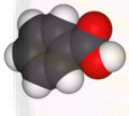
منشورات جامعة دمشق
كليّة الزراعة الثانية في السويداء

الكيمياء العضويّة

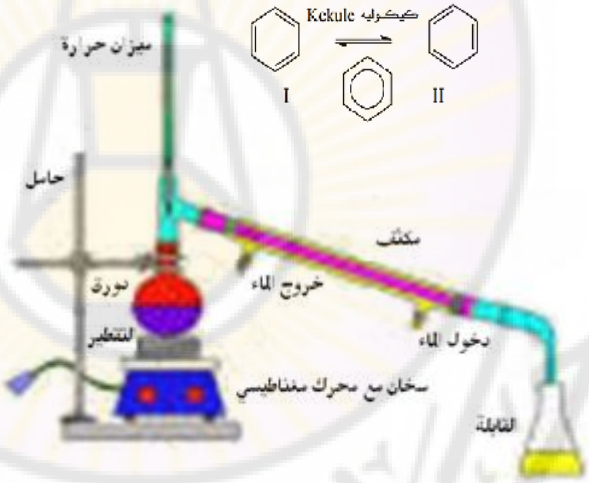
الجزء العمليّ

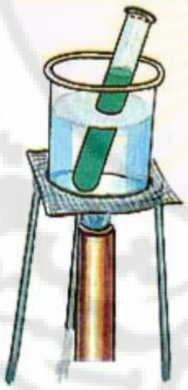
الدكتور
محمد سمير عزالدين الحافظ
مدرّس في قسم العلوم الأساسيّة

الكيميائيّ
وسيم محمود كيوان
المشرف على الأعمال في كليّة الزراعة الثانية



حمض البنزوئيك





1439–1438هـ
2017–2016م

جامعة دمشق

الكيمياء العضويّة

(الجزء العملي)

وقل رب زدني علما
جامعة دمشق
Damascus University

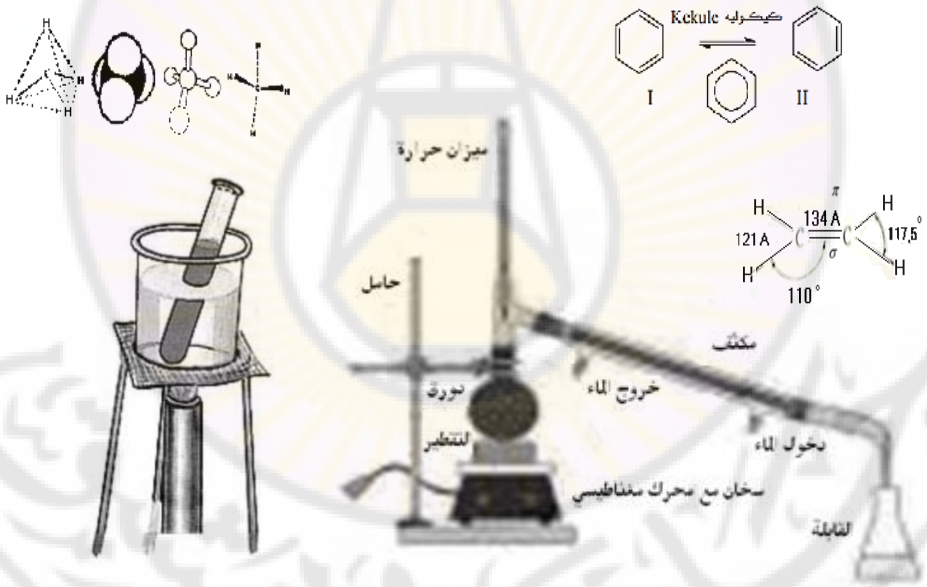
منشورات جامعة دمشق
كلية الزراعة الثانية في السويداء

الكيمياء العضويّة

الجزء العمليّ

الدكتور
محمد سمير عزالدين الحافظ
مدرّس في قسم العلوم الأساسيّة

الكيميائيّ
وسيم محمود كيوان
المشرف على الأعمال في كلّية الزراعة الثانية



جامعة دمشق
1439–1438هـ
2017–2016م

وقل رب زدني علما
جامعة دمشق
Damascus University

الفهرس

الموضوع	الصفحة
فهرس الكتاب	5
المقدّمة	9
الفصل الأوّل: قواعد الأمان المخبري والمبادئ الأساسية في الكيمياء العضويّة. 1- قواعد الأمان في مختبر الكيمياء العضويّة. 2- أسئلة وأجوبة عن مبادئ الكيمياء العضويّة.	11
الفصل الثاني: العمليّات الأساسيّة في مختبر الكيمياء العضويّة. آولاً: التحريك. ثانياً: التسخين. ثالثاً: التبريد. رابعا: الانحلال. خامساً: التجفيف. سادساً: الفصل. 1- فصل جسم صلب عن جسم سائل : الترشيح. 2- فصل جسمين سائلين 2-1- غير قابلين للامتزاج. 2-2- قابلين للامتزاج. أ) التقطيرالمجزّأ : درجة الغليان. ب) التقطير المرتد. ج) المبخّر الدوّار.	39

سابعاً: الاستخلاص : سوكسليه. ثامناً : التنقية ومعيار النقاوة. 1- البلورة. 2- درجة الانصهار. 3- امتزاز الألوان. 4- الكروماتوغرافيا.	53
الفصل الثالث: التجربة الأولى: تحديد نقاوة حمض البنزوئيك والبولة بقياس درجة الانصهار – بطريقة الأنبوب الشعريّ.	61
التجربة الثانية: 1- تقطير الغول وتجفيفه. 2- استخلاص اليود من الوسط المائيّ. 3- استخلاص الدسم من البذور الزيتيّة بجهاز سوكسليه.	67
التجربة الثالثة: تنقية حمض البنزوئيك بالبلورة المتكرّرة.	77
التجربة الرابعة: 1- تحضير رشاحة الانصهار الصوديوميّ. 2- الكشف العنصريّ.	83
التجربة الخامسة: 1- الكشف عن الفحوم الهيدروجينيّة المشبعة. 2- الكشف عن الفحوم الهيدروجينيّة غير المشبعة. 3- الكشف عن الفحوم الهيدروجينية الآروماتيّة.	101

التجربة السادسة: **حلمهة المشتقّات الهالوجينيّة.**	115
التجربة السابعة: **1.الكشف عن الأغوال: الأوليّة والثانويّة والثالثيّة.** **2.الكشف عن الأغوال متعددّة الهيدروكسيل.**	121
التجربة الثامنة: **الكشف عن الفينولات.**	131
التجربة التاسعة: **التمييز بين الألدهيدات والكيتونات.**	139
التجربة العاشرة: **الكشف عن الحموض الكربوكسيليّة.**	153
جدول المصطلحات.	167
المراجع.	173

وقل رب زدني علما
جامعة دمشق
Damascus University

المقدّمة

يتناول الكتاب العمليّ لمبادئ الكيمياء العضويّة عدداً من التجارب التي تغطّي طرائق الكشف عن العناصر، وتمييز المركّبات العضويّة المشبعة وغير المشبعة، وتمييز الوظائف المختلفة للمركبات العضوية مع أمثلة نوعيّة لاكتساب مهارة منهجية البحث العلميّ لعلم الكيمياء التجريبية وفق خطّة كليّة الزراعة الثانية في السويداء.

يستعرض الكتاب قواعد ومحاذير الأمان والعمل الواجب اتباعها أثناء التعامل مع المواد والمذيبات العضويّة القابلة للاشتعال والاحتراق أو الانفجار، والمواد السامة تعرضاً يضمن السلامة أثناء العمل في مختبرات الكيمياء العضوية ذلك بالتعاون مع الأستاذ المشرف. وقد أجبنا بهذا الفصل عن بعض التساؤلات المهمة لتمكين القارئ وتقويته في أسس الكيمياء العضويّة النظريّة؛ لكي يكتسب مهارة التفكير العلميّ والملاحظة العمليّة، وكتابة النتائج ومناقشتها.

خصّص الفصل الثاني لطرائق العمليّات الأساسيّة وللأجهزة المختلفة اللازمة للفصل والتنقية كالتسخين والبلورة والتقطير والتجفيف والترشيح والاستخلاص وتعيين الثوابت الفيزيائيّة كدرجة الانصهار ودرجة الغليان التي تسمح بتقدير نقاوة المركّب العضويّ الناتج المحضّر في المختبر وفق معايير النقاوة. وهو أمر لا غنى عنه؛ لأنَ الشوائب قد تغيّر من قيم الثوابت الفيزيائيّة أو الكيميائيّة التي تفيد في التحقّق من هويّة المركّب العضويّ وبخاصّة تلك النواتج المحضّرة لاستعمالها في التغذية أو في الأدوية أو تحضير مركبات جديدة.

تساعد اختبارات الكشف التحليليّة الكيميائيّة الوظيفيّة العضويّة (الزمرالوظيفيّة) واختبار خواصها المميزة في الفصل الثالث على تحديد هويّة المركّبات العضويّة بالمقارنة مع الشاهد المعلوم، والوصول إلى معلومات صحيحة وقيّمة حول البنية الكيميائيّة العضويّة واستعمالها في تفاعلات الاصطناع العضويّ.

نأمل أن يسهم الكتاب في إجراء التجارب العمليّة للكيمياء العضويّة المطروحة بأسلوب بسيط ويدعم التجارب المستقبليّة، ونتقدّم بالشكر لكل من قدّم النصح والإرشاد لإنجاز هذا الكتاب وإخراجه بهدف إغناء مكتباتنا راجين من الله تعالى أن نكون قد وفقنا في تأدية واجبنا اتجاه أمتنا العربيّة الخالدة.

دمشق في 16 آيار 2017 **المؤلفان**

وقل رب زدني علما
جامعة دمشق
Damascus University

الفصل الأوّل

قواعد الأمان المخبري ومبادئ أساسيّة في الكيمياء العضويّة

1- قواعد الأمان في مختبر الكيمياء العضويّة

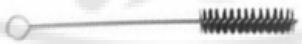
1-1- قواعد الأمان وتحذيرات وارشادات مهمّة:

يتوجب التقيد بقواعد الأمان الآتية للحفاظ على سلامة الطالب فضلاً عن الأجهزة والأدوات المستعملة في المختبر:

1. يتوجب الحضور إلى المختبر دون تأخير، وارتداء أدوات الوقاية الفرديّة (رداء أبيض لحماية الملابس، وكفوف لحماية الجلد، ونظّارات لحفظ العينين) للتخفيف من الانسكابات أو تناثر شظايا الزجاج أو لسميّة المواد الكيميائيّة. استعمل قطعة اسفنجيّة أو قماشيّة للمحافظة على طاولة المختبر نظيفة. ويحظر تناول الطعام والشراب في المختبر، ويتوجّب غسل اليدين بالماء والصابون عند الانتهاء من العمل المخبريّ.

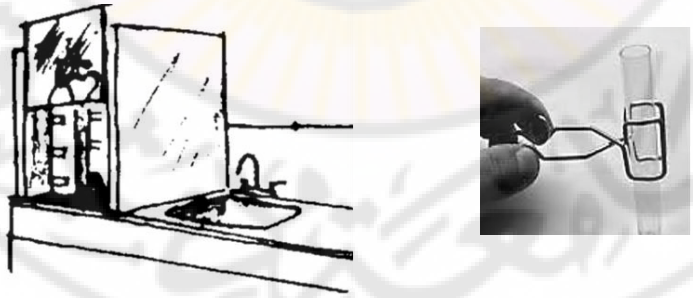
الشكل(1): أدوات الحماية الشخصية.

2. دراسة معلومات التجربة دراسة مسبقة، والتعرف على صفات المواد الكيميائيّة والتقيّد بملاحظات الأستاذ المشرف. لا يجوز إجراء التجارب دون علم المشرف. ويجب تسجيل مشاهدات وملاحظات واستنتاجات التجربة على الدفتر في المختبر بدقّة وأمانة علميّة سواء كانت إيجابيّة أو سلبيّة. تعلّم الفرق بين الخطأ والصواب، فهذا من أخلاق مهنة الكيميائيّ وتعزيز السلوك الأخلاقيّ.
3. عمل بهدوء وتنظيم، وتنظيف الأدوات الزجاجية المستلمة باستعمال الفرشاة والماء (الساخن إن أمكن) قبل إجراء التجربة وبعد الانتهاء منها للحصول على نتائج جيدة.



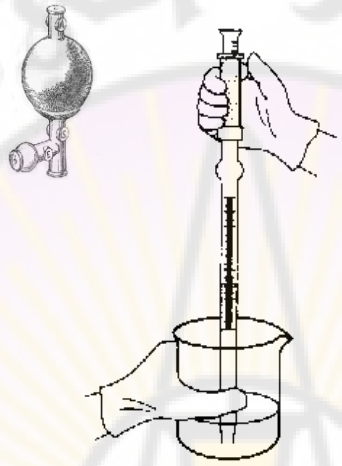
يستعمل للتنظيف مزيج من سائل حمض الكبريت المركّز وثنائي كرومات البوتاسيوم لغسل الأدوات الزجاجيّة. ثمَ تغسل بالماء العادي عدّة مرّات ثمّ بالماء المقطّر.

4. يجب عدم إلقاء مخلفات التفاعلات وأوراق الترشيح في حوض الغسيل، وتوضع النفايات الصلبة والأوراق والزجاج المكسّر في الحاويات المخصّصة لكلّ مادّة معدنيّة أو بلاستيكية ذات غطاء. ولا يجوز إلقاء الحمض المركّز في الحوض وإلا توجب فتح صنبور الماء فوراً لتخفيف تركيز الحمض للحفاظ على الأنابيب من التآكل.
5. أضف الحمض إلى الماء ببطء مع التحريك، وبخاصّة مع حمض الكبريت. تؤدي إضافة الماء إلى الحمض إلى انتشار حرارة مرتفعة تسبب كسر الزجاج وتناثر السائل.
6. يجب مضاعفة اليقظة في المختبر والعمل باتزان. لا تستعمل زجاجة كاشف أو أيّ مادة خالية من لصاقة لم يدوّن عليها اسمها. تغطّى زجاجة الكاشف المفتوحة بسدادة. ويجب المحافظة على زجاجات السوائل الطيارة أو القابلة للاشتعال مثل الغول والأسيتون تحت خزانة ساحبة الغازات المزودة بمروحة شفط ونافذة منزلقة (Fume hood). يتوجّب الحذر عند التعامل مع الكواشف الخطرة مثل الصوديوم أو عند تصاعد الأبخرة. مع ضرورة استعمال الكميّات المذكورة في طريقة العمل، وعدم هدر المواد. ولا تسخن أنابيب الاختبار مباشرةً، وتقربها من موقد اللهب منعاً لانطلاق محتوياتها. ويفضّل التسخين على حمام مائي بشكل غير مباشر أو استعمال السخان الكهربائيّ المنظّم للحرارة مع توجيه الأنبوب بعيداً عن المجرّب وزميله واستعمال ماسك أنابيب الاختبار العازل؛ لعدم القدرة على تمييز الزجاج الساخن من البارد الشكل(2).



الشكل(2): خزانة ساحبة الغازات و ماسك أنابيب الاختبار.

7. انتبه إلى صمام الغاز والوصلات. أحكم إغلاق الصمّام عند إنتهاء العمل المخبريّ.
8. تجنب شمّ الروائح المميّزة بتماس الأنف مع المادة وإنما تقريب أبخرتها من الأنف إذا لزم الأمر (مثل تمييز بعض الأستيرات المميزة برائحتها). ولا تلمس أو تتذوّق أيّ مادة كيميائيّة. ولا تستعمل الفمّ لسحب السوائل بالماصّة، بل استعمل أداة سحب السوائل. أواستعمال الإجاصّة المطاطيّة التي تركّب أعلى الماصّة. وارتدي القفّازات المطاطيّة لحماية اليدين.



الشكل(3): أداة سحب السوائل والإجاصة المطاطيّة.

9. لا يجوز مجانسة أو تحريك السوائل بسدّ أنبوب الاختبار بالأصبع؛ وإنمّا باستعمال قضيب التحريك الزجاجيّ أو تحريكه بحركة دورانيّة بوجود كميّة قليلة من السائل، كما ويمكن نقل السائل عدّة مرّات من انبوب لأنبوب آخر لتحقيق التجانس.

الشكل(4): رجّ أنبوب الاختبار. الطريقة الصحيحة (أ) وغير الصحيحة (ب).

10.توجد بعض المركّبات الكيميائيّة قابلة للتطاير، وأبخرتها واخذة وبعضها قابل للانفجار وبعضها سامّ وخطر.

الجدول(1): الخصائص الخطرة للغازات.

الغاز	سام	قابل للاشتعال	حارق
الأستلين		●	
الهواء			
الأمونيا	●	●	●
الأرجون			
ثاني أكسيد الكربون			
واحد أكسيد الكربون	●	●	
الكلورين	●		●
الهيدروجين		●	
الميثان	●	●	
النيتروجين			
الأكسجين		●	

يوجد نظام عالميّ لتوصيف ولترقيم المركّبات الكيميائيّة، وقاعدة بيانات للجزيئّات الكيميائيّة والمخاطر الخاصّة المرتبطة بالمواد الخطرة واستعمالاتها برقم تسجيل CAS مخدم الخلاصات الكيميائية (Chemical Abstracts Service). قسم الرقم إلى ثلاثة أقسام الأوّل يتألّف من عدّة أرقام حتّى 7 ، والثاني من رقمين، أمّا الثالث فمن رقم واحد. ولإيجاد رقم التسجيل لأيّ مركّب يكفي معرفة اسمه أو صيغته أو بنيته. مثال الإيتانول CAS 64-17-5 .

ويجب التقيد بعبارات الأمان والخطر الدولية للمواد الكيميائية Risk and Safety phrases (R and S). يبيّين الجدول الآتي توصيف مخاطر المواد الكيميائيّة R– Phrases or Risk يعرف بأنّها طبيعة المخاطر الخاصّة المرتبطة بالمواد الخطرة واستعمالاتها المذكورة في الملحق الثالث من ميثاق الاتحاد الأوروبيّ (Directive 2001/59/EC) :

R1: انفجاري عندما يكون جافاً.

R2: خطر حدوث انفجار نتيجة الصدمة، أو الاحتكاك، أو النار.

R3: خطر كبير لحدوث انفجار نتيجة الصدمات، أو الاحتكاك، أو النار.

R4: يشكّل مركبّات معدنيّة متفجّرة حسّاسة جداً.

R5: إنّ التسخين قد يسبّب الانفجار.

R6: انفجاري بملامسته للهواء أو بدون ملامسته للهواء.

R7: قد يسبّب الحريق.

R8: قد يسبب حريق لدى التلامس مع موادّ قابلة للاشتعال.

R9: انفجاريّ عندما يخلط مع مواد قابلة للاشتعال.

R10: سريع الاشتعال.

R11: سريع الاشتعال بشكل كبير.

R12: سريع الاشتعال بشكل كبير للغاية.

R14: يتفاعل بعنف مع الماء.

R15: يطلق غازات سريعة الاشتعال للغاية عند تلامسه مع الماء.

R16: انفجاريّ عند مزجه بمواد مؤكسدة.

R17: قابل للاشتعال تلقائيّاً في الهواء.

R18: قد يشكل مزيج بخار–هواء قابل للاشتعال أو انفجاريّ عند الاستخدام.

R19: قد يشكّل فوق أكاسيد انفجاريّة.

R20: مضرّ عند استنشاقه.

R29: يطلق غازات سامّة عند تلامسه مع الماء.

R30: قد يصبح سريع الاشتعال عند الاستعمال.

R31: يطلق غازات سامّة عند تلامسه مع الأحماض.

R35: يسبب حروقاً شديدة.

R36: مهيّج للعيون.

R37: مهيّج للجهاز التنفسيّ.

R38: مهيّج للجلد.

R39: خطر حدوث تأثيرات مضرّة لا يمكن الرجوع عنها.

R40: دلائل محدودة لوجود تأثير مسرطن.

R41: خطر حدوث ضرر شديد للعيون.

R42: قد يسبّب التحسّس عند الاستنشاق.

R43: قد يسبّب التحسّس عند تلامسه مع الجلد.

R44: خطر الانفجار إذا سخن وهو محصور.

R45: قد يسبّب السرطان.

R46: قد يسبب ضرراً متوارثاً جينيّاً.

R48: خطر حدوث ضرر كبير للصحّة عند التعرض لوقت طويل.

R49: قد يسبب السرطان عند استنشاقه.

R50: سامّ جداً للكائنات الحيّة المائيّة.

R54: سامّ للحياة النباتيّة.

R55: سامّ للحياة الحيوانيّة.

R56: سامّ للكائنات الحية في التربة.

R57: سامّ للنحل.

R58: قد يسبب تأثيرات ضارة طويلة المدى بالبيئة.

R59: مضرّ بطبقة الأوزون.

R60: قد يضعف الخصوبة.

R62: خطر محتمل لإضعاف الخصوبة.

R64: قد يسبب أذى للأطفال الرضع.

R65: ضار: قد يسبب ضرراً للرئتين عند ابتلاعه.

R66: التعرّض المتكرّر قد يسبب جفافاً الجلد وتشقّقه.

R67: الأبخرة قد تسبّب النعاس والدوار.

تبين العبارات الأتية معطيات السلامة S-Safety DaTa والتحذيرات الوقائية من المواد الخطرة المذكور في الملحق الرابع من الميثاق الأوربي لعام 2001 (Directive 2001/59/EC):

S1: يحفظ مغلقاً.

S2: يحفظ بعيداً عن متناول الأطفال.

S3: يحفظ في مكان بارد.

S4: يحفظ بعيدا عن التجمعات السكنيّة.

S5: تحفظ المحتويات في سائل مناسب يحدّده مصنع المادة.

S6: تحفظ المحتويات ضمن غاز نبيل يحدّده مصنع المادة.

S7: يحفظ الوعاء مغلّقاً بإحكام.

S8: يحفظ الوعاء جافّاً.

S9: يحفظ الوعاء في مكان جيّد التهوية.

S12: لا تحفظ الوعاء مغلقاً.

S13: يحفظ بعيداً عن المواد الغذائيّة، والمشروبات، وعلف الماشية.

S14: يحفظ بعيداً عن مواد محدّدة من قبل مصنع المادة.

S15: يحفظ بعيداً عن الحرارة.

S16: يحفظ بعيداً عن مصادر الإشعال – ممنوع التدخين.

S17: يحفظ بعيداً عن المواد القابلة للاحتراق.

S18: يعامل ويفتح بعناية.

S20: لا تأكل ولا تشرب عند استعمال هذه المادة.

S21: لا تدخن عند الاستعمال.

S22: لا تستنشق غبار المادة.

S23: لا تستنشق غاز/دخان/بخار/رذاذ المادّة.

S24: تجنّب التلامس مع الجلد.

S25: تجنّب التلامس مع العيون.

S26: في حال التلامس مع العين أو العينين، إغسل العين بماء غزير، ثم التمس استشارة طبية.

S27: اخلع مباشرة كلّ الملابس الملوثّة.

S28: في حال التلامس مع الجلد، يغسل حالاً بوفرة باستعمال يحدده مصنع المادة.

S29: لا تفرغ المحتوى مع مجرى مياه الصرف الصحي.

S30: لا تضيف الماء مطلقاً لهذه المادة.

S33: خذ تدابير احتياطيّة ضدّ الشحنات الساكنة.

S35: يجب التخلّص من هذه المادّة ووعائها بطريقة آمنة.

S36: ارتدِ الملابس الوقائية اللازمة.

S37: ارتدِ القفازات المناسبة.

S38: يجب ارتداء معدّات تنفسيّة مناسبة في حالة التهوية غير الكافية.

S39: ارتدِ واقياً للوجه والعيون.

S40: لتنظيف الأرضيّة والأشياء الملوّثة بهذه المادة استعمل ما يحدّده مصنع المادة.

S41: لا تتنفّس دخان المادة في حال الاحتراق أو الإنفجار.

S42: ارتدِ معدّات تنفسيّة مناسبة خلال التبخير والترذيذ.

S42: في حالة الحريق لا تستعمل الماء إذا كان يزيد من الخطر.

S45: في حالة حادث ما، أو شعور بالتوعك، التمس استشارة طبيّة حالاً .

S46: إذا ابتلع، التمس استشارة طبيّة حالاً، وأظهر هذا الوعاء أو الملصق.

S47: يحفظ في درجة حرارة لا تتجاوز.....° س ، يحدّدها مصنع المادة.

S48: يحفظ رطباً باستعمال.... تحدد المادة المناسبة من قبل مصنع المادة.

S49: يحفظ في وعائه الأصليّ فقط.

S50: لا تمزجه مع.... يحدّد من قبل مصنع المادة.

S51: يستعمل في الأماكن جيدة التهويّة.

S56: ضع هذه المادّة ووعائها في مجمع قمامة خاص بالمواد الخاصّة أو الخطرة.

S57: يستعمل حاوية مناسبة لتجنّب التلوّث البيئيّ.

S60: يجب التخلّص من هذه المادة ووعائها بوضعها في حاوية المواد الخطرة.

S62: لا تحرض على التقيّؤ والتمس استشارة طبية حالاً، وأظهر الوعاء أو الملصق.

S63: عند حدوث استنشاق، اخرج للهواء الطلق وابق في استراحة.

S64: اغسل الفم جيداً بالماء إذا ابتلعت شيئاً من المادة.

كما يوجد سجل للتحذيرات الوقائيّة من الموادّ السامّة RTECS ، فضلاً عن معيار الرابطة الوطنيّة للوقاية من الحرائق NFPA رقم 704 المذكور فيها ضرورة وجود جهاز إنذار ومطفأة حريق وعلبة إسعافات أوليّة، وضرورة وضع لصاقة على كل عبوة تحتوي إشارة ألماسة النار، وهي شكلٌ معيّن نقسم إلى أربعة أقسام ملوّنة بالأحمر والأصفر والأبيض والأزرق تساعد على تحديد الأجهزة والإجراءات والمحاذير الواجب إتباعها لحالة طارئة، وتسجل عليها أرقام 0 ، 1 ، 2 ، 3 ، 4 تشير إلى درجة الخطورة وطريقة التعامل كما يلي:

الشكل(5): ألماسة النار.

الأحمر (الاشتعاليّة):

0 لا يشتعل (الماء).

1 يلتهب عند التسخين (زيت الصويا).

2 يلتهب بتسخين معتدل (وقود الديزل).

3 يلتهب بدرجة الوسط المحيط (البنزين).

4 تبخُّر كامل تحت درجة ضغط عادي ويحترق بسهولة (البروبان).

الأصفر (التفاعليّة الكيميائيّة):

0 مادّة مستقرّة حتى عند التعرُّض للنّار ولا تتفاعل مع الماء (هيليوم).

1 تصبح المادة غير مستقرّة بدرجة وضغط عالٍ (بروبيلين).

2 تتغير المادة بعنف بالحرارة والضغط العالي أو تتفاعل بعنف مع الماء (صوديوم).

3 قد تنفجر فجأة (نترات الأمونيوم).

4 انفجارها صاعق بدرجة حرارة وضغط عاديّ (نيتروغليسرين).

الأبيض (المخاطر الخاصّة):

W تتفاعل مع الماء بطريقة خطيرة (صوديوم).

OXY مؤكسد (ماء أكسيجينيّ).

SA غاز خانق بسيط (نيتروجين).

الأزرق (مستوى الخطر على الصحة):

0 ضرر على الصحة ولا ضرورة لأيّ محاذير وقائيّة (دهن الصوف).

1 التهيّج قليل (استون).

2 فقدان مؤقّت للقدرة أو ضرر دائم (إيتر الايتيليّ).

3 ضرر كبير أو متوسط مؤقّت أو دائم (غاز الكلور).

4 الموت أو ضرر ماديّ دائم (سيانيد الهيدروجين).

كما ويمكن معرفة سُميّة المادة بالاستعانة بمواد الأمان والبيانات MSDS وهي مقسّمة إلى 16 فقرة كما يأتي:

1) تعريف المنتج.
2) التركيب الكيميائيّ.
3) وصف أخطار المادة.
4) الاسعافات الأوليّة.
5) إطفاء الحرائق.
6) الإجراءات عند التسرّب.
7) حفظ المادة والتعامل معها.
8) مراقبة التعرّض والحماية الشخصيّة.
9) الخواص الكيميائيّة والفيزيائيّة.
10) مدى استقرار وتفاعل المادة.
11) معلومات عن سُميّة المادة.
12) آثار المادة في البيئة.
13) طرائق التخلص من المادة.
14) طريقة نقل المادة.
15) معلومات قانونيّة.
16) معلومات أخرى.

وفيما يأتي إشارات التنبيه المستعملة:

أحمر : إشارات المنبع

الشكل(6): إشارات المنع باللون الأحمر.

أزرق : إشارات إجباريّة

الشكل(7): إشارات إجباريّة باللون الأزرق.

أخضر: إشارات الدلاليّة

الشكل(8): إشارات الدلاليّة باللون الأخضر.

برتقاليّ: إشارات خطورة المواد الكيميائيّة

الشكل(9): إشارات خطورة المواد الكيميائيّة باللون البرتقاليّ.

أصفر : إشارات التحذير

الشكل(10): إشارات التحذير باللون الأصفر.

1-2- الاسعافات الأوليّة:

يجب توفر صندوق إسعافات أوليّة First and Box في المختبر وجهاز كشف تسرّب الغازات وبطانيّة مقاومة للحرائق Fire Blanket وأقنعة حماية وإسطوانة أكسجين ورشاش ماء (دش) Emergency Shower وذلك لردع المخاطر الناتجة عن الحرائق، مثلاً ملامسة مواد ساخنة المسببة لحروق سقوط، جروح، دوخة، غثيان.

1.11-2-1- الحروق:

تُعالج حروق الدرجة الأولى (حروق الطبقة السطحيّة للجلد) بمسح المنطقة المصابة بمرهم حروق، ويُلف مكان الاصابة بضماد طبيّ معقّم.

أمّا حروق الدرجة الثانية التي تشكّل وزمات تحت الجلد نتيجة إصابة الأوعية الدمويّة الشعريّة، فتُنظّف بقطعة شاش معقّم، ريثما يتمّ نقل المصاب إلى أقرب وحدة طبيّة.

تبلغ حروق الدرجة الثالثة طبقة النسيج العميق للجلد وتكون المعالجة مؤقتة قبل إرسال المصاب إلى المشفى بالسرعة الممكنة؛ حيث يُنظف المكان المصاب ويُغطّى بقطعة من الشاش المعقّم والمبلل بمحلول حمض البور 10%. تصل حروق الدرجة الرابعة إلى العضلات والأوتار وأحياناً إلى العظام، ويفضل في هذه الحالة نقل المصاب فوراً وبالسرعة الممكنة إلى أقرب وحدة صحيّة.

1) **حروق الملابس:** يغطى الحريق بقطع قماشيّة حتى الانطفاء.
2) **حروق أثاث المختبر:** يقطع الغاز والتيار الكهربائيّ مباشرة ويغطى بالرمل وتستعمل مطفأة الحريق مع إبعاد السوائل القابلة للاشتعال، وفيما يلي أنواع المطافئ المستعملة:

أ- أجهزة إطفاء مائيّة بخروج الماء تحت ضغط.

ب-مطافئ الصودا والحامض: (ثنائي أكسيد الكربون) وكربونات الصوديوم وحمض الكبريت.

ج-مطافئ مائيّة مضادة للتجمد: كلوريد الكالسيوم والماء.

د-مواد مبللة: مواد صابونيّة.

ه-مواد رغويّة.

3) **حروق الجلد:** يُعالج الحرق بالحموض: الغسل بالماء الوفير جيّداً باستمرار والغسل بمحلول من بيكربونات الصوديوم الممدد أو بمحلول من برمنغنات البوتاسيوم 5% ثم اللف بضماد طبيّ معقم.

يعالج الحرق بالأسس: الغسل بحمض البور 10% أو بحمض الخل 1%.

يعالج الحرق بالبروم: الغسل بالماء ثم الدهن بالغليسرين أو بثيوكبريتات الصوديوم 2%.

يعالج الحرق بالفينول: بالدهن بالغليسيرين.

تعالج الحروق الكبرى : مراجعة المستوصف.

1-2-2- الجروح:

تعالج جروح الاصابة من الزجاج المكسور بإزالةِ باقي الزجاج، ثم تعقيم الجلد المصاب باليود الغولي 3%.

يعالج النزيف بالضغط على الجرح بقطعة شاش مبللة بمحلول كلوريد الحديد 10%.

1-2-3- إصابات العين:

تعالج الإصابة بالغسل الفوري بالماء وبشكل متواصل لمدّة لا تقل عن 15 دقيقة. تُعالج الإصابة بالحمض بالغسل بمحلول ممدد من ثنائي كربونات الصوديوم 2% .

وتُعالج الإصابة بالقلوي بالغسل الجيد بالماء ثم بمحلول حمض البور الممدد.

ويجب توفر وعاء غسل العين، وهو عبارة عن نافورة غسل العيون Eye Wash .

الشكل(11): نافورة ووعاء غسل العيون.

1-2-3- السموم:

إذا كانت السموم ناتجة من الرائحة فيجب ارتداء كمامة أو التنفس بالهواء الطلق. أمّا إذا دخلت السموم الفم فيجب المضمضة والغسل الجيد وشرب كوب من اللبن أو الحليب.

2- أسئلة وأجوبة حول مبادئ الكيمياء العضويّة

2-1- اذكر خمس ميزات تتّصف بها المركّبات العضويّة ؟ وما المصدر الرئيسي لها؟

1) تتكوّن المركّبات العضويّة من الكربون بالضرورة ومن الهيدروجين عامَّةً وكما يمكن للكربون (تكافؤه رباعي وله أنماط تهجين مختلفة SP ، SP^2 ، SP^3) أن يرتبط مع ذرات كربون مُشكّلاً سلاسل وحلقات فضلاً عن وجود ملايين من المركّبات العضويّة ترتبط مع ذرات العناصر X , O , N ,S , P , H .
2) تكون الرابطة C-H قليلة القطبيّة بسبب تقارب الكهرسلبيّة، وهي رابطة قويّة وثابتة بسبب صغر نصف قطر الكربون.
3) تعدّ المركبات العضويّة قليلة الثبات وسهلة التفكّك بالتسخين وجيّدة الاشتعال إضافة إلى تميّزها بظاهرة التماكب (الايزوميز).
4) تصنّف المركّبات العضويّة إلى أصناف ومجموعات وظيفية متعددة.
5) تكون بنية الجزيئات العضويّة بحجم كبير جداً وأحياناً صغيرة بتوضعات معقدة وغير بسيطة. والمنبع الرئيسيّ للمركّبات العضويّة هو البنزول والفحم الحجري.

2-2- ما أنواع الروابط الكيميائيّة؟ قارن بينها ثم أعط مثالاً واحداً لكلٍ منها؟

1) الرابطة الشارديّة: لا تتميز بالقطبية وليس لها طول محدّد وتتشكّل نتيجة انتقال الإلكترونات للوصول إلى توزُّع إلكتروني مستقر مثل الثمانيّة. وتشكل الرابطر الشارديّة الأملاح المعدنيّة من العناصر المعدنيّة الكهرجابيّة (تقع في يسار الجدول الدوري) والعناصر اللامعدنيّة الكهرسلبيّة (تقع في يمين الجدول الدوري). منشأ بين الشاردتين المتعاكستين بالشحنة السالبة والموجبة تجاذب كهرساكن مثل كلور الصوديوم NaCℓ :

$$Na \longrightarrow Na^+ + e^-$$
$$C\ell + e^- \longrightarrow C\ell^-$$
$$NaC\ell \longrightarrow Na^+ + C\ell^-$$

2) الرابطة المشتركة: تميّز المركبات العضويّة وتتشكّل بتشارك زوج من الإلكترونات مثل ذرتي هيدروجين متجانستين: $H. + H. \longrightarrow H:H$ وتتميز بطول محدّد وثبات زاوية التكافؤ وتتعلّق بالتهجين.
3) الرابطة القطبيّة: هي رابطة مشتركة تتميز بتشارك إلكترونات ذرتين غير متجانستين مختلفتي الكهرسلبية فينتج عنها قطبية تتميز بشحنتين متعاكستين صغيرتين دلتا سالب

ودلتا موجب لهما عزم ثنائي قطب واحدته ديباي ناتجة عن جداء الشحنة بالمسافة بين النواتين مثل فلور الهيدروجين : $H. + F. \longrightarrow H:F$

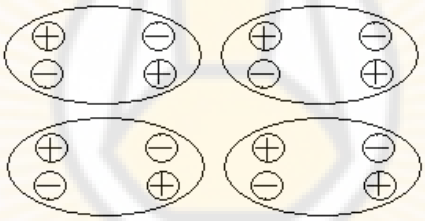
تزداد القطبيّة بازدياد تفاوت الكهرسلبيّة، كما تتشكّل الرابطة القطبية من الجزيئات المشكلة لثنائيّات الأقطاب وهي أقوى ارتباطاً من الجزيئات اللاقطبيّة.

4) الرابطة التساندية: رابطة تتشكّل من زوج إلكتروني يقدمهم ذرة واحدة مثل NH_4^+ بين الآزوت والهيدروجين أو بين جزيئتين مثل $NH_3 \blacktriangleleft BF_3$ ويمثّل تجاه السهم من الذرة المانحة إلى الذرة الآخذة.

5) الرابطة الهيدروجينيّة: هي نوع من القوى بين الجزيئات، بانجذاب البروتون من قبل إلكترونات ذرتين شديدتي الكهرسلبيّة كما في جزيئات الماء : $\delta^+ \quad \delta^-$

فالقوى الرابطة نتيجة التأثير المتبادل لثنائيّات الأقطاب ويتمُّ الربط $H\text{-}O.....H\text{-}O$ (H تحت O الأولى، H تحت O الثانية) وبالذرة الأخرى من الجزيئة الثانية برابطة هيدروجينيّة.

6) روابط فاندرفالس: هي نوع من القوى بين الجزيئات اللاقطبيّة؛ حيث تتحرك الالكترونات وتغيّر توزُّعها في مكان ما من الجزيئة فينشأ ثنائي أقطاب صغير جداً يؤثر في توزع الكثافة الإلكترونيّة في جزيئة مجاورة تؤدي إلى تجاذب الجزيئات بتوجيه الشحنات توجُّهاً معاكِساً.



الشكل(12): روابط فاندرفالس بين الجزيئات اللاقطبيّة.

2-3- ما أنواع القوى التي تربط الجزيئات العضوية؟

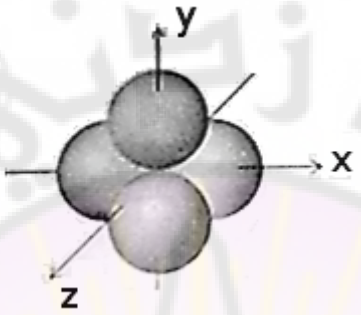
هي الناتجة عن قوى تداخل وتدافع وجذب وتتعلّق بشحنة الإلكترون ولفه الذاتيّ وأنواعها:

1) التأثير المتبادل لثنائيّات الأقطاب.
2) الرابطة الهيدروجينيّة.
3) قوى فانرفالس.

2-4- ما المدارات الذريّة؟ وما صفاتها؟ وما الشكل الفراغيّ لكلٍ منها؟

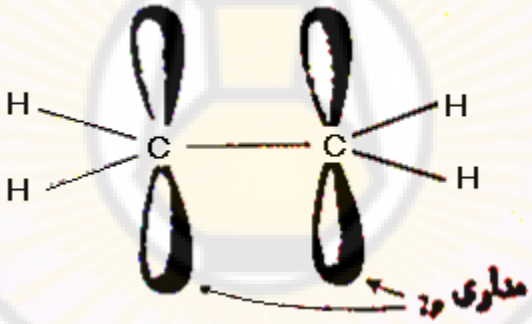
اذكر مبدأ الاستبعاد لباولي؟

1) المدار S: هو كرة أو غمامة إلكترونيّة مركزها مبدأ الإحداثيات، وهي غير متجانسة وتمثّل الاحتمال الأكبر لوجود الإلكترونات. ويُعَدُّ 1S أقل طاقة وأكثر استقراراً بينما 2S أكثر طاقة وأقل استقراراً.



الشكل(13): شكل المدار S.

2) المدار P : هو ثلاثة مدارات P_x, P_y, P_z متساوية بالطاقة فيما بينها. والشكل الفراغيّ هو مغزلان متناظران بالنسبة لمبدأ الإحداثيَّات.



الشكل(14): شكل المدار P.

3) المرار d و F أشكالها فراغيّة وأكثر تعقيداً.

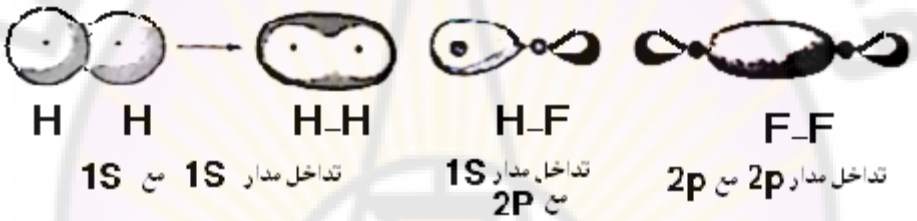
مبدأ الاستبعاد لباولي: لا يتسع المدار الذري لأكثر من إلكترونين بلفين ذاتيين متعاكسين، وهو مبدأ توزيع الإلكترونات في الذرة.

2-5- ما المدارات الجزيئيّة؟ اذكر مبدأ التغطية العظمى؟

تتشكّل المدارات الجزيئيّة نتيجة تداخل مدار ذريّ يحتوي إلكترون مع مدار ذري من ذرة أخرى يحتوي الكترون. ويحدث تغطية ويتشكّل مدار جزيئيّ مثل جزيء الهيدروجين بين المدار الرابط بين إلكترونين متزاوجين ذوي عزمين متعاكسين (رابطة سيغما σ).

كما وتتشرّد طاقة نتيجة هذه التغطية وكلّما كانت التغطية بين المدارات الذريّة أكبر كانت الطاقة المتحرّرة أكبر وتصبح الرابطة أكثر ثباتاً واستقراراً.

مبدأ التغطية العظمى : يبقى الإلكترون التابع للمدار الذريّ لإحدى الذرتين المتشاركتين على مداره الخاص لنواته وفي الوقت نفسه يشغل الموضع المناسب للنواة الأخرى المتشاركة. ويتشكّل مدار جزيئي مشغول بإلكترونين ذوي عزمين متعاكسين بشكل غيمة إلكترونية مستقرّة يتمتع بطاقة أدنى تبدي تناظر أسطوانيّ بالنسبة لمحور طويل (المقطع العرضي له بشكل دائرة يُسمى إصبع المرتديلا).



الشكل(15): المدارات الجزيئيّة و مبدأ التغطية العظمى.

2-6- ما أنماط التهجين؟ اذكر مثالاً لكلّ نمط؟

يحصل التهجين نتيجة انتقال إلكترون من مدار ذريّ إلى مدار ذريّ آخر فيتشكّل نتيجة التداخل مدار هجين.

1) **التهجين SP** : مثال كلور البيريليوم $BeCl_2$

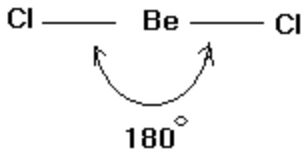
$_4Be : 1S^2\ 2S^2$

$_{17}C\ell : 1S^2\ 2S^2\ 2P^6\ 3S^2\ 3p^2_x\ 3P^2_y\ 3P^1_z$

تتهيّج ذرة البيريليوم:

$*_4Be : 1S^2\ 2S^1\ 2P^1_x\ 2P^0_y\ 2P^0_z$

فينتج مداران هجينان SP 50% من S مع 50% من P متماثِلان بالطاقة بانتقال إلكترون 2S إلى $2P_x$ ويتشكّل كلور البيريليوم من رابطتين σ من ذرة بيريليوم وذرة كلور $3P_z$-$2SP_x$ ببنيّة خطيّة وزاوية 180° بين الروابط.



الشكل(16): التهجين SP.

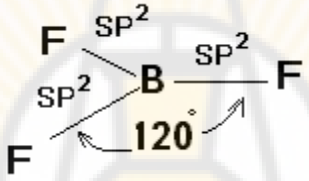
2) **التهجين SP^2:** مثال ثلاثيّ فلور البور BF_3

$_5B : 1S^2\ 2S^2\ 2P^2_x\ 2P^0_y\ 2P^0_z$
$_9F : 1S^2\ 2S^2\ 2P^2_x\ 2P^2_y\ 2P^1_z$

تتهيّج ذرة البور:

$*_5B : 1S^2\ 2S^1\ 2P^1_x\ 2P^1_y\ 2P^0_z$

فينتجُ ثلاثة مدارات هجينة SP^2 66% من P متماثلة بالطاقة بانتقال إلكترون من المدار 2S إلى المدار 2Py ثم يتشكّل فلور البور من ثلاثة روابط $2P^1_z$-$2SP^2_{xy}$ من ذرة بور وثلاث ذرات فلور ببنية مستوية وزاوية 120° بين الروابط.



الشكل(17): التهجين SP^2.

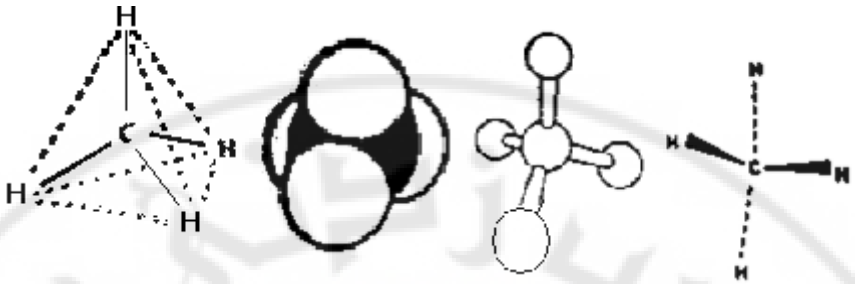
3) **التهجين SP^3:** مثال الميتان CH_4

$6C : 1S^2\ 2S^2\ 2P^1_x\ 2P^1_y\ 2P^o_z$
$1H : 1S^1$

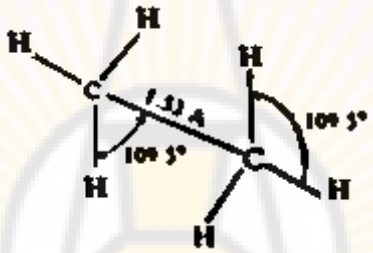
تتهيج ذرة الكربون :

$*_6C : 1S^2\ 2S^1\ 2P^1_x\ 2P^1_y\ 2P^1_z$

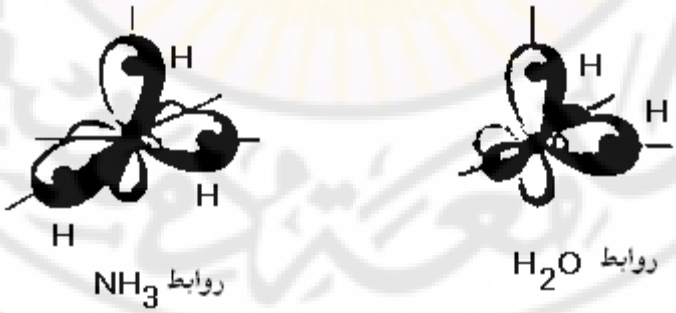
فينتج أربعة مدارات هجينة SP^3 متماثلة بالطاقة 25% 2S مع 75% 2P بانتقال إلكترون من 2S إلى $2P_z$ ثم يتشكّل الميتان من أربعة روابط σ من ذرة كربون وأربع ذرات هيدروجين ببنية فراغيّة رباعي وجوه منتظم وزاوية 109.5° بين الروابط.



الشكل(18): التهجين للميتان SP^3.



الشكل(19): التهجين للإيتان SP^3.



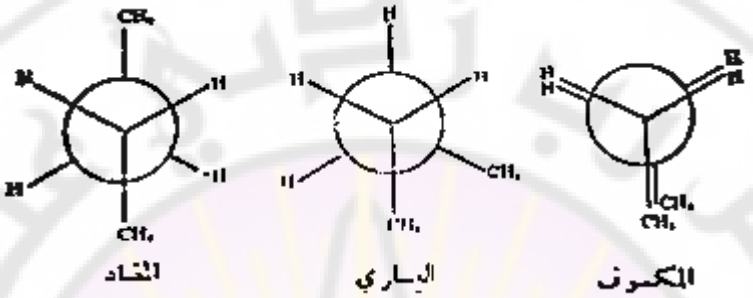
الشكل(20): روابط SP^3 في الماء والنشادر.

2-7- ما امتثالات نيومان في الفراغ في حالة نظامي البوتان؟

وما هو تماكب فيشر لمركّب غليسر ألدهيد؟ وما المزيج الراسيمي؟

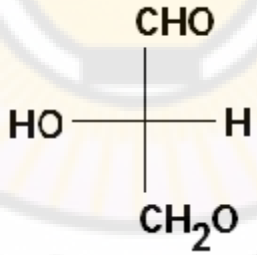
وما التركيب التشكيلي Cis و Trans ؟ وما امتثال الكرسي وامتثال القارب؟

إنَّ الدوران حول الرابطة البسيطة بين ذرّتي كربون مُتجاورتين ينتج عنه في الفراغ حسب نيومان الامتثالات الآتية:



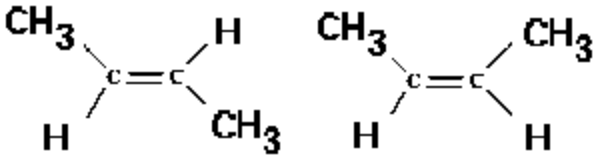
الشكل(21): امتثالات نيومان للبوتان.

يكونُ تماكبُ فيشر لمركّب غليسر ألدهيد تشكيلاً فراغيّاً فيه ذرة الكربون بوسط التقاطع ووجود عدم تناظر بالمركب؛ أيْ يوجد نشاط ضوئي يحرف الضوء نحو اليسار L- أو يحرف الضوء نحو اليمين D+ بينما المزيج الراسيمي هو وجود L– وD+ بنسبة متساوية فلا يحرف الضوء حسب المعادلة: $[\alpha]^{20}_{\text{أصفر}} = \alpha / 1 \times a$



الشكل(22): مركّب نشيط ضوئيّاً حسب فيشر.

وفيما يلي التركيب التشكيلي المفروق Cis (وضعية كرسي) و المقرون Trans (وضعية القارب):



الشكل(23): التركيب التشكيلي المفروق والمقرون.

2-8- قارن بين الحموض والأسس من وجهة نظر برونستد ولوري؟ لويس؟ أرينيوس؟

1) برونستد ولوري: الحمض هو المركّب القادر على منح بروتون.

الأساس هو المركّب القادر على ضمّ بروتون.

$$HC\ell + H_2O \longleftrightarrow H_3^+O + C\ell^-$$

حمض قوي أساس قوي حمض ضعيف أساس ضعيف

2) لويس: الحمض هو المركب القادر على ضمّ زوج إلكتروني.

الأساس هو المركب القادر على منح زوج إلكتروني.

$$BF_3 + :NH_3 \longleftrightarrow F_3B \leftarrow NH_3$$

مركّب يتشكّل برابطة تساندية

3) أرينيوس: يُعطي الحمض بانحلاله شوارد H^+ الهيدروجين الموجبة.

يُعطي الأساس بانحلاله شوارد OH^- الهيدروكسيل السالبة.

2-9- اشرح آليّة التفاعلات الغازيّة بتشكيل الجذور الحرّة (الانفكاك المتجانس)؟ وضّح ذلك من خلال تفاعل الكلور مع الميتان باستخدام رباعيّ إيتيل الرصاص؟ مسمياً كلّ مرحلة مع ذكر شروط التفاعل وكتابة تفاعل التصادم غير المجدي؟

يحدث الانفكاك المتجانس للرابطة المشتركة A-B في الطور الغازيّ تحت تأثير درجة حرارة مرتفعة: $A:B \xrightarrow{\Delta} A^{\cdot} + B^{\cdot}$

وينتج جذور حرّة وهي دقائق معتدلة، ونشطة، وغير مستقرة، وعمرها لحظي، وطاقتها مرتفعة، وتسعى دائماً إلى الاستقرار. مثال:

1) تفاعل البدء: $(CH_3CH_2)_4\,pb \xrightarrow{140^\circ} 4CH_3CH_2^{\cdot} + pb$

$CH_3CH_2^{\cdot} + C\ell_2 \longrightarrow CH_3CH_2C\ell + C\ell^{\cdot}$

2) تفاعل النمو: $C\ell^{\cdot} + CH_4 \longrightarrow {}^{\cdot}CH_3 + C\ell^{\cdot}$

${}^{\cdot}CH_3 + C\ell_2 \longrightarrow CH_3C\ell + C\ell^{\cdot}$

3) تفاعل الانقطاع أو الانتهاء:

$$C\ell^{\cdot} + C\ell^{\cdot} \longrightarrow C\ell_2$$
$$^{\cdot}CH_3 + {}^{\cdot}CH_3 \longrightarrow CH_3\text{-}CH_3$$
$$^{\cdot}CH_3 + C\ell^{\cdot} \longrightarrow CH_3C\ell$$

4) تفاعلات التصادم غير المجدية:

$$^{*}C\ell^{\cdot} + C\ell_2 \longrightarrow {}^{*}C\ell_2 + C\ell^{\cdot}$$
$$^{*}CH_3^{\cdot} + CH_4 \longrightarrow {}^{\cdot}CH_4 + {}^{\cdot}CH_3$$

2-10- اشرح آليّة التفاعلات في المحاليل الأيونيّة (الانفكاك اللّامتجانس)؟ وضّح ذلك بتفكّك محلول فلور الهيدروجين؟

يجري الانفكاك اللّامتجانس للرابطة المشتركة A-B في المحاليل الأيونيّة تحت تأثير درجة الحرارة:

$$A\text{-}B \xrightarrow{\Delta} B^{-}: + A^{+}$$

وينتج أنيونات ذات شحنة سالبة بضمّ إلكترون للعنصر الأكثر كهرسلبية وكاتيونات ذات شحنة موجبة بتخلّيها عن إلكترون وتكون هذه الأيونات نشطة وفعّالة وتجذب نحوها الشحنة المعاكسة لها. مثال تفكّك الرابطة المشتركة القطبيّة بمركب فلور الهيدروجين:

$$HF \xrightarrow{\Delta} H^{+} + F^{-}$$

الذي يعطي أنيونات الفلور ذات شحنة سالبة وكاتيونات الهيدروجين ذات شحنة موجبة النشطة والفعّالة.

2-11- ما تأثير طاقة التنشيط المنخفضة أو المرتفعة في الحالة الانتقاليّة من خلال العلاقة بين الطاقة الكامنة وسير التفاعل: $AB + C \longrightarrow A + BC$

طاقة التنشيط هي الطاقة التي يجب إكسابها لعدد آفوكادرو من الجزيئات (لمول واحد من المادة المتفاعلة) حتّى تصبح جميع الجزيئات نشيطة، وتقدّر بالكيلوجول/مول أو كيلوحريرة/مول. (إذا كانت طاقة التنشيط أكبر من 10 حرّة فيعدّ التفاعل بطيء نسبيّاً).

1) طاقة التنشيط المنخفضة:

. الوصول إلى الحالة الانتقاليّة وصولاً مبكّراً.

. المواد بالحالة الانتقاليّة أقرب بصيغها وتركيبها إلى المواد الداخلة في التفاعل.

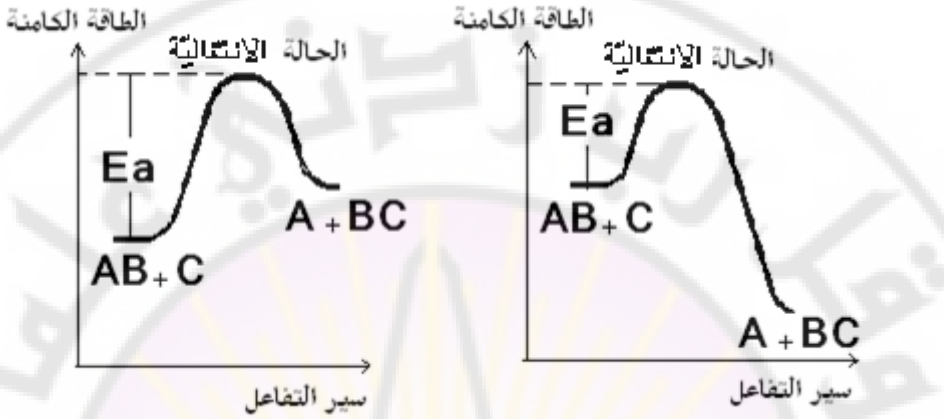
. التفاعل أسهل.

2) طاقة التنشيط المرتفعة:

. الوصول إلى الحالة الانتقاليّة وصولاً متأخّراً.

. المواد بالحالة الانتقالية أقرب بصيغها وتركيبها إلى المواد الناتجة من التفاعل.

. التفاعل أصعب.



الشكل(24): سير التفاعل عند طاقة التنشيط المرتفة والمنخفضة.

2-12- فسّر اختلاف فعاليّة الهالوجينات F_2 , Cl_2 , Br_2 , I_2 بتفاعلها مع الميتان CH_4 بالاعتماد على طاقة التنشيط؟

تزداد طاقة التنشيط بدءاً من الفلور إلى اليود وفق التسلسل اللآتي: $I_2 < Br_2 < Cl_2 < F_2$

وبازدياد طاقة التنشيط اللّازمة لحدوث التصادم المجدي يصبح التفاعل أصعب فيكون تفاعل الفلور مع الميتان عنيفاً جداً ومن الصعب التحكّم به نظريّاً للانخفاض الكبير لطاقة التنشيط اللّازمة لهذا التفاعل.

تفاعل الكلور مع الميتان سهل وسريع نسبيّاً وأبطأ من تفاعل الفلورة التي تكون طاقة تنشيطها منخفضة نسبيّاً.

تفاعل البروم مع الميتان صعب بطيء وأبطأ من تفاعل الكلورة وتكون طاقة التنشيط مرتفعة نسبيّاً.

لا يتفاعل اليود مع الميتان نظراً للارتفاع الكبير لطاقة التنشيط؛ لأنّ جذور اليود المتشكّلة سرعان ما تشكّل جزيء اليود من جديد ولا تحقّق التصادم المجدي اللازم لحدوث التفاعل.

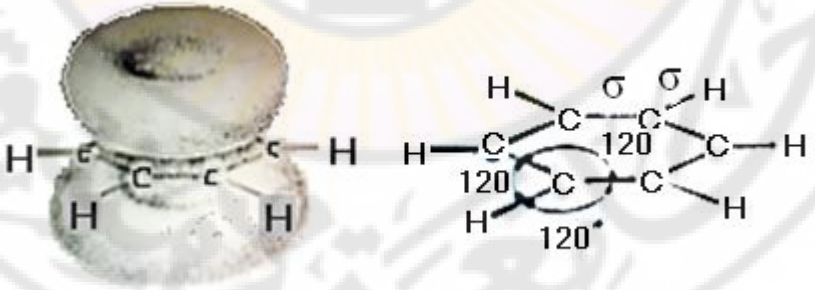
2-13- ما قاعدة ماركونيكوف في تفاعلات الإضافة أو الضم؟

تتّحد الذرة السالبة مع الكربون الذي يتّصل بأقلِّ عدد من ذرات الهيدروجين أو مع ذرة الكربون القريبة من حلقة البنزن.

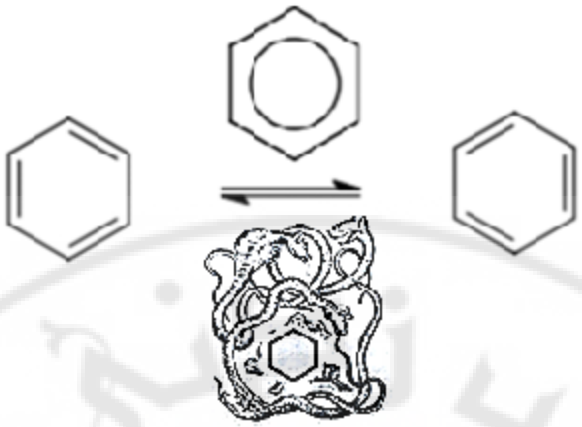
2-14- عدّد ميزات الحلقة البنزينيّة العطريّة؟ وهل يُعَدُّ البنزن مركّباً عطريّاً؟ أو مركّباً غير مشبع؟ ما صيغ كيكوليه؟ عرّف الطنين؟

1) وجود أكثر من صيغة طنينيّة عند انتقال الإلكترونات في الحلقة. وكلّما تعدّدت الأشكال الطنينيّة التي يمكن كتابتها لأيِّ مركب كانَ المركب أكثر ثباتاً وأسهل تشكّلاً.
2) تقوم بتفاعلات استبدال إلكترفيلي.
3) توجه الزمرة المتّصلة بالحلقة البنزينيّة نشطة أو خاملة دخول زمر ثانية إلى مواقع أورتو أو بارا أو ميتا.
4) تمتاز الهالوجينات المتّصلة بالحلقة العطريّة بعدم فعاليّتها.
5) يمتاز الفينول والمركبات العطريّة الحاوية على زمرة هيدروكسيليّة بالحموضة.
6) الحموض العطريّة الكربوكسيليّة أكثر حموضة من الحموض غير العطريّة.

الطنين: غمامةٌ إلكترونيّة من روابط π أعلى وأسفل الحلقة المكوّنة من روابط σ بزوايا تبلغ 120° حسب الشكل(25). ويُعَدُ البنزن مركّباً عطريّاً من أبسط المركّبات الأروماتيّة سداسي منتظم الذي تتبادل فيه الروابط المفردة والمزدوجة، ولا يعَدُ مركّباً غير مشبع حسب صيغ كيكوليه؛ حيث عبّر عن الطنين بشبه دائرة متقطعة بين الروابط الجزيئية المتكوّنة بسبب إلكترونات π اللامتركزة. الشكل(26):

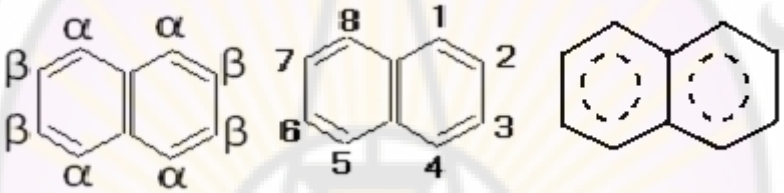


الشكل(25): روابط σ والزوايا وغمامة روابط π في البنزن.



الشكل(26): البنية الحركيّة للبنزن لكيكوليه المشبّه كالتواء الثعابين.

كما أنّ مركب النفتالين المؤلف من حلقتين عطريّتين له خاصيّة طنينيّة وتُسمّى مواقع دخول النمر على الحلقة كما يلي:



الشكل(27): البنية الطنينيّة للنفتالين وتسميات المواقع.

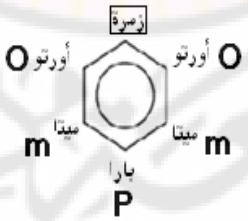
2-15- ما قواعدُ توجيه موضع دخول أيّ زمرة إلى الحلقة البنزينية؟

هنالك زمر توجّه الدخول إلى موضعي الأورتو والبارا في الحلقة مثال:

$-OH$, $-Br$, $-I$, $-C\ell$, $-CH_3$, $-CH_2COOH$, $-OCH_3$, $-NH_2$

وهنالك زمرتوجّه إلى موضع ميتا في الحلقة مثال:

$-COOH$, $-SO_3H$, $-CHO$, $-NH_3^+$, $-NO_2$, $-CN$



الشكل(25): مواقع O , m , P على الحلقة البنزينيّة.

في حال وجود زمرة على الحلقة البنزينيّة فتكون هي الموجّه الرئيس في دخول زمرة ثانية على الحلقة وفي حال دخول زمرة ثالثة فتتوجّه إلى موقع شاغر في الحلقة على زمرتين متشابهتين وفي حال وجود زمرتين مختلفتين فتدخل الزمرة الثالثة إلى موقعٍ بتأثيرٍ توجيهيٍّ أكبر أي في حالة بارا ميتيل الفينول فتدخل زمرة نترو إلى موقع الأورتو بالنسبة لزمرة الهيدروكسيل التي تتمتع بتأثير توجيهي أكبر من تأثير زمرة الميتيل.

وتُعَدُّ أيُّ زمرة منشطةً إذا أدّت إلى ازدياد فعاليّة الحلقة البنزينيّة، بينما تُعَدُّ الزمرة مخملةً إذا أدّى وجودها إلى تخميل الحلقة.

إنّ البنزن أكثر فعاليّة من كلور البنزن ونترو البنزن، والتولوين والأنيلين أكثر فعالية من البنزن. وأغلب الزمر الموجّهة نحو مواقع الأورتو والبارا منشطة للحلقة البنزينيّة، وأغلب الزمر الموجّهة نحو مواقع الميتا مخملة للحلقة البنزينيّة. وتشذُّ عن ذلك ذرات الهالوجين بكونها مخملة وتوجّه إلى مواقع الأورتو والبارا في الوقت نفسه.

2-16- ما آليّةُ التفاعل SN_1 و SN_2؟

SN_1 هي تفاعل استبدال نيوكلوفيلي أحادي الجزيء ويحدث فيه إعاقة فراغيّة وبطء بالتفاعل وتتعلّق سرعة التفاعل بعامل وحيد هو التركيز مثال:

$$(CH_3)_3\text{-}C\text{-}Br + OH^- \rightarrow (CH_3)_3\text{-}C\text{-}OH + Br^-$$

أمّا SN_2 فهو تفاعل استبدال نيوكلوفيلي ثنائي الجزيء لا يحدث فيه إعاقة فراغيّة عند التفاعل مع كربونٍ أوليٍّ أو أحاديّ الهالوجين أي يُشبَّه بعجلة يحدث التفاعل بالاتجاهين ويحدث عند زيادة تركيز كاشف محب للنوى مثال:

$$CH_3Br + OH^- \rightarrow (HOCH_3\text{-}Br) \rightarrow HOCH_3 + Br^-$$

ويتوجّه التفاعل SN_1 و SN_2 حسب مايلي:

$$RX = CH_3X < \text{أولي} < \text{ثانوي} < \text{ثالثي}$$

(SN_2 ← ، → SN_1)

وقل رب زدني علما
جامعة دمشق
Damascus University

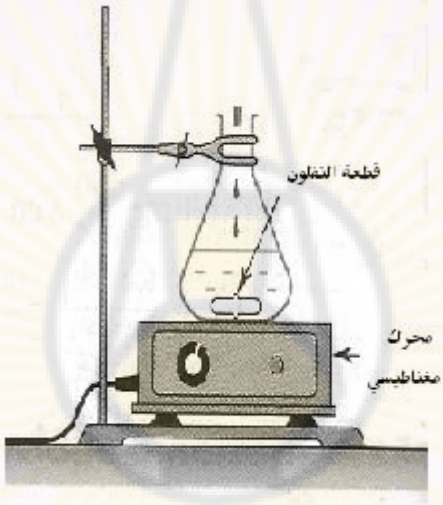
الفصل الثاني

العمليّات الأساسيّة في مختبر الكيمياء العضويّة

1- قواعد الأمان في مختبر الكيمياء العضويّة:

أولاً: التحريك:

لكي يتمّ المزج مزجاً جيِّداً يستعمل قضيب تحريك زجاجيّ أو مصنوع من مادة التفلون (متعدّد فلور الايتيلين)، وهي مادة لدنة عاطلة وعازلة كهربائيّاً. ويمكن أن يمزج بنقل محتوى السائل من أنبوب لآخر، أو قد يستعمل خلاط كهربائي، أو جهاز التحريك المغناطيسيّ إذ تُوضع قطعة مغناطيسية صغيرة مغلّفة بالتفلون ضمن السائل المراد تحريكه ويتحرّك السائل ويسخن لدرجة الحرارة المطلوبة بواسطة وشيعة الجهاز.

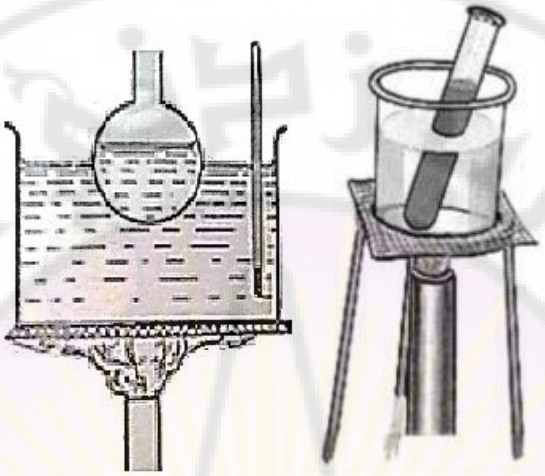


الشكل(26): محرّك مغناطيسيّ.

ثانياً: التسخين:

تجري أغلب عمليات تسخين المواد العضويّة في أنابيب الاختبار بصورة غير مباشرة على لهب النار، ولتخفيض درجة حرارة التسخين يكفي تخفيض شدّة الغاز المنطلق باستعمال لولب التحكّم. يُفضل تسخين أنابيب الاختبار على حمّام مائيّ أو زيتيّ غير مباشر كي لا ترتفع درجة حرارة السائل بسرعة وتؤدّي إلى قذف محتويات السائل خارج أنبوب الاختبار وضياع

محتويات السائل وتناثرها. يجب ألاَّ تتجاوز درجة الحمّام المائيّ عند تقطير الإيتر الدرجة 60˚ ويضبط ذلك بوضع ميزان حرارة في الماء. وإن أمكن فيمكن وضع منظمات غليان كرات زجاجيّة مثقوبة على سبيل المثال تخرج منها فقاعات هوائيّة تقوم بدور تنظيم درجة الغليان.



الشكل(27): حمّام مائيّ.

الشكل(28): سخّان كهربائيّ.

ثالثاً: التبريد:

يجري التبريد بصبِّ الماء على الجوانب الخارجية لأنبوب الاختبار الساخن أو باستعمال الثلج أو يمكن التبريد لدرجة حرارة أخفض من الصفر المئويّ باستعمال مزيج من ملح الطعام ومجروش الثلج (حيث أنّ 1 غرام من ملح الطعام مع 3 غرام من الجليد تُخفض درجة الحرارة بين $5^{\circ}C$ إلى $18^{\circ}C$). كما أنّ 5 غرام من كلور الكالسيوم البلوري مع 4 غرام من الجليد تُخفض درجة الغليان حتى $50^{\circ}C$. إنّ استعمال ثاني أكسيد الكربون الصلب مع إيتر الايتيلي أو الكلوروفورم أو الأسيتون يُعطي درجة تبلغ $77^{\circ}C$ لأنّه يتحوّل مباشرة إلى بخار. كما أنَّ تبريد الأبخرة يتمُّ بتكثيفها باستعمال مبرّدات زجاجيّة مبطنة بامرار ماء الصنبور ولها أنواع منها المستقيم (حسب ليبينغ) أو مُكثّف على شكل كرات أو مكثّف حلزونيّ (حسب غراهام).

رابعا: الانحلال:

المذيب يحل شبيهه ويُعَدُّ الأسيتون والبنزن من أهمّ المذيبات العضويّة قدرةً على إذابة المركّبات العضويّة كالفحوم الهيدروجينيّة ومشتقّاتها المهلجنة والأستيرات والإيتيرات العطريّة والسيتونات، يأتي بعدها الانحلال في الأغوال ثم في إيتر البترول. إنّ الحموض الكربوكسيليّة أكثر ذوباناً في حمض الخل أو خلات الإيتيل وأقلّ ذوباناً في البنزن منها في الغول الإيتيلي أو الغول الميتيلي بينما تعدُّ صعبة الانحلال في إيتر البترول.

تجري عمليّة الإذابة عادة بوزن 0.1 غرام من المادة الصلبة المسحوقة أو حجم 0.2 ميليلتر من المادة السائلة وحجم 3 ميليلتر من المذيب ووضعها في أنبوب اختبار سعته 15 ميليلتر ثم التحريك الجيد ثم تسجّل القدرة على الذوبان بالبارد أو على الساخن.

ويمكن تصنيف المركبات العضويّة إلى سبع فئات كما يأتي:

1) مركّبات ذوّابة في الإيتر والماء.
2) مركّبات ذوّابة في الماء والغير ذوابة في الإيتر.
3) مركّبات ذوّابة في هيدروكسيد الصوديوم الممدّد وغير ذوّابة في الماء.
4) مركّبات ذوّابة في حمض كلور الماء الممدّد وغير ذوّابة في الماء.
5) مركّبات تحتوي على الكربون والهيدروجين والاكسجين الذوّابة في حمض الكبريت المركّز.
6) مركّبات لا تحتوي على الآزوت والكبريت ولا تذوب في حمض الكبريت المركّز.
7) مركّبات عضويّة تحتوي على الآزوت والكبريت وتذوب في حمض الكبريت المركّز إضافةً عن المركّبات التي لم يرد ذكرها في الفئات من 1 إلى 4.

خامساً: التجفيف:

نتخلّص من الرطوبة المتبقية في المركّبات العضويّة بالطرائق الآتية:

1) تجفيف هوائيّ للمركَّب على ورق الترشيح، يوضع فوقه قمع مقلوب لمنع الغبار من الاختلاط بالناتج ثم يضغط بين ورقتي ترشيح أو أكثر.
2) رفع درجة حرارة المركب بالتسخين الكهربائيّ في جهاز التقطير المرتد.
3) يوضع بالمجفف الزجاجيّ مزود بعامل تجفيف.
4) يستعمل عوامل تجفيف تقارن فعاليتها بدرجة الحرارة والضغط ويمكن أن تستعاد وتستعمل خاصّة عند تشكّل المزيج الإيزوتروبي. يستعمل ملح لاعضوي مشكلاً طبقة مائيّة يمكن أن تفصل. و يبيِّنُ الجدول(2) يبين عوامل التجفيف المستعملة مع المركّبات العضويّة:

الجدول(2): عوامل تجفيف المركّبات العضويّة.

عامل التجفيف	اسم المركب	عامل التجفيف	اسم المركب
Na_2SO_4 $MgSO_4$ $CaSO_4$	الألدهيدات	K_2SO_4 $MgSO_4$ $CaSO_4$ CaO	الأغوال
Na_2SO_4 $MgSO_4$ $CaSO_4$ K_2CO_3	الكيتونات	$CaC\ell_2$ Na_2SO_4 $MgSO_4$ $CaSO_4$ P_2O_5	المشتقّات الهالوجينيّة الفحوم الهيدروجينيّة المفتوحة والأروماتيّه
$NaOH$ KOH CaO BaO	الأمينات	$CaC\ell_2$ $CaSO_4$ Na P_2O_5	الفحوم المشبعة والأروماتيّه

يستطيع كلور الكالسيوم أن يمتصَّ ببطء 6 جزيئات من الماء. تمتصُّ كبريتات الصوديوم 10 جزيئات من الماء وتُستعمل لتجفيف الألدهيدات والسيترات والحموض العضويّة والفحوم الهيدروجينيّة المفتوحة والأروماتيّه. تُستعمل كبريتات المغنيزيوم عامِلاً مجفّفاً لأغلب المركبات العضوية. تُعَدُّ كربونات البوتاسيوم بطيئةَ الفعل وتُستعمل لتجفيف السترات والسيتونات. يُستعمل أكسيد الكالسيوم لتجفيف الأغوال منخفضة الوزن الجزيئي غير أنَّ قلويته العالية تحول دون استعماله من المركبات الحمضيّة والاستيرات.

يمتصُّ أكسيد الألمنيوم 15–20% من وزنه من الماء ويُعاد تنشيطه بدرجة حرارة 175 °C لمدة سبع ساعات. يمتصّ كبريتات الكالسيوم 6.6% من وزنه من الماء ويُستعمل لتجفيف أغلب المركبات العضوية. يعدّ اكسيد الفوسفور مجففاً قوياً. ويُستعمل حمض الكبريت لتجفيف البروم لأنّه لا يمتزج معه.

الشكل(29): مجفّف زجاجيّ.

سادساً: الفصل:

يتطلب فصل المركبات العضوية استعمال إحدى الطرائق الآتية:

1- فصل جسم صلب عن جسم سائل :

نلجأ إذا لم ينفصل الجسم الصلب عن الجسم السائل بفاصل واضح إلى عمليّة التثفيل للفصل فصلاً سريعاً باستعمال المثفلة (تعتمد على تحريك السائل بحركة دورانيّة سريعة تؤدّي إلى تجمع الجسم الصلب بالأسفل بالطرد بالقوّة النابذة) بجهاز يحتوي حوامل عِدّة لأنابيب اختبار تُوضع وضعاً متوازناً.

ويُفصل السائل عن الصلب كما يأتي:

1-1- بالسحب بأنبوب زجاجي إذا كانت كميّة السائل قليلة بالأعلى.

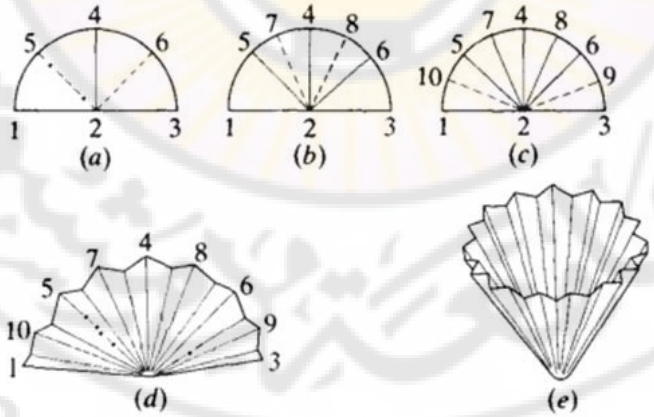
1-2- بعمليّة الإبانة:

وتكون بنقل السائل العائم بإمالة الأنبوب وسكب السائل إلى أنبوب آخر أو إلى وعاء يمكن أن يحفظ إذا كان السائل مفيداً وهو المطلوب أو يحفظ لتفاعل أو لاستعمال لاحق.

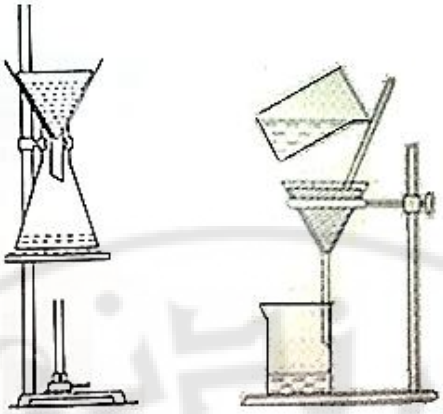
الشكل(30): جهاز المثفلة.

1-3- بالترشيح :

وتتمُّ بصبّ المزيج فوق ورقة ترشيح (مصنوعة من السللوز محدّدة عدد الثقوب ومطويّة طيّاً جيِّداً وموضوعة بقمع زجاجيّ يحجز الجسم الصلب ويسمح بمرور السائل). ويمكننا الحصولُ بحسب الحاجة على الجسم الصلب من جهة والسائل من جهة أخرى. كما ويمكن استعمال الصوف الزجاجيّ بدلاً من ورقة الترشيح. ويمكن إجراء الترشيح على الساخن بعمليّة البلورة ويُفضّل ألا يملأ السائل المراد ترشيحه أكثر من ثلثي حجم القمع.



الشكل(31): طيّ ورقة الترشيح.



الشكل(32): الترشيح العادي والترشيح على الساخن.

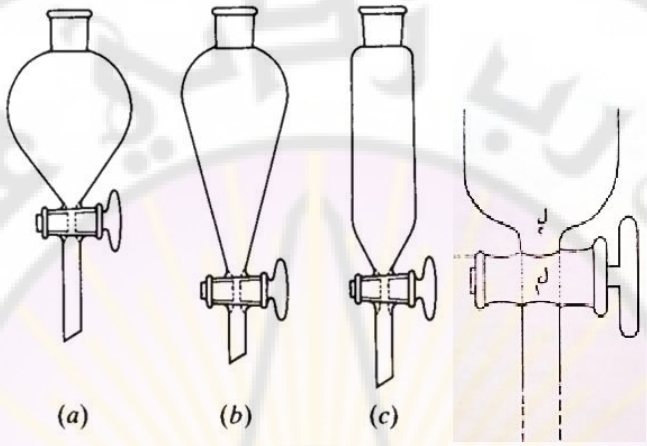
يمكن تسريع إجراء الترشيح تحت الفراغ باستعمال مضخّة تفريغ كهربائيّة أو باستعمال مضخة مائيّة تسمحُ بالحصول على بلورات غير مشوّهة مع إمكانيّة ترشيح كميّات حجميّة كبيرة من السائل. تكون المضخّة موصولةً بأنبوب بلاستيكيٍّ إلى أرلينة الترشيح (الكيتاساتو) الموصولة بمضخة مائيّة لإحداث فراغ جزئيٍّ يساعد على سرعة ترشيح الجسم الصلب. يوضع على قمع بوخنر البورسلانيّ ورقة ترشيح يصبّ فوقها السائل المراد فصله عن الجسم الصلب والتخلّص بأكبر كميّة ممكنة من السائل المختزنة داخله، ويُغسل الجسم الصلب فوق ورقة الترشيح مرات عديدة.

الشكل(33): الترشيح تحت الفراغ باستعمال المضخة المائيّة.

2- فصل جسمين سائلين:

2-1- فصل جسمين سائلين غير قابلين للامتزاج:

يجري فصل سائلين غير قابلين للامتزاج بواسطة قمع فصلٍ إسطوانيّ أو كرويّ أو مغزليّ الشكل.



الشكل(34):أشكال قمع الفصل.

تجري بصبّ السائل المراد فصله في قمع الفصل وبعد تركه مدة زمنية ليرقد وينفصل إلى طبقتين، يجمع السائل الأسفل الأعلى كثافة من الصنبور في وعاء، أمّا السائل العلويّ الأقلّ كثافة فيجمع في وعاء آخر.

عندما تكون كثافة الطبقتين متقاربة أو عند حصول حادثة الاستحلاب، نضع ملحاً منحلاً لإبطال الاستحلاب فتنفصل الطبقة الملحيّة إلى الأسفل بسبب ارتفاع كثافتها ويتنضد السائلان بحسب كثافة كلٍّ منهما. ويجب الانتباه برفع سدادة قمع الفصل قبل سحب السائل لئلاّ يسدّ هبوط السائل بسبب انخفاض الضغط أو دخول فقاعات هوائيّة من خلال الصنبور عند سيلان السائل فتصعد من خلال السائل فتسبب مزج السائلين من جديد وتُعيق عمليّة الفصل.

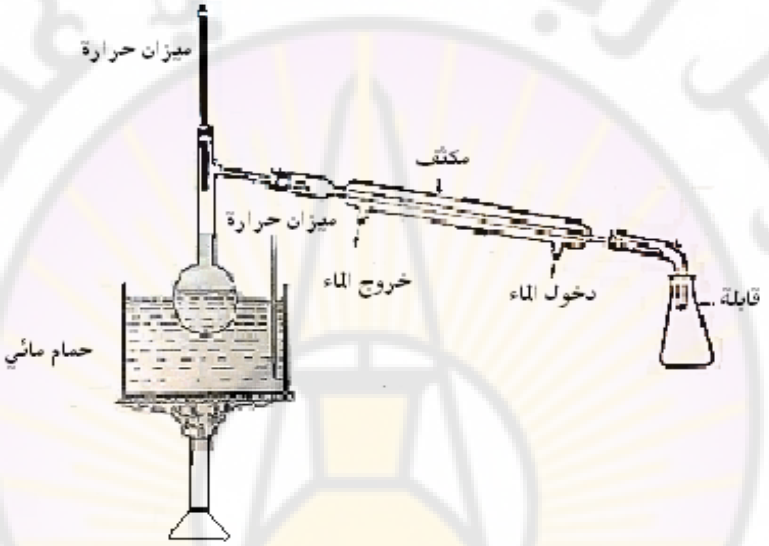
ويُستعمل قمع الفصل أيضاً لاستخلاص المادة السائلة بمُحلٍّ كاستخلاصِ اليود من الوسط المائيّ إلى وسط المذيب فتتشكّل طبقتان يُمكِنُ فصلهما.

2-2- فصل جسمين سائلين قابلين للامتزاج:

أ) التقطير المجزّأ:

يُستعمل جهاز التقطير حسب الشكل(35) المؤلّف من دورق التقطير وميزان حرارة ومكثف والقابلة مع استعمال التسخين بحمام مائيّ أو سخان كهربائيّ.

وتبدأُ عمليّة التقطير بتبخير وتكثيف السائل المنخفض بدرجة غليان ثابتة وتجميعه بوعاءٍ منفصل أولاً ثمّ يتقطر السائل الثاني بدرجة أخرى من الحرارة ويتمُّ الفصل للسائلين بدرجات مختلفة وأن لا يشكّلان مزيجاً إيزوتروبيّاً (مثل مزيج الغول والماء اللّذان يشكّلان مزيجاً بدرجة غليان ثابتة).



الشكل(35): جهاز التقطير.

يُستعمل المكثف المائيُّ عندما تكون درجة غليان المركّب المتقطّر دون 150 °C. ويُستبدل المبرد المائيّ بهوائيّ إذا كان السائل يغلي بدرجة غليان أكثر من 150 °C ولا حاجة للمكثف إذا كان السائل يغلي بدرجة أعلى من 200 °C ويجمع الناتج مباشرة.

يجب الانتباه إلى إحكام جهاز التقطير ومنع تسريب وتطاير الأبخرة وإضافة منظمات الغليان بإضافة قطع خزفيّة فخاريّة.

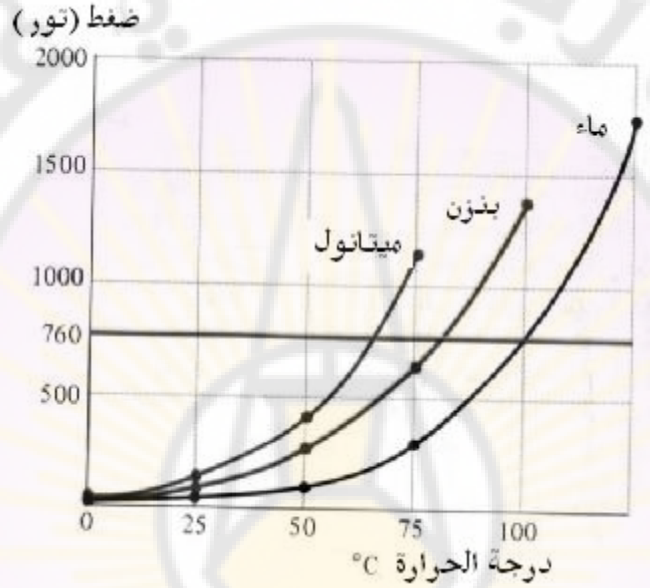
فالتقطير المجزَّأُ: تقطيرُ مزيجٍ من المذيبات العضويّة تتفاوت بدرجة غليانها وتجمع على شكل أجزاء، كلّ جزء يوافق درجة غليان محدّدة.

وتجمع القطارة في وعاء طالما أنّ درجة الحرارة ثابتة وما إنْ تبدأ بالارتفاع حتى يبدل الوعاء بوعاء آخر وعندما تثبت درجة الحرارة من جديد نضع وعاءً ثالثاً. فالوعاء الأعلى يحتوي المادة النقية الأولى والثاني خليط من المادتين ويحتوي الثالث المادة الثانية نقية.

قياس درجة الغليان:

درجة الغليان هي درجة الحرارة التي يتساوى فيها ضغط بخار السائل مع الضغط الخارجيّ المطبّق عليه، بشرط أن تغلي المادة النقية في حدود ˚C 1 إلى ˚C 2.

مثال: تبلغ درجة غليان الماء ˚C 100 عندما يكون الضغط الخارجيّ المُطبّق 760 مم زئبقي، وتصبح درجة الغليان ˚C 10 إذا أصبح الضغط 9.2 مم زئبقي.



الشكل(36):علاقة الضغط بدرجة الحرارة.

يجب أن يكون مستودع الزئبق في ميزان الحرارة أسفل جوار الفتحة الجانبيّة للمكثف.

يصل ضغط المضخّة المائيّة إلى 10 مم زئبقي، بينما يصل الضغط بالمضخّة الكهربائيّة المُستَعملة إلى أقل من 1 مم زئبقي.

إنّ درجات غليان المواد العضويّة أخفض من المواد اللاّعضويّة لأنَّ غليان المواد اللاّعضويّة يؤدي إلى عمليّة نزع الشوارد وهذا يحتاج إلى طاقة كبيرة، بينما غليان المواد العضويّة المكوّن من قوى ربط بين الجزيئات من ثنائيّات الأقطاب أو قوى فاندرفالس وهذا يحتاج إلى طاقة أقل. ويُبيِّنُ الجدول(3) فيما يلي درجات غليان بعض المركّبات العضويّة.

الجدول(3): درجات غليان بعض المركّبات العضويّة بالدرجة المئويّة تحت الضغط 760 مم زئبقي.

المركّب العضويّ	درجة الغليان	المركّب العضويّ	درجة الغليان
الإيتر	34.6°	الإيتانول	78.1°
الأسيتون	56.1°	البنزن	80.2°
الكلوروفورم	61.3°	حمض الخل	118.1°
خلاّت الإيتيل	77.2°	الأنيلين	184.5°
الميتانول	64.7°	نيترو البنزن	210.9°

ب) التقطيرُ المرتَّد:

تجري عمليَّة التقطير المرتد بتسخين السائل قرب درجة غليان السائل تحت الضغط الجويّ لفترة طويلة لكي لا يحدث خسارة بالسائل، كما هو موضح بالشكل(37) بالحفاظ على الأبخرة بتكثيفها في المبرّد فترتدّ إلى دورق التقطير ويضبط لهب التسخين، حيث يقطر قطرةً قطرة في درجة حرارة ثابتة.

الشكل(37): جهاز التقطير المرتد.

ج) التقطير بالمبخّر الدوّار تحت الفراغ:

يستعمل **المبخّر الدوّار** وهو جهاز يتمتّع بإمكانيّة التحكّم بالضغط وبدرجة الغليان المطلوبة بدقّة، ولا يقومُ بتخريب العينات الحسّاسة للحرارة، ويتميّز أيضاً بالأمان وعدم انطلاق الأبخرة مع إمكانيّة استرجاعِ السوائل والاحتفاظِ بها. ويُستعمل جهاز المبخّر الدوّار للمواد سريعة التحلُّل التي تغلي في درجات حرارة مرتفعة حيث يمكن خفض درجة الغليان عن طريق خفض الضغط، أي بتطبيق قانون غاي لوساك.

الشكل(38): المبخّر الدوّار.

سابعاً: الاستخلاص:

يعتمد مبدأ الاستخلاص على استعمال مذيب عاطل كيميائيّاً يذيب إحدى المواد المراد فصلها ولا يذيب المواد الأخرى.

يجب بعملية الاستخلاص التقيّد بالمبادئ الآتية:

1) يجب تكرار عمليّة الاستخلاص للحصول على أعلى مردود من الاستخلاص.
2) يجب مزج الطورين مزجاً جيّداً ثم يترك المزيج ليرقد حتى الحصول على طبقتين مفصولتين فصلاً واضحاً.

3) يمكنُ إضافةُ ملح الطعام لإزالة المستحلب المتشكّل في حالةِ تشكُّلِ مستحلب بينَ طبقة الطورين.

4) أن يكون عامل توزع المذيب المستخلص بين السائلين القابلين للامتزاج مناسباً. ويحسب كما يلي: $$K = \frac{Q1/V}{Q-Q1/V1} = \frac{\text{تركيز السائل الأول في المذيب الأول}}{\text{تركيز السائل الأول في المذيب الثاني}}$$

حيث أنَّ: K عامل التوزع.

Q وزن السائل الأول المراد استخلاصه.

V حجم المذيب الأول الموجود فيه المادة المراد استخلاصها.

Q_1 وزن السائل الأول الباقي بعد الاستخلاص في المذيب الأول.

V_1 حجم المذيب الثاني المستخلص.

$Q - Q_1$ وزن السائل الأول المُستخلص في المذيب الثاني المستخلص.

ويمكن استنتاج وزن السائل الأوّل المُستخلص الباقي في المذيب الأول:

$$Q1 = Q \ . \ \frac{K\,V}{K\,V + V1}$$

ويتكّرر الاستخلاص مرّةً ثانية بحجم V الذي يبلغ تركيزه $Q1 / V$ بحجم جديد $V1$ فسيبقى $Q2$ في المادة في المذيب الأول وينتقل $Q1 - Q2$ إلى المذيب الثاني ويساوي عامل التوزع عنها:

$$K = \frac{Q2 - Q1}{V1} + \frac{Q2}{V}$$

ويبقى وزن السائل الأوّل في المذيب الأول مساوياً:

$$Q1 = Q \left(\frac{KV}{K\,V+V1}\right)^2$$

ويتكّرر الاستخلاص N مرّةً وتصبح كميّة السائل الأوّل في المذيب الأول مساويةً:

$$Q\,N = Q \left(\frac{KV}{K\,V+V1}\right)^N$$

تطبيق:

تمَّ استخلاص 0.5 غرام من اليود المُنحل في 50 ميليلتر من الماء بواسطة 50 ميليلتر من رباعي كلور الكربون فإذا علمت أنّ K= 1/10 المطلوب:

1- احسب عدد الغرامات الباقية من اليود عند استخلاص اليود مرَّةً واحدة ب 50 مل من رباعي كلور الكربون.

2- احسب عدد الغرامات الباقية من اليود عند استخلاص اليود مرّتين كلّ مرّة ب 25 مل من رباعيّ كلور الكربون.

الحل:

عند تطبيق قانون الاستخلاص نجد:

$$Q1 = 0.5\left(\frac{1/50}{1/50+50}\right) = 2\,x10^{-4}\,g$$

أي 0.2 مغ ما يبقى من اليود في المحلول المائيّ بدون استخلاص بعد عمليّة استخلاص لمرّة واحدة بمحلول 50 مل من رباعي كلور الكربون.

$$Q2 = 0.5\left(\frac{1/50}{1/50+25}\right)^{2} = 3\,x10^{-7}g$$

أي $3x10^{-7}\ g$ يبقى من اليود في المحلول المائيّ بدون استخلاص بعد إجراء الاستخلاص مرّتين كلّ مرّة بمحلول 25 مل من رباعي كلور الكربون.

1) استخلاص مادّة صلبة من مادّة صلبة:

أ- الاستخلاص بالنقع على البارد:

تنقع المادة المراد استخلاص المادة منها بإضافة المذيب المستخلص عدّة ساعات ثم تفصل المادة الفعّالة بالترشيح ثمّ بالتقطير. مثال: فصل β-النفتول بمحلول هيدروكسيد الصوديوم. وفصل مادة الكافئين الموجودة بأوراق الشاي.

2) الاستخلاص على الساخن (طريقة سوكسليه)

يُستعمل جهاز الاستخلاص سوكسليه باستخلاصٍ مستمرٍّ بمذيب على الساخن. يتألّف جهاز الاستخلاص من ثلاثة أقسام:

أ- دورق الاستخلاص يملأ ثلثيه بمذيب الاستخلاص مع الانتباه لوضع منظّمات الغليان ويُفضّل وضعه على سخّان كهربائيّ أو حمّام مائيّ أو رمليّ أو زيتيّ.

ب- القسم الأوسط: يسمح باسقبال قطرات المذيب المتكثفة والساخنة؛ حيث تُوضع فيه المادّة المراد استخلاصها بخرطوشة سللوزيّة مساميّة تسقط عليها قطرات المذيب الساخنة وتسمح بمرور السائل الحامل للمادة المستخلصة ولا تسمح بمرور مواد صلبة والموصول بأنبوب جانبيّ معقوف يسمح بعودة المذيب إلى دورق الاستخلاص عند امتلائِهِ.

ج- القسم الثالث: ويتألّف من المكثّف الشاقوليّ ويمرُّ ضمن بطانته من الأسفل ماء الصنبور ويخرج من الفتحة العلويّة.

الشكل(39): جهاز الاستخلاص سوكسليه.

تبدأُ عمليّةُ الاستخلاص بتحوّل المذيب السائل إلى بخار يصعد إلى المكّثف من خلال الفتحة الجانبيّة ويسقط بالتكثيف نقياً ساخناً قطرةً قطرة على سطح الخرطوشة الحاملة للمادة المراد استخلاصها فيذيب على الساخن المادة الفعّالة وعندما يمتليء القسم الأوسط بالسائل ينقلب المذيب إلى دورق الاستخلاص من خلال فتحة جانبية حاملاً معه المادّة الفعّالة المستخلصة.
وهكذا يجب أن تتكرّر عمليّة الاستخلاص بحدٍّ أدنى ثماني مرّات أي ثماني قلبات أو توقف بعد مضي 4 ساعات حسب المواصفة القياسيّة. عند الانتهاء من عمليّة الاستخلاص وبعد التبريد يمكن فصل المذيب عن المادة المستخلصة واسترجاعه بالتقطير حيث يمكن حساب كميّة ومردود عمليّة الاستخلاص.
مثال: استخلاص الزيوت الدسمة من البذور النباتيَّة الزيتيّة.

ثامناً : التنقيّة:

يجب تنقية المواد الكيميائيّة العضويّة إلى نقاوة تامة. تنقَّى المركّبات العضويّة عادةً بإجراء العمليّات المخبريّة الأساسيّة الآتية:

1) **الغسل والترشيح والتجفيف.**
2) **التقطير (مع قياس درجة الغليان).**
3) **الاستخلاص بالجرف بالبخار.**

يُستعمل لتنقية وفصل المركّبات العضويّة التي تتفكّك بالتقطير تحت الضغط الجويّ الاستخلاص بالجرف بالبخار وذلك للمركّبات التي لا تذوب بالماء أو قليلة الذوبان ويجب أن يكون وزنها الجزيئي مرتفعاً وضغط بخارها بين 10–20 مم زئبقي بالدرجة C˚ 100، وهنا يزداد ضغط بخار الماء وضغط بخار المادة بازدياد درجة الحرارة، ويبدأ التقطير عندما يصبح مجموع ضغط الأبخرة مساوياً الضغط الجويّ.
تتمُّ عمليّة الجرف بالبخار حسب الشكل(40) في درجة حرارة أخفض من درجة حرارة غليان الماء وتحت درجة غليان المادة العضويّة. وهذا يحصل كلَّما كان ضغط أبخرة المادة العضويّة مرتفعاً وكتلته الجزيئيّة كبيرة.
مثال: تنقية النفتالين الذي تبلغ درجة غليانه C˚ 218 الذي يجرف ببخار الماء بدرجة C˚ 100 ويبلغ ضغط بخارها 5 مم زئبقي وهي لا تتفكك بالبخار. وتنتهي عمليّة الجرف بترشيح النفتالين غير الذواب بالماء تحت الفراغ باستعمال المضخّة المائيّة تليها عمليّة التجفيف ثمّ يُوزن النفتالين ويُحسب مردود النقاوة بالجرف.

الشكل(40): جهاز الجرف بالبخار.

4) البلورة المتكرّرة مع قياس درجة الانصهار:

تهدف للحصول على بلورات المركّب العضويّ الصلب بنقاوة مناسبة لإجراء التفاعلات الكيميائيّة والاصطناعات اللاحقة بصورةٍ صحيحةٍ وتحتاج إلى مذيب أو أزواج من المذيبات تذيب المركب العضوي وتحوله إلى الحالة السائلة ثم تتشكل الحالة البلورية الصلبة.

من المذيبات المستعملة: الكحول الميتيليّ، الكحول الإيتيليّ، البنزن، خلاّت الإيتيل، الأسيتون، ايتر البترول، حمض الخل، الكلوروفورم، الماء.

عندما لايوجد مذيب مناسب يمكن استعمال أزواج من المذيبات في البلورة مادة تكون سهلة الانحلال في البنزن وقليلة الذوبان في إيتر البترول. إنَّ إيتر البترول لا يذوب بكافة النسب بالكحول الإيتيلي فيمكن أن يشكّل زوجاً من المذيبات في عمليّة البلورة. كما أنَّ الحموض العطريّة أكثر ذوباناً في زوج من المذيبات مؤلّف من حمض الخل والتولوين أو من حمض الخل والبنزن. مع الإشارة إلى أنَّ استعمال أزواج من المذيبات يمنع فصل الأجسام الصلبة ذوي درجات الانصهار المنخفضة على شكل زيوت. وتتميّز عمليّة البلورة من زوج من المذيبات أنَّها تبسط عمليّة الترشيح اللاحقة وأنَّ المادة تذوب في المذيب ذوباناً بدرجة حرارة المخبر بينما تذوب على الساخن في المذيب الآخر.

5) امتزاز الألوان بالفحم الفعّال:

تزال الشوائب عند تنقية المركّب العضويّ كالألوان بالامتزاز بالفحم الفعّال. ويتمُّ أولاً إذابة المركَّب العضويّ ثمّ يبرّد المحلول إلى ما دون درجة الغليان وعندها يضاف 5% فحم فعّال من وزن المركّب العضويّ المذاب. ويسخّن عدّة دقائق ثم يرشّح فنحصل على محلولٍ صافٍ وعديم اللون من محلول المركّب العضويّ الذي يمكن بلورته فنحصل على بلّورات نقيّة.

6) التنقيّة بالكروماتوغرافيا:

تُستعمل الكروماتوغرافيا الورقية Paper Chromatography أو كروماتوغرافيا الطبقة الرقيقة TLC (Thin Layer Chromatography) في فصل المركّبات العضويّة وتنقيتها بكميّة لا تتجاوز بضع ميلي غرامات إضافة إلى إمكانيّة تحديد هويّة المركّب العضويّ.

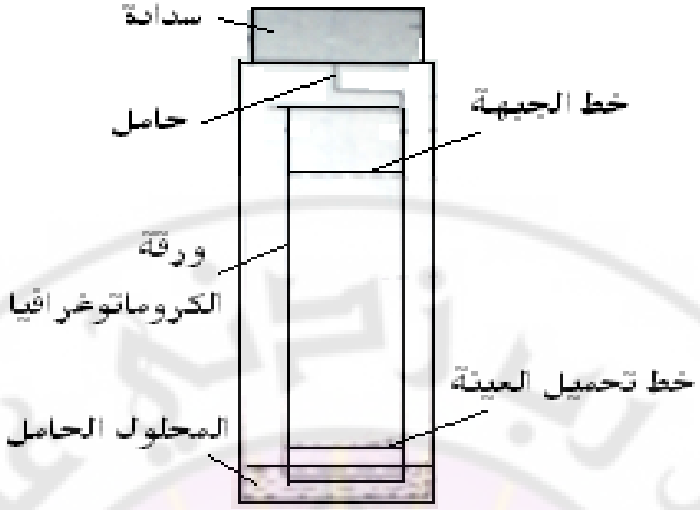
يعتمدُ المبدأ على توزيع المادّة أو المادّتين على طورين، يمثّلُ أحد الطورين طبقة ثانية غير متحرّكة (سائل أو جسم صلب) ويمثل الطور الأخر جسماً متحرّكاً ينتشر خلال مسامات الجسم الصلب غير المتحرك. ويمكن أن يكون الجسم المتحرك سائلاً كما يمكن أن يكونَ غازاً وفي الحالتين لا يمتزج ولا يتفاعل مع الجسم الصلب غير المتحرّك. ويوجد أنواع عديدة من الفصل الكروماتاوغرافي: جسم صلب وجسم سائل LSC ، سائل سائل LLC، جسم صلب وغاز GSL، جسم سائل وغاز GLS.....

تفصل كروماتوغرافيا الامتزاز المركّبات الملوّنة وغير الملوّنة. وتسمح كروماتوغرافيا التوزُّع على الورق بفصل المواد الموجودة في الخليط.

تُكشف عادةً البقع المفصولة بكاشف يُظهر البقع إظهاراً ملوّناً أو يتمُّ فلورتها في الضوء فوق البنفسجيّ فتظهر البقع ملوّنة حسب طبيعة المواد: أحمر، أخضر، أصفر، أزرق.

ويُحسب معامل التأخير R_f الخاصّ بكلّ عيّنة مفصولة:

$$\frac{\text{المسافة التي قطعتها المادة}}{\text{المسافة التي قطعها الطور المتحرّك}}$$



الشكل(41): كروماتوغرافيا التوزُّع على الورق.

الشكل(42): الكروماتوغرافيا الغازيّة.

وُيمكن بالتحليل الطيفيّ مثل طيف تحت الأحمر تمييز الألكانات والروابط.
ويمكن بالتحليل الطيفيّ النوويّ المغناطيسيّ ومطيافيّة الكتلة تحديد البنية المفصلة للمركّب العضويّ النقيّ.

ومن معايير النقاوة: ثبات درجة الانصهار أو درجة الغليان، قرينة الانكسار، درجة التجمد، الكتلة الجزيئيّة، الدوران النوعيّ، ثابت العزل الكهربائيّ، قرائن (الحموضة، التصبُّن، اليود)، قابليّة الانحلال والتفاعلات الكيميائيّة مع الكواشف النوعيّة.

يعدّ قياس قرينة الانكسار كخاصّةٍ فيزيائيّةٍ كمعيار نقاوة للمركّبات العضويّة السائلة وُتقاس بدرجة حرارة ثابتة وبطول موجيّ يبلغ 893 انغستروم الذي يعطيه ضوء مصباح الصوديوم n_D^{20} ويعتمد المبدأ على مقارنة الزاويتين اللّتين يصنعهما الإشعاع الضوئيّ مع الناظم على سطح الفصل بين الوسطين السائل وزجاج الموشور ذي قرينة الانكسار المعلومة التي تتراوح بين 1.3 و 1.8 .

الشكل(43): جهاز قياس قرينة الانكسار.

تتناسب درجة تجمد المركّبات العضويّة مع عدد الجزيئات الغراميّة من المادّة.

يتضّح من الجدول(4) أنّه كلّما ازدادت القطبية ازداد ثابت العزل الكهربائي، كما أنَّ طول الفحم الهيدروجينيّ ينقص من قيمة ثابت العزل الكهربائيّ فيبلغ بالهكسان 1.9 بينما بالغول الإيتيلي 26 .

الجدول(4): ثابت العزل الكهربائيّ لبعض المركّبات العضويّة بالدرجة C° 20.

الاسم	ثابت العزل الكهربائيّ	الاسم	ثابت العزل الكهربائيّ
الهكسان	1.9	حمض الخل	9.7
البنزن	2.3	الأسيتون	24
رباعي كلور الكربون	2.3	الغول الإيتيلي	26
الكلوروفورم	5.2	الغول الميتيلي	31
خلاّت الإيتيل	6.5	الغليسيرين	56

تُستعمل الثوابت الفيزيائيّة في تحديد صحّة المركّبات العضويّة وتشخيصها مثل قابليّة ذوبان المركّبات العضويّة في المذيبات المختلفة (مثل الماء، الايتر الإيتيلي، المحلول المائيّ لهيدروكسيد الصوديوم 5 %، المحلول المائيّ لحمض كلور الماء 5 %، حمض الكبريت المركّز). وهي تعطي دلائل على هوية المركّب العضويّ مثل حمض البنزوئيك.

	الماء	الايتر	5% NaOH	5% HCℓ	H_2SO_4
قابليّة ذوبان حمض البنزوئيك	−	+	+	−	+

كما تُستعمل لتحديد النقاوة القرائن الآتية:

قرينة الحموضة: هي عدد الميلي غرامات من هيدروكسيد البوتاسيوم اللاّزمة لتعديل الحموض الحرّة الموجودة في 1 غرام من المادة.

قرينة التصبُّن: هي عدد الميلي غرامات من هيدروكسيد البوتاسيوم اللاّزمة لتصبُّن 1 غرام من المادة.

قرينة اليود: عدد غرامات اليود التي تتّحدُ مع 100 غرام من المادة. (دليل عدد الروابط المضاعفة).

وقل رب زدني علما
جامعة دمشق
Damascus University

الفصل الثالث

التجربة الأولى:

تحديد نقاوة حمض البنزوئيك والبولة بقياس درجة الانصهار بطريقة الأنبوب الشعريّ

1- الهدف من التجربة:

تنصهر المركّبات العضويّة النقيّة في درجات حرارة ثابتة، فتحدّد درجة نقاوة المركّب العضويّ وهويّته بقياس درجة الانصهار بجهاز كهربائيّ أو بطريقة الأنبوب الشعريّ التي ستُطّبق على مركّب حمض البنزوئيك ومركّب البولة.

تخفض الشوائب درجة الانصهار كما تتفكك بعض المركّبات العضويّة بالتسخين وتُعطي نواتج تنصهر في درجات حرارة مختلفة مطلِقةً مزائج من الغازات، مِثلَ البولة.

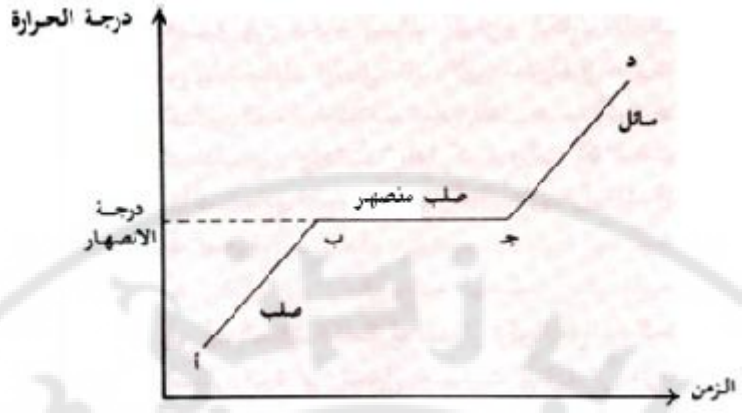
1-1 الانصهـــــــــار

1-1-1 عمليّة الانصهار: هي تأمين الطاقة الحراريّة اللازمة للتغلُّب على القوى الرابطة بين واحدات ارتباط جزيئات المادة الصلبة، للانتقال بها من توضُّعها وهي في الحالة الصلبة إلى الترتيب الخاص بالسوائل.

1-1-2 درجة الانصهار: هي درجة الحرارة المسؤولة عن التوازن بين الطورين الصلب والسائل للمادّة تحت ضغط 1 جو.

في المركّبات الشارديّة اللاعضويّة(كلور الصوديوم) فإنَّ الشوارد هي وحدة التركيب في البلورة وتتوزَّع بدوريّة منتظمة لشوارد Na^+ وشوارد $C\ell^-$ بحيث تحاط كلّ شرجبة صوديوم محاطة بست شرسبات كلور، وبشكل مماثل فإن شاردة سالبة محاطة بست شوارد موجبة، أي أنَّ كلّ منهما تُجذب جذباً متساوياً متساوٍ من ست شوارد مخالفة بالشحنة.

لذلك يكون بناء البلورة قاسياً ثابتاً، لأنَّ القوى الكهرساكنة الممسكة لهذه الشوارد قويّة وكبيرة، ويحتاج التغلُّب على هذه القوى إلى كميّة حرارة كبيرة. **إذن تتميّز المركّبات اللاعضويّة بدرجات انصهار مرتفعة مقارنة بالمركّبات العضويّة.**



الشكل(44): منحني قياس درجة الانصهار.

أمّا المركّبات العضويّة فالجزيئات فيها (سواءً ثنائية الأقطاب أو عديمة القطبية) هي واحدات التركيب او التكوين، والقوى الماسكة لهذه الجزيئات إما قوى التأثير المتبادل لثنائيات الأقطاب، أو قوى فاندر فالس، أو الرابطة الهيدروجينيّة وهي قوى ضعيفة، ولهذا فإنّ التغلُّب عليها لا يحتاج إلاّ لطاقة قليلة.

1-1-3 قياس درجة التجمُّد: إذا برد السائل المصهور فإنَّ التصلُّب يتمُّ في ذات درجة الانصهار. إذن تملك المادة النقيّة ذات درجة الانصهار والتجمد.

درجة التجمد: هي درجة الحرارة حيث يوجد السائل والصلب مع بعضهما تحت محصّلة ضغط تعادل 1 جو.

1-1-3 مدى الانصهار: هو الفرق بين درجة الحرارة التي تظهر عندها أوّل قطرة من المادّة المنصهرة ودرجة الحرارة التي تختفي عندها آخر بلّورات المادّة الصلبة المراد صهرها. وعند قياس المركّب النقي يمكن ألاّ تقلّ عن 0.5 °C وقد لا تتجاوز الدرجة أو الدرجتين. وإذا كانت المادّة العضويّة الصلبة غيرَ معروفة فالأفضل أن يجري قياس درجتيّ الانصهار للمركّب المدروس ولمادّة نقيّة معروفة الهويّة. فتوضع المادتان على جانبي مستوى ميزان الحرارة بالوقت نفسه، فإذا انصهرَ المسحوقان بالوقت نفسه يمكن أن نحدّد هويّة المركّب تحديداً تقريبيّاً وإثبات الهويّة.

إذا كانت درجة انصهار مادّتين مختلفتين لهما درجة انصهار متقاربة فإنَّ مزيجهما له درجة إنصهار أخفض من كليهما. لذلك يمكن خلط المسحوق المدروس مع المسحوق النقيّ فإذا تطابقت درجة الانصهار فتتحدّد هويّة المركّب تحديداً مطلقاً. وتدلُّ زيادة مدى الانصهار على وجود شوائب بالمادة الصلبة؛ حيث أنَّ مدى الانصهار للمادة النقيّة يجب ألاّ يتجاوز درجة سلزيوس واحدة. يبيّنُ الجدول(5) درجات انصهار بعض المركّبات العضويّة النقيّة.

الجدول(5): درجات انصهار بعض المركّبات العضويّة النقيّة مقدرة بالدرجة سلزيوس.

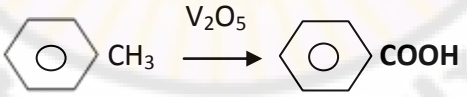
اسم المركب	درجة الانصهار	اسم المركب	درجة الانصهار
حمض البنزوئيك	122.4	حمض الكهرباء	189
بلا ماء حمض الفتاليك	131	أسيت أنيليد	195
البولة	132	الانتراسين	216
حمض الساليسيليك	158	حمض بارا نترو البنزوئيك	239

1-2- المواد والأدوات اللاّزمة:

أنابيب شعريّة يتراوح طولها بين 6 و7 سم، حلقة مطاطيّة، كأس زجاجي(بيشر)، محرّك زجاجيّ. ميزان حرارة. سائل بارافيني ناقل للحرارة وخامل كيميائيّاً.

1-3- حمض البنزوئيك:

يُعرف أيضاً باسم حمض البنزن الكربوكسيلي أو حمض الصمغ أو حمض الجاويك وحدّد صيغته أغسطس فون ليبيغ Justus von Liebig وفريدريك فولر Friedrich wohler عام 1832، ويُعَدُّ أبسط الأحماض الكربوكسيليّة العطريّة متواجداً طبيعيّاً في العديد من ثمار التفاح والفريز والخوخ والتوت البريّ ويُحضر بأكسدة التولوين بالأكسدة مع اكسيد الفناديوم:



بنيته الجزيئيّة مستوية وبلوراته إبريّة أو ورقيّة بيضاء اللّون لماعة، وهو أقل ذوباناً في الماء من أملاح بنزوات الصوديوم أو البوتاسيوم وتبلغ 3.4 غرام/لتر في الدرجة 25 °C لذلك تُستخدم أملاحه في المواد الغذائيّة الحافظة الجدول(6)، وفي المشروبات الغازيّة وفي العصائر والمربّيات والمخلّلات والزيتون والحليب والجبن ولحفظ المارغرين والمايونيز

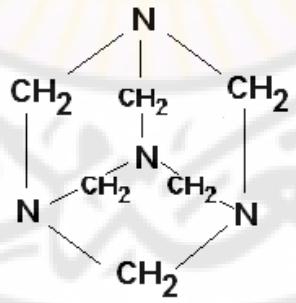
وصفار البيض والسمك وكمنكّه للتبغ وفي معاجين الأسنان ومحاليل غسل الفم لتميزها كمضاد للخمائر والفطور والبكتريا، ويعمل على تثبيط الأنزيمات التي تتحكّم في تمثيل حمض الخل.
يُسمح بتناول حمض البنزوئيك بجرعة لا تزيد عن 0.5 مغ/كغ ويجب ألاّ يستعمل مع حمض الأسكوربيك لأنّه يشكّل مركّب البنزن المسرطن ويسبّب مرض اللوكيميا ووجد أنَّه يسبّبُ مع الملوّنات إفراطاً بحركة الأطفال.

الجدول(6): الرموز القياسيّة لاستعمالات حمض البنزوئيك وأملاحه.

اسم المركب	الرمز المميز
حمض البنزوئيك	E 210
بنزوات الصوديوم	E 211
بنزوات البوتاسيوم	E 212
بنزوات الكلسيوم	E 213

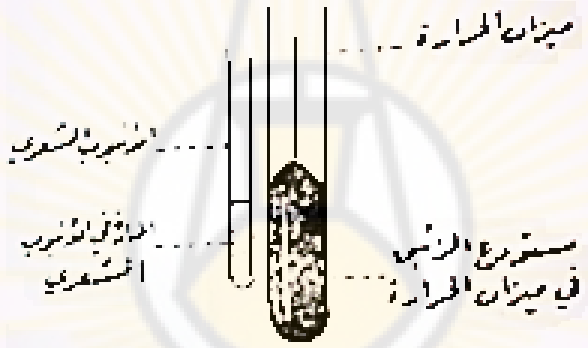
1-4- البولة:

البولة: هي ثنائي أميد حمض الكربون $CO(NH_2)_2$ وتُسمّى الكربواميد أكتشفها الكيميائيّ الفرنسيّ إيلبر فازان رويل H.M. Roulle عام 1773، هي مركّب صلب بلّوري عديم اللّون على شكل إبر معينية طويلة أو مواشير قصيرة. تشكّل مع الماء كربونات الأمونيوم المسّببة لرائحة البول النشادريّة من نشادر وثنائي أكسيد الكربون. تُستعمل في صناعة المنظفات والمستحضرات الصيدلانّية وفي الزراعة كسماد عالي التركيز بنسبة N_2 تبلغ 46.35 %. كما تشكّل مع الفورم ألدهيد راتنجات بلاستيكيّة ومنها رباعي أمين سداسي الميتيلين $(CH_2)_6N_4$:



1-5- العمل المخبريُّ:

لقياس درجة انصهار بعض المركّبات العضويّة مثل: حمض البنزوئيك، والبولة، والنفتالين. نأخذ أنبوباً شعريّاً يتراوح طوله بين 6 و7 سم ونغلق إحدى نهايتيه بواسطة التدوير على اللّهب كي تلتحم هذه النهاية التحاماً مستديماً، ثم نجهّز المادة الصلبة المراد صهرها ويجب أن تكون نقيّة، وجافَّةً، ومسحوقةً سحقاً ناعماً جداً. ثمَّ نعبىء الأنبوب الشعريّ منها وذلك بضغط الأنبوب وهو بوضع عاموديّ (والفوهة المفتوحة للأسفل) على المادّة الصلبة، ونكرّر العمليّة مرات عدة حتى يمتلئ الأنبوب بحوالي / 1 / سم. ثمّ نُسقِط هذا الأنبوب داخل أنبوب زجاجيّ مجوّف يستند على سطح أملس مرات عدة بتركه يسقط سقوطاً حرّاً وبحيث يكون التكوّر الملحوم للأسفل فيقوم الأنبوب الشعريّ برجّاتٍ صغيرة كافية لتوضُّع المادة على النهاية المسدودة للأنبوب توضُّعاً متراصاً ودون وجود فجوات هوائيّة. ثم يثبت الأنبوب الشعريّ على ميزان حرارة بحلقة مطاطيّة مبللة بالغليسيرين حيثُ تكون المادة والمستودع الزئبقي على مستوى واحد.



الشكل(45): وضعيّة مستوى المادة والزئبق.

يمسك الميزان بمقبض معدنيّ مثبّت على حامل ويُوضع في بيشر يحتوي على سائل مناسب له درجة غليان أعلى من درجة انصهار المادّة الصلبة مثل (زيت برافيني)؛ حيث تنغمر المادة والمستودع الزئبقي بالزيت البرافيني دون أن يلامس الميزان جدار البيشر من الداخل. يبدأ التسخين ببطء على نار هادئة وحذر كي لا ينقلب زيت البارافين الساخن وتُرفَع درجة الحرارة درجة واحدة بالدقيقة تقريباً. ثمّ نقوم بمراقبة ظهور أوّل قطرة مصهورة ونسجّل درجة حرارتها ونتابع المراقبة حتى الحصول على درجة حرارة انصهار آخر بلّورة من

المادة الصلبة، ثم نحسب مدى الانصهار لها. ملاحظة: تختلف درجة انصهار المادة إذا كانت مشوبة، فنقول تخفض الشوائب درجة الانصهار انخفاضاً ملحوظاً وتزيد المدى. وإذا مزجنا مادّتين نقيّتين فإنَّ درجتي انصهارهما تتغيّران؛ حيث تُعَدُّ إحداهُمَا شائبة للأخرى.

الشكل(46): قياس درجة الانصهار.

التجربة الثانية:

1- تقطير الغول وتجفيفه.

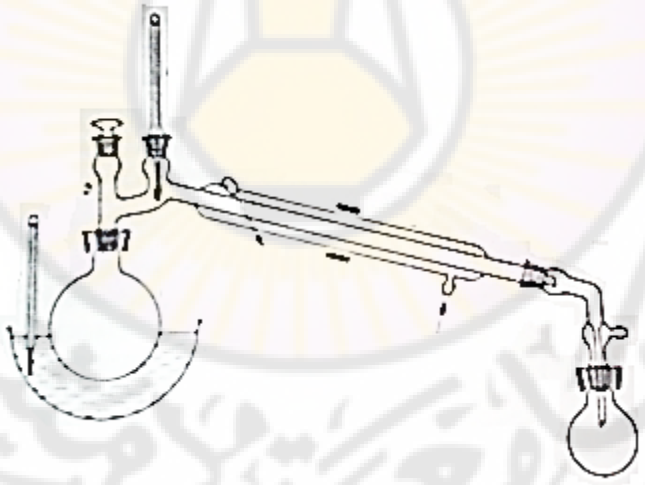
2- استخلاص اليود من الوسط المائيّ بقمع الفصل.

3- استخلاص الدسم من البذور الزيتيّة بجهاز سوكسليه.

1-المبدأ النظريّ

1-1- درجة الغليان:

يؤدّي الغليان إلى فصل الأجزاء المكوّنة للسائل. فإذا كانت الرابطة شارديّة (في السوائل اللاعضويّة) فالغليان يؤدّي إلى فصل الشوارد، وذلك يحتاج إلى طاقة كبيرة للتغلُّب على تلك الرابطة. أمّا إذا كانت الرابطة مشتركة (في السوائل العضوية) بشكليها المستقطب وغير المستقطب، فإنَّ الغليان يحتاج إلى طاقة قليلة نسبيّاً لأنَّ واحدات تكوين المادّة هي الجزيء والقوى الرابطة بينها هي قوى فاندرفالس أو الرابطة الهيدروجينيّة، وهي قوى ضعيفة نسبيّاً. لهذا نقول تتميّز المركّبات العضويّة بدرجات غليان منخفضة نسبيّاً مقارنة مع المركّبات اللاعضويّة المتميّزة بدرجات غليان مرتفعة.



الشكل(47): قياس درجة الغليان.

2-1- ملاحظـــات مهمَّـــــة:

- تزيد الروابط الهيدروجينيّة من درجات الانصهار والغليان (وهي رابطة قويّة نسبيّاً في المركّبات العضويّة) وتحتاج إلى طاقة عالية كي تبعد الجزيئات عن بعضها.
- تزداد درجة الانصهار أوالغليان بازدياد عدد ذرّات الكربون في مركّب لتعلُّق قوى فاندر فالس بحجم الجزيئات وتقاربها.
- تزداد درجة الانصهار أو الغليان لدى الاستبدال بذرّات كهرسلبيّة في بنية مركّب والسبب هو التحوُّل إلى جزيئة قطبيّة تزيد من قوى التأثير المتبادل لثنائيّات الأقطاب.
- تتعلّق درجة الغليان بالتركيب و بالوزن الجزيئي للمادة، إذ ترتفع بازدياده.
- يؤدّي استبدال ذرّات هيدروجين بهالوجين أو أوكسجين إلى الحصول على مشتقات ذات درجة غليان أكثر ارتفاعاً.

يؤدّي ازدياد عدد المجموعات القطبيّة كالهيدروكسيل والكربوكسيل في الجزيئة إلى ازدياد درجة الغليان.

2- تركيب جهاز تقطير بسيط:

هو دورق ذو قعر مستدير (أو أنبوب اختبار لقياس درجة الغليان دون تقطير) مزوّد بأنبوب انطلاق جانبيّ، مغلق بسدادة مجهّزة بميزان حرارة ويُراعى أن يكون مستوى مستودع الزئبق العلوي على مستوى فوهة الذراع الجانبية نفسها التي سيمرُّ منها بخار المادة، ويجب ألاّ يمسّ الميزان جوانب الأنبوب أو الدورق،

وينتهي أنبوب انطلاق الأبخرة الجانبيّ إلى أنبوب مبرّد (وهو سطح تماس بارد مع الأبخرة يقوم بالتكثيف) ندعوه المكثف أو المبرّد (مائي لسوائل درجات غليانها أقل من $150\ ^{\circ}C$، يدخل الماء من الفوهة السفليّة للقميص الخارجي ويخرج من الفوهة العلويّة. وهوائي: أي أنبوب زجاجيّ أو المبرّد نفسه دون ماء، للسوائل ذات درجات غليان أعلى من $150\ C$). وينتهي المكثف إلى وصلة زجاجيّة منحنية نحو الأسفل لتجميع المادة المراد فصلها أو تنقيتها أو المراد قياس درجة غليانها نقيّة.

الشكل(48): جهاز التقطير.

2-1- تقطير الغول:

2-1-1- خطوات العمل على جهاز التقطير:

1- يمسك وعاء التقطير (دورق أو أنبوب) مقبض معدنيّ، يُراعى بحيث تكون المادة المبطّنة الواقية على جوانبه الداخليّة.

2- يمسك المكثف بمقبض معدنيّ على حامل آخر.

3- لا يُملأ الدورق لأكثر من منتصف المسافة بين قعره والأنبوب الجانبيّ.

4- يزوّد وعاء التقطير بمنظّمات غليان (خزفية أو فخارية أو زجاجية) تنظّم خروج فقاعات الهواء والأبخرة مؤمنة غلياناً منتظماً.

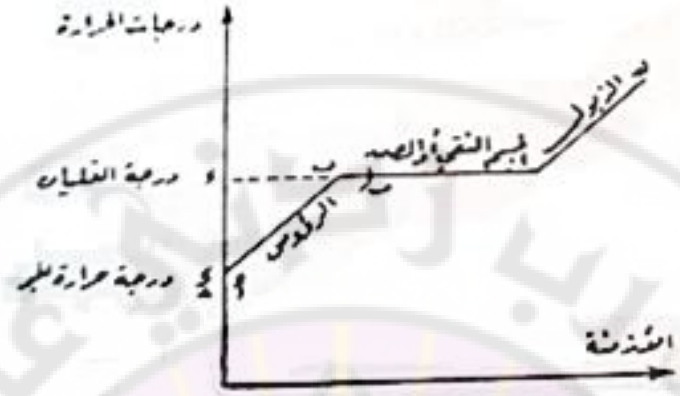
5- اختيار ميزان حراريّ يتوافق تدريجه ودرجات غليان السوائل المستعملة.

6- تُسدُّ فوهة الدورق بسدادة فلينيّة أو مطاطيّة لمنع تسرُّب الأبخرة، ويخترقها ميزان الحرارة السابق.

7- يُراعى التأكُّد من إحكام القطع بشكل لا يسمح بمرور أبخرةٍ خوفاً من ضياع الناتج أو اشتعاله إذا كان قابلاً للاشتعال.

8- يزوّد المستقبل إذا كانت المادّة المقطّرة متطايرة أو قابلة للاشتعال بسدادة ذات فوهتين إحداهما لدخول قطرات السائل والأخرى لخروج الأبخرة.

9- يبدأ التسخين بلهب صغير لتحقيق تسخين منتظم وهادئ، وبمعدّل تقطير قطرة كلّ ثانيتين أو ثلاث.



الشكل(49): منحني التقطير.

2-1-2- ملاحظات التقطير: درجة الغليان ثابت مهمٌّ يميّز المادّة النقيّة و تـــتـــقطّر المادّة النقيّة عادة كلّها في حدود C 1-2 .

ويدلّ ثبات درجة الحرارة عند درجة أقلّ من درجة الغليان المحدّدة على وجود مواد شائبة أكثر تطايراً.

2-2- تجفيف الغول:

يشكّل الغول والماء مزيجاً ايزوتروبيّاً يتقطر بدرجة غليان ثابتة واحدة. ويمكن رفع نسبة الغول بتجفيف الماء ويتمُّ بإضافة الكلس الحي (أكسيد الكلسيوم CaO) ثم المزج ثم الترشيح ولا نحصل على غول مطلق يعادل 99.9% إلاّ بواسطة التجفيف بالأسترة بإضافة قليل من إيتوكسيد الصوديوم فنحصل بالتقطير على سوكسينات الصوديوم وعلى غول مطلق درجة غليانه $78.15\ ^{\circ}C$ بنسبة 95.6% وماء 4.4% حسب التفاعل:

$$\begin{array}{l} CH_2\text{-}COOC_2H_5 \\ | \\ CH_2\text{-}COOC_2H_5 \end{array} + 2\ NaOC_2H_5 + 2\ H_2O \longrightarrow \begin{array}{l} CH_2\text{-}COONa \\ | \\ CH_2\text{-}COONa \end{array} + 4\ C_2H_5OH$$

2-3- المواد والتجهيزات اللازمة:

غول إيتيلي 95.6 % - جهاز تقطير مرتد - سخّان كهربائيّ.

2-4- طريقة العمل:

يُوضع في حوجلة جهاز التقطير المرتد ثلثي حجمها أي حوالي 300 ميلي لتر مع إضافة 20 غرام من كلور الكلسيوم مع وضع كرات زجاجيّة مثقوبة لتنظيم الغليان.

يُوصل ماء التبريد ويغلي المزيج بالتقطير المرتد حوالي 24 ساعة فنحصل على غول إيتيلي مطلق 99.99 %.

3- استخلاص اليود من الوسط المائي بقمع الفصل:

3-1- مبدأ الاستخلاص:

يعتمد الاستخلاص على قابليّة انحلال المادّة المرغوب استخلاصها في مُحلِّين غير قابلين للامتزاج وتتوقّف عمليّة الاستخلاص على:

1. طبيعة المادة.
2. طبيعة المحلين.
3. درجة الحرارة.

ويتوقّف اختيارُ المذيب في عمليّة الاستخلاص على:

1) طبيعة المادة المستخلصة.
2) قابلية ذوبانها بالمذيب.
3) سهولة فصل المادّة من المذيب بعد الاستخلاص.

- يستعمل عادة لاستخلاص الأســس، الحمضين $HC\ell$ أو H_2SO_4.
- يُعَدُّ الإيتر مذيباً جيداً لأغلب المركّبات العضويّة (عدا الأملاح المعدنيّة للحموض الكربوكسيليّة والأمينات). وهو خامل كيميائيّاً ولا يتفاعل مع المركّبات المُستخلَصَة.

3-2- تجربة استخلاص اليود المذاب في الماء:

3-2-1- مواد التجربة والأدوات اللازمة: ماء مقطّر - رباعي كلور الكربون $CC\ell_4$ - بلّورات يود.

3-2-2- العمل المخبري: ضع 8 مل يود مائيّ مع 4 مل رباعيّ كلور الكربون في قمع الفصل (بعد التأكّد من عمل اللولب " مفتاح الفتح والإغلاق ")، وانتبه إلى أنّ المحلول المائيّ لليود ذا اللون البني (مثال المحلول المائي ليود البوتاسيوم على شكل شاردة معقدة I_3^-) يكون بالطبقة الأعلى، يُقلب قمع الفصل حيث تكون السدادة في الأسفل ويُفتح الصنبور بحذر وببطء شديد لتعديل الضغط داخل قمع الفصل، خض القمع جيداً، واتركه يهدأ ويثبت على الحامل بوضع عمودي بواسطة حلقة وملقط، لاحظ أنَّ المحلول انفصل إلى قسمين، وأنَّ اللّون البني اختفى وظهر لون بنفسجيٌّ في الطبقة السفلى وهذا يعني استخلاص اليود من الماء وانتقاله إلى المذيب العضويّ.

الشكل(50): قمع الفصل.

ملاحظة: تعطي محاليل اليود في المُحِلاّت العضويّة التي لا تحتوي على أوكسجين (رباعي كلور الكربون – كلوروفورم – بنزن – كبريت الكربون ....) محاليل لونها بنفسجي.
تعطي محاليل اليود في المُحِلاّت العضويّة التي تحتوي على أوكسجين (غول – إيتر – أسيتون – ماء .....) محاليل لونها أسمر أو أصفر أو بني.

4-استخلاص الدسم من البذور الزيتيّة بجهاز سوكسليه:

4-1- مبدأ عمل جهاز الاستخلاص سوكسليه:

يُسمَّى جهاز من الأجهزة المستخدمة في عمليّة الاستخلاص جهاز سوكسليه، يستعمل لاستخلاص مادّة صلبة بمذيبٍ حارٍ استخلاصاً مستمراً. المكثف أحد مكوّنات جهاز سوكسليه

أهمّيّتة تكون بتحويل المُذيب العضويّ المُستخدم في عمليّة الاستخلاص من الصورة الغازية الى السائلة.

الدهن الخام هو الجزء من المادّة العضويّة القابل للذوبان في المذيبات العضوية (الأثير – الأثير البترولي – الغول – البنزين – الكلورفورم – رابع كلوريد الكربون). والدهن الحقيقيّ والأحماض الدهنيّة الحرّة والفوسفوليبيدات والصبغات النباتيّة والزيوت العطريّة والأستيرولات. ويحتوي زيت السمسم على نسبة عاليّة من الأحماض الدهنيّة والمركّبات الفلافونيّة وتقدر كميّة الدهون على أحماض دهنيّة عديدة عدم التشبع بنسبة تصل إلى 85,057%. إنَّ النسبة الأكبر كانت لحمض الأوليك 39,6% ، والنّسبة الأخفض لحمض اللينولينك 1.18.

يستخلص الدهن الخام باستعمال الأثير أو الأثير البترولي أو يمكن استخلاص البذور الزيتيّة على الساخن بمُذيب الهكسان.

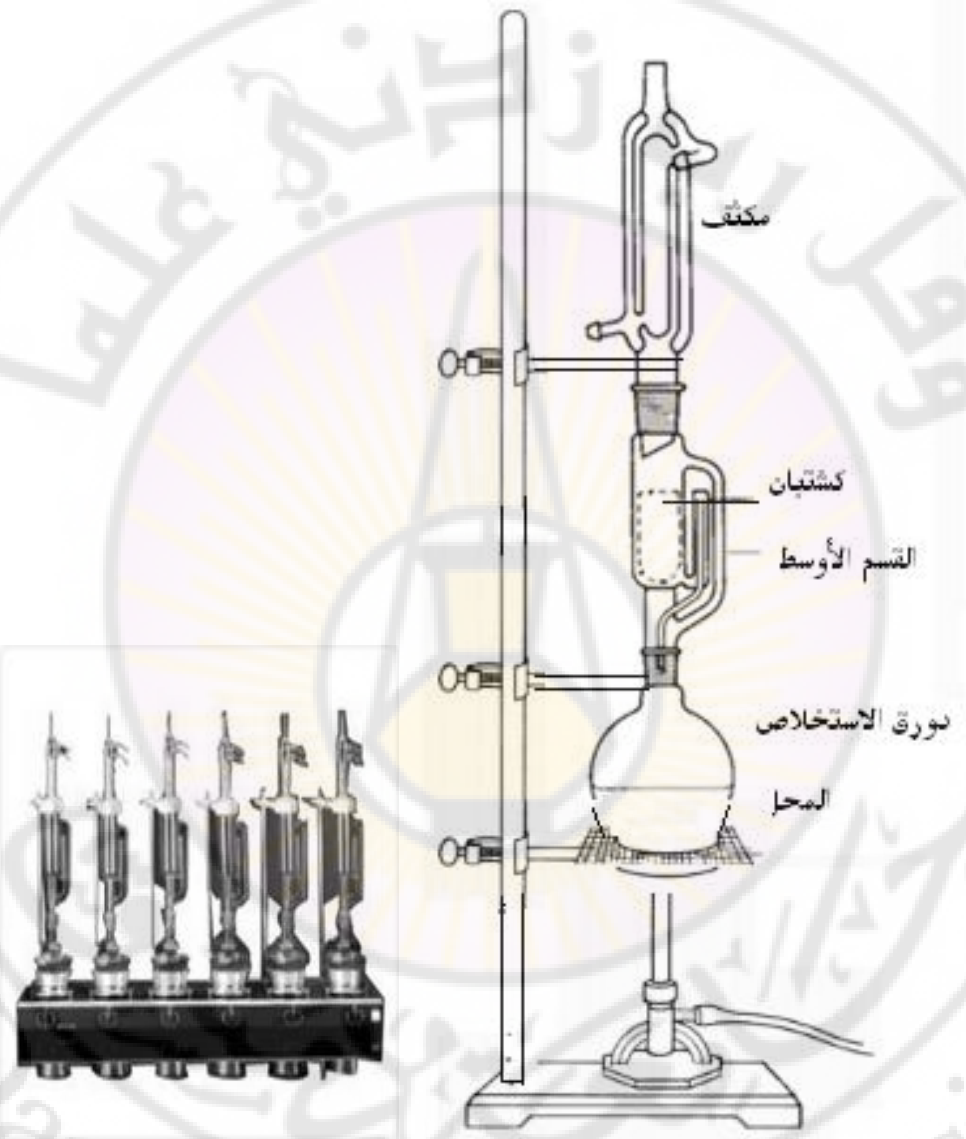
4-2- المواد والأدوات اللازمة:

هكسان – كشتبان وقطعة قطن – بذور دوّار الشمس المطحونة والجافة – جهاز الاستخلاص سوكسليه مع سخان كهربائيّ – منظمات غليان.

4-3- طريقة العمل:

تُوضع المادة الصلبة (10 غرام من البذور الزيتيّة المعلومة الوزن في كشتبان مصنوع من ورق ترشيح سللوزيّ خاص في جهاز الاستخلاص وتُغطَّى بقطعة من القطن). يُركَّبُ الجهاز على دورق مناسب ذي قعر مستدير يحتوي المذيب مع منظمات الغليان، ويحمل الجهاز مبرداً عكسياً، يُشَغَّل السخّان الكهربائيّ بهدوء ولطف وانتظام بدرجة C 80 . وهكذا يغلي المذيب بلطف وتمرُّ الأبخِرَةُ من الأنبوبِ الجانبيّ إلى المكّثف حيث تتكاثف وتقع في الكشتبان، وهكذا حتى يمتليء وعاء سوكسليه. وعندما يصل المحلول إلى أعلى الأنبوب تعود منه إلى الدورق الاستخلاص الموزون حاملاً معه الكّمية المُستخلَصة من المادة الدسمة لبذور دوّار الشمس، وتُسمى القلبة الأولى وتستمرُّ العمليّة بالتكرار حتى الاستخلاص التام للمادّة المتراكمة تدريجيّاً في دورق الاستخلاص لثماني قلبات أو لمدّة 4 ساعات أوتشغيل الجهاز لمدّة 16 – 18 ساعة حسب نوع المُذيب العضويّ المُستَخدم في عمليّة الاستخلاص. بعد تمام الاستخلاص تُخرج العينات من جسم الجهاز، وتُوضع فترة على حرارة الغرفة حتى يتسامى المذيب العضويّ

ويقلّ محتواه داخل العيّنات، تُوضع العيّنات داخل فرن التجفيف علي حراره 135 $^{\circ}$C لمدة ساعتين. تُوزن العيّنات بعد التجفيف وبعد الاستخلاص حتى ثبات الوزن؛ يُطفَأ السخّان ويُترك جهاز الاستخلاص ويُفَضَّل إجراؤها بالمبخر الدوّار ثمّ يُوزن الدورق وتُحسب نسبة الدسم المستخلصة من بذور دوّار الشمس من الفرق بالوزن.



الشكل(51): جهاز الاستخلاص المستمر سوكسليه.

4-4- الفصل: سنتعرّف على أنواع عدّة من الفصل وهي:

4-4-1- فصل سائل عن صلب: ويجري بواسطة:

- الترشيح العادي البارد أو الساخن.
- الترشيح تحت الفراغ.
- بالتثفيل اعتماداً على القوّة النابذة.
- باستخدام القطن الزجاجي.

4-4-2-فصل سائلين قابلين للمزج: ويجري بواسطة جهاز التقطير المجزّأ ذي التبريد المائيّ مثل: (غول و إيتر) حيث يغلي الإيتر بدرجة حرارة C 36 والغول الإيتيلي بدرجة C 78.

4-4-3-فصل سائلين غير قابلين للمزج: ويتمُّ بواسطة قمع الفصل مثل (رباعي كلور الكربون و الماء).

4-4-4-فصل صلب عن صلب: ويتمّ بواسطة البلّورة المتكرّرة.

وقل رب زدني علما
جامعة دمشق
Damascus University

التجربة الثالثة:

تنقية حمض البنزوئيك بعمليّة البلّورة المتكرّرة

1- مبدأ البلّورة:

تهدف عمليّة البلّورة إلى الحصول على المركّب الصلب نقيّا. وسُمّيت بالبلورة المتكرّرة لإعادة البلّورة عدّة مرّات حتى الوصول على درجة نقاوة عالية، ويكون ذلك بالتوازي مع قياس درجة الانصهار التي تحدّد أيضاً درجة النقاوة كثابت فيزيائيّ.

ستجري عمليّة البلّورة على مركّب حمض البنزوئيك لأنّه ضعيف الذوبان في الماء البارد ويشكّل روابط هيدروجينيّة، وتحتاج البلّورة إلى مذيب، فيمكن بلورة حمض البنزوئيك بالماء بيسر وآمان بدون لهب.

ونادراً ما تكون المواد العضويّة الناتجة من التفاعلات الكيميائيّة نقيّة، إذ تكون عادةً مشوبة بكميّات قليلة من مركّبات أخرى وتنقى بالبلّورة من مذيب ملائم، ويعتمد ذلك على اختلاف ذوبان المواد في المذيب. وعند ذوبان مادة سواءً كانت صلبة أو سائلة فإنَّ واحدات التركيب أو التكوين هي شوارد في المركّبات اللاعضويّة وجزيئات في المركّبات العضويّة، ستنفصل عن بعضها بعضاً ويملأ الفراغ بينها وحدات المذيب لتتشكّل قوى رابطة بين المذيب والمواد المذابة محرّرة طاقة كافية للتغلّب على القوى الرابطة بين الوحدات المكوّنة للمادة المذابة.

ذاب المركب في المذيب الأقرب له في البنية، فنجد أنّ الميتان يذابّ في رباعي كلور الكربون وذلك لتشابه القوى الرابطة بين جزيئات كلّ منهما ولا يذابّ كلاهما في الماء، بينما نجد مركّبات عضويّة ذات قطبيّة واضحة مثل الغول الميتيلي CH_3OH جيد الذوبان في الماء.

عامَّةً ذابت المواد ذات الجزيئات اللا قطبيّة في مذيبات لا قطبيّة، وتذابّ المواد ذات الجزيئات القطبيّة في مذيبات قطبيّة.

وفيما يلي الصفات الواجب توافرها في المذيب الملائم:

1- أن يكون خاملاً كيميائيّاً تجاه المادة المذابة.

2- أن يكون هناك فرق بالذوبان في درجات الحرارة المختلفة. (حمض البنزوئيك لا يذابّ بالماء البارد ولكنّه يذابّ بالماء الساخن).

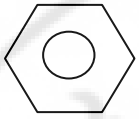
3- أنّ يتمتّع المذيب بقابليّة إذابة مرتفعة نسبيّاً للمادة المُذابة ومنخفضة بالنسبة للشوائب.

4- أن يكون المُذيبُ سهل التبخُّر أي له درجة غليان منخفضة. (أقل من درجة غليان أو انصهار المادّة المذابّة).

5- أن يعطي بلّورات جيدة تنفصل بسهولة عن المذيب.
6- سهولة الحصول عليه، رخيص الثمن، غير قابل للاشتعال.

ولا يكفي للحصول على بلّورات نقيّة إجراء بلّورة وحيدة وإنّما يجب تكرار عمليّة البلورة مرات عدّة حتى تتطابق مع درجة انصهار المادة النقيّة، لذلك سُمِّيت البلورة المتكرّرة.

2- صفات حمض البنزوئيك:



يُسمَّى أيضاً حمض الصمغ الجاوي، له رائحة مستساغة صيغته: COOH
وهو مادة بلّورية لا لون لها تنصهر بالدرجة C° 122.
درجة غليانه C 249، كثافته 32 غرام/سم^3 ، قابليّة ذوبانه 3.4 غرام/لتر بالدرجة C 25 ، قليل الذوبان بالماء البارد 1-400 أما بالماء الساخن 1-17.
تدخل الأحماض الكربوكسيليّة كعناصر أساسيّة في تركيبة مجموعة من المواد التي يستعملها الإنسان في حياته اليوميّة كالأدوية والعطور والأغذية كالتوت البري، فيستعمل في علاج التهاب القصبات، في حفظ سمنة المارغرين والمايونيز وعصير الفاكهة لأنّه لا يتأكسد داخل جسم الإنسان ويقوم بتثبيط الأنزيمات ويمنع المنتج من الأكسدة والفساد الأنزيمي، فيدخل في دورة حمض الخل في أنزيم الهيدروجينيز dehydrogenese. ويُستعمل في مستحضرات التجميل كمادّة مطهرة لأنّ درجة غليانه مرتفعة وأبطأ تطايراً ويجعل الغول يمتزج امتزاجاً كامِلاً. إنَّ حمض البنزويك و أملاحه من المواد الحافظة التي تمتاز بفعاليتها ضد الفطريات والبكتيريا وهي من المواد الحافظة الرخيصة الثمن، وتُستعمل لحفظ وإطالة فترة الخزن في مختلف أنواع الأغذية المعلّبة، وعلى الرغم من أنَّ كثيراً ما تستخدم هذه المواد الحافظة في المنتجات الغذائيّة المختلفة، فهي ضارّة إذا كانت أعلى من الحدود المسموح بها بنسبة أقل من 0.1 %. تعيّن شاردة $C_6H_5COO^-$ التي يكون تركيزها أخفض من الحمض C_6H_5COOH في الماء، وحسب المعادلة:

$$pH = pKa + \log\frac{C6H5COO-}{C6H5COOH}$$

وبتركيز $5x10^{-4}$ مول/لتر تبلغ قيمة درجة الحموضة pH=3.27 وقيمة pKa=4.2 وهي الأكبر.

من الظواهر الملحوظة على كثير من البلورات وعلم البلورات crystallography، البنية البلورية crystal structure هي ترتيب فريد للذرّات في البلورة. والبنية البلوريّة تتكّون من motif، وهو مجموعة من الذرّات مرتّبة ترتيباً مُعيّناً، وعقد. وتوجد الأنماط المتكرّرة عند نقاط العــُقــْد، التي هي مصفوفة من النقاط التي تتكرّر دوريّاً في الأبعاد الثلاثة.

إنّ ظاهرة التوزيع المنظّم والمرتّب للأوجه البلورية. إنّنا نجد أنَّ جميع الأوجه البلوريّة وكذلك الذرّات والأيونات المكوّنة للمادة مرتّبة حسب نظام خاصٍّ وتنسيق معيّن يخضع لقواعد معيّنة معروفة باسم عناصر التماثل. وجوهر التماثل التكرار. فنلاحظ أنَّ وجه البلورة مثلاً أو أحد أحرفها يتكرّر عدّة مرّات – أي يوجد في أماكن متماثلة مرَّت عديدة وفقاً لقانون ثابت. ويُعَدّ التماثل أساساً في دارسة البلورات.

ويمكن تعريف التماثل في بلورة ما بأنّه العمليّاتُ التي ينتج عنها أن تأخذ مجموعة معيّنة من الأوجه البلوريّة المكان نفسه الذي تشغله إحداها. والعمليّات التماثلية المعروفة هي:

1- دوران حول محور (محور التماثل الدوراني).

2- انعكاس خلال مستوى (مستوى التماثل).

3- انقلاب حول مركز (مركز التماثل).

4- دوران حول محور مصحوباً بانقلاب (محور التماثل الانقلابيّ).

ويعرف المحور والمستوى باسم عناصر التماثل.

أنّها تشكّل صناديق صغيرة متشابهة، تُسَمّى خلايا الوحدة، تملأ فراغ العقد. يُسَمَّى أطوال حواف الخليّة الواحدة والزوايا بينهم متغيّرات العقد. تتجسّد خصائص تماثل البلورة في مجموعة فراغيّة. تُؤدّي لعب بنية البلورة وتماثلها دوراً في تحديد العديد من خصائصها، مثل cleavage، بنية الحزمة الإلكترونيّة، والخصائص البصريّة.

تتبع البلورات سبعة أقسام تُعرف باسم الفصائل البلورية السبعة كما يلي:

1 – فصيلة المكعّب وتشمل جميع البلورات التي تحتوي على أربعة محاور ثلاثيّة التماثل.

2- فصيلة السداسيّ، وتشمل جميع البلورات التي تحتوي على محور واحد سداسيّ التماثل.

3- فصيلة الرباعيّ، وتشمل جميع البلورات التي تحتوي على محور رباعيّ التماثل فقط.

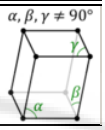
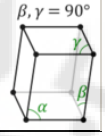
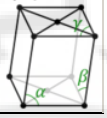
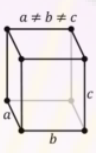
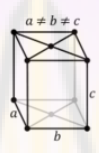
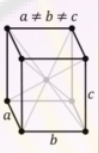
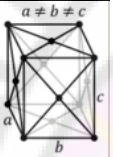
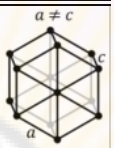
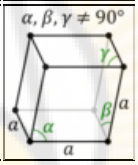
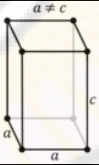
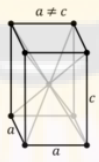
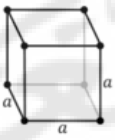
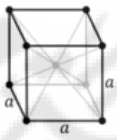
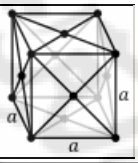
4- فصيلة الثلاثيّ، وتشمل جميع البلورات التي تحتوي على محور واحد ثلاثيّ التماثل فقط.

5 – فصيلة المعينيّ القائم، وتشمل جميع البلورات التي تحتوي ثلاثة محاور ثنائيّة التماثل.

6- فصيلة الميل الواحد، وتشمل جميع البلورات التي تحتوي محور واحد ثنائيّ التماثل فقط.

7- فصيلة الميول الثلاثة، وبلوراتها لا تحتوي على آيّ محاور تماثليّة.

الجدول(6): أشكال البلّورات.

نظم التبلور السبعة	الأشكال الأربعة عشر			
ثلاثيّة الميول				
أحادية الميل	بسيط 	مركزي القاعدة 		
معينيّ قائم	بسيط 	مركزي القاعدة 	مركزي الجسم 	مركزي الوجه 
سداسي				
الفصيلة معينيّة الأوجه				
رباعيّة الأضلاع	بسيط 	مركزي الجسم 		
مكعّب	بسيط 	مركزي الجسم 	مركزي الوجه 	

3-المواد والأدوات اللازمة:

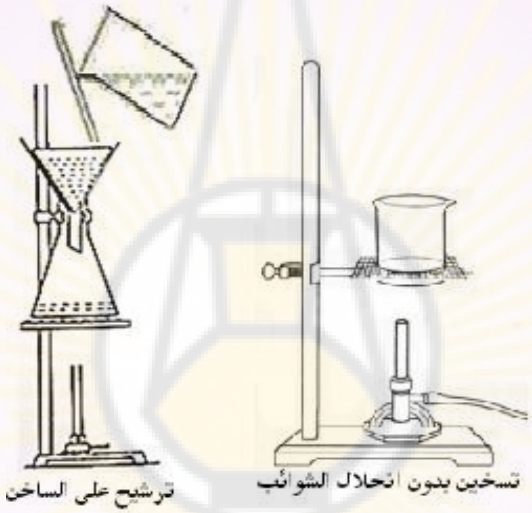
ماء مقطر - حمض بنزوئيك - فحم فعّال - ورق ترشيح - قمع زجاجي - قضيب تحريك - دورق مخروطيّ 250 ميليلتر - مضخة مائيّة وقمع بوخنر وأرلينة الكيتاساتو - مجفّف كهربائيّ.

4- طريقة العمل:

1) يُوزن 1 غرام من المركّب العضويّ حمض البنزوئيك المشوب المراد تنقيته.

2) يُحلُّ في 50 ميلي ليتر ماء مع التسخين حتى تمام ذوبان الحمض مع التحريك.

3) يرشّح السائل الساخن بورق ترشيح للتخلّص من الشوائب التي لم تنحل بالتسخين. مع الحفاظ على درجة السخونة طوال فترة الترشيح.



الشكل(52): التسخين والترشيح على الساخن.

4) يجب أن تكون الرشاحة عديمة اللون وإلاّ توجب إعادة التجربة.

5) يُبرَّد المحلول المرشح تبريداً بطيئاً طبيعيّاً حتى تلاحظ تشكّل بلّورات زجاجيّة. (بالتبريد السريع نحصل على بلورات بدقائق صغيرة).

6) إذا كان لون البلورات مشوب ورمادي، يُضاف كميّة قليلة من الفحم الفعّال تعادل 5 % من وزن حمض البنزوئيك المشوب أي 0.05 غرام.

7) يُسَخَّن المزيج حتى درجة الغليان لفترة 5 دقائق ثمّ يرشح الناتج أيضاً على الساخن ونبرّد لنحصل على بلّورات بيضاء ناصعة.

8) نفصل البلورات عن السائل بالترشيح تحت الضغط المنخفض بواسطة مضخّة مائيّة.

الشكل(53): الترشيح باستعمال وقمع بوخنر والكيتاساتو.

9) اغسلْ البلورات بكميّة قليلة من الماء البارد خلال عمليّة الترشيح.

10) انقل البلورات إلى ورقة ترشيح كبيرة لامتصاص الآثار الباقية من الماء.

11) جفّف البلّورات من أجل اختبار درجة نقاوتها بطريقة تجربة درجة الانصهار السابقة الذكر. فاذا كان هناك اختلاف بدرجة الحرارة التي حصلت عليها ودرجة الانصهار $122\ ^{\circ}C$ يتوجّب إعادة عمليّة البلورة أي تكرار عمليّة البلورة.

الشكل(54): شكل بلّورات حمض البنزوئيك الإبريّة تحت المجهر.

التجربة الرابعة:

1-تحضير رشاحة الانصهار الصوديوميّ.

2- الكشف الكيفيّ العنصريّ.

1- مبدأ الكشف:

يحدّد الكشف الكيفيّ العنصريّ أنواع العناصر الكيميائيّة الموجودة في المركّب العضويّ المدروس، يُعَدُّ الخطوة الأولى في تحديد الصيغة المجملة للمركّب العضويّ وتعيين الوظائف العضويّة لذا التعرّف على البنية المفصّلة للمركّب العضوي المدروس.

يعتمد مبدأ الكشف على تحويل العناصر الداخلة في تركيب المادّة العضويّة إلى شوارد يسهل الكشف عنها بالكواشف الخاصّة ووجد أنّ أغلب المركّبات العضويّة تحتوي العناصر الآتية: الكربون، الهيدروجين، الهالوجين(كلور، بروم يود)، الآزوت، الكبريت، الفوسفور، الزرنيخ..

1-1- طريقة الأكسدة:

تتحوّل العناصر السابق ذكرها بطريقة الأكسدة كما يأتي: يتحوّل الهيدروجين إلى الماء، والكربون إلى غاز الكربون أو الكربونات، والكبريت إلى حمض الكبريت أو الكبريتات، يتحول الفوسفور إلى حمض الفوسفور أو الفوسفات، كما أنّ الهلوجينات إمّا أن تنطلق حرّة بفعل الأكسدة أو يتحول إلى الحموض الهالوجينية الهيدروجينية أو إلى أملاح هذه الحموض وينطلق الآزوت على شكل غاز الآزوت.

1-2- طريقة تحضير رشاحة الانصهار الصوديومي:(لاسين Lassaigne' S Test) :

تُسمى هذه الطريقة بالصهر الصوديوميّ (طريقة لاسين) وتعتمد على تحويل الروابط المشتركة إلى روابط شارديّة بصهر المادة العضويّة مع كميّة زائدة من قلويّ قويّ مثل الصوديوم المعدنيّ وخاصّة عند الكشف عن الآزوت والكبريت والهالوجينات إذ تتفكك بالصهر الصوديوميّ إلى أملاح لاعضوية فنحصل على سيانيدات وثيوسيانات وكلوريدات وبروميدات ويودات الصوديوم كما في التفاعلات الكيميائيّة الآتية:

$$-CN + Na \longrightarrow Na^+CN^-$$

$$-S + 2\,Na \longrightarrow Na_2{}^+S^-$$

$$-CN + -S + Na \longrightarrow NaCNS + Na \longrightarrow NaCN + Na_2S$$

$$-(C\ell\ ,\ Br\ ,\ I)X + Na \longrightarrow NaX$$

إنَّ الصوديوم قد قام بتحويل هذه العناصر المرتبطة بروابط مشتركة إلى شوارد يسهل الكشف عنها بالتحليل الكيفيّ.

1-2-1- المواد والأدوات اللازمة:

قطع من الصوديوم تُحفظ في سائل من الكيروسين (يجب قطع الصوديوم بسكين وهو داخل الوعاء وتُخْرَج القطع الصغيرة بملقط، تُجفّف بسرعة وتُنقل إلى أنبوب اختبار، لأنَّ الصوديوم سريع الاشتعال والأكسدة والالتهاب عند تماسه مع الهواء). يتفاعلُ معدن الصوديوم بشدَّة مع الهواء والماء فيجب الحذر مع ارتداء النظارات الواقية لحماية العينين.

أوراق ترشيح - انبوب اختبار مقاوم للحرارة والكسر - ملقط خشبي - جرن خزفيّ وكأس زجاجي(بيشر) وقمع ودورق مخروطي.

1-2-2- طريقة العمل:

1) ضع في أنبوب اختبار وجاف المادّة العضويّة (صلبة أو سائلة) المراد معرفة مكوّناتها، ثم امسك الأنبوب إمساكاً مائلاً و أرمِ بداخله قطعة صغيرة من الصوديوم المعدنيّ بحجم حبة القمح، (تمسك قطعة الصوديوم بالملقط وتقطع بالسكين).

2) امسك الأنبوب بملقط خشبي مراعياً أن تكون فوّهته مائلة بزاوية حوالي 40 درجة، وسخّنْ على نار تسخيناً مباشراً حتى انصهار الصوديوم، ثم عدّلْ تجاه الأنبوب إلى الشكل الشاقولي (حتى إذا تطاير رذاذ من الصوديوم فسيقع فوق المادة ثانية)، سخّن المزيج بحذرٍ شديدٍ حتى يصل الأنبوب لدرجة الاحمرار.

3) اغمس الأنبوب المُحمر فوراً في جرن خزفيّ يحتوي حوالي 10 مل ماء مقطر (تحت الساحبة باستخدام قناع واقٍ لأنّ التفاعل شديد وقد يرافقه لهب وتناثرات) سينكسر الأنبوب الساخن (اكسره إذا لم ينكسر) وستقع محتوياته بالماء المقطر من بقايا زجاج ومواد عضويّة.

4) انقل هذه المواد إلى أنبوب آخر وسخّنْ حتى الغليان للمساعدة على ذوبان النواتج.

5) رشّح السائل الناتج، نكون قد حصلنا على الرشاحة الصوديوميّة أو رشاحة لاســين.

الشكل(55): طريقة تحضير رشاحة الانصار الصوديومي (رشاحة لاسين).

6) أغمس الأنبوب المُحمر فوراً في جرن خزفي يحوي حوالي 10 مل ماء مقطر (تحت الساحبة باستخدام قناع واقي لأن التفاعل شديد وقد يرافقه لهب وتناثرات) سينكسر الأنبوب الساخن (اكسره إذا لم ينكسر) وستقع محتوياته بالماء المقطر من بقايا زجاج ومواد عضوية.

7) انقل هذه المواد إلى أنبوب آخر وسخن حتى الغليان للمساعدة على ذوبان النواتج .

8) رشح السائل الناتج ، نكون قد حصلنا على الرشاحة الصوديومية أو **رشاحة لاســين** .

هذه الرشاحة يجب أن تتميّز بصفات محدّدة:

1- يجب استعمال فائض من الصوديوم المعدنيّ وإلاّ يمكن أن يتشكّل في حال وجود الآزوت والكبريت مركّب تيوسيانات الصوديوم NaCNS وعندها لدى إجراء اختبار الآزوت فسنحصل على تلوّن أحمر ناتج من تفاعلها مع شوارد الحديد بدلاً من أزرق بروسيا وذلك لعدم وجود شوارد سيانيد حرّة.

فزيادة الصوديوم تؤدّي لتحلّل تيوسيانات الصوديوم حسب:

$$Na\ CNS + 2\ Na \longrightarrow Na\ CN + Na_2\ S$$

2- يجب أن تكون الرشاحة عديمة اللون. ويدل التلون بالأصفر أو البني على التحوّل غير الكامل للمادّة العضويّة إلى الشكل الشاردي؛ أي يدلُّ على التفكّك غير الكامل، عندها تعاد التجربة مع كميّة جديدة من المادة المُراد دراستها.

3- يجب أن تكون رشاحة لاسين رشاحةً قلويةً؛ لأنّ الزيادة من الصوديوم المعدنيّ ينحلّ بالماء:

$$Na + H_2O \longrightarrow Na\,OH + \frac{1}{2} H_2$$

تقسم الرشاحة الناتجة عن محلول الانصهار الصوديوميّ إلى ثلاثة أقسام تُستعمل للكشف عن الكبريت والآزوت والهالوجين.

ملاحظة:

يمكن تحضير رشاحة الانصهار الصوديومي بمزيجٍ من كربونات الصوديوم والزنك عوضاً عن الصوديوم، وذلك بتغطية المركّب العضويّ بهما في أنبوب اختبار ثمّ التسخين الشديد ثم رمي المحتويات في كأس زجاجي(بيشر) حاوي على ماء مقطر، فنحصل على رشاحة يكشف بها عن الآزوت والهالوجينات وراسب يُكشَف فيه عن الكبريت.

2- الكشف عن الكربون والهيدروجين في المركّبات العضويّة:

2-1- مبدأ الكشف:

أوجد العالِم الألماني ليبيغ عام 1831 طريقاً للكشف عن الكربون والهيدروجين في المركّبات العضويّة تعتمد على الأكسدة بأكسيد النحاس الأسود CuO، فيتحوّل الكربون إلى ثنائي أكسيد الكربون، ويتحوّل الهيدروجين في حالة وجوده إلى مول من الماء، مرجعاً أكسيد النحاس إلى النحاس المعدنيّ كما في التفاعلات الكيميائيّة الآتية:

$$-C + 2\,Cu\,O \longrightarrow CO_2 + 2\,Cu$$

كربون المادة العضوية

$$-2\,H + Cu\,O \longrightarrow H_2O + Cu$$

هيدروجين المادة العضوية

ويُكشَفُ عن ثنائي أكسيد الكربون بتشكّل كربونات الكالسيوم:

$$Ca(OH)_2 + CO_2 \longrightarrow CaCO_3\downarrow + H_2O$$

رائق الكلس

2-2- المواد والأدوات اللازمة:

مادّة عضويّة جافة قليلة التطاير (سكر القصب – نفتالين...)، أكسيد النحاس على شكل مسحوق ناعم، رائق الكلس $Ca(OH)_2$ ، أنبوب اختبار كبير مغلق بسدادة ومزوّد بأنبوب معقوف بنهايته أنبوب يستقبل غاز ثنائي اكسيد الكربون خلال رائق الكلس.

2-3- طريقة العمل:

يُمزج /0.5/ غ من المادّة العضويّة الجافّة مع /1/غ من أكسيد النحاس، ويُوضع في أنبوب اختبار جاف مزوّد بسدادة محكمة الإغلاق يخرج منها أنبوب معقوف لانطلاق الغازات ويمسك هذا الأنبوب بمقبض معدنيّ على حامل مسكاً مائلاً، وتُدخل نهاية الأنبوب المعقوف في أنبوب اختبار آخر يحتوي /3/ مل من محلول رائق الكلس؛ بحيث تمسّ نهاية الأنبوب تقريباً سطح السائل.

الشكل(56): طريقة الكشف عن الكربون والهيدروجين في المركّبات العضويّة.

يُسخّن المزيج في البدء بلطف ثم بقوة حتى الدرجة الحمراء فيلاحظ تشكّل الماء كقطرات على جوانب الأنبوب الباردة من الداخل دليل وجود جزيئات الماء وبالتالي دليل وجود الهيدروجين في المركّب العضويّ، ويلاحظ تشكّل عكر في أنبوب رائق الكلس دليلاً على وجود ثنائي أُكسيد الكربون وبالتالي دليل وجود الكربون في المركّب العضويّ.

ملاحظة:

إذا لم يتعكّر رائق الكلس فلا تحتوي المادة المدروسة على كربون وتُصنّف المادة بأنّها ليست مادّة عضويّة. وإذا لم تظهر قطرات الماء على جوانب الأنبوب نتيجة تكثف بخار الماء فلا يحتوي المركّب العضويّ على الهيدروجين.

ويمكن وضع حبيبات عدّة من كبريتات النحاس اللامائيّة $CuSO_4$ ذات اللّون الأبيض والماصّة للماء Hydroscopic التي تتحوّل إلى اللّون الأزرق عندما تمتصّ خمسة جزيئات من الماء متحوّلة إلى كبريتات النحاس المائيّة $CuSO_4 . 5H_2O$.

3- الكشف عن الكبريت في مركّب عضويّ:

3-1- مبدأ الكشف:

يُستعمل للكشف عن الكبريت العضويّ طريقة تحضير رشاحة الانصهار الصوديوميّ بتحويل الكبريت العضويّ إلى كبريت شارديّ لا عضويّ Na_2S، الذي يُكشف عنه بثلاث طرائق مميزة وهي: ترسيب على شكل كبريت رصاص أو كبريتات رصاص أو بتلوينه لمحلول نتروبروسيد الصوديوم.

3-2- المواد والأدوات اللازمة:

رشاحة الانصهار الصوديوميّ – نترات الرصاص – هيدروكسيد الصوديوم – خلات الرصاص – محلول نترو بروسيد الصوديوم $Na_2[Fe(CN)_5NO]. 2H_2O$ – أنبوب اختبار وملقط خشبيّ.

3-3- العمل المخبري :

ويتمُّ بطريقة من الطرائق الثلاث الآتية:

3-3-1- طريقة نترات الرصاص:

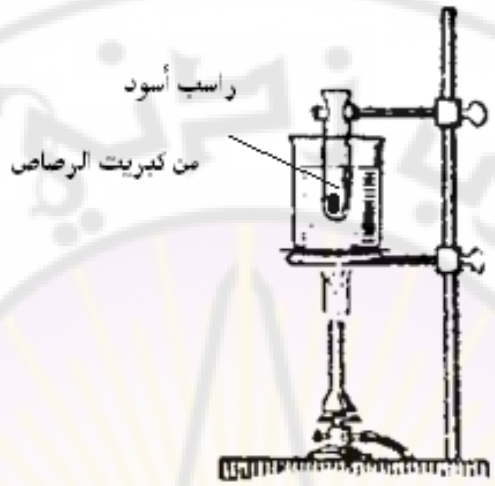
ضع /1/ مل من محلول نترات الرصاص في أنبوب اختبار زجاجيّ، ثم أضف إليه 2- 3 نقاط من محلول هيدروكسيد الصوديوم (10%) حتى تشكّل راسب من هيدروكسيد الرصاص $Pb(OH)_2$ ، ثم أضف زيادة من هيدروكسيد الصوديوم حتى ذوبان الراسب.

أضف /1/ مل من الرشاحة القلويّة إلى الأنبوب السابق، فيظهر تلوّن بني غامق أو راسب أسود من كبريت الرصاص الذي يزداد بالتسخين، الأمر الذي يدلّ على وجود الكبريت في المادّة العضويّة، حسب التفاعلات الكيميائيّة الآتية:

$$-S + Na \longrightarrow Na_2S$$

$$Pb(NO_3)_2 + 4\,NaOH \longrightarrow 2\,NaNO_3 + 2\,H_2O + Pb(ONa)_2$$

$$Pb(ONa)_2 + 2H_2O + Na_2 \longrightarrow PbS\downarrow + 4NaOH$$



الشكل(57): طريقة الكشف عن الكبريت بنترات الرصاص.

3-3-2- طريقة نترو بروسيد الصوديوم:

ضع /1/ مل من الرشاحة القلويّة في أنبوب اختبار، وأضف إليه 2-3 نقطة من محلول نتروبروسيد الصوديوم، فيظهر لدينا في حال تواجد الكبريت فوراً تلوُّن بنفسجي واضح تلوُّناً معقّداً غير ثابت ويزول االّون تدريجيّاً مع الزمن حسب التفاعل الكيميائيّ الآتي:

$$Na_2Fe(CN)_5NO + Na_2S \longrightarrow Na_3Fe(CN)_5ONS\,Na$$

3-3-3- طريقة خلاّت الرصاص :

ضع في أنبوب اختبار 2 مل من الرشاحة القلويّة، وحوالي 2 مل من حمض الخل الممدّد ثم أضف بضع نقاط من محلول خلاّت الرصاص مما يؤدّي إلى ظهور راسب أسود من كبريت الرصاص، وهذا يدُّل على وجود الكبريت في المادّة العضويّة، حسب التفاعل الكيميائي الآتي:

$$Na_2S + Pb(CH_3COO)_2 \longrightarrow PbS\downarrow + 2Na(CH_3COO)$$

ملاحظة:

يتشكّل عندما لا يحمض المحلول بحمض الخل راسب من هيدروكسيد الرصاص حسب المعادلة الكيميائية الآتية:

$$Pb^{++} + 2\,OH^{-} \longrightarrow Pb(OH)_2 \downarrow$$

ويترسّب كلور الرصاص أو كبريتات الرصاص عند التحميض بحمض كلور الماء أو بحمض الكبريت وينطلق غاز كبريت الهيدروجين لذا يعاق الكشف عن الكبريت حسب المعادلات الكيميائية الآتية:

$$Pb^{++} + 2\,C\ell^{-} \longrightarrow PbC\ell_2 \downarrow$$

$$Pb^{++} + SO_4^{--} \longrightarrow PbSO_4 \downarrow$$

$$S^{--} + 2\,H^{+} \longrightarrow H_2S \nearrow$$

4- الكشف عن الآزوت:

4-1- مبدأ الكشف:

يوجد عنصر الآزوت في المركّبات العضويّة على شكل أمين أو أميد وعلى شكل آزوت نشادري كما في الأنيلين $C_6H_5\text{-}NH_2$ أو بشكل آزوت غير نشادري كما في مركّبات النيترو بنزن $C_6H_5\text{-}NO_2$ .... الخ.

يكشف عن الآزوت النشادري بتسخين المركّب العضويّ بالكلس الصوديّ CaO + NaOH إذ يطلق النشادر، الذي يكشف عنه بطرائق عدة. أمّا في حالة الآزوت غير النشادريّ فيُكشف عنه بتحضير رشاحة الانصهار الصوديوميّ فيتشكّل سيان الصوديوم NaCN الذي يكشف عنه بتفاعل تشكُّل بلورات أزرق بروسيا.

4-1-1- الكشف عن الآزوت النشادريّ بطريقة الكلس الصوديّ:

1) مبدأ الكشف:

ينطلق النشادر عند تفاعل 0.2 غرام من مركّب عضويّ يحتوي على آزوت نشادري مع 1 غرام من مزيج الكلس الصوديّ CaO + NaOH في أنبوب اختبار مزود بسدادة وأنبوب انطلاق، ويميّز النشادر المنطلق بالرائحة المميزة أو بانقلاب لون ورقة عبّاد الشمس الحمراء إلى زرقاء أو انطلاق أبخرة بيضاء بالتماس مع حمض كلور الماء ($NH_4C\ell$) أو اسوداد ورقة ترشيح مبلّلة بنترات الزئبقي أو بالتفاعل مع كاشف نسلر.

2) المواد والأدوات اللازمة:

أكسيد الكالسيوم CaO – هيدروكسيد الصوديوم NaOH – قضيب زجاجيّ مبلّل بحمض كلور الماء المركّز – ورقة ترشيح مبلّلة بمحلول نترات الزئبقيّ $Hg_2(NO_3)_2$ – كاشف نسلر $KOH + K_2HgI_4$ – أنبوب اختبار مزوّد بسدادة وأنبوب انطلاق.

الشكل(58): طريقة الكشف عن الآزوت النشادريّ في المركّب العضويّ.

3) طريقة تمييز الآزوت بالنشادر المنطلق بواسطة الرائحة:

يتميّز النشادر المنطلق NH_3 من أنبوب الاختبار نتيجة إضافة المادّة العضويّة إلى الكلس الصوديّ برائحة واخِزة مميزة، ويتمّ ذلك بتقريب النشادر بسرعة قرب الأنف وليس بتماس الأنف.

4) طريقة تمييز الأزوت بالنشادر المُنطلق على ورقة عبّاد الشمس:

ينقلب لون ورقة عبّاد الشمس المبلّلة بالماء المقطّر الحمراء اللّون إلى اللّون الأزرق دليل وجود الأمونيوم وبالتالي النشادر أي يوجد مركّب عضويّ يحتوي آزوت نشادري حسب التفاعل:

$$NH_3 + H_2O \longrightarrow NH_4^+ + OH^-$$

وهناك أنواع عديدة من المشعرات الورقيّة وتتكوّن المشعرات من مواد عضويّة كهرليتيّة ضعيفة ذات خواص قلويّة أو حمضيّة تتغيّر درجة تأينها بتغيُّر حموضة الوسط فيتغيّر لونها عند حصول التعادل في مجال معيّن لقيم ال pH.

5) طريقة تمييز الآزوت بالنشادر المنطلق على حمض كلور الماء:

يبلّل قضيب زجاجي بغمسه بحمض كلور الماء المركَّز ثم يقرّب من أبخرة النشادر المنطلقة من أنبوب الاختبار فتتشكّل أبخرة بيضاء من كلور الأمونيوم حسب المعادلة الكيميائيّة الآتية:

$$NH_3 + HC\ell \longrightarrow NH_4C\ell$$

6) طريقة تمييز الآزوت بالنشادر المنطلق على ورقة ترشيح مبلّلة بنترات الزئبقيّ:

تبلّل ورقة ترشيح بمحلول نترات الزئبقيّ ثم تقرب إلى أبخرة النشادر المنطلقة من أنبوب التفاعل مع الكلس الصوديّ فيلاحظ تشكل بقع سوداء من دقائق الزئبق الحر دليل وجود النشادر حسب التفاعل الكيميائيّ الآتي:

$$2Hg_2(NO_3)_2 + 4NH_3 + H_2O \rightarrow [O\begin{matrix}Hg\\Hg\end{matrix}NH_2]NO_3 + 2Hg\downarrow + 3NH_4NO_3$$

7) طريقة تمييز الآزوت بالنشادر المنطلق بكاشف نسلر:

يعطي النشادر مع نقطة من كاشف نسلر وهو مزيج من (K_2HgI_4+KOH) راسباً أحمرَ بنيًّا أو أصفر حسب تركيز النشادر في المحلول، ويمكن بوساطة هذا الاختبار الكشف عن آثار من النشادر التي قد توجد في مياه الشرب حسب المعادلة الكيميائيّة الآتية:

$$NH_3 + 2[HgI_4]^{2-} + 3OH^- \longrightarrow O\begin{matrix}Hg\\Hg\end{matrix}NH_2I\downarrow + 7I^- + 2H_2O$$

4-1-2- الكشف عن الآزوت غير النشادريّ بطريقة أزرق بروسيا:

1) **مبدأ الكشف:** يُضاف حمض الكبريت لتعديل وسط رشاحة الانصهار الصوديوميّ التي تحتوي على الآزوت على شكل سيان الصوديوم NaCN حسب المعادلة الآتية:

$$H_2SO_4 + 2\,NaOH \longrightarrow Na_2SO_4 + 2\,H_2O$$

لا تُضافُ كمية كبيرة من الحمض لكي لا يفقد الآزوت على شكل حمض سيان الطيّار حسب المعادلة الآتية:

$$NaCN + H_2SO_4 \longrightarrow Na_2SO_4 + 2HCN\uparrow$$

يعطي سيان الصوديوم مع محلول كبريتات الحديدي راسباً أزرقَ غامقاً من حديدي سيان الحديد يُسمّى أزرق بروسيا الذي يدلُّ على وجود الآزوت غير النشادريّ في المركّب العضويّ وفق مراحل التفاعلات الكيميائيّة الآتية:

$$FeSO_4 + 2NaCN \longrightarrow Fe(CN)_2 + Na_2SO_4$$

$$Fe(CN)_2 + 4NaCN \longrightarrow Na_4[Fe(CN)_6]$$

$$3\,Na_4[Fe(CN)_6] + 2\,Fe_2(SO_4)_3 \longrightarrow Fe_4[Fe(CN)_6]_3\downarrow + 6Na_2SO_4$$

أزرق بروسيا

2) **المواد والأدوات اللاّزمة:**

رشاحة الانصهار الصوديوميّ للمركّب العضويّ الحاوي على آزوت غير نشادريّ – حمض الكبريت – كبريتات الحديدي – أنبوب اختبار – حمّام مائيّ.

3) **طريقة العمل:**

يُضاف إلى 2 مل من الرشاحة القلويّة، 2 مل من محلول كبريتات الحديديّ، يُسخَّنُ المزيج على حمّام مائيّ مع التحريك حوالي 3 دقائق ثم يحمض بحمض الكبريت الممدّد، فيتشكّل راسب أزرق (أزرق بروسيا) يدلُّ على وجود الآزوت في المادّة العضويّة.

(إن ظهور لون أصفر شاحب بدلاً من الأزرق يدلُّ على عدم وجود الآزوت).

لا ينحلُّ الراسب الأزرق (أزرق بروسيا) في حمض كلور الماء ولكّنه يتفكّك بوجود القلويَّات معطياً هيدروكسيد الحديد $Fe(OH)_3$:

$$Fe^{+++} + 3OH^- \longrightarrow Fe(OH)_3\downarrow$$ (راسب هلامي بني أحمر)

<u>ملاحظة:</u>

نجدُ بالرجوع إلى المعادلات السابقة أنَّ أزرق بروسيا يُشَكَّلُ من كبريتات الحديد، ونحن استخدمنا كبريتات الحديدي، فمن أين تشكَّلت كبريتات الحديد؟

تتأكسد بلورات الحديدي بأكسجين الهواء، كما أنّه لدى غليان المحلول القلويّ لملح الحديديّ فإنَّ الأخير يتأكسد إلى حديد بتأثير الهواء وفق التفاعل الكيميائيّ الآتي:

$$2\,FeSO_4 + 1/2\,O_2 + H_2SO_4 \longrightarrow Fe_2(SO_4)_3 + H_2O$$

5- الكشف عن الهالوجينات :

5-1- طريقة الكشف عن الهالوجينات بقضيب النحاس (بايلشتاين Beilstein):

يُكشف بغمس قضيب حلزونيٍّ من النحاس ممسوك بقطعة من الفلين، موهّج على شعلة النار على دقائق المركّب العضويّ فيظهر في اللهب لون أخضر مُزرق دليلاً على وجود هالوجين في المركّب العضويّ حسب التفاعل:

$$-2X + Cu \xrightarrow{\triangle} CuX_2$$

تُعَدُّ هذه الطريقة أوّلية وتعطي نتائج سريعة بوجود هالوجين أو بحالة عدم وجود هالوجين فيُعَدُّ هذا الاختبار حسّاساً جداً ويُمكن الكشفُ بواسطته عن المقادير الضئيلة جداً في مادة عضويّة سريعة التطاير.

5-2- طريقة الكشف عن الهالوجينات بطريقة الترسيب:

تُحمّض رشاحة لاسين (الرشاحة القلويّة) بحمض الآزوت المركّز، فإذا تبيّن في أثناء العمل أنَّ المادّة العضويّة تحتوي كبريتاً أو آزوتاً (أو الاثنين معاً)، يجب غلي الرشاحة المحمضة دقائق عدة (تحت الساحبة) لأكسدة وطرد الكبريت بصورة غاز كبريت الهيدروجين H_2S، والآزوت بشكل غاز حمض سيان الماء HCN . وذلك لأن وجودهما يؤدي إلى ظهور رواسب كبريت الفضة وسيانيد الفضة، عند إضافة نترات الفضة.

الشكل(59): طرد كبريت الهيدروجين وحمض سيان الماء بالغلي.

بعد التخلُّص من الكبريت والآزوت، أضف لجزء من السائل الحمضيّ المتبقيّ الشفّاف عدة نقاط من محلول نترات الفضة، فيظهر لدينا راسب قطنيّ هو هالوجين الفضة:

$$AgNO_3 + Na\,X \longrightarrow Ag\,X\downarrow + NaNO_3$$

فإذا كان الهالوجين هو الكلور، يتشكَّل راسب أبيض من كلور الفضة، يتغيّر لونه تدريجيّاً ويميل إلى الرمادي بسبب تأثرّه بأكسجين الهواء، وهذا الراسب ينحلُّ بسهولة بهيدروكسيد الأمونيوم المركَّزة. وإذا كان الهالوجين هو البروم، يتشكّل راسب أبيض مصفر من بروم الفضة ينحلّ بصعوبة في هيدروكسيد الأمونيوم المركّزة.

وإذا كان الهالوجين هو اليود، يتشكّل لدينا راسب أصفر واضح من يود الفضة، لاينحلّ نهائيّاً في هيدروكسيد الأمونيوم المركّزة.

5-3- طريقة الكشف عن الهالوجينات بطريقة الأكسدة:

نأخذ /2/ مل من الرشاحة القلويّة ونضيف حوالي /2/ مل من حمض الكبريت الممدّد، ثم نضيف لهما /1/ مل من رباعي كلور الكربون (أو كلوروفورم)، نرجّ المحلول جيداً، ثم نضيف نقطةً نقطة من ماء الكلور (ماء جافيل) ورج المزيج ويلاحظ تلوّن الطور العضويّ السفليّ باللون البنفسجيّ في حالة وجود اليود؛ حيث يتحوّل اليود الشارديّ الموجود في الطبقة المائيّة إلى يود جزيئي وفق المعادلات:

$$Na\,I + \frac{1}{2}\,C\ell_2 \longrightarrow Na\,C\ell + \frac{1}{2}\,I_2$$

$$2\,HI + HOC\ell \longrightarrow HC\ell + H_2O + I_2$$

وإذا استمرّينا بإضافة ماء الكلور فسيزول اللون البنفسجي، وذلك لتأكسد اليود إلى يودات حسب التفاعل الآتي:

$$I_2 + 5HOC\ell + H_2O \longrightarrow 5HC\ell + 2HIO_3$$

أو بإضافة ماء جافيل:

$$I_2 + 5C\ell_2 + 6H_2O \longrightarrow 3HIO_3 + 10\,HC\ell$$

وفي حال وجود البروم فسيحصل الشيء ذاته:

$$Na\,Br + \frac{1}{2}\,C\ell_2 \longrightarrow Na\,C\ell + \frac{1}{2}\,Br_2$$

غير إنَّ الطور العضويّ يتلوّن باللون البرتقاليّ، أو البني المصفر.

وبحالة وجود هالوجينين اليود والبروم، فإنّه يمكن إجراء التجربة الآتية:

نأخذ /2/ مل من مزيج اليود والبروم ونحمض بحمض الكبريت الممدّد /1/ مل، ونُضيف /1/ مل من رباعي كلور الكربون، ونُضيف ماء جافيل تنقيطاً حوالي 2 – 3 نقطة ونرج الأنبوب جيداً، فنلاحظ تلوّن الطور العضويّ باللون البنفسجيّ دليلاً على اليود، ثم نتابع إضافة ماء جافيل حيث يزول اللون البنفسجيُّ وظهور اللون البرتقاليّ أو البني المصفر، وهو دليل على وجود البروم.

لا تُعَدُّ هذه الطريقة ناجحة للكشف عن الكلور؛ لأنَّ المحاليل العضويّة للكلور عديمة اللون.

ويجري للكشف عن الكلور التفاعل الآتي بصندوق ساحبة الهواء كشاهدة لخطورة الأبخرة المنطلقة حيث يُضافُ إلى 2 ميلي ليتر رشاحة الانصهار الصوديوميّ 0.5 غرام من ثنائي أكسيد الرصاص وقطرات عِدَّة من حمض الخل فتتأكسد إلى كل من البروم واليود الجزيئي التي تنطلق بالتسخين حتى الغليان حسب التفاعلين الآتيين:

$$2\,Br^- + PbO_2 + 4H^+ \longrightarrow Br_2 + Pb^{++} + 2H_2O$$

$$2\,I^- + PbO_2 + 4H^+ \longrightarrow I_2 + Pb^{++} + 2H_2O$$

يُرشّح الناتج ويُضاف محلول نترات الفضة مع التحميض بحمض الآزوت الممدّد فيترسّب الكلور دليلاً على وجوده على شكل راسب أبيض من $AgC\ell$.

6- الكشف عن الفوسفور في المركّب العضويّ:

6-1- مبدأ الكشف:

يحوّل الفوسفور العضويّ إلى شاردة الفوسفات PO_4^{---} التي ترسّب بوسط حمضيّ على شكل فوسفو موليبدات الأمونيوم بصورة راسب أصفر حسب المعادلة الكيميائيّة الآتية:

$$H_3PO_4 + 12(NH_4)_2MoO_4 + 21HNO_3 \rightarrow (NH_4)_3(MoO_3)_{12}PO_4 + 21NH_4NO_3 + 12H_2O$$

ملاحظة:

يجب الانتباه إلى أنَّ شاردة الفوسفات تعطي مع شوارد الفضة راسباً أصفرَ من فوسفات الفضة حسب التفاعل:

$$PO_4^{---} + 3Ag^+ \longrightarrow Ag_3PO_4 \downarrow$$

يتميّز الراسب أنَّه ينحلُّ بهيدروكسيد الأمونيوم أو بهيدروكسيد الصوديوم حسب التفاعل:

$$Ag_3PO_4 + 6NH_4OH \longrightarrow [Ag(NH_3)_2]_3PO_4 + 6H_2O$$

6-2- المواد والأدوات اللازمة:

رشاحة الانصهار الصوديوميّ - موليبدات الأمونيوم - حمض الآزوت - أنبوب اختبار مزوّد بملقط خشبيّ - حمّام مائيّ.

6-3- طريقة العمل:

خذ /1/ مل من الرشاحة القلويّة الحاوية على فوسفات الصوديوم Na_3PO_4، وأضف إليها /2/ مل من حمض الآزوت المركّز، اغلِ لمدة دقيقتين على حمّام مائيّ فيحصل التفاعل الآتي:

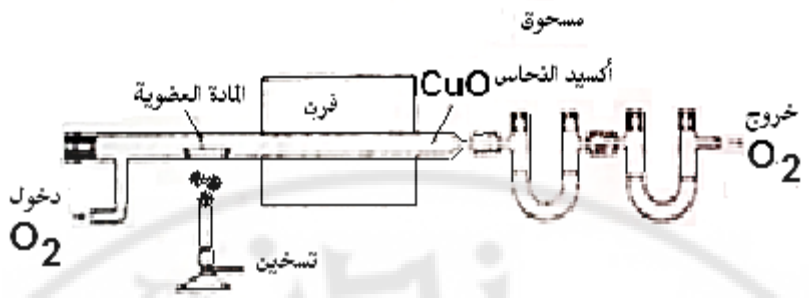
$$Na_3PO_4 + HNO_3 \longrightarrow H_3PO_4 + 3NaNO_3$$

ثم برّد وأضف للأنبوب كميّة مماثلة من كاشف موليبدات الأمونيوم في حمض الآزوت، ثم سخّنْ المزيج حتى الدرجة C 40-50 واتركه فترة، تلاحظ تشكُّل راسب أصفر بلوري من فوسفو موليبدات الأمونيوم دليلاً على وجود الفوسفور.

7- التحليل العنصريّ الكميّ:

يهدف التحليل العنصريّ الكميّ إلى تحديد نسب كلّ عنصر من العناصر الكيميائيّة الموجودة في المركّب العضويّ للوصول إلى الصيغة المجملة. ويعتمد مبدأ التحليل الكميّ على أكسدة العيّنة العضويّة بحرقها بجو من الأكسجين وأكسيد النحاس CuO وتمرّر الغازات الناتجة على أنبوب يحتوي فوق كلورات المغنيزيوم $Mg(C\ell O_4)_2$ التي تمتز جزيئات الماء. ثم تمرّر في أنبوب يحتوي الكلس الصودي فيمتزُّ غاز ثنائي أكسيد الكربون.

وبالوزن تحسب نسبة الكربون والهيدروجين، ومن فرق النسبة المئويّة تُحسَبُ نسبة الأكسجين الموجود في المركّب العضويّ.



الشكل(60): التحليل العنصريّ العضويّ الكميّ.

ويُحسب الآزوت إمّا بطريقة دوماس Dumas بإنتاج غاز الآزوت مع أكسيد النحاس في تيار من ثنائي اكسيد الكربون CO_2، وقياسه من مقياس غاز الآزوت، أو بطريقة كلدال Kjeldahl بتخريب حمض الآزوت بحفاز فينتج كبريتات الأمونيوم التي يُضاف إليها قلويّ فيتحرّر النشادر وتجرف وتجمع بحمض الكبريت وتعاير.

تُحسب الهالوجينات من وزن راسب هالوجين الفضة؛ حيث تحرق الهالوجينات بتيار من الأكسجين وتحدّد النواتج على البلاتين ثم تمتز بكربونات الصوديوم بوجود ثنائي كبريت الصوديوم وترسّب نترات الفضة على شكل هالوجين الفضة وتوزن.

يمكن أن تحدّد الهالوجينات بطريقة كاريوس بحمض الآزوت ونترات الفضة. أو تحدّد بالأكسدة بحمض الكبريت وثنائي كرومات الصوديوم وتيار من الأكسجين بحضور ثنائي كرومات الفضة فيتحرّر الكلور والبروم. وتمتص بهيدروكسيد الصوديوم والماء الأكسجيني ثم توزن، بينما يحتجز اليود بصورة يودات.

يُحسب الكبريت بالمعالجة بنترات البوتاسيوم وكربونات الصوديوم أو بالاحتراق أو تحمض بحمض الآزوت وكلور الباريوم.

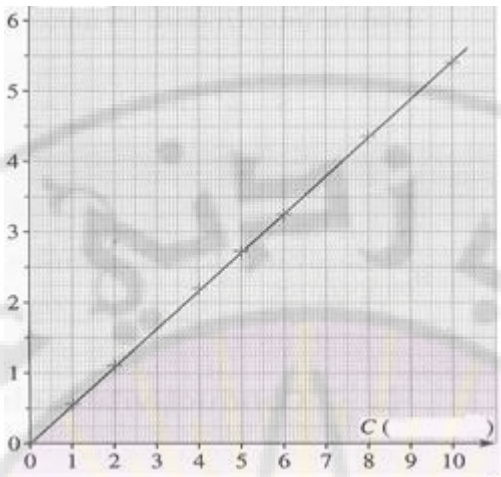
يُقدّر فوسفور المادّة العضويّة كميّاً بتخريبه وتحويله إلى حمض فوسفور:

1) يرسّب حمض الفوسفور على صورة موليبدات الأمونيوم ويوزن ويقدّر بصورة فوسفوموليبات الأمونيوم.

2) أو تُستعمل طريقة حجميّة بحلّ الراسب في ماءات الصوديوم ويقطر النشادر وتُحدَّد القلويّة بالإرجاع بوجود مشعر فينول فتالئين.

3) أو تستعمل طريقة طيفيّة لونيّة لأزرق المولبيدن بعد الإرجاع بحمض الأسكوربيك.

الامتصاصية A



التركيز

الشكل(61): المنحني العياريّ لتحديد الفوسفور بالطريقة الطيفيّة اللونيّة.

في حال توفُّر مطيافيّة الكتلة فيمكن تحديد الصيغة الكيميائيّة المفصّلة.

وقل رب زدني علما
جامعة دمشق
Damascus University

التجربة الخامسة:

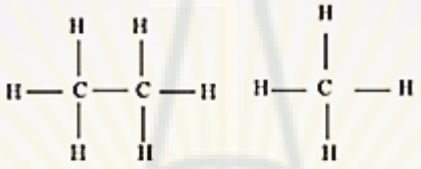
1- الكشف عن الفحوم الهيدروجينيّة المشبعة.

2- الكشف عن الفحوم الهيدروجينيّة غير المشبعة.

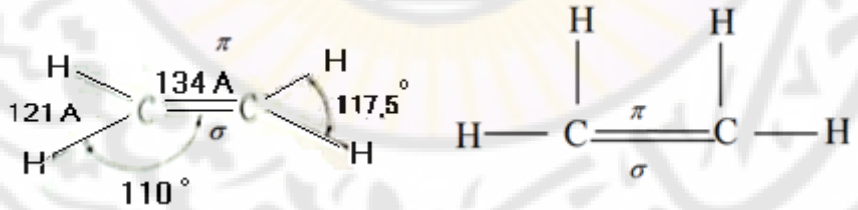
3- الكشف عن الفحوم الهيدروجينيّة الآروماتيه.

1- مبدأ الكشف:

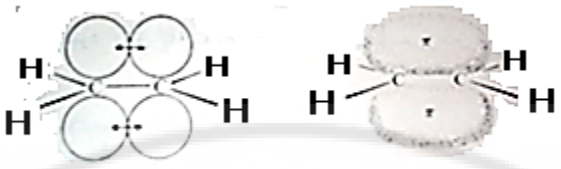
تُعَدُّ الفحوم الهيدروجينيّة المفتوحة المشبعة من طائفة الألكانات وتملك الصيغة المجملة C_nH_{2n+2}، مثال نظامي الهكسان C_6H_{14} ، وهي خاملة وتُسمَّى البرافينات ولا تتفاعل مع الكواشف مثل محلول ماء البروم ومحلول برمنغنات والحموض الهالوجينيّة على البارد، أمّا على الساخن فيمكن أن تقوم بتفاعلات استبدال بآلية الجذور الحرّة وفق قاعدة ماركفرنيكوف.



وتُعَدُّ الفحوم الهيدروجينيّة غير المشبعة C_nH_{2n} من طائفة الألكنات أو تُسَمَّى الأولوفينات مثل زيت التربنتين أو الكيروسين أو البنزين ($CH_3CH_2CH=CHCH_2CH_2CH_3$) وتميّز عادة بتفاعلات الضم بإزالة لون محلول ماء البروم بالبارد وإرجاع برمنغنات البوتاسيوم والانحلال في حمض الكبريت.

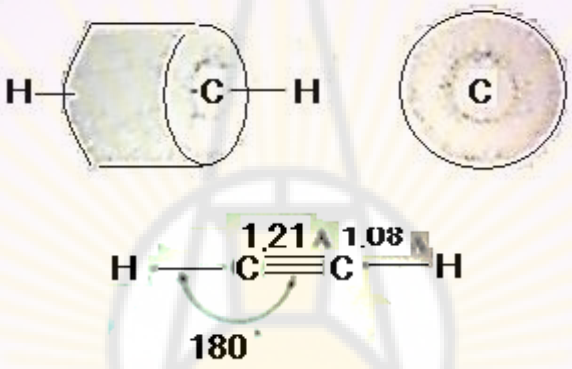


إيتيلين غير مشبع



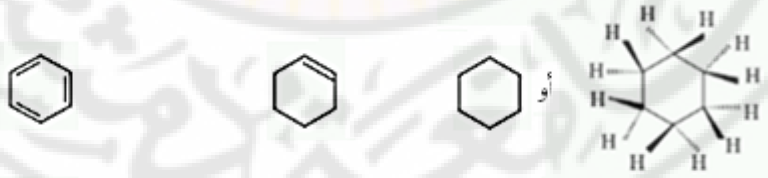
روابط π وروابط σ في الإيتيلين

وتُعَدُّ الفحوم الهيدروجينيّة غير المشبعة وتملك الصيغة المجملة C_nH_{2n-2} من طائفة الألكينات أو تُسمَّى الأستيلينات.



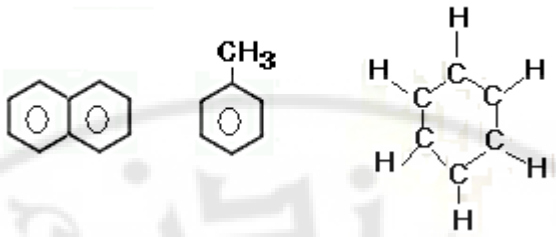
الأستيلين

وتتميّز الفحوم الهيدروجينيّة الحلقيّة الأليفاتيّة غير العطريّة بأنّها ذات الصيغة المجملة C_nH_{2n} بدرجة غليان أعلى وكثافة أكبر من الفحوم المفتوحة وتتشابه معها بتفاعلاتها الكيميائيّة.

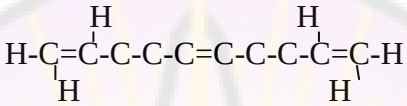


حلقي هكسان (مشبع) حلقي هكسين (غير مشبع) حلقة البنزين (غير مشبعة)

وتتميّز الفحوم العطريّة غير المشبعة C_nH_{2n} بظاهرة الطنين، وإنَّ دخول زمرة ميتيل أوحلقة عطريّة أخرى ينشّط المركّب مثل التلوين أو النفتالين:



صيغة زيت التربنتين Turpentine $C_{10}H_{16}$:



وتميّز عادة الألكانات عن المركّبات الأروماتيّة بواسطة حمض الكبريت المركّز والكثيف (الأوليوم وهو حمض الكبريت المدخّن والمقرقر فيه غاز ثنائي أكسيد الكبريت)، مع إعطاء ألوان مميزة.

2- المواد والأدوات اللازمة:

ن- الهكسان (هيدروجين مشبع)، زيت التربنتين أو البنزين (هيدروجين غير مشبع)، البنزن (فحم هيدروجين أروماتيّ)، التولوين، ماء البروم في رباعي كلور الكربون، كربونات الكالسيوم، كربونات الصوديوم، برمنغنات البوتاسيوم، هيدروكسيد الصوديوم، هيدروكسيد الأمونيوم، هيدروكسيد الكالسيوم، حمض الآزوت، حمض الكبريت، أنابيب اختبار مع ملقط خشبيّ، أنبوب اختبار مزوّد بأنبوب معكوف، حمّام مائيّ، كأس بيشر، قضيب زجاجيّ.

3- تأثير محلول البروم:

3-1- الكشف عن الفحم الهيدروجينيّ المشبع (الهكسان):

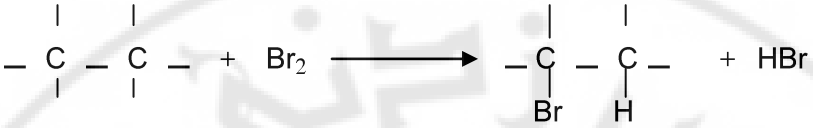
خطوات العمل:

ضع في أنبوب اختبار نظيف وجاف /1/ مل من الهكسان، أضف مع الرّج /1/ مل من محلول البروم في رباعي كلور الكربون (2%) تلاحظ أنّه في البرودة لا يستطيع الألكان عامةً أن يتفاعل مع البروم، ولا يختفي لون البروم الأصفر، ولكن إذا سخنّا المزيج بلطف

نلاحظ زوال لون البروم، وانطلاق غاز HBr ذي الرائحة الواخزة المدخّن في الهواء، إذا قربّنا من فوهة أنبوب التفاعل قضيباً زجاجيّاً مبلّلاً بمحلول نشادر مركّز، ونلاحظ تشكّل ضباب أبيض.

أو قرّبْ من فوهة الأنبوب ورقة عبّاد الشمس ملوّنة بالأزرق، تلاحظ تحول لونها للأحمر.

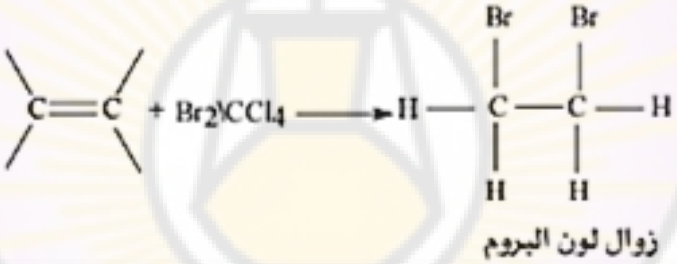
التفاعل هو استبدال بآلية الجذور الحرّة؛ حيث استُبدِلَ الهيدروجين بالبروم:



3-2- الكشف عن الفحم الهيدروجينيّ اللامشبع (زيت التربنتين أو البنزين):

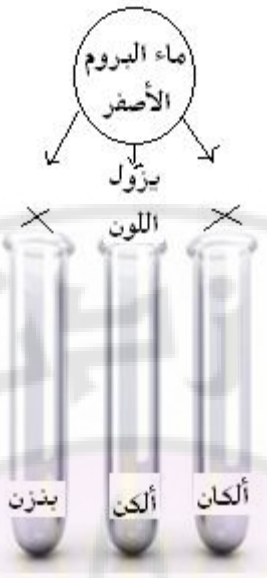
خطوات العمل:

ضع في أنبوب اختبار /1/ مل من الفحم الهيدروجينيّ اللامشبع زيت التربنتين، أضف مع الرج /1/ مل من محلول البروم، تلاحظ اختفاء اللوّن البنيّ لمحلول البروم، وانضمام البروم إلى ركنيّ الرابطة المزدوجة في المركّب غير المشبع، وفق المعادلة:



3-3- الكشف عن الفحم الهيدروجينيّ العطريّ (البنزن):

لايختفي لون محلول البروم بإضافته مع البنزن، أي لا يحدث تفاعل؛ لأنَّ البنزن مركّب غير مشبع ويحمل صفات عطريّة أي عدم تموضع إلكترونيّ.



الشكل(62): تأثير ماء البروم على الفحوم الهيدروجينيّة.

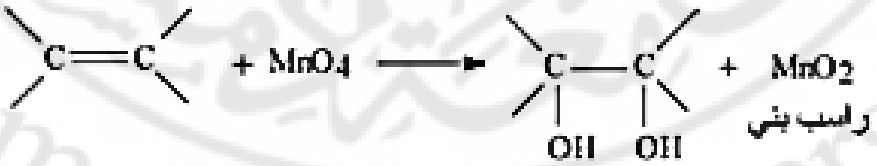
4- تأثير برمنغنات البوتاسيوم (اختبار باير – فاغنر)

4-1- تأثير برمنغنات البوتاسيوم في الفحوم المشبعة (الهكسان):

العمل: ضع في أنبوب اختبار /1/ مل من الهكسان، وأضف إليه /1/ مل من محلول كربونات الصوديوم، ثمّ أضف تدريجيّاً مع الرّج نقاطاً من محلول برمنغنات البوتاسيوم، تجد أنَّ الألكان لايتأثّر بهذا الكاشف ويبقى لون محلول برمنغنات البوتاسيوم بنفسجيّ.

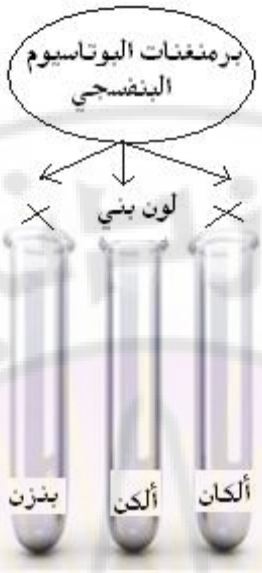
4-2- تأثير برمنغنات البوتاسيوم في الفحوم غير المشبعة (زيت التربنتين أو البنزين):

ضع في أنبوب اختبار /1/ مل من زيت التربنتين، وأضف إليه /1/ مل من محلول كربونات الصوديوم، ثمّ أضف تدريجيّاً مع الرّج نقاطاً من محلول برمنغنات البوتاسيوم يُلاحظ اختفاء اللّون، وظهور تلون بنيّ مُسمر وراسب قطنيّ وداكن من أكسيد المنغنيز MnO_2، ويتشكّل معه غليكول، وقد يستمرّ التفاعل ويتحطّم الغليكول إلى ألدهيد وكيتون. حسب المعادلة:



4-3- تأثير برمنغنات البوتاسيوم مع الفحوم العطريّة مثل البنزن:

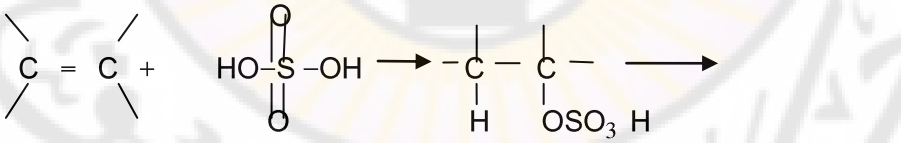
لا يختفي لون الكاشف عند إضافته إلى 1 مل من البنزن؛ أي لا يحدث تفاعل.

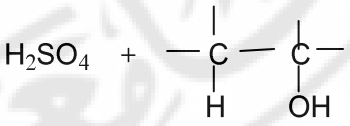


الشكل(63): تأثير برمنغنات البوتاسيوم في الفحوم الهيدروجينيّة.

5- تأثير حمض الكبريت المركّز في الفحوم الهيدروجينيّة:

إنَّ الألكان و البنزن لا يتأثّران بالحمض، بينما ينظم حمض الكبريت المركّز بسرعة إلى الرّابطة المضاعفة مؤدّياً إلى كبريتات الألكيل الحمضيّة، ثمّ تتحلمأ الأخيرة إلى الكحول الموافق، وقد يحدث بلمرة للألكن لذلك يفضل استعمال حمض كبريت ممدّد يليه تبريد حسب المعادلات:





6- تأثير الحموض الهالوجينيّة مثل HI في الفحوم الهيدروجينيّة:

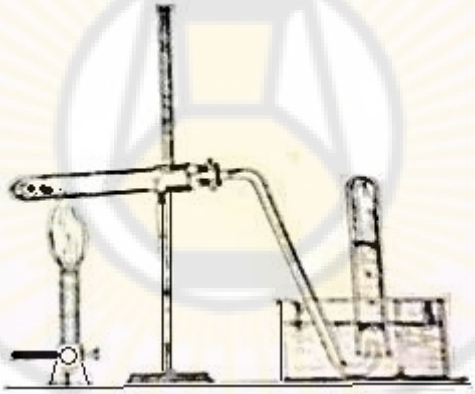
امزج /2/مل محلول HI مع /2/ مل تجربة لكلٍ منها (ألكان ، ألكن ، بنزن) ولاحظ الفرق بين سلوك هذه الفحوم الهيدروجينيّة؛ حيث يضم الألكن جزيئة H – X للرابطة المضاعفة وفق قاعدة ماركو فينكوف وكذلك الألكين، بينما لا يظهر على الأنابيب التي تحوي البنزن والألكان أي تأثر بإضافة الحمض الهالوجينيّ HI.

7- تفاعل اصطناع غاز الميتان CH_4:

يمكن الحصول على غاز الميتان بتفاعل خلات الصوديوم أو البوتاسيوم أو الكالسيوم مع مولين من الكلس الصوديّ $NaOH / Ca(OH)_2$ مع مراعاة إغلاق الأنبوب بسدادة مجهّزة بأنبوب معكوف لانطلاق الغاز هو الميتان حسب التفاعل:

$$CH_3COONa + H-ONa \xrightarrow{Ca(OH)_2} CH_4 + Na_2CO_3$$

الميتان غاز خامل يشتعل بلهب أزرق عديم اللّون والرّائحة ولا يذوب في الماء وهو أخف من الهواء ولا يتفاعل مع البروم أو برمنغنات البوتاسيوم.



الشكل(64): جهاز اصطناع غاز الميتان.

8- تفاعل اصطناع غاز الإيتيـــــلـــــن:

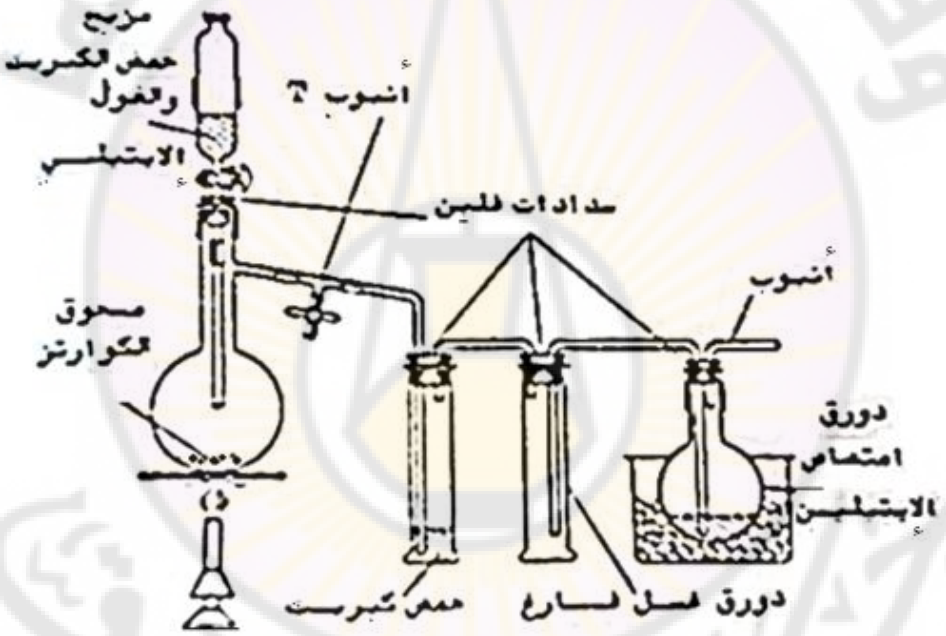
يتشكّل من تفاعل /4/ مل من حمض الكبريت المركّز مع /1/ مل غول إتيلي مع مراعاة إضافة الحمض بحذر وهدوء من قمع الفصل، في أنبوب مزود بسدادة داخلها أنبوب زجاجيّ معكوف لانطلاق غاز ويُلاحظ اسوداد المزيج؛ حيث يتشكّل مركّب كبريتات الإتيـــــل

الحمضيّة، التي تتفكّك حراريّاً في الدرجة 170 C مشكّلةً حمض الكبريت من جديد الألكن (الإيتيلين)، حسب التفاعل:

$$C_2H_5OH + HOSO_2OH \rightleftharpoons C_2H_5O{-}SO_2OH + H_2O$$

$$H - CH_2 - CH_2 - OSO_2H \rightleftharpoons H_2SO_4 + H_2C = CH_2$$

يمكن لغاز الإيتيلين أن يمرّر أولاً على قطع من الكلس الصوديّ ثمّ إلى ماء البروم أو برمنغنات البوتاسيوم مزيلاً لونها. ويمكن أن ينضم البروم إلى الإيتيلين مشكّلاً بروم الإيتيلين ويُحرق مخلِّفاً هباباً أسودَ.



الشكل(65): جهاز اصطناع غاز الإيتيلين.

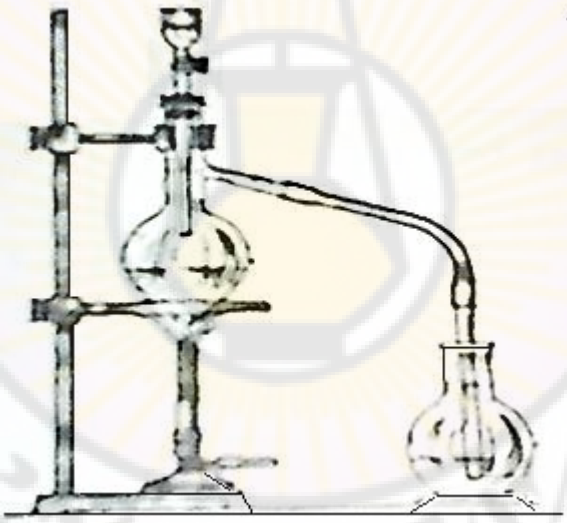
9- تفاعل اصطناع الأسيتيلن:

يجري بتفاعل 2 غ كــربيد الكالسيوم مع الماء ضمن جهاز خاصّ تحت مخلية الهواء لمنع انتشار رائحة الإستيلين المزعجة؛ حيث يتشكّل غازالأستيلين وهو تفاعل ناشر للحرارة، وفق التفاعل:

$$Ca\,C_2 + 2H_2O \longrightarrow Ca(OH)_2 + H{-}C{\equiv}C{-}H$$

يتميّز الأستيلين غير المشبع بضم البروم مفكّكاً الرابطة π، وبأكسدة برمنغنات البوتاسيوم مخلّفاً حمض الحماض. ويُكشف عن الأستيلين بمحلول كلور النحاس النشادريّ فيتشكّل راسب من أستيليد النحاسيّ حسب التفاعل:

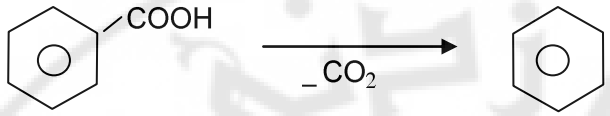
$$CH{\equiv}CH + Cu(NH_3)_2C\ell \longrightarrow H\text{-}C{\equiv}C\text{-}Cu + NH_3 + NH_4C\ell$$



الشكل(66): جهاز اصطناع غاز الأستيلين.

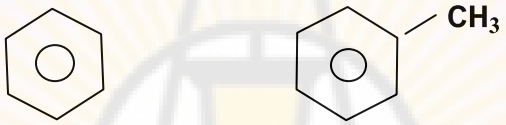
10- تفاعل اصطناع البنزن:

يمكن نزع ثاني أوكسيد الكربون من الحموض الكربوكسيليّة أليفاتيّة كانت أوعطريّة بتسخينها مع قلوي، فينتج فحوم هيدروجينيّة، مثل نزع جزيئة CO_2 من حمض البنزوئيك بوجود الكلس الصوديّ الجاف فنحصل على البنزن، ويتميّز البنزن المستحصل بأنّه نقيّ وصافيّ، حسب التفاعل الآتي:



لا يتأثّر البنزن بماء البروم ولكن بوجود زمرة منشّطة في التولوين والنفتالين يمكن حدوث تفاعل استبدال كالبرومة ويحدث اختفاء لون محلول البروم الأصفر وينطلق بروم الهيدروجين.

11- أكسدة الفحوم الهيدروجينيّة العطريّة (البنزن والتولوين):



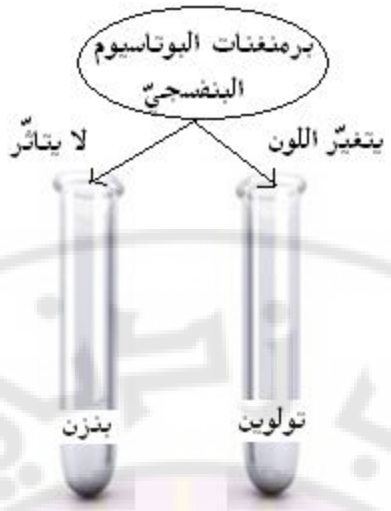
البنزن **تولوين**

طريقة العمـــــــل:

ضع في أنبوب اختبار /1/ مل محلول برمنغنات البوتاسيوم و /1/ مل حمض كبريت مُمدّد، ثمّ أضف /0.5/ مل بنزن، وضع في أنبوب آخر /1/ مل محلول برمنغنات البوتاسيوم و /1/ مل حمض كبريت ممدّد، ثمّ أضف /0.5/ مل تولوين.

حرّك محتويات كلّ أنبوب بقوّة وحذر لعدّة دقائق تلاحظ أنّ أحد الأنبوبين يتميّز بسرعة تغيّر اللّون (الأنبوب الذي يحتوي تولون)، بينما الأنبوب الآخر (البنزن) لا يتأثر لا في الوسط الحمضيّ ولا في القلويّ.

يُشار إلى أنّ الفحوم الهيدروجينيّة الآروماتيه تتفاعل بحمض الكبريت مشكّلة حموض السلفون الجيدة الانحلال في الماء.



الشكل(67): أكسدة التولوين والبنزن ببرمنغنات البوتاسيوم.

12- نترجة الفجوم الهيدروجينيّة العطريّة (البنزن والتولوين):

طريقة العمـــــــل:

خذ أنبوبتي اختبار، وضع في كلٍّ منهما /2/ مل حمض آزوت مركّز، وأضف / 6-7 / نقاط من البنزن لأحدهما، و/6-7/ نقاط تولوين للأنبوب الآخر، رج جيداً لمزج المحتويات مع الحذر، لاحظ تشكل مستحلب غير ثابت ويزول.

سخّن المزائج حتّى الغليان تقريباً ولاحظ اختلاف أسلوب التفاعل في الأنبوبين، بردّْ الأنابيب ثمّ صب محتوى كلّ أنبوب وحدَه على /6-7/ مل ماء بارد.

لاحظ انفصال ناتج التفاعل في الأنبوب الحاوي على تولوين بصورة زيت ثقيل ملوّن، هو مشتقّ وحيد النترو، له رائحة اللّوز المرّ.

ينترج حمض الآزوت الفحوم الهيروجينيّة الآروملتيّه المنشّطة، حيث يُعَدُّ التولوين مركّباً نشيطاً لارتباط جذر ميتيل بإحدى ذرات الكربون في الحلقة العطريّة، بينما يُعَدُّ البنزن خاملاً، ويتحرّر في أثناء ذلك أكاسيد الآزوت. ولا يتنترج إلاّ بالمزيج المنترج.

الشكل(68): نترجة التولوين بحمض الآزوت.

كما أنّ نترجة النفتالين تجري بسهولة بحمض الآزوت وينتج مركّب صلب من α–نترو النفتالين.

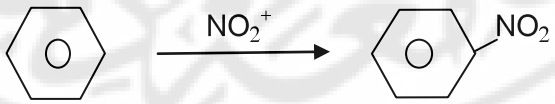
13- اصطناع نترو البنزن:

13-1- المبدأ:

للحصول على هذا المركّب من البنزن يجب استخدام ما يسمّى **(المزيج المنترج)**، الذي يتألّف من حمض الكبريت المركّز وحمض الآزوت المركّز؛ حيث يؤمن هذا المزيج شوارد النترونيوم الموجبة التي نحصل عليها بمساعدة حمض الكبريت القويّ وفق التفاعل الكيميائيّ:

$$HNO_3 + H_2SO_4 \rightleftharpoons NO_2^+ + H_2O + HSO_4^-$$

يساعد حمض الكبريت إلى إنزياح التفاعل المتوازن نحو اليسار نحو تشكل شوارد النترونيوم الموجبة والتي تشكل نترو البنزن حسب التفاعل:



13-2- طريقة العمل:

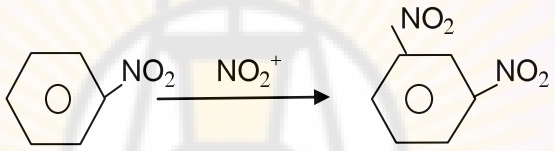
امزج /1.5/ مل من حمض الآزوت المركّز و /2/ مل من حمض الكبريت المركّز، ثمّ أضف هذا المزيج إلى /1/ مل بنزن تنقيطاً مع التحريك الجيّد والحذر والتبريد في الماء، والحرارة (يجب ألا تزيد عن 50 °C ولا تنخفض عن °C لكي لا يتشكّل ميتا ثنائي نترو البنزن). استمر برج الأنبوب لمدة / 5 / دقائق لمزج الطبقتين. اسكُبْ المزيج المتفاعل في كأس صغير يحتوي حوالي / 25 / مل ماء. حرّك بقضيب زجاجيّ ثم اتركه، حيث يتشكّل نترو بنزن وينفصل على شكل زيت أصفر ثقيل وعكر، هو نترو البنزن الذي يُنقّى بالتقطير بدرجة 214 °C.

14- اصطناع ثنائي نترو بنزن:

14-1- المبدأ:

تعطي نترجة نترو البنزن ثنائي نترو البنزن؛ أي تدخل زمرة النترو الثّانية إلى موقع الميتا دليلاً على تخميلها للحلقة البنزينيّة.

حسب التفاعل الآتي:



14-2- طريقة العمل:

نأخذ كميّة من المزيج المنترج السّابق ونضيفها الى /1/ مل من نترو بنزن ونسخّنه على حمّام مائيّ يغلي لمدة /15/ دقيقة مع الرج الدائم، ثمّ نبرّد المزيج المتفاعل، ونصبّه فوق مقدار ربع حجمه من الماء البارد، فينفصل ثنائي نترو البنزن بصورة زيت ثقيل سرعان ما يتبلور في الطبقة المائيّة على شكل بلّورات غزيرة بلون أصفر لا تذوب في الماء، رشح واغسلْ ورقة الترشيح بالماء وجفّفها بين ورقتي ترشيح بالضغط عليها.

وقل رب زدني علما
جامعة دمشق
Damascus University

التجربة السادسة :

حلمهة المشتقات الهالوجينيّة

1- المبدأ:

أُطلِقَ على ارتباط الهالوجينات: اليود I ، البروم Br ، الكلور $C\ell$ ، الفلور F ، بالمركّب العضويّ تسمية المشتقّات الهالوجينيّة مثل مشتقات هالوجينيّة ثلاثيّة مثل الكلوروفورم $CHC\ell_3$ المشتق من الميتان باستبدال ثلاث ذرّات هيدروجين بثلاث ذرّات من الكلور أو مشتقات هالوجينيّة رباعيّة مثل المشتق الهالوجينيّ رباعيّ كلور الكربون $CC\ell_4$ باستبدال الهيدروجين بالميتان بذرّات الكلور.

يُستخدم رباعي كلور الكربون في التنظيف الجاف، ورائحته غير لطيفة وهو سام والتُّعرض لبخاره لفترة طويلة يؤدّي إلى تعطيل كبديّ وتخريب للكلية ويتميّز بأنّه يمتص بسهولة من خلال الجلد.

تقوم المشتقات الهالوجينيّة بتفاعلات استبدال نيوكلوفيليّة من الدرجة الثانية SN2، مثال تفاعل الغول الإيتيليّ مع حمض بروم الهيدروجين بوسط من حمض الكبريت لتسريع التفاعل ولكي يمتص الماء الناتج حسب التفاعل:

$$C_2H_5OH + HBr \rightleftharpoons H_2O + C_2H_5Br$$

كما يشكّل مركّب إيتيل الكبريتات الحامضيّة مع حمض البور HBr مشتق هالوجيني بروم الإيتيل حسب التفاعل:

$$HOSO_3C_2H_5 + HBr \rightleftharpoons C_2H_5Br + H_2SO_4$$

2- تأثير القلويّات في الكلوروفورم وفي رباعيّ كلور الكربون:

نعتمدُ للتمييز بين الكلوروفورم ورباعي كلور الكربون على الخاصّة المرجعة للزمرة الألدهيديّة بعد إجراء عمليّة الحلمهة للمركّبين، وتفاعل الحلمهة هذا هو تفاعل إزاحة (استبدال) نوكلوفيلي (النوكلوفيل مركّب غنيّ بالإلكترونات، أمّا الإلكتروفيل فهو مركّب فقير بالإلكترونات).

تقوم مشتقات الهالوجين الأليفاتيّة المفتوحة R-X بتفاعلات إزاحة الهالوجين بتفاعلها مع قلويّ يحوي على شاردة الهيدروكسيل السالبة ككاشف محبّ للنوى يربط الكربون مشكّلاً الكحول وملح هالوجين الصوديوم حسب التفاعل الآتي:

$$R\text{-}X + NaOH \longrightarrow ROH + NaX$$

إنَّ الهالوجين المرتبط بواسطة مضاعفات الكربون حركته قليلة جداً أو المرتبط بكربون الرابطة المضاعفة مثل كلور الفينيل $CH_2=CHC\ell$ تكون حركته كبيرة وسهل التشرد.

إنَّ الهالوجين المرتبط بكربون ثالثيّ أسهل نزعاً من المرتبط بالكربون الثانويّ والهالوجين المرتبط بالكربون الأوليّ أصعب نزعاً وذلك بفعل الكاشف المحبّ للنوى كالقلويات.

كما أنَّ الهالوجين المتّصل بالكربون بالحالة العنصريّة مباشرة يكون ضعيف التّشرد ومن الصعب إزاحته مثل كلور البنزن $C_6H_5\text{-}C\ell$. أمّا الهالوجين المتّصل بكربون مجاور للحلقة العطريّة فيتشرّد بسهولة أكبر مثل كلور البنزيل $C_6H_5\text{-}CH_2\text{-}C\ell$ أي الموقع α بالنسبة للمركّب العطريّ. ويكون التفاعل SN1 أي تفاعل استبدال نيوكلوفيليّ من المرتبة الأولى أي تتشكّل شاردة كربونيوم ترتبط مع الشاردة السالبة المحبّة للنوى.

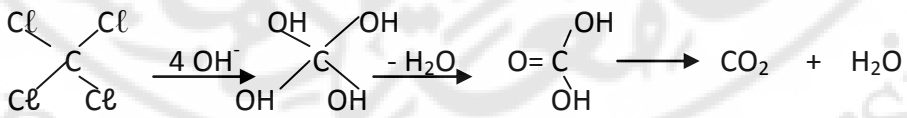
3- المواد والأدوات اللاّزمة:

كلوروفورم، رباعي كلور الكربون، هيدروكسيد الصوديوم، كاشف تولانز A: $AgNO_3$، كاشف تولانز B: NaOH، رائق الكلس، حمض الآزوت الممدّد، هيدروكسيد الأمونيوم، حمّام مائيّ، أنبوب اختبار مزوّد بأنبوب معقوف.

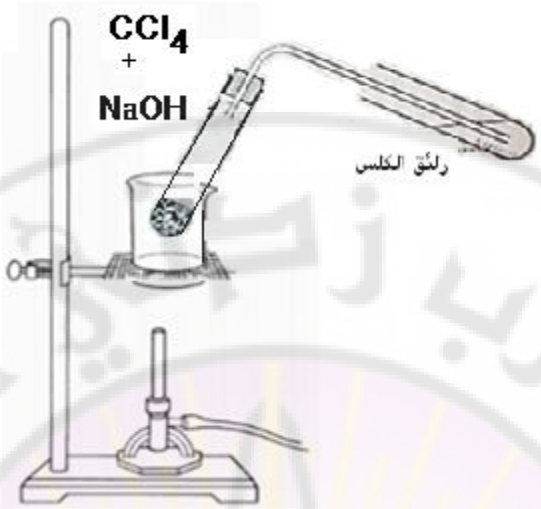
4- طريقة العمل:

4-1- حلمهة رباعي كلور الكربون:

إنّ ناتج حلمهة رباعي الكربون هو حمض الكربون الذي يتفكّك مباشرة إلى CO_2 وماء أي أنَّ حمض الكربون لا يُبدي أيَّ خواص إرجاعيّة حسب التفاعل الآتي:



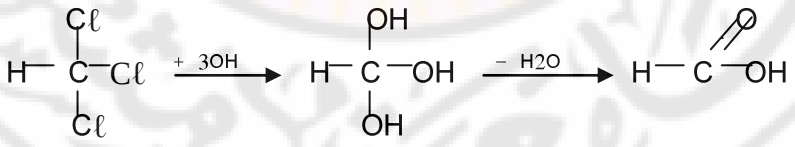
يكشف عن الناتج بتعكّر رائق الكلس.



الشكل(69): حلمهة رباعي كلور الكربون والكشف عن ثنائي أكسيد الكربون الناتج.

4-2- حلمهة الكلوروفورم:

يجبُ لإجراء حلمهة /1/ مل من الكلوروفورم استخدام ثلاثة أضعافه من هيدروكسيد الصوديوم من أجل استبدال ثلاث ذرات من $C\ell^-$ بثلاثة ذرات من OH^- وإعطاء مركب غير ثابت $CH(OH)_3$ بدلاً من $CHC\ell_3$؛ حيث قام النوكلوفيل OH بمهاجمة النوكلوفيل $C\ell$ وحلَّ مكانه في حين انتقل الكلور المرتبط بالكربون إلى المحلول المائي بصورة شاردة سالبة، وإنَّ نزع جزيئة ماء من المركّب المتشكّل $CH(OH)_3$ الغير ثابت والغير مستقر ويتشكّل حمض النمل وأملاحه حسب:



كلوروفورم مركب غير ثابت حمض النمل

ويمكن أن يُكتب التفاعل الحاصل كما يأتي:

$$CHC\ell_3 + 4\,NaOH \longrightarrow 3\,NaC\ell + 2\,H_2O + HCOONa$$

ضع في أنبوب اختبار /1/ مل من كلوروفورم و/3/ مل من هيدروكسيد الصوديوم الممدّدة سخّن الأنبوب على حمّام مائيّ يغلي مع الرّج حتّى بدء غليان الكلوروفورم، برد الأنبوب بالماء وأقسم الناتج إلى ثلاثة أقسام:

4-2-1- القسم الأول: للتأكّد من حصول الاستبدال النوكلوفيلي أي للكشف عن وجود شرسبة الكلور في المحلول، نأخذ /1/ مل من ناتج الحلمهة القلويّة ونحمضها بـــ /1/ مل من حمض الآزوت الممدّد ونضيف لها /2-3/ نقاط من محلول نترات الفضة $AgNO_3$ فيتشكّل راسب أبيض من كلور الفضة يتغيّر لونه بسرعة إلى الرمادي وهو دليل وجود شاردة الكلور في المحلول أي إنَّ عمليّة الاستبدال قد تمّت بين الكلور والهيدروكسيل:

$$C\ell^- + Ag\,NO_3 \xrightarrow{+H^+} Ag\,C\ell\downarrow + NO_3^-$$

4-2-2- القسم الثاني: للتأكّد من الخاصّة المرجعة للزمرة الألدهيديّة في حمض النّمل نحضر كاشف تولانز:

نأخذ /1/ مل تولانز A $(AgNO_3)$ + /1/ مل تولانز B (NaOH) فيتشكّل راسب أسود من Ag_2O . نحلُّ الرّاسب بأقل كميّة ممكنة من هيدروكسيد الأمونيوم المركّز $NH_4\,OH$ مع رج الأنبوب، فيتشكّل ماءات الفضة النشادريّة وهو معقّد منحل $Ag(NH_3)_2OH$.

يتمُّ إجراء التفاعل بمزج /1/ مل تولانز A + /1/ مل تولانز B حيث يتشكّل راسب أسود، نحلّه هيدروكسيد الأمونيوم المركّز، ثمّ نضيف إليه القسم الثاني من الحلمهة، ونضعه داخل حمّام مائيّ يغليّ حوالي /3-5/ دقائق، فتتشكّل داخل الأنبوب مرآة فضيّة بسبب ترسُّب الفضة:

$$H{-}COOH + Ag(NH_3)_2OH \longrightarrow Ag\downarrow + H_2\,CO_3$$

حيث تمتلك المجموعة الألدهيديّة خواصاً مرجعة أي تتأكسد بسهولة، ولهذا يتأكسد حمض النّمل إلى حمض الكربون H_2CO_3 الذي يتفكك إلى غاز ثنائي اوكسيد الكربون وماء مرجعاً بذلك أكسيد الفضة في المحلول النشادريّ إلى معدن الفضة حسب التفاعلات الآتية:

$$HCOOH + AgNO_3 \longrightarrow HCOOAg + HNO_3$$

$$2HCOOAg \longrightarrow Ag_2O + 2CO + H_2O$$

$$Ag_2O + CO \longrightarrow 2Ag\downarrow + CO_2$$

4-2-3- القسم الثالث:

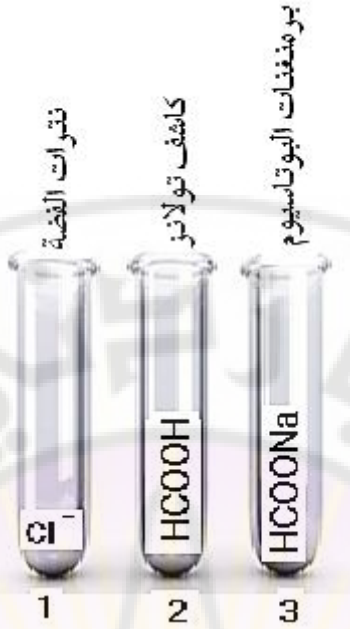
يمزج /1/ مل من ناتج الحلمهة مع /2-3/ نقطة من محلول برمنغنات البوتاسيوم البنفسجيّة مع الرّج، يتحوّل اللّون إلى الأخضر بسبب تشكّل المنغنات حسب التفاعل الآتي:

$$2KMnO_4 + 3NaOH + HCOONa \longrightarrow K_2MnO_4 + Na_2MnO_4 + 2H_2O + Na_2CO_3$$

تؤكسد برمنغنات البوتاسيوم حمض النّمل إلى ملح حمض المنغنيز (المنغنات) الخضراء أو قد يتأكسد حمض النّمل إلى الحمض الموافق (حمض الكربون) ويعطي ملحاً لحمض الكربون، أمّا البرمنغنات فتُرجع إلى المنغنات في وسط قلوي.

ملاحظة:

يتحوّل لون البرمنغنات إلى البنيّ المسوَد MnO_2 في الوسط المعتدل ويتحوّل لون البرمنغنات إلى عديم اللّون Mn^{+2} في الوسط الحمضيّ.



الشكل(70): الكشف عن ناتج حلمهة الكلوروفورم.

التجربة السابعة:

1- الكشف عن الأغوال: الأوليّة والثانويّة والثالثيّة.

2- الكشف عن الأغوال متعدّدة الهيدروكسيل.

1- مبدأ الكشف عن الكحولات:

يعتمد الكشف عن RO–H على كونه حمض برونستد و لوري، وإمكانيّة تشكيل روابط هيدروجينيّة، والقيام بتفاعلات الأسترة مع الحموض. فالغول هو حمض لأنّه يعطي بروتون H^+ حسب التفاعل:

$$RO-H \longrightarrow RO^- + H^+$$

RO^- هي شاردة ألكوكسيد.

والماء أيضاً هو حمض، فهل الغول أكثر حموضة من الماء أم أقل؟

الجواب الغول أقل حموضة من الماء بسبب وجود الجذر الألكيلي R الذي يدفع الشّحنة السّالبة نحو الأوكسجين، وبالتالي يجذب إليه البروتون H^+ . بينما البروتون المتشكّل من الماء لا يجذبه جذر الـ OH^- أي أنّ الماء أكثر حموضة من الغول.

يتفاعل الغول مع الصوديوم المعدنيّ ويعطي ألكوكسيد الصوديوم ولا يتفاعل مع هيدروكسيد الصوديوم حسب التفاعل:

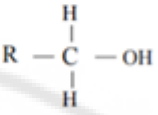
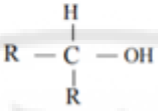
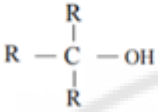
$$RO--H + Na \longrightarrow RO\,Na + H_2\uparrow$$

تخضع الأغوال لتفاعل البلمهة: وهي خروج جزيء ماء أو أكثر من مكّون كيميائيّ واحد. وتفاعل التّكاثف: هي خروج جزيئة ماء من مكونين كيميائيّين أو أكثر ليتشكّل مركّب غير مشبع.

تُصنف الأغوال بحسب جذر الـ OH إلى غول أوليّ أو ثانويّ أو ثالثيّ أو متعدّد.

مثال عن الأغوال الأوليّة: ميتانول، إيتانول. الأغوال الثانويّة مثل: إيزو بروبيلي، الأغوال الثالثيّة مثل: غول ثالثيّ البوتيل، والأغوال المتعدّدة: مثلُ الغليسيرين.

الجدول(7): الأغوال الأوليّة والثانويّة والثالثيّة.

غول أوليّ	غول ثانويّ	غول ثالثيّ
Primary 1^{O}	Secondary 2^{O}	Tertiary 3^{O}
		
ذرة الكربون التي تحمل مجموعة OH - تحتوي على ذرتي هيدروجين ومجموعة الكيل R.	ذرة الكربون التي تحمل مجموعة OH - تحتوي على ذرة هيدروجين ومجموعتي الكيل.	ذرة الكربون التي تحمل مجموعة OH - لا تحتوي على ذرات هيدروجين ولكن تحتوي على ثلاث مجموعات الكيل.

يسمّى الغول الميتيليّ بروح الخشب لأنّه يُنتج من تقطير الخشب.

تمتزج الأغوال ذات عدد ذرات الكربون أقل من / 4 / بالماء (لأنّها مركبات قطبيّة)، ويتناقص انحلالها بازدياد عدد ذرات الكربون في الجزيئة (لأنّها مركبات لاقطبيّة).

ويزداد انحلالها في الماء بازدياد عدد مجموعات الهيدروكسيل في جزيئة المركّب.

2- تمييـــــز الأغوال الأوليّة عن الثانويّة عن الثالثيّة بالتفاعل مع كاشف لوكاس:

2-1- مبدأ الكشف:

يتألّف كاشف لوكاس من محلول كلور الزّنك في حمض كلور الماء المركّز، ويعتمد الكشف على سرعة تفاعله زمر الهيدروكسيل حسب التفاعل مع الغول الأوليّ الآتي:

$$R\text{-}OH + HCl \xrightarrow{ZnCl_2} R\text{-}Cl + H_2O$$

يظهر الناتج بصورة عكر ويحتاج التفاعل إلى فترة زمنيّة طويلة، أمّا مع الأغوال الثّانوية فيحتاج لفترة أقصر، ولكن مع الأغوال الثالثيّة يظهر العكر مباشرة.

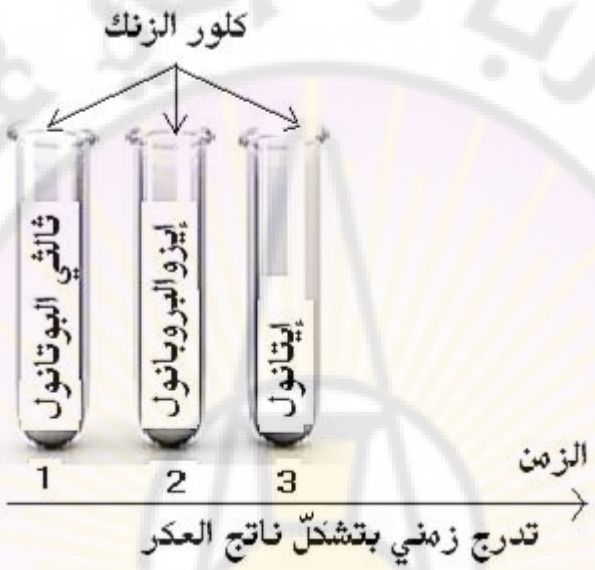
2-2- المواد والأدوات اللاّزمة:

كاشف لوكاس: يُحَلّ 1.6 غرام من كلور الزّنك في 100 ميلي ليتر من حمض كلور الماء المركّز، غول إيتيليّ، غول إيزو بروبيليّ، غول ثالثيّ البوتيل، حمّام مائيّ، ثلاثة أنابيب اختبار.

2-3- طريقة العمل:

توضع في ثلاثة أنابيب اختبار تحتوي في كلٍّ منها 0.5 ميلي ليتر من كاشف لوكاس عدّة قطرات من الغول المدروس، وتُوضع على نار هادئة على حمّام مائيّ بدرجة $40\ ^{\circ}C$.

فنلاحظ أنَّ الانبوب الذي يظهر فيه عكر أوّلاً يدلُّ على أنَّ الغول هو ثالثيّ. إذا ظهر العكر بعد عدّة دقائق وأن الغول هو ثانويّ، ويحتاج الغول الأوليّ إلى ربع ساعة لظهور العكر؛ أي يتحدّد نوع الغول من الفترة الزمنيّة لظهور العكر.



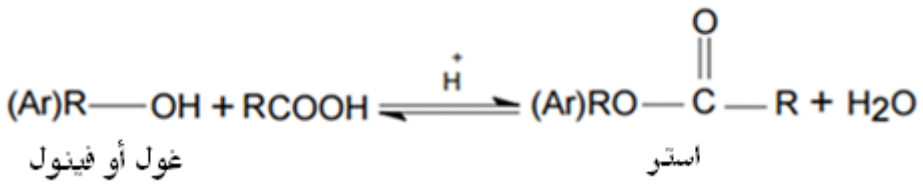
الشكل(71): الكشف عن نوع الغول (أوليّ أو ثانويّ أو ثالثيّ) بكاشف لوكاس بعلاقة زمن تفاعل.

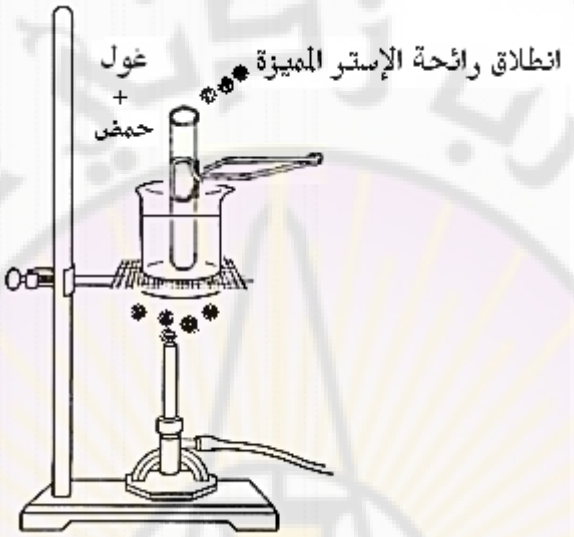
3- تفاعل الأسترة للكشف عن الميتانول والإيتانول:

3-1- مبدأ تفاعل الأسترة:

يعتمد مبدأ الكشف عن الأغوال بتفاعل الأسترة على تشكّل الأستر ذي الرّائحة المميّزة لكلِّ نوع من الغول، ويتمُّ بإضافة حمض إلى الغول بوجود حفاز حمض الكبريت المركّز لنزع جزيئة الماء بالتسخين فينطلق الأستر حسب القاعدة العامة والتفاعل الموافق الآتي:

$$\text{حمض} + \text{كحول} \underset{}{\overset{H^+}{\rightleftharpoons}} \text{أستر} + \text{ماء}$$



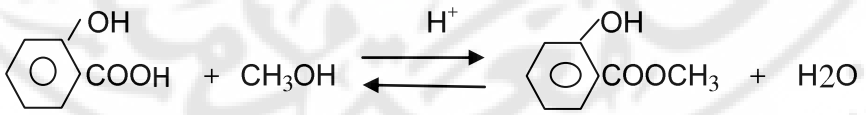


الشكل(72): تفاعل أسترة الأغوال.

3-1-تفاعل الأسترة بحمض الساليسيلك للكشف عن الميتانول:

3-1-1- مبدأ الكشف:

يُضاف حمض الساليسيلك إلى الغول الميتيليّ وبوجود حمض الكبريت المركّز كحفاز لنزع الماء فيتشكّل أسترُ ساليسيلات الميتيل بالتسخين ذو الرّائحة المميّزة لزيت البتول كالنعنع أو رائحة الفيكس (المشهور بأبو الفاس) حسب التفاعل الكيميائي:



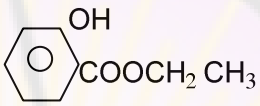
3-1-2- المواد والأدوات اللاّزمة:

غول ميتيليّ، غول إيتيليّ، حمض الساليسيليك أو ملحه، حمض الكبريت المركّز، حمّام مائيّ، أنبوب اختبار مزوّد بملقط.

3-1-3- طريقة العمل:

ضع في أنبوب اختبار /2/ مل غول متيليّ و /0.5/ غ حمض الساليسيليك وأضف /3-4/ نقاط من حمض الكبريت المركّز على جوانب الأنبوب من الداخل، سخّن بلطف لمدّة /5/ دقائق على حمّام مائيّ مع التحريك، تظهر رائحة مميّزة زيت البتول (الفكس) تزداد هذه الرّائحة إذا أُفرغت محتويات الأنبوب في كميّة مماثلة من الماء البارد.

أعد هذه التجربة مع الغول الإيتيلي، لاتظهر رائحة (زيت البتول) وإنّما ينتج لدينا مركّب إستر ساليسيلات الإيتيل غير مميز بالرّائحة:

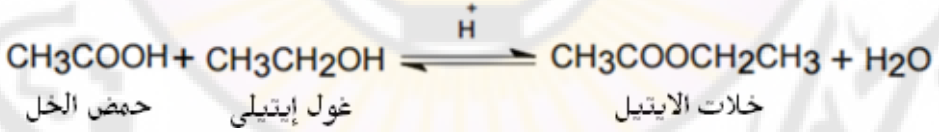


أي أنَّه يتمّ التمييز بين الغول الإيتيليّ والمتيليّ بهذه التجربة.

3-2- تشكّل أستر خلاّت الميتيل أو خلات الإيتيل:

3-2-1- مبدأ الكشف:

يُضاف حمض الخل إلى الغول الإيتيليّ أو الغول الميتيليّ مع حمض الكبريت المركّز وبالتسخين فإذا ظهرت رائحة التفاح المخزّن أي تشكّل أستر خلاّت الإيتيل فهذا دليلٌ أنَّ الغول هو الإيتانول حسب التفاعل الآتي:



3-2-2- المواد والأدوات اللاّزمة:

غول ميتيليّ، غول إيتيليّ، خلاّت الصوديوم أو حمض الخل الثلجيّ، حمض الكبريت المركّز، حمّام مائيّ، أنبوب اختبار مزود بملقط.

3-2-3- طريقة العمل:

ضع في أنبوب اختبار جاف / 1 / مل غول إتيليّ، و / 0.5 / مل من حمض الخل الثلجيّ، وأضِفْ /2-3/ نقاط من حمض الكبريت المركَّز على جدار الأنبوب من الداخل وهو مائل، سخن بلطف مدّة /4-5 / دقائق على حمّام مائيّ بحالة الغليان، سوف تتشكّل لديك رائحة مميّزة تذكّرك برائحة التفاح المُخَزَّن في برادات التَّخزين. أعد التجربة باستعمال غول الميتيليّ، لا تظهر الرائحة نفسها ممّا يدلُّ على أنَّ هذا الاختبارأيضاً للتمييز بين الميتانول والإيتانول.

4- تفاعل تمييز الأغوال بالأكسدة:

4-1- المبدأ:

يتأكسد الغول الأوليّ على مرحلتين: المرحلة الأولى يعطي ألدهيداً موافقاً ثمّ يتأكسد بمرحلة ثانية ويعطي حمضاً كربوكسيلياً وفق التفاعل العام الآتي:

$$R\text{-}CH_2OH \xrightarrow{o} R\text{-}CHO \xrightarrow{o} RCOOH$$

وتعطي أكسدة الغول الميتيليّ فورم ألدهيد ثمّ حمض النّمل:

$$CH_3OH \xrightarrow{o} H\text{-}CHO \xrightarrow{o} HCOOH$$

بينما يتأكسد الغول الثانويّ بمرحلة واحدة ويعطي كيتوناً وفق التفاعل العام الآتي:

$$R\text{`-}CH(R)\text{-}OH \xrightarrow{o} R\text{-}C(=O)\text{-}R\text{`}$$

فيما الغول الثالثيّ لا يتأكسد.

تجري الأكسدة بالمزيج الكروميّ (ثنائي كرومات البوتاسيوم مع حمض الكبريت) أو بواسطة برمنغنات البوتاسيوم.

4-2- أكسدة الغول الإيتيلي ببرمنغنات البوتاسيوم:

4-2-1- مبدأ الكشف:

يتحوّل الغول الإيتيليّ بالأكسدة ببرمنغنات البوتاسيوم والتسخين إلى الأسيت ألدهيد ثمّ تنطلق رائحة مميّزة من حمض الخل وفق التفاعل الآتي:

$$CH_3-CH_2OH \xrightarrow{O} CH_3-CHO \xrightarrow{O} CH_3COOH$$

تتفكّك برمنغنات البوتاسيوم حسب:

$$2\ KMn\ O_4 + H_2O \longrightarrow MnO_2\downarrow + 2KOH + 3\ O$$

يُؤكسد الأوكسجين المنطلق الغول الإيتيليّ (الأوليّ) إلى ألدهيد، ثمّ يتأكسد الألدهيد إلى حمض الخل، ويتشكّل راسب بنيّ من ثنائي أكسيد المنغنيز.

4-2-2- المواد والأدوات اللاّزمة:

غول إيتيلي، حمض كبريت ممدّد، برمنغنات البوتاسيوم، أنبوب اختبار مزوّد بملقط، حمّام مائيّ.

4-2-3- طريقة العمل:

ضع في أنبوب اختبار /1/ مل من غول إيتيلي و/1/ مل حمض كبريت ممدّد و /1/ مل من محلول برمنغنات البوتاسيوم مع التسخين بحذر على حمّام مائيّ ولاحظ انطلاق رائحة مميّزة هي رائحة حمض الخل، وتشكّل راسب بني MnO_2.

4-3- تشكّل بلورات اليودوفورم من الغول الإيتيلي:

4-3-1- مبدأ تشكُّل اليودوفورم:

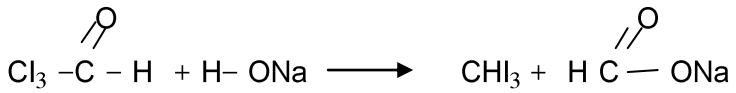
يتفاعل اليود والقلوي في شروط التجربة وفق المعادلة الآتية:

$$I_2 + 2\ Na\ OH \longrightarrow H_2O + Na\ I + Na\ O\ I$$

يتشكّل مؤكسد قوي يؤكسد الغول الأوليّ إلى ألدهيد وفق المعادلة الآتية:

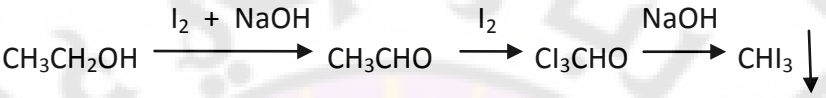
$$RCH_2OH + Na\ O\ I \longrightarrow R\ C(=O)-H + Na\ I + H_2O$$

كما يقوم ملح حمض تحت اليودي بأكسدة الأغوال الثانوية إلى كيتونات، ثمّ يقوم الألدهيد (أو الكيتون) باستبدال ذرّات الهيدروجين من مجموعة (α- ميتيل الكربونيل) بهالوجين وتصبح بالشكل $CI_3\ CHO$، التي تتفكّك في الوسط القلويّ آخذة هدروجين القلويّ ومُشكِّلة بلّورات اليودوفورم الصفراء وملح الحمض الكربوكسيلي الموافق حسب التفاعل الآتي :



ولهذا فإنَّ اليودوفورم لا يتشكّل إلاّ من المركّبات الحاوية على مجموعة α- ميتيل الكربونيل.

ويمكن كتابة التّفاعلات السّابقة بتفاعل وحيد للكشف عن الإيتانول، وهو اختبار لتمييز الإيتانول عن الميتانول بتشكيل الرّاسب الأصفر من اليودوفورم، وهو مادّة صلبة تنصهر بالدرجة 120 °C له رائحة مميّزة ولا يذوب بالماء ويستعمل كمادة معقّمة:



4-3-2- المواد والأدوات اللاّزمة:

غول إيتيليّ، محلول اليود في يود البوتاسيوم، هيدروكسيد الصوديوم، ماء مقطر، حمّام مائيّ، أنبوب اختبار مزوّد بملقط، حامل أنابيب اختبار.

4-3-3- طريقة العمل:

ضع في أنبوب اختبار / 2 / مل من الغول الإيتيليّ، و/1/ مل من الماء، سخّن المزيج على حمّام مائيّ (بدرجة 70 °C) حوالي /4/ دقائق، ثمّ أضف /2/ مل محلول اليود في يود البوتاسيوم، وأعده إلى الحمّام لمدة دقيقة واحدة، أضف نقاطاً من محلول هيدروكسيد الصوديوم حتّى زوال لون اليود وظهور عكر أصفر، اتركه قليلاً على حامل أنابيب الاختبار حتّى يبرد ولاحظ تشكّل راسبٍ أصفرَ فاتح اللّون من بلورات اليودوفورم.

5- الكشف عن الكحولات المتعدّدة (الغليسيرين):

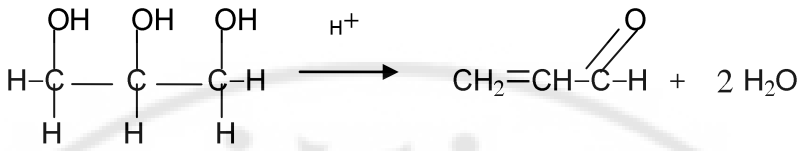
5-1- بلمهة الغليسيرين:

5-1-1- **مبدأ الكشف:**

تسمّى المركّبات العضويّة الحاويّة على أكثر من زمرة هيدروكسيل بالغليكولات. ويتميّز الغليسرين باحتوائه على ثلاث زمر هيدروكسيل متجاورة وبوضع مقرون ذاي صفة حمضيّة لتشرّد زمر الهيدروكسيل القويّ.

يتمُّ نزع جزيء ماء أو أكثر بعمليّة البلمهة بواسطة حمض الكبريت المركّز أو بواسطة كبريتات البوتاسيوم الحامضيّة على شكل حبيبات دقيقة ناعمة بالتسخين معطيةً ألدهيد غير

مشبع ذا رائحة كريهة واخزة ومخرّشة يسمّى مركّب الأكرولئين ويجب إجراء هذا التفاعل تحت مخلية الهواء وفق المعادلة الكيميائيّة الآتية:



5-1-2- المواد والأدوات اللاّزمة:

غليسرين، ثاني كبريتات البوتاسيوم أو الصوديوم، حمض الكبريت المركّز، إنبوب اختبار مزوّد بملقط.

5-1-3- طريقة العمل:

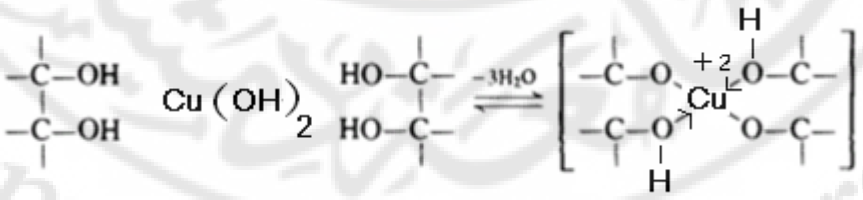
أضف /1/ غ من ملح كبرتات البوتاسيوم الحامضيّة لـــ /1/ مل غليسيرين في أنبوب اختبار جاف، رج المزيج وسخن بحذر، لاحظ انطلاق رائحة كريهة لمركّب يُدعى الأكرولئين الذي يشكّل هذا المركّب نتيجة انتزاع جزيئتي ماء من جزيئة الغليسيرين.

5-2-الكشف عن الغليسرين بتشكيل المعقدات:

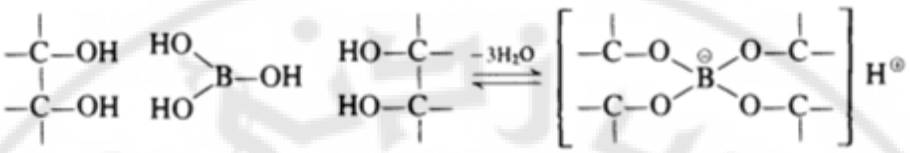
5-2-1- مبدأ الكشف:

يعطي الغليسرين ألكوكسيدات $R\text{-}O^-$ بتأثير معدن النّحاس مع زمر الهيدروكيل المتشرّدة والمتجاورة بمشاركة أربع زمر هيدروكسيل تعطي شاردة معقّدة مع النّحاس ذات لون أزرق مميّز دليل وجود الغليسرين وفق المعادلات الآتية:

$$CuSO_4 + 2\,NaOH \longrightarrow Cu(OH)_2 + Na_2SO_4$$



كما ويمكن أن يشكّل الغليسرين مع محلول 1% من البوراكس البنفسجيّ مع مشعر فينول الفتالئين، ونتأكّد من تشكّل المعقّد بزوال اللّون البنفسجيّ بالتسخين ويعود ويظهر من جديد بالتبريد بسبب تشكّل حموض أحاديّة الأساس قويّة ناتجة عن ضمّ حمض البوريك إلى مركّبات الهيدروكسيل وفق التفاعل الآتي:



5-2-2- المواد والأدوات اللاّزمة:

غليسيرين، غول إيتيليّ، كبريتات النّحاس، هيدروكسيد الصوديوم، محلول 1% من البوراكس مشعر فينول فتالئين، ماء مقطّر، عدّة أنابيب اختبار مزوّدة بملقط، حمّام مائيّ.

5-2-3- طريقة العمل لتشكيل معقّد أزرق غامق مع كبريتات النّحاس:

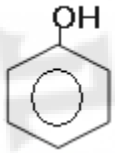
ضع في أنبوب اختبار محلول ممدّد لكبريتات النّحاس، ثمَّ أضف زيادة من القلويّ حتّى الحصول على راسب أزرق من هيدروكسيد النّحاس، حاول التّخلص من السّائل واحتفظ بالرّاسب، واقسمه إلى قسمين ثمّ ضع كلَّ قسم في أنبوب اختبار، أضف للأنبوب الأول /1/ مل ماء و /1/ مل من الغليسيرين ورج الأنبوب جيداً، وأضف للأنبوب الثّاني / 1 / مل ماء مقطّر، و /1/ مل كحول إيتيليّ ورج الأنبوب جيداً، ولاحظ تشكُّل لون أزرق غامق جداً بالأنبوب الذي يحتوي على الغليسيرين نتيجة تشكّل معقدات الكوكسيدات النّحاس، التي تتحوّل إلى شرجبة معقّدة بمساهمة أربع مجموعات هيدروكسيل، ويُلاحظ عدم تشكّل هذا اللّون المميّز في الأنبوب الثّاني الذي يحتوي على زمرة هيدروكسيل OH وحيدة.

التجربة الثامنة:

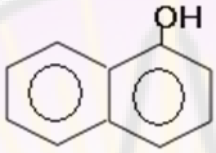
الكشف عن الفينولات

1- المبدأ النظري:

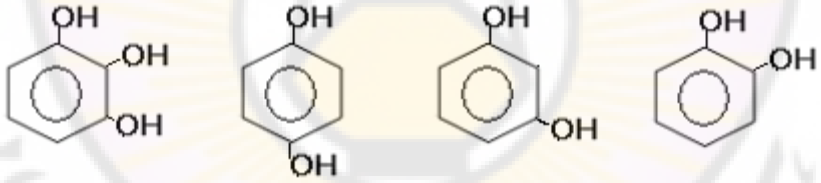
عندما يرتبط الهيدروكسيل بجذر أريل أي بحلقة أروماتيّة فينتمي إلى مركّبات الفينول:



وعندما يرتبط بالنفتالين يُسمّى نافتول:



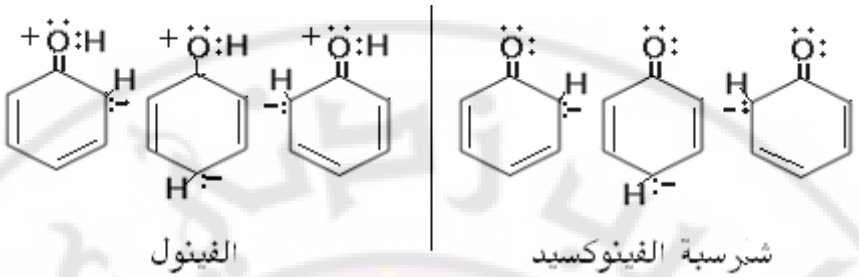
ينحلّ الفينول في الماء بدرجة الحرارة العاديّة، ويزيد التّسخين من الانحلال المتبادل بين الماء – الفينول. يزداد انحلال الفينولات في الماء بازدياد عدد المجموعات الهيدروكسيليّة.
تبيّن أنَّ البيروغالول والريزورسينول جيّدي الانحلال في الماء أمّا الهيدروكينون فهو أقل انحلالاً منهما وفيما يلي الصيغ الكيميائيّة مع التسمية:



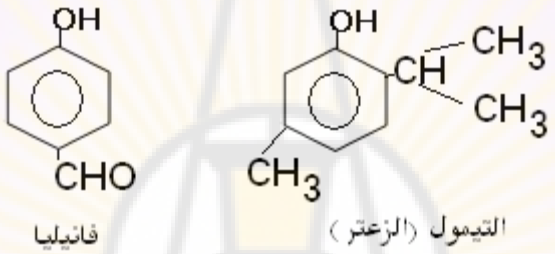
يمتاز الفينول والمركّبات الأروماتيّة المرتبطة بزمرة هيدروكسيل بالحموضة. والفينول حسب برونستد و لوري أكثر حموضة من الماء والغول بدليل تفاعله مع كلٍّ من الصوديوم وهيدروكسيد الصوديوم، وأقل حموضة من حمض الكربون لعدم تعكّر رائق الكلس عند التفاعل مع كربونات الصوديوم. وعند نزع الهيدروجين تتشكّل الفينوكسدات وفق التفاعل:

$$C_6H_5\text{-}H + OH^+ \longrightarrow C_6H_5O^- + H_2O$$

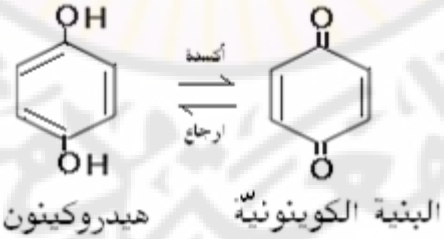
تُعَدُّ شرسبة الفينوكسيد كاشف نيوكلوفيلي، والهيدروكسيل الموجود في الفينول منشّطٌ للنّواة الأروماتيّه وتوجه التفاعلات للاستبدال الالكتروفيليّ وكّلما تعدّدت الأشكال الطنينيّة التي يمكن كتابتها لأيِّ مركّب كلما كان المركّب أكثر ثباتاً وأسهل تشكّلاً.



توجد مركّبات الفينول في الزيوت النباتيّة مثل الفانيليا والتيمول (الزعتر):



الفينول مركّب نشيط سريع الأكسدة إلى البنية الكوينونيّة، والتي تتميّز بألوان مميّزة وتوجد في الطبيعة وتستخدم كمواد صبغيّة.



2- الكشف عن الفينول بكاشف كلور الحديد:

2-1- مبدأ الكشف:

يمكن أن تُعدَّ هذه التّجربة أساسيّة للكشف عن الفنول ضمن عدّة مجاهيل تعطي فينوكسي الحديد كشاردة معقّدة بلون بنفسجيّ مع كلور الحديد. حسب التفاعل الآتي:

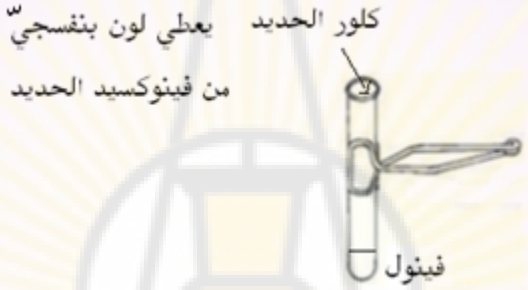
$$FeC\ell_3 + 6\ Ar\ OH \longrightarrow 6\ H^+ + 3C\ell^- + [\ Fe\ (\ ArO)_6\ ]^{-3}$$

2-2- المواد والأدوات اللازّمة:

الفينول: يجب الحذر بتحاشي التّماس مع الجلد؛ لأنَّ الفينول يسبّب حروقاً تُعالج بالغسل بالماء ثمّ بالإيتانول ثمّ بالصابون أو بمحلول كربونات الصوديوم الممدّد.

محلول كلور الحديد 3%، هيدروكسيد الصوديوم، حمض كلور الماء، ماء مقطّر، أنبوب اختبار مزوّد بملقط.

2-3- طريقة العمل:



الشكل(73): الكشف عن الفينول بكلور الحديد.

أضف لـــ /1/ مل من محلول الفنول /2-3/ نقطة من محلول كلور الحديد، لاحظ تشكل لون المعقّد البنفسجيّ هو فينوكسيد الحديد.

ثمّ يقسم هذا المعقّد إلى ثلاثة أقسام كالآتي:

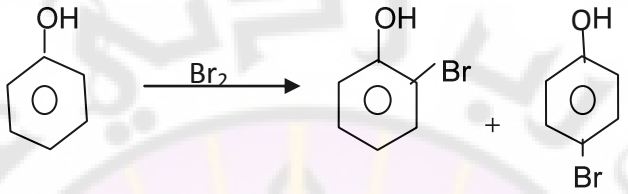
1) يُضاف إلى القسم الأوّل زيادة من كلور الحديد وتكون النّتيجة زوال اللّون البنفسجيّ وتشكّل لون أصفر مخضر بسبب زيادة شوارد الحديد Fe^{+3} .
2) يُضاف إلى القسم الثّاني هيدروكسيد الصوديوم فيتشكّل راسب أحمر هلاميّ هو ماءات الحديد $Fe(OH)_3\downarrow$.
3) يُضاف إلى القسم الثّالث حمض كلور الماء يؤدّي ذلك إلى زوال اللّون البنفسجيّ ويتحوّل إلى عديم اللّون أو أصفر فاتح جداً.

3- هلجنة الفينول:

3-1- برومة الفينول في وسط لامائي:

3-1-1 المبدأ:

إنَّ برومة الفينول هي تفاعل استبدال محبّ للإلكترونات؛ حيث يهاجم البروم النّواة البنزنيّة المنشّطة بالهيدروكسيل، لذلك يتبروم الفينول ويتكلور بسرعة أكبر بكثير مقارنة بالبنزن والتولوين معطياً أورتو وبارا بروم الفينول وفق التفاعل الآتي:



3-1-2- المواد والأدوات اللاّزمة:

بلورات الفينول الصّلبة، محلول ماء البروم (يستعمل تحت مخلية الهواء)، أنبوب اختبار مزوّد بملقط.

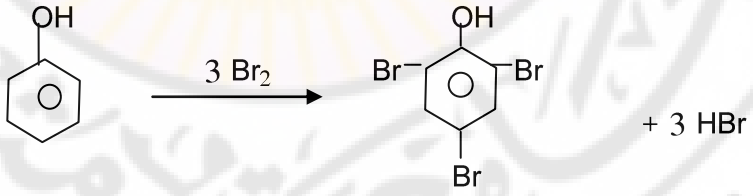
3-1-3- طريقة العمل:

ضع في أنبوب اختبار جاف عدّة بلورات من الفينول، ثمّ أضف / 0.5 / مل من محلول البروم ولاحظ الاختفاء الفوري للون المحلول مع تشكل بروم الهيدروجين.

3-2- برومة الفينولات في المحاليل المائيّة:

3-2-1- المبدأ:

تجري برومة الفينولات في المحاليل المائيّة بسرعة ويتحوّل الفينول إلى 2،4،6- ثلاثي بروم الفينول غير الملوّن:



3-2-2- المواد والأدوات اللاّزمة:

محلول الفينول المائيّ، محلول ماء البروم، أنبوب اختبار مزوّد بملقط.

3-2-3- طريقة العمل:

أضف /3- 4/ نقاط من محلول ماء البروم إلى /1/ مل من محلول الفينول المائيّ رج الأنبوب وتلاحظ اختفاء العكر المتشكّل في البدء، ثمّ استمر بإضافة / 3- 4 / مل من ماء البروم تلاحظ تشكّل راسب أبيض من 2،4،6- ثلاثي بروم الفينول ذي الرّائحة المميّزة.

4- أكسدة الفينولات والنفتولات:

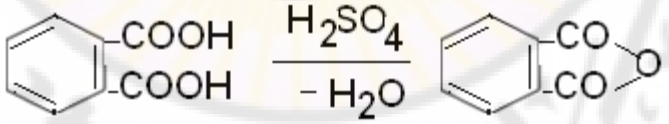
ضع في أنبوب اختبار / 1 / مل من محلول الفينول أو النفتول ثمّ أضف له كميّة مماثلة من محلول كربونات الصوديوم، رج المزيج ثم أضف / 2- 3/ نقطة من محلول برمنغنات البوتاسيوم مع الرج، تلاحظ اختفاء اللّون البنفسجيّ وتشكل MnO_2 بسرعة بدرجة حرارة الغرفة.

تعود سهولة أكسدة الفينولات مقارنة بالفحوم الهيدروجينيّة الأروماتيّه، لتأثير مجموعة الهيدروكسيل المنشّطة للحلقة البنزينيّة.

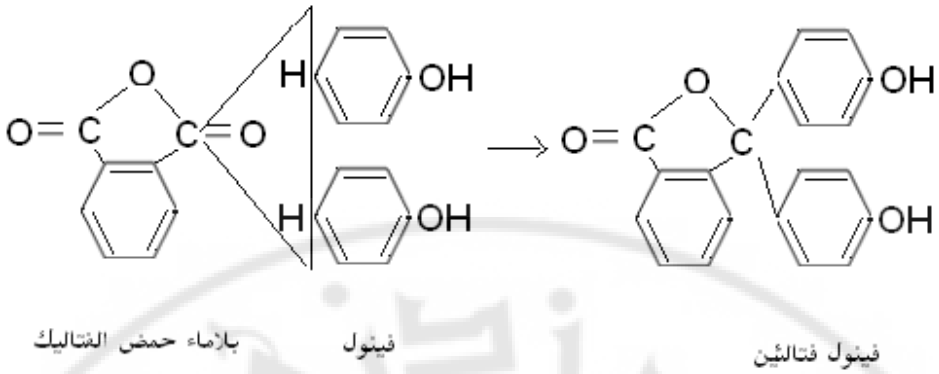
5- تحضير الفينول فتالئين:

5-1- المبدأ:

يتشكّل بلا ماء حمض فتاليك لدى تسخين أورتو حمض فتاليك. ويجري التّكاثف بخروج جزيء ماء على حساب أكسجين إحدى مجموعتي كربونيل بلا ماء حمض فتاليك وذرتي هدرجين من مواقع بارا لجزيئتي فينول. يسهّل هذا التفاعل لدرجة كبيرة بإدخال عامل نازع للماء كحمض الكبريت بقدرته على القيام بتفاعلات التّكاثف مع كثير من الفنولات الحاويّة على هدروجين في موقع بارا غير مستبدل، المركّز أو كلور الزنك اللامائيّ.



حمض الفتاليك　　بلاماء حمض الفتاليك



5-2- المواد والأدوات اللاّزمة:

مسحوق بلا ماء حمض الفتاليك، بلورات الفينول الصّلبة، حمض الكبريت المركّز، هيدروكسيد الصوديوم، أنبوب اختبار مزوّد بملقط، حمّام مائيّ.

5-3- طريقة العمل:

- ضع في أنبوب اختبار جاف /1/ غ من مسحوق بلا ماء حمض فتاليك (أو حمض فتاليك)، وضعف الكميّة من بلورات الفنول.
- امزج المادّتين جيداً ثمّ بلّل المزيج بـــ / 2 / نقطة من حمض الكبريت المركّز (يمكن استخدام كلور التوتياء اللامائيّ).
- سخِّنْ بحذر على لهب ثابت.
- أوقف التّسخين عندما تبدأ الفقاعات بالانطلاق من المزيج المصهور.
- اترك الأنبوب ليبرد.
- أضف / 5- 7 / مل ماء ورج الأنبوب جيداً.
- خذ جزءاً من هذا المحلول الحمضيّ النّاتج إلى أنبوب آخر، وأضف إليه نقاطاً من محلول قلويّ حتّى الوصول إلى تغير لون المحلول المتفاعل.

6- مبدأ عمل الفنول فتالئين كمشعر:

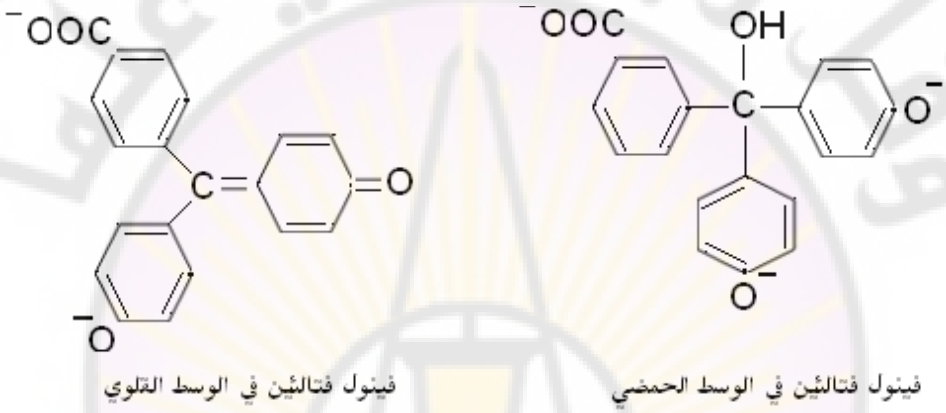
عندما تتفاعل الوظيفة الكربوكسيليّة مع الوظيفة الغوليّة يتشكّلُ استر، وعندما يكون التفاعل بين الوظيفتين في الجزيئة نفسها يتشكّل إستر داخليّ مغلق هو لاكتون.

تملك جزيئة الفنول فتالئين مثل هذه الحلقة اللاكتونيّة التي تتحلمأ بسهولة في المحاليل القلويّة مشكّلةً ملحاً، ثمّ يتشرّد هيدروجين الكربوكسيل وهيدروجين هيدروكسيل الفينول، وتخرج

جزيئة ماء من هدروكسيل الفنول الآخر مع هدروكسيل الغول، فيتشكّل في المحلول القلويّ شاردة ثنائيّة الشّحنة تملك بنية كوينونيّة لون محلولها قرمزيّ.
وبوجود فائض من القلوي يتشرّد الهدروكسيل الفنوليّ الآخر وتتشكّل شاردة ثلاثيّة الشّحنة لملح ثلاثيّ التبادل للفنول فتالئين، محلوله عديم اللّون.

6-1- المواد والأدوات اللاّزمة:

فينول فتالئين (محلول كحولي 1 %)، هيدروكسيد الصوديوم، حمض الكبريت، أنبوب اختبار مزوّد بملقط.



فينول فتالئين في الوسط القلوي — فينول فتالئين في الوسط الحمضي

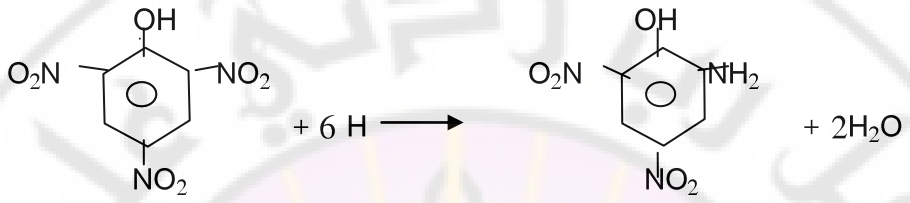
6-2- طريقة العمل:

- أضف لـــ / 3 / مل ماء / 2 / قطرة من محلول غوليّ للفنول فتالئين 1%، ولاحظ تشكّل عكر خفيف.
- أضف / 1 / نقطة محلول قلويٍّ ممدّد حيث يختفي العكر ويتلوَّن السائل بلون قرمزيّ.
- أضف / 1 / مل محلول قلوي زيادة لاحظ فقد المزيج للونه تدريجيّاً.
- أضف للسائل العديم اللّون (والشديد القلويّة الناتج) نقاطاً من حمض الكبريت فيعود تلُّون السائل إلى القرمزي من جديد.
- أضف زيادة من الحمض تلاحظ اختفاء اللون القرمزي.

7_ إرجاع حمض البيكريك (حمض المر):

7-1- المبدأ:

سُمِّيَ بحمض البيكريك 2،4،6- ثلاثي نترو الفينول؛ لأنَّ زمر النترو تزيد من حموضة الهيدروجين الهيدروكسيلي وهو جسم صلب ينصهر في الدرجة 122.5 °C. يتأكسد الغلوكوز بسهولة في الوسط القلوي مرجعاً إحدى مجموعات نترو لحمض بيكريك إلى مجموعة أمينو حسب التفاعل الآتي:



متشكّلاً حمض بيكراميك (درجة انصهاره 169 °C).

7-2- المواد والأدوات اللاّزمة:

حمض بيكريك، كربونات الصوديوم، غلوكوز، حمض الكبريت المركّز، أنبوب اختبار مزوّد بملقط، حمّام مائيّ.

7-3- طريقة العمل:

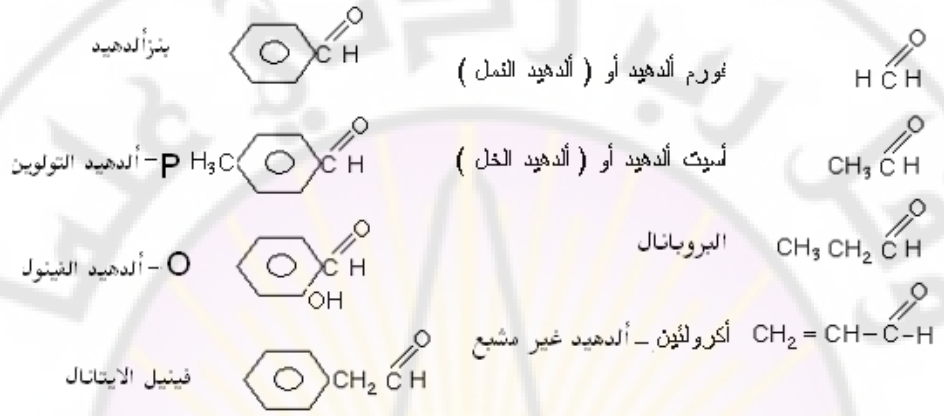
- أضف لعدّة بلورات من حمض البيكريك / 3- 4 / مل من محلول كربونات الصوديوم و / 0.2 / غ غلوكوز.
- اغلِ المزيج / 2-3 / دقيقة، تجد أنّ محلول بيكرات الصوديوم البرتقالي قد تحوّل تدريجيّاً إلى لون أحمر دموي.
- بتحميض السائل المبرّد بحمض الكبريت الممدّد يتحوّل اللّون الأحمر ثانية إلى أصفر- برتقالي.

التجربة التاسعة:

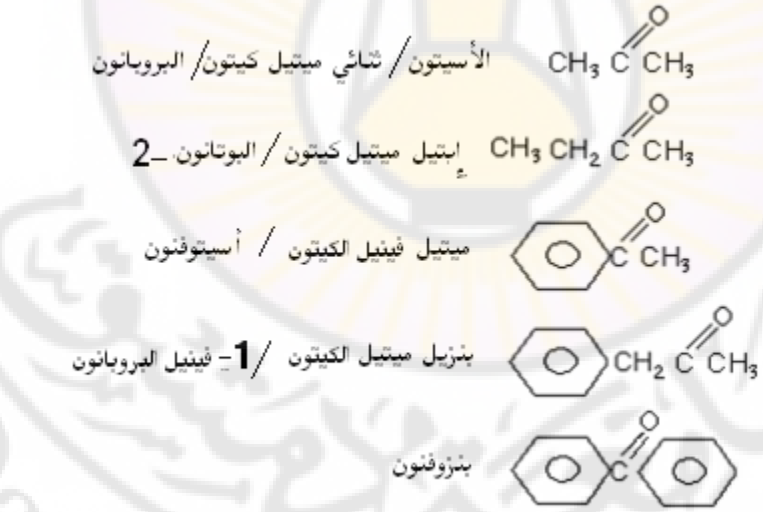
التمييز بين الألدهيدات والكيتونات

1- المبدأ النظري:

الصيغة العامّة للألدهيدات R-CHO ويمكن أن ترتبط الزمرة الألدهيديّة بجذر ألكيلي(أو أليفاتي) أو ترتبط بجذر عطريّ أو يُسمّى أريليّ Φ -CHO ، أمثلة:



والصيغة العامة للكيتونات R-CO-R` أو Φ – CO-R كما في الأمثلة الآتية:

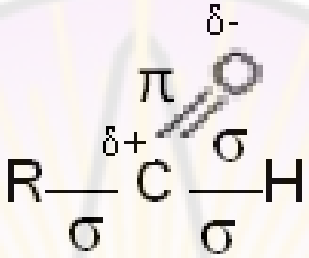


يشكّل الفورم ألدهيد مع الماء مركّب الفورمالين، كما يشكّل بالتبلمر $(H\text{-}CHO)_n$ مركّباً يُسَمّى بارافورم، وهو مادّة سامّة فعّالة ضد البكتريا ويُستعمل كمادة معقّمة وحافظة.

يتميّز الأسيت ألدهيد برائحته المخرّشة ويُستعمل كمسكّن.

وتمتزج الألدهيدات والكيتونات البسيطة مع الماء بكافّة النسب، ويقلّ ذوبانها بازدياد عدد ذرّات الكربون في الجذور الألكيلية. وحتّى العدد خمسة لا تذوبُ ويتميّز البنز ألدهيد بأنّه قليل الذوبان في الماء.

كما تتميَّز الألدهيدات بصفة الارجاع وتنتج عن أكسدة الأغوال الأوليّة، أمّا بأكسدة الأغوال الثانويّة فتعطي كيتوناً وتتأكسد الأغوال الأولية بسهولة وتعطي حموضاً، بينما أكسدة الكيتونات صعبة.



وتشترك الألدهيدات والكيتونات بالزمرة الكيتونيّة C = O وهي تحتوي على الأكسجين والكربون والأكسجين أكثر كهرسلبيّة من الكربون، فالكثافة الالكترونيّة تنزاح باتجاه الاكسجين. وبسبب القطبيّة والتهجين تتميّز الألدهيدات والكيتونات بتفاعلات الضمّ والتكاثف بضم نيوكلوفيلي لمحبّات النوى للكواشف الغنية بالكثافة الإلكترونيّة.

ينتج البنز ألدهيد من البذور المرّة من مركب الأميغدالين Amygdalin، عندما يتميه إلى حمض سيان الماء والبنزألدهيد ويُسمَّى زيت اللوز المرّ لرائحته الخاصّة، ويكثر استعماله في صناعة العطور والمواد المنكهة.

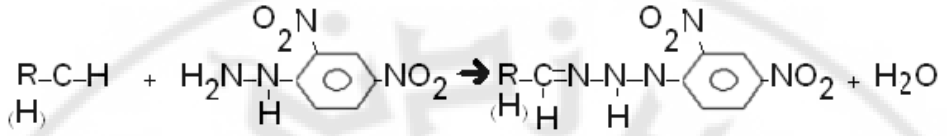
يمكن معايرة الفورم ألدهيد بأكسدته إلى حمض النمل بإضافة اليود في وسط من هيدروكسيد الصوديوم ثمّ معايرة اليود الزائد بثيوكبريتات الصوديوم حسب التفاعل الآتي:

$$H\text{-}CHO + I_2 + 3\,NaOH \longrightarrow HCOONa + 2\,NaI + 2\,H_2O$$

2- الكشف عن زمرة الكربونيل في الألدهيدات والكيتونات:

2-1- التفاعل مع الكاشف العام 2،4 ــ ثنائي نترو فنيل هدرازين:

يجري الكشف عن زمرة الكربونيل في الألدهيدات والكيتونات بالتفاعل مع الكاشف العام 2،4 ــ ثنائي نترو فنيل هدرازين فتضمُّ مجموعة الكربونيل مشتق فنيل هيدرازين ويتشكَّلُ راسب ملوّن ضعيف الذوبان بالماء يُسمّى 2،4 ــ ثنائي نترو فنيل هدرازون حسب التفاعل:

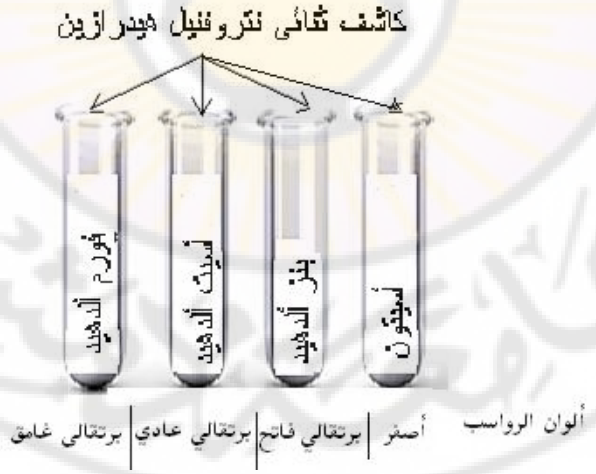


2-2- المواد والأدوات اللازمة:

فورم ألدهيد، أسيت ألدهيد، بنز ألدهيد في الغول الميتيلي، أسيتون، كاشف ثنائي نتروفنيل هيدرازين(محلول مائي منه محمض بحمض كلور الماء المركز)، أنابيب اختبار مزوّدة بملاقط، قضيب تحريك، حمّام مائيّ.

2-3- طريقة العمل:

خذ أربعة أنابيب ورتبها بالتسلسل وضع في كلٍّ منها 1 مل من محاليل فورم ألدهيد بالأنبوب الأوّل وأسيت ألدهيد في الثاني وبنز ألدهيد في الثالث وأسيتون في الرابع، ثمَّ أضف لكلٍّ منها حوالي 0.5 مل من كاشف 2،4 ثنائي نترو فنيل هيدرازين، لاحظ ألوان الرواسب الصفراء والبرتقاليّة الناتجة ودرجة اختلاف ألوانها عن بعضها بعضاً.



الشكل(74): تمييز الزمرة الكربونيليّة بالألوان المميّزة مع الكاشف العام فينيل هيرازين.

تتميّز مجموعة الكربونيل بتفاعلات الضمِّ والتكاثف بسبب القطبيّة لذلك تقوم بتفاعل ضمٍّ لمشتقات الهدرازين، يليه مباشرة تكاثف، والناتج يكون راسباً ملوّناً عند استعمال الكاشف المذكور، وعامّةً راسبٌ يمكن الاعتماد عليه في التحليل الكيفي لدى الكشف عن مجموعة الكربونيل؛ حيث يتشكّل:

من الفورم ألدهيد راسب أصفر، من الأسيت ألدهيد راسب برتقالي فاتح، من البنز ألدهيد راسب برتقالي عادي، من الأسيتون راسب برتقالي غامق.

3- الخاصّة المرجعة للألدهيدات:

3-1- إرجاع النحاس ثنائيّ التكافؤ (كاشف فهلنغ):

3-1-1- مبدأ الكشف:

تعطي الألدهيدات المفتوحة فقط نتيجة إيجابيّة مع هذا الكاشف، أمّا الألدهيدات الأروماتيّه فلا تعطي هذا الاختبار نتيجة معها. والسبب هو الحلقة العطريّة التي تضعف الزمرة الألدهيديّة ذات الصفة الإرجاعيّة بسبب الطنين لروابط π ويحصل سحب إلكتروني فتخفّف تخفيفاً كبيراً من القطبيّة، ويسبّب هذا التأثير التحريضيّ استقرار زمرة الكيتون في الألدهيد بالطنين ولا يقوم بدوره بعمليّة الإرجاع.

يتألّف كاشف فهلنغ وهو ألكوكسيد النحاس لملح سينيت Seignette من كميّة متساوية من كاشف فهلنغ A ($CuSO_4$) كميّة متساوية من كاشف فهلنغ B (هيدروكسيد الصوديوم NaOH + طرطرات الصوديوم والبوتاسيوم).

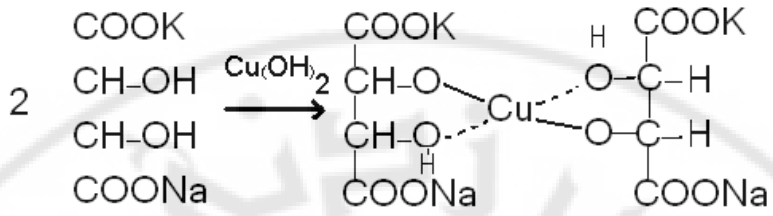
تتشكَّلُ هيدروكسيد النحاس حسب المعادلة الكيميائيّة الآتية:

$$CuSO_4 + NaOH \rightarrow Cu(OH)_2 + Na_2SO_4$$

تشكِّل هيدروكسيد النحاس مع الألدهيد حمضاً كربوكسيليّاً نتيجة أكسدة الألدهيد ويرجع النحاس الثنائيُّ إلى أحادي بصورة أكسيد النحاس بشكل يظهر على جوانب أنبوب الاختبار مرآة نحاسيّة لمّاعة حسب المعادلة الكيميائيّة اللآتية:

$$R\text{-}CHO + Cu(OH)_2 \rightarrow R\text{-}COOH + H_2O + 2\,CuO\downarrow \rightarrow Cu_2O \rightarrow Cu\downarrow$$

تُضاف طرطرات الصوديوم والبوتاسيوم ليربط الفائض من هيدروكسيد النحاس ويمنع تشكُّل راسب أكسيد النحاس الأسود CuO (الذي يتشكّل بفقدان جزيئتين ماء من هيدروكسيد النحاس) الذي يعيق عمليّة رؤية الراسب الآجري حسب المعادلة الآتية:

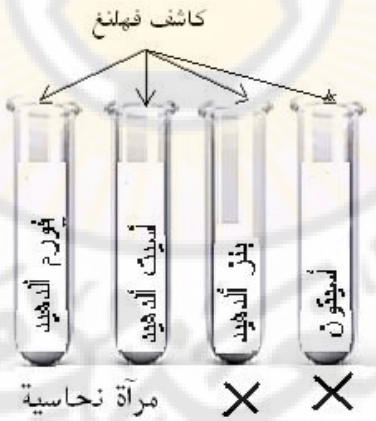


3-1-2- المواد والأدوات اللاّزمة:

محلول فهلنغ A (كبريتات النحاس)، محلول فهلنغ B (هيدروكسيد الصوديوم) مع أملاح الطرطر (طرطرات الصوديوم والبوتاسيوم)، فورم ألدهيد، أسيت ألدهيد، بنز ألدهيد، أسيتون، أنابيب اختبار مزوّدة بملقط، قضيب تحريك، حمّام مائيّ.

3-1-3- طريقة العمل:

ضع في أنبوب اختبار 1 مل من محلول فهلنغ A، وأضف إليه 1 مل من محلول فهلنغ B (أي كميّات متساوية) حتّى الحصول على راسب أزرق من كبريتات النحاس، ثمّ أضف 1 مل من الألدهيد المراد دراسته وسخّنْ الأنبوب على حمّام مائيّ حتى الغليان لمدّة 2-4 دقيقة فتحصل على راسب أحمر آجري (أومرآة نحاسيّة) مميّز للخاصيّة المرجعة للألدهيدات.



الشكل(75): تفاعل كاشف فهلنغ مع فورم ألدهيد و أسيت ألدهيد بتشكُّل مرآة نحاسيّة.

3-2- إرجاع الألدهيدات لمحلول نترات الفضة النشادريّة (كاشف تولانز):

3-2-1- المبدأ:

تتمتّع الألدهيدات بخاصيَّة إرجاع كاشف تولانز وتشكُّل المرآة الفضيّة المميّزة على جوانب أنبوب التجربة من الداخل.

يتألّف كاشف تولانز من ماءات الفضة النشادريّة (ويتمُّ تحضيره بانحلال راسب أكسيد الفضة Ag_2O المتشكّل من أملاح الفضة في وسط قلوي بوجود فائض نشادر، مشكّلاً معقداً هو ماءات الفضة النشادريّة) حيث يضاف تولانز A (نترات الفضة $AgNO_3$) إلى تولانز B (ماءات الصوديوم NaOH) حسب التفاعل التالي:

$$Ag_2O + 4\ NH_3 + H_2O \longrightarrow 2Ag(NH_3)_2OH$$

الألدهيدات سهلة التأكسد فترجع مركّبات الفضة في وسطٍ قلويٍّ إلى معدن الفضة (مرآة فضية) ويتأكسد الألدهيد إلى الحمض الكربوكسيلي:

$$2\ Ag(NH_3)_2OH + R\ C(=O) - H \longrightarrow RCOONH_4 + Ag\downarrow + NH_4OH + 2NH_3$$

تتشكّل مرآة مع الفورم ألدهيد والأسيت ألدهيد والبنز ألدهيد أمّا الأسيتون فيعطي نتيجة سلبيّة لأنّها لا تتأكسد بسهولة.

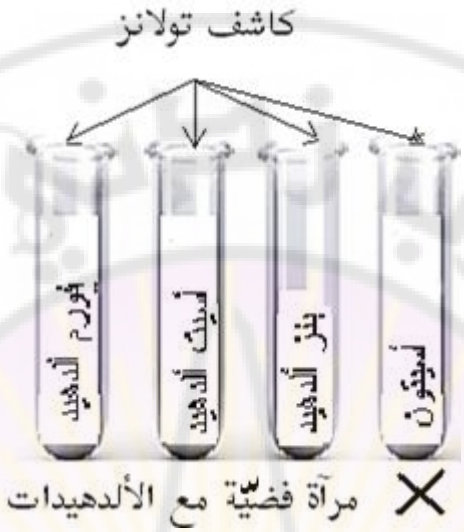
3-2-2- المواد والأدوات اللازمة:

محلول تولانز A نترات الفضة، محلول تولانز B هيدروكسيد الصوديوم، هيدروكسيد الأمونيوم، فورم ألدهيد، أسيت ألدهيد، بنز ألدهيد، أسيتون، أنابيب اختبار مزوّدة بملاقط، حمّام مائيّ.

3-2-3- طريقة العمل:

نظّف أنبوب اختبار جيداً، ثم أغسله بحمض الآزوت. ضع 3-2 / مل من محلول نترات الفضة. أضف نقطة نقطة من هيدروكسيد الأمونيوم (10%) حتّى تشكُّل راسب. استمر بالتنقيط مع الرج الجيد حتى انحلال أكسيد الفضة المُتشكِّل. (ويمكن إضافة كميّات متساوية من كاشف تولانز A وكاشف تولانز B).

أضف / 1- 2 / مل من الألدهيد ثم اترك الأنبوب لفترة، إذا لم يظهر التفاعل بالبارد، فَسَخِّنْ حتّى حوالي الدرجة C 35 في بيشر يحتوي ماء لتحصل على مرآة لمّاعة من معدن الفضة على جوانب الأنبوب من الداخل دليل وجود زمرة ألدهيدية.



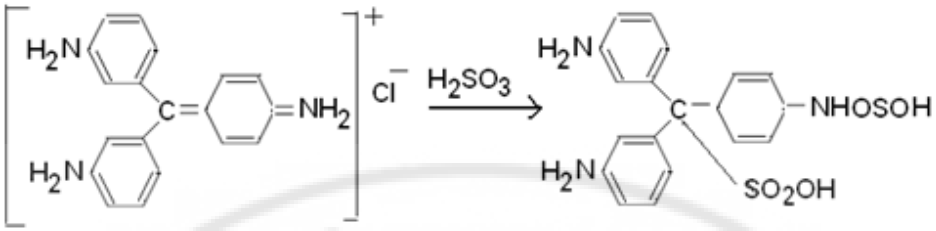
الشكل(76): تأثير كاشف تولانز في الألدهيدات.

4- تفاعل الألدهيدات مع كاشف شيف (فوكسين حمض الكبريتيّ):

4-1- مبدأ التفاعل:

يتفاعل كاشف شيف مع الفورم ألدهيد والأسيت ألدهيد والبنز ألدهيد ويعطي معها ألواناً زهريّة ولا يتفاعل مع الكيتون لذا لا يعطي تلوّناً زهريّاً. وهو تفاعل حسّاس يميّز الألدهيدات عن الكيتونات.

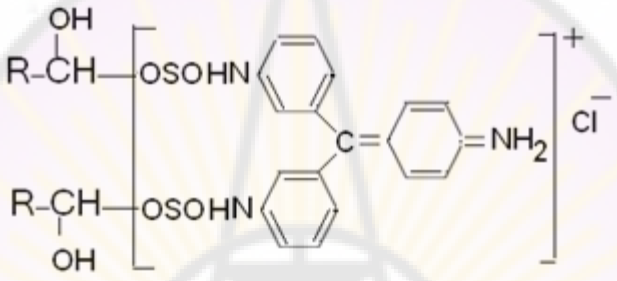
سُمّيَ كاشف شيف نسبة إلى العالم شيف عام 1866 الذي حضر مركّب الفوكسين الأحمر (الروز أنيلين) مشتق ثلاثي فنيل الميتان الحاوي على بنية كوينونيّة يُزيل اللون الأحمر بإضافة جزيئتي من حمض الكبريتي ويشكّل مركّباً عديم اللون (عند غياب البنية الكوينونيّة) فوكسين حمض الكبريتي وفق التفاعل الآتي:



فوكسين زهري

فوكسين عديم اللون

ويعود لونه الزهري ويبدّل بنيته عند ضمّه الألدهيدات معطياً مركّباً جديداً ذا بنية كوينونيّة حسب الشكل الآتي:



فوكسين زهري دليل وجود ألدهيد

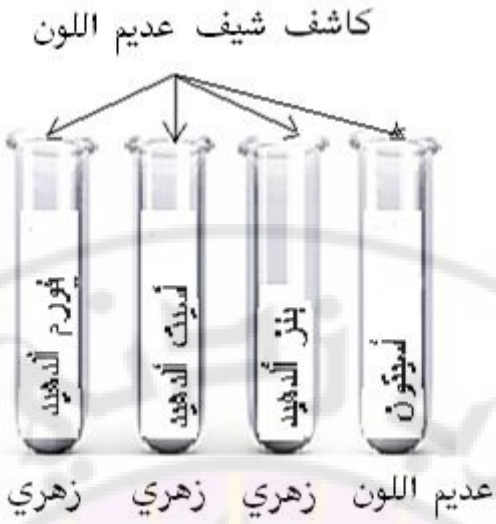
4-2- المواد والأدوات اللاّزمة:

محلول فوكسين مزال لونه الزهري بحمض الكبريتيّ، فورم ألدهيد، أسيت ألدهيد، بنز ألدهيد، أسيتون.

4-3- طريقة العمل:

خذ أربعة أنابيب ورتّبها بالتسلسل وضع في كلٍّ منها / 1 / مل من المحاليل الآتية: فورم ألدهيد (الأنبوب الأوّل)، أسيت ألدهيد (الثاني)، بنز ألدهيد (الثالث)، أسيتون (الرابع)، ثمّ ضع / 1 / مل في كلٍ منهما من محلول الفوكسين المنزوع اللون (كاشف شيف).

ولاحظ التلوّن الزهري في الأنابيب التي تحتوي على الألدهيد فقط.



الشكل(77): تلوُّن كاشف شيف مع الألدهيدات باللون الزهري.

5- تمييز الأسيت ألدهيد والأسيتون بتفاعل تشكُّل اليودوفورم بالكشف عن بنية α-ميتيل الكربونيل $CH_3 - CO$:

5-1- المبدأ:

يعطي الأسيت ألدهيد والأسيتون بلّورات اليودوفورم لاحتواء كلٍ منهما على زمرة α- ميتيل الكربونيل، ثمّ يقوم الألدهيد (أو الكيتون) باستبدال ذرّات الهيدروجين من مجموعة (α- ميتيل الكربونيل) بهالوجين وتصبح يودال بالشكل $CI_3\ CHO$، التي تتفكك في الوسط القلوي آخذةً هدروجين القلوي ومشكّلة بلّورات اليودوفورم الصفراء وملح الحمض الكربوكسيلي الموافق وفق التفاعل الآتي:

$$CH_3\text{-}\overset{\overset{O}{\parallel}}{C}\text{-}H + I_2 \longrightarrow CI_3\text{-}\overset{\overset{O}{\parallel}}{C}\text{-}H + NaOH \longrightarrow CHI_3 + HCOONa$$

لا يعطي الفورم ألدهيد و البنز ألدهيد بلورات اليودوفورم لعدم احتوائه على زمرة α- ميتيل الكربونيل.

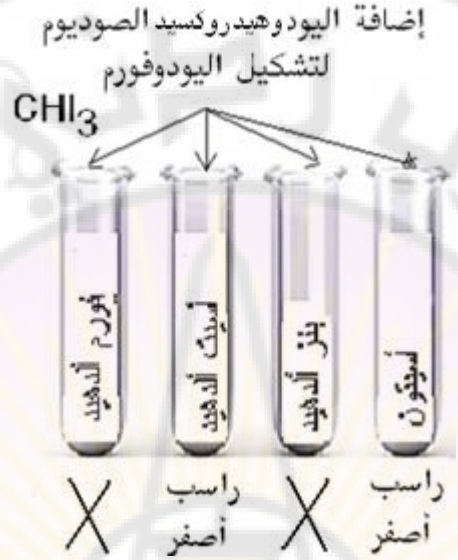
5-2- المواد والأدوات اللاّزمة:

محلول اليود في يود البوتاسيوم، هيدروكسيد الصوديوم، محلول أسيتون، محلول أسيت ألدهيد، محلول فورم ألدهيد، محلول البنز ألدهيد.

5-3- طريقة العمل:

أضف / 1 / مل من محلول اليود إلى / 2 / مل من الألدهيد أو الكيتون المراد دراسته، ثمّ أضف عدّة نقاط من هيدروكسيد الصوديوم حتّى زوال لون اليود البني.

لاحظ تشكُّل بعض العكر القليل وتشكُّل راسب أصفر من اليودوفورم ذي الرائحة المميزة، وبدون تسخين.



الشكل(78): تشكّل اليودوفورم فقط مع الأسيتون والأسيت ألدهيد الحاوية على زمرة α-ميتيل الكربونيل.

6- تمييز الأسيت ألدهيد والأسيتون باختبار نترو بروسيد الصوديوم:

6-1- المبدأ:

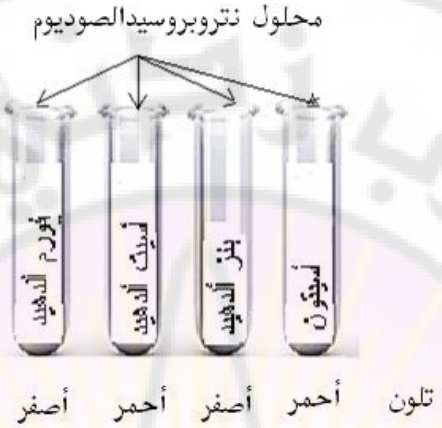
وهو اختبار يميّز الفورم ألدهيد والبنز ألدهيد عن الأسيت ألدهيد والأسيتون؛ حيث يعطي محلول نترو بروسيد الصوديوم $Na_2[Fe(CN)_5NO]$ (ويُسمّى نتروزو سيان حديدي الصوديوم) مع الفورم والبنز ألدهيد تلوُّناً أصفرَ بينما يعطي مع الأسيت والأسيتون تلوُّناً أحمرَ.

6-2- المواد والأدوات اللازمة:

محلول فورم ألدهيد، محلول أسيت ألدهيد، محلول بنز ألدهيد، محلول أسيتون، محلول نترو بروسيد الصوديوم طازج (1%)، ماءات الصوديوم 19%، أنابيب اختبار.

6-3- طريقة العمل:

ضع في أربعة أنابيب / 1 / مل من محاليل الفورم ألدهيد، وأسيت ألدهيد، وبنز ألدهيد، وأسيتون. أضف لكلٍّ منها / 3 / قطرات من محلول نترو بروسيد الصوديوم (1%) حديث التحضير، و / 3 / قطرات من محلول الصود الكاوي (10%)، ولاحظ التلوّن بالأحمر في الأنابيب الحاوية على أسيت ألدهيد والأسيتون.



الشكل(79): تلوّن الأسيت ألدهيد والأسيتون بالأحمر مع نتروبروسيد الصوديوم.

الجدول(8): مخطّط الكشف عن الألدهيدات والكيتونات.

الكاشف المادة	فورم ألدهيد	أسيت ألدهيد	بنز ألدهيد	أسيتون
4،2 ثنائي نترو فنيل هيدرازين	+ راسب أصفر	+ راسب برتقالي	+ راسب برتقالي	+ راسب برتقالي
كاشف فهلنغ	+ مرآة نحاسية	+ راسب أحمر	– محلول أزرق	– محلول أزرق
كاشف تولانز	+ مرآة فضية	+ مرآة فضية	+ مرآة فضية	– راسب أسود
كاشف شيف	+ معقد بنفسجي	+ معقد بنفسجي	+ معقد بنفسجي	– معقد بنفسجي
اليودوفورم(I_2 + NaOH)	ــــــــ	+ بللورات صفراء	ــــــــ	+ بللورات صفراء
نتروبروسيد الصوديوم+NaOH	– راسب أصفر	+ أحمر غامق	– أصفر	+ أحمر غامق

7- الكشف عن مجهول عام:

1) نأخذ 1 ميلي ليتر من المجهول + 1 ميلي ليتر من كاشف 4،2- ثنائي نترو فنيل هدرازين:

2) نأخذ 1 ميلي ليترمن المجهول + 1/2 ميلي ليتر من كاشف فهلنغ+غليان لمدّة 5-10 دقائق:

3) نأخذ 1 ميلي ليتر من المجهول + 1 ميلي ليتر من الماء ← طبقتين (نطبّق الخطوة 8)
← طبقة (نطبّق الخطوة 4)

4) نأخذ 1 ميلي ليتر من المجهول + قطرتين من كلور الحديد ← معقد بنفسجي (فينول)
← لم يتشكّل معقد
(نطبّق الخطوة 5)

5) نأخذ 1 ميلي ليتر من كبريتات النحاس + هيدروكسيد الصوديوم فإذا نتج راسب أزرق
نأخذ 1 ميلي ليتر من المجهول ← معقد أزرق غامق (غليسرين)
← لم يتشكّل راسب (كحول)

6) لتحديد نوع الغول نأخذ 1 ميلي ليتر من المجهول + 6 ميلي ليتر من كاشف لوكاس

عكر مباشرةً (كحول ثالثي) عكر بعد 5–10 دقائق (غول ثانوي) لم يتشكّل عكر
(نطبّق الخطوة 7)

7) للتمييز بين الغول الميتيلي والغول الإيتيلي:
نفاعل بالأسترة مع حمض الساليسيليك أو بحمض الخل الثلجي
أو نفاعل لتشكيل اليودوفورم ← بلّورات صفراء (غول إيتيلي)
← لم يتشكّل بلّورات صفراء (غول ميتيلي)

8) نجري تفاعل حلمهة المشتقّات الهالوجينيّة:
نأخذ 1 ميلي ليتر من المجهول + 3 ميلي ليتر من هيدروكسيد الصوديوم
نقسّم ناتج الحلمهة إلى ثلاثة أقسام (كلٌّ قسم يحتوي 1 ميلي ليتر):

قطرتين من نترات الفضة راسباً أبيضاً من كلور الفضة (كلوروفورم)
كاشف تولانز مرآة فضيّة (رباعي كلور الكربون)
برمنغنات البوتاسيوم لوناً بنفسجياً(رباعي كلور الكربون) لوناً أخضر(كلوروفورم)

وقل رب زدني علما
جامعة دمشق
Damascus University

التجربة العاشرة:

الكشف عن الحموض الكربوكسيليّة

تمتلك الحموض الكربوكسيليّة الصيغة الأليفاتية R-COOH أوالصيغة الأروماتيّه Φ -COOH وتعتمد طرائق الكشف عن الحموض الكربوكسيليّة، على الخواص الكيميائيّة الرئيسة الآتية:

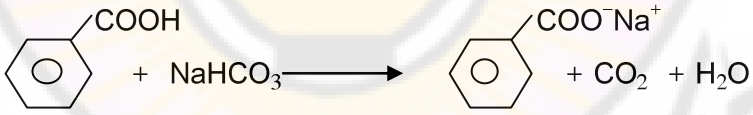
1) الذوبانيّة: تتميّز الحموض الكربوكسيليّة الحاوية على أقلِّ من ست ذرات كربون أو الحاوية على أكثر من مجموعة كربوكسيل مثل حمض الحماض وحمض الليمون أنَّها ذوّابة في الماء، أما الحموض الأروماتيّه فلا تذوب بالماء البارد وتحتاج للتسخين. كما أنَّها تتميّز بانخفاض درجة ذوبانها بازدياد السلاسل الكربونيّة وتمتلك درجات غليان مرتفعة مقارنة بالأغوال.

2) الخاصيَّة الحمضيّة: تشكّل الحموض الكربوكسيليّة مع المحاليل القلويّة الأملاح الموافقة، ويمتلك حمض النمل ثابت تشرُّد ضعيف من رتبة 10^{-5} بينما حمض الحماض ثابت تشرده أقوى بسبب القطبيّة وهنا تبرز قوة حمض الحماض بثابت تشرُّد يبلغ $5x10^{-2}$ لعدم وجود جذور ألكيلية موجبة التحريض.

حبثُ يتشرّد هيدروجين مجموعة الكربوكسيل:

$$RCOOH \longrightarrow RCOO^- + H^+$$

وتتفكّك الحموض الضعيفة من أملاحها بتأثير حمض أقوى وينطلق ثنائي أكسيد الكربون المُعكِّر لرائق الكلس. تستطيع الحموض الأقوى من حمض الكربون تحريره من أملاحه مثل ثاني الكربونات أو الكربونات:



3) تشكّل الحموض الكربوكسيليّة أملاحاً متبلورة مع القلويات:

$$RCOOH + NaOH \longrightarrow H_2O + RCOO^- Na^+$$
$$RCOOH + NH_3 \longrightarrow RCOO^- NH_4^+$$

4) تتميَّز بتشكيلها أسترات (ذات رائحة نكهة حلوة) لدى تفاعلها مع الأغوال:

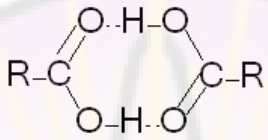
$$RCOOH + ROH \underset{}{\overset{H^+}{\rightleftharpoons}} RCOOR + H_2O$$

5) تتأكسد الحموض الكربوكسيليّة بسهولة ببرمنغنات البوتاسيوم بوسط حمضي مطلقة ثنائي اكسيد الكربون.

6) تتفاعل مع كلور الحديد لإعطاء معقدات غرويّة ذات ألوان تفيد تمييزها والكشف عنها نتيجة حلمأة أملاح الحديد.

وفيما يلي طرائق الكشف عن الحموض العضويّة الكربوكسيليّة:

1- الكشف عن حمض النمل (حمض الفورميك) H-COOH:



درجة انصهار حمض النمل 9 °C ودرجة غليانه 101 °C ، ويمتلكُ خواصاً مرجعة لوجود تجمُّع ألدهيدي في بنيته الحاوية على وظيفة ألدهيديّة ووظيفة كربوكسيليّة، فيرجع برمنغنات البوتاسيوم بوسط حمضي مزيلاً لونها البنفسجي ومطلقاً غاز ثنائي أكسيد الكربون المعكّر لرائق الكلس حسب التفاعل الآتي:

$$HCOOH + O \longrightarrow H_2CO_3 \longrightarrow H_2O + CO_2$$

ويُكْشَف عنه بإضافة حمض الكبريت المُركَّز فيلاحظ عند حرق الغاز المنطلق أول أكسيد الكربون واشتعاله بلهب أزرق حسب التفاعل الآتي:

$$HCOOH + H_2SO_4 \longrightarrow H_2O + CO$$

1-1- تأثير حمض النمل في بيكربونات الصوديوم:

1-1-1- المبدأ:

يعتمد مبدأ التجربة على أنَّ الحمض الأقوى يحرّر الحمض الأضعف من ملحه. تتحرّر الأحماض الضعيفة من أملاحها بتأثير حمض أقوى، وينزاح التوازن باتجاه تحرُّر الحمض الأضعف بخروجه من المزيج المتفاعل إمّا بتفككه مثل H_2CO_3 أو بترسُّبه نتيجة الانحلال القليل، ويؤدّي إلى انطلاق CO_2 من محلول بيكربونات الصوديوم أو الكربونات.

1-1-2- المواد والأدوات اللازمة:

حمض النمل، خلات الصوديوم (مسحوق)، بيكربونات الصوديوم (مسحوق)، رائق الكلس.
أنبوب اختبار مزوّد بأنبوب معقوف لانطلاق الغاز.

1-1-3- طريقة العمل:

ضع في أنابيب الاختبار أملاح الصوديوم ثم أضف لكلٍّ أنبوب نقاطاً عدة من محلول الحمض العضويّ المراد دراسته. يُلاحظ تحرُّر حمض الكربون بانطلاق CO_2 المُعَكِّر لرائق الكلس.

الشكل(80): تفكك حمض النمل وانطلاق الغاز المعكِّر لرائق الكلس.

1-2- تأكسد حمض النمل ببرمنغنات البوتاسيوم بوسط حمضيّ:

1-2-1- المبدأ:

يتأكسد حمض النمل لوجود التجمُّع الألدهيدي في جزيئته بسهولة إلى حمض الكربون H_2CO_3 الذي يتفكّك بسرعة إلى CO_2 و H_2O و تتأكسد الحموض بالبرمنغنات في الوسط الحمضي بسهولة أكبر منها بالوسط القلوي، ويمكن لحمض النمل أن يتأكسد بمحلول برمنغنات البوتاسيوم في الوسط القلوي، باضافة / 5 / مل من محلول كربونات الصوديوم Na_2CO_3 مع نقاط من محلول البرمنغنات، والنتيجة زوال لون البرمنغنات مباشرة وبالبارد المرافق لظهور راسب بني أو بني مسوّد من أكسيد المنغنيز MnO_2:

$$HCOOH + O \longrightarrow H_2O + CO_2$$

1-2-2- المواد والأدوات اللازمة:

حمض نمل، حمض كبريت ممدّد، برمنغنات البوتاسيوم، رائق الكلس، أنبوب اختبار مغلق مزوَّد بأنبوب معقوف لانطلاق الغاز.

1-2-3- طريقة العمل:

ضع في أنبوب اختبار مزوّد بأنبوب لانطلاق الغاز / 1 / مل من حمض النمل، و / 1 / مل من حمض كبريت ممدّد، و / 2 / مل محلول برمنغنات البوتاسيوم.

اغمس أنبوب انطلاق الغاز في أنبوب آخر يحتوي رائق الكلس. سخِّنْ المزيج بحذر حتى بدء الغليان فتلاحظ زوال لون البرمنغنات، وظهور راسب أو عكر من كربونات الكالسيوم في الأنبوب المستقبل.

1-3- تأكسد حمض النمل بشاردة الفضة: كاشف تولانز:

1-3-1- المبدأ:

يعطي كاشف نترات الفضة مع حمض النمل راسباً أبيضَ يسوّد بالضوء مشكّلاً مرآة فضيّة حسب التفاعلات الآتية:

$$HCOOH + AgNO_3 \longrightarrow Ag(HCOO) + HNO_3$$

$$2Ag(HCOO) \longrightarrow Ag_2O + 2CO + H_2O$$

$$Ag_2O + CO \longrightarrow 2Ag\downarrow + CO_2$$

1-3-2- المواد والأدوات اللازمة:

محلول مركّز من حمض النمل ، محلول نترات الفضة أو كاشف تولانز (نترات الفضة النشادرية)، أنبوب اختبار مزود بملقط، حمّام مائيّ.

1-3-3- طريقة العمل:

ضع في أنبوب اختبار / 1 / مل من محلول حمض النمل، وأضف له / 1 / مل من محلول نترات الفضة، ولاحظ تشكّل راسب أبيض من نملات الفضة، ثمّ يسوّد بسبب إرجاع الفضة وبالتالي تحرّرها كراسب أسود أو مرآة فضيّة.

2- الكشف عن حمض الخل (حمض الأستيك Glacial Acetic acid) CH_3COOH:

اصطنعه العالم كولب 1845 ويُسَمّى النقي منه بحمض الخل الثلجيّ ويوجد طبيعياً في الخل ويتكون بأكسدة الإيتانول بالبكتريا. له رائحة مميّزة واخزة ويذوبُ في الماء، ينصهر في الدرجة 18 °C ويغلي في الدرجة 118 °C، ذو رائحة مميّزة يمكن الكشف عنه بإجراء تجربة الأكسدة بالبرمنغنات وبالتفاعل مع كلور الحديد.

لا يرجع بالبرمنغنات أو نترات الفضة النشادريّة؛ لأنَّه لا يمتلكُ خواصاً مرجعة كحمض النمل، لغياب التجمُّع الألدهيدي من جزيئته. يتميّز عن حمض النمل بأسترة خلاّت الإتيل ذات رائحة نكهة التفاح.

2-1-أسترة حمض الخل:

2-1-1- المبدأ:

يكشف عن حمض الخل بالأسترة مع الغول الإيتيلي معطياً إستر خلاّت الإيتيل المميّز برائحة التفاح المخزّن حسب التفاعل الآتي:

$$CH_3COOH + CH_3CH_2OH \underset{}{\overset{H^+}{\rightleftharpoons}} CH_3COOCH_2CH_3 + H_2O$$

2-1-2- المواد والأدوات اللاّزمة:

حمض الخل الثلجي، غول إيتيلي، حمض الكبريت المركّز، أنبوب اختبار مزود بملقط، حمّام مائيّ.

2-1-3- طريقة العمل:

ضع في أنبوب اختبار جاف / 0.5 / مل من حمض الخل الثلجي، و/ 1 / مل غول إتيلي، وأضف /2-3/ نقاط من حمض الكبريت المركّز على جدار الأنبوب من الداخل وهو مائل، سخّنْ بلطف مدة /4-5 / دقائق على حمّام مائيّ بحالة الغليان، سوف تتشكّل لديك رائحة مميزة تذكرك برائحة التفاح المخزّن في برّادات التخزين.

3- الكشف عن حمض الحماض أو حمض الأوكزاليك: $\begin{matrix} COOH \\ | \\ COOH \end{matrix} . 2H_2O$

اصطنعه فريديريك فوهلر 1824 من نبات الحمضة ويوجد في الراوند Rhubarb.

يوجد متبلوراً مع جزيئتين من الماء ويذوبُ بالماء وبالتسخين يتفكّك قبل أنْ ينصهر. درجة انصهاره 189 °C ، يفقد ماء تبلوره بحوالي الدرجة 100 °C.

تُستعمل المحليل العياريّة لحمض الحماض $H_2C_2O_4 .2H_2O$ لمعايرة الأجسام المؤكسدة وخاصَّة محاليل برمنغنات البوتاسيوم بسبب نقاوته العالية، إلاَّ أنَّ محاليل حمض الحماض غير ثابتة بسبب قابليتها للأكسدة البطيئة بأكسجين الهواء وفق المعادلة الآتية:

$$H_2C_2O_4 + O_2 \longrightarrow H_2O_2 + 2CO_2$$

تتأكسد أيونات الحماضات (الأكزالات) باستعمال جسم مؤكسد مناسب وفق مايأتي:

$$C_2O_4^{--2} \longrightarrow 2CO_2 + 2e^-$$

عندما يفقد CO_2 بالتسخين أو بتأثير المؤكسدات يتحوّل إلى حمض النمل.
يجرّده حمض الكبريت من جزيئة ماء فيتفكّك إلى CO و CO_2 ويعكّر رائق الكلس.

3-1- تفكُّك حمض الحماض بحمض الكبريت المركَّز:

يتفكّك حمض الحماض بتأثير حمض الكبريت مطلقاً غاز ثنائي أكسيد الكربون ومعكِّراً لرائق الكلس وفق المعادلة:

$$\begin{matrix} COOH \\ | \\ COOH \end{matrix} \xrightarrow{H_2SO_4} H_2O + CO_2 + CO$$

3-2- المواد والأدوات اللاّزمة:

بلورات حمض الحماض، حمض الكبريت، رائق الكلس، أنبوب اختبار مزوّد بأنبوب معقوف لانطلاق الغاز، حمّام مائيّ.

3-3- طريقة العمل:

ضع عدّة بلورات من حمض الحماض في أنبوب اختبار مزوّد بأنبوب لانطلاق الغاز، وموجّه إلى أنبوب مستقبل يحتوي رائق الكلس، و/ 1 / مل حمض كبريت مركّز، إنَّ تعكُّر رائق الكلس دليلٌ على انطلاق غاز CO_2.

3-2- تفكُّك حمض الحماض بالتسخين:

3-2-1- المبدأ: يفقد حمض الحماض ماء التبلور بالتسخين، ثمّ بدرجة حرارة أعلى من $100\ ^\circ C$ يتصعّد جزئيّاً مشكّلاً ضباباً يؤدّي نزع CO_2 اللاحق منه إلى تشكّل حمض النمل، الذي بدوّره ينقلب إلى CO وماء:

$$H_2C_2O_4 \longrightarrow CO_2 + HCOOH \longrightarrow CO_2 + CO + H_2O$$

3-2-2- المواد والأدوات اللازّمة:

بلّورات حمض الحماض، رائق الكلس، سخّان.

3-2-3- طريقة العمل:

سخِّنْ / 2 / غ من حمض الحماض في أنبوب اختبار بالتركيب السابق نفسه على لهب. عندما يبدأ انطلاق فقاعات الغاز دون توقف، والمرافق لظهور عكر أو راسب في رائق الكلس، اسحب أنبوب انطلاق الغاز من المستقبل واحرق الغاز المتحرِّر عند الفوهة، الشعلة الزرقاء المميّزة نتيجةٌ لوجود أكسيد الكربون في تركيب الغاز.

3- 3- الكشف عن حمض الحماض بخلاّت الكالسيوم وبكلور الكالسيوم:

3-3-1- المبدأ:

يرسّب كلور الكالسيوم الحماضات على شكل راسب أبيض من حماضات الكالسيوم في الوسط خفيف القلويّة وفق التفاعل الكيميائيّ الآتي:

$$H_2C_2O_4 + CaC\ell_2 + NH_4OH \longrightarrow CaC_2O_4 \downarrow + 2NH_4C\ell$$

3-3-2- المواد والأدوات اللاّزمة:

حمض الحماض، خلات الكالسيوم أو كلور الكالسيوم، هيدروكسيد الأمونيوم، حمض الخل، حمض كلور الماء الممدّد، أنبوب اختبار مزوّد بملقط.

3-3-3- طريقة العمل:

ذوّب قليلاً من حمض الحماض بحوالي / 3 / مل من الماء ثمّ عدِّله بهيدروكسيد الأمونيوم، ثمّ أضف / 3 / مل من محلول خلاّت الكالسيوم أو كلور الكالسيوم، لاحظ ظهور راسب أبيض بالبارد (لا يذوب بحمض الخل)، ولكنّه يذوب بحمض كلور الماء الممدّد المميّز بحماضات الكالسيوم.

3-4- تأكسد حمض الحماض بمحلول البرمنغنات في الوسط الحمضي:

3-4-1- المبدأ:

لا يمتلك حمض الحماض الخواص المرجعة التي يملكها حمض النمل، ولهذا فإنّ حمض الحماض لا يرجع شاردة الزئبق، ولا يرجع شاردة الفضة، لا يرجع محلول البرمنغنات القلوي، ولا يرجع محلول البرمنغنات الحمضي وبالساخن إلاّ ببطء وفق التفاعل الآتي:

$$3(COOH)_2 + 2KMnO_4 + 3H_3SO_4 \longrightarrow K_2SO_4 + 2MnSO_4 + 6CO_2 + 6H_2O$$

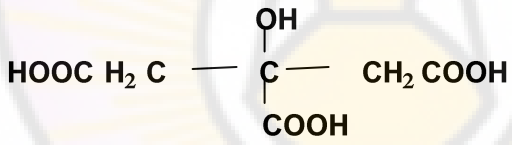
3-4-2- المواد والأدوات اللاّزمة:

حمض الحماض أو حماضات الصوديوم، حمض الكبريت الممدّد، برمنغنات البوتاسيوم، أنبوب اختبار مزوّد بملقط، حمّام مائيّ.

3-4-3- طريقة العمل:

ضع في أنبوب اختبار / 1 / مل من محلول حمض الحماض (أو ملح الحماضات) ثمّ أضف لها / 2 / مل من حمض الكبريت الممدّد، سخِّنْ قليلاً بلطف، أضف مع التحريك قطرات من محلول برمنغنات البوتاسيوم، ولاحظ تغيّر لون البرمنغنات ببطء وبالتسخين حصراً.

4- الكشف عن حمض الليمون (حمض سيتريك):



تنصهر بلوراته المائية في الدرجة 100 °C واللامائيّة في الدرجة 153 °C.

يتبيّن من معايرة حمض الليمون بمحلول قلوي أنَّ حمض الليمون ثلاثيُّ الأساس.

لا يرجع محلول نترات الفضة النشادريّة. ويمكن الاستدلال عنه بالكشف عنه كغول ثالثيّ.

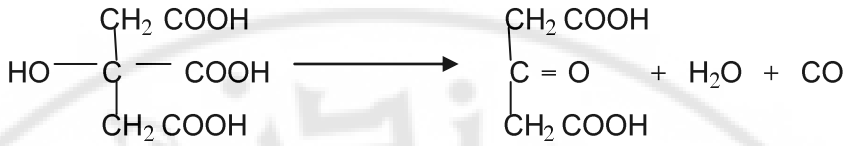
ينحلُّ في حمض الكبريت المركّز بالبارد.

4-1- الكشف عن حمض الليمون بحمض الكبريت:

4-1-1- المبدأ:

يفكّكه حمض الكبريت المركَّز حمض الليمون بالساخن إلى $CH_3\ CO\ CH_3$ الأسيتون وغاز CO_2.

يتفكّك حمض الليمون بوجود حمض الكبريت المركّز إلى ثلاثة نواتج هي: أسيتون و CO_2 و CO. يؤدّي التفكك بحمض الكبريت المركّز إلى تشكُّل حمض النمل ثمَّ CO، ويتشكّل في الوقت نفسه الأسيتون وفق ما يأتي:



ويحصل نزع لاحق لـــ CO_2 ويتشكّل الأسيتون:

4-1-2- المواد والأدوات اللاّزمة:

حمض الليمون (بلورات)، حمض الكبريت المركّز، رائق الكلس، محلول اليود في يود البوتاسيوم، هيدروكسيد الصوديوم، أنبوب اختبار مزوّد بأنبوب انطلاق الغازات، حمّام مائيّ.

4-1-3- طريقة العمل:

ضع في أنبوب اختبار مزوّد بسدادة يمرُّ منها أنبوب لانطلاق الغاز / 1 / غ حمض ليمون، ثم صب عليها / 2 / مل حمض كبريت مركّز.

ثبّت الأنبوب على حامل معدنيّ تثبيتاً مائلاً.

سَخّنْ على لهب خفيف وبحذر تلاحظ ظهور رغوة في المزيج.

قرّب اللهب من فوهة أنبوب انطلاق الغاز، تلاحظ لهباً مميّزاً لونه أزرق يدلُّ على اشتعال غاز CO المنطلق من التفاعل.

وجِّه نهاية أنبوب انطلاق الغاز (دون أن توقف التسخين) لأنبوب مستقبل يحتوي رائق الكلس، يلاحظ تشكُّل راسب من أملاح حمض الكربون.

اسحب أنبوب انطلاق الغاز ووجِّهه إلى أنبوب يحتوي محلول اليود، ثمَّ أضف إليه قلوي حتى إزالة لون محلول اليود، تُلاحظ ظهور بلورات صفراء هي بلورات اليودوفورم.

4-2- الكشف عن حمض الليمون بخلاّت أو كلور الكالسيوم:

4-2-1- المبدأ:

يمكن الكشف عن حمض اللّيمون بتفاعله مع كلور الكالسيوم بالتسخين مشكّلاً سيترات الكالسيوم غير الذوّابة في حمض الخل.

4-2-2- المواد والأدوات اللاّزمة:

محلول كلور الكالسيوم، محلول مركّز ومعتدل من السيترات، أنبوب اختبار مزوّد بملقط، حمّام مائيّ.

4-2-3- طريقة العمل:

أضف قليلاً من محلول كلور الكالسيوم لمحلول السيترات، لا يظهر بالبارد راسباً (وهذا ما يميّزه عن حمض الحماض)، يتشكّل بالغليان راسب هو سيترات الكالسيوم الذي لا يذوب في حمض الخل.

4-3- الكشف عن حمض الليمون بواسطة α-النفتول:

4-3-1- المبدأ:

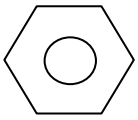
كما يكشف عنه مع تفاعله مع α-النفتول المحلول بحمض الكبريت (كاشف بينيروا) مشكّلاً محلولاً بلون زيتي يتحوّل بإضافة الماء إلى لون أصفر.

4-3-2- المواد والأدوات اللاّزمة:

بلورات حمض الليمون، 0.1 غرام من α-النفتول المحلول في 5 ميلي ليتر من حمض الكبريت المركّز، أنبوب مزوّد بملقط، جفنة بورسلان.

4-3-3- طريقة العمل:

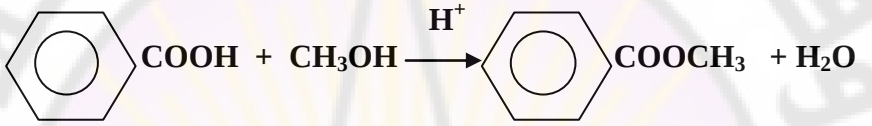
يوضع قليل من حمض الليمون في جفنة، ثم يضاف 5 ميلي ليتر من محلول α-النفتول في حمض الكبريت، يُلاحظ بالتسخين وبالتدريج تشكّل طبقة زيتيّة تتلوّن بإضافة الماء باللون الأصفر وهو دليل الكشف عن حمض الليمون.

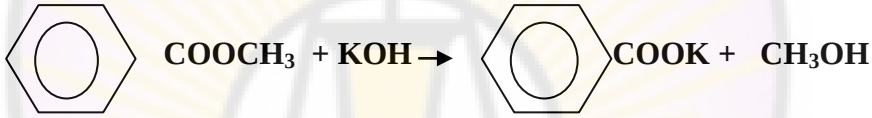
5- الكشف عن حمض البنزوئيك: 

تنصهر بلوراته بالدرجة C˚ 122. درجة غليانه C˚ 249، قليل الذوبان بالماء البارد، وقابلية ذوبانه 3.4 غرام/لتر بالدرجة C˚ 25.

تُستعمل أملاحه مثل بنزوات الصوديوم كمواد حافظة للمواد الغذائيّة تمتاز بفعاليتها ضد الفطريات والبكتيريا وهي من المواد الحافظة الرخيصة الثمن.

يُكشف عنه بواسطة قياس درجة الانصهار والبلورة (كما في التجربة الأولى والثالثة) وبواسطة قياس قرينة التصبُّن بعد إجراء عمليّة الأسترة والحصول على الأستر الميتيلي مع الميتانول. وتبلغ قيمة التصبُّن المثاليّة 412 وهي عدد الميلي غرامات من البوتاس اللازمة لتصبُّن 1 غرام من الإستر وفق التفاعلات الكيميائيّة الآتية:





5-1- المواد والأدوات اللاّزمة:

بلّورات حمض البنزوئيك النقيَّة، غول ميتيلي، حمض الكبريت المركَّز، هيدروكسيد البوتاسيوم الغولي بتركيز نصف مكافئ باللتر (N 0.5)، محلول حمض كلور الماء بتركيز نصف مكافئ باللتر (N 0.5)، مشعر فينول فتالئين، دورق مخروطيّ سعة 250 ميلي ليتر مزوّد بسدادة وأنبوب زجاجي، سحاحة، دورق مخروطيّ سعة 250 ميلي ليتر مزوّد بسدادة وأنبوب زجاجي، جفنة بورسلان.

5-3- طريقة العمل:

تجري أسترة حمض البنزوئيك بوزن 0.5 غرام منه في جفنة بورسلان يُوضع فيها 5 ميلي ليتر غول ميتيلي بوجود 1 ميلي ليتر من حمض الكبريت المركّز.

تُجفّف البلورات الناتجة ويُوزن منها 1 غرام وتُوضع في دورق مخروطي سعة 250 ميلي ليتر مزوّد بسدادة وأنبوب زجاجي ويُضاف 10 ميلي ليتر من هيدروكسيد البوتاسيوم الغولي بتركيز 0.5 نظامي وتُسخّن حتى تمام التصبُّن والتأكد من عدم تعكُّر الناتج عند إضافة الماء. عندها يُضاف على البارد عدّة قطرات من مشعر فينول فتالئين وتُعاير بحمض كلور الماء 0.5 نظامي نقطة فنقطة حتّى يتبدّل لون المشعر فينول فتالئين.

تجري بالوقت نفسه بدورقٍ ثانٍ عمليّة التصبُّن كشاهد وتُعاير كالسابق.

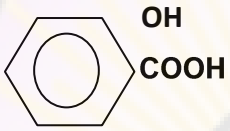
تُحسب قرينة التصبُّن من العلاقة الآتية:

$$\text{قرينة التصبُّن} = (10 - \text{ح}) \ 28$$

حيث ح الحجم اللاّزم من حمض كلور الماء

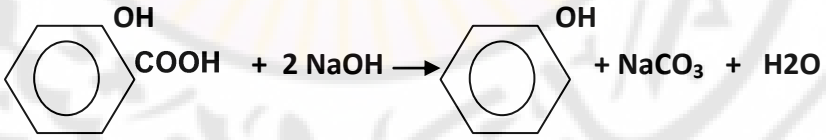
28 وزنُ البوتاسيوم في لتر واحد من المحلول.

6- حمض الصفصاف (حمض الساليسيليك):



يُستعمل حمض الساليسيليك كمادّة مانعة للتفسُّخ وكمطهّر مليّن، ويُعَدُّ أكثر ذوباناً من حمض البنزوئيك ونُذوّب بلوراته بالماء الساخن.

يُعطي مع هيدروكسيد الصوديوم فينول وكربونات صوديوم التي ينطلق منها بالتسخين حتى الدرجة 400 °C غاز ثنائي أكسيد الكربون معكّراً رائق الكلس، وهذا ما يميِّزه عن حمض البنزوئيك الذي لا يذوب وفق التفاعل الآتي:

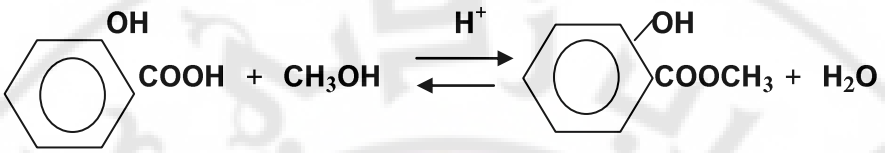


ويتميّز بأنَّه يعطي نتيجة إيجابيّة مع كاشف شيف فيتلوَّن بالأحمر.

6-1- الكشف عن حمض الصفصاف(الساليسيليك) بالأسترة:

6-1-1- المبدأ:

يُعطي حمض الصفصاف بالأسترة أستر صفصافات الميتيل ذا رائحة مميّزة لزيت البتول Oil of winter greens أي النعنع (أو الفكس) يُستعمل كمادّة مطعمة وفي المراهم المستعملة للعلاج ضد الأوجاع لأنّها تدخل الجلد وتتميّه ويتحرّر حمض الصفصاف:



6-1-2- المواد والأدوات اللاّزمة:

بلّورات حمض الصفصاف، محلول الميتانول 95 %، حمض الكبريت المركّز، ماء مُقطّر، جفنة بورسلان، قضيب تحريك.

6-1-3- طريقة العمل:

يُضاف 2 ميلي ليتر من الميتانول إلى 0.5 غرام من بلورات حمض الصفصاف و 0.5 ميلي ليتر من محلول حمض الكبريت المركَّز.

يُسخَّن بهدوء مع التحريك مع ملاحظة انطلاق رائحة النعنع المميِّزة، التي تزداد بإضافة قطرات من الماء المقطّر وهذا دليل وجود حمض الصفصاف.

6-2- تأثير كلور الحديد في حمض البنزوئيك وحمض الصفصاف:

6-2-1- المبدأ:

يميِّز التفاعل الملوّن مع كلور الحديد كثيراً من المركّبات التي تحتوي في جزيئتيها على مجموعة هيدروكسيلية فنوليّة.

لا يشكّل حمض البنزوئيك معقداً ملوناً مع كلور الحديد، لماذا؟

6-2-2- المواد والأدوات اللاّزمة:

حمض بنزوئيك، حمض صفصاف، غول إيتيلـــي، محلول كلور الحديد، أنبوب اختبار عدد إثنان.

6-2-3- طريقة العمل:

ضع / 2 / مل من كلا الحمضين المراد دراستهما في أنبوبين مختلفين، ثمّ أضف لهما عدّة نقاط من محلول كلور الحديد، ولاحظ ظهور لون بنفسجي واضح وشديد في أحد الأنبوبين، ثم أضف للأنبوب الملوّن كميّة مماثلة بالحجم من الغول.

ورج المزيج. هل يبقى اللّون أم يزول؟.

جدول المصطلحات

انجليزي	عربي	انجليزي	عربي
	A		
Abrasion	حك	Absolute	مطلق
Absorption	امتصاص	Accurary	صحة
Accelerate	يسرع	Acetaldehyde	أسيت ألدهيد
Acetone	أسيتون	Acetylene	أسيتيلين
Acidification	تحميض	Acrolein	أكرولين
Activator	منشط	Active carbon	فحم فعّال
Addition	ضم	Admix	خلط
Adsorption	امتزاز	Aeration	تهوية
Agitation	تحريك	Agitator	حلاط
Alarm	إنذار	Alcohol	غول
Aldehyde	ألدهيد	Aliphatic	أليفاتي
Alkaline	قلوي	Alkanes(Paraffins)	ألكانات(برافينات)
Alkenes(Olefines)	ألكنات(أولوفينات)	Alkoxides	ألكوكسيد
Alkyl	ألكيل	Ammonia	نشادر
Ammonium	أمونيوم	Annmular	حلقي
Analysis	تحليل	Anion	شاردة سالبة، أنيون
Anhydride	بلاماء	Anhydrous	لامائي
Appartus	جهاز	Application	تطبيق
Aqua ammonium	هيدروكسيد الأمونيوم	Aqueous	مائي
Aromatic	أروماتي	Aryle	أريل
Asphyxiant gas	غاز خانق	Assay	اختبار
Atmosphere	جو	Azeortope	إيزوتروبي
	B		
Balance	ميزان	Base	أساس
Basin	حوض	Bar	قضيب
Bath	حمّام	Beaker	كأس زجاجي
Bearer	حامل	Bicarbonate	ثاني كربونات
Benzen	بنزن	Benzaldehyde	بنزألدهيد
Benzoic acid	حمض البنزوئيك	Blank	شاهد

Boilling	غليان	Bond angles	زوايا الرابطة
Bubble	فقاعة	Bubble boiling	غليان
Bubbling	قرقرة	Buechner funnel	قمع بوخنر
Buffer	محلول منظم(موقي)	Bunsen burner	موقد بونزن
Burning	احتراق	By-product	منتج ثانوي

C

Capillary	شعري	Carbon tetrachloride	رباعي كلور الكربون
Carbondioxide	ثنائي أكسيد الكربون	Cathion	كاتيون- شرجبة
Carrier distillation	تقطير بالجرف	Carboxil acid	حمض كربوكسيليّ
Catalyst	حفاز	caustic	هيدروكيد الصوديوم
Centigrade degree	درجة مئويّة	Citric acid	حمض الليمون
Clarification	تنقية	Clip	ماسك
Cis	مقرون		
Chromatography Thin layer	كروماتوغرافيا طبقة رقيقة	Chromatography	كروماتوغرافيا
Colloidal	غروي	Column	عمود
Colorless	عديم اللون	Complex	معقد
Combination	اتحاد	Complexation	تعقيد
Complexion	تعقيد	Combination	إتحاد
Concentration	تركيز	Coordinate bond	رابطة تساندية
Constituents	مكونات	Corks topper	سدادة فلين
Coordination	تساندية	Covalent bond	رابطة مشتركة
Copper	نحاس	Crystallization	بلورة
Crucible	بوتقة	Cylinder graduated	أسطوانة مدرجة
Curve	منحني	cyclic	حلقي

D

Dangerous	خطر	Decantation	إبانة
Dehydration	تجفيف	Decolorizing agent	عامل مزيل للألوان
Dessiccator	مجفّف زجاجي	Detactor	كاشف
Dehydration	بلمهة	Determination	تعيين
Diminisched pressure	ضغط منخفض	Digestor	تهضيم
Diluted	ممدّد	Dispenser	الماصة الآليّة
Dissociation	تفكّك	Dissolving	انحلال
Drier	مجفّف	Dipole moment	عزم ثنائي القطب
Drying	تجفيف		

E

Electronegativity	كهرسلبيّة	Electropositive	كهرجابي
Electrophile	إلكتروفيل	Endothermic	ماص للحرارة
Energy	طاقة	Entrainment	جرف
Equipment	تجهيزات	Esterification	أسترة
Electrophilile	إلكتروفيلي	Exothermic	ناشر للحرارة
Extinction	إطفاء	Evaporation	تبخُّر
Extraction	استخلاص	Excited state	حالة مهيجة
Experiment	تجربة	Extractor	مستخلص

F

Fat	دسم	Fehling `s solution	محلول فهلنغ
Filtration	ترشيح	Flam	لهب
Flask	دورق	Formic acid	حمض النمل
Formaldehyde	فورم ألدهيد	Forceps	ملقط
Formula	صيغة	Free radicals	الجذور الحرة
Fresh	طازج	Fume	دخان
Ferric	حديد (الحديد الثلاثي)	Ferrous	حديد (الحديد الثنائي)
Funnel	قمع		

G

Gazeous	غازي	Gelatinous	هلامي(جيلاتيني)
Gloves	قفازات	Goggles	هرس
Glacial acetic acid	حمض خل ثلجي	Geometrical Isomerism	ظاهرة التماكب

H

Harmful	مؤذ، ضار	Hazard	خطر
Heat	حرارة	Heater	سخّانة
Heating	تسخين		
Hood	ساحبة هواء	Holder	ملقط
Humidity	رطوبة	Hot	ساخن
Hydrolysis	حلمهة	Hydrate	هيدرات
Hydrous	مائي	Hydration	إماهة
Hygroscopic	ماص للماء	Hydrazine	هيدرازين

I

Identification	تحديد هوية (تشخيص)	Inactive	غير فعّال
Inductive effect	تأثير تحريضي	Indicator	مشعر
Inflammable	قابل للاشتعال	Insolubility	عديم الذوبان
Isotopes	نظائر	Internal complexes	معقدات داخليّة

Iodine	يود	Iodoform	يودوفورم
Ion	أيون(شاردة)	Ionization	تأين(تشرد)
Ionnic strength	قوة أيونيّة	Isomer	مماكب

J+ K

Jar	وعاء	Ketone	كيتون

L

Laboratory	مختبر	Label	لصيقة
Light	ضوء	Lime	كلس
Lime paste	كلس مطفأ	Lime water	رائق الكلس
Loboratory spoon	ملعقة مخبريّة	Litmus, Lacmus	عبّاد الشمس

M

		Mass	كتلة
Micropipette	ماصة ميكروئية	Mixture	خليط
Meltic point	درجة الانصهار	Moisture	رطوبة
Method	طريقة		

N

Naphthalene	نفتالين	Neutralization	تعديل
Normality	نظاميّة	Nitrate	نترات
Nitration	نترجة	Nitrous acid	حمض الأزوتي
Nucleophilic	محب للنوى (نكليوفيلي)		

O

Odeur	رائحة	Oil bath	حمّام زيتي
Output	مخرج	Oven	فرن
Organic Chemistry	الكيمياء العضويّة	Organic Solvents	محلات عضويّة
Oxidation	أكسدة	Oxidation number	عدد الأكسدة
Oxidation-reductions	أكسدة وإرجاع	Olefins	أولوفينات

P

Paper chromatography	كروماتوغرافيا ورقيّة	Peroxide	فوق أكسيد
Potassium Hydroxide	هيدروكسيد البوتاسيوم	Phenol phtalein	فينول فتالئين
Potassium Permanganate	برمنغنات البوتاسيوم	Phenol	فينول
Poisonous	سام	Porosity	مساميّة
Pollution	تلوث	Powder	مسحوق
Precipitation	ترسيب	Precision	دقة
Preparation	تحضير	Pressure	ضغط
Pungent odeur	رائحة واخزة	Protection	واقي

Pump	مضخّة	Purification	تنقية

Q

		Quinones	كينونات

R

Rafinate	تصفية	Reaction	تفاعل
Reagent	كاشف	Reagent bottle	زجاجة كاشف
Reduction	إرجاع	Refractometer	مقياس قرينة الانكسار
Refrigeration	تبريد	Resonanace	طنين
Reflux	مرتد	Result	نتيجة
R T E C S	سجلّات الأثر السمِّي للمواد الكيميائيّة	Rotation	دوران
Rose	وردي اللون	Revesible	عكوس

S

Safe	أمان	Sample	عينة
Salicylic acid	حمض الساليسيليك	Sand bath	حمّام رملي
Saturation	إشباع	Saponification	رقم التصبّن
Sensitivity	حساسية	Separation	فصل
Schema	رسم بياني	Sieve	منخل
Soap	صابونة	Soda	صودا
Stereoisomemism	تماكب فراغي	Solubility	ذوبانيّة
Solubility product	جداء الانحلال	Solvent	مذيب، مُحل
Saturated hydrocarbons	فحوم هيدروجينيّة مشبعة	Selective	انتقائي
Spatula	ملوق	Separation	فصل
Spiral condenser	مكثف حلزوني	Steam distillation	الجرف بالبخار
still	جهاز تقطير	Stirring rod	قضيب تحريك
Schiff`s test	اختبار شيف	Silver nitrate	نترات الفضة
Stopper Cord	سدادة	Sodium hydroxide	هيدروكسيد الصوديوم
Sulphuric acid	حمض الكبريت	Stirring rod	قضيب تحريك
Suspension	معلق		
Synthesis	اصطناع	Sulphate	كبريتات(سلفات)

T

Tap-funnel	قطارة	Temperature	درجة الحرارة
Test tube rack	حامل أنبوب اختبار	Test tube	أنبوب اختبار
Tartaric acid	حمض الطرطر	Thermometer	مقياس حرارة

Treatement	معالجة	Toxic	سام
Turbid	عكر، عكارة	Transparent	الشفافيّة
Trans	مفروق	Toluene	تولوين

U

Ultra centrifuge	مثفلة	Unsaturated	غير مشبع
Urea	بولة		

V

Vacum drier	مجفّف تحت الفراغ	Vaporisation	تبخير
Volatility	قابليّة التطاير	Volume	حجم

W

Warm	دافئ	Washing	غسل
Waste	نفاية	Wasch bottle	قارورة غسل
Watch glass	زجاجة ساعة	Water bath	حمّام مائيّ
Water pump	مضخة مائيّة		

Z

Zeotropic Mixture	مزيج إيزوتروبي

Damascus University

المراجع

1- المؤسسة العامّة للتدريب التقني والمهني، السلامة في المختبرات الكيميائيّة السعودية 1429ه.

2- حقي، وفائي. كيمياء المركّبات العضويّة المغلقة، جامعة دمشق، سورية 1975.

3- قدسي، يحيى. فلوح، فايز. أبو جيب، مظهر. عملي الكيمياء العضويّة 4، جامعة دمشق، سورية 1983.

4- درمش، محمد خلدون. كامل، محمد وليد. الزعيم، شفاء. عملي الكيمياء العضويّة، كليّة الزراعة. جامعة حلب 1982- 1983.

5- سمينة، غياث. الكيمياء الزراعيّة. كليّة الزراعة. جامعة دمشق 1976- 1977.

6- مالو، أحمد. البحرة، مروان. العظمة، هيفاء. عملي الكيمياء العضويّة, كليّة العلوم. جامعة دمشق، سورية 1981-1982.

7- يحياوي، صلاح. عملي الكيمياء العضويّة المفتوحة، جامعة دمشق، سورية 1971.

8- يوسفي، لميس. عملي الكيمياء العضويّة. كليّة الزراعة. جامعة دمشق 1984- 1985.

1- Dicks, Andrew. Green Organic Chemistry. CRC press Taylor and Francis Group. USA 2016.

2- Kempter, G. u.a. Organish-Chemishes praktikum. DeutscHe Verlag der wissenschaften. 7.Auflage. Berlin 1991.

3- Mann, F.G. Practical Organic Chemistry. 4 edition. New York 2011.

4- Mcurry, John. Organic Chemistry. 8 edition. Amberst. Cornell University. USA 2012.

5- Quelltte, Robert. Rawn, David. Organic Chemistry, Mechanism and Synthesis. Elsevier. USA 2014.

اللجنة العلمية:

أ. د. محمد حسان الكردي
أ. د. عدنان ديب
أ. د. عادل أبو حسون

المدقق اللغويّ:

د. نسيم عبيد

حقوق الطبع والترجمة والنشر محفوظة لمديرية الكتب والمطبوعات الجامعية