العملية للفرقة بين المركبات العطرية والمركبات الأليفاتية ، ويعطى البترول عند تفاعله مع حمض النتريك المركز في وجود حمض الكبريتيك المركز : مركب النتروبتترول فقط .



ويمكن باستخدام أحماض أكثر قوة . وفي درجات حرارة أكثر ارتفاعاً إدخال مجموعة أخرى من مجموعات النرو ، وهي تدخل رئيساً في موضع الميتا بالنسبة للمجموعة الأولى .  
أصف ١ سم<sup>٣</sup> من البنزول تدريجياً إلى مخلوط من ٥ سم<sup>٣</sup> من حمض النتريك المركز ، ٥ سم<sup>٣</sup> من حمض الكبريتيك المركز مع رج المزيج جيداً - لاحظ ارتفاع حرارة المزيج (برد إذا لزم الأمر) - صب السائل في كأس به حوالي ٥٠ سم<sup>٣</sup> من الماء البارد ولاحظ انفصال النرو بنزول على هيئة زيت أصفر ثقيل (أثقل من الماء) .

#### ٥ - حمض الكبريتيك المركز :

تتميز المركبات العطرية كذلك بسهولة تفاعلها مع الكبريتيك المركز ، وينتج عن هذا التفاعل أن تحل مجموعة أو أكثر من مجموعات السلفونيك محل ذرة أو أكثر من ذرات الهيدروجين بالمركب العطري وتسمى العملية بعملية السلفنة .  
ويتفاعل البنزول مع حمض الكبريتيك المركز معطياً حمض البنزول سلفونيك .



ويمكن باستخدام حمض الكبريتيك المدخن إدخال مجموعة أخرى من مجموعة السلفونيك ، وهي تدخل كذلك في موضع الميتا ، بالنسبة للمجموعة الأولى .  
أصف ١ سم<sup>٣</sup> من البنزول إلى ٥ سم<sup>٣</sup> من حمض الكبريتيك المركز ، ثم سخن المزيج فوق حمام مائي (درجة ١٠٠° م) مستخدماً مكثف راد - لاحظ اختفاء طبقة البنزول ، يرد السائل جيداً ثم صبه باحتراس في كأس به ماء بارد ، ولاحظ تكون محلول متجانس ، وذلك لأن حمض البنزول سلفونيك يذوب في الماء البارد .  
عند استعمال حمض الكبريتيك المدخن تحتفظ طبقة البنزول سريعاً دون الحاجة إلى تسخين .

#### ٦ - تكوين البكرات :

تكون أغلب الهيدروكربونات العطرية مركبات مزدوجة مع حمض البكريك تعرف بالبكرات ولا يمكن فصل بكرات البنزول إلا بصعوبة كبيرة ، وهي لذلك لا تستخدم في الكشف والتعرف على مركب البنزول .



## الطولوين $C_6H_5 \cdot CH_3$

الطولوين سائل عديم اللون ، ذو رائحة خاصة مميزة ، وهو يغلي عند  $110^\circ$  ويتصهر عند  $93^\circ$  م ، وهو لا يختلط بالماء ، ويمتزج بالمذيبات العضوية . وهو يشبه البنزول في أنه أخف من الماء . ويشتمل بلهب مدخن ، وفي أنه يستعمل كمذيب لكثير من المواد العضوية .

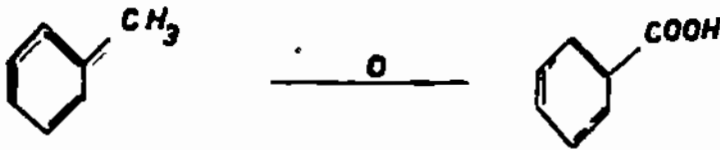
### الخواص الكيميائية :

#### ١ - اختبار التجمد :

لا يتجمد الطولوين بسهولة كما في حالة البنزول ، بل يحتاج الأمر إلى خفض درجة الحرارة إلى  $93^\circ$  م ، ويستعمل هذا الاختبار للفرقة بين الطولوين والبنزول .

#### ٢ - التأكد والاختزال :

لا تتأثر نواة البنزول في مركب الطولوين سواء بالاختزال أو التأكسد وهو يشبه في ذلك مركب البنزول - ولكن تتأثر مجموعة الميثيل الموجودة في الطولوين ببعض المواد المؤكسدة ، فهي تتحول مثلا إلى مجموعة الكربوكسيل في وجود أكسيد الكروميك وحمض الخليك أو في وجود ثاني كرومات البوتاسيوم وحمض الكبريتيك ، أي أن الطولوين يتأكسد إلى حمض البيرويك .

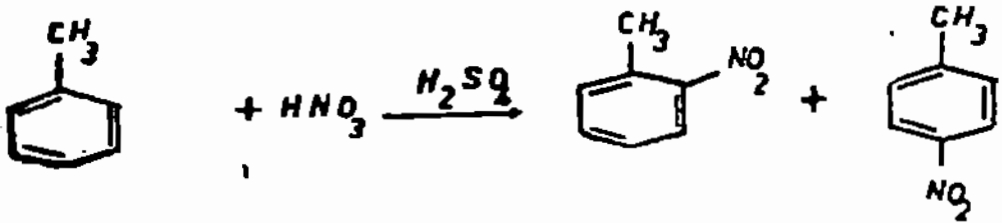


أضف ٢ سم<sup>٣</sup> من الطولوين إلى المحلول الناتج من إذابة ٦ جم من ثاني كرومات البوتاسيوم في ١٥ سم<sup>٣</sup> من حمض الكبريتيك المركز (أو ٥ جم من أكسيد الكروميك في ٢٠ سم<sup>٣</sup> من حمض الخليك ، ثم سخن المزيج الناتج باستعمال مكثف راد لمدة ثلاث ساعات - تخلص من الزيادة من ثاني كرومات البوتاسيوم بملرر غاز ثاني أكسيد الكبريت ثم عادل المحلول بمطيلته بمحلول مشح من كربونات الصوديوم (يجب الإحتراس) .

ركز المحلول القوي الناتج ٥ ثم حمضه بـ حمض الكبريتيك المتخفف - وشرح الصلب الناتج ، وبعين درجة انصهاره ( يتصهر حمض البيرويك عند  $121^\circ$  ) .

## ٣ - حمض النتريك المركز :

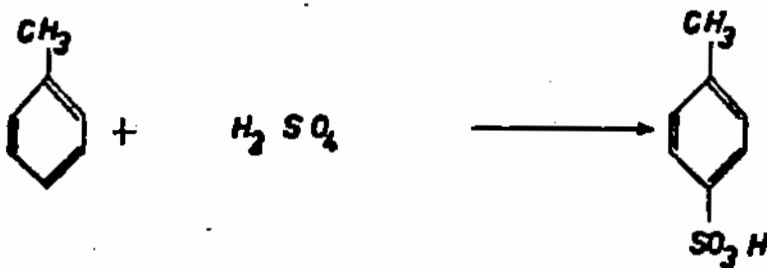
يتفاعل حمض النتريك المركز في وجود حمض الكبريتيك المركز معطياً مخلوطاً من مركبي أورثو - وبارا - نثرو الطولوين .



أضف  $\frac{1}{4}$  سم<sup>٣</sup> من الطولوين تدريجياً إلى مخلوط من ٣ سم<sup>٣</sup> من حمض النتريك المركز و ٣ سم<sup>٣</sup> من حمض الكبريتيك المركز مع رج المزيج جيداً وتبريده . سخن المخلوط بعد ذلك تدريجياً لمدة  $\frac{1}{4}$  دقيقة ، ثم برده مرة أخرى ، وصبه في كأس به ماء بارد (حوالي ٥٠ سم<sup>٣</sup>) ، ولاحظ انفصال النثرو طولوين على هيئة زيت أصفر .

## ٤ - حمض الكبريتيك المركز :

يتفاعل الطولوين مع حمض الكبريتيك المركز بالامتثال ، حيث نحل مجموعة السلفونيك محل ذرة من الهيدروجين لتكوين حمض بارا - طولوين سافونيك ، ويجري التفاعل بتسخين الحمض المركز مع زيادة من الهيدروكربون ، بحيث يتصاعد الماء الناتج في التفاعل مع الزيادة من الهيدروكربون . ويستخدم في هذه العملية جهاز خاص لفصل الماء .



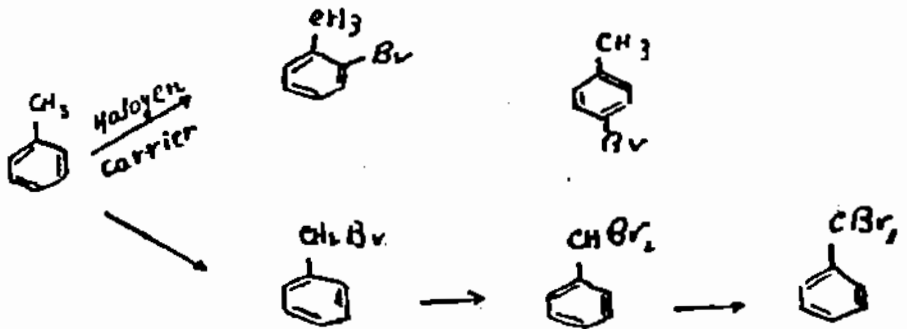
سخن للدرجة الغليان مخلوطاً من ٤٠ سم<sup>٣</sup> من حمض الكبريتيك المركز ، ٢٠٠ سم<sup>٣</sup> من الطولوين في الجهاز الخاص بذلك وذلك لمدة خمس ساعات حيث يتجمع في جهاز فصل الماء حوالي ١٨ سم<sup>٣</sup> من الماء .

نظر الزيادة من الطولوين . ثم أضيف إلى المادة المتبقية حوالي ١٢.٥ سم<sup>٣</sup> من الماء حيث تتحول إلى مادة متشعبة متبلرة من هيدرات حمض بارا - طولوين سلفونيك الذي يمكن إعادة تبلرها من كمية صغيرة من الماء حيث تنصهر عند درجة ٩٢°م (الناتج حوالي ٩٢ جم) .

### ٥ - تفاعل الهالوجينات :

يتفاعل كل من البروم والكلور مع الطولوين : إما بالاستبدال في نواة البنزول أو في المجموعة الجانبية وهي مجموعة الميثيل .

ويتم الاستبدال في نواة البنزول بفعل الهالوجينات في وجود إحدى المواد حاملة الهالوجين مثل كلوريد الحديديك أو اليود أو ثنائي الألومنيوم والزنك ، وينتج في هذه الحالة أورثو - وبارا - برومو الطولوين



أما في وجود الضوء، وفي غياب العوامل المساعدة أو برفع درجة الحرارة (الغليان) فإن الهالوجينات تتفاعل مع مجموعة الميثيل حيث تحمل ذرة أو أكثر من الهالوجين محل ذرة أو أكثر من ذرات الهيدروجين بهما معطية بروميد البنزول أو يوديد البنزول أو ثلاثي برومو البنزول .

### ٦ - تكوين البكرات :

يعطى الطولوين مركباً مزدوجاً مع حمض البكريك يسمى البكرات ، ولكن يصعب فصل هذا المركب .

## النفثالين $C_{10}H_8$

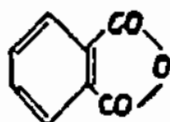
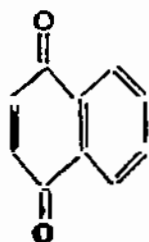
### الخواص الطبيعية :

النفثالين مادة صلبة بيضاء ذات رائحة خاصة مميزة تشبه رائحة القطران ، وهو ينصهر عند  $80^{\circ}C$  ويغلي عند  $218^{\circ}C$  . والنفثالين يتطاير في درجات حرارة أقل من درجة انصهاره وهو لذلك سهل التماس - وهو لا يذوب في الماء ، سهل الذوبان في البنزول والكحول والأثير ، كما أنه يشتعل بلهب مدخن مثل البنزول والفلورين ، وهو يتج صناعياً من قطران الفحم .

### الخواص الكيميائية :

#### ١- الأكسدة :

تتأثر المركبات العطرية التي تحتوي على أكثر من حلقة من حلقات البنزول ببعض المواد المؤكسدة بسهولة نسبياً عنها في حالة مشتقات البنزول نفسه فمثلاً يتحول النفثالين في وجود المواد المؤكسدة إلى أنتريد حمض الفثاليك أو حمض الفثاليك نفسه ، وأحياناً إلى النافثوكينون .  
فيتأكسد النفثالين في وجود حمض الكبريتيك ، وكبريتات الزئبق إلى حمض أو أنتريد الفثاليك ، في حين يتأكسد إلى مركب النافثوكينون بواسطة حمض الكروميك في وجود حمض الخليك .

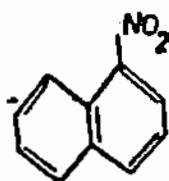


ولا يستخدم هذا التفاعل للكشف عن النفثالين .

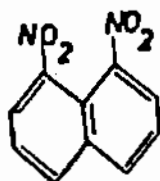
#### ٢- حمض النتريك المركز :

يتفاعل حمض النتريك المركز ، في وجود حمض الكبريتيك المركز من النفثالين حيث يتكون مركب ألفا - نثرونافثالين ويمكن إدخال مجموعة أخرى من مجموعات النترو في نواه النفثالين

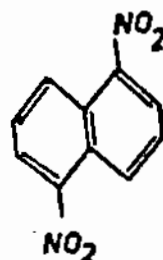
لتكوين ثنائي نثرو النافثالين. وذلك بفعل مزيد من حمض النريك والكبريتيك المركزين تحت بعض الظروف الخاصة.



الفـ - نثرونافثالين



ب - ثنائي نثرونافثالين

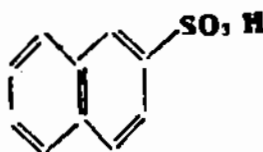
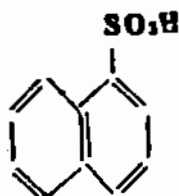


ج - ثنائي نثرونافثالين

أذب ، بالتسخين  $\frac{1}{4}$  جم من النافثالين في ٣ سم<sup>٣</sup> من حمض الخليك الثلجي ثم برد المحلول الناتج - أضف ١ سم<sup>٣</sup> من حمض النريك المركز ، ثم سخن المحلول باحتراس لمدة حوالي دقيقة - برد المحلول ، ثم صبه في كأس به ٢٥ سم<sup>٣</sup> ماء ، لاحظ انفصال مركب النثرو ذي اللون الأصفر .

### ٣ - حمض الكبريتيك المركز :

يتفاعل النافثالين مع حمض الكبريتيك المركز معطياً حمض النافثالين سلفونيك ويعتمد الموضع الذي تدخل فيه مجموعة حمض السلفونيك على الحرارة التي يجرى عندها التفاعل ، فمثلاً ينتج حمض ألفا - نافثالين سلفونيك من تفاعل النافثالين مع حمض الكبريتيك المركز عند درجة حرارة تتراوح بين ٥٠ - ٨٠° م في حين ينتج حمض بيتا - نافثالين سلفونيك في درجات حرارة أعلى من ذلك .

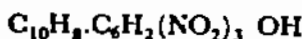


أضف ٤٠ جم من حمض الكبريتيك المركز تدريجياً إلى ٢٥ جم من النافثالين عند درجة حرارة ١٦٠° م واحتفظ بدرجة الحرارة عند هذا الحد لمدة عشر دقائق . اترك المحلول جانباً ليبرد قليلاً ، ثم صبه باحتراس في كأس يحتوي على ٣٠٠ سم<sup>٣</sup> من الماء البارد . برد المحلول الناتج جيداً ، ولاحظ انفصال حمض بيتا - نافثالين سلفونيك على هيئة هيدرات صلبة. ويمكن إعادة تبلور

الحمض بإذابته في  $\frac{1}{4}$  وزنه من الماء عند  $300^{\circ}\text{C}$  وإضافة  $\frac{1}{4}$  وزنه من حمض الهيدروكلوريك المركز (درجة انصهار حمض بيثا - نافتالين سلفونيك  $83^{\circ}\text{C}$ ) .

#### ٤ - تكوين البكرات :

يكون النافتالين مع حمض البكريك مركباً مزدوجاً أصفر اللون .



يكون محلولاً مركزاً من حمض البكريك في الاستيون البارد . ثم كون محلولاً مركزاً آخر من النافتالين في الاستيون أيضاً أضف كميات متكافئة من المحلول الأول إلى المحلول الثاني ( حوالي  $2\text{ سم}^3$  من كل منهما) ثم رج المحلول الناتج جيداً ، واتركه جانباً لمدة حوالي دقيقة - لاحظ إنقصال بلورات إبرية صفراء من بكرات النافتالين .

### الانتراسين

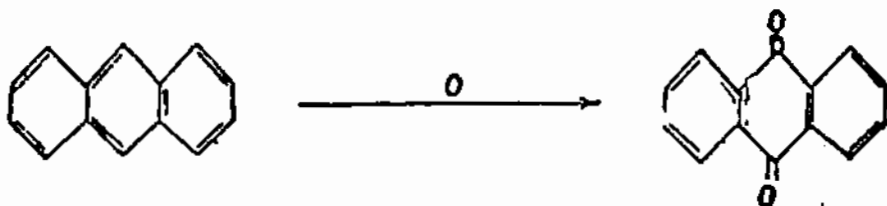
#### الخواص الطبيعية :

الانتراسين مادة صلبة توجد على هيئة بلورات عديمة اللون تتألق بلون باهت يميل إلى الزرقة ، وهو ينصهر عند  $213^{\circ}\text{C}$  م ويغل عند  $351^{\circ}\text{C}$  م والانتراسين لا يذوب في الماء ويذوب بقلّة في أغلب المذيبات العضوية - وإن كان سهل الذوبان إلى حد ما في البنزول .  
ويستخدم الانتراسين وبعض مشتقاته في صناعة الأصباغ .

#### الخواص الكيميائية :

##### ١ - الأكسدة :

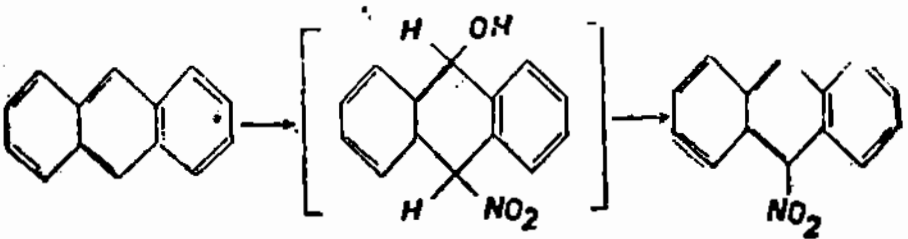
يتأكسد الانتراسين بسهولة نسبياً ، إلى مركب الانثراكينون . وذلك في وجود بعض المواد المؤكسدة مثل حمض الكروميك في وجود حمض الخليك .



أذوب ٣ جم من الانتراسين المبحوق جيداً في حوالي ١٤٠ سم<sup>٣</sup> من حمض الخليك الثلجي . وذلك بالتسخين لدرجة الغران باستعمال مكثف واد - جهاز محلولاً من ٣٠ جم من أكسيد الكروميك في محلول من ١٥ سم<sup>٣</sup> من الماء و ٢٥ سم<sup>٣</sup> من حمض الخليك ، ثم أضف هذا المحلول على قطرات إلى المحلول الأول الساخن في درجة الغليان . استمر في غليان المحلول لمدة ٦٠ دقيقة ثم صبه في كأس يحتوي على حوالي ٥٠٠ سم<sup>٣</sup> من الماء البارد - رشح الانتراسين الناتج واغسله جيداً بالماء . ثم بمحلول هيدروكسيد الصوديوم المخفف . ثم بالماء مرة أخرى وعين درجة انصهاره ( ٢٧٧ م ) .

## ٢ - حمض النتريك المركز :

بخلاف كل من البترول والطورلين والنافتالين التي تتفاعل بسهولة مع حمض النتريك المركز لا يتفاعل الانتراسين مع هذا الحمض تحت الظروف المعتادة للتفاعل . ولو أنه يدخل مع حمض النتريك في بعض التفاعلات التي تنسى بتكوين ٩ - نرو الانتراسين .



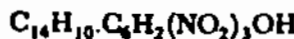
وعلى وجه العموم . لا يستخدم هذا الاختبار للكشف عن الانتراسين ، وذلك لصعوبة إدخال مجموعة النرو به .

## ٣ - حمض الكبريتيك المركز :

يتفاعل حمض الكبريتيك المركز مع الانتراسين عند درجات الحرارة المنخفضة نسبياً ليعطي حمض أنثرا - سلفونيك .

## - تكوين البكرات :

يكون الانتراسين مع حمض البكريك مركباً مزدوجاً أحمر اللون .



يسمى بكرات الانتراسين ، وهي أكثر ذوباناً من بكرات النافثالين .

جهاز محلولاً مركزاً من الانتراسين في الايتون الساخن ( ٢ سم<sup>٢</sup> ) ، ثم أضف إليه على قطرات محلولاً مركزاً بارداً من حمض البكريك في الايتون أيضاً ، ولاحظ تلون المحلول باللون الأحمر ( يجب مراعاة عدم إضافة زيادة من محلول حمض البكريك ) سخن المحلول الناتج فوق حمام مائي لعدة ثوان ، ثم صبه في جفنه أو زجاجة ساعة - لاحظ بعد فترة تكون بلورات حمراء من بكرات الانتراسين .

وجود زيادة من أى من المركبين ، سواء حمض البكريك أو الانتراسين يترتب عنه تغير لون البكرات ( تبقى مشوية باللون الأصفر ) .

## الكحولات

يطلق لفظ الكحول ، على المركبات العضوية التي تحتوى على مجموعة أو أكثر من مجموعات الهيدروكسيل (OH) بشرط أن ترتبط هذه المجموعة بفترة من الكربون لا تحمل أى نوع آخر من الذرات خلاف الهيدروجين .

وتنقسم الكحولات إلى كحولات أحادية أو ثنائية أو ثلاثية الهيدروكسيل تبعاً لعدد مجموعات الهيدروكسيل الموجودة بالكحول . والكحولات بوجه عام تتفاعل مع معادن الصوديوم لتكوين كحولات الصوديوم وتتفاعل مع الأحماض لتكوين الاسترات .

### الكحول الميثيلي $CH_3OH$

#### الخواص الطبيعية :

الكحول الميثيلي عبارة عن سائل عديم اللون ذى رائحة شبيهة برائحة الكحول الايثيلي ، وهو يمتزج بكل من الماء والكحول الايثيلي بجميع النسب . والكحول الميثيلي ذو تأثير سام ، أشد من الكحول الايثيلي وهو يسبب فقدان الإبصار قبل وقوع الوفاة .

#### الخواص الكيميائية :-

##### ١ - التأكسد :

يتأكسد الكحول الميثيلي معطياً مركب الفورمالدهيد أولاً ، ثم حمض الفورميك .





ويمكن أكسدة الكحول الميثيلي إما بواسطة سلك ساخن من الناس أو بواسطة مخلوط من حمض الكبريتيك وثاني كرومات البوتاسيوم أو بفعل محلول برمنجنات البوتاسيوم المحمضة .

(أ) سخن قليلا من الكحول الميثيلي في أنبوبة اختبار حتى يبلغ درجة الغليان ، ثم سخن سلك حلزوني من النحاس في اللهب ( حتى يتأكسد النحاس إلى أكسيد نحاس ) . واغمسه وهو ساخن في الكحول . أعد هذه التجربة عدة مرات . ولاحظ رائحة الفورمالدهيد النفاذة .

ويمكن الكشف على الفورمالدهيد المتكون كما يلي :

أضف إلى محلول الكحول الذي سبق أكسدته بضع قطرات من محلول الريزورسينول المخفف . ثم أضف باحتراس حوالي ٢ سم<sup>٣</sup> من حمض الكبريتيك المركز بحيث ينزلق الحمض على جدار الأنبوبة مكوناً طبقة بقاع الأنبوبة - لاحظ تكون حلقة حمراء بنفسجية عند سطح الانفصال التي سريراً ما تتحول إلى راسب أبيض يتغير لونه تدريجياً حتى يصبح بنفسجياً مائلاً إلى الاحمرار .

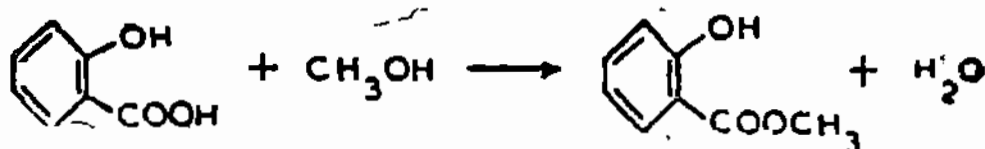
(ب) ضع في أنبوبة اختبار ١ سم<sup>٣</sup> من محلول ثاني كرومات البوتاسيوم و  $\frac{1}{4}$  سم<sup>٣</sup> من حمض الكبريتيك المركز - برد المزيج المتكون تحت ماء الصنبور ، ثم  $\frac{1}{4}$  سم<sup>٣</sup> من الكحول الميثيلي ، وسخن بلطف .

لاحظ تصاعد رائحة الفورمالدهيد النفاذة ، واخضرار لون المحلول .

(ج) أضف بضع نقط من الكحول الميثيلي إلى محلول محمض من برمنجنات البوتاسيوم - سخن المخلوط ، ولاحظ تصاعد غاز ثاني أكسيد الكربون ( الكحول الأيثيلي لا ينتج عنه غاز ثاني أكسيد الكربون ) .

## ٢ - تكوين الأستر :

يتفاعل الكحول الميثيلي مع الأحماض في وجود كاشف ماص للماء لتكوين الأسترات . ويستخدم أستر مالميلات الميثيل الناتج عن تفاعل الكحول الميثيلي مع حمض الساليسيليك والذي تشبه رائحته زيت الكافور في الكشف عن وجود الكحول الميثيلي .



ضع ١ سم<sup>٣</sup> من الكحول المثلج في أنبوبة اختبار جافة. ثم أضف إليه  $\frac{1}{4}$  سم<sup>٣</sup> من حمض الكبريتيك المركز وحوالي نصف جرام من حمض الساليسيك (أو أحد أملاحه) وسخن المحلول تسخيناً هيناً لمدة حوالي دقيقتين، ثم برد تحت ماء الصنبور صب السائل في كأس صغير نحترى على محلول بيكربونات الصوديوم. ولاحظ الرائحة الخاصة لاسترسالييلات المثلج.

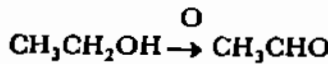
## الكحول الايثيلي $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$

### الخواص الطبيعية :

الكحول الأيثيلي عبارة عن سائل عديم اللون ، ذى طعم لاذع ، ورائحة مستعارة ، وهو يمتزج بكل من الكحول المثلج والماء بجميع النسب .

### الخواص الكيميائية :

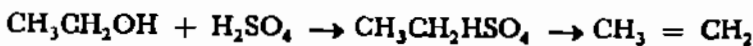
يتأكسد الكحول الأيثيلي في وجود بعض العوامل المؤكسدة متوسطة القوة معطياً مركب الاستالدهيد .



أضف  $\frac{1}{4}$  سم<sup>٣</sup> من حمض الكبريتيك المركز إلى محلول متوسط القوة من ثاني كرومات البوتاسيوم . ثم برد المزيج تحت ماء الصنبور ، أضف  $\frac{1}{4}$  سم<sup>٣</sup> من الكحول الأيثيلي ، ثم سخن تسخيناً هيناً ، ولاحظ تصاعد رائحة الاستالدهيد النفاذة .

### ٣ - حمض الكبريتيك المركز :

عند خلط حمض الكبريتيك المركز بالكحول الأيثيلي يتكون في التو المركب المسمى كبرينات الأيثيل الهيدروجينية - وعند إضافة زيادة من حمض الكبريتيك المركز يتصاعد غاز الأيثيلين بالتسخين .

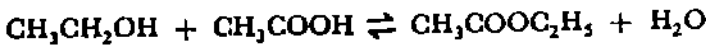


ضع ١ سم<sup>٣</sup> من الكحول الأيثيلي في أنبوبة اختبار جافة ، ثم أضف إليه ١ سم<sup>٣</sup> من حمض الكبريتيك المركز - لاحظ ارتفاع درجة حرارة المزيج نتيجة لتكون كبرينات الأيثيل الهيدروجينية -

أضفت زيادة من حمض الكبريتيك المركز (حوالي ٣ سم<sup>٣</sup>) ثم سخن ، لاحظ تصاعد غاز (عبارة عن غاز الإيثيلين وغاز ثاني أكسيد الكبريت . . إلخ) .

### تكوين الأستر :

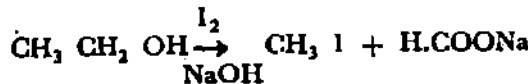
تتفاعل الأحماض الضعيفة ، مثل حمض الخليك مع الكحول الأيثلي ببطء جداً حتى أنه لا يظهر أى تغيير محسوس فى مدى عدة ساعات— وترداد سرعة التفاعل فى وجود الأحماض القوية مثل حمض الكبريتيك المركز ، غاز كلوريد الهيدروجين ، وسريعاً ما يصل التفاعل إلى حالة الاتزان .



ضع فى أنبوبة اختبار ١ سم<sup>٣</sup> من كل من حمض الخليك والكحول الأيثلي (أو كمية صغيرة من خللات الصوديوم) ثم أضف ١ سم<sup>٣</sup> من حمض الكبريتيك المركز — سخن المخلوط الناتج فوق حمام مائى لمدة دقيقتين ، ثم صب المخلول فى كأس به محلول مخفف من بيكربونات الصوديوم ، ولاحظ تصاعد الرائحة العطرية المميزة لاستر خللات الايثيل .

### ٤ — تفاعل اليودوفورم :

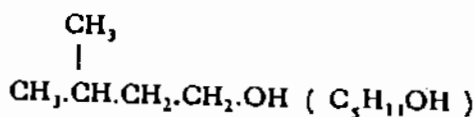
يتفاعل الكحول الايثلي مع المألوجينات فى وجود القلوبات أو مع محلول الميوكلوريت ... إلخ معطياً الكلورفورم أو البرومفورم أو اليودوفورم تبعاً لنوع المألوجين المستخدم ، فتفاعل اليود مثلاً مع الكحول «اليودوفورم» .



أضف ٣ سم<sup>٣</sup> من محلول اليود فى يوديد البوتاسيوم للمل ١ سم<sup>٣</sup> من الكحول ثم أضف إلى المحلول الناتج محلول هيدروكسيد الصوديوم قطرة قطرة حتى يتحول لون المحلول إلى اللون الأصفر — سخن المحلول فوق حمام مائى لمدة خمس دقائق ثم اتركه ليبرد تدريجياً — لاحظ تكون راسب متبلر من اليودوفورم الذى يتميز برائحته الخاصة .

ويستخدم هذا التفاعل فى التفرقة بين الكحول المثيل والكحول الايثلي ، حيث لا يعطى الكحول المثيل هذا التفاعل .

## الكحول الإمبلي ( الأيسو )



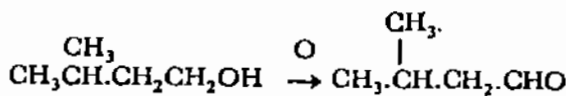
### الخواص الطبيعية :

الكحول الإمبلي كحول أولى أحادى الهيدروكسيل - وهو سائل ذو طعم لاذع يغلى عند  $131,6^\circ$  ، ويذوب بقلّة في الماء (بنسبة حوالي ٢٪ عند درجة  $15^\circ\text{م}$ ) - ويستخدم الكحول الإمبلي في تحضير خلّات الإمبلي التي تستعمل كمذيب في صناعة السيلولويد ، وإسترات السيلولوز ، ويستخدم كذلك في تحضير نثريت الأمبلي الذي يستخدم في الطب ، كما يستخدم الكحول الإمبلي أيضاً في صناعة الأيسوبرين الذي يمكن تحويله إلى المطاط الصناعي .

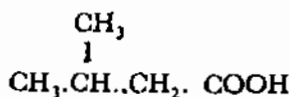
### الخواص الكيميائية :

#### ١ - التأكسد :

يتأكسد الكحول الإمبلي الأيسو في وجود بعض المواد المؤكسدة متوسطة القوة معطياً الالديهيد المقابل المسمى « الأيسوفالير الدهيد » .



ويمكن لهذا الالدهيد أن يتأكسد - في وجود زيادة من المادة المؤكسدة متحولاً إلى حمض الأيسوفاليريك .



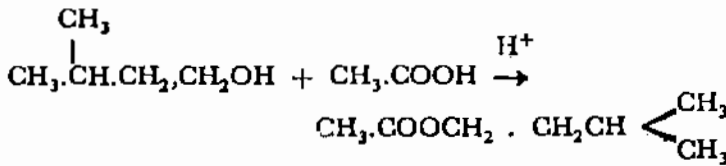
أصفر بضع قطرات من الكحول الأمبلي إلى ٢ سم<sup>٣</sup> من محلول برمنجنات البوتاسيوم ثم سخن المزيج لعدة دقائق فوق حمام - لاحظ تصاعد رائحة مركب الأيسو فالير الدهيد المستأغه - سخن المزيج بضع دقائق أخرى فوق حمام مائي أيضاً . ولاحظ تصاعد رائحة حمض الأيسو فاليريك التي تشبه رائحة الجبن الفاسد .

## ٢ - حمض الكبريتيك المركز :

يذوب الكحول الإيثيلي في حمض الكبريتيك المركز . وترتفع درجة حرارته المزيج .  
ضع ١ سم<sup>٣</sup> من الكحول الإيثيلي في أنبوبة اختبار جافة ، ثم أضف إليه ١ سم<sup>٣</sup> من حمض  
الكبريتيك المركز ولاحظ ارتفاع درجة حرارة المزيج واختفاء طبقة الكحول - سخن المحلول  
الناتج ولاحظ ظهور لون أحمر - بني .

## ٣ - تكوين الأستر :

يتفاعل الكحول الإيثيلي مع الأحماض العضوية مثل حمض الخليك لتكوين الأسترات .  
وتزداد سرعة التفاعل في وجود الأحماض القوية مثل حمض الكبريتيك المركز ، أو غاز كلوريد  
الهيدروجين .



ضع  $\frac{1}{4}$  سم<sup>٣</sup> من كل من حمض الخليك والكحول الإيثيلي في أنبوبة اختبار جافة ، ثم أضف  
قطرتين من حمض الكبريتيك المركز - سخن المحلول بضع دقائق فوق حمام مائي ، ثم صب  
المحلول الناتج في كأس به محلول مخفف من بيكربونات الصوديوم ولاحظ تصاعد رائحة استرخلات  
الإيثيل العطرية والتي تشبه رائحة الموز .

كحول الألائيل  $\text{CH}_2 = \text{CH} \cdot \text{CH}_2\text{OH}$ 

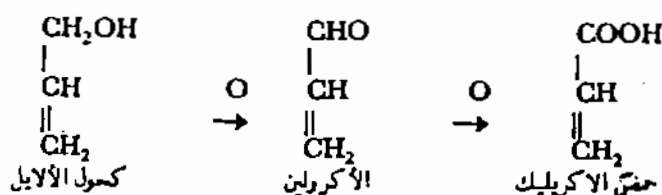
## الخواص الطبيعية :

كحول الألائيل كحول أول أحادي الهيدروكسيل يحتوي على رابطة مزدوجة ، وهو بهذا  
يتميز ببعض خواص المركبات غير المشبعة ، وكحول الألائيل سائل عديم اللون ذو رائحة نفاذة  
غير مستساغة ، وهو يغلي عند ١٧°م ويختلط بالماء بجميع النسب ، ويشعل بلهب ملدن .

## الخواص الكيميائية :

## ١ - التأكسد :

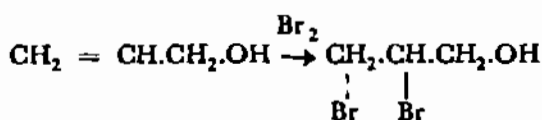
يتأكسد كحول الألائيل في وجود بعض المركبات المؤكسدة مثل برمنجنات البوتاسيوم .  
أو ثاني كرومات البوتاسيوم معطياً أولاً الإلهيد غير المشبع المسمى بالأكرولين وباستمرار  
عملية الأكسدة يتحول الإلهيد إلى الحمض غير المشبع المسمى حمض الأكرليك



أضف قطرتين من كحول الألائيل إلى ٢ سم<sup>٣</sup> من محلول ثاني كرومات البوتاسيوم المخمض  
بحمض الكبريتيك ، ثم سخن المزيج بلطف فوق حمام مائي - لاحظ تصاعد رائحة الإكرولين  
النفاذ غير المشاعفة والتي تشبه رائحة اللعن المحترق .

## ٢ - ماء البروم :

يحتوى كحول الألائيل على مجموعة الفايثيل غير المشبعة وهو لذلك يضيف البروم معطياً  
ثنائي برومو كحول البروبايل

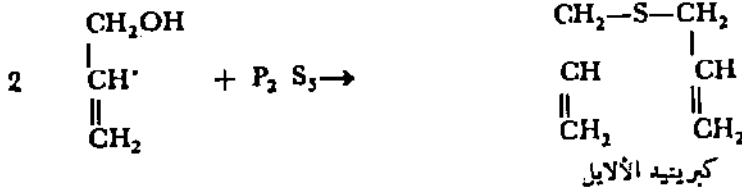


ثنائي برومو كحول البروبايل

أضف قطرتين من كحول الألائيل إلى ١ سم<sup>٣</sup> من ماء البروم ولاحظ اختفاء لون البروم  
فوراً .

## ٣ - خامس كبريتيد الفسفور :

تفاعل الكحولات مع خامس كبريتيد الفسفور لتعطي كبريتيدات ، وبذلك يتفاعل  
كحولات الألائيل معطياً كبريتيد الألائيل ذو الرائحة الخاصة التي تشبه رائحة الثوم . بل إنه  
يسمى « زيت الثوم »



أضف  $\frac{1}{4}$  سم<sup>3</sup> من كحول الألايل إلى قليل من مسحوق خامس كبريتيد الفسفور .  
ثم سخن المخلوط تسخيناً هيناً - لاحظ الرائحة النافذة لكبريتيد الألايل التي تشبه رائحة الثوم .

### ملاحظة :

إذا لم يتوفر خامس كبريتيد الفسفور ، يمكن تحضيره في أنبوبة الاختبار بتسخين قطعة صغيرة من الكبريت ( ٣ م مكعب ) مع نصف حجمها من الفوسفور الأحمر .

## الكحول البتريلي $\text{C}_6\text{H}_5\text{CH}_2\text{OH}$

### الخواص الطبيعية :

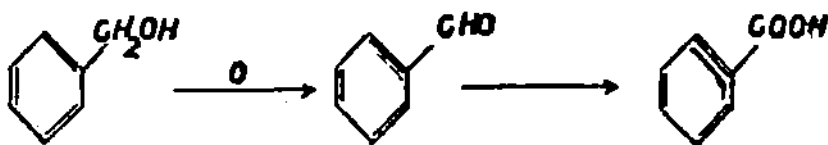
الكحول البتريلي يعتبر كحولا عطريا ، وهو كحول أول أحادي الهيدروكسيل ، حيث ترتبط فيه المجموعة الكحولية الأولية مباشرة بنواة البترول ، على الرغم من هذا فإنها تتفاعل في أغلب حالاتها مثل بقية الكحولات الأليفاتية دون أن تتأثر نواة البترول ، بل هو يشبه في أغلب تفاعلاته الكحول الأثيري .

الكحول البتريلي سائل عديم اللون ذو رائحة عطرية خفيفة ، ويقل عند ٢٠٤° م وهو قليل اللزوبان في الماء .

### الخواص الكيميائية :

#### ١ - التأكسد :

يتأكسد الكحول البتريلي - في وجود بعض المواد المؤكسدة مثل حمض النتريك المخفف إلى مركب البيزالدهيد ، وهو يشبه في ذلك ، الكحولات الأولية ، وهو يعطى ، في آخر الأمر حمض البيرويك في وجود زيادة من المادة المؤكسدة بالتسخين .



أضف بضعة قطرات من الكحول البتريلي (حوالي  $\frac{1}{4}$  سم<sup>٣</sup>) إلى ٣ سم<sup>٣</sup> من حمض النتريك المخفف . سخن المحلول إلى درجة الغليان : لاحظ ظهور رائحة البنزالدهيد الخاصة المميزة - استمر في التسخين لمدة حوالي ٥ دقائق ، ثم برد المحلول في الثلج - ولاحظ ظهور راسب أبيض من حمض البترريك الذي يتصلب عند ١٢٢°م .

## ٢ - حمض الهيدروكلوريك المركز :

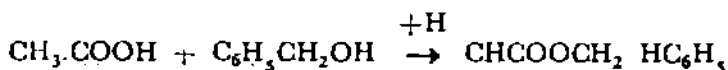
يتفاعل الكحول البتريلي مع حمض الهيدروكلوريك المركز معطياً كلوريد البتريل :



أضف ١ سم<sup>٣</sup> من الكحول البتريلي إلى ٢ سم<sup>٣</sup> من حمض الهيدروكلوريك المركز ولاحظ أن السائلين يمتزجان إلى حد كبير - سخن المحلول بلطف لمدة قصيرة ولاحظ أن السائل يتعكر ، ثم ينفصل إلى طبقتين . وذلك نتيجة لتكون مركب كلوريد البتريل عديم الذوبان في الماء ، والذي يتميز برائحة خاصة مميزة ، وتدمع العين قليلاً .

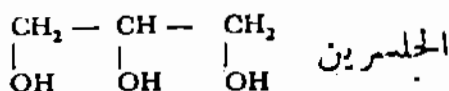
## ٣ - تكوين الأستر :

يشبه الكحول البتريلي الكحولات الأليفاتية إلى حد كبير . وبذلك فهو يكون أسرات بتريلية مع كثير من الأحماض العضوية . مثل حمض الخليك .



أضف  $\frac{1}{4}$  سم<sup>٣</sup> من حمض الخليك إلى  $\frac{1}{4}$  سم<sup>٣</sup> من الكحول البتريلي في أنبوبة اختبار جافة ، ثم أضف قطرتين من حمض الكبريتيك المركز - سخن المحلول لمدة ثلاث دقائق فوق حمام مائي ، ثم صب المحلول الناتج في كأس به محلول مخفف من كربونات الصوديوم ، لاحظ تصاعد رائحة خللات البتريل العطرية المميزة والتي تشبه رائحة الياسمين ، وهي تستعمل في صناعة العطور .





### الخواص الطبيعية :

يتمى الجلسرين إلى مجموعة الكحولات المعروفة بالكحولات عديدة الهيدوكسيل وهو كحول ثلاثي الهيدروكسيل .

والجلسرين عبارة عن سائل لزج القوام ، عديم الرائحة واللون ، ويتميز بطعم حلو ويتحول الجلسرين . عند تبريده إلى مادة صلبة متبلرة . تنصهر عند درجة ٢٠°م ، وتغلي عند درجة ٢٩٠°م دون أن يتحلل أو يتكسر ، والجلسرين يمتزج بكل من الكحول والماء بجميع النسب ، ولكنه عديم الذوبان في الأثير .

### الخواص الكيميائية :

#### ١ - الذوبان :

(أ) أضف ١ سم<sup>٣</sup> من الأثير إلى ١ سم<sup>٣</sup> من الجلسرين ، ولاحظ أن السائلين لا يمتزجان - رج الأنبوبة جيداً وانتركها جانباً ولاحظ أن المزيج سريعاً ما يفصل إلى طبقتين مما يدل على أن الجلسرين لا يذوب في الأثير . أضف إلى المزيج ١ - ٢ سم<sup>٣</sup> من الكحول ، ولاحظ اختفاء الطبقتين السابقتين .

(ب) أذب قليلاً من الجلسرين في الماء ، ولاحظ طعم المحلول الحلو .

#### ٢ - التأكسد :

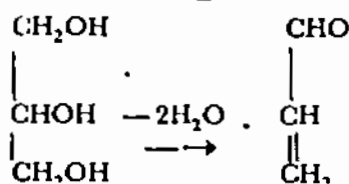
تنتج عن تأكسد الجلسرين بواسطة بعض العوامل المؤكسدة كثير من المركبات العضوية ، وهو يتحول في نهاية الأمر إلى ثاني أكسيد الكربون والماء .

أضف إلى حوالي ٢ سم<sup>٣</sup> من محلول ثاني كرومات البوتاسيوم الحمضة ، بضع قطرات من الجلسرين ، ثم سخن المحلول الناتج تسخيناً هيناً ، لاحظ حدوث فوران بسيط نتيجة لتصاعد غاز ثاني أكسيد الكربون .

#### ٣ - اختيار الأكرولين :

عند معالجة الجلسرين ببعض المواد الماصة للماء مثل حمض الكبريتيك أو بيكبريتات

البوتاسيوم ، يتكون الألدريد غير المشع المسمى « الاكرولين » والذي يعرف برائحته القوية النفاذة .



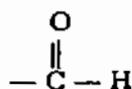
سخن بضع قطرات من الجلوسرين مع  $\frac{1}{4}$  جم من بيكربونات البوتاسيوم . (أو ١ سم<sup>٣</sup> من حمض الكبريتيك المركز) ولاحظ رائحة الأكرولين القوية النفاذة .

### ٦ - اختبار البوراكس :

أضف قطرة من الفينولفثالين إلى ١ سم<sup>٣</sup> من محلول البوراكس المخفف ، ولاحظ تلون المحلول باللون الأحمر - أضف ١ سم<sup>٣</sup> من الجلوسرين ، ولاحظ اختفاء اللون - سخن المحلول تسخيناً هيناً : ولاحظ عودة اللون الأحمر الذي يختفي ثانية عند تبريد المحلول .

## الألددهيدات

الألددهيدات هي نواتج التأكسد الأول للكحولات الأولية ، وتتميز الألددهيدات بوجود مجموعة الألددهيد - التي تكذب عادة



وتنقسم الألددهيدات إلى ألددهيدات اليافاتية . مثل الفورمالدهيد والاسيتالدهيد ، الكورال ، وهيدرات الكلورال - وإلى الدهيدات عطرية ، مثل البنزالدهيد والساليالدهيد ، وتتميز هذه الأخيرة في أن مجموعة الألددهيد فيها ترتبط مباشرة بتواة البنزول .

### الفورمالدهيد H.CHO

#### الخواص الطبيعية :

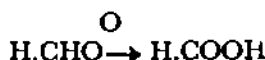
يختلف الفورمالدهيد ، أبسط الألددهيدات ويتميز عن بقية أعضاء المجموعة في أنه غاز ذو رائحة نفاذة قوية . ويمكن تكثيف هذا الغاز إلى سائل يغلي عند درجة - ٢١°م والفورمالدهايد

سهل الذوبان في الماء حيث يكون محلولاً بدرجة تركيزه ٤٠٪ . يعرف بالفورمالين - والفورمالدهيد ذو تأثير سام . تتخثر في وجوده البروتينات .

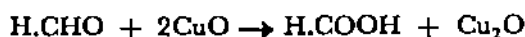
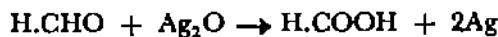
## الخواص الكيميائية :

### ١ - الاختزال :

يتأكسد الفورمالدهيد بسهولة مكوناً حمض الفورميك . . ونظراً لسهولة تأكسده فهو يتصرف كعامل مختزل ، فهو سريعاً ما يختزل محاليل الفضة القلوية إلى معدن الفضة .



وهو يختزل أيضاً المحاليل القلوية لأملاح النحاس إلى أكسيد النحاسوز . ويستخدم محلول فهلنج في الكشف عن الألدهيدات ، وهو عبارة عن محلول قلوي من طرطرات البوتاسيوم والنحاس ، وهو يعطى - عند تسخينه - مع الألدهيدات رسباً أحمر يميل إلى الاصفرار من أكسيد النحاسوز .



( أ ) ضع ١ سم<sup>٣</sup> من محلول نترات الفضة النشادرى في أنبوبة اختبار نظيفة ثم أضف  $\frac{1}{4}$  سم<sup>٣</sup> من محلول الفورمالدهيد ، وأغمر الأنبوبة في كأس به ماء ساخن لاحظ تكون مرآة من الفضة على جدار الأنبوبة الداخلى . ( يتسبب عن التسخين السريع ترسب معدن الفضة على هيئة مسحوق أسود ) .

( ب ) أخلط حجمين متساويين من محلول فهلنج ١،٢ ( ١ سم<sup>٣</sup> من كل منهما ) ثم سخن - أضف ١ سم<sup>٣</sup> من محلول الفورمالدهيد وسخن مرة أخرى ، لاحظ تكون رسب أصفر من أكسيد النحاسوز ، الذى يتغير لونه إلى الأحمر البرتقالى بزيادة التسخين .

### ٢ - اختبارات ذات ألوان مميزة :

ينتج عن تفاعل الفورمالدهيد مع بعض المواد الكاشفة ألوان خاصة مميزة له  
( أ ) أضف بضع قطرات من محلول الفورمالدهيد إلى ١ سم<sup>٣</sup> من محلول كاشف شيف ولاحظ ظهور لون أحمر باهت .

( ب ) أضف إلى ٥ سم<sup>٣</sup> من محلول الفورمالدهيد ١ سم<sup>٣</sup> من محلول فينيل الهيدازين ( ٣٪ ) ، ١ سم<sup>٣</sup> من محلول حديدى سيانيد البوتاسيوم ، ٢ سم<sup>٣</sup> من حمض الهيدروكلوريك المركز . لاحظ ظهور لون أحمر قرمزى .

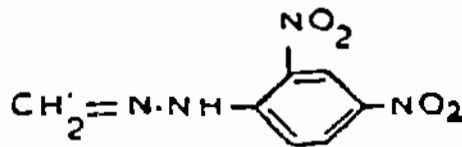
وهذا الكشف حساس جداً . إذ يمكن بواسطته الكشف عن الفورمالدهيد في محاليله المختلفة جداً بنسبة جزء إلى ١٠٠,٠٠٠ جزء من الماء .

(ح) أضف قطرة أو قطرتين من محلول الريزورسينول (٠.٥٪) إلى ١ سم<sup>٣</sup> من محلول الفورمالدهيد ثم أضف ٢ سم<sup>٣</sup> من حمض الكبريتيك المركز بحيث يتلصق الحمض على جدران الأنبوبة لتكوين طبقة منفصلة بقاع الأنبوبة . لاحظ تكون حلقة حمراء بنفسجية عند سطح الانفصال . ثم لاحظ تكون راسب أبيض يتغير لونه بالتدرج إلى أحمر / بنسجي .

### ٣ - تكوين مركب مشتق :

يتفاعل الفورمالدهيد مع بعض المركبات التي تحتوي على الهيدروجين ، وينفصل الماء في التفاعل - فهو يتفاعل مثلاً مع فينيل الهيدرازين مكوناً مركبات تسمى فينيل هيدرازون وهي مواد صلبة متبلرة لها درجات انصهار ثابتة محددة - وهي لذلك تستخدم في التعرف على الألدهيدات والمركبات المشابهة المحتوية على مجموعة الكربونيل .

ويمكن التعرف على الفورمالدهيد في صورة المركب المشتق المسمى ٢ : ٤ ثنائي ثيوفينيل الهيدرازون .



أضف بضع قطرات من محلول الفورمالدهيد إلى ٣ سم<sup>٣</sup> من محلول ٢ : ٤ ثنائي ثيوفينيل الهيدرازين الكحولي ثم سخن لمدة  $\frac{1}{4}$  دقيقة ، برد المحلول ، ورشح الراسب الأصفر / البرتقالي المتكون ، ثم أعد تبلوره من الكحول - عين درجة انصهار هذه البلورات ، (درجة الانصهار ١٥٥°م) .

### الأسيتالدهيد $\text{CH}_3\text{CHO}$

#### الخواص الطبيعية :

يعتبر الأسيتالدهيد في خواصه مثلاً لمجموعة الألدهيدات - وهو سائل عديم اللون ذو رائحة نفاذة إلا أن محاليله المخففة لها رائحة مقبولة ، ويمتزج الأسيتالدهيد بالماء بجميع النسب : ويمكن فصله عن الماء بإضافة كمية كبيرة من كلوريد الكالسيوم إلى المحلول .

## الخواص الكيميائية :

### ١ - الاختزال :

يتصرف الايتالدهيد كعامل مختزل - وهو يشبه في هذا الفورمالدهيد وذلك نتيجة لسهولة تأكسده إلى حمض الخليك - وهو يختزل محاليل أملاح الفضة القلوية إلى معدن الفضة ، ومحاليل أملاح النحاس القلوية إلى أكسيد النحاسوز .

( أ ) أضف  $\frac{1}{4}$  سم<sup>٣</sup> من الايتالدهيد إلى ١ سم<sup>٣</sup> من محلول نترات الفضة النشادري ثم أغمر الأنبوبة في كأس به ماء ساخن - لاحظ تكون مرآة من الفضة على جدار الأنبوبة الداخلي .

( ب ) أضف ١ سم<sup>٣</sup> من الايتالدهيد إلى محلول فهلنج ١ ، ٢ (حجمين متساويين من كل منهما) ثم سخن إلى درجة الغليان - لاحظ تكون راسب أحمر / برتقالي من أكسيد النحاسوز .

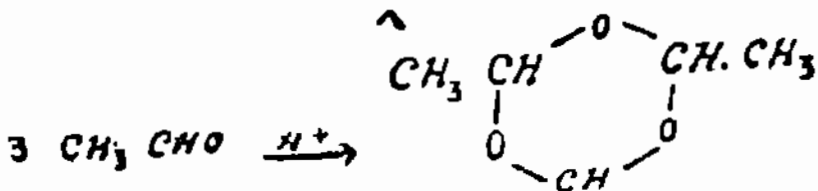
### ٣ - اختبارات ذات ألوان مميزة :

( أ ) أضف بضع قطرات من الايتالدهيد إلى ١ سم<sup>٣</sup> من كاشف شيف لاحظ ظهور لون أحمر باهت .

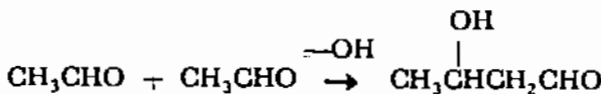
( ب ) أضف قطرة من الايتالدهيد إلى ١ سم<sup>٣</sup> من محلول نبرويرسيد الصوديوم ثم أضف زيادة من محلول هيدروكسيد الصوديوم - لاحظ ظهور لون أحمر .

### ٣ - البلمرة :

تتحد جزيئات الأيتالدهيد - تحت بعض الظروف الخاصة مع نفسها لتكوين بلمرات ، ففي وجود كمية صغيرة من حمض الكبريتيك مثلاً ، يتكون المركب المسمى البارالدهيد .



ويتفاعل الايتالدهيد مع نفسه - في وجود القلويات المخففة لتكوين المركب المسمى الأليلول .



ويمكن أن تتفاعل عدة جزيئات من الأستالدهيد بنفس الطريقة السابقة لتعطي صمغ الألبند .

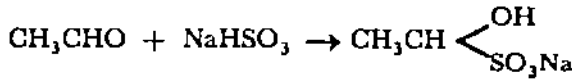
(٢) أضف قطرة من حمض الكبريتيك المركز إلى ١ سم<sup>٣</sup> من الأستالدهيد ، لاحظ إرتفاع درجة حرارة المزيج نتيجة لتكوين البارالدهيد . أضف ٢ سم<sup>٣</sup> من الماء ولاحظ ظهور زيت نتيجة لعدم ذوبان البارالدهيد المتكون في الماء .

ويستخدم هذا الكشف للفرقة بين الفورمالدهيد والأستالدهيد ،

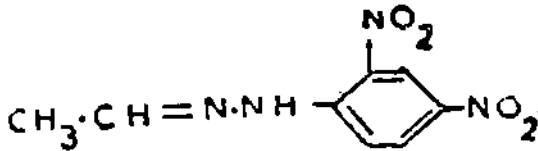
(ب) أضف ٢ سم<sup>٣</sup> من محلول هيدروكسيد الصوديوم (٥٪) إلى ١ سم<sup>٣</sup> من الأستالدهيد ، ثم سخن - لاحظ تكون صمغ الألبند أصفر اللون ذي رائحة المميزة .  
(يستخدم هنا الكشف للفرقة بين الفورمالدهيد والأستالدهيد) .

#### ٤ - تكوين مركب مشتق :

يتفاعل الأستالدهيد مع كثير من المركبات التي تحتوى على الهيدروجين عن طريق تفاعلات الإضافة ومن بين المركبات التي تتفاعل بهذه الطريقة النشادر وسانيد الهيدروجين ويكبريت الصوديوم .



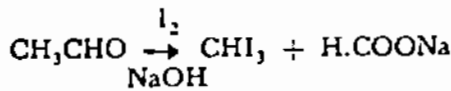
ويتحد الأستالدهيد أيضاً مع بعض المواد التي تحتوى على الهيدروجين عن طريق انفصال الماء - ومن بين هذه المركبات الهيدروكسيلاتمين - والهيدرازين وفينيل الهيدرازين ، ويستعمل عادة ٢ : ٤ - ثنائي نتروفينيل الهيدرازين للتعرف على المركبات التي تحتوى على مجموعة الكربونيل ، وذلك لأنه يعطي مشتقات صلبة ذات درجات انصهار محددة ثابتة .



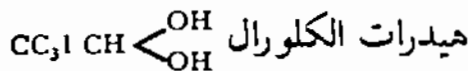
(٢) أضف ١ سم<sup>٣</sup> من الأستالدهيد إلى حوالى ٥ سم<sup>٣</sup> من محلول بيكبريت الصوديوم المركز ، ثم رج المزيج جيداً مع التبريد - لاحظ انفصال بللورات من مركب الإضافة المتكون .  
(ب) أضف بضع قطرات من الأستالدهيد إلى حوالى ٢ سم<sup>٣</sup> من محلول كبرينات ٢ : ٤ - ثنائي نتروفينيل الهيدرازين الكحولى ، ثم سخن - برد المحلول ثم رشح الراسب الأصفر / البرتقال المتكون ، بلورة من الكحول ، وعين درجة انصهار البلورات (درجة الانصهار ١٦٢°) .

### ٥ - اختبار اليودوفورم :

يتفاعل الاستالدهيد مع محلول اليود في وجود هيدروكسيد الصوديوم معطياً مركب اليودوفورم كما يلي :

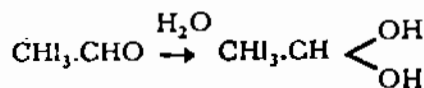


خفف  $\frac{1}{4}$  سم<sup>٣</sup> من الاستالدهيد بإضافة ١ سم<sup>٣</sup> من الماء، ثم أضف ٢ سم<sup>٣</sup> من محلول اليود (في يوديد البوتاسيوم) - أضف محلول هيدروكسيد الصوديوم المخفف قطرة قطرة حتى يتلون المحلول باللون الأصفر الباهت - أغمر الأنبوبة في كأس به ماء ساخن لفترة قصيرة (حوالي ٥ دقائق) ثم اترك المحلول ليبرد - لاحظ انفعال مركب اليودوفورم ذي الرائحة المميزة على هيئة راسب أصفر متبلر .



### الخواص الطبيعية :

الكلورال أو ثلاثي كلورو الاستالدهيد ، مركب هام من الناحية الطبية . وهو يستخدم في صناعة ميد الحشرات المسمى د.د.ت. (ثلاثي كلور ثنائي فينيل ثلاثي كلورو الإيثان) . ويحضّر الكلورال صناعياً بفعل الكلور في الكحول الأثيل ، ويكون الناتج مختلطاً بكمية صغيرة من الماء حيث تتكون المادة المتبلرة المسماة هيدرات الكلورال .



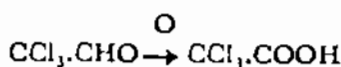
والكلورال عبارة عن سائل عديم اللون . ذوائحة نقادة . يغلي عند درجة ٩٧,٧° م - أما هيدرات الكلورال فهي مادة متبلرة تنصهر عند درجة ٥٢° م وهي ذات رائحة نقادة وطعم لاذع - سهلة الذوبان في الماء .

وتستخدم هيدرات الكلورال كمادة منومة إلا أنها تستعمل في أضيّق الخلدود - حيث أن من يتعاطاها بانتظام لا يمكنه الإستغناء عنها .

## الخواص الكيميائية :

### ١ - الاختزال :

يتميز كل من الكلورال وهيدرات الكلورال بسرعة . تأكدهما إلى حمض ثلاثي كلورو الأستيك وما يشبهان في هذه الخاصية بقية الألدهيدات .



وتتصرف هيدرات الكلورال كمادة مختزلة ، فهي تختزل كلا من محلول نترات النفضة الشادري ومحلول فهلنج .

( أ ) أذبت كمية صغيرة من هيدرات الكلورال (حوالي  $\frac{1}{4}$  جم) في كمية صغيرة من الماء ، أضف ١ سم<sup>٣</sup> من محلول نترات النفضة الشادري . سخن ولاحظ تكوين مرآة من النفضة على جدار الأنبوبة الداخلي .

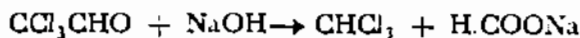
( ب ) أذبت  $\frac{1}{4}$  جم من هيدرات الكلورال في الماء ، ثم أضف إليها محلول مكون من حجمين متساويين من محلول فهلنج ١ : ٢ ( ١ سم<sup>٣</sup> من كل منهما) . ثم سخن - لاحظ ظهور راسب أحمر من أكسيد النحاس .

### ٢ - كاشف شيف :

هيدرات الكلورال لا تؤثر في كاشف شيف . ويبقى لون المحلول كما هو بدون تغيير .

### ٣ - التحلل المائي :

تعطى هيدرات الكلورال عند تسخينها مع انقلوبات كلا من الكلوروفورم و ملح الفورمات .



أضف كمية صغيرة من هيدرات الكلورال إلى ٢ سم<sup>٣</sup> من محلول هيدروكسيد الصوديوم ثم سخن تسخيناً هيناً . لاحظ تصاعد أبخرة الكلوروفورم ذات الرائحة الأثيرية المميزة .

### ٤ - بيكبريتيت الصوديوم :

أضف كمية صغيرة من هيدرات الكلورال على هيئة مسحوق (حوالي ٠.٢ جم) إلى ٢ سم<sup>٣</sup> من محلول مشبع من بيكبريتيت الصوديوم . ثم رج الأنبوبة جيداً - لاحظ ذوبان هيدرات الكلورال أولاً . ثم ظهور راسب أبيض من مركب الإضافة ، وخاصة عند تبريد المحلول .



## ٥ - اختبار الكربلامين :

بما أنه سهل نحل هيدرات الكلورال إلى الكلورفورم . فإن هذا المركب لابد أن تعطي اختبار الكربلامين .

أضف بضع بللورات من هيدرات الكلورال إلى ٤ سم<sup>٣</sup> من محول هيدروكسيد البوتاسيوم الكحولي ، ثم أضف قطرتين من الأنيلين ، وسخن المزيج - لاحظ نفاذة رائحة الأيسميانيد النفاذة غير المتساغة - أضف باحتراس حمض الهيدروكلوريك المركز وذلك للتخلص من رائحة الأيسميانيد .

## البنزالدهيد $C_6H_5CHO$

### الخواص الطبيعية :

يسمى البنزالدهيد إلى مجموعة الألدهيدات العطرية حيث ترتبط مجموعة الألدهيد  $CHO$  - في جزيئة ارتباطاً مباشراً بنواة البنزول .

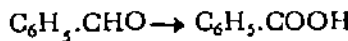
والبنزالدهيد سائل عديم اللون في حالته النقية ، ذو رائحة خاصة تشبه رائحة اللوز ، وهو مركب غير سام .

ويغلي البنزالدهيد عند درجة حرارة ١٨٠°م ، وهو أنقل من الماء ، ولا يذوب فيه ، ويوجد البنزالدهيد في اللوز المر ، وفي قشور ثمرة الخوخ . . . إلخ ، وهو يعطي تفاعلات الألدهيدات الأليفاتية .

### الخواص الكيميائية :

#### ١ - الاختزال :

البنزالدهيد مركب سهل التأكسد حيث يتحول إلى حمض البنزويك . وهو بذلك يتصرف كأنه عامل مختزل . وهو يختزل محاليل أملاح الفضة القلوية إلى معدن الفضة ولكنه لا يختزل محلول فهلنج .



(٢) أضف بضع قطرات من البنزالدهيد إلى ٢ سم<sup>٣</sup> من محول نترات الفضة النشاردي ، ثم سخن المحلول فوق حمام مائي مع الرج المستمر ، لاحظ تكون مرآة من الفضة يبطه على جدران الأنبوبة الداخلي .

(ب) أضف  $\frac{1}{2}$  سم<sup>٣</sup> من البنزالدهيد إلى ٢ سم<sup>٣</sup> من محلول فهلنج ١ : ٢ ، ثم سخن ولاحظ عدم حدوث تغير ظاهر ، وذلك لأن البنزالدهيد لا يختزل محلول فهلنج .

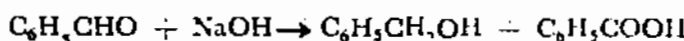
(ج) أضف بضع قطرات من البنزالدهيد إلى ١ سم<sup>٣</sup> من محلول برمنجنات البوتاسيوم ثم رج المزيج جيداً - لاحظ زوال لون البرمنجنات نتيجة لتأكسد البنزالدهيد إلى حمض البيرويك .

## ٢ - كاشف شيف :

أضف يوضع قطرات من البنزالدهيد إلى ١ سم<sup>٣</sup> من كاشف شيف ، ورج المحلول . لاحظ تظهور لون أحمر باهت في المحلول .

## ٣ - تفاعل كانيزارو :

لا يعطى البنزالدهيد مع محلول هيدروكسيد الصوديوم ناتجاً راتنجياً . كما في حالة الاسيتالدهيد ، ولكنه يتفاعل مع القوي معطياً بتروات الصوديوم والكحول البنزيلي .



أضف  $\frac{1}{2}$  سم<sup>٣</sup> من البنزالدهيد إلى ٣ سم<sup>٣</sup> من محلول هيدروكسيد الصوديوم متوسط التركيز ، ثم سخن المحلول إلى درجة الغليان ، لمدة دقيقتين ، برد المحلول وحمضه بإضافة حمض الهيدروكلوريك المركز - لاحظ انفصال راسب أبيض متبلر من حمض البيرويك عند تبريد المحلول في الثلج .

## ٤ - اختبار اليودوفورم :

يعد اختبار اليودوفورم مميّزاً للمركبات العضوية التي تحتوي جزيئاتها على المجموعة  $\text{CH}_3\text{CO}$  وهذا السبب لا يعطى البنزالدهيد هذا الاختبار .

## ٥ - اختبار ذو لون مميز :

سخن  $\frac{1}{2}$  سم<sup>٣</sup> من البنزالدهيد مع ١ سم<sup>٣</sup> من مركب ثنائي مثل الأنيلين في وجود كمية صغيرة جداً من كلوريد الزنك اللامائي . لاحظ تلون المحلول باللون الأخضر وذلك نتيجة لتكوين الصبغة الخضراء المسماة « أخضر مالاكيت » .

## ٦ - تكوين مركب مشتق :

يتفاعل البنزالدهيد مع بيكربيت الصوديوم لتكوين مركب بالإضافة - وهو يتفاعل أيضاً مع بعض المركبات الأخرى التي تحتوي على هيدروجين مثل الهيدروكسيلاين والميلرازين

٢ : ٤ - ثنائي نتروفينيل الميلازوين . . . إلخ . وينفصل الماء في التفاعل :

( أ ) أصف ١ سم<sup>٣</sup> من البنزالدهيد إلى حوالي ٥ سم<sup>٣</sup> من محلول مركز من بيكربيت الصوديوم في الماء - رج المحلول جيداً . ثم برده ولاحظ تكون راسب أبيض متبلر من مركب بالإضافة .

( ب ) جهاز محلولاً من نقطتين من البنزالدهيد في ١ سم<sup>٣</sup> من الكحول الأثيلي ثم أصف إليه ١ سم<sup>٣</sup> من كبريتات ٢ : ٤ - ثنائي نتروفينيل الميلازوين الكحولي ، سخن المخلوط الناتج فوق حمام مائي لمدة نصف دقيقة . ثم برده ، ورشح الراسب البرتقالي / الأحمر المتكون - أعد ترسيب بلورة الناتج الصلب من الكحول الأثيلي : ثم عين درجة انصهار البلورات .

( درجة الانصهار ٢٣٥ درجة مئوية ) :

### الساليسالدهيد $HO.C_6H_4.CHO$

#### الخواص الطبيعية :

الساليسالدهيد ، الدهيد عطري ، وهو يحتوي ، بجوار مجموعة الألدريد ، على مجموعة الهيدروكسيل الفينولية ، بذلك يتصف بخواص كل من الألديدات والفينولات . والساليسالدهيد سائل عديم اللون تقريباً ، يتلون باللون البني الأحمر عند تعرضه للجو وخاصة بعد فترة طويلة ، وهو يفتل عند ١٩٦° ، وله رائحة عطرية تشبه رائحة البنزالدهيد ، وهو يصيغ الجلد بلون أصفر داكن ، ومثله في هذا كمثله بقية الألديدات الفينولية .

ويستخدم مشتق الأوكريم لهذا الألدريد في الكشف عن الاستون ، وكذلك في التقدير الكمي لمعدن النحاس .

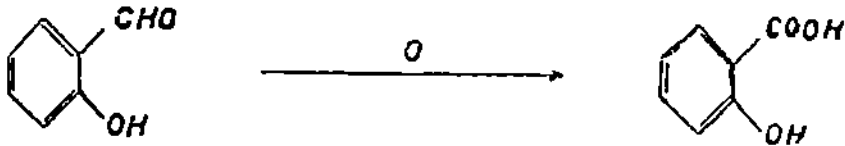
#### الخواص الكيميائية :

##### ١ - كاشف شيف :

على الرغم من أن الساليسالدهيد يحتوي على مجموعة الألدريد إلا أنه بعيد اللون إلى كاشف شيف ( اختبار سالب ) .

##### ٢ - التأكسد :

يتأكسد الساليسالدهيد بسهولة إلى الحمض المقابل له ، وهو حمض الساليسليك . وذلك في وجود بعض المواد المؤكسدة مثل برمنجنات البوتاسيوم .



مع مخلوطاً من  $\frac{1}{4}$  سم<sup>٣</sup> من الساليسالدهيد . ١٥ - سم<sup>٣</sup> من محلول برمنجنات البوتاسيوم المشع ،  $\frac{1}{4}$  جم من كربونات الصوديوم في دورق مخروطي صغير . ثم سخن هذا المخلوط فوق حمام مائي لمدة عشر دقائق - حمض المخلول ثم أضيف إليه محلولاً مشبعاً من كربونات الصوديوم حتى يتوب جميع ثاني أكسيد المنجنيز المترسب - برد المخلول . ولاحظ انفصال حمض الساليسيك على هيئة بلورات عديمة اللون تنصهر عند (١٥٨°م) .

### ٣ - الاختزال :

لا يختزل الساليسالدهيد كلاً من محلول فهلنج أو نترات الفضة النشادرية . لاحظ عند إجراء التجربة أن محلول فهلنج يتلون باللون الأخضر الباهت ولكنه لا يختزل - لاحظ أن الساليسالدهيد يختزل محلول نترات الفضة النشادرية إذاترك المزيج جانباً لمدة طويلة :

### ٤ - تفاعل كانيزارو :

لا يعطى الساليسالدهيد تفاعل كانيزارو بسهولة ولكن يمكن محلولاً أصفر اللون مع هيدروكسيد الصوديوم - وعند استخدام محلول مركز ساخن من هيدروكسيد الصوديوم يتأكسد الساليسالدهيد في وجود الهواء الجوي إلى حمض الساليسيك .

أضف ١ سم<sup>٣</sup> من الساليسالدهيد إلى ٣ سم<sup>٣</sup> من محلول ٣٠٪ من هيدروكسيد الصوديوم ، ثم سخن المزيج سخياً هيناً مع الرج لمدة عشر دقائق - لاحظ تلون المحلول باللون الأصفر . حمض المخلول البارد باحتراس ، لاحظ انفصال حمض الساليسيك عند تبريد المخلول .

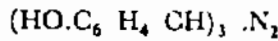
### ٥ - كلوريد الحديديك :

يحتوي الساليسالدهيد على مجموعة الهيدروكسيل الفينولية ، وهو لهذا يعطى لوناً مميزاً مع محلول كلوريد الحديديك .

أنسف قطرتين من الساليسالدهيد إلى ١ سم<sup>٣</sup> من الماء في أنبوبة اختبار رج المزيج ، ثم أضف قطرتين من محلول كلوريد الحديديك ، وأعد رج المزيج مرة أخرى لاحظ تلون المحلول باللون البنفسجي .

## ٦ - هيدروكسيد الأمونيوم :

يعطى الساليسالدهيد مع هيدروكسيد الأمونيوم راسباً أبيض من مركب الميكرساليبلاميد .

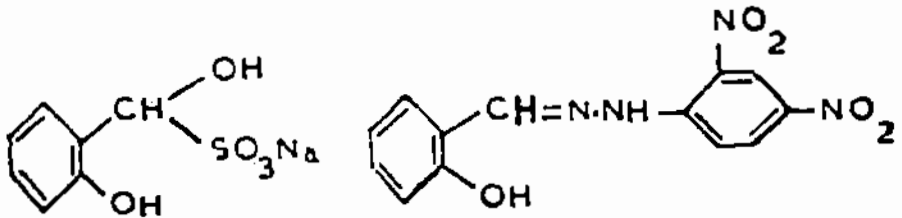


أضف ١ سم<sup>٣</sup> من محلول هيدروكسيد الأمونيوم إلى ١ سم<sup>٣</sup> من الساليسالدهيد ولاحظ تكون راسب أبيض في الحال .

## ٧ - تكوين مركب مشتق :

يتفاعل الساليسالدهيد بالإضافة مع محلول بيكربيت الصوديوم المشبع معطياً مركب البيكربيت ، ويلاحظ أن التفاعل بطيء نسبياً .

ويتفاعل الساليسالدهيد كذلك عن طريق انفصال الماء مع بعض المركبات مثل فينيل الهيدرازين أو ٢ : ٤ - ثنائي تروفينيل الهيدرازين .



مركب البيكربيت .

مركب فينيل الهيدرازون

(أ) أضف ١ سم<sup>٣</sup> من الساليسالدهيد إلى حوالي ٣ سم<sup>٣</sup> من محلول بيكربيت الصوديوم المشبع ، ثم رج المزيج جيداً ، لاحظ أن انفصال مركب البيكربيت لا يحدث إلا بعد رج المزيج لمدة تقرب من الثلاث دقائق والتبريد .

(ب) أضف قطرتين من الساليسالدهيد إلى محلول كحول من كبريتات ٢ : ٤ ثنائي تروفينيل الهيدرازين ، وسخن المزيج بلطف . برد المحلول ورشح الصلب الناتج أحمر اللون . وعين درجة انصهاره (٢٤٨°م) .

## الكيتونات

الكيتونات عبارة عن مركبات تحتوي على مجموعة الكربونيل  $\text{C} = \text{O}$  مرتبطة بذرتين من الكربون - وتنقسم مجموعة الكيتونات إلى كيتونات إيفاتية مثل الأسيتون وإلى كيتونات عطرية مثل البنزوفينون .

## الأسيتون $\text{CH}_3\text{CO}\cdot\text{CH}_3$

### الخواص الطبيعية :

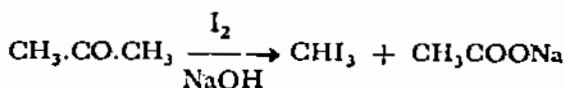
يوجد الأسيتون - أبسط أعضاء مجموعة الكيتونات - بكميات ضئيلة في سوائل الجسم ، وربما كان ناتجاً من تأكسد الدهن وهو يوجد كذلك بكميات صغيرة ضمن نواتج التفتير الإنلاقي للخشب .

والأسيتون سائل عديم اللون ، يغلي عند درجة  $57^\circ\text{C}$  وله رائحة لطيفة مميزة ، وهو يمتزج بالماء بجميع النسب إلا أنه يمكن طرده من المخلول بإذابة كمية كبيرة من كلوريد الكالسيوم الصلب .

### الخواص الكيميائية :

#### ١ - اختيار اليودفورم :

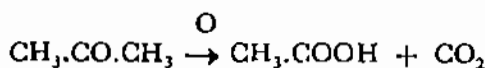
يعطى الأسيتون اختبار اليودفورم على البارد كما يلي :



اخلط ١ سم<sup>٣</sup> من الأسيتون مع ١ سم<sup>٣</sup> من الماء ، ثم أضف ٣ سم<sup>٣</sup> من محلول اليود في يوديد البوتاسيوم - أضف محلول هيدروكسيد الصوديوم على قطرات ولاحظ اختفاء لون اليود وظهور راسب متبلر من اليودفورم ذي الرائحة الخاصة المميزة . ( يعطى الأسيتون هذا الاختبار على البارد وذلك بخلاف الكحول الاثيل والاسيتالدهيد ) .

#### ٢ - التأكسد :

لا يتأثر الأسيتون بالعوامل المؤكسدة متوسطة القوة في درجات الحرارة العادية ولكنه يتأكسد ببطء عند تسخينه إلى درجة الغليان مع محلول بزمججات البوتاسيوم متحولاً إلى حمض الخليك . وبما أن الأسيتون لا يتأثر بالعوامل المؤكسدة بسهولة ، فإنه لا يتصرف - إذن - كعامل مختزل .



أضف ١ سم<sup>٣</sup> من محلول بزمججات البوتاسيوم المخفف إلى ١ سم<sup>٣</sup> من الأسيتون ولاحظ عدم اختفاء لون البزمججات - سخن المخلول تسخيناً هيناً ولاحظ زوال لون البزمججات تدريجياً وتساعد أبخرة حمض الخليك ذات الرائحة المميزة .

## ٣ - اختبارات ذات ألوان مميزة :

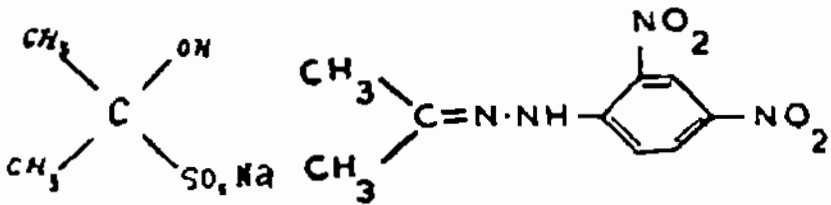
يعطى الأستون ألواناً مميزة مع كل من نبروبروسيد الصوديوم ، وميتا - ثنائي نثرو البترول وتعتبر هذه الألوان مميزة لمجموعة الكيتونات التي تظهر بها المجموعة (  $\text{CH}_3 \text{CO} -$  ) .  
 ( أ ) أضف قطرة من الأستون إلى حوالي ١ سم<sup>٣</sup> من محلول نبروبروسيد الصوديوم المجهز حديثاً ، ثم أضف إليه محلول هيدروكسيد الصوديوم المخفف على قطرات ، لاحظ تلون المحلول باللون الأحمر .

استبدل محلول هيدروكسيد الصوديوم بالقاعدة العضوية المسماة بيريدين ولاحظ تلون المحلول باللون الأزرق .

( ب ) أضف بضع بلورات من مركب ميتا - ثنائي نثرو البترول إلى ١ سم<sup>٣</sup> من الأستون ثم أضف محلول هيدروكسيد الصوديوم المخفف على قطرات ولاحظ تلون المحلول باللون الأحمر .

## ٤ - تكوين مركب مشتق :

يتفاعل الأستون - مثل الألدهيدات - مع بعض المواد المحتوية على الهيدروجين مثل بيكبريت الصوديوم معطياً مركبات بالإضافة .



ويتفاعل الأستون أيضاً مع بعض المركبات التي تحتوي على الهيدروجين مثل ٢ : ٤ - ثنائي نثرو فينيل الهيدرازين معطياً مركبات يفصل عند تكوينها الماء .

( أ ) أضف ١ سم<sup>٣</sup> من الأستون إلى حوالي ٣ سم<sup>٣</sup> من محلول مشبع من بيكبريت الصوديوم في الماء ، ثم رج المحلول مع التبريد . ولاحظ انفصال راسب أبيض متبلر من مركب بالإضافة المتكون .

( ب ) أضف بضع قطرات من الأستون إلى حوالي ٣ سم<sup>٣</sup> من محلول كبريتات ٢ : ٤ - ثنائي نثرو فينيل الهيدرازين الكحول ، ثم سخن المزيج تسخيناً هيناً ، برد المحلول ورشع الراسب الأصفر المتكون . ثم أعد بلورته من الكحول وعين درجة انصهار البلورات .  
 درجة الانصهار ١١٨ ° م .

## الأحماض العضوية

تحتوى جميع الأحماض العضوية على المجموعة الحمضية  $\text{COOH}$  - المسماة بمجموعة الكربوكسيل . وتتفصل ذرة الهيدروجين المتصلة بهذه المجموعة = في محاليل الأحماض المائية على هيئة أيون تحمل عمله المعادن مكونة أملاح هذه الأحماض .  
وتقسم الأحماض إلى قسمين رئيسيين هما الأحماض الأليفاتية والأحماض العطرية كما أن هذه تنقسم أيضاً إلى أقسام مختلفة تبعاً لعدد مجموعات الكربوكسيل الموجودة بالجزيء ، أو تبعاً لنوع وعدد المجموعات الأخرى التى تتصل بجزيء الحمض ، فهناك مثلاً :

### الأحماض الأليفاتية :

وهي تنقسم إلى :

- ( أ ) أحماض أحادية . مثل حمض الفورميك وحمض الخليك وهي تقع تحت مجموعة الأحماض السعوية .  
( ب ) أحماض ثنائية القاعدية : مثل حمض الأكساليك .  
( ج ) أحماض هيدروكسيلية . مثل حمض الطرطريك وحمض الستريك وهي أحماض عديدة القاعدية .

### الأحماض العطرية :

وهي تنقسم إلى :

- ( أ ) أحماض أحادية القاعدية ، مثل حمض البنزويك .  
( ب ) أحماض هيدروكسيلية . مثل حمض الساليسيليك ، وهو حمض فينول .

### تحضير محلول متعادل من الحمض .

تحتاج بعض التفاعلات المستخدمة في الكشف عن الأحماض إلى تحضير محلول متعادل من الحمض الذى يمكن تحضيره كما يلي :

أضف محلول هيدروكسيد الأمونيوم إلى محلول الحمض في الماء ( أو إلى الحمض نفسه ) حتى يمسح المحلول قليلاً ( اكشف بواسطة عباد الشمس ) ، ثم سخن المحلول الناتج إلى درجة الغليان لمدة قصيرة ، وذلك لطرد الزيادة من النشادر - ويحتوى المحلول المتبقى في هذه الحالة على الملح النشادرى المتعادل للحمض .



## الأحماض الأليفاتية

أولاً : الأحماض أحادية القاعدية :

تعرف الأحماض الأليفاتية المشبعة ، أحادية القاعدية باسم الأحماض الدهنية حيث أن كثير منها يوجد متحد ضمن مكونات الدهن ، ويرمز لهذه الأحماض بالصيغة الكيميائية العامة  $C_nH_{2n}O_2$

### حمض الفورميك $H.COOH$

الخواص الطبيعية :

حمض الفورميك حمض اليقاني ، أحادي القاعدية ، وهو يعتبر أول أفراد مجموعة الأحماض الأليفاتية المشبعة بالأحماض الدهنية .

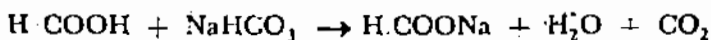
ويوجد حمض الفورميك ضمن إفرازات النمل ، ويمكن الحصول عليه بتقطير النمل نفسه ولذا فهو يسمى أحياناً حمض النمل .

وحمض الفورميك سائل عديم اللون ، ذو رائحة نفاذة وتأثير حارق على الجلد وهو أثقل من الماء ، ويمتزج به جميع النسب ، وتذوب جميع أملاح الحمض ( الفورمات ) في الماء ما عدا أملاح الفضة والزئبق والرصاص وبعض الأملاح القاعدية .

الخواص الكيميائية :

١ - الخاصية الحمضية :

تتميز جميع الأحماض العضوية بالخاصية الحمضية وهي خاصية ناتجة من وجود مجموعة الكربوكسيل ، فهي تتفاعل مع بيكربونات الصوديوم . مكونة الملح الصوديوي للحمض وتتصاعد غاز ثاني أكسيد الكربون ويعتبر تتصاعد هذا الغاز دليلاً على وجود مجموعة الكربوكسيل الحرة غير المتحددة .



أضف بضع قطرات من حمض الفورميك إلى ١ سم<sup>٣</sup> من الماء ، ثم أضف هذا المحلول إلى

١ سم<sup>٣</sup> من محلول بيكربونات الصوديوم في الماء ، ولاحظ حدوث فوران نتيجة لتصادد غاز ثاني أكسيد الكربون .

[ يجب إجراء هذا الاختبار على البارد . ولا تعطى أملاح الحمض ( الفورمات ) هذا الكشف ] .

## ٢ - حمض الكبريتيك المركز :

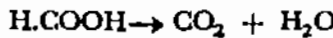
عند تسخين حمض الفورميك مع حمض الكبريتيك المركز ينحل الأول إلى أول أكسيد الكربون والماء .



ومن المستحسن استخدام ملح الحمض ( فورمات ) في هذا الاختبار .  
ضع قليلاً من فورمات الصوديوم في أنبوبة اختبار جافة . ثم أضف ١ سم<sup>٣</sup> من حمض الكبريتيك المركز ، وسخن تسخيناً هيناً - لاحظ حدوث فوران نتيجة لتصادد غاز أول أكسيد الكربون الذي يشتعل عند حافة الأنبوبة بلهب أزرق .

## ٣ - التأكسد :

حمض الفورميك سريع التأكسد متحولاً إلى ثاني أكسيد الكربون والماء .

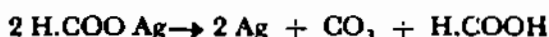
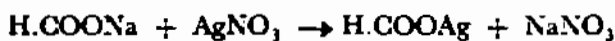
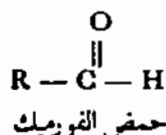
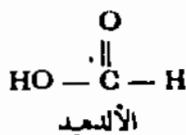


أضف ١ سم<sup>٣</sup> من محلول هيدروكسيد الصوديوم إلى ١ سم<sup>٣</sup> من محلول حمض الفورميك في الماء ، ثم أضف بضع قطرات من برمنجنات البوتاسيوم - لاحظ اختفاء لون البرمنجنات فوراً .

## ٤ - الاختزال :

بما أن حمض الفورميك سريع التأكسد ، فهو يتصرف كعامل مختزل فريفاً ما يختزل أملاح الفضة إلى معدن الفضة ، كما أنه يختزل كلوريد الزئبق إلى كلوريد الزئبقوز ، ثم إلى معدن الزئبق ، وذلك في وجود زيادة من الحمض نفسه :

وخاصية الاختزال التي يتصف بها حمض الفورميك لا تمتلكها بقية الأحماض العضوية ، وذلك لاحتواء حمض الفورميك على ذرة الهيدروجين التي تعطيه تركيباً مشابهاً للتركيب الألكهيدات .

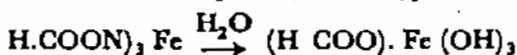
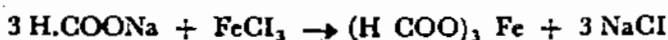


(أ) حضر محلولاً متعادلاً من الحمض ثم أضف إليه محلول نترات الفضة النشادرى ، ولاحظ تكون راسب أبيض من فورمات الفضة الذى سريعاً ما يتلون باللون الأسود (أو مرآة) لاختزاله إلى معدن الفضة .

(ب) حضر محلولاً متعادلاً من الحمض ، ثم أضف إليه محلول كلوريد الزئبق ولاحظ تكون راسب أبيض من كلوريد الزئبق الذى يختزل إلى معدن الزئبق عند تسخينه مع زيادة من محلول الحمض المتعادل .

### ٥ - كلوريد الحديدك :

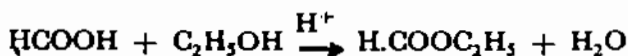
يتفاعل حمض الفورميك ، فى محلوله المتعادل) مع كلوريد الحديدك معطياً فورمات الحديدك التى تتحول بالتسخين إلى فورمات الحديدك القاعدية .



أضف بضع قطرات من محلول كلوريد الحديدك إلى محلول حمض الفورميك المتعادل ولاحظ تلون المحلول باللون الأحمر - سخن المحلول ولاحظ ظهور راسب بنى اللون من فورمات الحديدك القاعدية .

### ٦ - تكوين الأستر :

تتفاعل الكحوليات مع الأحماض بفقد الماء لتكوين الأسترات ، وتزداد سرعة هذا التفاعل بإضافة الأحماض القوية مثل حمض الكبريتيك .



اخلط ١ سم<sup>٣</sup> من حمض الفورميك مع ١ سم<sup>٣</sup> من الكحول الأيثيل فى أنبوبة اختبار جافة ، ثم أضف إلى المزيج ١ سم<sup>٣</sup> من حمض الكبريتيك المركز . سخن المخلوط فى حمام مائى لمدة خمس دقائق ، برد المحلول ، ثم صبه فى كأس به محلول مخفف من بيكربونات الصوديوم ، ولاحظ ظهور الرائحة العطرية لاستر فورمات الأيثيل .

## حمض الخليك $CH_3COOH$

### الخواص الطبيعية :

حمض الخليك ، حمض أليفاتي ، أحادي القاعدية ، وهو يمثل في خواصه وتفاعلاته مجموعة الأحماض الدهنية أصدق تمثيل . وهو عبارة عن مادة صلبة متبلرة تشبه الثلج . تنصهر عند درجة ١٧م° ، متحولة إلى سائل عديم اللون يغلي عند درجة ١١٦م° ذي رائحة تشبه رائحة الخل .

وحمض الخليك أثقل من الماء ، وهو يمتزج به بجميع النسب ، ويمتص الرطوبة من الجو وهو في حاله المخففة غير سام ، إلا أنه يعالته الخالصة ذو تأثير سام حارق على الجلد . وتذوب جميع أملاح الحمض في الماء ، ماعدا أملاح الفضة ، والزرنيقوز ، وبعض الأملاح القاعدية .

### الخواص الكيميائية

#### ١ - الخاصية الحمضية :

أضف بضع قطرات من حمض الخليك إلى ١ سم<sup>٣</sup> من الماء ، ثم أضف هذا المحلول إلى ١ سم<sup>٣</sup> من محلول بيكربونات الصوديوم في الماء ولاحظ حدوث فوران نتيجة لتصاعد غاز ثاني أكسيد الكربون .  
(أملاح الحمض لا تعطى هذا الاختبار)

#### ٢ - حمض الكبريتيك :

ليس لحمض الكبريتيك المركز تأثير محسوس على حمض الخليك ، ونخل حمض الكبريتيك المركز أو المخفف محل حمض الخليك ، في أملاحه ويمكن تمييزه برائحته الخاصة .

#### ٣ - التأكسد :

يتميز حمض الخليك بمقاومته لفعل العوامل المؤكسدة ، حتى أنه غالباً ما يستخدم كمذيب لبعض المواد العضوية التي يراد أكسبتها .

(١) حضر محلولاً مخففاً من حمض الخليك في الماء ، ثم أضف إليه بضع قطرات من محلول برمنجنات البوتاسيوم المخفف - لاحظ عدم زوال لون البرمنجنات .

(ب) سخن مخلوطاً مكوناً من  $\frac{1}{4}$  سم<sup>٣</sup> من حمض الخليك الثلجي ،  $\frac{1}{4}$  سم<sup>٣</sup> من حمض التريك المركز - لا يحدث أى تفاعل محسوس .

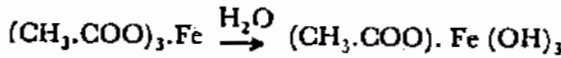
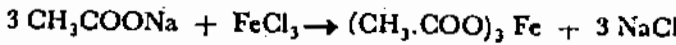
#### ٤ - الاختزال :

حمض الخليك ليس له القدرة على الاختزال . وذلك لمقاومته للتأكسد ، كما سبق شرحه ، وهو يختلف في هذا عن حمض الفورميك .

(٢) أضف ١ سم<sup>٣</sup> من محلول الحمض المتعادل ، ١ سم<sup>٣</sup> من محلول نترات الفضة النشادرى - لاحظ تكون راسب أبيض من خلات الفضة على البارد . الذى يذوب بالتسخين .  
(ب) أضف إلى ١ سم<sup>٣</sup> من محلول الحمض المتعادل ١ سم<sup>٣</sup> من كلوريد الزئبقيك ، لا يتكون راسب .

#### ٥ - كلوريد الحديديك :

يتفاعل حمض الخليك (في محلوله المتعادل) مع كلوريد الحديديك مكوناً خلات الحديديك التى تتحول بالتسخين إلى خلات الحديديك القاعدية .



أضف إلى محلول حمض الخليك المتعادل بضع قطرات من محلول كلوريد الحديديك ، ولاحظ تلون المحلول باللون الأحمر - سخن المحلول لدرجة الغليان ، ولاحظ انفصال راسب بيى من خلات الحديديك القاعدية .

#### ٦ - تكوين الأستر :

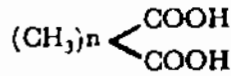
يتفاعل حمض الخليك مع كل من الكحول الإيثيلى والكحول الأميلى ويعطى أسترات خلات الأثيل . وختلات الأميل على الترتيب التى تتميز بروائح عطرية خاصة .

(٢) أضف ١ سم<sup>٣</sup> من حمض الخليك إلى ١ سم<sup>٣</sup> من الكحول الإيثيلى ثم أضف  $\frac{1}{4}$  سم<sup>٣</sup> من حمض الكبريتيك المركز ، سخن المزيج فوق حمام مائى لمدة خمس دقائق ، برد المحلول ، ثم صبه في كأس به محلول بيكربونات الصوديوم ، ولاحظ تصاعد أبخرة خلات الأثيل ذات الرائحة العظرية .

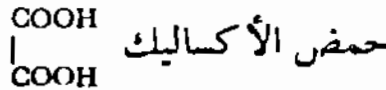
(ب) أعد التجربة السابقة مع استخدام ١ سم<sup>٣</sup> من الكحول الأميلى ولاحظ الرائحة العظرية لاستر خلات الأميل التى تشبه رائحة الموز .

## ثانياً : الأحماض ثنائية القاعدية :

تتميز أعضاء هذه المجموعة بوجود مجموعتين من مجموعات الكربوكسيل في الجزيء - وتعطى الأحماض ثنائية القاعدية نوعين من الأملاح والأسترات والأميدات . . إلخ ويرمز لها بالصيغة الكيميائية العامة .



حيث تساوى (n) صفراً أو أى عدد صحيح .



## الخواص الطبيعية :

حمض الأكساليك حمض ثنائي القاعدية . وهو يوجد على هيئة مادة صلبة متبلرة تحتوى جزيئين من ماء التبلر ، ويمكن الحصول على الحمض اللامائي بتسخين الحمض عند درجة ٧٠° مئوية لبعض الوقت ، وحمض الأكساليك عديم الرائحة ، ذو طعم لاذع ، وهو سام جداً ، بحيث تكفى جرعة منه ، لا يزيد عن الجرام الواحد لإحداث الموت . وحمض الأكساليك يذوب في الماء بسهولة . متوسط الذوبان في الكحول وقليل الذوبان في الأثير ، ولكنه عديم الذوبان في أغلب المذيبات الأخرى مثل الكلوروفورم والبنزول .

## الخواص الكيميائية :

## ١ - تأثير الحرارة :

لا يتأثر حمض الأكساليك بدرجات الحرارة المتوسطة ولكنه ينحل ويتكسر إلى حد ما عند تسخينه في درجات حرارة أعلى من ١٦٠ درجة مئوية - وهو يتسامى في درجات حرارة أقل من الدرجة المذكورة ، وينحل بعض بخاره إلى غاز ثاني أكسيد الكربون وحمض الفورميك .

ضع بضع بلورات من حمض الأكساليك في أنبوبة اختبار ، ثم سخنها تسخيناً هيناً ولاحظ التفيرات التالية :

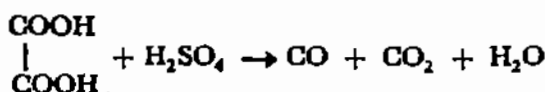
تصهر البلورات أولاً ، ثم يتصاعد بخار الماء ، وأخيراً يتسامى الحمض - لاحظ علم حلوث تفحم .

## ٢ - الخاصية الحمضية :

أضف ١ سم<sup>٣</sup> من محلول بيكربونات الصوديوم المخفف إلى ١ سم<sup>٣</sup> من محلول حمض الألكاليك في الماء ، ولاحظ حدوث فوران نتيجة لتصادم غاز ثاني أكسيد الكربون .  
أملاح الحمض ( الألكالات ) لا تعطى هذا الاختبار .

## ٣ - حمض الكبريتيك المركز :

ينحل حمض الألكاليك في وجود المواد الماصة للماء . وخاصة حمض الكبريتيك ، إلى أول أكسيد الكربون وثاني أكسيد الكربون .



ضع قليلاً من حمض الألكاليك الصلب في أنبوبة اختبار جافة ، ثم أضف إليه ١ سم<sup>٣</sup> من حمض الكبريتيك المركز لاحظ حدوث فوران نتيجة لتصادم غازات أول وثاني أكسيد الكربون ، وعلم حدوث تفحم .

## ٤ - التأكسد :

يتصرف حمض الألكاليك كعامل مختزل ، وذلك لسهولة تأكسده إلى ثاني أكسيد الكربون والماء في وجود بعض المواد المؤكسدة مثل برمنجنات البوتاسيوم وحمض النتريك المركز .  
أضف بضع قطرات من حمض الكبريتيك المخفف إلى ١ سم<sup>٣</sup> من محلول حمض الألكاليك في الماء ، ثم أضف بضع قطرات من محلول برمنجنات البوتاسيوم ، سخن المحلول تسخيناً هيناً ولاحظ اختفاء لون البرمنجنات .

## ٥ - كلوريد الكالسيوم :

أضف ١ سم<sup>٣</sup> من محلول كلوريد الكالسيوم إلى ١ سم<sup>٣</sup> من محلول الحمض المتعادل ولاحظ انفصال راسب أبيض من أملاح الكالسيوم - اختبر ذوبان الراسب في الأحماض ، ولاحظ أنه يذوب في الأحماض المعدنية ، ولا يذوب في حمض الخليك .

## ٦ - كلوريد الحديديك :

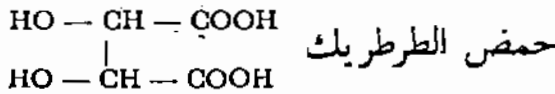
لا يعطى كلوريد الحديديك مع محلول الحمض المتعادل أي لون مميز .

## ٧ - نترات الفضة :

أصف ١ سم<sup>٣</sup> من محلول نترات الفضة إلى حوالي ١ سم<sup>٣</sup> من محلول الحمض المتعادل ولاحظ تكون راسب أبيض من إكسالات الفضة - اختبر ذوبان الراسب في كل من هيدروكسيد الأمونيوم وحمض النتريك المخفف ( يذوب في كلتا الحالتين ) .

## ثالثاً - الأحماض الهيدروكسيلية :

تحتوي هذه الأحماض على مجموعة أو أكثر من مجموعات الهيدروكسيل علاوة على احتوائها على مجموعة الكربوكسيل .  
وبعض هذه الأحماض ذات أهمية خاصة . وذلك لأنها توجد طبيعياً في أجسام بعض الحيوانات والنباتات مثل حمض اللاكتيك وحمض الطرطريك وحمض السربيك .



## الخواص الطبيعية :

حمض الطرطريك حمض ثنائي القاعدة . يحتوي على مجموعتين من مجموعات الهيدروكسيل . وحمض الطرطريك عبارة عن مادة صلبة متبلرة ذات مذاق حمضي وهو يذوب في كل من الماء والكحول . عديم الذوبان في الأثير ، وينصهر عند درجة ١٦٩ مئوية .

## الخواص الكيميائية :

## ١ - تأثير الحرارة :

يتحول حمض الطرطريك . عند تسخينه . إلى الأنتريد الذي سرياً ما ينحل إلى حمض البيروفيك . وكثير من النواتج الأخرى .

سخن كمية صغيرة من حمض الطرطريك . أو أحد أملاحه : في أنبوبة اختبار جافة تسخيناً هيناً ، لاحظ تصاعد أبخرة حمضية التأثير تحتوي على الأستالدهيد والأستون وحمض الفورميك . . . إلخ . وتشبه رائحة الأبخرة رائحة السكر المحترق - لاحظ حلوث تفحم .

## ٢ - الخاصية الحمضية :

أصف ١ سم<sup>٣</sup> من محلول حمض الطرطريك في الماء إلى ١ سم<sup>٣</sup> من محلول بيكربونات



الصدويوم في الماء . ولاحظ حدوث فوران نتيجة لتصاعد غاز ثاني أكسيد الكربون .  
( تعطى أملاح الطرطرات ، هذا الاختبار )

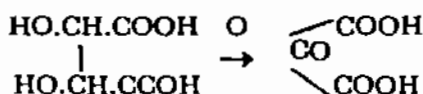
### ٣ - حمض الكبريتيك المركز :

ينحل حمض الطرطريك . في وجود المواد الماصة للماء ، وخاصة في وجود حمض الكبريتيك المركز .

أضف ١ سم<sup>٣</sup> من حمض الكبريتيك المركز إلى كمية صغيرة من حمض الطرطريك الصلب . ثم سخن . ولاحظ حدوث تجمد سريع ، وتصاعد غاز ثاني أكسيد الكربون .

### ٤ - التأكد :

يتأكسد حمض الطرطريك بسهولة متحولاً إلى حمض الطرطرونيك وأخيراً إلى ثاني أكسيد الكربون والماء .



( أ ) أضف ١/٢ سم<sup>٣</sup> من حمض الكبريتيك المخفف إلى ١ 1/٢ سم<sup>٣</sup> من محلول حمض الطرطريك في الماء . ثم أضف ١ سم<sup>٣</sup> من محلول ثاني كرومات البوتاسيوم سخن المحلول الناتج ولاحظ تصاعد غاز ثاني أكسيد الكربون وتحول لون المحلول إلى اللون الأخضر .

( ب ) أضف ١/٢ سم<sup>٣</sup> من حمض الكبريتيك المخفف إلى ١ سم<sup>٣</sup> من محلول حمض الطرطريك في الماء . ثم أضف بضع قطرات من محلول برمنجنات البوتاسيوم لاحظ اختفاء لون البرمنجنات .

### ٥ - الاختزال :

يتصرف حمض الطرطريك وأملاحه كعامل مختزل . وذلك نتيجة لسهولة تأكسده فهو يختزل محلول نترات الفضة الشاذرى إلى معدن الفضة ويستخدم هذا التفاعل في صناعة المرايا .

( أ ) أضف ٢ سم<sup>٣</sup> من محلول نترات الفضة الشاذرى إلى ١ سم<sup>٣</sup> من محلول حمض الطرطريك المتعادل . ثم دق المحلول بغمرة في كأس به ماء ساخن . لاحظ تكون مرآة من الفضة على جدار الأنبوبة الداخلى .

( ب ) أضف ١ سم<sup>٣</sup> من محلول نترات الفضة إلى ١ سم<sup>٣</sup> من محلول الحمض المتعادل - لاحظ تكون راسب أبيض من طرطرات الفضة .

## ٦ - أملاح حمض الطرطريك :

تتميز بعض أملاح حمض الطرطريك بكونها قليلة الذوبان في الماء وهي بذلك تستخدم في التمرغ - أو الكشف عن الحمض . ومن أمثلة هذه الأملاح طرطرات الكالسيوم وطرطرات البوتاسيوم الميروجينية .

( أ ) أضف بضع قطرات من محلول كلوريد الكالسيوم إلى ١ سم<sup>٣</sup> محلول حمض الطرطريك المتعادل - لاحظ تكون راسب أبيض من طرطرات الكالسيوم بيضاء . وذلك بعد رج المحلول لفترة قصيرة - اختبر ذوبان الراسب ولاحظ أنه يذوب في كل من الأحماض المعدنية وحمض الخليك .

( ب ) أضف ١ سم<sup>٣</sup> من محلول مشبع من كلوريد البوتاسيوم إلى ١ سم<sup>٣</sup> من محلول مركز من حمض الطرطريك في الماء ، ولاحظ انفصال راسب أبيض متبلر من طرطرات البوتاسيوم الميروجينية على البارد .

## ٧ - اختبارات ذات ألوان مميزة :

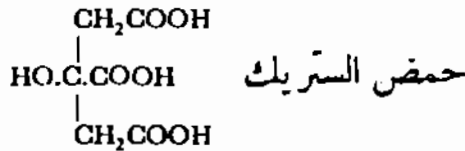
يعطى حمض الطرطريك ألواناً مميزة مع بعض المواد الكاشفة ، كما يلي :

( أ ) أضف بضع قطرات من محلول نترات الكوبلت إلى ٣ سم<sup>٣</sup> من محلول حمض الطرطريك في الماء ، ثم أضف زيادة من محلول هيدروكسيد الصوديوم (حوالي ٢ سم<sup>٣</sup>) لاحظ أن المحلول يبقى عديم اللون في البارد ، ويتحول إلى اللون الأزرق بالتسخين - يبرد المحلول ، ولاحظ اختفاء اللون مرة أخرى .

( ب ) أضف ١ سم<sup>٣</sup> من محلول الريزورسينول إلى ١ سم<sup>٣</sup> من محلول حمض الطرطريك في الماء ، ثم أضف ١ سم<sup>٣</sup> من حمض الكبريتيك المركز بحيث يتزلق على جدار الأنبوبة مكوناً طبقة منفصلة بقاع الأنبوبة ، سخن تسخيناً هيناً بغير المريح في كأس به ماء ساخن ولاحظ ظهور حلقة بنفسجية عند سطح الانفصال .

( ج ) أضف قطرة من محلول كبريتات الحديدوز إلى ٢ سم<sup>٣</sup> من محلول حمض الطرطريك ، ثم أضف محلول فوق أكسيد الميروجين الخفيف ، على قطرات حتى يتحول لون المحلول إلى الأخضر . أضف زيادة من محلول هيدروكسيد الصوديوم ، لاحظ تلون المحلول باللون البنفسجي .

( د ) اخلط بضع بلورات من حمض الطرطريك مع بضع بلورات من مركب ييتا - فانثول في أنبوبة اختبار جافة ، ثم أضف ١ سم<sup>٣</sup> من حمض الكبريتيك المركز وسخن ، لاحظ تلون المحلول باللون الأخضر - خفف المحلول بالماء ولاحظ تغير اللون الأخضر إلى البرتقالي .



الخواص الطبيعية :

حمض السٲريك :

حمض ثلاثى القاعدة . يحتوى جزيؤه على مجموعة واحدة من مجموعات الهيدروكسيل ، وهو عبارة عن مادة متبلرة صلبة . ويوجد حمض السٲريك فى عصير الليمون وهو يذوب فى الماء ، ويذوب بقله فى الأثير . وهو يفقد ماء التبلر عند تسخينه إلى حوالى  $230^\circ$  مئوية متحولاً إلى الحمض اللامائى الذى ينصهر عند درجة  $153^\circ$  م ، ويعطى حمض السٲريك ثلاثة أنواع من الأملاح والاسٲترات .

الخواص الكيميائية :

١- تأثير الحرارة :

ينحل حمض السٲريك وأملاحه بتأثير الحرارة إلى عديد من المركبات ، سخن كمية قليلة من حمض السٲريك فى أنبوبة اختبار جافة ولاحظ تصاعد بعض الأبخرة النفاذة ، وحلوث تفحم فى النهاية .

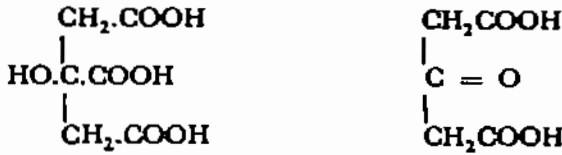
٢- حمض الكبريتيك المركز :

يؤثر حمض الكبريتيك المركز فى حمض السٲريك بنفس الطريقة التى تؤثر بها فى حمض الأكساليك ، ولا يتضخم حمض السٲريك فى وجود حمض الكبريتيك المركز ، ولكنه يعطى محلولاً أصفر اللون يميل إلى اللون البنى يحتوى على حمض ثنائى كربوكسيل الأسيٲون .  
أضف ١ سم<sup>٣</sup> من حمض الكبريتيك المركز إلى كمية صغيرة من حمض السٲريك الصلب ، ثم سخن بشدة ، لاحظ تصاعد غازات أول وثانى أكسيد الكربون . وثانى أكسيد الكبريت ، وأن المحلول قد يتلون باللون الأصفر .

٢- اختبار دينجيز :

يتأكسد حمض السٲريك ، فى وجود العوامل المؤكسدة إلى كثير من النواتج فهو يتأكسد

في وجود برمنجنات البوتاسيوم إلى حمض ثنائي كربوكسيل الأستون .



أضف ١ سم<sup>٣</sup> من محلول دينيجز رقم ١ ( محلول كبريتات الزئبق ) إلى ٣ سم<sup>٣</sup> من محلول حمض الستريك المتعادل ، ثم سخن المحلول لدرجة الغليان - أضف قطرتين من محلول دينيجز رقم ٢ ( محلول برمنجنات البوتاسيوم ٢ % ) ولاحظ زوال لون البرمنجنات على الفور وتكون راسب أبيض من ملح الزئبق المزدوج لكل من حمض الكبريتيك وثنائي كربوكسيل الأستون .

### ٣ - الاختزال :

يتصرف حمض الستريك كعامل مختزل ، وذلك نتيجة لسهولة تأكسده إلا أن قدرته على الاختزال أقل من قدرة حمض الطرطريك .

أضف ٢ سم<sup>٣</sup> من محلول نترات الفضة النشادرى إلى ١ سم<sup>٣</sup> من محلول حمض الستريك المتعادل ، ثم دق المحلول بغمره في كأس به ماء ساخن - لاحظ علم حدوث تغير ظاهر - سخن المحلول لدرجة الغليان لفترة قصيرة ولاحظ تكون مرآة من الفضة أو راسب أسود ببطء ملحوظ .

### ٤ - كلوريد الكالسيوم :

أضف ١ سم<sup>٣</sup> من محلول كلوريد الكالسيوم إلى ١ سم<sup>٣</sup> من محلول حمض الستريك المتعادل ، ولاحظ علم تكون راسب على البارد ، أو رج المحلول - سخن المحلول لدرجة الغليان لمدة قصيرة ، ولاحظ تكون راسب أبيض من نترات الكالسيوم .  
( يستخدم هذا الاختبار للفرقة بين حمض الستريك وبين حمض الألكاليك والطرطريك )

### ٦ - تكوين الأستون :

عند تأكسد حمض الستريك بواسطة برمنجنات البوتاسيوم ، يكون الإيستون من بين نواتج لتفاعل .

أضف بضع قطرات من محلول برمنجنات البوتاسيوم إلى ٢ سم<sup>٣</sup> من محلول مركز من حمض

الستريك في حمض الخليك . ولاحظ اختفاء لون البرمنجنات . أضف ١ سم<sup>٣</sup> من محلول اليود ، وتكون راسب أصفر من اليودوفورم .  
تستخدم التفاعلات السابقة في الكشف عن أملاح الأحماض ( الأكاسات والطرطرات والسترات ) .

## الأحماض العطرية

أهم أعضاء مجموعة الأحماض العطرية ، هي الأحماض التي توجد فيها مجموعة الكربوكسيل COOH - مرتبطة ارتباطاً مباشراً مع نواة البنترول مثل حمض البتريك وحمض الساليسيليك .

### حمض البتريك C<sub>6</sub>H<sub>5</sub>.COOH

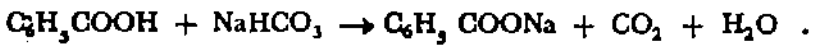
#### الخواص الطبيعية :

يوجد حمض البتريك بين مكونات صمغ البتروين ، وفي بعض أنواع البلسم والراتنج ، ويمكن تحضيره من صمغ البتروين بتسخين الصمغ حيث يتساقط الحمض .  
وحمض البتريك مادة صلبة متبلرة تتساقط بالتسخين ، ذات رائحة عطرية خفيفة وهو قليل الذوبان في الماء البارد ( ٣.٠ / ١٠٠ ) متوسط الذوبان في الماء الساخن عند درجة الغليان ( ٦.٠ / ١٠٠ ) .

#### الخواص الكيميائية :

##### ١ - الخاصية الحمضية :

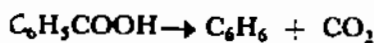
أذوب بضع بلورات من حمض البتريك في ٢ سم<sup>٣</sup> من محلول الكحول في الماء ( ١ سم<sup>٣</sup> من كل منهما) ثم أضف ٢ سم<sup>٣</sup> من محلول بيكربونات الصوديوم في الماء ، لاحظ حدوث فوران نتيجة لتصاعد غاز ثاني أكسيد الكربون .



يستخدم هذا التفاعل للكشف عن مجموعة الكربوكسيل الحرة غير المتحللة ويجب إجراؤه على البارد ، ويمكن إجراء الاختبار بإضافة الحمض الصلب إلى محلول بيكربونات الصوديوم في الماء .

## ٢ - إزالة مجموعة الكربوكسيل :

من أهم الفروق القائمة بين الأحماض الأليفاتية والأحماض العطرية هي أنه يسهل إزالة مجموعة الكربوكسيل من الأحماض الأخيرة ، بتسخينها مع هيدروكسيد الصوديوم الصلب أو مع جير الصودا ،



اخلط جيداً كميات متساوية من حمض البتريك مع جير الصودا ثم ضع الخليط في أنبوبة اختبار جافة ، وغطه بطبقة أخرى من جير الصودا - سخن المخلوط تسخيناً شديداً مبتدئاً من الطبقة العليا أولاً ، لاحظ تصاعد أبخرة البترول ذات الرائحة الخاصة والتي تشتعل عند فوهة الأنبوبة ، عند تعرضها للهب .

## ٣ - حمض الكبريتيك المركز :

لا يتفحم حمض البتريك في وجود حمض الكبريتيك المركز ، ولكنه ينسأ .  
ضع بضع بلورات من حمض البتريك في أنبوبة اختبار جافة ، ثم أضف ١ سم<sup>٣</sup> من حمض الكبريتيك المركز ، سخن ، لاحظ عدم حدوث تفحم ، وأن حمض البتريك ينسأ متكثفاً على الأجزاء العليا الباردة من الأنبوبة .

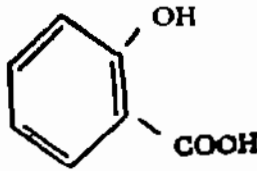
## ٤ - كلوريد الحديديك :

أضف بضع قطرات من محلول كلوريد الحديديك إلى ١ سم<sup>٣</sup> من محلول حمض البتريك المتعادل ولاحظ تكون راسب بني فاتح اللون من بتروات الحديديك القاعدية - أضف حمض الهيدروكلوريك المخفف ولاحظ ذوبان الراسب .

## ٥ - تكوين الأمتر :

يعطى حمض البتريك استرات ذات رائحة عطرية مع بعض الكحوليات مثل استر بتروات الأثيل .

أذب كمية صغيرة من حمض البتريك في ١ سم<sup>٣</sup> من الكحول الأثيل في أنبوبة اختبار جافة ، ثم أضف قطرتين من حمض الكبريتيك المركز ، سخن المخلوط فوق حمام مائي لمدة خمس دقائق - صب محتويات الأنبوبة في كأس به محلول مخفف من بيكربونات الصوديوم في الماء ، ولاحظ تصاعد أبخرة بتروات الأثيل ذات الرائحة العطرية المميزة .



## حمض الساليسيليك

### الخواص الطبيعية :

يسمى حمض الساليسيليك إلى مجموعة الأحماض العطرية الهيدروكسيلية ، وهو عبارة عن مادة متبلرة ، قليلة الذوبان في الماء ، تنصهر عند درجة ١٥٥ مئوية . وهو يتساق بالتسخين البطيء ، ولكنه يتكسر عند تسخينه تسخيناً سريعاً . وحمض الساليسيليك سام التأثير ولو أنه يستخدم في الطب على هيئة مركب مشتق منه يسمى حمض الأستاتيل ساليسيليك والذي يباع تحت اسم (الإسبرين) - ويستخدم معلول حمض الساليسيليك في الكحول في تفتيت وإزالة قشور الجلد الجفاف : كما يستخدم ملح الصوديوم ، ساليسيلات الصوديوم ، في علاج حالات الروماتزم .

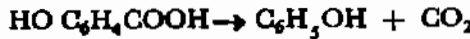
### الخواص الكيميائية :

#### ١ - الخاصية الحمضية :

أذوب قدرًا صغيراً من حمض الساليسيليك في ٧ سم<sup>٣</sup> من الكحول في الماء (١ سم<sup>٣</sup> من كل منهما) ، ثم أضف ١/٤ سم<sup>٣</sup> من محلول بيكربونات الصوديوم . ولاحظ حدوث فوران نتيجة لتصاعد غاز ثاني أكسيد الكربون .

#### ٢ - إزالة مجموعة الكربوكسيل :

ينحل حمض الساليسيليك عند تسخينه سريعاً ، خاصة في وجود جير الصودا أو هيدروكسيد الصوديوم الصلب معطياً الفينول وثاني أكسيد الكربون .



اخلط جيداً كميات متساوية من حمض الساليسيليك وجير الصودا ثم ضع المخلوط في أنبوبة اختبار جافة ، وغطه بطبقة سميكة من جير الصودا سخن المخلوط تسخيناً شديداً مبتدئاً من الطبقة العليا أولاً - لاحظ تصاعد أبخرة الفينول ذات الرائحة النفاذة .

#### ٣ - حمض الكبريتيك المركز :

يتفتتح حمض الساليسيليك ببطء عند تسخينه ، وفي وجود حمض الكبريتيك المركز ، ويتصاعد كل من غازي أول وثاني أكسيد الكربون .

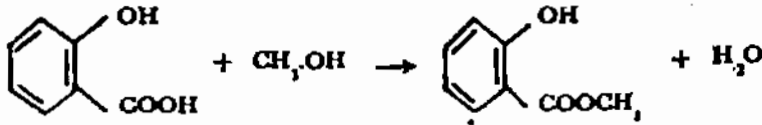
أضف بضع بلورات من حمض الساليسيليك إلى ١ سم<sup>٣</sup> من حمض الكبريتيك المركز ، ثم سخن . لاحظ أن بلورات الحمض تبتدى في التوبان تدريجياً . وأن المحلول يتلون باللون البنى مع حدوث فوران بسيط نتيجة لتصاعد غازى أول وثانى أكسيد الكربون .

#### ٤ - كلوريد الحديديك :

أذب بضع بلورات من حمض الساليسيليك في ١ سم<sup>٣</sup> من الكحول الأثيرى . ثم أضف قطرة من محلول كلوريد الحديديك - لاحظ تلون المحلول باللون البفسجى . أضف حمض الهيدروكلوريك المنخف ولاحظ زوال اللون .

#### ٥ - تكوين الأستر :

يتفاعل حمض الساليسيليك مع الكحول الميثيل مكوناً استر سالييلات الميثيل المعروفة باسم زيت (الونجرين) . التى تتميز برائحة خاصة نفاذة تشبه رائحة الكافور .

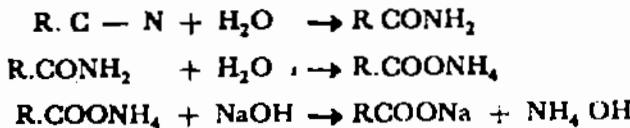


أذب كمية صغيرة من حمض الساليسيليك في ١ سم<sup>٣</sup> من الكحول الميثيل في أنبوبة اختبار جافة ، ثم أضف قطرتين من حمض الكبريتيك المركز . سخن المخلوط فوق حمام مائى لمدة خمس دقائق : صب محتويات الأنبوبة في كأس به محلول بيكربونات الصوديوم ولاحظ تصاعد أبخرة إستر سالييلات الميثيل ذات الرائحة النفاذة .

### أملاح الأمونيوم (والأميدات والسيانيدات)

تتفك جميع أملاح الأمونيوم والأميدات والأميدات والسيانيدات في أنها تتحلل في وجود محلول هيدروكسيد الصوديوم تحللاً مائياً إلى النشادر والملح الصوديوم لحمض العضوى . وتزداد سرعة وسهولة هذا التفاعل في الاتجاه - السيانيدات ثم الأميدات والأميدات . ثم أملاح الأمونيوم لأن السيانيد العضوى يتحلل أولاً إلى الأميد ثم أخيراً إلى ملح الأمونيوم - وهذا بدوره يعطى مع هيدروكسيد الصوديوم ملح الحمض والنشادر .





### أملاح الأمونيوم :

أملاح الأمونيوم عبارة عن مواد صلبة عديدة اللون سهلة الذوبان في الماء البارد ويمكن الكشف عنها كما يلي :

١ - تتفاعل أملاح الأمونيوم مع القلويات بسهولة معطية ملح الحمض الصوديومي والنشادر :  
( ١ ) أخلط جيداً قنراً صغيراً من ملح الأمونيوم مع قنر آخر من كربونات الصوديوم الصلبة في جفنة أو هاون ، ثم أضف بضع قطرات من الماء إلى الخليط راصحه جيداً - لاحظ تصاعد رائحة غاز النشادر .

يستخدم هذا الاختبار في التفرقة بين أملاح الأمونيوم وبين الأميدات والأميدات والبيانيدات .

( ب ) أضف إلى قنر صغير من ملح الأمونيوم الصلب ١ سم<sup>٣</sup> من محلول هيدروكسيد الصوديوم البارد . ثم رج المزيج جيداً - لاحظ تصاعد رائحة غاز النشادر .  
( الأميدات والأميدات والسيانيدات لا تعطي هذا الاختبار على البارد ) .

٢ - تعطي محاليل أملاح الأمونيوم في الماء مع كل من محلول كلوريد الحديديك وكلوريد الكالسيوم التفاعلات الخاصة بمحاليل الأحماض المتعادلة ويمكن الكشف عن الحمض العضوي بالطرق السابق توضيحها .

## اليوريا

### الخواص الطبيعية :

اليوريا أو البولينا عبارة عن مادة صلبة متبلرة عديدة الرائحة ملحية المذاق وهي تنصهر عند درجة ١٣٢ مئوية ، وتحلل إذا ارتفعت درجة الحرارة عن ذلك - واليوريا سهلة الذوبان في الماء وفي الكحول . عديدة الذوبان في الأثير .

### الخواص الكيميائية :

#### ١ - اختبار هيدروكسيد الصوديوم :

تتحلل اليوريا - مثل بقية الأميدات - تحللاً مائياً في وجود القلويات إلى النشادر وحمض

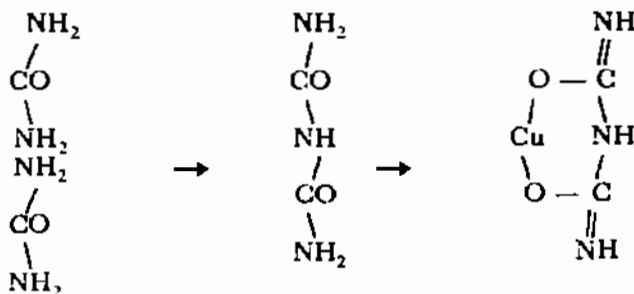
الكربونيك ، ويسرى التفاعل ببطء في المحاليل .

(٢) سخن قدرًا صغيراً من اليوريا في محلول هيدروكسيد الصوديوم لدرجة الغليان ولاحظ تصاعد رائحة النشادر بعد غليان المحلول لفترة طويلة - أضف إلى المحلول حمض الكبريتيك المخفف ، ولاحظ حدوث فوران نتيجة لتكوين كربونات الصوديوم . وتصاعد غاز ثاني أكسيد الكربون

(ب) سخن كمية صغيرة من اليوريا مع هيدروكسيد الصوديوم الصلب أو مع جير الصودا ، ولاحظ تصاعد محاز النشادر فوراً .

## ٢ - اختبار اليوريت :

عند تسخين اليوريا في درجة حرارة أعلى من درجة انصهارها ينتج كثير من المركبات من أهمها اليوريت والنشادر ، ويكون مركب اليوريت مع النحاس ملحاً ذو لون مميز .



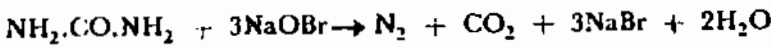
سخن كمية صغيرة من اليوريا الصلبة في أنبوبة اختبار جافة ، حتى تتغير . ولاحظ تصاعد غاز النشادر - أذب الصلب الأبيض المتبقي في محلول هيدروكسيد الصوديوم ، أضف قطرة واحدة من محلول مخفف جداً من كبريتات النحاس في الماء ولاحظ تلون المحلول باللون الأحمر البنفسجي .

## ٣ - أملاح اليوريا :

١ - أضف بضع قطرات من حمض النتريك المركز إلى محلول مركز من اليوريا في الماء ولاحظ انفصال راسب أبيض متبلر من نترات اليوريا .

(ب) أضف ١ سم<sup>٣</sup> من محلول مركز من حمض الأكساليك في الماء إلى ١ سم<sup>٣</sup> من محلول اليوريا المركز ، ولاحظ انفصال راسب أبيض متبلر من أكسالات اليوريا .

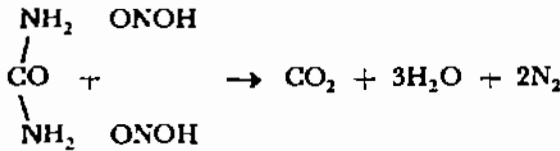
## ٤ - اختبار الهيبوبروميت :



أضف محلول هيدروكسيد الصوديوم على قطرات إلى ١ سم<sup>٣</sup> من ماء البروم حتى يتلون المحلول باللون الأصفر الباهت . ثم أضف ١ سم<sup>٣</sup> من محلول اليوريا في الماء - لاحظ تصاعد غاز النيتروجين .

## ٥ - حمض النيتروز :

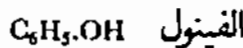
يتفاعل حمض النيتروز مع اليوريا - مثل محلول الهيبوبروميت - معطياً غاز ثنائي أكسيد الكربون والنيتروجين .



أذب بضع بلورات من نترات الصوديوم في ٢ سم<sup>٣</sup> من الماء . ثم أضف ٢ سم<sup>٣</sup> من حمض الهيدروكلوريك المخفف البارد - أضف محلول اليوريا إلى المحلول الأزرق الناتج ولاحظ تصاعد النيتروجين .

## الفينولات

الفينولات مركبات عطرية تحتوى على مجموعة الهيدروكسيل التي ترتبط ارتباطاً مباشراً بنواة البنزين . والفينولات أحادية الهيدروكسيل تحتوى على مجموعة واحدة من مجموعات الهيدروكسيل مثل مركبات الفينول .



## الخواص الطبيعية :

يوجد الفينول على هيئة بلورات أبرية عديمة اللون - والفينول لا يتمتع ولكنه يمتص الماء من الهواء في وجود أية شوائب : حتى ولو وحدت هذه الشوائب بكميات ضئيلة جداً - متحولاً إلى

سائل ذى راحة خاصة معروفة - الفينول يذوب في أغلب المذيبات العضوية ولكنه يذوب في الماء في حدود معينة ، ويساعد الفينول على تحتر البروتينات ، وهو لهذا ضار جداً بالأنسجة ١.٥ أنه سام .

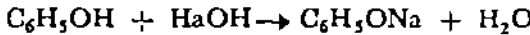
### الخواص الكيميائية :

يكون الفينول مع الماء في درجات الحرارة العادية طبقتين سائلتين : الطبقة العليا منها عبارة عن محلول الفينول في الماء ، والطبقة السفلى عبارة عن محلول من الماء في الفينول ، وعندما ترتفع درجة الحرارة تذيب طبقة الماء بعضاً من الفينول وتذيب طبقة الفينول بعضاً من الماء حتى يصبح تركيب الطبقتين آخر الأمر متشابهاً ، ويحصل على محلول متجانس .

ضع ١ سم<sup>٣</sup> من الفينول في أنبوبة اختبار . ثم أضف حوالي ٣ سم<sup>٣</sup> من الماء ولاحظ انفصال المحلول إلى طبقتين - سخن المزيج تدريجياً ولاحظ اختار الطبقتين عند درجات الحرارة العالية - برد المحلول ، ولاحظ انفصاله مرة أخرى إلى طبقتين .

### ٢ - القلوبان في القلوبيات :

يحتوى الفينول على مجموعة هيدروكسيل مرتبطة بنواة البنزول ، وهذه المجموعة تعطيه بعض الصفات الحمضية ، ويمكن اعتبار خواصه وسطاً بين الكحولات وبين الأحماض ، فهو يذوب في القلوبيات مكوناً فينولات الصوديوم ، ولكنه لا يتفاعل مع الكربونات .



أضف بضع قطرات من الفينول إلى ١ سم<sup>٣</sup> من محلول هيدروكسيد الصوديوم ولاحظ ذوبان الفينول - أمرار غاز ثاني أكسيد الكربون في جزء من المحلول ولاحظ انفصال الفينول مما يدل على ضعف الخواص الحمضية للفينول - أضف حمض الهيدروكلوريك إلى جزء آخر من المحلول - ولاحظ انفصال الفينول .

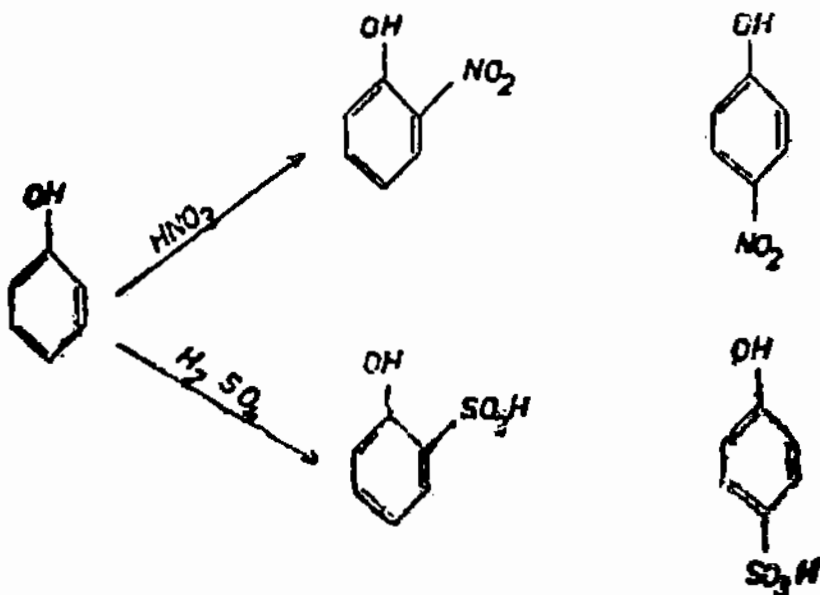
### ٣ - تأثير الهالوجينات :

يتفاعل الفينول مع الهالوجينات معطياً مركبات تحتوى على ذرة واحدة إلى خمس ذرات من الهالوجين ، ويتكون ثلاثى برومو الفينول فور إضافة ماء البروم إلى محلول الفينول في الماء . أضف زيادة من ماء البروم إلى محلول الفينول في الماء ، ولاحظ انفصال راسب أصفر من ثلاثى بروميد الفينول على الفور . ويستخدم هذا التفاعل في التحليل الكمي للفينول .



#### ٤ - تأثير الأحماض :

يتفاعل الفينول مع حمض النتريك المركز أو المخفف ويعطى أورثو - وبارا - نيترو الفينول ويتفاعل حمض الكبريتيك المركز مع الفينول ويعطى أورثو - وبارا - حمض الفينول سلفونيك .



(أ) أضف بضع قطرات من الفينول إلى ١ سم<sup>٣</sup> من حمض النتريك المخفف (١ : ١) ولاحظ تلون المحلول باللون الأصفر نتيجة لتكون مخلوط نيترو الفينول أضف محلول هيدروكسيد الصوديوم حتى يصير المحلول قلوي التأثير ولاحظ تحول لون المحلول من الأصفر إلى البرتقالي .

(ب) أذب  $\frac{1}{4}$  سم<sup>٣</sup> من الفينول في ١ سم<sup>٣</sup> من حمض الكبريتيك المركز . سخن المحلول تسخيناً هيناً ، برد المحلول جيداً ثم خففة بالماء باحتراس ، ولاحظ عدم انفصال طبقة من الفينول نتيجة لتكون مخلوط من حمض الفينول سلفونيك .

## ٥ - كلوريد الحديديك :

أذب قطرة من الفينول في حوالي ٢ سم<sup>٣</sup> من الماء ثم أضف قطرتين من محلول كلوريد الحديديك ، ولاحظ تلون المحلول باللون البنفسجي . ولاحظ اختفاء اللون عند إضافة حمض الهيدروكلوريك المخفف .

## ٦ - اختبار ليرمان :

يتفاعل حمض النيتروز مع الفينول مكوناً مركب نيتروز الفينول الذي يعطى ألواناً مختلفة في كل من المحاليل الحمضية والقلوية .

ضع بلورة واحدة من نيتريت الصوديوم في أنبوبة اختبار جافة . ثم أضف إليها حوالي ٣ سم<sup>٣</sup> من حمض الكبريتيك المركز ، وسخن المحلول تسخيناً هيناً حتى يذوب نيتريت الصوديوم ، ثم أضف قطرة واحدة من الفينول ولاحظ تلون المحلول باللون البني ثم الأزرق - صب محتويات الأنبوبة باحتراس في كأس به حوالي ١٠ سم<sup>٣</sup> من الماء ولاحظ تلون المحلول باللون الأحمر . ثم أضف محلول هيدروكسيد الصوديوم حتى يصير المحلول قلوبياً ولاحظ تلون المحلول باللون الأزرق.

## ٧ - هيوكلوريت الصوديوم :

أضف إلى محلول مخفف من الفينول في الماء بضع قطرات من محلول هيدروكسيد الأمونيوم ، ثم بضع قطرات من محلول هيوكلوريت الصوديوم المخضر حديثاً ، وسخن هيناً ، ولاحظ تلون المحلول باللون الأزرق .

أضف إلى المحلول الناتج حمض الهيدروكلوريك المخفف ، ولاحظ تحول لونه إلى اللون الأحمر ، أضف إلى المحلول الناتج محلول هيدروكسيد الصوديوم حتى يصير قلوبى التأثير ولاحظ تلونه باللون الأزرق مرة أخرى .

## ٨ - اختبار الفثالين :

ضع  $\frac{1}{4}$  جم من الفينول في أنبوبة اختبار جافة ، ثم أضف ١ جم من أندريد الفثاليك (أو حمض الفثاليك) ثم أضف قطرتين من حمض الكبريتيك المركز ، وسخن بلطف حتى يتصهر الخليط - برد الأنبوبة ثم أضف ١ سم<sup>٣</sup> من الماء وزيادة من محلول هيدروكسيد الصوديوم ولاحظ تلون المحلول باللون الأحمر نتيجة لتكوين مركب الفينولفثالين .

## الأمينات

تتميز الأمينات - أو القواعد العضوية - بوجود مجموعة الأمين  $NH_2$  - أو مشتقاتها. وهي تعتبر كمشتقات النشادر حيث يحل محل ذرات الهيدروجين بها مجموعة أو أكثر من المجموعات العضوية «R» .

وتنقسم الأمينات إلى ثلاثة أقسام تبعاً لعدد المجموعات العضوية التي حلت محل ذرات الهيدروجين بجزء النشادر كما يلي :

١ - الأمينات الأولية  $R.NH_2$

٢ - الأمينات الثانوية  $R_2.NH$

٣ - الأمينات الثلاثية  $R_3.N$

وتنقسم الأمينات أيضاً إلى قسمين رئيسيين تبعاً لنوع المجموعة العضوية التي ترتبط بمجموعة الأمين ، فإما أمينات عطرية «R» عبارة عن شق عطري أو أمينات أليفاتية حيث R تمثل شق إيفاني أو الكيلي .

وتتميز هذه الأمينات بأجمعها بخواصها القاعدية ، وتعتبر الأمينات العطرية أقل هذه الأمينات قاعدية ، وهي جميعاً تتحدد مع الأحماض لتكوين أملاح . إلا أن هذه الأملاح تبنى متأينة في محاليلها ، وهي بذلك تكون حمضة التفاعل .

## الأمينات العطرية

تتميز الأمينات العطرية باتصال مجموعة الأمين بنواة البنزول العطرية اتصالاً مباشراً ، وينتج عن هذا الاتصال أن تقل الخاصية القاعدية للأمينات العطرية بشكل ملحوظ عن مثيلاتها الأليفاتية - وهي تعطى أملاحاً مع الأحماض ، ولكنها تحتاج في بعض الأحيان إلى معالمتها بالأحماض المركزة لتكوين الأملاح .

## الأنيلين $C_6H_5.NH_2$

### الخواص الطبيعية :

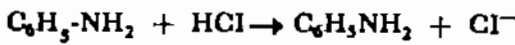
الأنيلين عبارة عن سائل عديم اللون في حالته النقية . ولكنه سريعاً ما يتلون ويسود بتعرضه للهواء والضوء . وهو يتميز برائحة خاصة معروفة . ويغلي الأنيلين عند درجة  $183^\circ C$  مئوية ، وهو أثقل من الماء في درجات الحرارة العادية ولكنه أخف من الماء عند درجة  $100^\circ C$  مئوية وهو

بنلك يطفو على سطح الماء الساخن ويرسب في القاع عند التبريد - وينسب الأنيلين بقلة في الماء (نسبة ٣٪) ولكنه يمتزج بأغلب المذيبات العضوية وهو ذو تأثير سام .

الخواص الكيميائية :

١ - تكوين الأملاح :

١ - تكوين الأملاح : الأنيلين قاعدة عضوية تتفاعل مع الأحماض لتكوين الأملاح مثل هيدروكلوريد الأنيلين وكبريتات الأنيلين .



وتعطي هذه الأملاح كلا من الاختبارات الخاصة بالأنيلين وبالحمض غير العضوي :

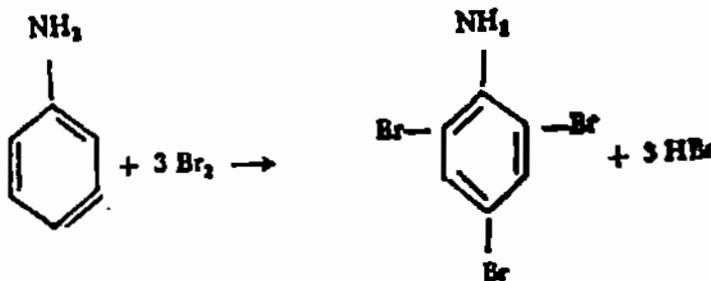
( أ ) أضف ١ سم<sup>٣</sup> من الأنيلين إلى ١ سم<sup>٣</sup> من الماء ولاحظ تكوين طبقتين .

( ب ) أضف قليلا من حمض الهيدروكلوريك المخفف إلى المزيج السابق ولاحظ اختفاء الأنيلين نتيجة لتكوين ملح هيدروكلوريد الأنيلين الذي ينسب في الماء .

( ج ) أضف محلول هيدروكسيد الصوديوم حتى يصير المحلول متعادلا أو قلوي التأثير ولاحظ انفصال المحلول إلى طبقتين مرة أخرى .

٢ - ماء البروم :

يتفاعل كل من الكلور والبروم بسهولة مع الأنيلين - ويتكون مركب ثلاثي برومو الأنيلين فور إضافة ماء البروم إلى الأنيلين ، وكثيراً ما يستخدم هذا التفاعل لتقدير الأنيلين تقديراً كميّاً .



أضف بضع قطرات من الأنيلين إلى ١ سم<sup>٣</sup> من الماء ، ورج المزيج جيداً ثم أضف زيادة من ماء البروم - ولاحظ تكون راسب يميل إلى الاصفرار على التو .



## ٣ - هيبوكلوريت الصوديوم :

يمكن تمييز الأنيلين بواسطة اللون البنفسجي الذي ينتج عند إضافته إلى محلول قصر الألوان أو محلول هيبوكلوريت الصوديوم .

أضف بضع قطرات من الأنيلين إلى ٢ سم<sup>٣</sup> من الماء ، ثم أضف ١ سم<sup>٣</sup> من محلول هيبوكلوريت الصوديوم ، ولاحظ تلون المحلول باللون البنفسجي .

## ٤ - التأكسد :

يعطى الأنيلين العديد من المركبات عند تأكسده :

أذب بضع قطرات من الأنيلين في ١ سم<sup>٣</sup> من حمض الكبريتيك المخفف ثم أضف قطرتين من محلول ثنائي كرومات البوتاسيوم ، ولاحظ تلون المحلول باللون الأخضر .

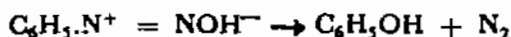
## ٥ - تكوين مركب الآزو (الدمتزة) :

يختلف الأنيلين عن الأمينات الأليفاتية في الطريقة التي تتفاعل بها مع حمض النتروز فهو يعطى مركباً هاماً قارياً الضاعل يسمى هيدروكسيد ثنائي آزونيوم البنزول .



أذب بضع قطرات من الأنيلين في حوالي ٣ سم<sup>٣</sup> من محلول حمض الميسروكلوريك المخفف ، ثم برد المحلول جيداً ، أضف بضع بلورات من نيتريت الصوديوم . ثم اترك المحلول جانباً لمدة بضع ثوانٍ (تعرف هذه الخطوة بعملية تكوين مركب الآزو) .

(١) أضف بضع نقط من المحلول السابق إلى ٢ سم<sup>٣</sup> من محلول بيثا-نافتول في هيدروكسيد الصوديوم ، ولاحظ تكون راسب أحمر قرمزي (تعرف هذه الخطوة بعملية الازدواج) .  
(ب) سخن ما تبقى من المحلول إلى درجة الغليان ولاحظ تصاعد غاز النتروجين وظهور رائحة الفينول .



## ٦ - كلوريد الحديديك :

أضف قطرة من الأنيلين إلى ١ سم<sup>٣</sup> من الماء ، ثم أضف قطرة من محلول كلوريد الحديديك ، ولاحظ تلون المحلول باللون البنفسجي .

## ٧ - اختبار الكربلامين :

أضف قطرتين من الأنيلين إلى ٢ سم<sup>٣</sup> من محلول هيدروكسيد البوتاسيوم الكحولي ثم أضف قطرتين من الكلوروفوم. سخن المزيج تسخيناً هيناً لاحظ تصاعد أبخرة الأيسوسيانيد النفاذة غير المتناغمة (سامة) أضف إلى خليط التفاعل زيادة من حمض الهيدروكلوريك المركز لتكسير هذا المركب السام قبل تفريغ محتويات الأنبوبة في الحوض :

## أملاح الأنيلين

هيدروكلوريد الأنيلين  $C_6H_5NH_2HCl$  وكبريتات الأنيلين  $C_6H_5NH_2HSO_4$

## الخواص الطبيعية :

مواد صلبة متبلرة ذات لون أبيض في حالتها النقية تذوب في الماء معطية محاليل حمضية .

## الخواص الكيميائية :

- ١ - الخاصية الحمضية أضف ١ سم<sup>٣</sup> من محلول ملح الأنيلين في الماء إلى ١ سم<sup>٣</sup> من محلول بيكربونات الصوديوم . لاحظ حدوث فوران نتيجة لتصاعد غاز ثاني أكسيد الكربون .
- ٢ - تعطى أملاح الأنيلين جميع التفاعلات المميزة للأيلين . تجرى التجارب السابق ذكرها في حالة الأنيلين .
- ٣ - تعطى أملاح الأنيلين تفاعلات الأحماض المشتقة منها :

## ( أ ) نترات الفضة :

أضف ١ سم<sup>٣</sup> من محلول كبريتات الأنيلين إلى ١ سم<sup>٣</sup> من محلول نترات الفضة . لاحظ تكون راسب أبيض متجمع من كلوريد الفضة يتحول إلى بنفسجي عند تعرضه للشمس .

## ( ب ) كلوريد الباريوم :

أضف ١ سم<sup>٣</sup> من محلول كبريتات الأنيلين إلى ١ سم<sup>٣</sup> من محلول كلوريد الباريوم ( أو نترات الباريوم ) لاحظ تكون راسب أبيض من كبريتات الباريوم لا يذوب في الأحماض المخففة .

## الكاربوهيدرات

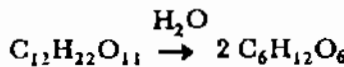
يطلق لفظ الكاربوهيدرات على مجموعة كبيرة من المركبات . وهي قد تكون مواد سكرية . أو تعطى المواد السكرية عند تحللها مائياً . وقد سميت هذه المواد بالكاربوهيدرات لاحتوائها على عنصر الكربون مرتبطاً بعنصرى الهيدروجين والأكسجين بنفس النسب التي يكون بها الماء . وتنقسم الكاربوهيدرات إلى الأقسام الأربعة التالية :

### ١ - السكريات الأحادية :

وهي أبسط مركبات مجموعة الكاربوهيدرات ويرمز لها بالصيغة الكيميائية الأولية  $C_n(H_2O)_n$  ولا تتأثر هذه المركبات بعملية التحلل المائى أى أنها لا تعطى وحدات أصغر منها - ويسمى كل من الجلوكوز (سكر العنب) والفركتوز (سكر القواكه) والجلالكتوز إلى مجموعة السكريات الأحادية ، ويرمز لها بالصيغة الجزيئية  $C_6H_{12}O_6$  .

### ٢ - السكريات الثنائية :

تتأثر السكريات الثنائية بعملية التحلل المائى معطية جزيئين من السكريات الأحادية :



ويسمى إلى هذه المجموعة كل من السكروز (سكر القصب) والمالتوز (سكر الشعير) واللاكتوز (سكر اللبن) .

### ٣ - السكريات الثلاثية :

تعطى هذه السكريات ثلاثة جزيئات من السكريات الأحادية عند تحللها تحللاً مائياً .

### ٤ - عديدة السكريات :

لا تتحلل هذه الكاربوهيدرات عديدة السكريات ضمن مجموعة المواد السكرية . ويرمز لها بالصيغة الجزيئية :  $(C_6H_{10}O_5)_n$  حيث  $n = 6$  أو  $200$  تبعاً لنوع المركب . وتعطى هذه المواد عند تحللها مائياً عدة جزيئات من السكريات الثنائية أو السكريات الأحادية وفقاً لظروف

التحلل المائي الذي تتعرض له . ويتسنى كل من السيلولوز والأنيلين إلى هذه المجموعة .  
وتتميز المواد السكرية ( السكريات ) بسهولة ذوبانها في الماء وعدم ذوبانها في الأثير واللذيات  
المضوية الأخرى . أما الكربوهيدرات عديدة السكريات فهي لا تذوب في الماء ، وذلك لإرتفاع  
أوزانها الجزيئية .

#### ١ - اختبار موليش :

أصف ١ سم<sup>٣</sup> من محلول ألفا - نافتول في الكحول إلى ١ سم<sup>٣</sup> من محلول المادة الكربوهيدراتية  
في الماء ثم رج المحلول جيداً - أصف ١ سم<sup>٣</sup> من حمض الكبريتك المركز باحتراس بحيث  
ينسكب الحمض على جدار الأنبوبة لتكوين طبقة سفلى - لاحظ تكون حلقة حمراء بنفسجية  
اللون عند سطح انفصال السائلين ، رج المزيج جيداً ولاحظ أن اللون البنفسجي انتشر في السائل  
بأجمعه .

إذا لم يظهر اللون البنفسجي في السائل عند رج المزيج اعتبر الاختبار سلبياً يدل ذلك على  
عدم وجود المادة الكربوهيدراتية ويعطى الكربوهيدرات بجميع أنواعها هذا الاختبار .

#### ٢ - الاختزال :

ترتبط قدرة الكربوهيدرات على الاختزال بوجود مجموعة الألدهيد أو مجموعة الكيتون -  
وتختلف حساسية السكريات بأنواعها اختلافاً واسعاً تجاه المحاليل المختلفة ، كما يظهر من الاختبارات  
التالية :

#### ( ١ ) محلول فهلنج :

أمزج كمييتين متساويتين من محلول فهلنج ١ وفهلنج ٢ ( ١ سم<sup>٣</sup> من كل منهما ) ثم سخن  
المحلول لدرجة الغليان ، وأصف ١ سم<sup>٣</sup> من محلول المادة الكربوهيدراتية في الماء - سخن المحلول  
لدرجة الغليان لمدة دقيقة أو دقيقتين إذا تكون راسب أجمر من أكسيد النحاسوز كان هذا  
دليلاً على وجود مادة كربوهيدراتية ذات قدرة على الاختزال .

يعطى هذا الاختبار كل من السكريات الأحادية مثل الجلوكوز والفركتوز والجلالكتوز  
وكنذلك السكريات الثنائية مثل المالتوز والللاكتوز - أما السكروز وهو سكر ثنائي فلا يعطى  
هذا الاختبار .

**(ب) كاشف تولن :**

أضف ١ سم<sup>٣</sup> من كاشف تولن إلى ١ سم<sup>٣</sup> من محلول المادة الكربوهيدراتية ثم سخن تسخيناً هيناً . إذا انفصل معدن الفضة سواء على شكل مرآة أو على هيئة راسب أسود . كان هذا دليلاً على وجود مادة كربوهيدراتية ذات قدرة على الاختزال .

يعطى هذا الاختبار كل من السكريات الأحادية الجلوكتوز والفركتوز والجلالكتوز إما على البارد (بطء) أو بالتسخين الهين .

أما السكريات الثنائية . المالتوز واللاكتوز ، فهي تعطى هذا الاختبار بالتسخين ولا يعطى السكر الثنائي ، السكروز هذا الاختبار .

**(ج) كاشف بارفويد :**

أضف ١ سم<sup>٣</sup> من كاشف بارفويد إلى ١ سم<sup>٣</sup> من محلول المادة الكربوهيدراتية ثم سخن المحلول الناتج فوق حمام مائي لمدة دقيقتين أو على اللهب المباشر لمدة دقيقة واحدة - إذا تكون راسب أحمر من أكسيد النحاسوز كان هذا دليلاً على وجود السكريات الأحادية مثل الجلوكتوز والفركتوز والجلالكتوز .

تعطى السكريات الثنائية هذا الاختبار ، ولكن بعد فترة طويلة من الغليان ( غليان المحلول لمدة حوالي عشر دقائق ) وذلك نتيجة لتحللها مائياً إلى السكريات الأحادية .

**٣ - تكوين الأوزازون :**

تتميز الكربوهيدرات بأنها تتفاعل مع فينيل الهيدرازين لتعطي مركبات متبلرة تعرف بالأوزازون - وهذا التفاعل ذو قيمة خاصة حيث أنه يسهل عادة فصل مركبات الأوزازون التي تتميز بدرجة انصهارها الثابتة المحددة ، وهي تستخدم في التعرف على أنواع المواد السكرية المختلفة وكثيراً ما تعتمد هذه الطريقة على الشكل البلوري لمركبات الأوزازون - الذي يمكن مشاهدته بوضوح تحت الميكروسكوب - وذلك لتقارب درجات انصهارها في بعض الأحيان .

أذب مخلوطاً من ٠.٢ جم من المادة السكرية ، ٠.٤ جم من هيدوركلوريد فينيل الهيدرازين ، ٠.٦ جم من خلاص الصوديوم في ٤ سم<sup>٣</sup> من الماء في أنبوبة اختبار نظيفة ثم أغمر الأنبوبة في كأس به ماء مغلي واتركها لمدة حوالي ٢٠ دقيقة لإرفع الأنبوبة المحتوية على المحلول من الكأس به واتركها جانباً لتبرد تدريجياً . ينفصل الأوزازون على هيئة صلب أصفر متبلر .

مركبات الأوزون لكل من الجلوكون والفركتوز لانتوب في الماء الساخن وهي تنفصل من المحلول قبل تبريده . أما مركبات الأوزون لكل من الجللاكتوز واللاكتوز والمالتوز فهي تذوب في الماء الساخن . أى أنها لا تنفصل إلا عند تبريد المحلول .  
افحص مركبات الأوزون تحت الميكروسكوب .

#### ٤ - تأثير الحرارة :

سخن كمية صغيرة من المادة الكربوهيدراتية الصلبة على طرف ملعقة من النيكل أو على قطعة من الخريف لاحظ حدوث تفحم ، وظهور رائحة السكر المحترق .

#### ٥ - حمض الكبريتيك المركز :

أضف قطرتين من الماء إلى قليل من المادة الكربوهيدراتية الصلبة ثم أضف ١ سم<sup>٢</sup> من حمض الكبريتيك المركز دق المحلول إذا لزم الأمر .  
لاحظ تلون المحلول باللون البني نتيجة لتفحم المادة الكربوهيدراتية .

#### ٦ - اختبار الفرفورال السريع :

أضف ١ سم<sup>٢</sup> من محلول ألفا - نافتول إلى ١ سم<sup>٢</sup> من محلول المادة الكربوهيدراتية ثم أضف حوالى ٦ - ٨ سم<sup>٢</sup> من حمض الهيدروكلوريك المركز : سخن المحلول للدرجة الغليان ولاحظ تلون المحلول باللون البنفسجى .

#### ٧ - اختبار الفورفورال :

أضف حوالى ٥ سم<sup>٢</sup> من حمض الهيدروكلوريك المخفف إلى قليل من المادة الكربوهيدراتية ثم أغل لمدة دقيقة . عرض ورقة مبللة بمحلول خلاصات الأنيلين إلى الأبخرة المتصاعدة أثناء الغليان . لاحظ تلون الورقة باللون الأحمر . ( تحضر خلاصات الأنيلين بخلط حجمين متساويين من حمض الخليك الثلجى والأنيلين ) .

## السكريات الأحادية

الاختبار	الجلوكوز	الفركتوز	الجالاكتوز
اختبار موليش حمض الكبريتيك المركز هيدروكسيد الصوديوم المركز (مع الغليان) : الاختزال :	موجب تفحم	موجب تفحم	موجب تفحم
( ٢ ) محلول فهلنج ( ب ) كاشف تولن ( - ) كاشف بارفويد	موجب موجب بالتسخين المهين موجب دقيقة واحدة ) لون أحمر موجب ( في الحال )	موجب موجب بالتسخين المهين موجب دقيقة واحدة ) لون أحمر موجب ( في الحال )	موجب موجب بالتسخين المهين موجب دقيقة واحدة ) - - ينفصل بعد التبريد
اختبار الفرفورال اختبار الفرفورال السريع تكوين الأوزازون	موجب موجب بالتسخين المهين موجب دقيقة واحدة ) لون أحمر موجب ( في الحال )	موجب موجب بالتسخين المهين موجب دقيقة واحدة ) لون أحمر موجب ( في الحال )	موجب موجب بالتسخين المهين موجب دقيقة واحدة ) - - ينفصل بعد التبريد
	ينفصل من المحلول الساخن ( متشابه )		

## السكريات الثنائية

الاختبار	المالتوز	السكروز	اللاكتوز
اختبار موليش حمض الكبريتيك المركز هيدروكسيد الصوديوم الاختزال :	موجب تفحم بالتسخين لون أصفر بالتسخين	موجب تفحم بالتسخين لون أصفر بالتسخين	موجب تفحم على البارد -
( ٢ ) محلول فهلنج ( ب ) كاشف تولن اختبار الفرفورال السريع تكوين الأوزازون	موجب بعد الغليان موجب بعد الغليان موجب بعد فترة ينفصل بعد التبريد	موجب بعد الغليان موجب بعد الغليان موجب بعد فترة ينفصل بعد التبريد	موجب تفحم على البارد - - موجب في الحال -





## النشا والانيولين

الاختبار	النشا	الانيولين
١ - اختبار موليش ٢ - هيدروكسيد الصوديوم المركز ٣ - الاختزال :	موجب -	موجب لون أصفر
( أ ) محلول فهلنج ( ب ) كاشف تولن ( ج ) كاشف بارفريد	-- - -	موجب بعد الغليان موجب بعد الغليان -
٤ - اختبار الفرقورال السريع ٥ - اختبار الفرقورال	لون بنفسجي خفيف -	لون بنفسجي واضح موجب كما في حالة الفركتورز .

## الجدول العام

## الكشف عن المركبات العضوية البسيطة

يجب أن يدون الطالب الخواص الطبيعية للمركب كالشكل واللون والرائحة وتأثير المادة على عباد الشمس والنوبان في الماء البارد أو الساخن . كما يجب أن تجرى التجارب حسب الترتيب المذكور . وعلى الطالب أن يسجل النتائج والاستنتاجات مدعمة بالتجارب التأكيدية اللازمة .

تقسم المواد العضوية إلى : ( أ ) سوائل ( ب ) مواد صلبة والسوائل إما أن تكون سوائل نقية أو محاليل للمواد الصلبة في الماء . ويمكن التمييز بينهما كما يلي :

بغض ساق زجاجي في السائل ثم يعرض الساق الزجاجية للهب فإذا اشتعل الهب كان سائلاً نقياً . أما إذا لم يشتعل يبخر جزء صغير من السائل في أنبوبة اختبار حتى الجفاف فإذا لم يتخلف راسب كان سائلاً نقياً . أما إذا تخلف راسب أو حدث فحجم كان السائل هو محلول مادة صلبة في الماء وفي هذه الحالة يكشف عن السائل كما في حالة المواد الصلبة . وعند تبخير السائل يجب مراعاة ما يلي :

١ - عند تبخير الفورمالدهيد يتبقى راسب أبيض نتيجة لتكوين البارافورمالدهيد ولكن بزيادة التسخين يتحلل البارافورمالدهيد ويختفي الراسب ويمكن ملاحظة رائحة الفورمالدهيد أثناء التسخين .

- ٢- عند تسخين الجليسرين يتبقى سائل لزج نبي اللون .
- ٣- عند تبخير المحاليل المائية لأملاح الأمونيوم لا يتخلف راسب ويمكن ملاحظة رائحة النشادر .
- ٤- عند تبخير بعض السوائل العضوية مثل البنزالدهيد أو الساليسالدهيد قد تتأكد جزئياً وتعطى بعض البلورات الصلبة .

### جدول الكشف عن السوائل

تنقسم السوائل إلى : سوائل تمتزج بالماء      سوائل لا تمتزج بالماء

سوائل لا تمتزج بالماء	سوائل تمتزج بالماء
البتزول	كحول مثيل
الطولوين	كحول اثيل
الكحول الأميل	كحول الاثيل
الكحول البتريل	جليسرول
البنزالدهيد	فورمالدهيد
الساليسالدهيد	اسيتالدهيد
الايثيلين	اسيتون
الفينول	حمض فورميك
	حمض اسيتيك ( خليك )

يجب أن تجرى التجارب حسب الترتيب التالى لضمان الوصول إلى نتائج صحيحة. وبعد التعرف على السائل المجهول يجب إجراء أكبر عدد ممكن من التجارب التأكيدية .

الفروقة بين السوائل التى تمتزج بالماء :

أولاً : اختبار الحموضة : أضف ١سم<sup>٣</sup> من السائل إلى ٢سم<sup>٣</sup> من محلول ايدروكسيد الصوديوم فإذا حدث فوران وتصاعد غاز ثانى أكسيد الكربون دل ذلك على وجود حمض الفورميك أو حمض الاسيتيك

ولتمييز بينهما يحضر محلول متعادل وتجرى الاختبارات التالية :

( ١ ) نترات الفضة النشادرية : راسب أبيض يتحول إلى رمادى في حالة حمض الفورميك

قط .

(ب) كلوريد الزئبق : راسب أبيض يتحول إلى رمادي وبالتسخين في حالة حمض الفورميك فقط .

ثانياً . كاشف شيف : أضف بضع قطرات من كاشف شيف إلى جزء صغير من السائل فإذا تكون لون أرجواني في الحال دل ذلك على وجود الفورمالدهيد أو الاسيتالدهيد .

ويمكن التمييز بينهما بواسطة اختبار اليودوفورم . وبواسطة محلول هيدروكسيد الصوديوم .

(٩) اختبار اليودوفورم : يتكون راسب أصفر بالتسخين في حالة الاسيتالدهيد فقط .

(ب) محلول هيدروكسيد الصوديوم : أضف حوالي ٢ سم<sup>٣</sup> من محلول هيدروكسيد الصوديوم

إلى ١ سم<sup>٣</sup> من السائل ثم سخن . يتكون صغ اللالدهيد ذو لون أصفر في حالة الاسيتالدهيد فقط .

أما إذا تكون اللون الأرجواني بعد فترة طويلة من إضافة كاشف شيف دل ذلك على وجود الاسيتون . وللتأكد من وجود الاسيتون يجرى اختبار نروبروسيد الصوديوم (لون أحمر) واختبار اليودوفورم (راسب أصفر على البارد) .

ثانياً : اختبار اليودوفورم : فإذا تكون راسب أصفر بعد التسخين دل ذلك على وجود الكحول الايثيل :

رابعاً : الاسترة : باستعمال حمض الساليليك : فإذا تكون استرساليلات الميثيل ذو الرائحة المميزة (رائحة زيت الكافور) دل ذلك على وجود الكحول الميثيل .

خامساً : اختبار البوراكس : فإذا تكون لون أحمر دل ذلك على وجود الجليسرين .

سادساً : اختبار ماء البروم : زوال لون البروم يدل على وجود كحول الاليل .

### التفرقة بين السوائل التي لا تمتزج بالماء

١ - اختبار المستزة : إذا تكونت صبغة ذات لون أحمر فاقع مع البيتاناقول دل ذلك على وجود الإثيلين .

٢ - كلوريد الحديديك : إذا تكون لون بنفسجي دل ذلك على وجود القيتول أو السالالدهيد وتجرى التفرقة بينهما بواسطة محلول النشادر حيث يعطى السالالدهيد راسباً أبيضاً في الحال .

٣ - كاشف شيف : إذا تكون لون أحمر باهت بعد الرج الشديد دل ذلك على وجود البيزالدهيد .

- ٤ - تكوين الاستر : مع حمض الحليك - يعطى الكحول البتريلي رائحة الياسمين بينما يعطى الكحول الاميلي رائحة الورد .
- ٥ - اختبار النيرة : إذا كان موجبا ( ويجرى باحتراس ) دل ذلك على وجود البترول أو الطولوين ويمكن التفرقة بينهما باختبار التجمد ( بتجميد البترول عند ٥°م ) .

## جدول الكشف عن المواد الصلبة

- تشمل المواد الصلبة التي تعرضنا لها خلال دراستنا للمركبات العضوية البسيطة على :
- ( ١ ) أحماض الاكساليك - الطرطريك - الستريك - البترليك - الساليسيليك .
- ( ب ) الأملاح مثل الفورمات والخلات وأملاح الأحماض السابقة .
- ( ج ) الكربوهيدرات مثل الجلوكوز - الفركتوز - المالتوز - اللاكتوز - السكروز - النشا .
- ( د ) بعض المواد الأخرى مثل هيدرات الكلورال واليوريا وأملاح الاتيلين والنافثالين والاتراسين .
- وللكشف عن المواد الصلبة تجرى التجارب التالية حسب الترتيب .
- أولا - تأثير الحرارة : سخن قليلا من المادة الصلبة في أنبوبة اختبار جافة ولاحظ رائحة الأبخرة المتصاعدة . فإذا تصاعد غاز النشادر فالمادة الصلبة إما أن تكون ملح أمونيوم أو يوريا ( لاحظ أن النافثالين يتسامى بالتسخين ) ويمكن التفرقة بين اليوريا وأملاح الأمونيوم كما يلي :
- ( ١ ) أضف حوالي ١ سم<sup>٣</sup> من محلول هيدروكسيد الصوديوم البارد إلى قدر صغير من المادة الصلبة في أنبوبة اختبار ثم رج المزيج جيدا ولاحظ رائحة الأبخرة المتصاعدة . فإذا تصاعد غاز النشادر دل ذلك على وجود ملح أمونيوم ، في هذه الحالة يجب الكشف عن الشق الحمضي للملح بإجراء الاختبارات الموضحة تحت البند ثالثا .

### (ب) اختبار يوريت :

مرحب في حالة اليوريا فقط

### ثانياً - اختبار مولش :

فإذا تكونت حلقة بنفسجية دل ذلك على وجود الكربوهيدرات ويمكن التمييز بينهم كما يلي :

### اختبار بارفويد :

فإذا تكون راسب أحمر من أكسيد النحاسوز بعد التسخين لمدة دقيقة دل ذلك على وجود السكريات الأحادية ( الجلوكتوز أو الفركتوز ) ويمكن التفريق بينهما باختبار القرفورال (مرحب في حالة الفركتوز) .

(ب) إذا كان اختبار بارفويد سالباً تجرى اختبار تترات الفضة أو محلول قهليج فإذا كان موجباً دل ذلك على وجود المالتوز أو اللاكتوز ويفرق بينهما باختبار الأوزازون .

(ج) إذا كان اختبار بارفويد سالباً فالمادة الصلبة إما أن تكون سكروز أو نشا ويمكن التفريق بينهما بواسطة محلول اليود ، فإذا تكون لون أزرق دل ذلك على وجود النشا .

### ثالثاً - محلول ييكرينات الصوديوم :

أضف قليلاً من محلول ييكرينات الصوديوم إلى محلول أو معلق المادة الصلبة في الماء .

١ - فإذا لم يحدث فوران فالمادة الصلبة إما أن تكون بلحاً لحمض أو هيدرات الكلورال أو هيدروكربون ويمكن التمييز بينهم كما يلي :

### محلول كلوريد الحديدك المتعادل مع محلول المادة الصلبة :

(أ) إذا تكون لون أحمر يتحول بالغلجان إلى راسب بني دل ذلك على وجود الفورمات أو الخلات ويفرق بينهما بواسطة محلول نترات الفضة التشادية (راسب رمادي في حالة الفورمات فقط) أو محلول كلوريد الزئبقك (راسب أبيض يتحول إلى رمادي بالتسخين في حالة الفورمات فقط) .

(ب) إذا تكون راسب بني فاتح (لحمي) دل ذلك على وجود البتروات .

(ج) إذا تكون لون بنفسجي دل ذلك على وجود الساليسيلات

### محلول كلوريد الكالسيوم مع محلول المادة الصلبة :

(أ) إذا تكون راسب أبيض في الحال دل ذلك على وجود الاكسالات .

(ب) إذا تكون راسب أبيض بعد حك جدران الأنبوبة الداخلية دل ذلك على وجود

الطرطرات .

(ج) إذا تكون راسب أبيض بعد الغلجان دل ذلك على وجود السترات .

أما إذا لم تعط المادة الصلبة أى نتائج إيجابية مع كلوريد الحديدك أو كلوريد الكالسيوم فالمادة الصلبة قد تكون هيدرات الكلورال أو هيدروكربون وللتأكد يجرى اختبار قهليج فإذا

تكون راسب أحمر دل ذلك على وجود هيدرات الكلورال وفي حالة عدم تكون راسب أحمر اعتبرت المادة هيدروكربون ويجرى اختبار البكرات .

٢- أما إذا حدث فوران مع محلول بيكربونات الصوديوم وتصاعد غاز ثاني أكسيد الكربون فالمادة الصلبة أما أن تكون حمض أو ملح من أملاح الأنيلين ويمكن التمييز بينهما كما يلي :

( ٢ ) اختبار النسترة : إذا تكونت صبغة ذات لون أحمر فاقع مع البيتانافثول دل ذلك على وجود أملاح الأنيلين .

### هيدروكلوريد الأنيلين :

راسب أبيض متجمع مع محلول نترات الفضة .

### كبريتات الأنيلين :

راسب أبيض مع نترات الباريوم لا يذوب في الأحماض المخففة .

(ب) إما إذا كان اختبار النسترة سالباً فالمادة الصلبة عبارة عن حمض ويمكن الكشف عنه بتحضير محلول متعادل وإجراء الاختبارات الموضحة تحت البند ثالثاً .

ويجب مراعاة أن الجدول المذكور يساعد الطالب على التعرف على المجهول ولكن من الضروري دائماً تدعيم الإستنتاجات بأكثر عدد ممكن من التجارب التأكيدية وذلك بالرجوع إلى التفاعلات الخاصة بكل مركب .

كما يمكن الإستعانة بالجدول المرقة للفرقة بين المركبات المتشابهة .

الكاشف	المورم والدميد	الامتالدهيد	هيدرات الكلورال	البترالدهيد	الايسالدهيد
درجات الفليان	غاز	م°٢١	صلب ينصهر عند ٥٧	م°١٧٩	م°١٩٦
كاشف شيف	موجب	موجب	—	موجب	—
نترات الفضة النشارية	اختزال	اختزال	اختزال	اختزال	—
محلول فهلنج	موجب	موجب	موجب	اختزال ببطء شديد	—
ثنائي نيترو فينيل الهيدرازين	م°١٦٨	م°١٦٨	—	م°٢٣٧	م°٢٥٢
هيدروكسيد الصوديوم	تفاعل كانيزارو	رائنج	رائحة الكلوروفورم	تفاعل كانيزارو	لون أصفر
نيتروبروسيد الصوديوم	—	لون أحمر	—	—	—
اختبار اليودوفورم	—	موجب	—	—	—
كلوريد الحديدك	—	—	—	—	لون يتفسحي

الأحماض العضوية

الكاشف	الخليك	العورميك	الأكساليك	الطرطريك	الستريك	السترونك	الساليسيليك
درجات الانصهار والغليان	سائل ١١٨	سائل ١٠٠	صلب ١٠١	صلب ١٦٩	صلب ١٥٣	صلب ١٢١	صلب ١٥٧
كلوريد الحديديك	لون أحمر يتحول إلى راسب بني بالتسخين		-	-	-	راسب بلون البشرة	لون بنفسجي
كلوريد الكالسيوم	-	-	راسب أبيض على البارد	راسب أبيض بعد رج المحلول	راسب أبيض بعد الغليان	-	-
برمنجنات البوتاسيوم	-	يزول اللون على البارد	يزول اللون بالتسخين	يزول اللون بالتسخين	( وينجز يزول اللون ويتكون راسب أبيض	-	-
نترات الفضة الشاذرية	-	اختزال	-	اختزال	-	-	-
تكوين الأسر	مع الكحول	مع الكحول الأيثيلي	-	-	-	مع الكحول الأيثيلي	مع الكحول الميثيل

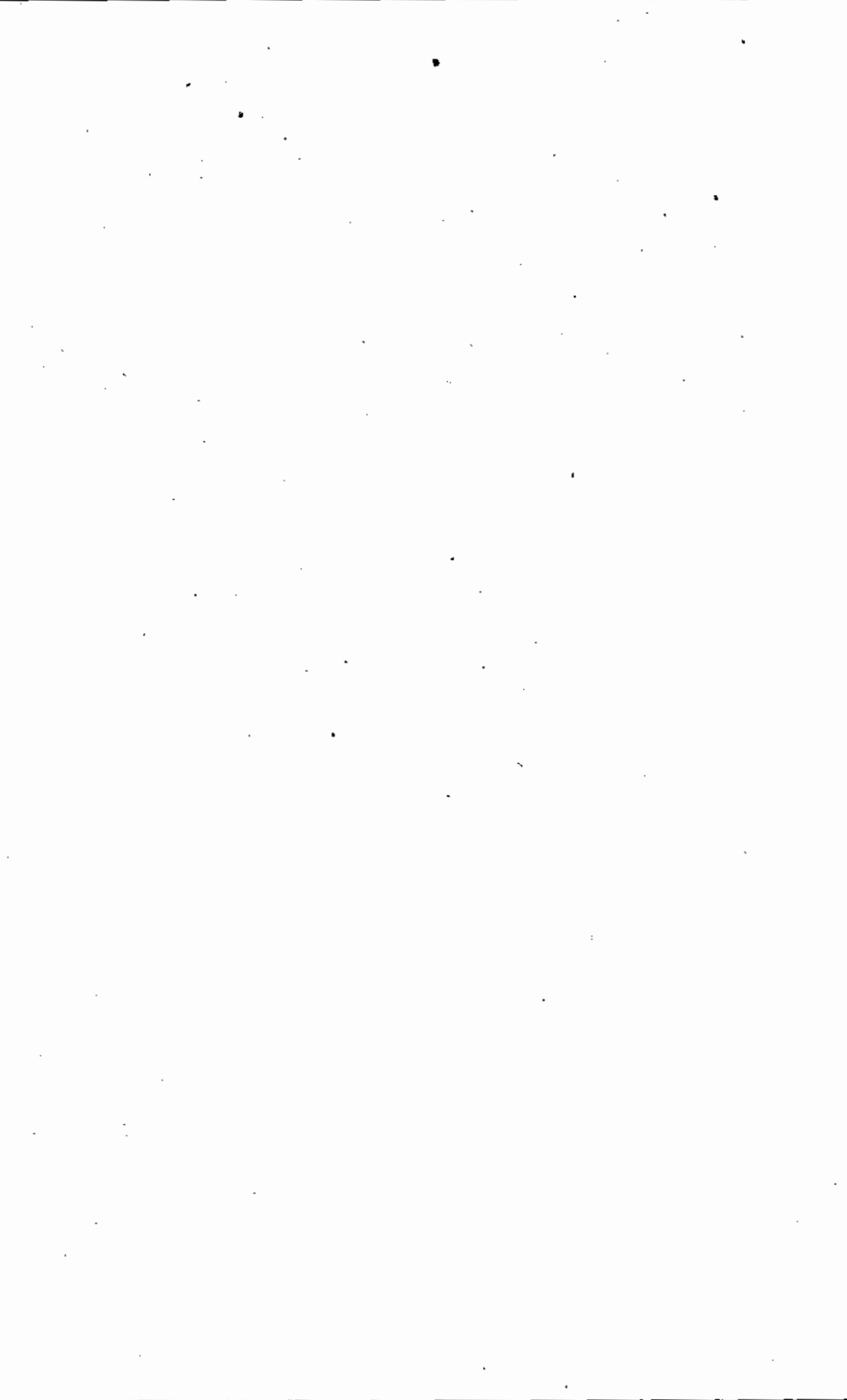


## الكربوهيدرات

الكاشف	الجلوكوز	الفركتوز	السكروز	المالتوز	اللاكتوز	النشا
اختبار ميلش	موجب	موجب	موجب	موجب	موجب	موجب
نترات الفضة النشادرية	موجب	موجب	-	موجب	موجب	-
محلل فهلنج	موجب	موجب	-	موجب	موجب	-
كاشف بارفويد	موجب	موجب	-	-	-	-
هيدروكسيد الصوديوم المركز الساخن	صمغ أصفر اللون		-	صمغ أصفر اللون		
اختبار الفرفورال السريع	يتأخر	يتأخر	في الحال	في الحال	يتأخر	لون يميل إلى البنفسجي
الأوزون	بعد تبريد المحلول		-	متشابهة من المحلول الساخن		-

اختبارات خاصة :

الفركتوز (١) اختبار الفرفورال . (تتلون ورقة خلاص الاثيلين باناوان الأحمر)



القسم الثالث  
التحليل الكمي



## الباب التاسع

### التحليل الكمي

#### Quantitative Analysis

ينقسم التحليل الكمي إلى قسمين :

١ - التحليل الكمي الوزني : وهو يعتمد على حدوث التفاعل بين أوزان محددة من المواد ، ثم تقدير وزن المركب الناتج بعد فصله .

٢ - التحليل الكمي الحجمي : وهو يعتمد على حدوث تفاعل بين المواد المختلفة في عماليلها بنسب أوزانها المتكافئة ، ولا يشترط حينئذ فصل المركب الناتج ، ولكن يستدل على نهاية التفاعل أو نقطة التكافؤ بطرق خاصة ، كاستعمال الأدلة Indicators أو غيرها .

### التحليل الحجمي

#### Volumetric Analysis

وفيه يعين حجم محلول معلوم تركيزه بالضبط ، والذي يلزم للتفاعل كميًا مع محلول آخر مجهول التركيز ، والمحلول المعلوم تركيزه بالضبط يسمى بالمحلول القياسي Standard Solution ، وهو يحتوي على عدد محدود من الجرامات الجزيئية في اللتر .

وبمعرفة حجم المحلول القياسي الذي يتفاعل تماماً مع محلول المادة الأخرى ذات التركيز المجهولة أو بتطبيق قوانين التكافؤ الكيميائي ، يمكن حساب قوة المحلول المجهولة .

المحلول القياسي : هو ذلك المحلول الذي يحتوي على وزن معلوم من المذاب في قدر معلوم من

المحلول .

المحلول العياري : Normal Solution هو ذلك المحلول الذي يحتوي على الوزن المكافئ .

الجراي للمذاب في لتر من المحلول . ويرمز له بالحرف « N » .

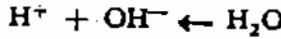
المحلول المولاري : Molar Solution هو ذلك المحلول الذي يحتوي على الوزن الجزيئي

الجراي للمذاب في لتر من المحلول ، ويرمز له بالحرف « M » .

ومن الوجهة العامة تقسم عمليات المعايرة إلى ثلاثة أقسام رئيسية :

### ١ - تفاعلات التعادل : Neutralization Reactions

وفيها تتم معايرة حمض بقاعدة ، أو العكس ، والتفاعل الأسدي في هذه الحالة ، هو اتحاد أيونات الإيدروجين بأيونات الأيدروكسيل لتكوين الماء ، ويطلق عليه أيضاً تفاعلات الحمضية Acidimetry والقلوية Alkalimetry

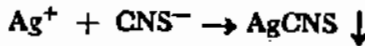
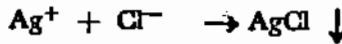


وتشمل هذه التفاعلات معايرة القواعد الحرة ، أو القواعد التي تتكون عند تميؤ أملاح الأحماض الضعيفة ، مع الأحماض (acidimetry) ، وكذلك معايرة الأحماض الحرة ، أو الأحماض التي تتكون عند تميؤ أملاح القلويات الضعيفة مع قاعدة قياسية (Alkalimetry)

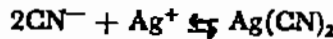
### ٢ - تفاعلات الترسيب وتكوين المركبات المترابطة :

Precipitation add Complex — formation reactions

وهي تعتمد على اتحاد الأيونات (عدداً أيونات الأيدروجين والأيدروكسيل) لتكوين راسب بسيط (عديم اللون أو شحيحة في الماء) ، مثل معايرة نترات الفضة مع كلوريد الصوديوم أو ثيو سيانات البوتاسيوم :



عملية معايرة سيانيد البوتاسيوم مع نترات الفضة في المحلول :



ويلاحظ في النوعين السابقين من تفاعلات المعايرة ، أن التفاعل يحدث دون تغيير في التكافؤ ، حيث يعتمدان على اتحاد الأيونات .

### ٣ - تفاعلات الأكسدة والاختزال : Oxidation — Reduction Reactions

وفي هذا النوع من التفاعلات تحدث عملية أكسدة لإحدى المواد ، وعملية اختزال للمادة الأخرى في نفس الوقت ، ويصححها تغير في التكافؤ أو انتقال للألكترونات ، فعند إضافة محلول برمنجنات البوتاسيوم إلى محلول كبريتات الحديدوز ، في وسط حمضي ، فإن أيون الحديدوز ثنائي التكافؤ يتأكسد إلى أيون الحديديك ثلاثي التكافؤ ، وفي نفس الوقت يختزل أيون البرمنجنات  $MnO_4^-$  وفيه المنجنيز سباعي التكافؤ إلى أيون  $Mn^{++}$  ثنائي التكافؤ .

والمواد المؤكسدة التي كثيراً ما تستخدم في التحليل الحجمي هي : برمنجنات البوتاسيوم

$KMnO_4$  بيكرومات البوتاسيوم ،  $K_2Cr_2O_7$  ، اليود  $I_2$  ، يودات البوتاسيوم  $KIO_3$  برومات البوتاسيوم  $KBrO_3$  والكلورامين T .

وكبريتات التيتانوز ، أملاح الحديدوز ، والأكسالات وكبريتات التيتانوز غالباً ما يستخدم ثيوكبريتات الصوديوم ، أكسيد الزرنيخوز ، كلوريد

### الأوزان المكافئة : Equivalent weights

المحاليل التيائية المستخلصة في عمليات المعايرة هي المحاليل العيارية ، أى التى تحتوى على الوزن المكافئ من المادة ، أو أجزائه أو مضاعفاته فى اللتر (تحدث التفاعلات دائماً بين اللواد بنسب أوزانها المكافئة) ، وبذلك تصبح طريقة الحساب الخاصة بالتحليل الحجمى بسيطة ، وغير معقدة كما يتضح مما يلى :

إذا فرض أن حجم قلوة  $V_A$  لتر من المادة « A » التى تحتوى على  $x$  جرام مكافئ من المادة قد تعادل تماماً مع حجم قلوة  $V_B$  لتر من المادة « B » والتى تحتوى على  $y$  جرام مكافئ من المادة فإن :

$$x \equiv y \quad (1)$$

فإذا كانت عيارية المحلول A هي  $N_A$  ، وعيارية المحلول B هي  $N_B$  فمن تعريف العيارية تصبح :

$$N_A = \frac{x}{V_A} \text{ ومنها } x = N_A V_A \quad (2)$$

$$N_B = \frac{y}{V_B} \text{ ومنها } y = N_B V_B \quad (3)$$

ومن المعادلات (1) ، (2) ، (3) يتبع أن :

$$N_A V_A = N_B V_B$$

وتستخدم المعادلة الأخيرة فى تقدير عيارية محلول مجهول مثل B مثلاً ، بعملية عيارية محلول آخر قياسى  $N_A$  ، وأحجامها المقاسة فى عمليات المعايرة .

وبذلك تتضح أهمية الأوزان المكافئة فى التحليل الحجمى ، ويتوقف الوزن المكافئ لمادة ما على طبيعة التفاعل (أى التفاعلات فى التعادل ، والترسيب والأكسدة والاختزال) كما سيرد فيما بعد :

ملاحظات هامة على التنفيذ العملي لتجارب المعايرة واستخدام الأجهزة الخاصة بها :

يطلق على الطريقة التي تم بها عمليات التحليل الحجمي وعمليات المعايرة و Titration وفيها يوضع المحلول القياسي في السحاحة Burette ، ثم يؤخذ حجم معين من المحلول المجهول بواسطة ماصة Pipette ، ويوضع في دورق مخروطي Conical flask ويضاف إليه المحلول القياسي من السحاحة ببطء ، حتى تصل إلى نقطة التكافؤ End point أو نقطة التعادل Neutralization point وعندها يكون التفاعل قد تم بين المادتين .

وتوقف صحة النتائج على الدقة في العمل ، ويوجه عام فإن التحليل الحجمي يتطلب دقة خاصة ، إذ أن أى إهمال في إحدى الخطوات ، قد يؤثر كميّاً في النتيجة النهائية ، ولذا يجب مراعاة بعض النقاط التالية ، لضمان الوصول إلى نتائج صحيحة .

### أولاً- السحاحة :

١- يلزم غسل السحاحة جيداً بالماء ، ثم بالماء المقطر ، وأخيراً بالمحلول الذي سيوضع فيها ، عند غسل السحاحة بالماء المقطر أو بالمحلول ، فإنه ليس من الداعي استخدام كميات كبيرة منها ، ولكن يكفي وضع حوالى ٢ - ٤ مل من السائل ، ثم تقليب هذه الكمية مع رجها ببطء على جدران السحاحة الداخلية ، وتعاد هذه العملية مرتين أو ثلاثاً .

٢- عند ملء السحاحة بالمحلول يجب استخدام قمع صغير فوق طرف السحاحة ، ويجب رفع هذا القمع مباشرة بعد ملئها لمنع احتمال تساقط قطرات من المحلول ، قد تكون ملتصقة بالقمع أثناء إجراء عملية المعايرة ، وإلا أدى ذلك إلى تغيير مستوى سطحه في السحاحة .

٣- يجب التأكد من عدم وجود فقاعات هوائية أسفل صنوبر السحاحة ، فإن وجدت يلزم التخلص منها بفتح الصنوبر إلى أقصاه ، لكي يتدفق السائل من السحاحة بسرعة فيطرد منه الهواء (وفي حالة فشل هذه الطريقة ، يوضع جزء من المحلول في كأس ، سبق غليه بالماء ثم بالماء المقطر ، ثم بالمحلول ، وبعد ذلك يغمر طرف السحاحة في المحلول ، ويشطف السائل إلى داخلها عن طريق فتحها العليا) .

٤- بعد إزالة ما قد يكون هناك من فقاعات هوائية تثبت السحاحة في حاملها بحيث تكون عمودية ، ثم يضبط سطح السائل عند تدرج معين ، ويستحسن غالباً أن يكون تدرج الصفر ، وبذلك تكون السحاحة معدة للاستعمال .

٥- عند قراءة وضع السائل في السحاحة ، يجب أن تكون العين في نفس المستوى الأفقى لسطح السائل ، وذلك لتفادي الخطأ في القراءة ، فإذا كانت العين تحت المستوى الأفقى للسطح



يكون الخطأ بالزيادة ، أما إذا كانت فوق المستوى الأفقى للسطح حدث خطأ بالنقص .  
٦ - لمساعدة العين في تحديد موضع السائل بالضبط ، في حالة المحاليل الشفافة : تؤخذ بطاقة . نصفها السفلى مسود بالقلم الرصاص ، فإذا وضعت هذه البطاقة أسفل مستوى السطح بحوالى ١ - ٢ مم . فإن سطح السائل يظهر قائماً ، ويتحدد موضعه بمساعدة النصف العلوى الأبيض من البطاقة :

وبالنسبة للمحاليل الشفافة يجب أن تكون القراءة اعتباراً من أسفل نقطة في السطح .  
أما في حالة المحاليل الملونة ( مثل برمنجنات البوتاسيوم ، ومحلل اليود ) فلا داعى لاستخدام البطاقة ، وتؤخذ القراءة اعتباراً من السطح العلوى نظراً لوضوح موضعه .

٧ - يتحسن استخدام كلتا اليلدين ، عند فتح صنوبر السحاحة ، بحيث يمسك الغلاف الخارجى للصنوبر بإحدى اليلدين ، وبالأخرى يدار قلب الصنوبر حتى يمكن التحكم في فتحة الصنوبر بإحدى اليلدين ، وبالأخرى يدار قلب الصنوبر حتى يمكن التحكم في فتحة الصنوبر ، وخصوصاً في المرحلة الأخيرة من عملية المعايرة حيناً يكون المطلوب هو إززال نقطة واحدة مثلاً من المحلول في الدورق المخروطى ومنعاً لانتقالات قلب الصنوبر من غلافه في حالة استعمال يد واحدة في فتحه .

٨ - عند نزول المحلول من السحاحة ، قد يحدث أن يلامس جدران أو فوهة الدورق المخروطى ، ولذلك يلزم غسل هذه الجدران بالماء المقطر من زجاجة الغسيل washing bottle ، حتى لا يترك جزء من المحلول عالقاً بهذه الجدران دون أن يستغل في عملية المعايرة ، مما يؤدي إلى خطأ في التجربة .

وعند تبقّى نقطة من السائل معلقة بطرف السحاحة . يلزم أخذها بأن تلمس فوهة الدورق المخروطى فوهة السحاحة لمساً خفيفاً ، ثم تغسل الفوهة بالماء المقطر من زجاجة الغسيل .

٩ - يلزم مراعاة عدم تآثر شيء من المحلول النازل من السحاحة أو الموجود داخل الدورق المخروطى إلى الخارج ، ولذلك يجب ألا يكون طرف المعاحة بعيداً عن فوهة الدورق المخروطى ، بل من المستحسن أن يكون في داخل الفوهة .

١٠ - يشحم صنوبر السحاحة بالفازلين تشحيماً خفيفاً بحيث لا يتسبب في سد ثقب الصنوبر ، ويجب غسل السحاحة جيداً بالماء المقطر بعد الانتهاء من استخدامها ، ثم تعلق في حاملها مقلوبة منعاً من دخول الغبار إلى داخلها .

## ثانياً - الماصة :

تستخدم الماصة في نقل أحجام محدودة من السوائل أو المحاليل وهناك عادة نوعان من الماصات :

النوع الأول به علامة واحدة في ساقها العلوى : وتستخدم في نقل حجم يساوى القرامة المكتوبة على الماصة .

والنوع الثانى مدرج إلى ستيمترات وليمترات مكعبة ويستخدم في نقل أحجام مختلفة حسب الرغبة .

ويجب مراعاة الملاحظات التالية عند استخدام الماصة في عملية المعايرة .

١ - تغسل الماصة بالماء أولاً ثم بالماء المقطر وبالمحلول على الترتيب .

٢ - عند غسل الماصة بالمحلول ، يجب ألا تغمر الماصة بأى حال في الزجاجات التى تمتوى على المحلول مباشرة . وذلك لكي لا يتغير تركيز المحلول بقطرات الماء قد تكون عالقة بمجران الماصة من الداخل .

٣ - لنقل حجم من المحلول بواسطة الماصة ، يغمر طرفها تحت سطح المحلول ويشقظ باحتراس (بواسطة القم إذا لم يكن المحلول ضاراً أو بواسطة حقنة في طرفها أنبوبة من المطاط إذا كان المحلول ضاراً) حتى يصبح مستوى سطحه داخل الماصة أعلى من العلامة التى عليها قليلاً (١ - ٢ سم) ، ثم تغلق الماصة بالضغط على طرفها العلوى بأصبع السبابة الخفاف (وليس بالإبهام) ، ولضبط سطح السائل عند العلامة يخفف ضغط الإصبع قليلاً ، حتى يبدأ السائل في السريان ببطء إلى أن يمس سطح المحلول السفلى العلامة التى على ساق الماصة ، مع مراعاة أن تكون العين والعلامة في مستوى أفقى واحد ، وأن تكون الماصة أثناء ضبطها عمودية وليست مائلة .

٤ - بعد انتهاء تفريغ السائل من الماصة ، ويتبقى عادة جزء من المحلول قرب طرفها ، وحينئذ تلمس جدران الدورق المخروطى الداخلى بطرف الماصة لمساً خفيفاً ثلاث مرات أو أربع ، ( يجب عدم النفخ في الماصة بالقلم مهما كانت الظروف ) ، ومن الجدير بالذكر أن ما قد يتبقى بعد هذه العملية الأخيرة في طرف الماصة فهو لا يدخل في حساب حجمها القملى المسجل عليها .

٥ - من المستحسن أن تكون الماصة في وضع مائل على العمودى لكي يسرى المحلول فيها بسرعة معتدلة .

### ثالثاً - الدورق المخروطى :

تجرى عمليات المعايرة ، في دوارق مخروطية ذات سعة مناسبة ، ويجب غسل هذه الدوارق بالماء المقطر قبل استعمالها ، ولا تغسل بتاتاً بالمحلول الذى سيوضع فيها ، ويكتفى بقطرة أو قطرتين من الليل مع مراعاة أن الإكثار من الليل فوق هذا الحد يؤثر في النتيجة ، ومن الأفضل وضع الدورق المخروطى على رخامة بيضاء ، لإمكان ملاحظة التغير في لون الدليل بدقة ، ويجب رج الدورق المخروطى من آن لآخر أثناء عملية المعايرة لخلط المحلولين ، كما يجب غسل الجدار الداخلى

للدورق بقليل من الماء المقطر ( من دورق النسيل ) .

وعادة ما تجرى تجربة تمهيدية لمعرفة مدى تقطع التكافؤ . وذلك بإسقاط المحلول من السحاحة مليلترا ، مليلترا حتى آخر مليلتر يتم عنده التعادل .

وعند إعادة التجربة تجعل مقداراً من المحلول يتساقط إلى الدورق بشرط أن يكون أقل من الحجم السابق بحوالي مليلتر واحد ، ثم يسقط المحلول بعد ذلك نقطة نقطة ، مع رج الدورق بعد كل نقطة ، وغسل الجدران الداخلية للدورق بالماء المقطر من أن لآخر حتى يتم التعادل .

وبهذه الطريقة يمكن تعيين حجم المحلول الذي استهلك في عملية المعايرة بالضغط . وتعاد عملية المعايرة بنفس الكيفية ثلاث أو أربع مرات ، وتدون النتائج في جدول ، يؤخذ المتوسط بين هذه النتائج بشرط ألا يزيد الفرق بين أى منها عن ٠.١ مل ، وفي حالة ما إذا كانت إحدى النتائج غير مطابقة للآخرين تستبعد عند أخذ المتوسط .

#### وابعاً - المادة القياسية المستخدمة :

يجب أن تتصف المادة القياسية المستخدمة بالصفات التالية :

- ١- سهل الحصول عليها ، قوية ، وألا يتغير صفاتها أثناء الوزن أو تركها في الهواء ، أو عند التخفيف .
- ٢- أن يكون وزنها المكافئ كبيراً نسبياً حتى يمكن تلافى الأخطاء الناتجة عن الوزن .
- ٣- أن تكون سهلة الذوبان في ظروف العمل .
- ٤- أن يحدث معها تفاعل بسرعة .

#### خامساً - وحدة الحجم :

وحدة الحجم المستخدمة في قياس حجم السائل هي اللتر . واللتر هو عبارة عن الحجم الذي يشغله كيلوجرام واحد من الماء عند درجة حرارة ٤° م والضغط الجوى المعتاد .

والمليلتر ( مل . ml ) وهو عبارة عن  $\frac{1}{1000}$  من اللتر .

والتسيتر المكعب ( سم<sup>٣</sup> . cc ) هو عبارة عن الحجم الذي يشغله مكعب طوله ضلعه

١ سم .

ون الجليبر بالذكر أن ١٠٠٠ مل = ١٠٠٠.٠٢٨ سم<sup>٣</sup> .

## الباب العاشر

### تفاعلات التعادل

#### Acidimetry and Alkalimetry

الغرض من معايرة محلول قلوي باستخدام محلول قياسي لحمض ، هو تحديد كمية الحمض الذى يكافئ بالضبط كمية القاعدة الموجودة . ويستدل على ذلك بنقطة التكافؤ  $\cdot$  theoretical end أو نقطة التعادل النهائية  $\cdot$  Stoichimetric Point ، Equivalent Point point ويمكن تحديدها في محلول مائى للحمض والقاعدة .

فإذا كان كل من الحمض والقاعدة الكتروليتات قوية Strong electrolytes فإن المحلول

النتائج يصبح متعادلا ورقمه الأليروجيني  $\text{pH} = 7$  .

أما إذا كان الحمض أو القاعدة الكتروليتا ضعيفا ، فإن الملح الناتج من تعادله يتما إلى حد ما ، ويصبح المحلول بذلك عند نقطة التكافؤ إما قلويا ضعيفا أو حمضيا . ويمكن حساب الرقم الأليروجيني للمحلول بالضبط عند نقطة التكافؤ بمعرفة ثابت التأين للحمض الضعيف أو للقاعدة الضعيفة ، وتركيز المحلول .

وبالنسبة لأي عملية معايرة فإن نقطة التكافؤ يمكن تمييزها بواسطة تعيين تركيز أيون

الميدروجين في المحلول ، ويعتمد ذلك على طبيعة كل من الحمض والقاعدة وتركيز المحلول .

الأوزان المكافئة في تفاعلات التعادل :

$$1 - \frac{\text{وزنه الجزيئي}}{\text{قاعديته}} = \text{الوزن المكافئ لحمض}$$

أو بعبارة أخرى هو ذلك الوزن الذى يحتوى على ذرة واحدة من الميدروجين البسول ، أى

١،٠٠٨ جم من الميدروجين .

والوزن المكافئ للحمض أحادى القاعدية مثل أحماض الهيدروكلوريك والميدروبروريك

والميدروبيديك والنثريك والبيركلوريك والخليلك =  $\frac{\text{وزنه الجزيئي}}{1}$  والمحلول العياري للحمض أحادى

القاعدية يحتوى بذلك الوزن الجزيئي الجرامى ( ١ جزيء ) في اللتر من المحلول .

والوزن المكافئ للحمض ثنائى القاعدية (مثل حمض الكبريتيك ، والأكساليك أو الحمض

ثلاثى القاعدية (حمض الفسوريك) بالمثل =  $\frac{1}{4}$  ،  $\frac{1}{4}$  الوزن الجزيئى على الترتيب .

$$٢ - \text{الوزن المكافئ} = \text{لقاعدة} = \frac{\text{وزنها الجزيئى}}{\text{حمضيتها}}$$

أو هو عبارة عن ذلك الوزن الذى يحتوى على مجموعة واحدة من الهيدروكسيل البتول .  
أى ١٧,٠٠٨ جم من أيون الهيدروكسيل .

وحيث إن ١٧,٠٠٧ جم من أيون الهيدروكسيل يكافئ ١,٠٠٨ جم من الهيدروجين فإن الوزن

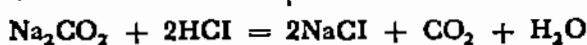
المكافئ لهيدروكسيد الصوديوم أو هيدروكسيد البوتاسيوم أو هيدروكسيد الأمونيوم =  $\frac{\text{الوزن الجزيئى}}{١}$

أما فى حالة هيدروكسيد الكالسيوم ، وهيدروكسيد الاسترانسيوم أو هيدروكسيد الباريوم  
فإن الوزن المكافئ =  $\frac{1}{٢}$  الوزن الجزيئى .

٣ - الأملاح المكونة من قاعدة قوية وحمض ضعيف مثل كربونات الصوديوم تلك مسلك  
القواعد فى محاليلها نتيجة للتميؤ .

ويتفاعل جم جزئى من كربونات الصوديوم (فى وجود الميثيل البرتقالى كدليل) مع ٢ جم

جزئى من حمض الهيدروكلوريك لتكوين ٢ جم جزئى من كلوريد الصوديوم :



$$\text{وبذلك فإن الوزن المكافئ لكربونات الصوديوم} = \frac{\text{وزنها الجزيئى}}{٢}$$

وعلى العموم فإن الوزن المكافئ لملح هو ذلك الوزن من الملح الذى يحتوى على الوزن المكافئ

لأحد شقيه ، أو هو الوزن الناتج من تعادل الوزن المكافئ لحمض مع الوزن المكافئ لقاعدة .

### الأدلة المستخدمة فى تفاعلات التعادل

#### Acid - base indicators

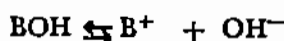
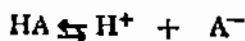
عند معايرة حمض مع قاعدة ، فلاحظ أنه يلزم دليل مناسب لكل نقطة تعادل ، والأدلة

المتخلصة إما أن تكون أحماضاً عضوية acid indicators أو قواعد عضوية (basic indicators)

وفى حالتها المتفشكة يصبح لها لون يختلف عنه فى حالتها غير المتفشكة .

فإذا رمزنا للدليل الحمضى بالرمز «HA» وللدليل القاعدى بالرمز «BOH» فإنه عند تفككها

يحدث الاتزان التالى :



ويوجد عدد كبير من الأدلة التي يمكن استخدامها في عمليات التعادل ، وتتميز هذه الأدلة بأن التغير في اللون لا يحدث فجائياً ، بل يحدث في مدى قد يصل إلى وحدتين من وحدات الرقم الأيروجيني .

ويعرف هذا بمدى تغير اللون للدليل وهو يختلف اختلافاً كبيراً من دليل إلى آخر .

ويعتبر الدليل مناسباً إذا كان يعتره لون محدد عند الرقم الأيروجيني في اللحظة التي توجد فيها كميات متكافئة من الحمض والقاعدة ( انظر ص ٢٣٩ ) أي عند نقطة التكافؤ .

في أي محلول مائي يكون حاصل ضرب  $[H^+] \times [OH^-]$  = كمية ثابتة (١٠-١٤) وتسمى بالحاصل الأيوني ، ويعبر عادة عن تركيز أيون الهيدروجين في المحاليل بما يعرف بالرقم الهيدروجيني ( PH يد ) وهو يساوي اللوغاريتم السالب لتركيز أيون الهيدروجين ، ويوضح الجدول التالي طبيعة المحلول عند رقمه الهيدروجيني .

رقم الأيروجيني للمحلول [PH = - log H <sup>+</sup> ]	تركيز أيون الأيروجين في المحلول	نسبة [H <sup>+</sup> ] إلى [OH <sup>-</sup> ] في المحلول	طبيعة المحلول
٧	٧-١٠	[H <sup>+</sup> ] = [OH <sup>-</sup> ]	متعاد
أقل من ٧	أكبر من ٧-١٠	[H <sup>+</sup> ] > [OH <sup>-</sup> ]	حمضي
أكبر من ٧	أقل من ٧-١٩	[H <sup>+</sup> ] < [OH <sup>-</sup> ]	قلوي

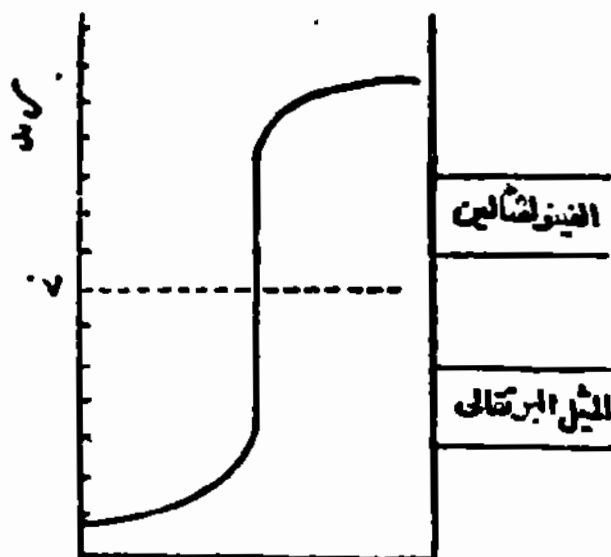
ولا يشترط عند الوصول إلى نقطة التعادل ، أن يكون الرقم الأيروجيني للمحلول = ٧ (pH=7) ، ويوضح الجدول التالي (ص ٢٣٩) المدى من الرقم الأيروجيني الذي يغير فيه الدليل لوجه :

ويمكن اختيار الدليل المناسب لعمليات التعادل بعد دراسة منحنى التعادل لكل حالة على حدة ومعرفة مدى التغير في الرقم الهيدروجيني عند نقطة التكافؤ .

### منحنيات للتعادل :

تمثل هذه المنحنيات التغير في الرقم الهيدروجيني أثناء عملية المعايرة .

اللون في الوسط القاعلي	اللون في الوسط الحمضي	مدى الرقم الهيدروجيني	الدليل
أصفر	أحمر	٤,٤ - ٣,١	الميثيل البرتقالي
أحمر وردي	عديم اللون	١٠,٠ - ٨,٣	الفينولفثالين
أزرق	أحمر	٧,٥ - ٦,٦	عباد الشمس
أصفر	أحمر	٦,٣ - ٤,٢	الميثيل الأحمر
أحمر	أصفر	٨,٧ - ٧,٢	الكريزول الأحمر
أرجواني	أصفر	٦,٨ - ٥,٢	البرموكريزول الأحمر
أزرق	أصفر	٧,٦ - ٦,٠	البرموثيمول الأزرق



(شكل ١٣) تعادل حمض قوي مع قاعدة قوية

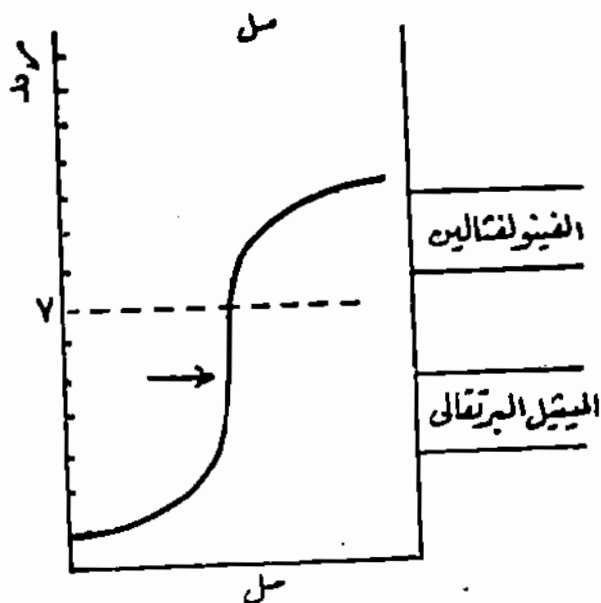
### ١ - تعادل الأحماض والقواعد القوية :

يبين (شكل ١٣) التغير في الرقم الهيدروجيني عند تعادل كميات متكافئة من حمض قوي (مثل حمض الهيدروكلوريك) مع قاعدة قوية (مثل هيدروكسيد الصوديوم) ، ويوضح من هذا الشكل أن الرقم الهيدروجيني للمحلول يزداد تدريجياً بإضافة كميات قليلة من القلوي حتى تصل إلى نقطة التعادل وعندها يحدث تغيير مفاجيء في الرقم الهيدروجيني من ٤ : ١٠ .

وينبغي على هذا أن جميع الأدلة السابقة تصلح للاستخدام في هذا النوع من المعايرة ، حيث أنها جميعاً تغير لونها في هذا المدى من الرقم الهيدروجيني .

## ٢- تعادل قاعدة قوية مع حمض ضعيف :

(وذلك مثل معادلة هيدروكسيد الصوديوم بـحمض الخليك) بين ( شكل ١٤ ) مدى التغير في الرقم الهيدروجيني عند نقطة التكافؤ في هذه الحالة ، ويتضح من هذا الشكل أن إضافة كميات متكافئة من الحمض للقاعدة أى عند نقطة التكافؤ يكون الرقم الهيدروجيني للمحلول أعلى من ٧ (حوالي ٨) ومنه يتضح أن الفينولفثالين هو أصح الأدلة في هذه الحالة بينما لا يصلح الميثيل البرتقالي في مثل هذه المعايرة .

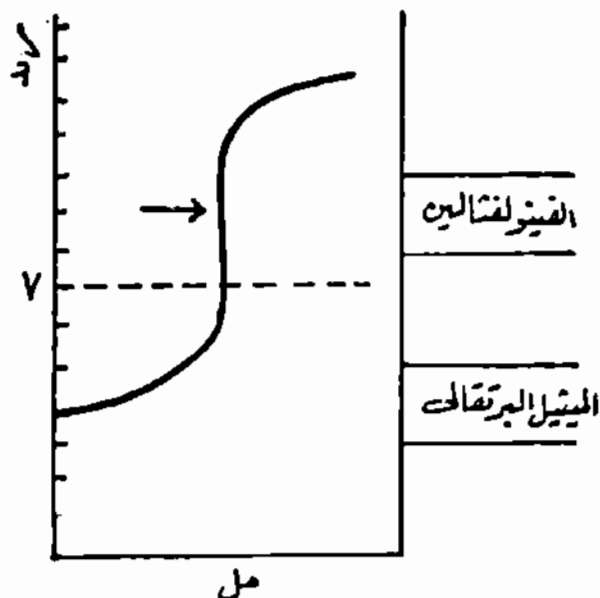


( شكل ١٤ ) تعادل قاعدة قوية مع حمض ضعيف

## ٣- تعادل حمض قوى مع قاعدة ضعيفة :

(وذلك مثل حمض الهيدروكلوريك مع هيدروكسيد الأمونيوم) ويتضح من ( شكل ١٥ ) أن الرقم الهيدروجيني للمحلول عند نقطة التكافؤ يكون أقل من ٧ (حوالي ٥) وبذلك لا يصلح الفينولفثالين كدليل في هذه الحالة بينما يمكن استخدام الميثيل البرتقالي .





(شكل ١٥) تعادل حمض قوى مع قاعدة ضعيفة

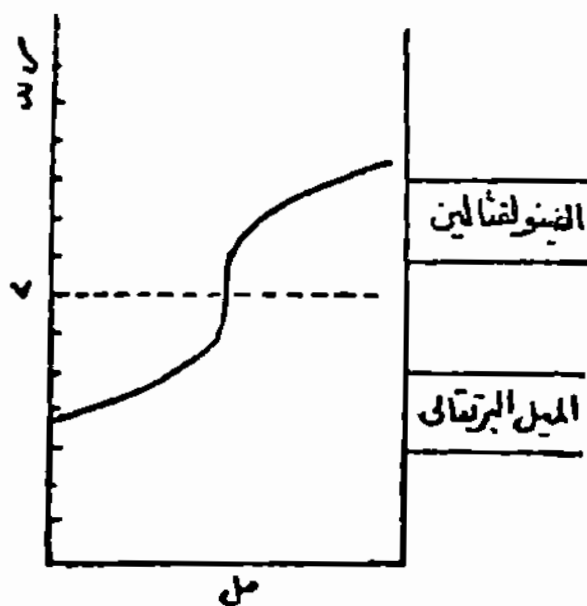
#### ٤ - تعادل حمض ضعيف مع قاعدة ضعيفة :

(وذلك مثل حمض الخليك مع هيدروكسيد الأمونيوم) : يتضح من (شكل ١٦) أن مدى التغير في الرقم الهيدروجيني يكون ضئيلاً للغاية بحيث لا يمكن معه استخدام أى من الأدلة البسيطة المعروفة ، وعادة ما يستخدم أدلة مختلطة مثل الأحمر المتعادل مع أزرق الميثيلين .

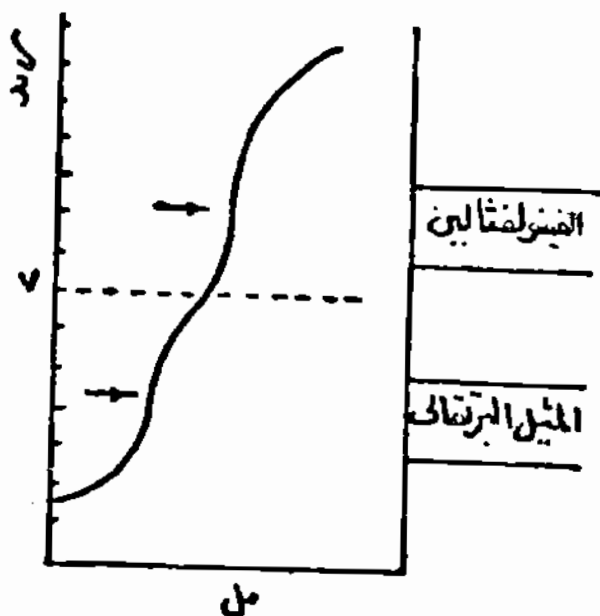
#### ٥ - معادلة عديد القاعدية بقاعدة قوية :

وذلك مثل معادلة حمض الفوسفوريك بهيدروكسيد الصوديوم . ويتأين حمض الفوسفوريك على ثلاث مراحل ، وكما يتضح من منحنى المعايرة (شكل ١٧) فإن نقطة التكافؤ في المرحلة الأولى تقع عند  $pH = 4.6$  ولذا يمكن استعمال الميثيل البرتقالي في هذه المرحلة . أما في المرحلة الثانية فتقع نقطة التكافؤ عند  $pH = 9.7$ ، وعند هذا يمكن استخدام الفينولفثالين . ومن الصعب اختيار دليل مناسب للمرحلة الثالثة حيث أن منحنى التعادل فيها يكون منبسطة .

وفي حالة الأحماض عديدة القاعدية التي يكون فيها الفارق بين ثابتي التأين في المرحلة الأولى والثانية ضئيلاً كما في حمض الاكساليك والسكسينيك فإنه يصعب التمييز بين المرحتين في هذه الحالة ويعتبر التعادل وكأنه يتم على مرحلة واحدة .



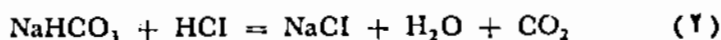
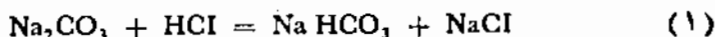
(شكل ١٦) تعادل حمض ضعيف مع قاعدة ضعيفة



(شكل ١٧) تعادل حمض الفوسفوريك مع هيدروكسيد الصوديوم

## ٦ - معادلة كربونات الصوديوم بحمض قوى :

تفاعل كربونات الصوديوم مع الأحماض القوية على مرحلتين كما يلي :



وعند نقطة التكافؤ في المرحلة الأولى ( ١ ) يكون  $m = ٨,٣$  ولذا يمكن استخدام الفينالفتالين لتمييز هذه المرحلة. أما المرحلة الثانية ( ٢ ) حيث  $m = ٣,٨$  فلا يمكن استخدام الفينولفتالين ويجب استخدام الميثيل البرتقالي .

## تجارب على تفاعلات التعادل

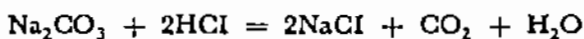
عند إجراء هذه التجارب يجب مراعاة الإرشادات التي سبق ذكرها في الباب التاسع .

## التجربة الأولى :

تعيين عيارية محلول حمض الهيدروكلوريك باستخدام محلول قياسي من كربونات الصوديوم ( ا.و.ع ) .

## الأساس النظري :

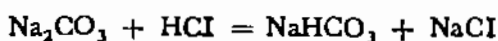
تفاعل كربونات الصوديوم مع حمض الهيدروكلوريك طبقاً للمعادلة الآتية :



ولذلك فإنه لمعادلة كل الكربونات يلزم وزن مكافئ من الحمض . أى أن الوزن المكافئ

$$\text{الكربونات الصوديوم} = \frac{\text{الوزن الجزيئي}}{٢} = ٥٣$$

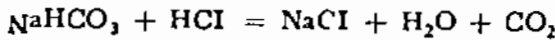
وقد وجد أنه عند إضافة مكافئ واحد من حمض الهيدروكلوريك إلى كربونات الصوديوم فإن الكربونات تتحول إلى البيكربونات :



وعندئذ يتغير الرقم الهيدروجيني للمحلول من حوالي  $m = ١١,٥$  (قلوي) إلى  $m = ٨,٣$  (أقل قلوية) . فلو استخدمت الفينولفتالين ، فإن لونه الأحمر يتغير إلى عديم اللون في نهاية هذه

المرحلة ، وذلك لأن التغير في الرقم الهيدروجيني للمحلول أثناء هذه المعايرة يقع في نفس المدى الذي يتغير فيه لون للدليل ( ١٠ - ٨,٣ ) .

أما إذا أضيف مكافئ آخر من الحمض إلى المحلول فإن اليكربونات تتحول إلى كلوريد الصوديوم ويتصاعد ثاني أكسيد الكربون :



ويتغير حينئذ الرقم الهيدروجيني للمحلول من  $\text{pH} = ٨,٣$  إلى  $\text{pH} = ٣,٨$  وهو يطابق مدى الرقم الهيدروجيني للميثيل البرتقالي بحيث أنه عند استخدام الميثيل البرتقالي فإن لون الدليل يتغير من الأصفر إلى الأحمر الباهت في نهاية هذه المرحلة .

ويتبع ذلك أنه إذا استعمل الفينولفثالين كدليل فإن حجم الحمض المأخوذ يكافئ نصف الكربونات . أما إذا استعمل الميثيل البرتقالي كدليل فإن حجم الحمض يكافئ كل الكربونات . ونظراً لحساسية الفينولفثالين لثاني أكسيد الكربون فإنه يفضل استخدام الميثيل البرتقالي كدليل .

### المواد اللازمة :

محلول كربونات الصوديوم - محلول حمض الهيدروكلوريك بمجهول العيارية :

### طريقة العمل :

١ - انقل بالماصة ٢٥ مل من محلول كربونات الصوديوم إلى الدورق المخروطي ثم أضف قطرة أو قطرتين من دليل الميثيل البرتقالي إلى المحلول ( مع تجنب استخدام زيادة من الدليل ، حيث أن ذلك يقصد الحكم على نقطة التعادل بدقة ) .

٢ - أضف الحمض من السحاحة تدريجياً ، مع الرج المستمر ، وقرب نقطة التعادل ، أضف الحمض قطرة قطرة ، ويستدل على اقتراب نقطة التعادل من ملاحظة أن اللون الأحمر الذي يتكون حول قطرات الحمض المتساقطة من السحاحة ، لا يختفي بسرعة عند رج المحلول ، مثل ما كان يحدث في بدء عملية المعايرة ) .

استمر في إضافة الحمض ، حتى يتغير لون المحلول ، من الأصفر إلى الأحمر الباهت .

٣ - كرر التجربة مرتين أو ثلاثاً ، ودون النتائج في جدول ، ثم خذ متوسط القراءات مستخدماً القراءة التي تختلف كثيراً عن زميلها .

٤ - أعد التجربة مستخدماً دليل الفينولفثالين ، الذي يتغير لونه عند نقطة التكافؤ من الأحمر إلى عديم اللون ، وقارن هذه النتيجة بنتيجة الميثيل البرتقالي .

## طريقة الحساب :

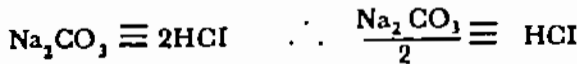
هناك طريقتان للحساب :

( ١ ) إذا فرض أن حجم HCl الذي استخدم لإتمام عملية التبادل (ق) وجود الميثيل البرتقال) هو  $V_1$  وأن عياريته المجهولة هي  $N_1$  ، في حين أن  $V_2$  ،  $N_2$  هي حجم وعيارية الكربونات :

$$\therefore N_1 V_1 = N_2 V_2 \quad \text{وإن} \quad N_1 = \frac{N_2 V_2}{V_1}$$

وحيث أن قوة HCl بالجرام / لتر = عيارية  $\times$  الوزن المكافء

$$36,5 \times N_1 =$$



(ب) ٥٣ جم من كربونات الصوديوم (الوزن المكافئ)  $\equiv$  ٣٦,٥ جم من HCl

$\therefore$  ١٠٠٠ مل من محلول N كربونات الصوديوم  $\equiv$  ٣٦,٥ جم من HCl

$\therefore$  ١ مل من محلول N كربونات الصوديوم  $\equiv$  ٠,٣٦٥ جم من HCl

وإن ١ مل من محلول ٠,١ N كربونات الصوديوم  $\equiv$  ٠,٠٣٦٥ جم من HCl

وحيث أن حجم من HCl قدره  $V_1$  مل قد تفاعل مع ٢٥ مل من محلول كربونات الصوديوم .

$\therefore$   $V_1$  مل HCl يحتوي  $0,00365 \times 25$  جم من HCl

$\therefore$  ١ مل HCl يحتوي  $\frac{1000 \times 0,00365 \times 25}{V_1}$  جم من HCl

$\therefore$  قوة محلول HCl =  $\frac{1000 \times 0,00365 \times 25}{V_1}$  جم / لتر

$\therefore$  العيارية Normality =  $\frac{1000 \times 0,00365 \times 25}{V_1 \times 36,5}$  N

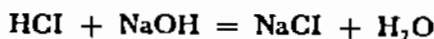
## التجربة الثانية :

تعيين قوة وعيوية محلول هيدروكسيد الصوديوم باستخدام محلول حمض الهيدروكلوريك

القياسي

## الأساس النظري :

يتفاعل حمض الهيدروكلوريك مع هيدروكسيد الصوديوم طبقاً للمعادلة :



ونها يتضح أن الوزن المكافئ لهيدروكسيد الصوديوم ، وحمض الهيدروكلوريك يساوي وزنها الجزيئي ، وحيث أن الحمض والقاعدة قريبان فأى دليل يمكن استعماله في هذه الحالة ، كما سبق شرحه :

المواد اللازمة :

( أ ) محلول حمض الهيدروكلوريك القياسي .

( ب ) محلول هيدروكسيد الصوديوم مجهول العيارية .

طريقة العمل :

- ١ - اقل بالماصة ٢٥ مل من محلول هيدروكسيد الصوديوم إلى الدورق المخروطي ، ثم أضف قطرة أو قطرتين من دليل الميثيل البرتقالي ، ثم أضف الحمض من السحاحة حتى نقطة التعادل ( يتغير لون اللبيل من الأصفر إلى البرتقالي ) كرر التجربة مرتين ، دون النتائج في جدول .
- ٢ - أعد التجربة مستخدماً دليل الفينولفتالين وقارن النتائج .

طريقة الحساب :

يمكن إجراء ذلك بطريقتين :

$$( أ ) \text{ باستخلام العلاقة } N_1 V_1 = N_2 V_2$$

ونها قوة المحلول = عيارته  $\times 40$  (الوزن المكافئ لهيدروكسيد الصوديوم) .

( ب ) حيث أن  $\text{HCl} \equiv \text{NaOH}$

∴ ١٠٠٠ مل من محلول  $\text{HCl } N \equiv 40$  جم من  $\text{NaOH}$

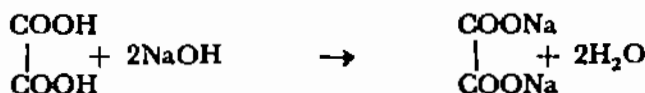
∴ ١ مل من محلول  $\text{HCl } 0,1 N \equiv 0,04$  جم من  $\text{NaOH}$

التجربة الثالثة :

تعيين قوة وعيارية محلول هيدروكسيد الصوديوم بواسطة حمض الأكساليك .  
تنبيه : حمض الأكساليك مادة سامة ، ويجب الاحتراس عند استعماله .

الأساس النظري :

يتفاعل حمض الأكساليك مع هيدروكسيد الصوديوم طبقاً للمعادلة الآتية :



ومنها يتضح أن الوزن المكافئ لحمض الأكساليك .

$$\text{وزنه الجزيئي} = \frac{90}{2} = \frac{45}{1} = \text{للحمض اللامائي}$$

وإذا كان الحمض يحتوي على جزئين من ماء التبلر فإن وزنه المكافئ .

$$63 = \frac{126}{2} =$$

والدليل المناسب في هذه التجربة هو دليل الفينولفثالين ، حيث أن حمض الأكساليك يعتبر حمضاً ضعيفاً .

المواد اللازمة :

- ( أ ) محلول حمض الأكساليك القياسي .  
( ب ) محلول هيدروكسيد الصوديوم مجهول العيارية .

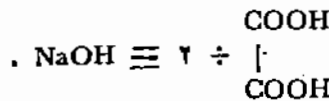
طريقة العمل :

١ - انقل ٢٥ مل من محلول هيدروكسيد الصوديوم إلى الدورق المخروطي ثم أضف قطرة من دليل الفينولفثالين ، ثم أضف الحمض من السحاحة حتى نقطة التعادل ( يصبح لون المحلول أحمر وردياً ) .

٢ - كرر التجربة مرتين أو ثلاثاً ، دون النتائج في جدول .

طريقة الحساب :

حيث أن :



١٠٠٠ مل من محلول N حمض الأكساليك  $\equiv$  ٤٠ جم من NaOH  
١ مل من محلول N من حمض الأكساليك  $\equiv$  ٠,٠٠٤ جم من NaOH

ويمكن استخدام العلاقة  $N_1 V_1 = N_2 V_2$

التجربة الرابعة :

تعيين قوة وعيارية كل من كربونات الصوديوم ، وبيكربونات الصوديوم في مخلوط منهما ، باستخدام محلول حمض الهيدروكلوريك القياسي .

### الأساس النظرى :

تعتمد طريقة تقدير قرة وعيارية مكونات هذا المخلوط . على أن حمض الهيدروكلوريك يتفاعل مع الكربونات على مرحلتين ( كما فى التجربة الأولى) والمرحلة الأولى تتحدد بوجود النيولفتالين فى مخلوط التفاعل ، وفيها يستخدم مكافئ واحد من الحمض ليحول الكربونات فى المخلوط إلى اليكربونات .

أما فى وجود دليل الميثيل البرتقالى ، فإن الكربونات فى المخلوط تتفاعل تماماً ويلزمها مكافئان من الحمض .

أى أن حجم الحمض الذى تتهلكه الكربونات فى وجود الميثيل البرتقالى هو ضعف الحجم الذى تتهلكه فى وجود النيولفتالين .

فإذا كان حجم الحمض الذى يتفاعل مع المخلوط فى وجود النيولفتالين هو  $V_1$  وحجمه الذى يتفاعل مع نفس الحجم من المخلوط فى وجود الميثيل البرتقالى هو  $V_2$  فإن :

حجم الحمض الذى يكافئ كل الكربونات فى المخلوط هو  $2V_1$

وحجم الحمض الذى يكافئ اليكربونات فى المخلوط هو  $(V_2 - 2V_1)$

### المواد اللازمة :

مخلوط من كربونات الصوديوم ويكربونات الصوديوم مجهول التركيز والقوة ، حمض الهيدروكلوريك ١ . ٠ . ع (0,1N)

### طريقة العمل :

١ - انقل ١٠ سم<sup>٣</sup> من المخلوط إلى الدورق المخروطى ، وأضف قطرة أو قطرتين من دليل النيولفتالين ثم عابر المخلوط بواسطة حمض الهيدروكلوريك حتى يمتحنى اللون الأحمر من المخلوط ، فيكون الحجم هو  $V_1$  مكافئاً لنصف الكربونات .

٢ - كرر التجربة مرتين .

٣ - خذ ١٠ سم<sup>٣</sup> أخرى من المخلوط ، وأضف دليل الميثيل للبرتقالى ، ثم عابوها بواسطة حمض الهيدروكلوريك ، حتى يتحول اللون الأصفر إلى الأحمر الباهت ، فيكون هذا الحجم  $V_2$  مكافئاً لكل الكربونات واليكربونات .

٤ - كرر التجربة مرتين .

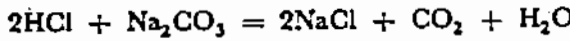
ومن الجدير بالذكر أنه يمكن تقدير كربونات الصوديوم واليكربونات فى مخلوطهما فى خطوة



واحدة ، بأن يؤخذ ١٠ سم<sup>٣</sup> من المخلوط ، وتعاير بالحمض في وجود الفينولفثالين ويكون  $n_1$  هو الحجم الذي يكافئ نصف الكربونات ، ثم يضاف إلى المخلوط دليل الميثيل البرتقالي بعد إتمام هذه المرحلة وتكمل عملية المعايرة ، فيكون حجم الحمض  $n_2$  هو الحجم المكافئ لنصف للكربونات وكل اليكربونات ، وفي هذه الحالة يكون :

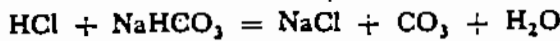
$$\begin{aligned} & \text{وحجم الحمض الذي يكافئ اليكربونات هو } 2n_1 \\ & \text{وحجم الحمض الذي يكافئ اليكربونات هو } n_2 - n_1 \end{aligned}$$

طريقة الحساب :



$$\therefore \frac{\text{Na}_2\text{CO}_3}{2} = \text{HCl} \quad \text{أي أن مكافئ كربونات الصوديوم} = 0.5$$

$$\therefore 1 \text{ مل من محلول } 0.1\text{N HCl} = 0.005 \text{ جم من } \text{Na}_2\text{CO}_3$$



$$\therefore \text{NaHCO}_3 = \text{HCl} \quad \text{أي أن مكافئ اليكربونات} = \text{وزنها الجزيئي} = 0.84$$

$$\therefore 1 \text{ مل من } 0.1\text{N HCl} = 0.0084 \text{ جم من بيكربونات الصوديوم ويمكن أيضاً}$$

$$\text{استخدام العلاقة } N_1V_1 = N_2V_2$$

التجربة الخامسة :

تقدير قوة وعيارية كل من كربونات الصوديوم وهيدروكسيد الصوديوم في مخلوط منها باستخدام بعض حمض الهيدروكلوريك القياسي .

الأساس النظري :

١ - عند معايرة حجم معلوم من المخلوط بالحمض (في وجود الفينولفثالين حتى يزول لونه الأحمر) فإن الحمض يتفاعل مع كل أيلروكسيد الصوديوم (حمض قوي مع قاعدة قوية ولذلك يستخدم أي دليل) . ولكن التفاعل هنا يحدث مع الكربونات حتى المرحلة الأولى فقط حينما تتحول إلى اليكربونات وبذلك فإن حجم الحمض المستخدم حينئذ  $V_1 =$  كل الهيدروكسيد +  $\frac{1}{2}$  الكربونات .

٢ - وعند معايرة كمية أخرى معلومة من نفس المخلوط بالحمض في وجود الميثيل البرتقالي ، فإن الحمض يتفاعل مع كل الأيلروكسيد + كل الكربونات وبذلك فإن حجم الحمض المستخدم  $V_2 =$  كل الهيدروكسيد + كل الكربونات .

∴ حجم الحمض الذى يكافئ كل الكربونات هو  $2 (V_2 - V_1)$

وحجم الحمض الذى يكافئ كل الهيدروكسيد هو  $V_2 - 2 (V_2 - V_1)$

ومن الجدير بالذكر أنه يمكن إجراء هذه التجربة فى خطوة واحدة (باستخدام الميثيل البرتقالى) كدليل ، بعد أن يصبح الفينولفثالين عديم اللون ، ثم تستمر المعايرة حتى يتغير اللون من الأصفر إلى البرتقالى :

∴ حجم الحمض (مع الميثيل البرتقالى) = النصف الثانى من الكربونات وبذلك يمكن استنتاج أحجام الحمض التى تكافئ كل الكربونات ، وكل الهيدروكسيد .

### المواد اللازمة :

محلول حمض الهيدروكلوريك التياسى (0.1N) مخلوط من كربونات وهيدروكسيد الصوديوم .

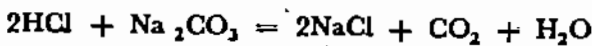
### طريقة العمل :

١ - أخذ بواسطة الماصة ٢٥ مل من المخلوط ، وقلبه إلى دورق مخروطى نظيف ، ثم أضف نقطتين من الفينولفثالين ، فيصير لون المحلول أحمر وريدياً .

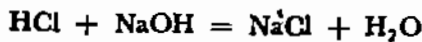
٢ - أضف الحمض من السحاحة ، حتى يزول لون الفينولفثالين ، أضف نقطتين من الميثيل البرتقالى ، استمر فى إضافة الحمض حتى يتغير لون الدليل من الأصفر إلى البرتقالى .

٣ - كرر التجربة مرتين أو ثلاثاً ، ودون النتائج فى جدول .

### طريقة الحساب :



∴ ١ مل من محلول 0,1N من HCl = ٠,٠٠٥٣ جم من  $\text{Na}_2\text{CO}_3$



∴ ١ مل من 0,1N HCl = ٠,٠٠٤ جم من NaOH

ويمكن استخدام العلاقة  $N_1 V_1 = N_2 V_2$

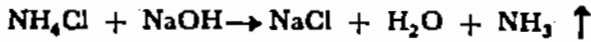
### التجربة السادسة :

تقدير النشادر و أملاح الأمونيوم .

### الأساس النظرى :

إذا سخن ملح أمونى مع هيدروكسيد الصوديوم (أو أى قاعدة أخرى) يتصاعد غاز

النشادر طبقاً للمعادلة :



ولتقدير النشادر مباشرة يمكن إمرار الغاز الناتج في حجم من محلول حمض الكبريتيك معلوم التركيز ، وتقدير الزيادة من الحمض بواسطة محلول قياسي من هيدروكسيد الصوديوم بحيث يمكن تقدير كمية النشادر التي تفاعلت مع حمض الكبريتيك .

وبطريقة أخرى غير مباشرة يمكن تقدير النشادر ، وذلك بإضافة إلى حجم معلوم من الملح الأمونيوم ، حجم آخر معين من محلول قياسي لأيدروكسيد الصوديوم ( بشرط أن يكون أيدروكسيد المضاف أكثر من الكمية اللازمة لإتمام التفاعل مع الملح ) ، ثم بعد ذلك يفل المحلول حتى يتم التفاعل وينقطع خروج غاز النشادر ثم بعد ذلك يعاير المتبقى من أيدروكسيد الصوديوم بمحلول قياسي لحمض .

#### المواد اللازمة :

( أ ) محلول كلوريد الأمونيوم .

( ب ) محلول 0,1N لأيدروكسيد الصوديوم .

( ج ) محلول 0,1N لحمض الأيدروكلوريك .

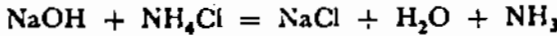
#### خطوات العمل :

- ١- انقل ١٠ سم<sup>٣</sup> من محلول كلوريد الأمونيوم إلى الدورق المخروطي .
- ٢- أضف إليها ١٠ سم<sup>٣</sup> من محلول أيدروكسيد الصوديوم ، وضع قمعاً على فوهة الدورق المخروطي ، حتى يمنع تآثر قطرات من المحلول عند غليانه .
- ٣- أغل المحلول حتى ينقطع تماماً تصاعد غاز النشادر ، ويستدل على ذلك بتعريض ورقة مبللة بمحلول نترات الزئبقوز إلى الأبخرة المتصاعدة . فإذا لم تسود الورقة كان ذلك دليلاً على أن خروج النشادر قد انقطع ، ويمكن أيضاً إجراء هذا الاختبار باستخدام ماق مبللة بمحلول حمض الأيدروكلوريك المركز الذي يكون أبخرة بيضاء مع النشادر .
- ٤- برد المحلول ، ثم أضف قطرة أو قطرتين من دليل الميثيل البرتقالي ، وعابر المتبقى من أيدروكسيد الصوديوم مع محلول 0,1N لحمض الأيدروكلوريك .

#### طريقة الحساب :

إذا فرض أن حجم محلول حمض الأيدروكلوريك 0,1N الذي استخدم في عملية المعايرة =

٤ ، وحيث أن عيارية محلول أيدروكسيد الصوديوم = عيارية حمض الأيدروكلوريك .  
فإن حجم أيدروكسيد الصوديوم المتفاعل مع الملح الأمونيوم (V - 20) سم<sup>٣</sup> (أما في  
حالة اختلاف عياريتي الحمض والقاعدة فيمكن استعمال العلاقة  $N_1V_1 = NV$  حتى يمكن  
تحديد حجم محلول HCl الذي يمكن أن يستعمل لو كانت عياريته تساوي عيارية محلول أيدروكسيد  
الصوديوم ) ، وبما أن :



∴ ١٠٠٠ سم<sup>٣</sup> من محلول N لأيدروكسيد الصوديوم  $\equiv$  ١٧ جم من غاز النشادر  
∴ ١ سم<sup>٣</sup> من محلول 0,1N لأيدروكسيد الصوديوم  $\equiv$  ٠,٠٠١٧ جم من غاز النشادر  
∴ (20 - v) سم<sup>٣</sup> من محلول 0,1N لأيدروكسيد الصوديوم  $\equiv$  ٠,٠٠١٧ (20 - v) جم من غاز النشادر .  
∴ مقدار غاز النشادر في محلول كلوريد الأمونيوم

$$\frac{1000 \times (v - 20) \cdot 0,0017}{10} \text{ حجم/لتر}$$

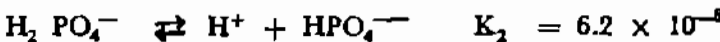
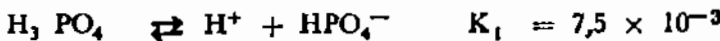
ملحوظة : يمكن كذلك استخدام العلاقة  $NV = N_1V_1$

التجربة السابعة :

تحليل عينة من حمض الفوسفوريك التجاري

الأساس النظري :

حمض الفوسفوريك حمض ثلاثي القاعدية يتفكك في محلوله للمائي على ثلاث مراحل :



ومن قيمة ثابت التفكك لهذه المراحل الثلاث يتضح أن الفرق بين  $K_1$  وكل من  $K_2$  ،  $K_3$  كبيراً جداً .

$$\left( \frac{K_1}{K_2} \text{ أو } \frac{K_2}{K_3} \text{ أكثر من } 1000 \right)$$

وعلى ذلك فإن الحمض يمكن أن يسلك وكأنه مخلوط من أحماض أحادية القاعدية ثابت  
تأينها كما هو موضح من قبل . وعلى هذا الأساس تم عملية التعامل في هذه الحالة على ثلاث

مراحل أيضاً لكل منها نقطة تكافؤ . وتتميز كل نقطة تكافؤ بمدى من الرقم الهيدروجيني كما يلي :  
الرقم الهيدروجيني عند نقطة التكافؤ الأول هو  $s$  يد = ٤,٦ (PH = 4,6) وبذلك  
يمكن استخدام الميثيل البرتقالي كدليل .

أما الرقم الهيدروجيني عند نقطة التكافؤ الثانية هو  $s$  يد = ٩,٧ (PH=9,7) وهو يقع  
في مدى الرقم الهيدروجيني لدليل الفينولفثالين .

أما بالنسبة للمرحلة الثالثة حيث الرقم الهيدروجيني  $s$  يد = ١٢,٦ (PH = 12,6) فإنه  
لا يوجد دليل مناسب . ولكن إذا أجريت عملية المعايرة حتى المرحلة الثانية ثم أضيف محلول  
كلوريد الكالسيوم لترسيب أيون الفوسفات ( الثلاثي التكافؤ ) عقب تكويرته فإنه يمكن معايرة  
حمض الفوسفوريك كحمض ثلاثي القاعدية باستخدام دليل الفينولفثالين .

### المواد اللازمة :

محلول ٠,١ ع من هيدروكسيد الصوديوم - عينة من حمض الفوسفوريك التجاري .

### طريقة العمل :

- ١ - زن حوالي ٢ جم من حمض الفوسفوريك التجاري بالضبط في وعاء صغير ذو غطاء .
- ٢ - أنقله إلى دورق محدد السعة ( ٢٥٠ مل ) نقلاً كميّاً . بواسطة الماء المقطر . ثم أكمل  
إلى العلامة بالماء المقطر . رج برفق حتى يمتزج المحلول مزجاً تاماً .
- ٣ - أنقل ٢٥ مل من المحلول إلى الدورق المخروطي ثم عاير باستخدام محلول ٠,١ ع من  
هيدروكسيد الصوديوم في وجود دليل الميثيل البرتقالي .
- ٤ - كرر التجربة عدة مرات ودون النتائج في جدول . مع ملاحظة أن كمية القاعدة  
( x مل ) التي استهلكت في هذه الحالة تكافئ  $\frac{1}{3}$  الحمض ، وعلى ذلك فإن كمية القاعدة التي  
تكافئ الحمض كله =  $3x$  مل .
- ٥ - في تجربة أخرى عاير ٢٥ مل من محلول حمض الفوسفوريك باستخدام دليل الفينولفثالين  
مع ملاحظة أن كمية القاعدة التي استهلكت في هذه الحالة  $y$  مل تكافئ  $\frac{1}{4}$  الحمض وعلى ذلك  
فإن كمية القاعدة التي تكافئ الحمض كله =  $x \frac{4}{3}$  مل .

### طريقة الحساب :

$$\text{الوزن المكافئ لحمض الفوسفوريك} = \frac{\text{الوزن الجزيئي}}{٣} = ٤٩$$

يمكن باستخدام العلاقة  $N_1 V_1 = N_2 V_2$  حساب عيارية محلول حمض الفوسفوريك حيث  $V_1$  حجم محلول هيدروكسيد الصوديوم المكافئ للحمض كله .

$N_1$  عيارية محلول هيدروكسيد الصوديوم ٠,١ ع (0,1N) .

$V_2$  حجم محلول حمض الفوسفوريك (٢٥ مل) .

$N_2$  عيارية محلول حمض الفوسفوريك .

∴ قوة محلول حمض الفوسفوريك =  $N_2 \times$  الوزن المكافئ لحمض الفوسفوريك =  $M$

جم / لتر

أى أن اللتر من محلول حمض الفوسفوريك يحتوى على  $M$  جم

∴ ٢٥ مل من محلول حمض الفوسفوريك يحتوى على  $\frac{M}{4}$  جم .

ومن ذلك فإن :

النسبة المئوية لحمض الفوسفوريك التجارى

$$= \frac{M}{4} \times \frac{1}{\text{وزن العينة}} \times 100$$

التجربة الثامنة :

تحليل عينة من البوراكس التجارى وتعيين كمية حمض البوريك .

الأساس النظرى :

يتفاعل البوراكس  $Na_2B_4O_7$  مع حمض الهيدروكلوريك وتكون حمض البوريك

وكلوريد الصوديوم طبقاً للمعادلة :



وعلى ذلك فإن الوزن المكافئ للبوراكس =  $\frac{\text{الوزن الجزيئى}}{2}$

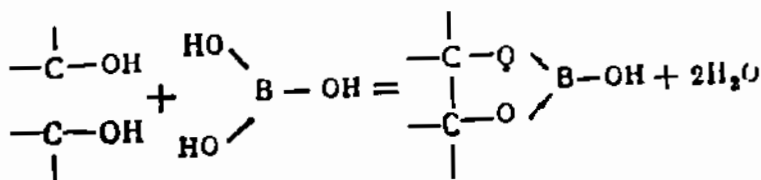
$$= \frac{201,30}{2} = \frac{Na_2B_4O_7}{2} = 100,65$$

ويقع التغير فى الرقم الميلوجينى فى هذه الحالة فى مدى الرقم الميلوجينى للميثيل البرتقال

ولذا فإنه يمكن استخدامه ككاشف .

لما حمض البوريك  $H_3BO_3$  فهو حمض ضعيف أحادى القاعدية (ثابت التفكك  $\times 0,8$ )

١٠-١٠) ولهذا لا يمكن معايرته بدقة مع محلول قياسي من هيدروكسيد الصوديوم . ولكن قد وجد أنه في وجود بعض المركبات العضوية عديدة الميتركسيل مثل الجليسيرول أو المانيتول أو الجلوكوز فإن حمض البوريك يتحد مع هذه المركبات لتكوين مركبات تتصرف كأحماض قوية نسبياً ، أحادية للقاعدة طبقاً للمعادلة :



وعلى ذلك يمكن معايرتها مع محاليل القواعد باستخدام الفينولفثالين . علماً بأن الوزن المكافئ لحمض البوريك (أحادى القاعدية) يساوى الوزن الجزيئى أى ٦١,٨٤ .  
ويمكن استخدام الجليسيرول النقى جداً والمتعادل وإن كان يفضل استخدام المانيتول . وعادة ما يضاف ١ جم لكل ١٠ مل من محلول حمض البوريك .  
ولتعيين يعاير محلول البوراكس مع محلول حمض الميتركسيلوكلوريك القياسى باستخدام الميثيل البرتقالى . أما حمض البوريك المنطلق فيمكن معايرته مع محلول قياسي من هيدروكسيد الصوديوم في وجود المانيتول باستخدام الفينولفثالين ويجب في هذه الحالة التخلص من حمض الكربونيك حيث أنه يؤدي إلى ارتفاع نقطة التكافؤ .

### المواد اللازمة :

عينة من البوراكس التجارى - محلول ٠,١ ع من حمض الميتركسيلوكلوريك - ما نيتول - محلول ٠,١ ع من هيدروكسيد الصوديوم المحالى من الكربونات .

### طريقة العمل :

١ - زن حوالى ٤ جم من عينة البوراكس التجارى بالضغط ثم أذبها في الماء المقطر الساخن انتقل المحلول بعد تبريده نقلاً كميّاً إلى دورق ذات سعة محدودة (٢٥٠ مل) ثم أكمل العلامة بالماء المقطر ورج المحلول .

٢ - اقل ٢٥ مل من محلول البوراكس إلى الدورق المخروطى وعاير مع محلول حمض الميتركسيلوكلوريك القياسى (٠,١ ع) باستخدام دليل الميثيل البرتقالى .

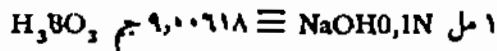
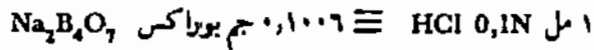
٣ - كرر الخطوة السابقة عدة مرات ، دون النتائج في جدول .

٤ - اخذ ٢٥ مل من محلول البوراكس وأضف إليها كمية من محلول حمض الميتركسيلوكلوريك

مساوية للكمية المستخدمة في الخطوة السابقة ، ثم غطي الدورق المخروطي بزجاجة ساعة و سخن برفق لمدة ١٥ دقائق (دون الغليان) وذلك لطرد ثاني أكسيد الكربون ، هذا مع ملاحظة أن الغليان الشديد قد يؤدي إلى فقدان حمض البوريك لتطايره مع الماء . برد المحلول ثم أضف ٢ جم من المانيتول ورج حتى يذوب . أضف بضع قطرات من الفينولفثالين ثم عاير المحلول مع محلول هيدروكسيد الصوديوم (٠,١ غ) حتى ظهور لون وردي باهت . أضف ١ جم من المانيتول وفي حالة زوال اللون أنسف محلول هيدروكسيد الصوديوم من السحاحة حتى ظهور اللون الوردي . أعد هذه العملية حتى لا يظهر أى تأثير للمانيتول المضاف على اللون .  
٥ - كرر الخطوة السابقة عدة مرات ، ودون النتائج في جدول .

### طريقة الحساب :

يمكن حساب النسبة المئوية للبوراكس في العينة التجارية كما يلي :



وبها يمكن حساب تركيز محلول البوراكس (لفرض أنها M جم / لتر)

$$\text{النسبة المئوية للبوراكس في العينة} = \frac{M}{4} \times \frac{١}{\text{وزن العينة}} \times \frac{٢٠٠}{١٠٠}$$

### تجارب أخرى يمكن إجراؤها :

- ١ - تحليل عينة من حمض الخليك التجاري .
- ٢ - تحليل عينة من حمض الكبريتيك التجاري .
- ٣ - تحليل عينة من حمض الهيدروكلوريك التجاري .



## الباب الحادى عشر

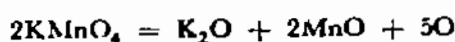
### تفاعلات التأكسد والاختزال

#### Oxidation-Reduction Reactions

ذكرنا من قبل أن تفاعلات الأكسدة والاختزال (Redox reactions) هى تلك التفاعلات التى يصحبها تغير فى عدد التأكسد أو بعبارة أخرى انتقال الإلكترونات بين المواد المتفاعلة . ومن الممكن الحكم على تكافؤ المواد الداخلة فى هذه التفاعلات بطرق مختلفة ، نذكر منها الآتى :

أولا : الوزن المكافئ لعامل مؤكسد أو مختزل هو ذلك الوزن من المادة الذى يتفاعل مع أو يحتوى على الوزن المكافئ من الأليروجين الفعال ( ١,٠٠٨ وحدة وزنية ) الذى يمكن استغلاله فى عملية الاختزال : أو على الوزن المكافئ من الأكسجين الفعال (Available) ( ٨ وحدات وزنية ) ، والذى يمكن استغلاله فى عملية التأكسد .

ومن المعادلة الافتراضية لتحلل المادة يمكن معرفة الوزن المكافئ للمادة . فنلا بـرمنجناات البوتاسيوم فى وسط حمضى نجد أن ٢ جرام جزىء منها تعطى خمس ذرات من الأكسجين الفعال ( أو ١٠ مكافئات ) ، التى يمكن أن يستغلها العامل المختزل .



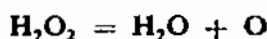
$$\frac{\text{KMnO}_4}{5} = \frac{2\text{KMnO}_4}{2 \times 5} = \text{البرمنجنات}$$

وبالنسبة لثنائى كرومات البوتاسيوم حيث المعادلة الافتراضية لما كما يلى :



$$\frac{\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7}{6} = \frac{\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7}{3 \times 2} = \text{ليكرومات}$$

وفى حالة فوق أكسيد الأليروجين :



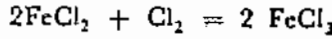
$$\frac{\text{H}_2\text{O}_2}{2} = \frac{\text{H}_2\text{O}_2}{1 \times 2} = \text{لفوق أكسيد الأليروجين}$$

ثانياً : وفي عمليات الأكسدة والاختزال ، يجب أن يؤخذ في الاعتبار الحالات الآتية :

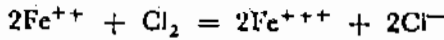
( أ ) عدد الإلكترونات المتداولة في التفاعلات الأيونية الجزيئية التي تمثل المعادلة .

( ب ) التغير في عدد التأكسد بالنسبة لعنصر معين سواء كان مختزلاً أو مؤكسداً .

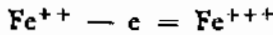
وفي تجارب التحليل الكمي يهتما فقط التفاعلات التي تتم في المحاليل أي التفاعلات الأيونية . ولذلك سقتصر على تفاعلات الأكسدة والاختزال في المحاليل المائية . ويمكن حينئذ التعبير عن أكسدة كلوريد الحديدوز بواسطة الكلور كما يلي :



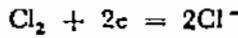
والتفاعلات الأيونية كما يلي :



حيث يتحول أيون الحديدوز  $\text{Fe}^{++}$  إلى الحديدك  $\text{Fe}^{+++}$  (عملية أكسدة) وتُحول جزيء الكلور المتعادل إلى أيونات الكلور السالبة  $\text{Cl}^-$  (عملية اختزال) . وطبقاً للتركيب الإلكتروني للمادة . فإن تحول الأيون  $\text{Fe}^{++}$  إلى  $\text{Fe}^{+++}$  يتبعه فقد لإلكترون واحد . وعملية تحول جزيء الكلور المتعادل إلى أيونات حدثت نتيجة لاكتسابه لإلكترونين . وبذلك فإن تفاعل التأكسد هو عملية يتبعها فقد للإلكترونات .



وتفاعل الاختزال هو عبارة عن عملية تنتج عن اكتساب للإلكترونات :



وفي عملية الأكسدة والاختزال الحقيقية تنقل الإلكترونات من المادة المؤكسدة إلى المختزلة . وبالتالي يمكن تعريف كل من عمليات الأكسدة ، والاختزال ، والعامل المؤكسد ، والعامل المختزل .

### عملية الأكسدة :

هي العملية التي تفقد فيها الذرة أو الأيون إلكترونات واحداً أو أكثر .

### عملية الاختزال :

هي العملية التي يكتسب فيها الذرة أو الأيون إلكترونات واحداً أو أكثر .

### العامل المؤكسد : (Reductant)

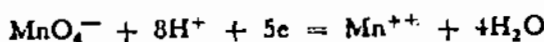
هو ذلك العامل الذي يكتسب إلكترونات ويختزل تبعاً لذلك إلى حالة من حالات التكافؤ العليا .

العامل المختزل : (Oxidant)

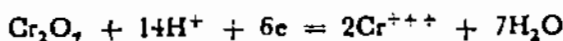
هو ذلك العنصر الذي يتخذ إلكترونات متحولاً إلى حالة أعلى من حالات التكافؤ .  
وفي جميع تفاعلات الأكسدة والاختزال لا يمكن لعملية (أكسدة) أن تحدث دون الأخرى (اختزال) ، وإذا علمنا التغير في عدد الإلكترونات لكل أيون في عملية الأكسدة والاختزال ،  
يمكن حساب الوزن المكافئ : وعلى ذلك فإن :

الوزن المكافئ لعامل مؤكسد أو مختزل :

هو عبارة عن الوزن الجزيئي مقسوماً على عدد الإلكترونات التي يكتبها أو يفقدها جزيء واحد من تلك المادة أثناء التفاعل .  
فمثلاً أيون البرمنجنات ، والكرومات ، والحديدوز والأكسالات يمكن توضيح معادلاتها الجزيئية الأيونية كما يلي :



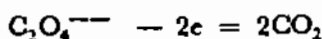
$$\frac{\text{KMnO}_4}{5} = \frac{\text{MnO}_4^-}{5} =: \text{البرمنجنات للوزن المكافئ}$$



$$\frac{\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7}{6} = \frac{\text{Cr}_2\text{O}_7^{--}}{6} =: \text{الكرومات للوزن المكافئ}$$



$$\frac{\text{FeSO}_4}{1} = \frac{\text{Fe}^{++}}{1} =: \text{الحديدوز للوزن المكافئ}$$



$$\frac{\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4}{2} = \frac{\text{C}_2\text{O}_4^{--}}{2} =: \text{الأكسالات للوزن المكافئ}$$

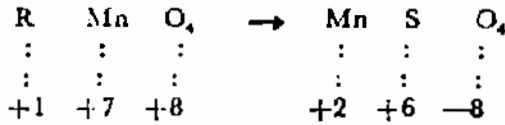
(ب) والطريقة الثانية ذات أهمية في حساب الوزن المكافئ لمادة. هو عدد الأكسدة

(Oxidation number)

مبادئ الكيمياء العملية

## والوزن المكافئ لعامل مؤكسد :

يمكن تحديده بمقدار التغير في عدد التأكسد والذي يتطلبه العامل المختزل . أو هو عبارة عن مقدار العامل المؤكسد الذي يعتره وحدة التغيرات في عدد التأكسد . فمثلا عند اختزال البرمنجنات في وجود حمض الكبريتيك المحفف إلى ملح المنجنوز فإن أيون البرمنجنات  $MnO_4^{--}$

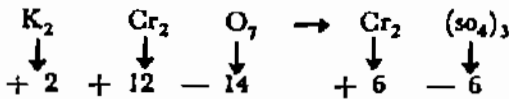


وفيه المنجنيز سباعي التكافؤ ، قد اختزل إلى أيون  $Mn^{++}$  الثنائي التكافؤ أى أن التغير في عدد تأكسد المنجنيز حدث من (-٧) إلى (+٢) :

∴ التغير في تكافؤ = ٧ - ٢ = ٥

$$\text{الوزن المكافئ} = \frac{\text{وزنها الجزيئي}}{٥}$$

وأيون اليكرومات  $Cr_2O_7$  وفيه الكروم سداسي التكافؤ ، يختزل في الوسط الحمضي إلى أيون  $Cr^{+++}$  الثلاثي التكافؤ :



أى أن التغير في عدد التأكسد لذرتين من الكروم قد حدث من (+١٢) إلى (+٦) أى بمقدار ٦ وحدات من وحدات الاختزال (جزء اليكرومات يحتوي على ذرتين كروم) :

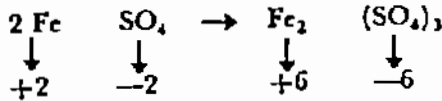
$$\text{∴ التغير في التكافؤ بالنسبة للذرة الواحدة} = ٦ - ٣ = ٣$$

∴ الوزن المكافئ ليكرومات البوتاسيوم

$$\begin{aligned} & \frac{\text{وزنها الجزيئي}}{\text{التغير في تكافؤ ذرات الكروم التي يحتويها الجزيء}} = \\ & \frac{\text{الوزن الجزيئي}}{٦} = \frac{\text{الوزن الجزيئي}}{٣ \times ٢} \end{aligned}$$

وبذلك فإنه لكي يمكن إيجاد الوزن المكافئ لعامل مؤكسد يقسم الوزن الجزيئي له على التغير في رقم التأكسد الذي يعترى أى عنصر في الجزيء الواحد .

وبالمثل فإن الوزن المكافئ لعامل مختزل يمكن تحديده بالتغير في عدد التأكسد الذي يعتره العامل المؤكسد ، فنجد تحول كبريتات الحديدوز إلى كبريتات الحديدك :



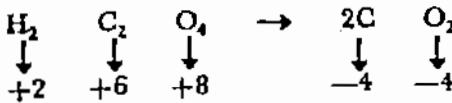
. التغير في عدد التأكسد للذرة الحديد هو من (+2) إلى (+3) أى بمقدار وحدة واحدة من وحدات الأكسدة : وبذلك فإن الوزن المكافئ لكبريتات الحديدوز

$$\frac{\text{وزنها الجزيئي}}{1} =$$

وبالمثل عند تأكد كلوريد القصديروز إلى كلوريد القصديريك يزداد تكافؤ القصدير

$$\frac{\text{وزنه الجزيئي}}{2} = \text{وزنه الجزيئي}$$

وعند أكسدة حمض الأكساليك إلى ثاني أكسيد الكربون والماء يكون



التغير في عدد التأكسد لذرتين من الكربون هو من (+6) إلى (+8) أى بمقدار وحدتين من وحدات التأكسد .

$$\frac{\text{وزنه الجزيئي}}{2} = \text{الوزن المكافئ لحمض الأكساليك}$$

وبصفة عامة يمكن القول بأن للوزن المكافئ للعنصر يشترك في تفاعل الأكسدة والاختزال هو عبارة عن وزنه الذرى مقسوماً على التغير في عدد التأكسد : وعندما يعترى ذرة ما جزءاً من مركب Complex molecule تغير في عدد التأكسد فإن الوزن المكافئ للمادة هو عبارة عن وزنها الجزيئي مقسوماً على التغير في عدد التأكسد للعنصر المؤكسد أو المختزل ، وإذا وجدت أكثر من ذرة للعنصر المتفاعل يقسم الوزن الجزيئي على مجموع التغير في عدد التأكسد .

الدلائل المستخدمة لتحديد نقطة التكافؤ في تفاعلات الأكسدة والاختزال :

تعمل برمجنات البوتاسيوم كدليل ذاتى . فلونها بنفسجى ، وعند اختزالها تصبح عديمة اللون ، ولكن في حالة الأكسدة بالبيكرومات توجد طريقتان للكشف عن نقطة التكافؤ .

طريقة الدليل الخارجى External indicator method

طريقة الدليل الداخلى Internal indicator method

### الدليل الذاتي : Self indicator

قد تعمل المادة المتفاعلة نفسها كدليل . فتقطعة واحدة من محلول 0,1N من برمنجنات البوتاسيوم . تحدث تغيراً ملحوظاً لمئات الميغرامات من المحلول حتى في وجود أيونات أخرى ملونة مثل أيونات الحديدية ، وكذلك الحال بالنسبة لمحاليل اليود .

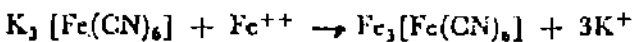
### الدليل الداخلي :

ويسمى بدليل التأكسد والاختزال oxidation reduction indicator ويختلف لونه في الوسط المؤكسد عنه في الوسط المختزل . ومن أسئلة ذلك هو ثنائي الثينيل أمين Diphenylamine ، ويمكن الحصول عليه بتحضير محلول ١ ٪ من ثنائي فينيل أمين في حمض الكبريتيك المركز . ويستخدم عند معايرة محاليل الحديدوز مع محلول بيكرومات البوتاسيوم ، وفي هذه الحالة يضاف دائماً حمض الفوسفوريك ، وذلك لأن حمض الفوسفوريك يكون مع أيونات الحديدية الناتجة من التأكسد مركباً Complex Compound . وبذلك يعدها عن محيط التفاعل ، مما يساعد على أكسدة أيونات الحديدوز كلية إلى أيونات الحديدية .

ويلاحظ أن الدليل يعطى لونا أخضر مع أملاح الحديدوز ، وقبل نقطة التكافؤ بقليل يغم اللون إلى أخضر مائل للزرقة ثم يكون لونا أزرق بنفسجي زاهي بتأكسده إلى diphenylbenzidine-violet وهذا اللون لا يتأثر سواء بالرج أو بإضافة زيادة من بيكرومات البوتاسيوم .

### الدليل الخارجي :

أصبح استخدامه محدوداً نتيجة لاكتشاف طريقة الدليل الداخلي . وتستخدم هذه الطريقة في معايرة محاليل الحديدوز حيث يستعمل محلول ٠,١ ٪ من حديدى سيانيد البوتاسيوم كدليل خارجي وفيها ، تؤخذ منه قطرات منفصلة بواسطة قضيب زجاجي على قطعة ورق بيضاء . وأثناء معايرة محلول الحديدوز الحمض بمحلول بيكرومات البوتاسيوم تأخذ قطرة من المحلول من آن لآخر بواسطة قضيب زجاجي ، ونضع هذه القطرة بجوار قطرة الدليل . حتى تلاحظها حيث يتكون لون أزرق عند تلامسهما . طالما أننا لم نصل إلى نقطة التكافؤ . وعند بلوغ نقطة التكافؤ لا يظهر أى لون نتيجة لأكسدة جميع أيونات الحديدوز إلى أيونات الحديدية .



Ferrous ferricyanide

"Turnbull's blue"

هذا وفي التجارب التي لا يصلح فيها أى دليل يمكن استخدام الطريقة المسماة

“Potentiometric method”

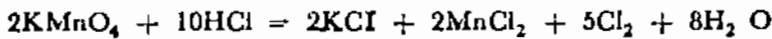
## أولاً : التأكسد بواسطة برمنجنات البوتاسيوم

برمنجنات البوتاسيوم عامل مؤكسد قوى ، خصوصاً في الوسط الحمضي .

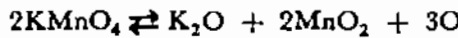


ويستخدم حمض الكبريتيك لأنه لا يتأثر ببرمنجنات البوتاسيوم . ولا يمكن استخدام حمض

الإيدروكلوريك لأنه يتأكسد بواسطة البرمنجنات إلى الكلور :



وفي الوسط القلوي القوي يختزل المنجنيز السباعي التكافؤ طبقاً للمعادلة :



وبذلك فإن الوزن المكافئ في الوسط القلوي =  $\frac{\text{الوزن الجزيئي} \times 2}{6} = \frac{1}{3}$  الوزن الجزيئي .

ونظراً لتكون أكسيد المنجنيز الأسود لا تكون نقطة التكافؤ واضحة جداً . وبرمنجنات

البوتاسيوم ليست مادة قياسية أولية . لأنه يصعب الحصول عليها في حالة نقية ، وتكون دائماً محتوية

على ثنائي أكسيد المنجنيز . ولذلك فإنه بعد إذابة البرمنجنات ، ترشح لفصل ثنائي أكسيد المنجنيز

خلال الصرف الزجاجي أو sintered-glass filter ، ثم تعاد مع مادة قياسية أولية مثل حمض

الأكساليك  $(\text{COOH})_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  ، أملاحات الصوديوم  $\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$  أو كبريتات

الحديدوز والأمونيوم  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  ، أو أكسيد الزرنيخوز  $\text{As}_2\text{O}_3$

ولتحضير محلول 0.1N تقريباً من برمنجنات البوتاسيوم تؤخذ حوالى 1.6 جم منه ، وتذاب في

الماء ، ويعمل المحلول  $\frac{1}{4}$  لتر بالضبط ثم يرشح المحلول وتجري عليه التجارب التالية :

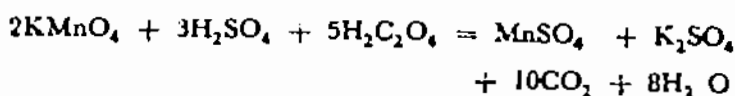
التجربة التاسعة :

معايرة البرمنجنات مع حمض الأكساليك :

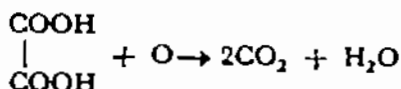
الأساس النظري :

تؤكسد برمنجنات البوتاسيوم حمض الأكساليك في وسط حمضي إلى ثنائي أكسيد

الكربون .



ويكون التفاعل تاماً عند درجة ٦٠ - ٩٠ °م ، ويتضح من المعادلات التالية :



أى أن جزيء حمض الأكساليك يتفاعل مع ذرة من الأكسجين (١٦ جم) .

$$\frac{\text{وزنه الجزيئي}}{2} = \text{الوزن المكافئ لحمض الأكساليك}$$

المواد اللازمة :

محلول 0,1N من حمض الأكساليك (ب) محلول برمنجنات البوتاسيوم بمجهول العيارية  
( > ) حمض كبريتيك مخفف .

خطوات العمل :

١ - انقل ١٠ مل من محلول حمض الأكساليك 0,1N إلى دورق مخروطي وأضف كمية  
مماثلة تقريباً من حمض الكبريتيك المخفف .

٢ - سخن المحلول إلى حوالي درجة ٦٠ - ٩٠ °م . وأضف البرمنجنات ببطء من السحاحة .  
والمحلول ساخناً حتى يبدأ ظهور اللون الوردي الفاتح .

وإذا تكون راسب بنى أثناء المعايرة ، فإن ذلك يرجع إلى إحدى العوامل التالية :

( ١ ) أن درجة الحرارة قد تكون أقل من ٦٠ °م ، ولذلك سخن دائماً حتى تظل درجة  
الحرارة = ٦٠ °م .

(ب) أن إضافة البرمنجنات قد حدثت بسرعة .

( > ) أن كمية حمض الكبريتيك غير كافية .

٣ - كرر التجربة ٣ مرات وخذ المتوسط .

الحساب :

تحتب عيارية محلول برمنجنات البوتاسيوم :

حجم برمنجنات البوتاسيوم = V سم<sup>٣</sup> .

الوزن المكافئ لحمض الأكساليك عند نقطة التعادل = الوزن المكافئ للبرمنجنات .



٦٣.١ جم من الأكساليك  $\equiv$  جم من برمنجنات البوتاسيوم

١ مل من حمض الأكساليك  $\equiv$   $\frac{31.6}{1000}$  جم من برمنجنات البوتاسيوم

١٠ مل  $\times$  عيارية حمض الأكساليك =  $10 \times 0.316 \times$  نفس العيارية =  $w$  جم برمنجنات البوتاسيوم .

$$\text{قوة تركيز برمنجنات البوتاسيوم} = \frac{1000 \cdot w}{V} \text{ جم / لتر}$$

= الوزن المكافئ  $\times$  عيارية البرمنجنات  $\times N$

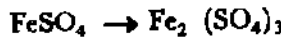
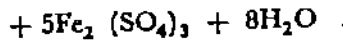
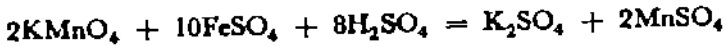
وبها يمكن تعيين عيارية برمنجنات البوتاسيوم .

### التجربة العاشرة :

معايرة البرمنجنات مع كبريتات الحديدوز والأمونيوم :

يمكن الحصول عليها قوية وهي تستخدم بدلا من كبريتات الحديدوز سهلة التأكسد وعديمة الثبات في محاليلها .

### الأساس النظري :



التغير في تكافؤ الحديد = ٣ - ٢ = ١

الوزن المكافئ لكبريتات الحديدوز والأمونيوم

الوزن الجزيئي

$$= \frac{\text{الوزن الجزيئي}}{\text{التغير في التكافؤ} \times \text{عدد ذرات الحديد في الجزيء}}$$

$$= \frac{\text{الوزن الجزيئي}}{1 \times 1} = \text{الوزن الجزيئي}$$

### المواد اللازمة :

- ( أ ) محلول برمنجنات البوتاسيوم مجهولة العيارية .
- ( ب ) محلول 0,1N كبريتات الحديدوز والأمونيوم .
- ( ج ) حمض الكبريتيك المخفف .

## خطوات العمل :

- ١ - اقل ١٠ مل من محلول كبريتات الحديدوز والأمونيوم إلى كأس مخروطي .
- ٢ - أضف ١٠ مل من حمض الكبريتيك ( دون استخدام اللاصعة ) .
- ٣ - أضف برمنجنات البوتاسيوم من المساحة حتى يبدأ ظهور اللون الوردي ( لا يسخن المحلول في هذه الحالة ) .
- ٤ - كرر التجربة ٣ مرات وخذ المتوسط .

## طريقة الحساب :

تعب عيارية محلول برمنجنات البوتاسيوم مثل الطريقة السابقة :

١ مل محلول عياري لكبريتات الحديدوز والأمونيوم  $\equiv \frac{31.06}{1000}$  جم من برمنجنات البوتاسيوم .

## التجربة الحادية عشر :

تحليل مخلوط من حمض الأكساليك وأكالات الصوديوم :

إذا أعطيت محلول 0,1N من برمنجنات البوتاسيوم ، ومحلولاً 0,1N من أيروكسيد الصوديوم عين قوّة كل من حمض الأكساليك وأكالات الصوديوم في مخلوط منهما .

## الأساس النظري :

تقدر كمية حمض الأكساليك باستخدام محلول أيروكسيد الصوديوم ( التجربة الثالثة ) ثم تقدر كمية أيون الأكالات بالمعايرة مع محلول برمنجنات البوتاسيوم .

## المواد اللازمة :

- ( ١ ) محلول 0,1N برمنجنات البوتاسيوم ( ب ) محلول 0,1N من أيروكسيد الصوديوم ( ج ) محلول من خليط حمض الأكساليك وأكالات الصوديوم .
- ( ٥ ) حمض الكبريتيك المخفف .

## خطوات العمل :

- ١ - اقل ١٠ مل من المخلوط إلى كأس مخروطي ، خفف بالماء المتطرّم أضف قطرتين من الصينولفثالين . ثم عاير مع محلول هيدروكسيد الصوديوم .

احب تركيز حمض الأكساليك بإحرامات في اللتر .  
٢- انقل ١٠ مل أخرى من المخلوط إلى كأس نفروطى . ثم أضف كمية مساوية من حمض الكبريتيك المخفف . سخن حتى درجة ٦٠ - ٩٠°م ، ثم غاير بواسطة محلول برمنجنات البوتاسيوم ، حتى يبدأ ظهور اللون الوردي الناتج . ثم احب قوة اكالات الصوديوم في المخلوط .

### طريقة الحساب :

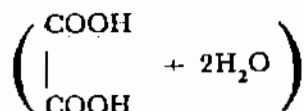
نفرض أن  $V_1$  مل محلول 0,1N إيدروكسيد الصوديوم قد استخدم في المعايرة الأولى ، وحيث أن عيارية البرمنجنات وأيدروكسيد الصوديوم واحدة :

∴  $V_1$  مل محلول 0,1N إيدروكسيد الصوديوم  $\equiv$   $V_1$  مل من محلول البرمنجنات 0,1N .

نفرض أن  $V_2$  مل من برمنجنات البوتاسيوم قد استخدم في المعايرة الثانية ليتفاعل مع حمض الأكساليك واكالات الصوديوم .

∴ حجم البرمنجنات المكافئ لأكالات الصوديوم فقط هو  $(V_2 - V_1)$  .

∴ ١ مل من محلول N لأيدروكسيد الصوديوم  $\equiv$   $\frac{٦٢}{١٠٠٠}$  جم من حمض الأكساليك



١ مل من محلول N برمنجنات البوتاسيوم  $\equiv$   $\frac{٦٧}{١٠٠٠}$  جم من اكالات الصوديوم .

### ملحوظة :

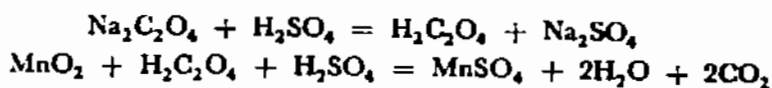
إذا كانت عيارية برمنجنات البوتاسيوم ، تختلف عن عيارية إيدروكسيد الصوديوم يجب حساب حجم الأيدروكسيد من العلاقة  $(N_1V_1 = N_2V_2)$  الذى يؤخذ لو كانت العياريتين متساويتين .

### التجربة الثانية عشر :

تحليل عينة من البيرولووزيت : (Pyrolozite)

### الأساس النظرى :

تحتوى عينة البيرولووزيت على ثاني أكسيد المنجنيز ، والذى عند معاملته بكمية وافرة معلومة من محلول قياسي حمضى لمادة مختزلة مثل أكالات الصوديوم ، فإنه يمكن معايرة الزيادة من هذه المادة الأخيرة باستخدام محلول قياسي لبرمنجنات البوتاسيوم ومعادلات التفاعل كما يلي :



### المواد اللازمة :

- ١- عينة من البيروكسيد (٠,١ - ٠,٢٣ جم) (٢) محلول 0,1N لأكالات الصوديوم
- (٣) محلول حمض كبريتيك 4N (٤) محلول 0,1N من برمنجنات البوتاسيوم .

### خطوات العمل :

- ١- أوزن بدقة حوالي ٠,١ - ٠,٢ جم من العينة وأقلها تماماً إلى دورق مخروطي .
- ٢- أضف بالضبط ٧٠ - ٨٠ مل من محلول قياسي لأكالات الصوديوم بواسطة سحاحة .
- ٣- أضف بعد ذلك حوالي ٣٠ مل من محلول حمض الكبريتيك 4N وضع على فوهة الدورق قسماً صغيراً .
- ٤- يظل المحلول حتى ينوب كل الراسب ، وإذا لم يذوب أضف بالضبط حوالي ٢٥ مل من محلول الأكالات وسخنه ثانية .
- ٥- عاير الزيادة من الأكالات الموجودة بالمحلول الساخن مع برمنجنات البوتاسيوم .
- ٦- كرر العملية ٤ مرات .

### الحساب :

يفرض أن  $V$  هو الحجم الكلي الأكالات المستخدم :  $V_1$  وهو حجم الأكالات الذي تفاعل مع حجم من البرمنجنات قلته  $V_2$  وكانت عيارية كل من الأكالات والبرمنجنات هي  $N_1$  ،  $N_2$  على الترتيب ، فإنه من العلاقة .

$$N_1 V_1 = N_2 V_2$$

يمكن حساب حجم أكالات الصوديوم  $V_1$  الذي تفاعل مع البرمنجنات  $(V - V_2)$  = حجم الأكالات الذي تفاعل مع العينة . ومنها .

مكافئ  $\frac{\text{MnO}_2}{1000}$  وهو وزن ثاني أكسيد المنجنيز الذي يتفاعل مع ١ مل عيارية من أكالات الصوديوم ..

$N_1 \times \frac{\text{مكافئ MnO}_2}{1000}$  = وزن ثاني أكسيد المنجنيز الذي يتفاعل مع ١ مل عياريته  $N_2$  من أكالات الصوديوم .

مكافئ  $\text{MnO}_2$   $\frac{1}{1000}$   $\times N \times (V - V_1) =$  وزن ثاني أكسيد المنجنيز الذي تفاعل مع  
(  $V - V_1$  ) مل من أمكالات الصوديوم وهو ثقه ثاني أكسيد المنجنيز (w) الموجود في  
العينة .

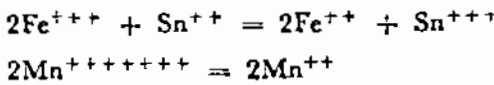
$$\therefore \text{نسبة ثاني أكسيد المنجنيز في العينة} = \frac{w}{\text{وزن العينة}} \times 100$$

التجربة الثالثة عشر :

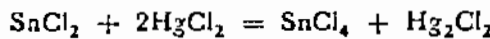
تقدير الحديد في عينة من شب الحديد :

الأساس النظرى :

يوجد الحديد في العينة على هيئة حديدك أو على هيئة مخلوط من الحديدوز والحديديك .  
ولذا يلزم اختزال الحديدك أولاً إلى الحديدوز وذلك إما بواسطة الأيدروجين حديث التولد عند  
تفاعل الخارصين مع حمض الكبريتيك أو بواسطة كلوريد التصديروز  $\text{SnCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  ؛  
أو بواسطة  $\text{H}_2\text{S}$  أو حمض الكبريتوز . وباستخدام كلوريد الفصدروز . فإن التفاعل يسرى بين  
الأيونات كما يلي :



فعند إضافة محلول كلوريد التصديروز في حمض الأيدروكلوريك المركز قطرة قطرة يمكن  
اختزال الحديدك إلى حديدوز والذي يقدر حينئذ بعمارة المحلول مع محلول قياسي من البرمنجنات ،  
ولتلافى تفاعل الزيادة من كلوريد التصديروز مع محلول البرمنجنات يمكن إضافة محلول مركز  
من كلوريد الزئبقك الذي يتفاعل معه طبقاً للمعادلة :



المواد اللازمة :

١ - عينة من الشب الحديدى ٢ - محلول 0,1N من برمنجنات البوتاسيوم ٣ - حمض  
أيدروكلوريك المركز ٤ - محلول ٣٪ من كلوريد التصديروز وهو يخضر من إذابة ٣٠ جم  
من  $\text{SnCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  في ٢٥٠ مل من حمض الأيدروكلوريك المركز بالتسخين ثم يصفى المحلول  
بالماء المتطر حتى يصبح الحجم ١٠٠٠ مل .

٤ - محلول ١٠٪ من كاوريد الزئبقك وهو يخضر بإذابة المادة الصلبة في الماء المثل .

مبادئ الكيمياء العملية

### ٥ - محلول زيمرمان - رينهارت Zimmermann-Reinhardt's Solution

وهو يعضر بإذابة ٥٠ جم من بلورات كبريتات المنجنيز في ٢٥٠ مل من الماء ، ثم يضاف محلول بارد من ١٠٠ مل لحمض الكبريتيك المركز و ٣٠٠ مل من الماء ثم بعد ذلك يضاف ١٠٠ مل من حمض التسنوريك .

وفائدة كبريتات المنجنيز أنها تقلل من جهد للتأكسد للبرمنجنات أى تجعلها عامل مؤكسد ضعيف ، وبذلك يتفاعل فقط مع أيونات الحديدوز ولا يتفاعل مع حمض الأيدروكلوريك . أو بعبارة أخرى فإن أيون المنجنيز يعمل كعامل حافز لإسراع عملية اختزال أيون البرمنجنات ، وكعامل مساعد سلبي في عملية أكسدة أيون الكلور .

ويتفاعل حمض التسنوريك مع أيونات الحديديك الصفراء لتكوين أيونات متراكبة عديمة اللون ، وبذلك يساعد على اتجاه التفاعل إلى اليسار كما بالمعادلة  $Fe^{+++} \rightleftharpoons Fe^{++}$  ، ويزيد القوة الاختزالية لأيون الحديدوز كما أنه يسهل عملية إدراك نقطة التكافؤ . وحمض الكبريتيك يحتفظ تكافؤ كبريتات المنجنيز ثابتاً .

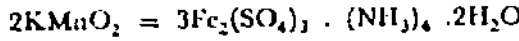
### خطوات العمل :

- ١ - زن حوالي ٨ - ٩ جم من الشب الحديدى ثم أذبها في كمية من الماء مع إضافة حوالي ١٠ - ١٥ مل من حمض الأيدروكلوريك المركز وسخن .
- ٢ - برد المحلول وانقله كله إلى دورق محدد السعة ( ٢٥٠ مل ) وأكمل المحلول حتى العلامة .
- ٣ - اقل ١٠ مل من المحلول إلى دورق مخروطي : سخن حتى الغليان ، ثم أضف أثناء ذلك محلول كلوريد القصديروز ٣ / نقطة نقطة حتى يختنى اللون الأصفر أو البنى .
- ٤ - أضف بعد ذلك تقطتين فقط من محلول كلوريد القصديروز .
- ٥ - خفف بالماء ، ثم برد بسرعة تحت الصنبور ، وأضف عندئذ مع التقليب حوالي ٥ مل من محلول ١٠ / كلوريد الزنبيق ويلاحظ تكون راسب أبيض حريري ( وليس رمادياً ) وإلا تعاد التجربة .

٦ - أضف ١٠ مل من محلول زيمرمان - رينهارت .

ويتكون عند نقطة التكافؤ لون قرمزي ناتج لمدة ١٥ ثانية ، يزول بعد مدة .

## طريقة الحساب :



$$\frac{\text{الوزن الجزيئي}}{2} = \text{الوزن المكافئ للشب الحديدى}$$

والوزن المكافئ للحديد = الوزن الذرى

إذا أُعتبر أن  $N$  ،  $V$  هى حجم وعيارية محلول البرمنجنات ،  $N_1$  ،  $V_1$  هى حجم وعيارية محلول الشب الحديدى ، فإنه من العلاقة :

$$NV = N_1V_1$$

كمية الحديد الموجودة فى لتر من المحلول  $\times N_1$  = وزنه المكافئ

$$w \times \frac{\text{الوزن المكافئ للحديد} \times N}{4} = \frac{1}{V} \text{ لتر من المحلول}$$

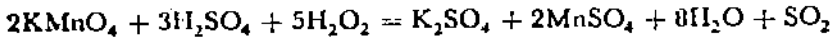
$$100 \times \frac{w}{\text{وزن العينة}} = \text{نبة الحديد فى العينة}$$

التجربة الرابعة عشر :

تحليل فوق أكسيد الأيدروجين :

الأساس النظرى :

يتفاعل فوق أكسيد الأيدروجين مع برمنجنات البوتاسيوم طبقاً للمعادلة .



المواد اللازمة :

١ - محلول 0,1N من برمنجنات البوتاسيوم

٢ - محلول فوق أكسيد الأيدروجين

٣ - حمض كبريتيك مخفف .

خطوات العمل :

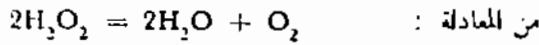
١ - انقل ١٠ مل من محلول فوق أكسيد الأيدروجين إلى دورق مخروطى . وأضف

كمية مساوية من حمض الكبريتيك المخفف .

٢ - أضف محلول برمنجنات البوتاسيوم 0,1N حتى يبدأ ظهور لون أحمر وردى .

٣ - أحسب قوة تركيز محلول فوق أكسيد الأيدروجين . وكذلك قوة التركيز بالحجم .

الحساب :



$$17 = \frac{340}{2} = \frac{\text{الوزن الجزيئي}}{2} = \text{الوزن المكافئ لفرق أكسيد الأيدروجين}$$

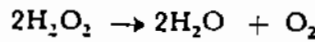
١ مل من محلول X برومونات البوتاسيوم  $\equiv$  ٠,٧١ جم  $\text{H}_2\text{O}_2$

١ مل من محلول 0,1N  $\equiv$  ٠,٠٠١٧ جم  $\text{H}_2\text{O}_2$

وبها أحسب قوة التركيز بالوزن (x جم / لتر)

وقوة التركيز بالحجم هو حجم الأكسجين عند م. ض. د المنطلق من التحلل التام لواحد مليلتر من محلول فوق أكسيد الأيدروجين .

من المعادلة :



٢٢,٤ لتر في م. ض. د  $\leftarrow$  ٣٤,٠٢ × ٢ جرام

أى أن ٦٨,٠٤ جم من فوق أكسيد الأيدروجين تعطى عند التحلل التام ٢٢,٤ لتراً من غاز الأكسجين في معدل الضغط ودرجة الحرارة .

فإذا كانت قوة تركيز محلول فوق أكسيد الأيدروجين هي x جم / لتر .

$$\frac{x \cdot 22,4}{68,05} \text{ م. ض. د من فوق أكسيد الأيدروجين تعطى عند التحلل التام}$$

لتراً من الأكسجين عند م. ض. د .

ولكن ١٠٠٠ مل من المحلول يحتوى على x جم من فوق أكسيد الأيدروجين .

$$\therefore 1 \text{ مل من المحلول يعطى } \frac{x \cdot 22,4}{1000 \times 68,05} \text{ مل من الأكسجين في م. ض. د}$$

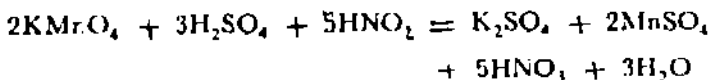
التجربة الثامنة عشر :

تقدير النيتريتات :

الأساس النظرى :

بتفاعل النيتريت مع برومونات البوتاسيوم عند درجة ٤٠° م طبقاً للمعادلة .





ولا تصلح طريقة إخساق البرمنجنات إلى محلول النيريت بالطريقة العادية أى أنه عند إضافة محلول البرمنجنات من السحاحة إلى محلول النيريت الحمضى و الدورق المخروطى . فإنه يفقد جزءاً من حمض النيتروز المتطاير ولا يدخل فى التفاعل مع البرمنجنات . ولكن يمكن الحصول على نتائج دقيقة إذا أضيف محلول النيريت من السحاحة إلى حجم معين من البرمنجنات الحمض بحمض الكبريتيك المخفف حتى يختفى لون البرمنجنات .

### المواد اللازمة :

- ١ - محلول 0,1N لبرمنجنات البوتاسيوم .
- ٢ - محلول مجهول العيارية من نيريت الصوديوم .
- ٣ - حمض الكبريتيك المخفف .

### خطوات العمل :

- ١ - انقل ١٠ مل من محلول برمنجنات البوتاسيوم إلى دورق مخروطى سعته ٢٥٠ مل ثم أضف كمية مساوية من حمض الكبريتيك المخفف 3N ثم خفف بالماء حتى ١٥٠ مل (وسجن حتى درجة ٤٠°م) .
- ٢ - أضف محلول النيريت من السحاحة ببطء حتى مجرد اختفاء لون البرمنجنات مع ملاحظة أن يكون طرف السحاحة قريباً من سطح البرمنجنات فى الدورق المخروطى .
- ٣ - كرر العملية ٣ مرات .

### طريقة الحساب :

تسب نسبة النيريت و العينة باستخدام العلاقة

$$١ \text{ مل من محلول } 0,1N \text{ لبرمنجنات البوتاسيوم} \equiv ٠,٠٠٢٤ \text{ جم حمض النيتروز} \\ \equiv ٠,٠٠٤٥ \text{ من نيريت الصوديوم}$$

$$\text{حيث الوزن المكافئ لنيريت الصوديوم} = \frac{\text{الوزن الجزيئى}}{٢}$$

$$١ \text{ جم من برمنجنات البوتاسيوم} \equiv ٠,٠٣٤٥ \text{ جم نيريت صوديوم}$$

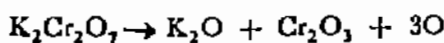
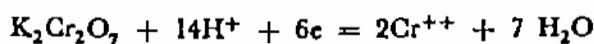
## ثانياً : التأكسد باستخدام بيكرومات البوتاسيوم

يوضح الجدول التالي بعض مميزات بيكرومات البوتاسيوم في عمليات الأكسدة والاختزال ومقارنته بينها وبين برمنجنات البوتاسيوم :

بيكرومات البوتاسيوم $K_2Cr_2O_7$	برمنجنات البوتاسيوم $KMnO_4$
١ - ليست في قوة البرمنجنات .	١ - عامل مؤكسد قوى
٢ - يمكن الحصول عليها في صورة نقية ، كما أن محاليلها ثابتة دائماً ولذلك تصلح لتحضير محاليل قياسية أولية منها .	٢ - لا يمكن الحصول عليها في صورة نقية ، كما أن محاليلها غير ثابتة ، ولذلك لا يمكن تحضير محاليل قياسية أولية منها .
٣ - يمكن استخدامها بأمان ، في وجود حمض الأيدروكلوريك دون أن يتأكسد بشرط أن يكون الحمض بارداً ولا يزيد تركيزه عن ١ - ٢ عيارى .	٣ - تؤكسد حمض الأيدروكلوريك معطية غاز الكلور ، وهو عامل مؤكسد ، ولذلك لا يمكن استخدامها مع حمض الأيدروكلوريك ولكن تستخدم مع حمض الكبريتيك فقط .
٤ - الوزن المكافئ = $\frac{1}{6}$ الوزن الجزيئى .	٤ - الوزن المكافئ = $\frac{1}{5}$ الوزن الجزيئى .

الوزن المكافئ لبيكرومات البوتاسيوم :

١ - يمكن استنتاج الوزن المكافئ لبيكرومات البوتاسيوم في الوسط الحمضى من المعادلة التالية :



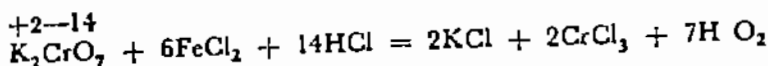
$$جزئ واحد \quad \quad \quad ٤٨ \text{ جم أكسجين} = ١٦ \times ٣$$

$$\frac{\text{الوزن الجزيئى}}{٦} = \text{الوزن المكافئ} \quad \quad \quad \text{وهو ينتج أن الوزن المكافئ} = \frac{\text{الوزن الجزيئى}}{٦}$$

٢ - كذلك يمكن تعيين الوزن المكافئ من العلاقة التالية :

الوزن الجزيئى

$$\frac{\text{الوزن المكافئ}}{\text{التغير في التكافؤ قبل وبعد التفاعل}} \times \text{عدد الفترات المؤكسدة أو المختزلة} = \text{الوزن الجزيئى}$$



+ 12

التغير في التكافؤ = ٦ - ٣ = ٣

$$\therefore \text{الوزن المكافئ} = \frac{\text{الوزن الجزيئي}}{٣} = \frac{\text{الوزن الجزيئي}}{٦}$$

تعيين نقطة التكافؤ

شرحت من قبل انظر ص ٢٦١

تحضير محلول 0.1N تقريباً من بيكرومات البوتاسيوم :

١ - زن حوال ١,٢ - ١,٣ جم من مسحوق بيكرومات البوتاسيوم .

٢ - يذاب في قليل من الماء البارد ، مع التسخين إن لزم الأمر .

٣ - أنقل المحلول كلية إلى دورق معلود السعة (٢٥٠ مل) ثم خفف حتى العلامة .

٤ - احب عيارية المحلول كما يلي :

$$S = \frac{\text{الوزن الجزيئي}}{٦} = \text{الوزن المكافئ لبيكرومات البوتاسيوم}$$

$$\text{الوزن المذاب في } \frac{1}{4} \text{ لتر لصبح عياريته } 0.1N = S_1 \text{ جم}$$

$$\text{الوزن المأخوذ فعلا في } \frac{1}{4} \text{ لتر } = S_2 \text{ جم}$$

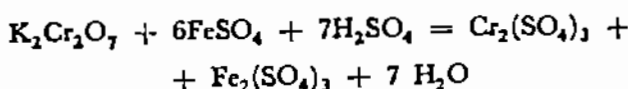
$$\text{عيارية المحلول} = 0.1 \times \frac{S_2}{S_1}$$

التجربة السادسة عشر :

تقدير أملاح الحديدوز : Determination of ferrous iron

الأساس النظري :

تعيين تركيز الحديدوز في محلول كبريتات الحديدوز :



الوزن المكافئ لكبريتات الحديدوز = الوزن الجزيئي ، حيث التغير في التكافؤ قبل التفاعل

وبعده = ١

## المواد اللازمة :

- ( أ ) محلول 0.1N من بيكرومات البوتاسيوم .  
 ( ب ) محلول كبريتات الحديدوز . ( ج ) حمض الكبريتيك المخفف .  
 ( د ) محلول حديدي سيانور البوتاسيوم . ( هـ ) دليل ثنائي فينيل أمين .  
 ( و ) حمض النيتريك .

## خطوات العمل :

## ( ١ ) باستخدام طريقة الدليل الخارجي :

- ١ - املأ السحاحة بمحلول بيكرومات البوتاسيوم .
- ٢ - انقل ١٠ مل من محلول كبريتات الحديدوز إلى كأس مخروطي بواسطة الماصة .  
ثم أضف كمية مساوية تقريباً من حمض الكبريتيك وعاير باستخدام بيكرومات البوتاسيوم .
- ٣ - انقل بين لحظة وأخرى نقطة من المحلول بواسطة قضيب زجاجي ، وضعها على قطعة من الورق الأبيض ، بمرور قطرة من محلول حديدي سيانور البوتاسيوم . المحضر حديداً ، واجعل القطرتين تتلامسان يتكون أولاً لون أزرق قائم .
- ٤ - ثم باستمرار إضافة بيكرومات البوتاسيوم يتكون بدلا من اللون الأزرق لون أخضر مائل للزرقة ، ثم لون أخضر ضعيف ونقطة التكافؤ هي النقطة التي يلاحظ عندها اختلاف في اللون عند تلامس القطرتين على قطعة الورق . ( ويلاحظ أن هذه التجربة ابتدائية غير دقيقة ) .
- ٥ - تتكرر التجربة ٣ مرات أخرى . وذلك بإضافة اليكرومات ببطء دون الكشف بالدليل حتى نصل إلى ما قبل الحجم المعين بالتجربة السابقة بحوالي نصف مليلتر ، ثم يضاف اليكرومات قطرة قطرة ، ونختبر بالدليل بعد كل قطرة ودون النتائج في جدول .

## طريقة الحساب :

نحسب قوة تركيز وعبارة الحديد في كبريتات الحديدوز كما يلي :

$$1000 \text{ مل } N \text{ من بيكرومات البوتاسيوم} = 55.8 \text{ جم حديد}$$

$$1 \text{ مل } 0.1N \text{ من بيكرومات البوتاسيوم} = \frac{1}{10} \times \frac{55.8}{1000} = 0.00558 \text{ جم حديد}$$

## (ب) طريقة الدليل الداخلي :

- ١ - انقل ١٠ مل من محلول كبريتات الحديدوز إلى الكأس المخروطي .
- ٢ - أضف كمية مساوية من حمض الكبريتيك المخفف ، حوالي ٥ مل من حمض السلفوريك ، ١ مل من دليل ثنائي فينيل أمين .
- ٣ - غاير بواسطة اليكرومات . يتكون أولاً لون أخضر ، ويقتم اللون إلى أخضر مائل للزرقة قبل نقطة التكافؤ بقليل . وعند نقطة التكافؤ يظهر لون أزرق بنفسجي زاه لا يتغير بالرج ، أو بإضافة كميات أخرى من اليكرومات .
- ٤ - احسب قوة وتركيز وعيارية الحديد في كبريتات الحديدوز كما سبق .

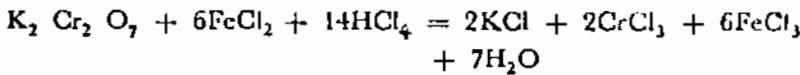
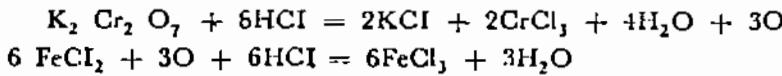
## التجربة السابعة عشر :

## تحليل مخلوط من الحديدوز والحديديك :

Estimation of a Mixture of Ferrous and Ferric Iron in solution

## الأساس النظري :

يختبر الحديد الموجود على هيئة حديدوز بالمعايرة المباشرة مع محلول قياسي ليكرومات البوتاسيوم . أما الحديد كله فيمكن اختباره بعد اختزال الحديديك إلى الحديدوز ثم بعد ذلك يعاير المحلول باستخدام اليكرومات . ويستخدم للاختزال كلوريد القصديروروز حيث أن المخلوط مذاب دائماً في حمض الإيدروكلوريك .



## المواد اللازمة :

- ( أ ) مخلوط من كلوريد الحديدوز وكلوريد الحديديك في حمض الإيدروكلوريك .
- ( ب ) حمض السلفوريك ( ١ : ١ ) ( ج ) دليل ثنائي فينيل الأمين .
- ( د ) محلول كلوريد القصديروروز ( ٣ / ١ ) .
- ( هـ ) محلول ١٠ % لكلوريد الزئبقيك .
- ( و ) حمض الكبريتيك المركز .

## خطوات العمل :

## (١) تقدير الحديدوز :

- ١- اسحب حوالي ١٠ مل من المخلوط إلى كأس مخروطي باستخدام الماصة ثم أضف من حمض النيتريك (١ : ١) ، ثم ٣ قطرات من دليل ثنائي فينيل الأمين .
- ٢- عاير باستخدام اليكرومات حتى ظهور أزرق بنفسجي زاه .

## (ب) اختزل الحديدك وتقدير الحديدوز :

- ٣- خذ ١٠ مل أخرى من المخلوط ، في دورق نظيف وسخن حتى الغليان ثم أضف من محلول ٣٪ لكلوريد القصديروز  $SaCl_2 \cdot 2HCl$  ، أثناء الغليان ، نقطة نقطة حتى يده ظهور لون بني أو أصفر .
- ٤- بعد ذلك أضف نقطة أو نقطتين من محلول كلوريد القصديروز ، ثم برد بسرعة ، وتخفف المحلول بالماء ، وبعد ذلك أضف بسرعة مع التقليب حوالي ٥ مل من محلول كلوريد الزئبيك (١٠٪) .
- يلاحظ تكون راسب أبيض زجاجي (وفي حالة تكون راسب رمادي أعد العملية كلها) .
- ٥- أضف حوالي ٣ مل من حمض النيتريك (١ : ١) ، ثم حوالي ٥ مل من حمض الكبريتيك المركز ، ثم ٣ قطرات من دليل ثنائي فينيل الأمين .
- ٦- عاير بعد ذلك باستخدام اليكرومات حتى ظهور لون أزرق بنفسجي زاه وبدون النتائج في جدول :

## طريقة الحساب :

الوزن الذري للحديد  $w = (Fe^{++} \text{ أو } Fe^{+++})$

(١) تقدير الحديدوز :  $Fe^{++}$ 

من العلاقة  $NV = N_1 V_1$  يمكن حساب  $N_1$  .  
 قوة الحديدوز  $S_2 = w \times N_1 =$  حجم / لتر

(ب) تقدير الحديدك :  $Fe^{+++}$ 

من العلاقة  $NV = N_1 V_1$

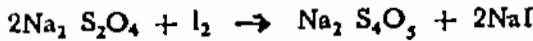
حيث  $V =$  حجم محلول اليكرومات المستخدم كله مطروحاً منه الحجم الذي استخدم في تقدير الحديدوز ، ويمكن حساب  $N_1$  .  
 قوة الحديدك  $S_2 = w \times N_1 =$  جم / لتر .

## ثالثاً : عمليات التأكسد والاختزال بواسطة اليود

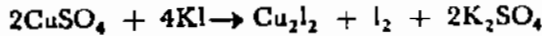
### Iodimetry and Iodometry

تقسم عمليات الأكسدة باليود إلى قسمين :

(أ) طريقة مباشرة Iodimetry وتشتمل عمليات المعايرة المستخدم فيها محلول معلوم القوة من اليود ، ومن أمثلة ذلك :

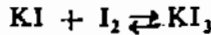


(ب) طريقة غير مباشرة Iodometry ، وتشتمل عمليات المعايرة التي يفرد فيها اليود نتيجة لتفاعل كيميائي :



ويعاير اليود المنفرد بواسطة محلول قياسي من ثيوكبريتات الصوديوم .  
ولا يمكن تحضير محلول قياسي أولي من اليود ، لأنه سهل التطاير ، ولذلك فإن محلوله في الماء يغير تركيزه باستمرار .

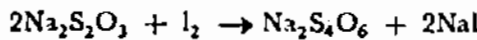
وفي عمليات التأكسد المباشر يذاب اليود في يوديد البوتاسيوم ، وكلما زاد تركيز يوديد البوتاسيوم ، كلما ازدادت قابلية ذوبان اليود ، وذلك لتكوين ثالث يوديد البوتاسيوم .



ويتفاعل ثالث يوديد البوتاسيوم . بنفس الطريقة تماماً مثل محلول اليود ، فالضغط البخاري لمحلول ثالث يوديد البوتاسيوم . أقل بكثير من الضغط البخاري لمحلول اليود في الماء النقي ، ولذلك يقل تطاير اليود في محلول ثالث يوديد البوتاسيوم . ويعاير محلول اليود هذا مع ثيوكبريتات الصوديوم أو أكسيد الزرنيخوز

### تعيين نقطة التكافؤ :

يمكن أن يعمل اليود كدليل ذاتي ، لأنه عند الاختزال يخفق لون اليود البني ، وتتكون أيونات اليوديد عديمة اللون .



ومن الجدير بالذكر أن تحول اللون من البني إلى عديم اللون غير كاف لاكتشاف نقطة التكافؤ ، ولذلك يستخدم محلول النشا كدليل . ففي وجود آثار بسيطة من اليود يتاون النشا باللون الأزرق الزاهي ، ويستخدم النشا بإحدى طريقتين :

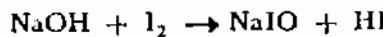
- ١- يضاف محلول الثيوكبريتات إلى محلول اليود . حتى يصبح اللون أصفر باهتاً . عندئذ يكون معظم اليود قد تحول إلى أيونات اليوديد . وعند إضافة محلول النشا يتلون المحلول باللون الأزرق ، يستمر في إضافة الثيوكبريتات حتى يزول اللون الأزرق .
- ٢- تشمل الطريقة الثانية إضافة محلول اليود إلى الثيوكبريتات المضاف إليها حوالي ١ مل من النشا ، حتى ظهور اللون الأزرق .  
وثيوكبريتات الصوديوم  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  المعروفة بملح « الهيبو » مادة متزهرة ، يصعب العثور عليها بحالة نقية ، وغالباً ما تتحلل ويترسب منها الكبريت .  
وفي العادة تستخدم يودات البوتاسيوم  $\text{KIO}_3$  ككميار أولي لمعايرة محاليل الثيوكبريتات ، وذلك بأن يضاف يوديد البوتاسيوم إلى حجم معين من  $\text{KIO}_3$  ثم يعاير اليود المتطلق بمحلول الثيوكبريتات ، ومن الممكن كذلك استخدام محاليل قياسية من برمنجنات البوتاسيوم ، أو بيكرومات البوتاسيوم ، بدلا من يودات البوتاسيوم .

### تحضير محلول النشا :

- يسخن قليل من النشا مع قليل من الماء البارد ، فتتكون عجينة يضاف إليها ٢٥ مل من الماء المقطر المغلي ، يغلى المزيج حتى يحصل على محلول رائق ، نستخدم منه حوالي ١ مل لكل معايرة ، ويلاحظ أن هذا المحلول يتلف بسرعة ، ولذلك يفضل تحضيره دائماً - ويستعمل لمدة ١٠ أيام ، ويراعى ما يلي عند المعايرة باستخدام اليود .
- ١- لا تسخن المحاليل في أوان مفتوحة حيث أن اليود سريع التطاير
  - ٢- تزداد قلرة HI على التأكسد في الجو كلما تعرض لضوء الشمس أو لتركيز حمض قوي .



- ولذلك تجرى عمليات المعايرة باليود في الضوء الخافت ، وفي تركيز حمض غير قوي .
- ٣- لا يستعمل محاليل اليود في وسط قلوي ، حيث يتكون الهيبويوديت Hypoiodite ، وهو عامل مؤكسد قوي ، يفوق في قوته المؤكسدة اليود نفسه ويحول الثيوكبريتات إلى كبريت :



- ٤- لا بد من إضافة النشا قرب نقطة التكافؤ فقط . لأن لون اليود الشاحب يكون خيراً دليل على قرب حلول هذه النقطة ، بينما لو أضفنا محلول اليود أولاً ، فإن بعضه يبقى في حالة امتصاص Adsorption مع النشا حتى عند نقطة التكافؤ .



٥ - تحفظ محاليل اليود القياسية في زجاجات ملوثة ومعكمة السد ، وتستخدم مع محاليل اليود مساحات ذات صنابير زجاجية . وذلك لأن اليود يؤثر في المظاظ .

تحضير محلول 0.1N تقريباً من يودات البوتاسيوم ( $KIO_3$ )  
خطوات العمل :

١ - زن بالضبط حوالي (0.8 - ١ جم) من يودات البوتاسيوم ، ثم أذبه في كأس صغير به كمية من الماء المقطر . وانقله بعد ذلك إلى دورق محدود السعة حجمه ٢٥٠ مل .  
٢ - احسب عيارية المحلول كما يلي :

$$S = \frac{\text{الوزن الجزيئي}}{٦} = \text{الوزن المكافئ ليودات البوتاسيوم}$$

$$\frac{S}{٤٠} = 0.1N \text{ المحلول لتر ليصبح}$$

$$\text{الوزن المذاب فعلا في } \frac{1}{4} \text{ لتر } S_1 \text{ جم}$$

$$\text{عيارية المحلول} = 0.1 \times \frac{S_2}{S_1} = S_2 \text{ جم}$$

تحضير محلول 0.1N تقريباً من ثيوكبريتات الصوديوم  
خطوات العمل :

١ - زن بالتقريب حوالي ١٢,٥ جم من ثيوكبريتات الصوديوم ، ثم أذبها في كأس صغير به ماء مقطر . أضف تقطعة من الكلوروفورم أو بيكربونات الصوديوم .

٢ - انقل المحلول كلية إلى دورق محدود السعة حجمه ٥٠٠ مل وأكمل بالماء المقطر حتى العلامة .

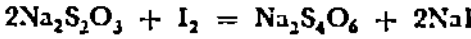
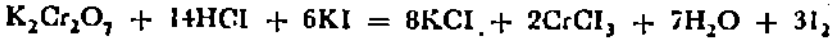
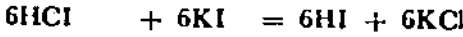
٣ - عاير المحلول باستخدام :

(٢) محلول بيكرومات البوتاسيوم (ب) يودات البوتاسيوم .

التجربة الثامنة عشرة :

معايرة ثيوكبريتات الصوديوم باستخدام محلول قياسي من بيكرومات البوتاسيوم :  
الأساس النظري :

تفاعل بيكرومات البوتاسيوم مع يوديد البوتاسيوم في وسط حمضي ، وينطلق اليود الذي يعاير بواسطة ثيوكبريتات الصوديوم :



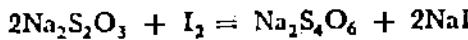
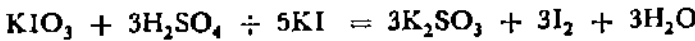
### خطوات العمل :

- ١- انقل حوالى ١٠٠ مل من الماء فى دورق مخروطى .
- ٢- أضف حوالى ١ جم من يوديد البوتاسيوم ثم ١ جم من بيكربونات الصوديوم (لمعادلة الزيادة فى HCl) .
- ٣- رج المحلول جيداً ، حتى يذوب الملح ، ثم أضف بالضبط ١٠ مل من محلول البيكربونات القياسى .
- ٤- أضف بعد ذلك ويطة ٣ مل من حمض الأيذروكلوريك المركز مع التقليب المستمر .
- ٥- رج المخلول جيداً ثم عاير اليود المنطلق باستخدام محلول الثيوكبريتات .
- ٦- عندما يكتب المحلول لوناً أخضر مصفر : أضف حوالى ١ مل من محلول النشا .
- ٧- استمر فى إضافة محلول الثيوكبريتات نقطة نقطة حتى بدء تحول اللون من الأزرق المخضر إلى الأخضر الفاتح .

### التجربة التاسعة عشر :

معايرة محلول ثيو كبريتات الصوديوم باستخدام محلول قياسى من يودات البوتاسيوم :  
الأساس النظرى :

يتفاعل يودات البوتاسيوم مع يوديد البوتاسيوم فى وسط حمضى وينطلق اليود :



### خطوات العمل :

- ١- انقل ١٠ مل من محلول يودات البوتاسيوم إلى دورق مخروطى .

- ٢- أضف ١ جم من يوديد البوتاسيوم ، ثم ٢ مل من حمض الكبريتيك المخفف .  
 ٣- خفف المحلول بالماء المقطر وعاير اليود المنطلق باستخدام محلول ثيوكبريتات الصوديوم حتى يصبح المحلول أصفر باهت .  
 ٤- أضف ١ مل من محلول النشا ، ثم استمر في المعايرة حتى يتغير اللون من الأزرق إلى عديم اللون .

### طريقة الحساب :

احسب المعايرة في كل حالة كما يلي :

$$\text{الوزن المكافئ لثيوكبريتات الصوديوم} = \text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O} = \text{الوزن الجزيئي}$$

$$\text{من العلاقة } NV = N_1V_1 \text{ يمكن حساب } N_1$$

### تحضير محلول 0.1N تقريباً من اليود :

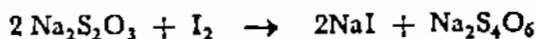
- ١- زن تقريباً حوالي ٥ جم من يوديد البوتاسيوم ، ثم ٣.٥ جم من اليود .  
 ٢- اخلط المادتين في كأس صغير ، ثم أضف ١٠ مل من الماء المقطر ، قلب المخلوط جيداً ، حتى يذوب اليود على البارد .  
 ٣- خفف بالماء ، ثم انقل المخلوط إلى دورق سعة ٢٥٠ مل ، وأكمل بالماء المقطر حتى العلامة .  
 عاير باستخدام محلول ثيوكبريتات الصوديوم .

### التجربة العشرون :

معايرة محلول اليود بواسطة ثيوكبريتات الصوديوم :

### الأساس النظري :

يجرى التفاعل بين ثيوكبريتات الصوديوم واليود طبقاً للمعادلة التالية :



$$2 \text{ moles of Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \quad \equiv \quad \text{one mole of I}_2$$

$$\text{one mole of Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \quad \equiv \quad \text{one atom of I}_2$$

$$\text{Equivalent weight of I}_2 \quad \equiv \quad \text{the atomic weight}$$

$$\text{Equivalent weight of Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \quad \equiv \quad \text{The molecular weight}$$

## خطوات العمل :

- ١ - املأ السحاحة بمحلول ثيوكبريتات الصوديوم .
- ٢ - انقل بالماصة ١٠ مل من محلول اليود إلى دورق مخروطي ، وأضف إليها حوالى ١٠ مل من الماء المقطر .
- ٣ - أضف ثيوكبريتات الصوديوم ، حتى يعبر اللون أصفر باهت ، ثم أضف إليها ١ مل من النشا .
- ٤ - أكمل المعايرة بالاستمرار فى إضافة محلول ثيوكبريتات الصوديوم ، حتى يختف اللون الأزرق .
- ٥ - كرر التجربة مرتين .
- ٦ - احسب عيارية وقوة تركيز محلول اليود .

## طريقة الحساب :

- ١٠٠٠ مل N من محلول ثيوكبريتات الصوديوم  $\equiv$  الوزن المكافئ لليود .
- ١٠٠٠ مل N من محلول ثيوكبريتات الصوديوم  $\equiv$  ١٢٧ جم من اليود .
- ١ مل 0,1N من محلول ثيوكبريتات الصوديوم  $\equiv$  ١٢,٧ جم من اليود

## طريقة أخرى :

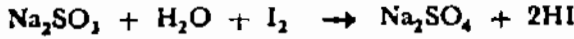
- ١ - انقل بالماصة ١٠ مل من محلول الثيوكبريتات إلى دورق مخروطي ، وأضف إليها ١ مل من محلول النشا .
- ٢ - عاير بواسطة محلول اليود ، حتى يظهر لون أصفر باهت .  
الوزن المكافئ لليود = وزنه الذرى .
- من العلاقة  $N_1 V_1 = N_2 V_2$  يمكن حساب  $N_1$  .
- قوة تركيز محلول اليود جم / لتر =  $N_1 \times$  وزنه المكافئ .

## التجربة الواحد والعشرون :

تقدير الكبريتات Estimation of Sulphites

## الأساس النظرى :

يتفاعل الكبريت واليود تبعاً للمعادلة :



One mole of Sulphite  $\equiv$  One mole of Iodine

One mole of Sulphite  $\equiv$  2 atoms of Iodine

Equivalent weight of Sulphite  $\equiv$  1/2 molecular weight

نتلخص هذه التجربة في معاملة محلول الكبريتيت بوفرة معلومة من محلول اليود القياسي ثم معايرة الزيادة من محلول اليود بواسطة محلول ثيوكبريتات الصوديوم معلوم القوة .

### خطوات العمل :

- ١ - انقل بالماصة ١٠ مل من محلول الكبريتيت إلى كأس مخروطي ، ثم أضف ٢٠ مل من محلول اليود معلوم القوة . أضف ٥ مل من حمض الأيلروكلوريك المخفف وحوالي ٥٠ مل من الماء ( يجب أن يكون المحلول مخففاً جداً للتنليل من تخر ثاني أكسيد الكبريت ) .
- ٢ - غابر الزيادة من محلول اليود بواسطة ثيوكبريتات الصوديوم مستخدماً انشا كدليل .
- ٣ - كرر التجربة مرة أخرى ، واحسب قوة تركيز وعيارية محلول الكبريتيت .

### طريقة الحساب :

نفرض أن حجم محلول الثيوكبريتات الذي يكافئ الزيادة في اليود =  $V_1$  مل  
 $V_1$  مل من محلول 0,1N ثيوكبريتات الصوديوم  $\equiv$   $V_1$  مل من محلول اليود 0,1N وفي حالة عدم تساوي العياريتين يجب حجم اليود الذي يكافئ حجم الثيوكبريتات  $V_1$  المستخدمة .

حجم اليود الذي يكافئ ١٠ مل من الكبريتيت =  $(V_1 - 20)$  مل  
 ١٠٠٠ مل N من اليود  $\equiv$  ٠,٠٦٣ جم من كبريت الصوديوم ( اللاماني )  
 ١ مل 0,1N من اليود  $\equiv$  ٠,٠٦٣ جم من كبريتيت الصوديوم .  
 $(V_1 - 20)$  مل من محلول اليود =  $(V_1 - 20) \times 0,063$  جم من كبريتيت الصوديوم .

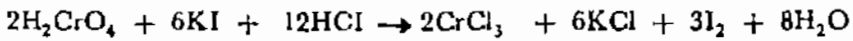
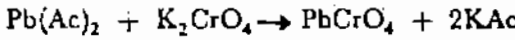
### التجربة الثانية والعشرون :

#### Determination of Lead الرصاص

#### الأساس النظري :

يرسب الرصاص على هيئة كرومات الرصاص بواسطة إضافة كرومات أو بيكرومات البوتاسيوم ،  
 مبادئ الكيمياء العملية

إلى محلول الرصاص ، في وجود محلول منظم من حمض الخليك ، وخلات الصوديوم أو الأمونيوم ، يغسل الراسب بالماء ويذاب في حمض الأيدروكلوريك المخفف ، ويعامل بمحلول يوديد البوتاسيوم ، ثم يعاير اليود المنفرد بواسطة محلول معلوم القوة من ثيوكبريتات الصوديوم .



$$\dots \text{Pb} = 3\text{I}$$

$$79,0 = \frac{207}{3} = \frac{\text{الوزن الذري}}{3} = \text{الوزن المكافئ للرصاص}$$

يمكن تقدير الرصاص بطريقة أخرى . وفيها يضاف زيادة معلومة من محلول بيكرومات البوتاسيوم ، ويرشح الراسب المتكون ، تقدر الزيادة من البيكرومات بإضافة يوديد البوتاسيوم ، ويعاير اليود المنفرد بواسطة محلول ثيوكبريتات الصوديوم معلوم القوة .

### المواد اللازمة :

( ٢ ) محلول معلوم القوة من ثيوكبريتات الصوديوم ( ب ) حمض الأيدروكلوريك المخفف ( ١ : ١ ) ( > ) محلول بيكرومات البوتاسيوم ( ٤ ) محلول يوديد البوتاسيوم ( ١٠٪ ) .

### خطوات العمل :

١ - انقل بواسطة الماصة ١٠ مل من محلول خلات الرصاص إلى كأس مخروطي . خفف بحوالي ٨٠ مل من الماء، سخن للغلجان، ثم أضف ٥ مل من محلول بيكرومات البوتاسيوم الساخن، وتقطبتين من حمض الخليك ، أعلى بلطف مدة ٥ دقائق .

٢ - رشح الواسب ( كرومات الرصاص ) واغسل بالماء البارد .

٣ - انقل الراسب كميّاً إلى كأس مخروطي . أذبه في حمض الأيدروكلوريك المخفف ( ١ : ١ ) ثم أضف ١٠ مل من يوديد البوتاسيوم ( ١٠٪ ) .

٤ - عاير اليود المنفرد بواسطة محلول  $\frac{\text{N}}{10}$  من ثيوكبريتات الصوديوم، حتى يصير اللون أصفر

باهت . أضف ٢ مل من محلول النشا ، واستمر في إضافة الثيوكبريتات حتى يصير لون المحلول أخضر رائق . وتكون نقطة التكافؤ أكثر وضوحاً بالتخفيف بالماء .

٥ - احسب قوة تركيز الرصاص في المحلول .

طريقة الحساب :

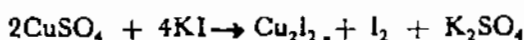
١ مل 0,1N من ثيوكبريتات الصوديوم  $\equiv$  ١ مل 0,1N من اليود  $\equiv$  ٠,٠٠٦٩ جم من اليود .

التجربة الثالثة والعشرون :

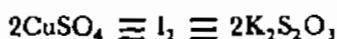
تقدير النحاس في كبريتات النحاس (Cu SO<sub>4</sub> . 5H<sub>2</sub>O)

الأساس النظري :

تتفاعل كبريتات النحاس مع يوديد البوتاسيوم حسب المعادلة :



ويتضح من هذه المعادلة أن :



مكافئ كبريتات النحاس = الوزن الجزيئي .

مكافئ النحاس = الوزن النرى = ٦٣,٥

خطوات العمل :

- ١ - انقل ١٠ مل من محلول كبريتات النحاس إلى كأس مخروطي ، أضف ١٠ مل من محلول يوديد البوتاسيوم ( ١٠ / تقريباً ) .
- ٢ - عاير اليود المنفرد بواسطة محلول 0,1N ثيوكبريتات الصوديوم : حتى يصبح لون المحلول أصفر باهت .
- ٣ - أضف ١ مل من محلول النشا ، واستمر في إضافة الثيوكبريتات حتى يزول اللون الأزرق ( يبقى راسب أبيض من يوديد النحاسوز ) .
- ٤ - كرر التجربة مرتين .
- ٥ - احسب قوة تركيز النحاس في كبريتات النحاس .  
١٠٠٠ مل N من ثيوكبريتات الصوديوم = ٦٣,٥ جم نحاس
- ١ مل 0,1N من ثيوكبريتات الصوديوم = ٠,٠٠٦٣٥ جم نحاس
- ٦ - وإذا علم أنه قد أذيب في اللتر ٢٤,٩٥ جم من كبريتات النحاس المتبلرة . احسب عدد جزئيات ماء التبخر في الكبريتات .

## الباب الثاني عشر

### تفاعلات الترسيب

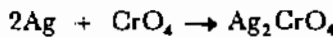
#### Precipitation reactions

في هذه التفاعلات تتحد الأيونات في المحلول مكونة أملاحاً عديمة (أو شحيحة) اللون في الماء. ويلاحظ أن معظم تجارب التحليل الحجمي في تفاعلات الترسيب تجري باستخدام نترات الفضة ولذلك تسمى عادة Argentimetry. ونترات الفضة النقية درجة نقاؤها 99.9% فيمكن تحضير محاليل قياسية أولية منها بالوزن مباشرة، أما إذا استخدمت نترات الفضة العادية فيمكن معايرتها بواسطة محلول كلوريد الصوديوم النقي. ويلزم حفظ محاليل الفضة النقية في زجاجات بنية أو زرقاء اللون أو في زجاجة غطى سطحها بطبقة سوداء حتى لا تنحل إلى الفضة.

الكشف عن نقطة التكافؤ في تفاعلات الترسيب :

#### ١ - تكوين راسب ملون ( طريقة مور ) Mohr's method

يتم ذلك باستخدام كرومات البوتاسيوم كدليل. عند إضافة نترات الفضة إلى محلول يحتوي على أيونات الكلوريد المضاف إليه نقطتين أو ثلاثة من محلول كرومات البوتاسيوم. فإن أيون الفضة يتفاعل مع أيون الكلوريد مكوناً راسباً أبيض من كلوريد الفضة. ويتفاعل مع أيون الكرومات مكوناً راسباً أحمر من كرومات الفضة



ولكن كلوريد الفضة أقل ذوباناً من كرومات الفضة. وعلى هذا فكلوريد الفضة يترسب أولاً. وعند (نقطة التكافؤ) أي عندما يترسب كل الكلوريد في صورة كلوريد الفضة. فإن الزيادة من محلول نترات الفضة (عند إضافة قطرة أخرى منه) تتفاعل مع أيون الكرومات مكونة بكرومات الفضة ويتلون المحلول باللون الأحمر (أو البني) الباهت.

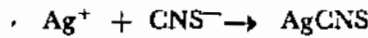
وهذه الطريقة لا تستخدم إلا في حالة المحاليل المتعادلة نظراً لأن بكرومات الفضة تذوب في



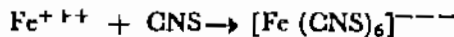
الأحماض . كما أن الوسط القلوي يؤدي إلى ترسيب هيدروكسيد الفضة قبل كرومات الفضة . علاوة على أن الراسب الذي يتكون من أكسيد الفضة ، بالإضافة إلى كلوريد الفضة يؤدي إلى نتائج خاطئة في كلتا الحالتين :

## ٢ - تكوين مركب ذائب ملون - ( طريقة فولهارد ) Volhard's method

تستخدم هذه الطريقة في تقدير الكلوريدات في وسط حمضي . وفيها يضاف إلى المحلول زيادة من محلول قياسي من نترات الفضة . والزيادة منها تقدر في وسط حمضي بواسطة محلول قياسي من ثيوسيانات البوتاسيوم KCN أو الأمونيوم  $NH_4CNS$  مع استخدام محلول شب الحديدك كدليل . فبالإضافة لمحلول ثيوسيانات البوتاسيوم إلى نترات الفضة في وحمود اللليل يتكون أولاً راسب أبيض من ثيوسيانات الفضة .



وعند نقطة التكافؤ بعد ترسيب الفضة تتفاعل أقل زيادة من الثيوسيانات مع أيون الحديدك المستخدم كدليل ، ويتكون مركب ذائب ذو لون أحمر من ثيوسيانات الحديدك التي تتميز بلونها الأحمر الدموي .



وفي هذه الطريقة تصاف الثيوسيانات من السحاحة إلى نترات الفضة في الدورق المخروطي وليس العكس .

وتستخدم هذه الطريقة في تقدير الكلوريدات والبرميدات واليوديدات في المحاليل الحمضية . وفي هذه الحالة يضاف مقدار فائض من محلول قياسي من نترات الفضة إلى المحلول المحتوي على أيون الفاليد . ثم تحليل الزيادة من النترات بواسطة محلول قياسي من الثيوسيانات ( البوتاسيوم أو الأمونيوم ) ، ولقد أوصى في هذه التقديرات بترشيح كلوريد الفضة المترسبة ، وذلك لاحتمال تفاعله مع ثيوسيانات الفضة الأقل ذوباناً - ويحدث هذا التفاعل قبل أن يتم التفاعل بين الثيوسيانات وأيون الحديدك . إلا أنه يمكن إجراء المعايرة حال وجود الراسب إذا غلى المحلول لتجليط كلوريد الفضة وذلك لإضعاف قابليته للتفاعل . كما يمكن استخدام التيروبرتين ، الذي يحيط دقائق الراسب بطبقة عازلة تمنعه من التفاعل مع الثيوسيانات المضافة .

## ٣ - طريقة أدلة الامتزاز Fajan's method ( طريقة فاجان )

Adsorption indicators,

أدلة الامتزاز عبارة عن أصباغ عضوية organic dyes تتمر عند نقطة التكافؤ على سطح الراسب فتكسبه لوناً مميزاً ، ومن أمثلتها دليل الفلوريسين Fluorescein . فعند إضافة

تترات الفضة إلى محلول كلوريد الصوديوم مثلاً في وجود الفلوريسين . فإن كلوريد الفضة المتكون يظل أبيض اللون حتى نقطة التكافؤ . وعندها يصبح لون الراسب مشابهاً بعمرة خفيفة ، أى أن التغير في اللون يحدث على سطح الراسب نفسه وليس في المحلول . وترجع عملية الامتزاز إلى الخواص الفردية لكلوريد الفضة المتكون عند نقطة النهاية للمعايرة . ولا تحدث عملية الامتزاز إلا بعد نقطة النهاية حيث تحمل أيونات الدليل شحنة معاكسة لشحنة الراسب الفردى وأدلة الامتزاز إما قاعدية أو حمضية .

١ - أصباغ حمضية مثل الفلوريسين . الأيوسين .

٣ - أصباغ قاعدية مثل الرودامين .

فالدقيقة الغروية من كلوريد الفضة تكون عادة محاطة بطبقة من أيونات الفضة مكونة طبقة ابتدائية وهذه الطبقة تجذب إليها أيونات سالبة التكهرب مثل أيونات التترات لتكوين الطبقة الثانوية . وهذه الأيونات الأخرى هي التي يحمل محلها أيونات الدليل بعد انتهاء الترسب أى بعد نقطة النهاية . ومن الجلى أن لون الدليل في المحلول يخالف لونه في حالة الامتزاز .

#### ٤ - طريقة التعكير : Turbidity Method

تحدد نقطة التعادل في هذه الطريقة بحدوث تعكير بعد نقطة النهاية مباشرة ومن أمثلها معايرة محلول سيانيد البوتاسيوم بمحلول تترات الفضة . وعند إضافة تترات الفضة إلى محلول سيانيد قلوى ما يتكون مراكب شديد الثبات . يسمى ارجنتو سيانيد القلوى . وهذا المراكب يتكون نتيجة لذوبان سيانيد الفضة المتكون أولاً في زيادة من سيانيد القلوى .

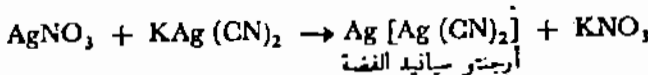


راسب أبيض

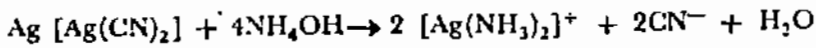
ولكن سيانيد الفضة المتكون لا يترسب ما دامت هناك زيادة من سيانيد البوتاسيوم إذ أنه يذوب طبقاً للمعادلة :



هذا ولا كان الضاعل يشتمل على إضافة تترات الفضة إلى محلول سيانيد البوتاسيوم فإن المراكب يتكون في الحال ولا يحدث أى راسب . وعندما يتم التفاعل السابق أى عند الوصول إلى نقطة التكافؤ فإن إضافة زيادة من محلول تترات الفضة ينتج راسب أبيض من سيانيد الفضة ويتعكر المحلول تعكيراً خفيفاً .



وهكذا تتميز نقطة التعادل بظهور التمكيز . وتنحصر الصعوبة الوحيدة في كيتية الحصول على نقطة التعادل بالدقة والسهولة المطلوبين . إلا أنه يمكن التغلب على هذه الصعوبة بإضافة محلول الشادر الذى يتدوب فيه سيانيد الفضة :



وإذا أضيف قليل من يوديد البوتاسيوم فإن الفضة عديمة الذوبان في محلول الشادر تتفاعل مع اليوديد ويتعكر المحلول بلون أصفر باهت لتكوين يوديد الفضة عديم الذوبان .

### التجربة الرابعة والعشرون :

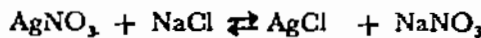
#### معايرة محلول نترات الفضة بواسطة كلوريد الصوديوم :

الوزن المكافئ لكلوريد الصوديوم هو ٨٥,٤٦ . ويحضر محلول 0,1N منه بوزن ٢,٩٢٣ جم من الملح الجاف النقي . ثم يذاب في ٥٠٠ مل من الماء في دورق محدد السعة ، أو بوزن ٢,٩ جم من الملح النقي بدقة . ثم يذاب في ٥٠٠ مل من الماء ثم تحدد العيارية بالضبط .

#### ( ٢ ) معايرة محلول نترات الفضة باستخدام كرومات البوتاسيوم كدليل ( طريقة مور ) :

١ - يحضر الدليل بإذابة ٤,٢ جم من كرومات البوتاسيوم ، ٠,٧ جم من بيكرومات البوتاسيوم في ١٠٠ مل من الماء ، ثم يستعمل ١ مل من محلول الدليل لكل ٥٠٠ مل من الحجم الأخير من المحلول المختبر .

#### معادلة التفاعل :



ويحضر محلول نترات الفضة بإذابة ٨,٥ جم منه في الماء ثم يكمل المحلول إلى ٥٠٠ مل في دورق حجمى مع الراج ، ويجب حفظ المحلول بعيداً عن الضوء في زجاجات قاتمة .

#### المواد اللازمة :

محلول 0,1N كلوريد الصوديوم - محلول نترات الفضة مجهول العيارية .

#### خطوات العمل :

١ - انقل ١٠ مل من محلول كلوريد الصوديوم معلوم العيارية إلى دورق مخروطى تنظيف ثم تخفف بالماء المقطر إلى حوالى ٥٠ مل وأضف نحو أربع قطرات من محلول كرومات البوتاسيوم .

- ٢- أضف محلول نترات الفضة تدريجياً ويطء من السحاحة مع رج المحلول باستمرار حتى يتكون في المحال راسب أبيض من كلوريد الفضة (وراسب أحمر من كرومات الفضة) .
- ٣-حرك بالرج ، لتتجمع جزيئات الراسب على بعضها وفي نفس الوقت يزول الراسب من كرومات الفضة بسرعة .
- ٤- استمر في إضافة نترات الفضة حتى يبدأ زوال اللون المتكون ببطء وعندئذ تقرب نقطة التكافؤ التي يستدل عليها عند أول قطرة تعطى لونها باهتاً ضارباً إلى الحمرة وهذا اللون لا يزال بالرج .
- ٥- كرر التجربة على نفس الحجم من المحلول ثم احسب قوة وعتارية محلول نترات الفضة .

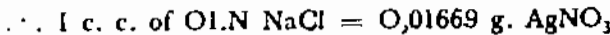
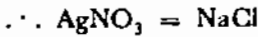
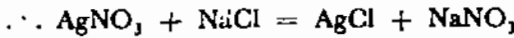
### ملحوظة :

- ١- لا تضاف كرومات البوتاسيوم إذا اشتملت كدليل إلى محلول نترات الفضة .
- ٢- لا يستعمل هنا الدليل في وجود أحماض لأن كرومات الفضة تنوب في الأحماض فلا يظهر اللون البني المحمر ، أما إذا كان المحلول قلوياً فيترسب أكسيد الفضة .

(ب) خطوات العمل بطريقة فاجان (استخدام أدلة الامصاص) :

- ١- انقل ١٠ مل من محلول كلوريد الصوديوم 0.1N إلى دورق مخروط وأضف إليها ١٠ قطرات من دليل الفلوريسين .
- ٢- عاير بإضافة محلول نترات الفضة مع استمرار التحريك حتى يتلون الراسب من كلوريد الفضة باللون الأحمر .
- ٣- كرر التجربة مرتين واحسب عتارية وقوة تركيز محلول نترات الفضة .

### طريقة الحساب :



### تخصير محلول الفلوريسين :

أذب ٠,٢ جم من الفلوريسين في ١٠٠ مل من محلول كحول ٧٠٪ . أو أذب ٠,٢ جم من فلوريسينات الصوديوم في ١٠٠ مل من الماء .

التجربة الخامسة والعشرون :

معايرة محلول ثيوسيانات البرتاسيوم باستخدام نترات الفضة :

أعطيت محلولاً من نترات الفضة معلوم المolarity فاستخدمه في تقدير قوة تركيز وعيارية محلول من نترات الفضة .

المواد :

محلول من نترات الفضة معلوم المolarity — محلول ثيوسيانات البوتاسيوم مجهول العيارية — حمض النيتريك المخفف .

الطريقة ( طريقة فولهاود ) :

( ١ ) أنقل ٢٥ مل من محلول نترات الفضة إلى ذورق مخروطي .

أضف إليها ٥ مل من حمض النيتريك 6N ثم أضف ١ مل من دليل شب الحديد

( Ferric Alum ) .

( ٢ ) استمر في إضافة ثيوسيانات البوتاسيوم حتى يظهر لون بني ضارب إلى الحمرة . يزول

هذا اللون سريعاً بالرج . وقرب نقطة التكافؤ بصير الراسب مثليداً ويترسب بسهولة . وعند نقطة

للتكافؤ يستمر اللون ظاهراً بدون أن يزول .

( ٣ ) كرر التجربة مرتين .

الحساب :



طريقة أخرى :

المواد اللازمة :

محلول 0.1N نترات الفضة 0.1N — محلول 0.1N لحمض الإينبروكلوريك محلول 0.1N

لحمض النيتريك — محلول شب الحديد .

١ — انقل ٢٥ مل من محلول قياسي 0.1N لحمض الإينبروكلوريك إلى ذورق مخروطي

سعة ٢٥٠ مل محتوياً على ٥ مل من محلول 6N لحمض النيتريك .

٢ — أضف كمية معينة زائدة عن المعايرة من محلول نترات الفضة القياسي 0.1N ( ٥٠ مل )

- ثم سخن المخلوط حتى الغليان ليتجمع الراسب ، ويصبح المخلوط رائقاً تماماً .
- ٣- أضف ٢ مل من محلول شب الحديدك Ferric alum كدليل .
- ٤- عاير الزيادة من نترات الفضة بإضافة ثيوسيانات البوتاسيوم (أو الأمونيوم) من السحاحة حتى يعبر اللون بنى ضارب للأحمر .
- ٥- كرر التجربة مع عيتين أخرتين .

### طريقة الحساب :

ي طرح من حجم محلول نترات النضة المضاف حجم محلول نترات النضة المتكافئ مع حجم محلول حمض الإيدروكلوريك القياسي .

$$١ \text{ مل نترات الفضة العياري} = ٠.٠٣٥٤٦ \text{ جم أيون من الكلوريد}$$

$$= ٠.٠٣٦٤٧ \text{ جم حمض الإيدروكلوريك}$$

$$١ \text{ مل نترات الفضة } 0.1N = ٠.٠٣٦٤٧ \text{ جم من حمض الإيدروكلوريك} .$$

نفرض أن حجم نترات النضة الذي يكافئ ٢٥ مل من حمض الإيدروكلوريك  $V_2$  مل .

$$. \text{ حجم نترات النضة الذي يكافئ الثيوسيانات} = (V - ٥٠)$$

$$١ \text{ مل الثيوسيانات البوتاسيوم أو الأمونيوم} = ٠.١٠٨٨ \text{ جم فضة ومنها يمكن حساب قوة و عيارية}$$

محلول الثيوسيانات .

### ملحوظة :

١- محلول شب الحديدك عبارة عن محلول  $٤٠/١$  لكبريتات الحديدك والأمونيوم المضاف

إليها بضع قطرات من محلول  $6N$  لحمض النريك .

### التجربة السادسة والعشرون :

تحليل خليط من حمض الهيدروكلوريك وكلوريد الصوديوم :

### الأساس النظري :

يقدر كل أيون الكلور بإضافة زيادة معلومة من محلول معروف القوة من نترات النضة حيث يترسب كلوريد النضة . وتقدر الزيادة من نترات النضة بمحلول قياسي من ثيوسيانات البوتاسيوم مع استخدام دليل شب الحديد . وتقدر كمية حمض الهيدروكلوريك في المخلوط مباشرة بالمعايرة مع محلول قياسي من هيدروكسيد الصوديوم .

أعطيت خليطاً من  $\text{NaCl} \cdot \text{HCl}$  (حوالي  $\frac{N}{20}$  تقريباً من كل في اللتر) .

قدر قوة كل منها في الخليط مستخدماً المحاليل الآتية :

( أ ) محلول ثيوسيانات البوتاسيوم  $\frac{N}{20}$

( ب ) محلول نترات الفضة  $\frac{N}{20}$

( ج ) محلول هيدروكسيد الصوديوم  $\frac{N}{20}$

طريقة العمل :

- ١ - انقل بالواصة ١٠ مل من محلول الخليط إلى كأس نظيف ثم أضف إليها ١٠ مل من حمض النريك المخفف . وأضف من محلول نترات الفضة حجماً معلوماً يزيد على كمية أيون الكلور وليكن ٣٠ مل ثم سخن بدون غليان كى تتجمع جزيئات الراسب من كلوريد الفضة .
- ٢ - أضف ١ مل من دليل شب الحديد ثم عاير الزيادة من نترات الفضة مع محلول الثيوسيانات حتى يظهر اللون البنى الباهت ويكون مستديماً وليكن حجم الثيوسيانات هو  $x$  مل .
- ٣ - كرر التجربة مرتين .
- ٤ - خذ ١٠ مل أخرى من مخلوط الخليط وعايرها بواسطة محلول هيدروكسيد الصوديوم مستخدماً دليل الميثيل البرتقال وليكن حجم الهيدروكسيد  $m$  مل .

الحساب :

تقدير  $\text{HCl}$  :

$$1 \text{ c. c. NaOH } \frac{N}{20} = 00,365 \times \frac{1}{20} \text{ gm. HCl}$$

ثم تحسب كمية  $\text{HCl}$  الموجودة في اللتر .

تقدير  $\text{NaCl}$  :

$$\therefore x \text{ c.c.s. } \frac{N}{20} \text{ KCNS} \equiv x \text{ c.c.s. } \frac{N}{20} \text{ Ag NO}_3$$

∴  $(30 - x)$  يساوى حجم نترات الفضة المكافئ لكل أيون الكلور في المخاطب

$$\therefore m \text{ c.c.s. } \frac{N}{20} \text{ NaOH} = m \text{ c.c.s. } \frac{N}{20} \text{ Ag NO}_3$$

∴ (x + m) - 30 عبارة عن حجم محلول نترات الفضة المتفاعل فقط مع أيون الكلور في NaCl .

$$\therefore 1 \text{ c. c. } \frac{N}{20} \text{ AgNO}_3 = 0.0585 \cdot \frac{1}{20} \text{ gm. NaCl}$$

$$\therefore 30 - (x+m) \text{ c.c.s. } \frac{N}{20} \text{ AgNO}_3 = 0.0585 (30 - x + m)$$

ويكمل الحساب لتقدير كمية NaCl في النتر .

التجربة السابعة والعشرون :

تحليل خليط من هيدروكسيد الصوديوم وكلوريد الصوديوم :

الأساس النظري :

يقدر هيدروكسيد الصوديوم في الخليط بالمعايرة مباشرة مع محلول معلوم المعايرة من حمض الهيدروكلوريك . أما كلوريد الصوديوم فيمكن تقديره بطريقة فولهارد بإضافة حمض النتريك إلى الخليط ثم إضافة زيادة معاومة من محلول معروف القوة من نترات الفضة حيث يتسبب كلوريد الفضة وتقدر الزيادة من نترات الفضة بمحلول قياسي من ثيوسيانات البوتاسيوم مع استخدام دليل شب الحديد .

المواد اللازمة :

خليط من هيدروكسيد الصوديوم وكلوريد الصوديوم - محلول قياسي من كل من حمض الهيدروكلوريك ونترات الفضة وثيوسيانات البوتاسيوم - حمض النتريك المخفف .

الطريقة :

١ - أنقل ١٠ مل من الخليط إلى دورق مخروطي . أضف قطرة من دليل الميثيل البرتقالي . أضف حمض الهيدروكلوريك من السحاحة حتى نقطة التعادل .

٢ - أنقل ١٠ مل أخرى من الخليط إلى دورق مخروطي . أضف قطرة من الثينورتالين ثم أضف حمض النتريك المخفف حتى يصير الخليط حمضي ( يخفق اللون الأحمر ) . أضف ٣٠ مل من محلول نترات الفضة ( حجم يزيد عن الحجم الذي يكافئ كلوريد الصوديوم ) .



٣- أضف ٢ مل من دليل شب الحديد ثم عاير الزيادة من نترات الفضة مع محلول ثيوسيانات البوتاسيوم حتى يظهر اللون البني الباهت .

الحساب :

تقدير هيدروكسيد الصوديوم :

$$1 \text{ c. c N HCl} \equiv 0,04 \text{ gram Sodium hydroxide}$$

تقدير كلوريد الصوديوم :

تقرض x مل من ثيوسيانات البوتاسيوم تتعادل مع الزيادة من نترات الفضة (إذا كانت عيارية كل من ثيوسيانات البوتاسيوم ونترات الفضة واحدة) .

$$\therefore x \text{ C C. of KCNS} \equiv x \text{ c. c. of AgNO}_3$$

∴ حجم نترات الفضة الذي يتعادل مع كلوريد الصوديوم في الخليط

$$= (30 - x)$$

$$\therefore 1 \text{ c. c. N AgNO}_3 \equiv 0,0585 \text{ g. NaCl}$$

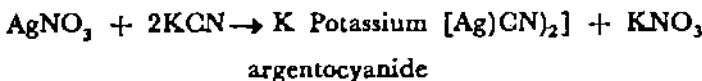
$$\therefore (30 - x) \text{ c. c. N AgNO}_3 \equiv 0,0485. (30 - x) \text{ g. NaCl}$$

التجربة الثامنة والعشرون :

تقدير سيانيد البوتاسيوم :

الأساس النظري :

يتفاعل سيانيد البوتاسيوم مع نترات الفضة طبقاً للمعادلة :



واضح من هذه المعادلة أن الوزن المكافئ لسيانيد البوتاسيوم يساوي ضعف الوزن الجزيئي .

المواد اللازمة :

محلول 0,1N نترات الفضة - محلول سيانيد البوتاسيوم مجهول العيارية - محلول ١٠٪ من يوديد البوتاسيوم - محلول النشادر المخفف (6N) .

## ملحوظة :

سيانيد البوتاسيوم ، وكل أملاح السيانيد سامة وقاتلة ويجب اتخاذ الحيطة التامة عند استعمالها .

## طريقة العمل - طريقة ليج : Liebig's method

١ - اقل ١٠ مل من محلول سيانيد البوتاسيوم بواسطة السحاحة وليس بالماصة (سيانيد البوتاسيوم مادة سامة ويجب استعمالها بحذر) . ثم خفف بالماء المقطر ثم أضف حوالي ٥ مل من محلول النشادر المخفف ثم ٢ مل من محلول يوديد البوتاسيوم (١٠٪) ضع الدورق على ورقة سوداء .

٢ - أضف محلول نترات الفضة من السحاحة حتى يظهر تكبير دائم .

٣ - كرر التجربة مرتين .

## ملحوظة :

عند نقطة النهاية يترسب سيانيد الفضة على هيئة راسب (أبيض متجبن لا يذوب مرة أخرى ، ويتسبب في عدم ظهور نقطة النهاية بوضوح) . ولتغلب على هذه الصعوبة فإن راسب أرجنتو سيانيد الفضة المتكون عند نقطة التكافؤ يذوب في محلول النشادر المضاف ، فإذا أضيف قليل من محلول يوديد البوتاسيوم قبل البدء في عملية المعايرة فإن يوديد الفضة (الأصفر) عديم الذوبان يترسب عند نقطة التكافؤ .

## الحساب :

$$1 \text{ c. c. N. AgNO}_3 \equiv 0.1304 \text{ gm. KCN}$$

## التجربة التاسعة والعشرون :

## تقدير نقاوة عينة من كلوريد الصوديوم :

يؤخذ وزن معين من العينة التجارية (٢ جم) ثم تذاب في حجم معلوم من الماء في زجاجة عيارية وتتكون ٢٥٠ مل - يرسب الكلوريد في ٢٥ مل من هذا المحلول ، وذلك بإضافة كمية فائضة معلومة من محلول قياسي من نترات الفضة ، ( كما سبق شرحه في تحليل مخلوط من حمض الهيدروكلوريك وكلوريد الصوديوم ) ثم تعاد الزيادة من نترات الفضة في تجربة بمحلول قياسي من ثيوبيانات البوتاسيوم مع استخدام شب الحديدك كدليل ، ويقدر وزن كلوريد الصوديوم في

كل ٢٥ مل . ثم يمحّب وزن الملح في الحجم الكلي للزجاجة العياريّة . (٢٥٠ مل) ، وليكن هذا الوزن هو (x) جم :

$$100 \times \frac{Y}{x} = \text{نقاوة كلوريد الصوديوم}$$

### طرق تحضير بعض الكواشف شائعة الاستعمال

دليل عباد الشمس : ينقع ١٠ جم من عباد الشمس الصلب في حوالي ٢٥٠ مل من الماء لعدة ساعات في مكان دافئ . ويصنّى السائل الراثق ويضاف إليه بالتدريج حمض نيتريك مخفف حتى يصبح اللون بنسجياً .

دليل الفينولفتالين : يضاف ٢ جم من الفينولفتالين في ٦٠٠ مل من الكحول الإيثيلي ثم يكمل بالماء المقطر إلى لتر .

دليل الميثيل البرتقالي : يذاب ١ جم من الميثيل البرتقالي في قليل من الكحول الإيثيلي ثم يكمل إلى لتر بالكحول المخفف بالماء المقطر (بنسبة ١ : ١) .

دليل الميثيل الأحمر : يذاب ١ جم من الميثيل الأحمر في لتر من الماء الساخن أو يذاب ١ جم من الميثيل الأحمر في ٦٠٠ مل من الكحول ثم يكمل بالماء المقطر إلى لتر .

دليل يوديد البوتاسيوم مع النشا : يسخن ١ جم من النشا في ١٠٠ مل من الماء المقطر حتى الغليان ثم يضاف ١ جم من يوديد البوتاسيوم ثم يستعمل المحلول الراثق .

التركيز	طريقة التحضير	الكاشف
ع ٥٠ : ع ١	١١٠٠ جم / لتر أو ٥٥ جم / لتر .	حديد وسيانيد البوتاسيوم
ع ٥٠ : ع ١	١٠٥ جم / لتر أو ٥٣ جم / لتر .	حديد سيانيد البوتاسيوم
ع ٥٠ : ع ١	١٦٦ جم / لتر أو ٨٣ جم / لتر .	يوريد البوتاسيوم
ع ١	١٠١ جم / لتر	نترات البوتاسيوم
ع ٠.٣	١٠ جم / لتر	نروبروسيد البوتاسيوم
ع ٥ : ع ١	٩,٦ جم (مع الرشيع خلال الصوف الزجاجي) .	برمنجنات البوتاسيوم
	٩٨ جم / لتر ، ٤٩ جم / لتر .	ثيوسيانات البوتاسيوم
	يداب ٨ جم في ٤٠٠ مل من حمض الكبريتيك	المريزورسينول
	١٠ / ويحفظ في زجاجة قائمة اللون وبعدة عن الهواء .	
	١ جم من الروزانييلين أو أحد أملاحه في ٥٠ مل من محلول ثاني أكسيد الكبريت البارد المخضر حديثاً . يترك المحلول حتى يصير عديم اللون بإضافة الفحم الحيواني والرشيع أو يتحول إلى الأصفر الباهت ثم يخفف بالماء إلى لتر واحد	كاشف شيف
ع ٠.١	١٠٧ جم / لتر	نترات الفضة
ع ٠.٥	يداب ٥٠ جم من الملح في ٥٠٠ مل من الماء . ثم يضاف محلول النشادر (المركز) حتى يصبح المحلول رائقاً . غالباً ما يخضر بكميات بسيطة بإضافة نقطة من محلول ١٠ / من هيدروكسيد الصوديوم إلى حوالي ٥ مل من محلول نترات الفضة في أنبوبة اختبار ، ثم يضاف محلول النشادر المخفف نقطة نقطة مع الرج حتى تظهر آثار غير قابلة للذوبان من $Ag_2O$ .	نترات النفضة النشادرى
	يوضع مقدار من بيكربونات الصوديوم في دورق ويغطى بالماء ثم يشبع المحلول بغاز ثاني أكسيد الكبريت .	بيكربيت الصوديوم
ع ٢	١٠٦ جم / لتر (لامائي) .	كربونات الصوديوم
	٢٨٦ جم / لتر (١٠ ماء) .	
ع ٢	يداب ١٧ جم من الملح في ٢٥٠ مل من ماء أو ٧,٧ جم من نترات الكوبالت في ٣٠ مل ماء و ٦٠ جم من نترات الصوديوم في ٣٠ مل ماء ثم يخلط المحلولين مع التقليب . يضاف ١٥ مل	كوبالتي نترات الصوديوم

التركيز	طريقة التحضير	الكاشف
ع ٢ ع ١٠,٥	من حمض الخليك الثلجي ثم يبرج المحلول ويخفف بالماء إلى ٢٥٠ مل ويترك مدة ثم يرشح ( ثابت لعنة أسابيع ) . ١٣٠ جم / لتر . ٨ جم / لتر ( محلول مشبع ) . يضاف البروم إلى محلول هيدروكسيد الصوديوم ( ١٠ / ) حتى يصبح لون المحلول برتقالياً باهتاً . يذاب ٤ جم من الملح في ٨ مل من حمض الكبريتيك المركز ثم يخفف المحلول المتكون بالكحول ( ٩٠ / ) حتى يصير المحلول ٢٥٠ مل ٢٧٠ جم / لتر ماء .	هيدروبريت الصوديوم كبريتات الفضة هيدروبريت الصوديوم
	يمرر الكلور في محلول هيدروكسيد الصوديوم ٨٪ ١٢,٧ جم من اليود في محلول يحتوي على ٢٠ جم من KI النقي في ٣٠٠ مل في الماء . ٨١ جم / لتر . ثم خفف إلى لتر . يذاب ٣ جم في نترات الفضة في ٣٠ جم من الماء ثم يذاب ٣ جم من هيدروكسيد الصوديوم في ٣٠ مل من الماء - يخلط المحلول ثم يصف بالتلويج محلول النشا حتى يذوب الراسب المتكون ( تجرى التجربة باحتراس ) . ٤٠٨ جم / لتر ماء .	٢ : ٤ ثنائي نيترو فينيل سلفات كربونات الأمونيوم هيدروكلوريت الصوديوم محلول اليود
ع ٥	٥٦ جم من الملح في ١٠٠ من حمض HCl المركز ثم خفف إلى لتر بالماء واترك بضع قطع من القصدير في المحلول لتمنع الأكسدة . ١٥٠ جم / لتر من الماء .	ثيوسيانات الصوديوم كاشف تولين
ع ٥	١٦٠ جم / لتر ماء يحتوي على ٣ مل من حمض الكبريتيك المركز . ١٣٥ جم من الملح المائي / لتر من الماء يحتوي على ٣٠ مل من حمض الإيدروكلوريك المركز . ١٤ جم من الملح / لتر من الماء الذي يحتوي على ٧ مل من حمض الكبريتيك المركز . يشبع ٥٠ مل من الماء بغاز كبريتيد الإيدروجين الناتج من جهاز كب .	خلات الصوديوم كلوريد القصدير نترات الخارصين كبريتات النحاس كلوريد الحديديك كبريتات الحديدوز
		محلول كبريتيد الإيدروجين

التركيز	طريقة التحضير	الكاشف
	جزء من الفورمالدهيد إلى ٧ أجزاء من الماء . يستخدم محلول ٣٪ إلى ١٠ حجوم . يذاب ١٢,٧ جم من اليود في محلول من ٣٠ جم من يوديد البوتاسيوم في ٣٠ مل من الماء ويخفف المحلول الناتج إلى لتر واحد .	النورمالدهيد فوق أكسيد الميلروجين محلول اليود
ع ١ ع ٥	يذاب ٥٥ جم من كلوريد المغنسيوم ، ١٣٥ جم من كلوريد الأمونيوم في الماء ثم يضاف ٣٥٠ مل من محلول هيدروكسيد الأمونيوم المركز . يخفف المحلول الناتج بالماء إلى لتر واحد .	خلايا الرصاص خلوط المصبا
ع ١	٨٠ جم / لتر ماء .	نترات الأمونيوم
ع ١	١٠١ جم / لتر .	كلوريد المغنسيوم
ع ١	٦٢٣ جم / لتر .	كبريتات المغنسيوم
ع ٢	٢٧ جم / لتر .	كلوريد الزئبقيك
ع ١	٥٠ جم / لتر	نترات الزئفور
	٢٠ جم / لتر كحول ٩٠٪ .	ألنا - نافول
	١٠ جم / لتر محلول هيدروكسيد الصوديوم ٢٠٪ يذاب ٥٠ جم من يوديد البوتاسيوم في ٥٠ مل ماء ثم يضاف بالتدريج محلول مشبع من كلوريد الزئبقيك ( ٦٠ جم / لتر ) مع استمرار التقليب حتى يتكون راسب واضح ثم يضاف ٤٠٠ مل من هيدروكسيد البوتاسيوم ( ٤٩٦ جم / لتر ) ثم يخفف بالماء إلى لتر واحد ، يترك المحلول جانبا لمدة يوم ثم يستخدم السائل الراشح ( يحفظ هذا المحلول في زجاجات قائمة اللون )	بيتا - نافول كاشف نلر
ع ٢	١٩٦ جم / لتر	كرومات البوتاسيوم
ع ١	٤٩ جم / لتر	بيكرومات البوتاسيوم
ع ١	٦٥ جم / لتر	سيانيد البوتاسيوم
	أضف ٣٥ مل من الماء المغلي إلى عجينة من ١ جم من النشا الصلب في قليل من الماء البارد ثم يخفف المحلول إلى لتر وتضاف نقطة أو نقطتين من الكلوروفوم إلى المحلول للثبيت ثم يضاف ١ جم يوديد البوتاسيوم	محلول النشا

التركيز	طريقة التحضير	الكاشف
ع ٥	٦١ جم / لتر	كلوريد الباريوم
ع ١	٢٧ جم / لتر	نترات الباريوم
	١٢ جم من الملح في لتر من حمض التريك (٦ ع).	نترات البريوم
ع ١	٣٥ جم أو ١١ مل من البروم / لتر	ماء البروم
ع	٥٥ جم من الملح المائي في لتر	كلوريد الكالسيوم
ع ٠.٣	٣ جم / لتر (مع الترشيح)	كبريتات الكالسيوم
	شبع لتراً من الماء (٦,٥ جم كلور لكل لتر) واحتفظه في زجاجات قاتمة اللون	ماء الكلور
ع ١/٢	٤٤ جم / لتر .	نترات الكوبالت
	يداب ٥٠ جم من أكسيد الزنك الأحمر في مخلوط من ٢٠٠ مل من حمض الكبريتيك المركز مع الماء	كاشف دينج (رقم ١)
	ثم يضاف الماء إلى المخلوط حتى يكمل إلى لتر واحد يداب ٢٠ جم من برمنجنات البوتاسيوم في لتر من الماء .	كاشف دينج (رقم ٢)
	١٢ جم / لتر من الكحول ٩٥٪ .	ثنائي ميثيل الجلايوكريم
	٣٤,٦٤ جم من كبريتات النحاس و ٥٥٠ مل من الماء .	محلول فهلنج (رقم ١)
	٧٠ جم من هيدروكسيد الصوديوم . ١٧٥ جم من طرطرات الصوديوم (ملح روشيل) في ٥٠٠ مل من الماء .	محلول فهلنج (رقم ٢)
ع ١	٨٨ جم / لتر .	كبريتات الأمونيوم والجليكول
ع	١٣٢ جم / لتر ماء .	كبريتات الأمونيوم
ع ٢	٣٨ جم / لتر ماء .	ثيوسيانات الأمونيوم
	٣٢١ جم / لتر .	خلات الأمونيوم
	يداب ٨٠ جم من الملح في محلول من ١٥٠ مل من محلول هيدروكسيد الأمونيوم المركز . ٨٦٠ مل من الماء .	كربونات الأمونيوم
ع ٢	١٠٨ جم / لتر .	كلوريد الأمونيوم
ع ٢	تذاب ٤٥ جم من الملح في مخلوط من ٤٠ مل من محلول هيدروكسيد الأمونيوم المركز . ٦٠ مل من الماء ثم يضاف هذا إلى مخلوط من ٢٥٠ مل	موليدات الأمونيوم

التركيز	طريقة التحضير	الكاشف
ع ١٥	حمض النريك المركز ، ٥٠٠ مل من الماء مع استمرار التقليب . يخفف المحلول بالماء إلى لتر واحد ويترك المحلول لمدة يوم ثم يستخدم السائل الرائق . ٣٥ جم / لتر ١٣٢ جم / لتر	أكسالات الأمونيوم كبريتات الأمونيوم كبريتيد الأمونيوم ( عديم اللون )
ع ٦	يشبع ٢٠٠ مل من محلول هيدروكسيد الأمونيوم المركز بغاز كبريتيد الميتروجين مع مراعاة بقاء المحلول بارداً ( بالثلج ) ثم يضاف نفس الحجم من محلول هيدروكسيد الأمونيوم المركز ، ثم يخفف بثلاثة أمثال حجمه من الماء . يشبع ١٥٠ مل من محلول هيدروكسيد الأمونيوم للمركز البارد بغاز كبريتيد الميتروجين ثم يضاف ١/٢ جم من مسحوق الكبريت ، ٢٥٠ مل من محلول هيدروكسيد الأمونيوم المركز ، ثم يرج المحلول حتى يذوب الكبريت ويخفف بالماء إلى لتر واحد ٧٦ جم / لتر	كبريتيد الأمونيوم ( أصفر )
ع ١	٦٦,٥ جم من بلورات خلاص النحاس المتعادلة في لتر من محلول حمض الخليك ١٪ . ١٣٢ جم / لتر .	ثيوسيانات الأمونيوم كاشف بارفويد كلوريد الباريوم



التركيز	التركيب المئوي بالوزن	الوزن النوعي	الكاشف
ع ١٧	٩٩,٥	١,٥٥	حمض الخليك . . . . .
ع ١٠	٣٢	١,١٧	حمض الهيدروكلوريك . . . . .
ع ١٢	٣٧,٩	١,١٩	حمض الهيدروكلوريك « المدخن » . . . . .
ع ١٦	٦٩,٧	١,٤٣	حمض النريك . . . . .
ع ٢٢	٩٤	١,٥٠	حمض النريك « المدخن » . . . . .
ع ٩	٦٠	١,٧٠	حمض فوق الكلوريك . . . . .
ع ١٥	٨٥,٥	١,٦٩	حمض الفوسفوريك . . . . .
ع ٣٦	٩٨	١,٨٤	حمض الكبريتيك . . . . .

### الأحماض المخففة

التركيز	طريقة التحضير	الكاشف
ع ٢	١١٤ مل / لتر	حمض الخليك . . . . .
ع ٢	١٧٢ مل / لتر	حمض الهيدروكلوريك . . . . .
ع ٢	١٢٤ مل / لتر	حمض النريك . . . . .
ع ٣	١٠٥٦ مل / لتر	حمض الكبريتيك . . . . .
ع ٣	محلول مشبع	حمض الكبريتوز . . . . .

### القلويات

التركيز	طريقة التحضير	الكاشف
ع ١٥	(وزنه النوعي) ٠,٨٨ (٠,٢٨٪)	محلول نشادر « مركز » . . . . .
ع ٢	١٣٤ مل / لتر	محلول نشادر « مخفف » . . . . .
ع ٠,٣٤	٧٠ جم / لتر (مع الرشيق)	هيدروكسيد الباريوم . . . . .
ع ٢	٢ - ٣ جم / لتر	هيدروكسيد الكالسيوم . . . . .
ع ٢	٨٨ جم / لتر	هيدروكسيد الصوديوم . . . . .
ع ٢	١٣٤ جم / لتر	هيدروكسيد البوتاسيوم . . . . .
-	٣٦ جم / لتر (كحول)	هيدروكسيد البرتاسيوم الكحول . . . . .

## الإسعافات الأولية لحوادث المعمل

في حالة حدوث أى حوادث بالمعمل يجب أن ينادى على المعيد في الحال ليتولى الأمر بمسه ويمكن تجهيز صيدليات للإسعافات الأولية توضع في مكان سهل الوصول إليه في المعمل على أن تحوى المواد الآتية معنوية بوضوح :

١- ضبادات مختلفة الحجم من نسيج رقيق من الحرير وآخر من الكتان وآخر من التطن وشريط لاصق (إلاستوبلاست Elastoplast) أو أى نوع مشابه له وحماله .

٢- ملقط دقيق وإبر وخيط ومقص ودبابيس .

٣- فطارة دقيقة .

٤- نظارتان .

٥- فازلين وزيت خروع وروح الشادر الطيار ومسحوق حمض البوريك ومسحوق كربونات الصوديوم ومسحوق سلفابردين .

٦- مرهم بكرات البيوتين وستحلب الأكريفلاين مثل (برنول Burnol)

٧- هلام حمض التنيك مثل (تانافاكس Tannafax) .

٨- بطانية ضد الحريق وتحفظ في مكان خاص خارج صيدلية الإسعافات الأولية .

٩- زجاجات تحتوى على :

١- / حمض البوريك .

١- / حمض الخليك .

محلول مركز من بيكربونات الصوديوم .

١- / محلول بيكربونات الصوديوم .

كحول .

جلسرين .

بترول خفيف (درجة غليانه ٨٠ - ١٠٠ م°) .

مطهر (مثل الديثول Dettol أو T.C.P) .

## الحروق

الحروق المنسية عن الحرارة : ( مثل اللهب والأجسام الساخنة . . إلخ ) .  
في حالات الحروق البسيطة التي لم يهتك معها الجلد يمكن استخدام هلام حمض التنيك  
أو هلام الأكرينولافين أو مرهم بكرات البيونسين .

أما في الحروق الكبيرة أو الحروق التي يحمر معها الجلد أو الحروق التي تسبب فقنفة في  
الجلد فيمكن استخدام هلام الأكرينولافين أو هلام بلورات البنسج بدون تأخير وتطلب  
المساعدة الطبية في الحال .

### الأحماض على الجلد :

يغسل الجلد في الحال بكميات كبيرة من الماء ثم بمحلول كربونات الصوديوم المركزة ثم  
أخيراً بالماء . فإذا كان الحرق بالحمض خطيراً يجب أن يتبع هذا بمظهر ثم يجفف الجلد ويغلى  
بهلام الأكرينولافين .

### الاقلاء على الجلد :

يغسل الجلد في الحال بكميات كبيرة من الماء ثم بمحلول حمض الخليك ( ١ / ١ ) وأخيراً  
بالماء فإذا كان الحرق خطيراً يتبع ذلك بمظهر ويجفف الجلد ويغلى بهلام الأكرينولافين .

### البروم على الجلد :

يغسل الجزء المتأثر من الجلد في الحال بكميات كبيرة من أثير البترول ثم يدلك الجلد  
بالجلسرين ويترك الجلسرين فترة من الوقت على الجلد ثم يزال ويستخدم هلام الأكرينولافين .

### الصود يوم على الجلد :

إذا كانت بعض بقايا الصوديوم موجودة على الجلد تزال بملقط في الحال ثم يغسل الجلد بالماء  
جيداً ثم بمحلول حمض الخليك ( ١ / ١ ) وأخيراً يغلى بنسج رقيق مشبع بزيت زيتون أو هلام  
الأكرينولافين .

### الفسفور على الجلد :

يغسل الجلد جيداً بالماء البارد ثم يعالج بمحلول نترات الفضة .

### كبريتات الميثيل على الجلد :

يغسل الجلد جيداً في الحال بكمية كبيرة من محلول النادر المركز ثم يلك الجلد بلطف بقطعة من القطن مشبعة بمحلول النادر المركز .

### مواد عضوية على الجلد :

يغسل الجلد بالكحول ثم بالصابون والماء الفاتر .

## القطع على الجلد -

إذا كان القطع صغيراً يترك ليدى قليلاً لبضع ثوان مع ملاحظة عدم وجود بقايا زجاج بالجلد ثم يطهر الجرح بالكحول أو الديتول أو محلول الكلورامين ت ١ / ١ أو مسحوق السلفا ديميدين ويعصب الجرح بضمادة .

أما إذا كان القطع خطيراً فيستدعى الطبيب في الحال وحتى يحضر الطبيب يطهر الجرح ويستخدم بعض الضغط على الجرح ليدى لمدة لا تزيد على خمس دقائق .

## حوادث العين

في كل حالات إصابات العين يحسن استدعاء الطبيب للمريض فإذا كان الحادث خطيراً وجب طلب المساعدة الطبية في الحال مع عمل الإسعافات الأولية مؤقّتاً :

### الحمض في العين :

إذا كان الحمض مخففاً تغسل العين مراراً بمحلول بيكربونات الصوديوم ( ١ / ١ ) في حمام العين أما إذا كان الحمض مركزاً تغسل العين أولاً بكمية كبيرة من الماء ثم بمحلول كبريتات الصوديوم .

## الاقلاء في العين

تستخدم نفس طريقة الفسيل للعين المتبعة في حالة الحمض إلا أن الفسيل هنا يجب أن يكون بمحض البوريك (١.٧) بدلا من محلول بيكربونات الصوديوم .

## اللبروم في العين

تفسل العين جيداً بالماء ثم بمحلول بيكربونات الصوديوم (١.٧) .

## الزجاج في العين

يزال الزجاج المنفرد بلطف من العين بملقط أو يغسل العين بالماء في حمام العين ويستدعى الطبيب في الحال .

والآلام المنسبة عن الحوادث البسيطة للعين يمكن تخفيفها بوضع نقطة من زيت الخروع في وكن العين .

## الحرائق

### الملابس المشتعلة :

يمنع الشخص المشتعل من الجري أو النهوة للهب ويطرح المريض أرضاً ويلف ببطانية ضد الحريق بأحكام حول الملابس المشتعلة حتى تنطفئ النار .

### المحاليل المشتعلة :

تطفأ مصابيح الغاز في المعمل وكذلك جميع الأجهزة الكهربائية القريبة من الحريق ويبعد كل شيء مشتعل ، والتحكم في الحريق يعتمد على حجمه ونوعه .

فمثلا إذا كان الحريق صغيراً كاحتراق محلول في كأس و دورق أو حمام زيتي فإنه يطفأ بقطعة من القماش مبللة بالماء وبذلك تخمد أنفاس الغاز في الحال لقله الهواء .

أما إذا كان الحريق كبيراً فيستخدم الرمل الجاف في عملية الإطفاء ولذلك يجب توزيع جرادل الرمل الجاف في كل مكان في المعمل لاستعمالها عند التزوم ويطفأ معظم النار من على منافذ المعمل باستخدام كمية كافية من الرمل وإذا ما استعمل الرمل مرة وجب التخلص منه بعد ذلك إذ وبما يكون محتوياً على كميات كافية من المواد الملتهبة غير الطيارة ( مثل التروبتيل )

مع أن الرمل عامل مؤثر قوى في إخماد اللهب إلا أن من مضاره تلف المواد الملق عليها ويحطم الأجهزة الزجاجية المحيطة بمنطقة اللهب من تأثير نقل الرمل .

ويمكن بطريقة أخرى إطفاء الحرائق الصغيرة برابع كلوريد الكربون إذ يوجه مباشرة إلى اللهب بكميات ضخمة وباستمرار من مضخة صغيرة خاصة (مثل مضخة إطفاء الحريق «بيرين») وتغطية أبخرة رابع كلوريد الكربون التحويلة للمنطقة المشتعلة هي التي تتسبب في إخماد النار .

ويجب أن يراعى بوجه خاص ما يأتي :

( أ ) عدم استعمال رابع كلوريد الكربون إذا كانت المادة المشتعلة صوديوم أو بوتاسيوم وإلا حدث انفجار هائل .

( ب ) يجب تهوية المعمل في الحال بعد إخماد النار للتخلص من الأبخرة السامة مثل الفوسجين .

( ج ) عند إخماد زيت مشتعل أو مذيّب عضوي يجب عدم استعمال الماء لأنه يساعد على انتشار الغاز بينما يكون المغلوط من الرمل ركبونات الصوديوم تأثير قوى على الإطفاء .

## السموم

إما أن تكون صلبة أو سائلة .

( أ ) إذا كانت بالضم ولم تبلغ في المعدة : يبصق من الفم في الحال ويغسل الفم مراراً .

( ب ) إذا ابتلع السم في المعدة : يستدعى الطبيب في الحال وفي هذه الأثناء يجب إعطاء جرعة ضد السم حسب طبيعة المادة السامة .

١ - أحماض بما فيها حمض الأكساليك : تخفف بشرب كميات كبيرة من الماء مصحوباً بماء الجير أو مستحلب المغنيسيا ويعطى اللبن بكثرة ولا تعطى مقيثات .

٢ - اقلويات الكاوية : تخفف بشرب كميات كبيرة من الماء مصحوباً بالخل أو عصير الليمون أو البرتقال أو محاليل حمض الكتيك أو الليمونيك ويعطى بكثرة ولا يعطى أي مقيثات .

٣ - أملاح الغازات النقية : يعطى لبن أو بياض البيض .

٤ - مركبات الزرنيخ والزرنيق : يعطى مقيثات في الحال (مثلاً ملعقة شاي واحدة من الخردل وعلقة كبيرة من ملح الطعام أو كبريتات الخارصين في كوب به ماء فاتر) .

**الغاز :**

يعد المريض عن جو الغاز إلى الهواء الطلق وتفك الأربطة التي حول العنق فإذا ما استنشق المريض غاز الكلور أو البروم بكميات صغيرة يجب أن يستنشق أبخرة الترشادر أو يتغزر بمحلول بيكربونات الصوديوم ثم يستحب المريض حبات الأوكالبتس (Eucalyptous Pastilles) أو يشرب روح القرفة أو النعناع المخفف لحماية الحنجرة والرئة .  
أما إذا وقف التنفس أمكن عمل التنفس الصناعي للمريض .

**ملحوظة :**

يجب أن يلاحظ أن الحوادث الشائعة هي حوادث العين ولذلك يجب وضع نظارة على العين أثناء العمل بالمعمل أما إذا دخلت نقطة من مادة داخل العين يجب أن يغسلها الطالب في الحال بالماء حيث إن التأخير لبضع ثوان قد يؤدي إلى مرض عضال غير قابل للشفاء .

## جدول الأوزان الذرية للعناصر الشائعة ورموزها

الرمز	الوزن الذري	العنصر	الرمز	الوزن الذري	العنصر
Li	٦,٩٤٠	ليثيوم	Al	٢٦,٩٨١	ألومنيوم
Mg	٢٤,٣١٢	مغنسيوم	Sb	١٢١,٧٦	أنثيمون
Hg	٢٠٠,٦١	زئبق	A	٧٩,٩٤٨	أرجون
Mo	٩٥,٩٥	مولبدنوم	A.	٧٤,٩١	زرنيخ
Ne	٢٠,١٨٣	نيون	Ba	١٣٧,٣٦	باريوم
Ni	٥٨,٦٩	نيكل	Bi	٢٠٨,٩٨	بزموت
N	١٤,٠٠٨	نيتروجين	Br	٧٩,٩٠٩	بروم
O	١٦,٠٠٠	أوكسجين	Cd	١١٢,٤١	كاديوم
P	٣٠,٩٧٣٨	فوسفور	Ca	٤٠,٠٨	كالمسيوم
Pt	١٩٥,٠٩	بلاتين	C	١٢,٠١	كربون
K	٣٩,١٠٢	بوتاسيوم	Cl	٣٥,٣٥٧	كلور
Si	٢٨,٠٨٦	سليكون	Cr	٥١,٩٩٦	كروم
Ag	١٠٧,٨٧	فضة	Co	٥٨,٩٤	كوبلت
Na	٢٢,٩٩٨	صوديوم	Cu	٦٤,٧٤	نحاس
Sr	٨٧,٦٢	سترونشيوم	F	١٨,٩٩٨٤	فلور
S	٣٢,٠٦	كبريت	Au	١٩٦,٩٦٧	ذهب
Sn	١١٨,٧٠	قصدير	He	٤,٠٠٢	هيليوم
U	٢٣٨,٠٧	يورانيوم	H	١,٠٠٨٠	هيدروجين
Xe	١٣١,٣٠	زينون	I	١٢٦,٩٢	يود
Zr	٦٥,٣٨	خارصين	Fe	٥٥,٨٥	حديد
Zr	٩١,٢٢	زركون	Pb	٢٠٧,٢١	رصاص



## توجيهات لطلبة

- ١- يجب المحافظة على المواعيد المحددة للدروس المعلية وأن تدخل المعمل بنظام وهدوء دون ضوضاء - وأن تقف في المكان المحدد لك .
- ٢- يجب لبس المعطف الأبيض محافظة على ملابسك .
- ٣- يجب تلوين جميع المشاهدات والاستنتاجات وأن تتقيد بخطوات العمل في كل ربة .
- ٤- يجب أن تحافظ على مكانك نظيفاً ولا تلتق بعيدان الثقاب أو أوراق الترشيع في الأحواض أو على المنضلة بل القها في صندوق المهملات .
- ٥- بعد استخدام الزجاجات الموجودة على الرفوف يجب إعادتها إلى مكانها مع إحكام إغلاقها - ولا يجوز تركها على المنضلة حتى يتسنى لغيرك استعمالها .
- ٦- يجب فتح صنوبر المياه لبرهة عند إلقاء الأحماض المركزة في الأحواض حتى تصح مخففة منعاً لتآكل أنابيب الصرف .
- ٧- يجب عدم الإسراف في استعمال المياه أو الكهرباء أو الغاز أو المواد الكيماوية التي تقوم باستخدامها .
- ٨- على كل طالب أن يلم - بالإرشادات الخاصة بالإسعافات الأولية والحريق .



١٩٩٥ / ١١٢٦٦	رقم الإيداع
ISBN 977-02-5171-2	الترقيم الدولي

٣ / ٩٥ / ٣٩

طبع بمطابع دار المعارف (ج.م.ع.)

