جمهورية العراق
وزارة التربية
المديرية العامة للتعليم المهني

التدريب العملي

الصناعات البتروكيمياوية

الفرع الصناعي – المرحلة الثالثة

المؤلفون

د. كاظم نوري عبد
سرمد خليل مرزا
هاتف سالم محمود
عبد الزهرة كاظم دهام
زيد علي عبد العباس

الطبعة الثالثة
2019 -1441

بسم الله الرحمن الرحيم

المقدمة

تواصلاً مع المضامين العلمية التي احتوتها الكتب المنهجية للتدريب العملي والعلوم الصناعية للمراحل الدراسية الأولى والثانية لاختصاص الصناعات البتروكيمياوية فقد تم تأليف هذا الكتاب بأسلوب يتلائم ومستوى الطالب في المرحلة الدراسية الثالثة.

يحتوي الكتاب على تجارب متنوعة في مجالات الصناعات البتروكيمياوية إضافة إلى موضوع السلامة الصناعية والمختبرية، وهذه التجارب تشمل عمليات التحضير وإجراء الاختبارات ودراسة الخواص الكيمياوية والفيزياوية للعديد من المنتجات البتروكيمياوية الوسطية والنهائية والمواد الخام. كما ان التجارب الواردة في الكتاب في مجموعها تغطي المباحث الرئيسية والمفاهيم الأساسية التي وردت ضمن كتاب العلوم الصناعية والرسم الصناعي للصف الثالث. لقد روعي في عرض التجارب المختلفة سهولة وسلامة الأسلوب وإمكانية التطبيق، كما اتبعت كل تجربة بعدد من الأسئلة الاختبارية التي يمكن ان تساهم في قياس فهم الطالب وتساعد في الوقت نفسه على ترسيخ المادة العلمية ومفاهيمها الأساسية في ذهنه.

لقد صممت التجارب لتعطي المهارة والخبرة اليدوية من خلال إنجازها ليكون الطالب مهيئا للعمل في المختبرات الكيمياوية ومختبرات السيطرة النوعية في مصانع المنتجات البتروكيمياوية، اخذين بنظر الاعتبار الالتزام بقواعد السلامة وخاصة ما يتعلق بالتعامل مع المواد الكيمياوية بكل أنواعها الخطرة والسامة والحارقة والاعتيادية بما يؤمن المحافظة على العاملين في المختبر إضافة إلى الموجودات من أجهزة ومعدات وأثاث وبنايات.

نامل من المدرسين والمعلمين الافاضل القائمين على تدريس المنهج متابعة الطالب منذ البدء بالإعداد للتجربة وحتى نهايتها وتدريبه على تنفيذ الخطوات بدقة عالية من اجل الحصول على نتائج صحيحة. كما نرجو منهم تزويدنا بملاحظاتهم حول ما ورد في الكتاب لتكون عونا في تنقيح الطبعات اللاحقة للكتاب. والله ولي التوفيق.

المؤلفون

الفهرس	رقم الصفحة
المقدمة	3
الفصل الأول	**8**
مبادىء السلامة من مخاطر المواد الكيمياوية	8
1-1 عناصر السلامة في المختبرات الكيمياوية	8
2-1 تداول المواد الكيمياوية الخطرة والسامة وخزنها	9
3-1 خصائص المواد الملتهبة	13
4-1 الحرائق (أصنافها ، مسبباتها)	13
1-4-1 مسببات الحريق	14
2-4-1 أصناف الحرائق	15
5-1 منظومات اطفاء الحرائق	16
1-5-1 المطافىء اليدوية	19
2-5-1 منظومة أطفاء الحرائق التلقائية (الأوتوماتيكية)	21
3-5-1 معدات إطفاء الحرائق الثابتة (التلقائية)	21
4-5-1 أنظمة الإنذار	21
5-5-1 مكونات نظام الإنذار	21
6-5-1 أنظمة الإطفاء التلقائية (الأوتوماتيكية)	21
7-5-1 بعض المواد المستعملة للاطفاء	23
الفصل الثاني	**24**
معلومات وإرشادات مختبرية	24
1-2 إرشادات باستعمال الادوات الزجاجية	24
2-2 خزن المعدات الزجاجية	25
3-2 تنظيف الزجاجيات المختبرية وتجفيفها	25
4-2 الأدوات الزجاجية المختبرية الشائعة	26
5-2 المعدات المختبرية الشائعة	28
6-2 الكواشف المختبرية الشائعة وطريقة تحضيرها	29
7-2 أجهزة التسخين وطرقها	30
8-2 تعليمات عامة حول العمل المختبري	33
الفصل الثالث	**34**
تجارب تحضير المواد الكيمياوية	34
تمهيد	34
1-3 تجربة تحضير النتروبنزين	34
بطاقة التمـــارين	36
2-3 تجربة تحضير الانيلين من النتروبنزين	38
بطاقة التمـــارين	40
3-3 تجربة تحضير حامض البنزويك من التولوين	42
بطاقة التمـــارين	44

4-3 تجربة تحضير السماد الكيمياوي (كبريتات الامونيوم)	46
بطاقة التمـــارين	48
5-3 تجربة تحضير الفينول فورمالديهايد	50
بطاقة التمـــارين	52
6-3 تجربة تحضير خلات السليلوز	54
بطاقة التمـــارين	56
7-3 تجربة تحضير خلات الاثيل	58
بطاقة التمـــارين	60
8-3 تجربة تحضير الاسيتالديهايد	63
بطاقة التمـــارين	65
9-3 تجربة تحضير خلات الفنيل (الغرى)	67
بطاقة التمـــارين	68
10-3 تجربة تحضير الكلوروفورم	70
بطاقة التمـــارين	72
11-3 تجربة تحضير الصوديوم بنزين سلفونات	74
بطاقة التمـــارين	76
الفصل الرابع	**78**
التجارب الخاصة بحسابات التفاعلات الكيمياوية	78
1-4 تجربة تعيين معامل الصوبنة للاستر(تعيين ثابت سرعة تفاعل الاستر)	78
بطاقة التمـــارين	80
2-4 دراسة عملية للتفاعل الانعكاسي	82
بطاقة التمـــارين	84
3-4 تعيين كمية الكلوريد في بولي فنايل كلورايد (متعدد كلوريد الفنيل)	86
بطاقة التمـــارين	88
4-4 حساب معدل التأكل بطريقة فقدان الوزن	90
بطاقة التمـــارين	93
الفصل الخامس	**95**
تجارب انتاجيـــــة	95
1-5 تجربة تحضير الصابون	95
بطاقة التمـــارين	97
2-5 تجربة تحضير المنظفات (الشامبو ، الزاهي)	99
1-2-5 الشامبو	99
بطاقة التمـــارين	101
2-2-5 الزاهي	103
بطاقة التمـــارين	104
3-5 تجربة تحضير الوقود الحيوي (البايوديزل)	106
بطاقة التمـــارين	108

الفصل السادس	**109**
تجارب فحوصات النفط الخام، والمشتقات النفطية	109
1-6 تجربة تعيين محتوى الكاربون المتخلف من حرق المشتقات النفطية، والنفط الخام	109
بطاقة التمـــارين	112
2-6 تجربة تعيين نقطة الانيلين ومعامل الديزل	114
بطاقة التمـــارين	117
3-6 تعيين اللون للمنتجات النفطية	119
بطاقة التمـــارين	122
الفصل السابع	**124**
تجارب عمليات الفصل	124
1-7 الترشيح باستعمال المرشح ذي الالواح	124
بطاقة التمـــارين	130
2-7 التجفيف غير المستمر للمواد الصلبة باستعمال المجفف ذي الصواني	132
بطاقة التمـــارين	137
المصادر	139

الفصل الأول

مبادىء السلامة من مخاطر المواد الكيمياوية

1-1 عناصر السلامة في المختبرات الكيمياوية

اصبحت السلامة ضرورة لا بد منها بسبب كثرة المخاطر الناجمة عن التطور التقني والصناعي، فقد تنوعت المخاطر وتعددت مصادرها في مجالات العلوم التطبيقية المختلفة، وعليه يجب ان يصبح موضوع السلامة أمراً بديهياً لا بل اتجاها ومبدءا لاسيما لدى العاملين في المختبرات الكيمياوية، ويجب ان يترجم هذا الاتجاه الى حقيقة عملية ملموسة وان لا تصبح السلامة مقتصرة على الاعلانات والارشادات.

إن العنصر الاساسي في السلامة والامان هو الحذر والوقاية، مهما كان عنصر الخطورة فمصادر الخطورة موجودة في الشارع والمختبر والمصنع إلا أن عدد الحوادث التي تحصل لأسباب غير متوقعة او غير مرئية قليلة جدا فعند التحقق في اي حادثة تجد ان سببها هو الجهل او عدم الالتزام في تطبيق طريقة العمل الصحيحة.

تتوافر حاليا كثير من مستلزمات الامان فضلاً عن تطور المعرفة العلمية حول مخاطر العديد من الاجهزة والمواد الكيمياوية المألوفة الاستعمال في المختبرات الكيمياوية، لذا يجب الاستفادة القصوى من المعرفة المتوافرة كحصيلة لآلاف الحوادث التي حصلت للبشرية في بلدان العالم المختلفة وبذل اقصى الجهود لمنع تكرار مثل هذه الحوادث المؤسفة.

يقتصر العمل في المختبرات الكيمياوية على مجالين، هما ما يخص التجارب التعليمية او التصنيعية التي سبق اجراؤها مرارا وعرفت عنها جميع المعلومات كخطورتها، وطريقة التعامل بها، وكيفية السيطرة على متغيراتها، فالامان هنا يكمن في اتباع الخطوات المختلفة بدقة وحذر.

أما المجال الثاني، فيخص التجارب التي تجري على بعض المواد الكيمياوية لأول مرة ويكون عندئذ سلوك هذه المواد غير معروف ولكنه متوقع من المعلومات النظرية للتفاعل، ففي تلك الحالات يجب اجراء مثل هذه التجارب بأقل ما يمكن من الحجوم او الاوزان واستعمال جميع معدات الامان اللازمة.

لقد دلت الاحصائيات على ان معظم الحوادث تحصل للمبتدئين في حياتهم من طلبة وعمال المصانع في بداية التحاقهم بالعمل، وعليه يجب تأكيد ارشادات السلامة وتطبيقها بوصفها جزءا مكملاً للمنهج التعليمي، ويتحمل الطالب او العامل مسؤولية اي حادث ناجم عن عدم تطبيقه لإرشادات السلامة.

هنالك نوعان من المخاطر في العمل المختبري تعود الى طبيعة المواد المستعملة، النوع الاول مخاطر عامة موجودة في كل مختبر كالحروق الناتجة من التلامس مع سطح ساخن، او سائل ساخن، او الحوادث الناجمة من دخول جسم غريب في العين، او الاذن، والمخاطر الناتجة عن الجروح بسبب قطع الزجاج، والالياف، والحوادث الناجمة عن الانزلاق على سطح املس، او السقوط من سلم، او حوادث الكهرباء.

اما النوع الثاني، فهي المخاطر الكيمياوية الناجمة بفعل المواد الآكلة كالحوامض، والقواعد، والحرائق، الناتجة بسبب المواد الكيمياوية الملتهبة، والانفجارات، والتسمم، والتعرض للمواد المشعة، وغيرها. فعندما تكون مثل هذه المخاطر النوعية متوقعة، يجب تجنب هذه المخاطر، وتنبيه الطلبة في المختبر، وارشادهم الى كيفية الوقاية منها، وسبل المعالجة الفورية عند وقوع الحادث.

حاول تطبيق تعليمات السلامة التي تخصك، وكن حذراً في عملك ومستعداً لتفادي المخاطر والحوادث إن حدثت واتبع الإرشادات الاتية في حالة الطوارئ:

1. الحرائق: أطفئها بسرعة بالماء أو الرمل او البطانية الخاصة بالحرائق إذا كانت صغيرة واستعمل آلة إطفاء الحريق إذا كانت كبيرة.
2. الملابس المحترقة: كن شجاعاً في إخمادها ولا تدعها تنتشر أكثر واستعمل القوة لإنقاذ زميلك في المختبر بطرحه ارضاً ولفّه ببطانية الحريق أو إسعافه بالطرق المتوافرة الأخرى.
3. الحروق: لفّها بلفّافة معقمة إذا كانت بسيطة، أما الحروق الكبيرة فحاول تهدئة الشخص المتأثر وانقله الى اقرب وحدة طبية فوراً.
4. الجروح: حاول غسلها بالماء وتعقيمها ثم لفّها بلفّافة معقمة إذا كانت بسيطة وإذا حصل نزيف حاول أن تبعد الزجاج المكسور والملوثات الأخرى بملقط معقم واضغط بقماش نظيف على الجرح ثم لفّه بلفّافة معقمة أما الحروق الجسيمة فأبلغ أقرب وحدة طبية عنها فوراً.
5. ملامسة المواد الكيميائية: اغسل الجلد بكمية وفيرة من الماء او اسخدم محلول بيكربونات الصوديوم المخفف في حالة التعرض للأحماض او الغسل بمحلول حامض الخليك المخفف في حالة التعرض للقواعد.
6. دخول المواد الكيميائية في العين: اغسل العين جيداً بكمية وفيرة من الماء بنافورة غسل العيون، او وعاء نظيف، أو في راحة اليد وحاول استعمال محلول مخفف جداً من حامض البوريك في حالة القواعد وبلّغ أقرب وحدة طبية فوراً.

2-1 تداول المواد الكيمياوية الخطرة والسامة وخزنها

يكون سوء خزن المواد الكيماوية في الغالب سبباً لكثير من حوادث الحرائق والانفجارات والتسمم ويمكن التقليل من هذه الحوادث عند معرفة صفات المواد الكيمياوية الخطرة والسامة واتباع الطرق المناسبة لخزنها، فالمواد الكيمياوية المراد خزنها قد تكون صلبة او سائلة او غازية، وقد تكون معبئة في اكياس ورقية او بلاستيكية او علب معدنية، فخطورة المادة الكيمياوية قد تكون بسبب طبيعة المادة نفسها او نتيجة لتأثرها بالمواد الاخرى المخزونة معها وعليه فعند الخزن يمكن تصنيف المواد الكيمياوية الى الاصناف الاتية:
مواد ملتهبة، ومواد سامة، ومواد مؤكسدة، ومواد آكلة، والغازات المضغوطة، والمواد الكيمياوية الحساسة للماء والرطوبة.

1. خزن المواد الكيمياوية الملتهبة:

يجب ان تخزن المواد الملتهبة بكميات قليلة في المختبرات، وفي خزان معدني مقاوم للحريق، أما الكميات الكبيرة منها فتخزن في بناية مستقلة مقاومة للحرائق ومزودة بأجهزة تبريد، ونظام اطفاء تلقائي، ومزودة بساحبات هواء كفوءة في الاقسام العليا، والسفلى من المخزن لكي تطرد ابخرة السوائل الملتهبة من المخزن، ويجب ان تبعد عن المخزن جميع مصادر الاشتعال وان تستعمل لإضاءتها المصابيح المزودة بالاغطية، ويقع ضمن هذا الصنف المواد الشديدة الاشتعال التي لها درجة اتقاد اقل من 21°C والمواد التي تبعث غازات قابلة للاشتعال عند ملامستها الماء، والمواد المشتعلة تلقائيا، ويستعمل للتعبير والاشارة الى هذه المواد الخطرة علامة اللهب المكشوف كما في الشكل (1-1).



الشكل 1-1 علامة تحذيرية للمواد القابلة للاشتعال

2. خزن المواد الكيمياوية السامة:

بعض المواد الكيمياوية سامة بطبيعتها لتكوينها نواتج سامة عند تعرضها لظروف غير طبيعية كالحرارة و الرطوبة والضوء وغيرها.

فأذا استوجب وجود مثل هذه المواد السامة الخطرة في المختبر فيجب خزنها مع المواد الكيمياوية الخطرة في خزانة آمنة تكون عادة اسفل كابينة طرد الغازات (Hood) ومتصلة معها بفتحة صغيرة لتهويتها ويجب ان تكون مثل هذه المواد السامة مؤشرا عليها بوضوح مبينا مدى خطورتها.

اما الكميات الكبيرة منها، فيجب خزنها في مكان آمن بعيدا عن المواد الملتهبة ومقاوم للحرائق، ويجب ان يكون مخزن المواد السامة ذا تكييف جيد، اما المواد السامة المتأثرة بالرطوبة، فيجب ان تحفظ في صناديق خاصة مزودة بوسائل امتصاص الرطوبة، ويستعمل في التحذير من المواد السامة والخطرة إشارة جمجمة الموت كما في الشكل(1-2).

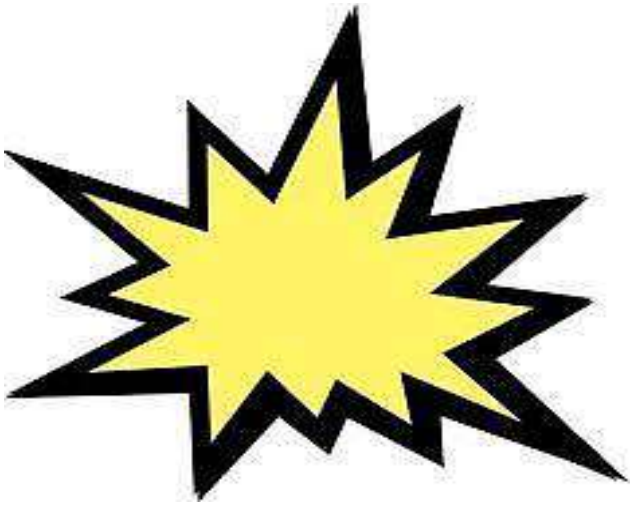


الشكل 1-2 علامة تحذيرية للمواد السامة

3. خزن المواد الكيمياوية المتفجرة:

ان المواد المتفجرة حساسة جدا للصدمات والرج والاحتكاك والحرارة، لذا يجب ان تكون مخازن المواد المتفجرة تحت سيطرة دقيقة وفي مكان آمن ضمن بناية رصينة لا يدخلها الا الشخص المسؤول عن دخول هذه المواد الخطرة وخروجها من، والى المخزن.

يجب ان تكون كمية المواد المتفجرة المخزونة اقل ما يمكن، بُعد مخزن المواد المتفجرة عن البنايات الاخرى يعتمد على كمية المواد المتفجرة المخزونة، ويستعمل في التحذير من خطورة المواد المتفجرة رمزالقنبلة المتفجرة كما في الشكل (1-3).



الشكل 1-3 علامة تحذيرية للمواد المتفجرة

4. خزن المواد المؤكسدة:

ان العوامل المؤكسدة بإمكانها ان تجهز التفاعلات بالاوكسجين، ومن ابرز هذه المواد هي الاوكسيدات، و النترات، والكرومات، والكلوريدات، والبرمنكنات و البيروكسيدات حيث بإمكان هذه المواد بدء الحرائق ذاتيا، وعلى هذا الاساس لا يجوز خزنها اطلاقا مع المواد الملتهبة، ولا يجوز خزنها بالقرب من مخازن الوقود، والمذيبات العضوية، والمواد المختزلة، وتكون بناية المخزن لهذه المواد مقاومة للحرائق بضمنها الرفوف، والابواب، والارضية، وتكون مجهزة بوسائل الاطفاء التلقائي، ويستعمل لهذا التحذير عن هذه المواد بالاشارة المبينة في الشكل (1-4).



الشكل 1-4 علامة تحذيرية للمواد المؤكسدة

5. خزن المواد المسببة للتأكل

هنالك كثير من المواد الكيمياوية المسببة للتأكل كالحوامض القوية والقواعد، فعند خزنها لابد من الاهتمام بهذه الناحية، اذ يجب ان تكون هذه المخازن مجهزة بساحبات هواء لكي تمنع تراكم ابخرة تلك المواد في المخزن، وتزيد من خطورة التآكل،ويستعمل للتحذير من الموادالمسببة للتأكل العلامة المبينة بالشكل (1-5).



الشكل 1-5 علامة تحذيرية للموادالمسببة للتأكل

6. خزن الغازات المضغوطة:

يفضل ان تخزن اسطوانات الغازات المضغوطة في مكان قريب من بناية القسم بحيث يسهل حملها وتنزيلها من الشاحنات كما موضح في الشكل (1-6). ويفضل ان تكون مثبتة بوضع عمودي في اقفاص خاصة بها، وان تكون بعيدة عن حرارة الشمس والامطار، وذلك بخزنها تحت مظلات خاصة، ويكون موضع الاسطوانات الفارغة مفصولا عن المملوءة، ويجب فصل الغازات الملتهبة عن المؤكسدة.

ومن الجدير بالذكر ان الاسطوانات الغازية تتميز من الوانها، مثلا اسطوانة غاز الاثيلين ذات لون بنفسجي، واسطوانة غاز الاستيلين ذات لون احمر ماروني، واسطوانة غاز الاوكسجين ذات لون اسود، واسطوانة غاز الكلور ذات لون اصفر مع شريط اسود، وهكذا بقية الغازات الاخرى.



الشكل 1-6 حفظ الغازات المضغوطة

7. خزن المواد الحساسة للرطوبة:

تعد بعض الفلزات وهيدراتها حساسة للرطوبة، فأن حفظ هذه المواد يكون في سوائل غير فعالة عليها كحفظ الصوديوم والبوتاسيوم في النفط الابيض، والفسفور الابيض في الماء، ويجب ان تجهز هذه المخازن بمطافىء خاصة بها ويكون خزن بعض المواد شديدة الحساسية للرطوبة في صناديق جافة. وبشكل عام لا يجوز اطلاقا الجمع بين المواد التي قد تتفاعل مع بعضها.

ان جميع القناني للمواد الكيمياوية يجب ان تحمل اشارة التحذير الخاصة بها، وان المخازن يجب ان تكون مجهزة بمعدات اطفاء يدوية، او تلقائية مناسبة حسب طبيعة المواد.

ان تداول المواد الكيمياوية يجب ان يتم على وفق قواعد واسس علمية يطبقها كل من يعمل في هذا الاختصاص حماية لنفسه وللعاملين معه.

ان معظم المواد الكيمياوية تسبب ضررا للانسان والبيئة، ومن هنا ظهرت الحاجة الى الاهتمام بكيفية التداول، والتعامل، والخزن الآمن لها، وان اخذ الحيطة والحذر امر واجب وفقا للقاعدة العامة التي يجب اتباعها، وهي ان كل مادة كيمياوية خطرة، ما لم يثبت عكس ذلك.

3-1 خصائص المواد الملتهبة

يمكن الاستدلال على خطورة المواد الكيمياوية اتجاه الحرائق من خلال معرفة عدد من الخصائص للمواد الكيمياوية وأبرزها ما يأتي:

1. درجة الوميض (Flash Point): هي الدرجة الحرارية الدنيا التي عندها تتصاعد ابخرة السوائل القابلة للاشتعال نتيجة لاختلاطها مع الهواء بالقرب من سطح السائل مكونة ومضة بداية الاشتعال.
2. الوزن النوعي للبخار (Specific Gravity): هي النسبة بين كثافة البخار وكثافة الهواء، ولأبخرة معظم السوائل الملتهبة كثافة اعلى من كثافة الهواء، لذلك تتجمع هذه الابخرة في الطبقات السفلى من المختبرات والمخازن. وهذه نقطة مهمة جدا عند تهوية المختبرات، فأذا كانت كثافتها البخارية، عالية وجب ان تكون التهوية من الطبقات السفلى من المختبرات والمخازن.
3. درجة الاتقاد الذاتي (Autoignition temperature): وهي الدرجة الحرارية التي عندها تبدأ المادة بالاشتعال ذاتيا دون وجود شرارة او لهب او اي مصادر للاشتعال.
4. القابلية للتسخين الذاتي: هنالك كثير من المواد الكيمياوية التي بأمكانها ان تتحد مع الاوكسجين الجوي في درجات الحرارة الاعتيادية مولدة حرارة، فأذا كانت الحرارة المتولدة لا تنتشر بسرعة الى الجو كما في حالة التهوية السيئة فتكون مثل هذه المواد معرضة لنشوب حرائق في حال وجود اي مصدر للاشتعال.
5. مدى الانفجار او الالتهاب: هو النسبة المئوية الحجمية لبخار المادة في الهواء والتي فوقها يكون المزيج قابلاً للاشتعال، اذ يوجد حد ادنى لمقدار الابخرة في الهواء الذي دونه لا يحدث احتراق حتى في حالة وجود مصدر للاشتعال، ويوجد حد اعلى للبخار في الهواء فوقه لا يحصل اشتعال، لأن بخار السائل يزيح الهواء، وتكون كمية الاوكسجين غير كافية للاشتعال.

4-1 الحرائق (أصنافها ، مسبباتها)

الحريق: تفاعلات كيمياوية مستمرة تنشأ من تأكسد المواد المحترقة بالاوكسجين حيث تتحرر نتيجة لهذه التفاعلات الطاقة الحرارية، وقد يتكون اللهب، ويتصاعد الدخان، وغازات اخرى.

الوقاية من الحريق: هي الاعمال والانظمة اللازمة للوقاية من الحريق بالعمل على منع حصوله من خلال التحكم بالمواد المحترقة عن طريق التقليل من استعمالها، ووضع قيود في حال استعمالها للمحافظة على الارواح والممتلكات.

علاج الحريق: اعمال المكافحة والاطفاء الذاتي بأستعمال الانظمة الهندسية العديدة، والانذار الآلي المبكر.

الاحتراق اللهبي: هو الاحتراق الناجم عن تبخر المادة القابلة للاشتعال، واختلاطها بالاوكسجين الجوي، واشتعالها حيث يتكون حريق ملتهب.

الاحتراق المتوهج: هو الاحتراق الناجم عن ارتفاع درجة حرارة سطح المادة القابلة للاشتعال دون ان تتبخر، حيث تتوهج نتيجة التفاعل الكيمياوي مع الاوكسجين.

1-4-1 مسببات الحريق

هنالك ثلاثة اركان رئيسة لنشوب الحرائق هي:-

1. وجود المادة القابلة للاشتعال (الوقود).
2. وجود الاوكسجين الكافي المساعد على الاشتعال.
3. ارتفاع درجة الحرارة الى درجة اتقاد المادة.

والشكل (1-7) يوضح الاركان الرئيسة لنشوب الحريق.



الشكل 1-7 مثلث الاحتراق

اما مصادر الاشتعال فهي:-

1. اللهب المكشوف.
2. المصادر الكهربائية.
3. السطوح الساخنة.
4. الشرارات النارية.
5. الشحنات الكهربائية المستقرة.
6. انفجار الغبار المتطاير.
7. انفجار الحمامات الملحية.

فإذا توافرت العناصر الثلاثة، واتحدت حدث الحريق وبإزالة أحدهما يمكن منع حدوث الحريق، وذلك كما يأتي:-

1. خفض درجة الحرارة، اي تبريد حرارة المادة المشتعلة وذلك بأستعمال المياه التي يتم قذفها على الحريق، وتعتمد هذه الوسيلة على قدرة امتصاص الماء لحرارة المادة المشتعلة فيها النار، ويلاقي الماء عند استعماله لأغراض التبريد نوعين من التغيرات هما ارتفاع درجة حرارته الى ان تصل الى درجة غليانه، وتحوله الى بخار يعلو سطح الحريق، ويفيد ذلك في عمليات اخماد النيران بإنقاص نسبة اوكسجين الهواء.
2. عزل الحريق عن الاوكسجين، إذ يتم اخماد الحريق بتغطيته بحاجز يمنع وصول الاوكسجين اليه، وذلك بالوسائل الآتية:

- غلق منافذ التهوية وفتحاتها بمكان الحريق للتقليل من نسبة الاوكسجين في الهواء الى النسبة التي لا تسمح بأستمرار الاشتعال.
- تغطية المادة المشتعلة بالرغوة الكيمياوية.

- احلال بخار الماء او ثاني اوكسيد الكاربون او المساحيق الكيمياوية او ابخرة الهالوجينات محل الهواء.

اما الطريقة المتبعة غالباً لإطفاء حرائق الآبار النفطية، فتتم بنسف مكان الحريق باستعمال مواد ناسفة مثل الديناميت.

3. قطع المد المغذي وعزل الحريق، إذ يسهم قطع امداد الحريق بالحد من كمية المواد القابلة للاشتعال وذلك بابعادها عن مكان الحريق والحرارة واللهب مثل قناني السوائل، وعلب المواد القابلة للاشتعال، وغلق انابيب نقل الغازات القابلة للاشتعال.

2-4-1 أصناف الحرائق

تصنف الحرائق الى أربعة أصناف تبعا لطبيعة المواد المستعملة للإطفاء ويتخذ هذا التصنيف اساساً في اختيار نوع المطافيء المستعملة:

1. حرائق الصنف (أ):

تشمل حرائق المواد الاعتيادية الصلبة القابلة للاحتراق كالالواح الخشبية، والفحم، والمطاط، والانسجة، الورق و المواد الليفية غير الصناعية.

يرافق هذا الصنف من الحرائق وهج، ولهب، وتكّون ابخرة ضبابية، ودخان، بسبب المواد الناتجة عن التفكك الحراري للمادة المحترقة تاركة مخلفات كاربونية كالفحم.

ان اجهزة الاطفاء الملائمة لمكافحة هذه الحرائق تحوي غالباً على عوامل للتبلل والتبريد كالماء مثلا، او المحاليل المائية لبعض المواد الاطفائية الاخرى، ويضاف لمطافيء هذا الصنف عوامل مبللة كالمواد الصابونية والمواد المنشطة للسطوح (Surfactants) لأنها تقلل من الشد السطحي للماء، وهذا ما يساعد في انتشار الماء على مساحة اكبر من الحريق، و توغل الماء إلى اعماق الجزء المشمول بالحريق، وبذلك يساعد في اطفاء الحريق في الاجزاء الداخلية ايضا، وللماء قابلية تبريد جيدة تسهم في انخفاض حرارة الحريق واخماده.

2. حرائق الصنف (ب):

تشمل حرائق المشتقات البترولية الثقيلة كوقود الديزل، وزيوت التشحيم، وحرائق بعض الهيدروكاربونات السائلة الملتهبة كالكازولين، والكيروسين، والبنزين، والكحول، وغيرها.ولكي يتم السيطرة على هذا النوع من الحرائق يجب ان يتم عزل المادة المحترقة عن اوكسجين الهواء الجوي، او حجز الابخرة القابلة للاشتعال، ومنع انتشار اللهب، ويمكن التوصل الى هذه الاجراءات باتباع التعليمات الاتية:

- استعمال بعض المواد المولدة للرغوة مثل الكاربونات، او الفوسفات، او الكلوريدات.
- استعمال غاز خامل مثل ثاني اوكسيد الكاربون (CO_2) لأنه اثقل من الهواء، ويعزل الحريق عن الاوكسجين.
- استعمال السوائل المتبخرة كالهيدروكاربونات المهلجنة المتطايرة مثل رابع كلوريد الكاربون (CCl_4) وغاز بروميد المثيل (CH_3Br)، وهذه المواد تعمل كمواد معطلة للحريق.

3. حرائق الصنف (جـ):

تشمل حرائق المعدات الكهربائية كالمحولات الكهربائية، ومفاتيح الاجهزة الكهربائية، المحركات. فضلاً عن خطورة الصدمات الكهربائية التي قد تحدث; بسبب التوصيل الكهربائي من خلال الوسط المستعمل في الاطفاء.

اما المطافيء الملائمة لمكافحة هذه الحرائق، عندما تكون المعدات المحروقة خالية من التوصيل الكهربائي، فعندئذ يمكن استعمال مطافيء الصنف (أ) واذا كانت هذه المعدات تحتوي على وقود ملتهب فيفضل استعمال مطافيء الصنف (ب).

ويجب استعمال المطافىء الكيمياوية الجافة غير الحاوية على مواد اكلة لإطفاء المعدات الكهربائية الثمينة.

4. حرائق الصنف (د):

تشمل حرائق العناصر الفعالة كالمغنيسيوم، والصوديوم، والبوتاسيوم، والتيتانيوم، والمركبات العضوية المعدنية والغازات القابلة للاشتعال كالاستيلين، والبروبين، والغازات المسالة، والهيدروجين.

المطافىء المفضلة مع هذا النوع هي مطافىء المسحوق الجاف، ولكن المسحوق الجاف المستعمل يكون له خواص بحيث لا يتفاعل مع المواد المحترقة، واحيانا يستعمل مسحوق الرمل والطين لإطفاء مثل هذه الحرائق.

5-1 منظومات اطفاء الحرائق

من الصعوبة بمكان التغلب على الحرائق، اذا ما حصلت ولكن من السهل منع حصولها، فكم من المنشآت، والاجهزة، والاموال قد ضاعت، وتلفت بسبب الجهل، او الاهمال في اتباع طرق الوقاية.

وللوقاية من الحرائق يجب التأكد من مسألتين مهمتين هما منع حدوث الحرائق، والحد من الخسائر بعد حصول الحوادث.

يمكن تقسيم منظومات اطفاء الحرائق على مجموعتين:

1. أجهزة الإطفاء اليدوي:

تحتوي مثل هذه المطافىء على كميات محدودة من المادة المطفئة، وعليه فهي مصممة لمكافحة الحرائق في بداية نشوبها او لمكافحة الحرائق الصغيرة كما في الشكل (1-8).



الشكل 1-8 جهاز اطفاء يدوي

2. أجهزة (منظومات) اطفاء ثابتة تلقائية:

هنالك انواع مختلفة من هذه الاجهزة إلا أن اكثرها استعمالا هو المسمى بشبكة المرشات التلقائية، ويشمل النظام على سلسلة من الانابيب تثبت في سقف المبنى، ومزودة بصمامات تفتح تلقائياً عند درجة حرارة معينة لرش المادة المطفئة واخماد الحريق، وهنالك اكثر من 30 نوعاً من هذه الانظمة التلقائية، ولهذه الانظمة كفاءة عالية في رش المادة المطفئة للحريق إذ تبلغ سرعتها حوالي l/min (60-140) وتحت ضغط يتراوح بين bar (500-550) وقد يصل ضغطها الى حوالي bar 7 ويكفي غالباً نظام واحد لرش مساحة تبلغ m^2 (9-18) كما موضح في الشكل (1-9).



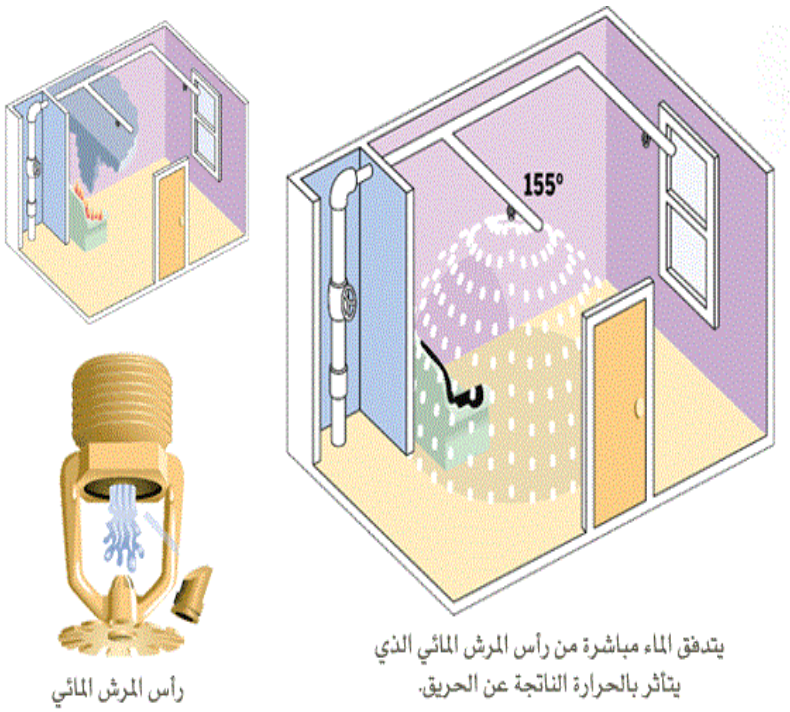
الشكل 1-9 منظومة اطفاء بالرش

أما العوامل المطفئة المستعملة في هذه الانظمة فتعتمد على طبيعة المواد المخزونة فقد يستعمل الماء او المحاليل المائية في حالة عدم وجود خطورة للماء، اما اذا كانت المواد المخزونة تتأثر بالماء فعندئذٍ يمكن استعمال العوامل الاطفائية الاخرى كالمواد الكيمياوية، والمواد الرغوية، وثاني اوكسيد الكاربون، المساحيق الجافة، و السوائل المتطايرة، والشكل (1-10) يوضح منظومة إطفاء رغوية.



الشكل 1-10 منظومة إطفاء رغوية

والشكل (1-11) يوضح منظومة إطفاء ماء تلقائي.



الشكل 1-11 منظومة إطفاء ماء تلقائي

وتصنف معدات اطفاء الحرائق على اساس الوسط المستعمل في الاطفاء، وأبرز هذه الاصناف هي:

1. أجهزة الاطفاء المائية وتشمل:
   - مطافيء الصودا والحامض.
   - المطافيء المائية المضادة للانجماد.
   - المطافيء المائية المحتوية على المواد المبللة.
   - المطافيء المائية الرذاذة.
   - المطافيء بواسطة فوهات الحريق.
2. اجهزة الاطفاء الرغوية وتشمل:
   - مطافيء ذات رغوة كيمياوية.
   - مطافيء ذات رغوة ميكانيكية.
3. اجهزة الاطفاء الكيمياوية الجافة وتشمل:
   - مطافيء مسحوق بيكاربونات الصوديوم.
   - مطافيء مسحوق بيكاربونات البوتاسيوم.
   - المطافيء الجافة متعددة الاستخدامات.
4. اجهزة الاطفاء بثاني اوكسيد الكاربون.

1-5-1 المطافىء اليدوية

هي اجهزة اطفاء متنقلة يمكن حملها باليد، و على عربة، أو مقطورة يمكن سحبها، ولا يزيد وزن المطفأة المحمولة باليد على kg (16) بينما يكون وزن المطفأة المحمولة على عجلات بين kg (16-26) ويزيد وزن المطفاة المقطورة على kg (50) وهي على انواع:

1. المطفاة المائية:

هي المطافىء المستعملة للماء، والمحاليل غير القابلة للتجمد، والمحاليل المائية تستخدم في حرائق من الصنف (أ) وتتكون المطفأة من وعاء خارجي، وخرطوم، وقاذف حيث يكون الماء تحت ضغط في داخلها والشكلان (1-12) و(1-13) يوضحان انواع المطافىء اليدوية.



الشكل 1-12 منظومة إطفاء مائية



الشكل 1-13 تشغيل منظومة إطفاء مائية

2. مطافىء ثاني اوكسيد الكاربون:

تستعمل هذه المطافىء لحرائق الصنفين (ب، جـ) حيث يكون ضغط الغاز في داخلها عالياً جدا، وهي تصنع بأوزان، واحجام مختلفة.

3. مطافىء المواد الجافة:

المطافىء المستعملة للمواد الكيمياوية تحت ضغط عالٍ تشمل بيكاربونات الصوديوم، والبوتاسيوم، وفوسفات الالمنيوم، وتستعمل في حرائق الأصناف (أ، ب، جـ) وهي مصنوعة بأحجام، واوزان مختلفة كما في الشكل (1-14).



الشكل 1-14 منظومة اطفاء جافة

4. مطافىء المساحيق الجافة:

هي مطافىء تستعمل في حرائق الصنف (د).

5. مطافىء الرغوة:

تستعمل لحرائق الصنفين (أ، ب) حيث تقوم بتغطية السطح المحترق من الصنف (ب) كما في الشكل (1-15).



الشكل 1-15 منظومة اطفاء رغوة

2-5-1 منظومة أطفاء الحرائق التلقائية (الأوتوماتيكية)

هي منظومة كاملة لكشف الحريق ومحاولة اطفائه من بُعد بأستعمال شبكة كهربائية سلكية، او لاسلكية، ويتم الكشف عن الحريق، أما عن طريق الدخان أو عن طريق استشعار الحرارة المرتفعة، حيث يتم ارسال التنبيه لاسلكيا الى مركز اطفاء المؤسسة العاملة بهذا النظام مع بث صوري مباشر للبناية، او الغرفة التي حصل فيها الانذار. هنالك اجهزة اكثر تطورا لما سبق حيث تقوم بإرسال بث صوري مباشر الى اجهزة المحمول لمنتسبي الاطفاء في الموقع مع امكانية تحكم رجال الإطفاء بأجهزة الاطفاء (المطافىء) وامكانية توجيه رجال الاطفاء من المركز تبعا للصورة الواردة اليهم عن طريق الشبكة نفسها.

3-5-1 معدات إطفاء الحرائق الثابتة (التلقائية)

هي أنظمة الاطفاء المنتجة لمواد الاطفاء التي تتناسب مع نوع الاشتعال تعمل على اطفاء الحرائق بثاني اوكسيد الكاربون فور اندلاعها، ولها التأثير الفاعل في حماية الموقع المحترق وحصر انتشار الحريق.

وتعمل انظمة الاطفاء المنتجة للماء على اطلاق كميات من رذاذ الماء حيث تنتشر على المادة المشتعلة، وتعمل على تخفيض درجة حرارتها الى ما دون درجة الاشتعال، وتعمل انظمة الاطفاء الاخرى على قواعد اخماد وتبريد وافساد جو الاشتعال، وبالامكان تركيب انظمة الاطفاء المنتجة للماء في جميع المواقع التي لا تتأثر بالماء، فهي تتحكم بالحرائق بسرعة وفعالية، ولها تأثيرها الفاعل في تخفيف درجة تركيز دخان الحريق، والغازات السامة المنبعثة منه بتأثير بخار الماء المنبعث، ورذاذ مياه الاطفاء.

4-5-1 أنظمة الإنذار

وتشمل مجموعة من الانظمة سوف نتطرق الى بعضها:

1. النظام المحلي: هو نظام يستعمل في مبنى واحد، او في جزء من مبنى، ويتكون من كواشف حريق، ومضخمات صوت، ولوحة تحكم، ومغذيين كهربائيين اساسي واحتياطي.
2. النظام الشامل: يشمل جميع اجهزة النظام المحلي فضلاً عن جهاز اتصال مباشر بين النظام في المنشأة وشبكة المراقبة المركزية.

5-5-1 مكونات نظام الإنذار

1. مغذي كهربائي: يربط بمصدر الشبكة العامة للكهرباء، ومصدر احتياطي.
2. كواشف حريق: هي كواشف تقوم بالاستدلال عن وجود الحريق باستشعار الحرارة، او الدخان، او الغازات الناجمة من الحريق.
3. وحدات ابلاغ: تقوم بالابلاغ عن وجود حريق من خلال اصدار اصوات ذات نغمات مختلفة، ومتعددة، او من خلال انارة مصابيح خاصة، او لوحات ارشادية.

6-5-1 أنظمة الإطفاء التلقائية (الأوتوماتيكية)

هي انظمة تعمل ذاتيا بعد كشف وجود حريق، حيث تقوم بتشغيل مطافىء الحرائق بمدة زمنية وجيزة لإطفاء الحرائق حال نشوبها، حيث تركب في المكان، او الموقع المراد حمايته، وان مادة الاطفاء في داخل النظام قد تم اختيارها لتناسب نوع الحريق في ذلك الموقع، وهذه الانظمة تعمل بكواشف مختلفة، وهي كالاتي :

1. الكاشف الحراري:

هو مجس يتحسس زيادة الطاقة الحرارية في الجو المحيط الناجم عن الحريق، والمنقول اليه بتيارات الهواء، كما في الشكل (1-16).



الشكل 1-16 منظومة كاشف حراري

2. كاشف الدخان:

هو مجس يتحسس دخان الحريق الذي ينتقل بسرعة في بداية الحريق، كما في الشكل (1-17).



الشكل 1-17منظومة كاشف تعمل بالدخان

3. كاشف متعدد المجسات:

هو جهاز له عدة مجسات للدخان، والحرارة، والاشعة، واللهب، حيث هنالك انظمة اطفاء موضعية تلقائية تقوم بحماية موقع، أو جهاز محدد كما في الشكل (1-18).



الشكل 1-18 منظومة كاشف متعدد المجسات

7-5-1 بعض المواد المستعملة للاطفاء

1. غاز ثاني اوكسيد الكاربون (CO_2)

وهو من الغازات الخاملة كيمياوياً ويستعمل في اطفاء الحريق بالتبريد، والحجب، والاخماد.

2. الغازات النظيفة والفعالة:

هي غازات غير موصلة للتيار الكهربائي تقوم بإطفاء الحريق بطريقة ايقاف تفاعلات الاحتراق، وتبريد المادة المحترقة، تستعمل في اطفاء الحرائق الكهربائية في غرف الحاسوب، والغرف التي تحتوي على اجهزة حساسة، او وثائق ثمينة، ومن ابرز الغازات النظيفة غاز الهبتا فلوروبروبين.

3. المواد الكيمياوية الجافة والرطبة:

هي مواد كيمياوية خاصة تتميز بمقاومتها لدرجات الحرارة العالية، وغير ناقلة للكهرباء، وغير ضارة للانسان تقوم بإطفاء الحريق عن طريق تكوين طبقة عازلة للحرارة حول النار، وتعمل على ايقاف التفاعلات المؤدية للاشتعال وإخمادها. وهنالك نوعان من هذه المواد، النوع الاول يتكون من بيكاربونات الصوديوم وبيكاربونات البوتاسيوم، وكلوريد البوتاسيوم، أما النوع الثاني، فهو متعدد الاغراض، ويشمل فوسفات الالمنيوم.

اما المواد الكيمياوية الرطبة، فهي ايضا متعددة، ومن أبرزها كاربونات الصوديوم التي تعمل بدرجة حرارة من (18- – 49) °C .

4. الرذاذ المائي:

يستعمل الماء في عمليات الاطفاء، وهو أما أن يكون محمولاً في سيارات الاطفاء، أو ان يكون الموقع مجهزاً بنظام تلقائي حيث يقوم نظام الاطفاء الالي بالايعاز الى لوحة التحكم الموجودة في الموقع، ويتم فتح الصمامات تلقائيا للسماح للماء بالتدفق من خلال رشاشات تدفع رذاذ الماء لإطفاء الحرائق.

5. الرغوة:

هي في الغالب مواد عضوية، او مواد نباتية صناعية تكّون فقاعات كثيرة ممتلئة بغاز ثاني اوكسيد الكاربون (CO_2)، او الهواء حيث تتميز الرغوة بخفة وزنها، وتمددها بسرعة كي تحجب الحريق عن الهواء، وتتميز ببرودتها، ومنعها لتبخر المادة المشتعلة.

ومن عيوب الرغوة أنها موصلة للتيار الكهربائي، ولها القابلية على الاحتراق، اذا اختلطت بالسائل المشتعل.

الفصل الثاني

معلومات وإرشادات مختبرية

1-2 إرشادات باستعمال الادوات الزجاجية

يجب اتباع الإرشادات الآتية عند استعمال الأدوات الزجاجية بحسب طبيعة العمل:

1. استعمال الاوعية الزجاجية المخصصة للعمل تحت الضغط العالي، أو المنخفض.
2. استعمال المعدات الزجاجية المصنوعة من زجاج مقاوم للحرارة (البايركس) في عمليات التسخين.
3. استعمال القناني الزجاجية الملونة لحفظ المواد الكيمياوية الحساسة للضوء، ولابد من التأكد من ان جميع هذه المعدات بحالة جيدة قبل الاستعمال.
4. عند نصب او تركيب الاجهزة الزجاجية كجهاز التقطير، او جهاز الاستخلاص التي تتكون من اجزاء مترابطة مع بعضها يجب تثبيتها على حوامل حديدية يحتوي كل منها على ماسك (Clamp) لتثبيتها بحيث لا يتولد اي ضغط على احد الاجزاء الزجاجية. ويفضل استخدام قطع تثبيت محاطة بطبقة من المطاط، كما يجب تغطية مناطق الارتباط في هذه المعدات الزجاجية بطبقة رقيقة من الشحم.
5. عند استعمال المعدات الزجاجية تحت ضغط عالٍ يجب احاطة هذه الاجهزة بالحواجز الواقية لحماية العاملين عليها من مخاطر الانفجار.
6. عند استعمال التجارب الخاصة بالمواد الكيمياوية الخطرة، او التي تنبعث منها روائح نفاذة، وكريهة، او سامة، او قابلة للاشتعال يجب ان تتم هذه التجارب داخل كابينة طرد الغازات (Hood).
7. تسخين محتويات الاوعية الزجاجية التي تحتوي على سوائل سريعة الاشتعال بالحمام المائي، او الزيتي، او الرملي، او المسخنات الكهربائية بحسب مقتضيات الحاجة، واذا كان لابد من التسخين باستعمال المصباح الغازي (بنزن) عندئذ يجب وضع مشبك الاسبستوس بين اللهب، والوعاء الزجاجي لمنع اللهب من ملامسة الاداة الزجاجية مباشرة.
8. اختيار الاغطية المطاطية المناسبة لسد فوهات القناني بإحكام لمنع تسرب الابخرة، او دخول الهواء اثناء اجراء التجارب.
9. اتباع الارشادات عند ربط الادوات الزجاجية بعضها بالبعض الآخر بوصلات مطاطية مناسبة، كما يجب زيادة الضغط، او تفريغه من المعدات الزجاجية بشكل تدريجي.
10. عند نقل الادوات، والاجهزة الزجاجية، يجب ان تمسك بشكل جيد، وبحذر، وتمسك القناني عند النقل من الرقبة بإحدى اليدين، والاخرى تمسكها من الاسفل.
11. يجب أن لا تملأ قناني السوائل الى كامل حجمها، بل يترك فراغ كمجال لتمدد السوائل، وكذلك وضع القناني الحاوية على سوائل قابلة للاشتعال بعيدا عن مصادر اللهب، واشعة الشمس، ومصادر الكهرباء لمنع حدوث الحرائق.
12. للتخلص من قطع الزجاج المكسور في المغسلة، او مكان اخر يجب استخدام ملقط ، او مكنسة صغيرة، ووضعها في مكان خاص بعيدا عن القمامة.
13. ان القناني الحاوية على سوائل واردة من مناشيء تصنيعها تتضمن بيانات كاملة وفقاً للصيغ الدولية، أما القناني التي يتم ملؤها بمادة جديدة، فيجب التأشير عليها بخط واضح.
14. عند القيام بغسل الزجاجيات وتنظيفها يجب عدم الضغط اثناء تنظيف جدران الاوعية الزجاجية بالفرش، او عند مسحها، او تنشيفها، ويفضل غسل الزجاجيات بالماء، والمنظفات المناسبة المتوافرة واستعمال الفرش الملائمة حيث ان المتهرىء منها يؤدي الى كسر الاداة أو خدشها، ويجب الانتباه والحذر عند

تنظيف الاوعية الزجاجية بمحلول التنظيف (محلول حامض الكروميك) لأنه مادة مؤكسدة، ومتلفة للجلد، واعضاء الجسم الاخرى.

15. عدم استعمال الاجهزة والمعدات إلا بعد موافقة المختص الموجود، والالمام بجميع المعلومات من خطوات عمل التجربة وظروفها.
16. يجب نصب الاجهزة والمعدات على مناضد العمل المناسبة، او في داخل كابينة طرد الغازات (Hood).
17. يجب اخبار المدرس عن اي خلل في عمل الجهاز فورا لأن الاهمال في ذلك يؤدي الى مضاعفة العطل، وتوقف الجهاز كليا.
18. يجب وضع اجهزة الطرد المركزي على مكان مستوٍ وثابت ومناسب حتى لا يؤدي الاهتزاز الناتج من تشغيلها الى سقوط القناني، والادوات القريبة، كما ان الجهاز لا يعمل الا بعد اقفال غطائه بصورة محكمة قبل تشغيله.
19. تزويد جميع أوعية الضغط بصمامات أمان، وبأنظمة خاصة لتصريف الضغط قبل فتحها.

2-2 خزن المعدات الزجاجية

عند خزن المعدات الزجاجية يجب ان تخزن على رفوف خاصة مصممة لهذا الغرض تكون حافاتها بارزة لمنع الزجاجيات من السقوط، ويراعى ملاحظة ما يأتي اثناء الخزن:

1. وضع الادوات الزجاجية الثقيلة على الرفوف السفلى، والخفيفة منها على الرفوف العليا، ووضع القطع الطويلة والكبيرة الحجم خلف الصغيرة، لسهولة رؤيتها.
2. توضع جميع الادوات والاجهزة الزجاجية على رفوف بارتفاع مناسب للشخص بحيث يكون استعمالها سهلا.
3. توضع الانابيب والقضبان الزجاجية في وضع افقي كل بحسب طوله.
4. تخزن القطع والمعدات الزجاجية الرقيقة والسهلة الكسر في علب كارتونية، ويؤشر عليها بوضوح بغية الاستدلال عليها بسهولة، اما عملية اختيار المعدات الزجاجية، فيجب ان تكون ملائمة لأي تجربة بدقة قبل البدء بها.

3-2 تنظيف الزجاجيات المختبرية وتجفيفها

يعتمد نجاح التجربة على نظافة الأدوات الزجاجية المستعملة، لذلك فمن واجب الطالب أن يحتفظ دائماً بالزجاجيات التي يستعملها نظيفة وجافة، وأن يبادر على الفور بعد الانتهاء من التجربة بتنظيف الزجاجيات التي استعملها، ولا يؤجل غسلها وتنظيفها ليوم آخر، لأن كثيراً من المواد الصمغية، أو اللاصقة يسهل تنظيفها مباشرة، ولكن عندما تترك لمدة يصعب إزالتها.

ولإزالة المواد اللزجة، او اللاصقة، في الوعاء الذي أجري فيه التفاعل، يمكن استخدام بودرة تنظيف، وفرشاة، وماء ساخن، وإذا تخلفت بقايا من هذه المواد، يمكن إزالتها باستعمال قليل من الأستون (5-10 ml) أو خلات الاثيل (5-10 ml) إذ ان هذه السوائل تُذيب معظم المواد الصمغية واللاصقة، وبعد ذلك يغسل الإناء بمحلول منظف، وتشطف بالماء، ثم تعلق على المصفاة، او توضع في فرن التجفيف، واذا لزم الأمر تجفيف الزجاجيات بسرعة، فإنه يمكن شطفها بقليل من الاسيتون، او الميثانول (5-10 ml) ثم إمرار تيار من الهواء الجاف لتبخير بقايا المذيب.

تتطلب معظم التجارب المختبرية استعمال الادوات، والمعدات الزجاجية، وبما ان الزجاج قابل للكسر بسهولة، لذا يستوجب على الجميع الدقة، والحذر، والعناية اللازمة عند التعامل مع الزجاجيات اثناء العمل لتلافي كثير من المخاطر المتعلقة بها، فالدقة في اختيار المعدات الزجاجية واستعمالها يقلل من الحوادث كالاصابة بالجروح بواسطة الاوعية المكسورة، او نهايات الزجاج الحادة.

4-2 الأدوات الزجاجية المختبرية الشائعة

في مختبر الصناعات البتروكيمياوية يوجد العديد من الأدوات الزجاجية يطلق عليها اسم الزجاجيات المختبرية، وعلى الطالب الذي يدرس منهج التدريب العملي في اختصاص الصناعات البتروكيمياوية أن يكون على معرفة بهذه الزجاجيات، وكيفية استعمالها في انجاز إجراء التجارب، وهذه الزجاجيات غالية الثمن، ومن واجب الطالب أن يحافظ على نظافتها، وسلامتها، وفيما يأتي نبذه مختصرة عنها:

1. انابيب التجفيف:

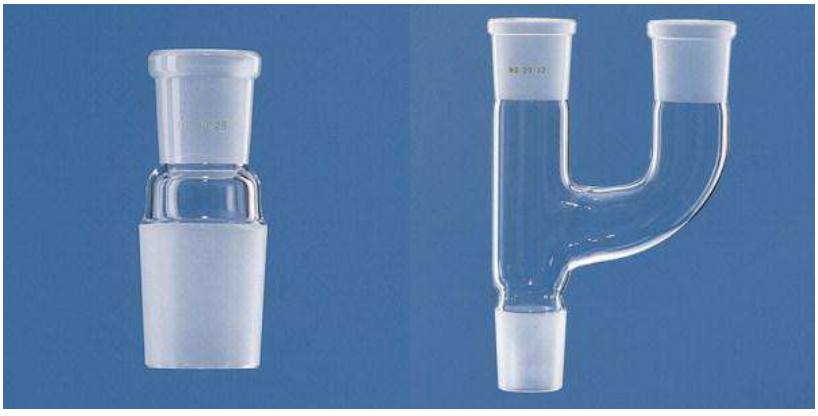
وهي أنابيب مختلفة الاشكال تملأ غالباً بمواد ماصة للرطوبة، وتوصل بالجهاز الذي يجري فيه التفاعل، وذلك لمنع وصول بخار الماء من الجو المحيط بالجهاز إلى خليط التفاعل كما في الشكل (2-1).



الشكل 2-1 انابيب تجفيف

2. الزجاجيات المختبرية ذات الوصلات المصنفرة (Ground Glass Joints Components):

في مرحلة سابقة كانت الزجاجيات المختبرية مثل القوارير، والدوارق، والمكثفات، والأقماع، وأنابيب التجفيف توصل مع بعضها عند استعمالها لاعداد الأجهزة المختلفة بواسطة وصلات مطاطية، أو سدادات من الفلين، أما الآن فتنتج هذه الزجاجيات بحيث تكون نهاياتها مصنوعة من الزجاج المصنفر وبشكل مخروطي، بحيث يتناقص قطرها تدريجيا، وتصنع بأبعاد قياسية، ويشار إلى هذا النوع من الزجاجيات بالعلامة B، ويوضع رمز لكل قطعة يمثل قطري بداية ونهاية الجزء المخروطي المصنفر لتلك القطعة، ويوضع قطر قطعة التوصيل المصنفرة وطولها برقمين بينهما خط مستقيم مثل 12/18، 14/20، 20/34... الخ وكلاهما بالمليمتر كما في الشكل (2-2).



الشكل 2-2 وصلات زجاجية مصنفرة

3. قناني المحاليل:

هي قناني زجاجية ذات حجوم ما بين (200-600 ml) شفافة، او معتمة ذات غطاء زجاجي محكم تستعمل لحفظ السوائل، والمحاليل المحضرة، والحوامض المركزة، كما موضح في الشكل (2-3).

بعض هذه القناني يكتب عليها بشكل ثابت اسم الحامض، او القاعدة، او اسم المحلول، لذا من الضروري وضع المحلول، او المادة بالاسم المشار اليه، وفي حالة عدم وجود اسم على القنينة، يشترط ان يوضع لاصق يكتب فيه اسم المحلول، ويثبت على القنينة.

وهذه القنينة مهمة جداً، ولا يمكن الاستغناء عنها في المختبر، فعندما نحتاج الى حامض، او محلول اثناء اجراء التجارب يؤخذ من القنينة الرئيسة، ويوضع في هذه القناني بدلاً منها للحفاظ على القنينة الرئيسة من العبث او التلوث.



الشكل 2-3 قنينة حفظ السوائل

4. قنينة الأدلة:

هي قنينة زجاجية خاصة قد تكون شفافة، او معتمة، ذات حجم صغير او متوسط ما بين (100-250 ml) تُصنع على شكل يسهل مسكها باليد، والتحكم بنزول السائل على شكل قطرات، وتحتوي فوهة القنينة على اخدود يتصل بجوف القنينة، ويعلو القنينة غطاء زجاجي اسطواني الشكل ينتهي بزائدة زجاجية اشبه بالفم، ويتخلل الغطاء اخدود من الاعلى الى الاسفل، فعند تطابق الاخدودين اثناء عملية الغلق يسهل مرور السائل ونزوله من الاخدود، والتحكم فيه على شكل قطرات، كما موضح في الشكل (2-4).



الشكل 2-4 قنينة الأدلة

5-2 المعدات المختبرية الشائعة

كثير من التفاعلات العضوية نحتاج لإجرائها تقليب خليط التفاعل باستمرار حتى يتم مزج المتفاعلات، خاصة عندما يكون خليط التفاعل غير متجانس، وابسط طرق التقليب تحريك الوعاء الذي به خليط التفاعل في حركة دائرية بحيث نجعل خليط التفاعل يلف داخل الوعاء كالدوامة، ويمكن إجراء هذا التحريك الدائري على فترات مثلاً كل 5 دقائق، وتستخدم هذه الطريقة إذا كان الجهاز الذي يجري فيه التفاعل بسيط التركيب، مثل دورق مخروطي أو قارورة مثبت فوقها مكثف عاكس، أما إذا كان جهاز التفاعل يتكون من عدة أجزاء، فإن هذه الطريقة للتقليب تكون غير نافعة، وفي مثل هذه الحالات يجب أن نستخدم إما المحرك الكهربائي، أو المحرك المغناطيسي.

اولا: المحرك الكهربائي (Electric Stirrer):

هو ساعد زجاجي، أو معدني، توجد في نهايته قطعة من التفلون، او حلقة، او حلقتان من الزجاج او اسلاك مطلية بمادة مقاومة، ويثبت طرفه الآخر بمحرك كهربائي يمكن التحكم في سرعته، وعند تشغيل المحرك يدور المحرك، ويقلب خليط التفاعل، كما موضح في الشكل (2-5) والشكل (2-6).



الشكل 2-5 أحد أنواع المحركات الكهربائية



الشكل 2-6 المحرك الكهربائي أثناء عملية التقليب

ثانياً: المحرك المغناطيسي (Magnetic Stirrer):

يتكون هذا المحرك أساساً من مغناطيس كبير يدور بسرعات مختلفة يمكن التحكم فيها بواسطة محرك كهربائي، والقضيب المغناطيسي ينتج بأطوال مختلفة، ويكون غالباً مغطى بطبقة من مادة لا تتأثر بالمواد الكيمياوية، ويوضع هذا القضيب داخل الإناء (القارورة، او الدورق، او الكأس) الذي يتم فيه التفاعل، ثم يوضع الإناء فوق المغناطيس الكهربائي، وعند تشغيل المحرك يدور المغناطيس، وفي الحال يدور معه القضيب المغناطيسي داخل الاناء، ويؤدي ذلك إلى تقليب خليط التفاعل باستمرار، وتنتج هذه الآلات المغناطيسية بحيث تكون مزودة بمصدر حراري يمكن استعماله في تسخين خليط التفاعل أثناء تقليبه، كما موضح في الشكل (2-7).



الشكل 2-7 المحرك المغناطيسي

6-2 الكواشف المختبرية الشائعة وطريقة تحضيرها

- دليل الفينولفثالين Ph.Ph:

1. زن 0.2 g من مسحوق الفينولفثالين ثم ضعها في كأس زجاجية سعة 200 ml.
2. خذ 60 ml من الكحول الاثيلي بالمخبار المدرج، ثم ضعه في الكأس اعلاه وذوبه بشكل جيد.
3. خذ 40 ml من الماء المقطر، ثم اضفه الى المحلول اعلاه، وذوبه بشكل جيد، ضع المحلول في قناني الادلة، واكتب عليها الفينولفثالين او ph.ph.

- دليل المثيل البرتقالي M.O:

1. زن 0.1 g من مسحوق المثيل البرتقالي، ثم ضعه في كأس زجاجية سعة 200 ml، واضف اليه 5 ml من الكحول الاثيلي وذوبه بشكل جيد.
2. اضف الى الكأس محلولاً بنسبة (1:1) من الماء والكحول الاثيلي (50 ml من الماء المقطر، و 50 ml من الكحول الاثيلي) وامزجه جيداً، ضع المحلول المحضر في قناني ادلة، واكتب عليها المثيل البرتقالي M.O.

- دليل المثيل الاحمر M.R:

1. زن 0.1 g من مسحوق المثيل الاحمر، ثم ضعه في كأس زجاجية سعة 200 ml.
2. خذ 60 ml من الكحول الاثيلي، ثم ضعه في الكأس اعلاه وذوبه بشكل جيد.
3. خذ 40 ml من الماء المقطر، ثم اضفه الى الكأس اعلاه وامزجه جيداً ثم ضع المحلول الناتج في قناني ادلة، واكتب عليها المثيل الاحمر M.R.

7-2 أجهزة التسخين وطرقها

كثير من التفاعلات الكيمياوية يتم إجراؤها عن طريق تسخين خليط المواد المتفاعلة، لأن التفاعل يكون بطيئاً عند درجة حرارة الغرفة، كما يلزم لإجراء عمليات التقطير بأنواعه المختلفة تسخين الخليط المراد تقطيره، كذلك يلزم للحصول على محلول ما تبخير المذيب إما تحت الضغط العادي، أو تحت ضغط منخفض. إذ أن آليات التسخين المستعملة في مختبرات الكيمياء متنوعة، وكل منها يستعمل لغرض معين يتوقف غالباً على نوع السائل المستعمل بوصفه مذيباً للمتفاعلات، أو السائل المراد تبخيره، أو تقطيره، وأبرز آليات التسخين ما يأتي:

1. مصباح بنزن (Bunsen Burner):

ويوجد هذا المصباح في جميع المختبرات الكيميائية، ويعد أبسط وأرخص آليات التسخين، ولكن يجب الحرص عند استعماله فمثلاً يجب عدم استعماله على الإطلاق لتسخين أية سوائل ملتهبة (أي قابلة للاشتعال)، مثل الأيثر، او الأيثرالبترولي، او البنزين، او الأيثانول وغيرها، ويمكن استعمال مصباح بنزن في تسخين المحاليل المائية التي تحتوي على مواد غير ملتهبة، او في تسخين الأوعية التي تحتوي على سوائل ذات نقاط غليان عالية.

كما يجب مراعاة عدم تسخين الوعاء بمصباح بنزن مباشرة بل وضع شبكة سلك (Wire Guaze) بين اللهب، وبين الوعاء، وإذا لم تتوافر هذه الشبكة، فيجب تسخين الوعاء عن طريق تحريك المصباح أسفله في حركة دائرية بطيئة حتى يكون معدل تسخين الوعاء متساوياً على جميع أجزائه، لأنه إذا ترك المصباح أسفل الوعاء بدون شبكة، فإن النقطة التي يكون عليها اللهب مركزاً، ترتفع درجة حرارتها أكثر من بقية أجزاء الجهاز ومن ثم يحدث أن ينشرخ الزجاج، و ينكسر الجهاز، والشكل (2-8) يوضح مصباح بنزن.



الشكل 2-8 مصباح بنزن

2. حمام مائي (Water Bath):

يتكون هذا الحمام عادةً من وعاء من الفولاذ المقاوم للصدأ (Stainless Steel) وفيه ملف يسخن كهربائياً، يتكون غطاؤه من عدد من الحلقات المعدنية يمكن نزع بعضها بحيث تكون الفتحة على قدر حجم الوعاء المستعمل. وعند توصيل الحمام بالكهرباء يسخن الملف، ويؤدي إلى تسخين الماء داخل الحمام وثم يتم تسخين خليط التفاعل الى الدرجة الحرارية المطلوبة التي يتم تثبيتها بواسطة منظم حراري (Thermostat). وبعض المختبرات المتقدمة تكون مزودة غالباً بأنابيب بها بخار ساخن يمكن توصيله مباشرة بالحمام، الشكل (2-9) يوضح حمام مائي.



الشكل 2-9 حمام مائي

3. المسخنات الكهربائية ذات النسيج الحراري (Heating Mantles):

تحتوي هذه المسخنات على نسيج حراري من الالياف الزجاجية، يمكن تسخينه، والتحكم بدرجة حرارته بواسطة منظم. وتُصنع بأشكال ملائمة للدوارق الكروية التي تجري فيها التفاعلات، وبأحجام مختلفة، ومجال استعمالها واسع وهي آمنة الاستعمال، والشكل (2-10) يبين احد انواعها.



الشكل 2-10 مسخن ذو نسيج حراري

4. الصفائح الساخنة (Hot Plates):

هي سطح معدني يتم تسخينه بواسطة ملف كهربائي يوجد أسفله، ويمكن التحكم في درجة حرارته بمغير المقاومة الكهربائية الموجود على وجهة الجهاز. ويجب عدم استعمال الصفيحة الساخنة لتسخين سوائل ملتهبة وهي موضوعة في أوعية غير مغطاة؛ لأن أبخرة تلك السوائل تشتعل عند ملامستها لسطح الصفيحة الساخن، الشكل (2-11) يبين الصفائح الساخنة ذات أشكال دائرية ومستطيلة.



الشكل 2-11 الصفائح الساخنة

5. حمام الزيت (Oil Bath):

يتكون حمام الزيت غالباً من وعاء معدني يحتوي على ملف يتم تسخينه كهربائياً، ويمكن التحكم في درجة حرارته بمغير المقاومة ويوضع في الحمام زيت معدني، أو بولي ايثيلين كلايكول، أو شمع برافين، كما موضح في الشكل (2-12).



الشكل 2-12 حمام الزيت

6. حمام الرمل (Sand Bath):

هو مسخن كهربائي يرتبط بوعاء معدني مستطيل، او مربع الشكل تُوضع فيه مادة الرمل الناعم، فعندما يسخن الرمل يصبح مصدراً حرارياً غير مباشر، ويمكن التحكم بدرجة حرارته من خلال وجود منظم لدرجات الحرارة.

تسخن فيه اغلب المواد القابلة للاشتعال والمواد والسوائل التي لا تتحمل درجات الحرارة المباشرة وكثيراً ما يستعمل في تجارب الكيمياء العضوية، كما موضح في الشكل (2-13).



الشكل 2-13 حمام الرمل

8-2 تعليمات عامة حول العمل المختبري

1. قبل الشروع في إجراء أية تجربة في المختبر، يجب على الطالب أن يدرس التفاصيل التامة للتجربة مع الجزء النظري الخاص بها.
2. يجب أن يكون الطالب على علم بما يفعل، ولأي سبب يقوم بخطوات التجربة واحدة تلو الاخرى، وبالممارسة، والتمرين، يصبح الطالب قادراً على التنبؤ بالمدة الزمنية اللازمة للتسخين، أو التقطير، أو إرجاع عملية التبخير، أو التنقية، أو الاستخلاص.
3. يجب على الطالب أن ينظم وقت عمله في المختبر، مثلاً ان يعلم زمن إجراء التجربة، واتمام الحسابات، وكتابة التقرير الخاص بها.
4. يجب تسجيل النتائج للتجارب التي تجري بالمختبر في دفتر خاص، وكذلك يجب تسجيل أوزان و حجوم المواد ومواصفات الأدوات التي استعملت أثناء التجربة.
5. عند الانتهاء من التجربة يجب على الطالب أن يحسب كمية المواد الناتجة، ونسبها المئوية الوزنية، أو الحجمية، ونوع الناتج المتكون، كذلك يجب أن يتحقق من الخواص الفيزياوية للناتج، مثل الحالة، واللون، ونقطة الانصهار إذا كانت المادة صلبة، أو نقطة الغليان، إذا كانت المادة سائلة، وهذه النتائج أيضًا يجب تسجيلها على العينة المحضرة، ثم تسلم إلى المسؤول في المختبر.
6. بصورة عامة يحتفظ الطالب بعدد من العينات بعد التجربة، حيث تحفظ في أنابيب زجاجية صغيرة مكتوب عليها اسم المركب الكيميائي، والخواص الفيزياوية، وطريقة التحضير، والتاريخ. وإذا كانت المادة متميعة، أو قابلة للأكسدة عند تعرضها للهواء الجوي فيجب حفظها في أنابيب زجاجية مقفلة جيداً لها أغطية محكمة.
7. إن العلامة المميزة لعمل الطالب الجيد تلاحظ دائما من خلال مكان عمله، فمكان العمل يجب أن يكون دائما نظيفاً جافاً، وذلك بمسحه أثناء التجربة، وبعدها. أما الأجهزة، والمعدات الزجاجية الأخرى، وغير المطلوبة أثناء التجربة فيجب نقلها بعيداً عن مكان العمل.
8. جميع الأدوات الزجاجية المستعملة بعد التجربة يجب غسلها مباشرة بالماء، والصابون في حوض الغسيل، وإذا تطلب الأمر يمكن استعمال حامض الكروميك لإزالة المواد الصلبة الملتصقة على سطحها. ويحضر الحامض بإضافة 5 g من ثنائي كرومات الصوديوم في كأس يحتوي على 5 ml ماء، وثم يضاف حامض الكبريتيك المركز (100 ml) تدريجياً مع التبريد. وكذلك شطف هذه الأدوات الزجاجية، إذا تطلب الأمر قبل غسلها بواسطة مذيب عضوي مثل الأستون لإزالة بقايا المواد العضوية.
9. يجب التخلص من المتبقيات الكيميائية التالفة، وذلك إما بغسلها مباشرة بكمية كبيرة بالماء في حوض الغسيل (إذا كانت كمية قليلة)، أما الكميات الكبيرة والذائبة في الماء فيجب وضعها في زجاجة خاصة بتجميع النفايات. أما المواد الصلبة وأوراق الترشيح فيجب أن لا ترمى في أحواض الغسيل.
10. الاحماض القوية والمواد المتسامية والسامة والخطرة يجب ان تحفظ ويتم العمل بها دائما داخل كابينة طرد الغازات (Hood).

الفصل الثالث

تجارب تحضير المواد الكيمياوية

تمهيد

تعد التجارب المختبرية في اختصاص الصناعات البتروكيمياوية محورا أساسيا في ترسيخ المفاهيم العلمية ذات العلاقة بمفردات الاختصاص التي تشمل عمليات التصنيع، وتحسين المنتج وتطوير خطوط الإنتاج. ان هذا الفصل يتضمن التجارب العملية التي يبلغ عددها (14) وهي امتداد للتجارب التي درسها الطالب في الصفين الأول والثاني. تم اختيار التجارب ضمن اطار إمكانية التطبيق والحصول على نتائج ذات دقة عالية، وتحقيق ذلك يتطلب جملة من الإجراءات يقف في مقدمتها، تنمية قدرة الطالب على مناقشة النظرية، والأفكار الواردة فيها، والقيام بإجراء التجارب بطرق سليمة من حيث التقيد بإجراءات السلامة وتطبيق الخطوات الخاصة بكل تجربة، وإظهار النتائج بصورة مناسبة، وكتابة التقرير المتكامل لكل تجربة.

ان كتابة التقارير يجب ان تتم بلغة سليمة، وان تحتوي على مقدمة، وشرح للنظرية العلمية، ووصف للأجهزة، والأدوات، والمواد المستعملة، والاستعانة بالرسوم التوضيحية، وطرق التشغيل، وتفصيل القراءات إن وجدت، والنتائج، ثم المناقشة، والاستنتاجات ، لذا يفضل الرجوع إلى عدد من المراجع لتوسيع المدارك العلمية للطالب فيما يتعلق بالجوانب النظرية لكل تجربة.

1-3 تجربة تحضير النتروبنزين

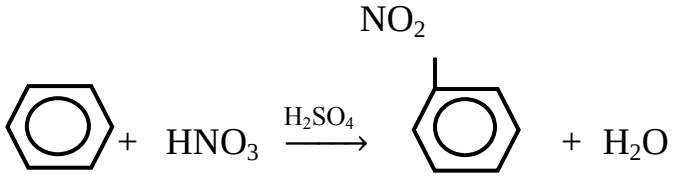
الهدف من التجربة:

بعد الانتهاء من إجراء التجربة يكون الطالب قادراً على تحضير النتروبنزين مختبرياً.

نظرية التجربة

النترنة هي اضافة مجموعة او اكثر من النترونيوم (NO_2^+) الى حلقة البنزين، ويمكن نترنة الهيدروكاربونات الاورماتية بإبدال ذرة الهيدروجين بمجاميع النترو، وباستعمال حامض النتريك المركز، وبوجود حامض الكبريتيك المركز كعامل مساعد.

ان ارتفاع درجة حرارة المزيج يؤدي الى زيادة مجموعة ثنائي النترو، او ثلاثي النترو، وهذه مادة خطرة شديدة الانفجار، ويكون التعامل معها بحذر، وقد تؤدي الى الانفجار بارتفاع درجة حرارة المحيط، والادوات، او حتى في عملية الاستخلاص، والتنقية. والنتروبنزين هو سائل عديم اللون في حالة كونه نقيا، وذو رائحة نفاذة، ولا يذوب في الماء، ولكنه يمتزج مع الكحول، او البنزين بأي نسبة. ويستعمل النتروبنزين على نطاق واسع في تحضير الاصباغ، والمنظفات الصناعية، والمطهرات، وتحضير الانيلين، والمفرقعات.



علما ان عملية النترنة تعتمد على كفاءة التقليب، والتحكم بدرجة الحرارة، لذلك يجب ان يكون الجهاز مزودا بوسيلة للتقليب، ووسيلة لقياس درجة الحرارة، والسيطرة عليها.

الادوات والاجهزة المستعملة

دورق كروي سعة (500 ml)	حامل حديدي	كأس زجاجية سعة (1 L)
مخبار مدرج	ورق ترشيح	قمع فصل
محرار	دورق استقبال	دورق مخروطي
ماصة	حمام مائي	قمع ترشيح
مكثف	مصباح بنزن	ساعد زجاجي
شبكة اسبستوس	حامل ثلاثي	

المواد المستعملة

البنزين	ماء مقطر
حامض النتريك	كلوريد الكالسيوم اللامائي
حامض الكبريتيك	

طريقة العمل

1. خذ (35ml) من حامض النتريك المركز بمخبار مدرج، ثم ضعها في دورق غليان كروي سعة (500ml).
2. خذ (40 ml) من حامض الكبريتيك المركز بمخبار مدرج، ثم اضفها على شكل دفعات الى حامض النتريك في الدورق مع الرج المستمر للمزيج.
3. برّد الدورق في الماء البارد اثناء اضافة حامض الكبريتيك مستعينا بمحرار لقياس درجة الحرارة مع المحافظة على عدم ارتفاع درجة الحرارة اكثر من 60 °C إذ إن حامض الكبريتيك هو عامل مساعد في التفاعل.
4. اضف (30ml) من البنزين على شكل دفعات ما بين (2-3ml) لكل دفعة مع رج المحتويات جيدا، ومزجها تماما لاتمام عملية التفاعل، وبعد كل اضافة من البنزين، راقب درجة الحرارة بحيث لا تدع درجة حرارة المزيج تصل فوق 55°C.
5. بعد الانتهاء من اضافة البنزين، اربط مكثف ارجاع على الدورق الدائري، ثم سخنه في حمام مائي عند درجة حرارة 60°C، ولا تدع درجة الحرارة ترتفع اكثر من ذلك ولمدة (40-45) دقيقة.
6. ارفع الدورق بين مدة واخرى في الحمام ورجه بشدة لاتمام عملية التفاعل، ثم صب محتويات الدورق في كأس زجاجية سعة (1 L) يحتوي على (500 ml) من الماء البارد.
7. حرك المزيج لغسل النتروبنزين الناتج، ثم اترك المزيج ليركد، وعند استقرار النتروبنزين في الاسفل، اسحب طبقة الحامض (الطبقة العلوية)، وانقل السائل المتبقي الى قمع فصل، ثم استقبل الطبقة السفلى (النتروبنزين)، واهمل الطبقى العليا المائية.
8. اعد النتروبنزين الى قمع الفصل، ثم اضف اليه (50ml) ماء، واغلق سداد القمع، ثم رجه بشدة لغسله، وازالة بقايا الحامض، ثم اتركه يركد، افصل النتروبنزين مرة ثانية، وانقله الى دورق مخروطي صغير يحتوي على (5 g) من كلوريد الكالسيوم اللامائي لإزالة الماء الموجود.
9. رشح الناتج خلال ورق ترشيح لإزالة كلوريد الكالسيوم.
10. استقبل الراشح في دورق تقطير صغير.
11. اربط مكثفاً بشكل مائل، وسخن الدورق، ثم اجمع الجزء المقطر عند درجة °C (206-211).
12. لا تسخن حتى الجفاف، ولا تدع درجة الحرارة ترتفع فوق 214°C؛ لأن ارتفاع درجة الحرارة اكثر من ذلك سيؤدي الى تكوين مركبات ثنائي وثلاثي النتروبنزين، وهذه المواد شديدة الانفجار.

بطاقة التمـــارين

اسم التمرين: تجربة تحضير النتروبنزين

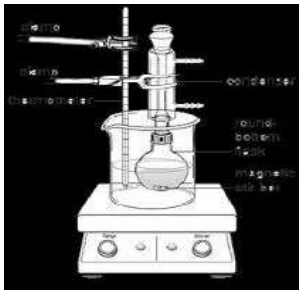
أولا: الأهداف التعليمية

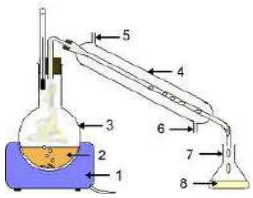
بعد الانتهاء من إجراء التجربة يكون الطالب قادراً على تحضير النتروبنزين مختبرياً.

ثانيا: التسهيلات التعليمية (مواد، أدوات، أجهزة)

دورق كروي سعة 500 ml، مخبار مدرج، محرار، ماصة، مكثف، كأس زجاجية سعة (1 L)، قمع فصل، دورق مخروطي، قمع ترشيح، ساعد زجاجي، حامل حديدي، ورق ترشيح، دورق استقبال، حمام مائي، مصباح بنزن، حامل ثلاثي، شبكة اسبستوس، البنزين، حامض النتريك، حامض الكبريتيك، ماء مقطر، كلوريد الكالسيوم اللامائي.

ثالثا: خطوات العمل (النقاط الحاكمة، معيار الأداء، الرسومات)

ت	خطوات العمل مع النقاط الحاكمة	الرسومات
1	ارتد بدلة العمل، ثم اغسل الادوات.	
2	خذ (35 ml) من حامض النتريك المركز، ثم ضعه في دورق غليان كروي سعة (500 ml).	
3	خذ (40 ml) من حامض الكبريتيك المركز، ثم اضفه على شكل دفعات الى حامض النتريك في الدورق الكروي مع الرج، وفي حالة ارتفاع درجة الحرارة برّد الدورق مستعينا بمحرار على ان لا ترتفع درجة الحرارة عن 60°C والحامض هنا عامل مساعد.	
4	اضف (30 ml) من البنزين على شكل دفعات ما بين (2-3 ml) الى مزيج الحامض ورج المحتويات بعد كل اضافة مع مراقبة درجة الحرارة على ان لا تزيد على 55°C.	
5	بعد الانتهاء من اضافة البنزين رتب مكثف ارجاع على الدورق الكروي، ثم سخنه في حمام مائي عند درجة 60°C لمدة (40-45) دقيقة.	

6	ارفع الدورق بين مدة واخرى، ورجه بشدة، ثم صب محتويات الدورق في كأس زجاجية سعة (1 L) يحتوي على (500 ml) ماء.	
7	حرك المزيج، ثم اتركه يركد، واسحب الطبقة العلوية التي تمثل طبقة الحامض، ثم انقل السائل المتبقي الى قمع فصل لفصل الطبقى السفلى، واهمال الطبقة المائية العليا.	
8	اعد النتروبنزين الى قمع الفصل، ثم اضف اليه (50 ml) ماء، واغلق سداد القمع، ورجه بشدة لغسله، وازالة بقايا الحامض، وافصل النتروبنزين مرة ثانية، وانقله الى دورق مخروطي صغير، ثم ضف اليه (5g) من كلوريد الكالسيوم اللامائي لإزالة الماء الموجود.	
9	رشح الناتج خلال ورق ترشيح لإزالة كلوريد الكالسيوم.	
10	خذ الراشح، ثم ضعه في دورق تقطير، واربط مكثفاً هوائياً ثم سخن الدورق لجمع الجزء المتقطر عند درجة (206-211) °C.	
11	لا تسخن حتى الجفاف، ولا تدع درجة الحرارة ترتفع فوق 214°C تلافياً لتكوين مركبات شديدة الانفجار.	

الاسئلة

1. ما اهمية النتروبنزين في الصناعات البتروكيمياوية؟
2. لماذا استعمل حامض الكبريتيك المركز في التفاعل عند اجراء التجربة؟
3. اذكر بعض الخواص الفيزياوية للنتروبنزين.
4. عرف عملية النترنة.
5. ما الخصائص المميزة للمركبات الاورماتية (البنزين)؟

2-3 تجربة تحضير الانيلين من النتروبنزين

الهدف من التجربة:

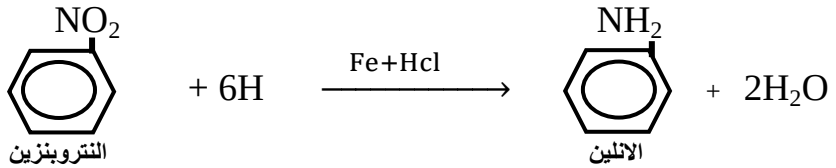
بعد الانتهاء من إجراء التجربة يكون الطالب قادراً على اختزال النتروبنزين الى الانيلين مختبرياً.

نظرية التجربة

الانيلين ($C_6H_5NH_2$) هو سائل عديم اللون في حالته النقية، ولكنه يتلون بسرعة، ويسود عند تعرضه للهواء والضوء. ويتميز برائحة خاصة معروفة، ويغلي الانيلين عند درجة 183 °C، وهو اثقل من الماء بدرجات الحرارة الاعتيادية، ولكنه اخف من الماء عند درجة 100، °C ولهذا فأنه يطفو على سطح الماء الساخن ويرسو في القاع عند التبريد. يذوب الانيلين في الماء بنسبة 3% ولكنه يمتزج بأغلب المذيبات العضوية وذو تأثير سام.

يحضر الانيلين من النتروبنزين، وذلك باختزال النتروبنزين بواسطة عوامل مختزلة كالهيدروجين الناتج من تفاعل الحديد مع حامض الهيدروكلوريك.

$$Fe + 2HCl \longrightarrow \underset{\text{كلوريد الحديدوز}}{FeCl_2} + \underset{\text{هيدروجين حديث التولد}}{2H}$$



ويستعمل الانيلين لتحضير الاصباغ، والادوية، وانتاج كثير من المركبات العضوية، ومن خواص الانيلين الكيمياوية تكوين الاملاح إذ ان الانيلين قاعدة قوية تتفاعل مع الاحماض لتكوين الاملاح، علما ان الانيلين يعطي العديد من المركبات عند تأكسده، ويستعمل الانيلين ايضا لتحضير كثير من الصبغات، والعقاقير الطبية كخافض الحرارة، ومسكن للآلام.

الادوات والاجهزة المستعملة

دورق كروي سعة (500 ml)	ميزان حساس	مصباح بنزن (محرار)
مخبار مدرج	حمام مائي	حامل ثلاثي
دورق مخروطي سعة (100 ml)	كأس زجاجية سعة (100 ml)	شبكة الاسبستوس
ماصة حجم (10 ml)	قمع فصل	دورق تقطير
مرجل لأنتاج البخار		

المواد المستعملة

مسحوق الحديد (Fe)	حامض (HCl) المركز	كاربونات الصوديوم اللامائية
نتروبنزين	كلوريد الكالسيوم اللامائي	

طريقة العمل

1. زن (30 g) من مسحوق الحديد في ميزان حساس، ثم ضعه في دورق كروي سعة (500 ml).
2. اضف (40 ml) ماء مقطراً من مخبار مدرج الى الدورق الكروي.
3. خذ (21 ml) نتروبنزين، ثم ضعها في دورق مخروطي سعة (100 ml).
4. سخن النتروبنزين فوق حمام مائي الى درجة 60 °C.
5. اضف (1 ml) من النتروبنزين إلى(2.5 ml) من حامض الهيدروكلوريك المركز(HCl)، وتخلط معا، ثم تضاف الى الدورق الكروي، ورج الدورق جيداً.
6. لاحظ ارتفاع درجة الحرارة للدورق نتيجة عملية الاختزال، ويجب تثبيت درجة حرارة المزيج داخل الدورق بين 90-80) °C) والتسخين في حمام مائي، وتخفض درجة الحرارة غالباً بالماء عند الضرورة.
7. اضف (2-1 ml) من النتروبنزين لكل دفعة، وذلك بتثبيت قمع الفصل فوق الدورق الكروي، وتستمر العملية (30-20) دقيقة، ثم افحص لإتمام التفاعل (اختفاء رائحة النتروبنزين) بنقل جزء من المزيج، وتجفيفه بحامض HCl، المخفف اذ يجب ان تختفي رائحة النتروبنزين، ويتكون محلول صافي.
8. في حالة وجود رائحة النتروبنزين، سخن فوق حمام مائي، ثم اضف (5 g) من كاربونات الصوديوم اللامائية لجعل مزيج التفاعل قلويا، وقَطر تقطيراً بخارياً.
9. انقل السائل المقطر الى قمع الفصل، واضف اليه (20 g) من كلوريد الكالسيوم اللامائي لكل (100 ml) من السائل، ورجه بشدة، ثم افصل ثم رجه ثم افصل، وكرر عملية الفصل.
10. قطّر الانيلين الناتج باستعمال اللهب المباشر، او باستعمال حمام رملي، ثم اجمع الجزء المقطّر عند درجة (184-180) °C.

بطاقة التمـــارين

اسم التمرين: اختزال النتروبنزين الى الانيلين

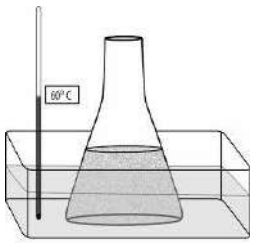
أولا: الأهداف التعليمية

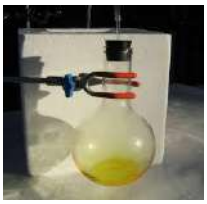
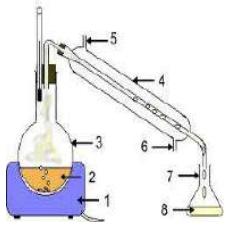
بعد الانتهاء من اجراء التجربة يكون الطالب قادراً على تحضير الانيلين باختزال النتروبنزين مختبرياً.

ثانيا: التسهيلات التعليمية (مواد، أدوات، أجهزة)

دورق كروي سعة 500 ml، مخبار مدرج سعة 100 ml، دورق مخروطي سعة 100 ml، ماصة حجم 10 ml، قمع فصل، محرار، كأس زجاجية سعة 100 ml، حمام مائي، ميزان، مصباح بنزن، حامل ثلاثي، شبكة اسبستوس، مرجل لأنتاج البخار، مسحوق الحديد Fe، نتروبنزين، حامض الهيدروكلوريك المركز، كاربونات الصوديوم اللامائية، كلوريد الكالسيوم اللامائي.

ثالثا: خطوات العمل (النقاط الحاكمة، معيار الأداء، الرسومات)

ت	خطوات العمل مع النقاط الحاكمة	الرسومات
1	ارتد بدلة العمل، ثم اغسل الادوات الزجاجية المطلوبة.	
2	زن (30 g) من مسحوق الحديد في ميزان حساس، ثم ضعها في دورق كروي سعة (500 ml).	
3	اضف (40 ml) ماء مقطراً الى الدورق الكروي.	
4	خذ (21 ml) نتروبنزين، ثم ضعها في دورق مخروطي سعة (100 ml).	
5	سخن النتروبنزين فوق حمام مائي الى درجة 60 °C.	

6	اضف (1 ml) من النتروبنزين إلى (2.5 ml) من حامض الهيدروكلوريك (HCl) المركز، تخلط معا ثم ضعه في الدورق الكروي.	
7	لاحظ ارتفاع درجة الحرارة نتيجة عملية الاختزال، حافظ على درجة الحرارة داخل الدورق عند °C (80-90).	
8	اضف (1-2 ml) نتروبنزين لكل دفعة بتثبيت قمع فصل فوق الدورق المخروطي وتستمر العملية من (20-30) دقيقة افحص لاتمام التفاعل باختفاء رائحة النتروبنزين وتكّون محلول صافي.	
9	في حالة وجود رائحة النتروبنزين سخن فوق حمام مائي، ثم اضف (5 g) من كاربونات الصوديوم لجعل مزيج التفاعل قلوياً، ثم قطّر تقطيراً بخارياً.	
10	انقل السائل المقطر الى قمع فصل، ثم اضف اليه (20 g) من كلوريد الكالسيوم اللامائي على ان تكون النسبة (20 g) لكل (100 ml) من السائل المقطر.	
11	رجه بشدة ثم افصل مع تكرار العملية.	
12	قطر الانيلين الناتج باستعمال اللهب المباشر او باستعمال حمام رملي، ثم اجمع الجزء المقطر عند درجة °C (180-184).	

الاسئلة

1. اكتب المعادلة الكيميائية لتحضير الانيلين.
2. ما استعمالات الانيلين في الصناعات البتروكيمياوية؟
3. عدد الخواص الكيمياوية للانيلين.
4. عدد الخواص الفيزياوية للانيلين.
5. ما العامل المساعد المستعمل في تحضير الانيلين؟

3-3 تجربة تحضير حامض البنزويك من التولوين

الهدف من التجربة:

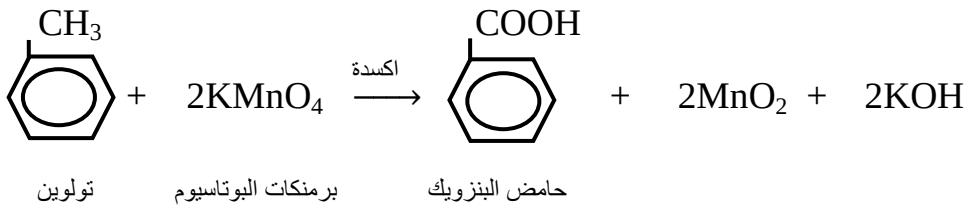
بعد الانتهاء من إجراء التجربة يكون الطالب قادراً على تحضير حامض البنزويك من أكسدة التولوين مختبرياً.

نظرية التجربة

حامض البنزويك هو مركب عضوي من الاحماض الكاربوكسيلية، ويسمى ايضا حامض الصمغ الجاوي، يُعد من ابسط الاحماض الكاربوكسيلية العطرية، أما خواصه، فهو مادة بلورية صلبة بيضاء اللون يتسامى بالتسخين، وذو رائحة عطرية، وقليل الذوبان بالماء البارد بنسبة 3% ويذوب بنسبة 6% منه في درجة الغليان، وكثير الاستخدام في الصناعات الغذائية لكونه مادة حافظة، وغير سام، لذا يستعمل بشكل واسع في حفظ المعلبات، والمنظفات مثل الشامبو، والمشروبات، ومستحضرات التجميل.

من الخواص الفيزياوية للتولوين هو سائل عديم اللون ذو رائحة خاصة مميزة، ويغلي عند 110.6 °C ويتجمد عند (93-) °C، ولا يختلط مع الماء، بل يمتزج بالمذيبات العضوية، وهو يشبه البنزين، ولكنه اخف من الماء حيث ان كثافته $0.866\ g/cm^3$، ويشتعل بلهب داخن، ويستعمل كمذيب لكثير من المركبات العضوية.

ويتم تحضير حامض البنزويك من اكسدة التولوين وفقا للمعادلة الاتية:



الادوات والاجهزة المستعملة

دورق كروي سعة (500 ml)	قمع ترشيح	كأس زجاجيه سعة (200 ml)
مخبار مدرج	ورق ترشيح	حمام رملي
ميزان حساس	حامل حديدي	حامل ثلاثي
مكثف	دورق مخروطي (استقبال)	مسخن كهربائي
ساعد زجاجي	مجفف كهربائي	

المواد المستعملة

تولوين	هيدروكسيد الصوديوم	كحول اثيلي
برمنكنات البوتاسيوم	حامض الهيدروكلوريك	حامض الاوكزاليك
ماء مقطر		

طريقة العمل

1. زن (15 g) من برمنكنات البوتاسيوم الصلبة، ثم ضعها في كأس زجاجية سعة (200 ml)، ثم اضف اليها (60 ml) ماء مقطراً بارد لغرض الإذابة.
2. خذ (10 ml) من التولوين بمخبار مدرج، ثم ضعه في الدورق الكروي.
3. اضف محلول البرمنكنات الى التولوين الموجود في الدورق، ثم اخلط المواد، وامزجها جيدا.
4. زن (2 g) من هيدروكسيد الصوديوم في كأس زجاجية سعة (100 ml) ثم اضف اليها (15 ml) ماء مقطراً وذوبها بشكل جيد.
5. اضف محلول هيدروكسيد الصوديوم فوق المزيج لجعل الوسط قاعدياً ثم امزج الجميع مزجا جيدا، وذلك بتحريك الدورق الكروي يدويا لمدة 5 دقائق.
6. ركب مكثف ارجاع على الدورق المحتوي على المواد المذكورة اعلاه.
7. سخن المزيج بمسخن كهربائي، او حمام رملي لمدة 4 ساعات، وعند درجة حرارة ما بين (120-121) °C.
8. برّد المزيج، ثم رشح المحلول، واغسله بالماء المقطر البارد عدة مرات وفي كل مرة يلزم (10 ml) من الماء المقطر.
9. اضف حامض الهيدروكلوريك المركز عن طريق الماصة الى الراشح، وبذلك نحصل على بلورات حامض البنزويك.
10. رشح مرة اخرى، واغسل الراسب بالماء المقطر البارد، وجفف الراسب في مجفف كهربائي عند درجة 80 °C.

ملاحظة / اذا كان المحلول عديم اللون اضف اليه (3-5 ml) كحول اثيلي مع (1 g) من حامض الاوكزاليك وكرر التسخين مرة اخرى.

بطاقة التمـــارين

اسم التمرين: تحضير حامض البنزويك من التولوين

أولا: الأهداف التعليمية

بعد الانتهاء من إجراء التجربة يكون الطالب قادراً على تحضير حامض البنزويك من أكسدة التولوين مختبرياً.

ثانيا: التسهيلات التعليمية (مواد، أدوات، أجهزة)

دورق كروي سعة 500 ml، مخبار مدرج، ميزان حساس، مكثف عاكس، كأس زجاجية عدد 2 سعة ml (200،100)، ساعد زجاجي، قمع ترشيح، ورق ترشيح، حامل حديدي، دورق مخروطي (استقبال)، حامل ثلاثي، مسخن كهربائي، حمام رملي، مجفف كهربائي، تولوين، برمنكنات البوتاسيوم، هيدروكسيد الصوديوم، حامض الهيدروكلوريك المركز، كحول اثيلي، حامض الاوكزاليك، ماء مقطر.

ت	خطوات العمل مع النقاط الحاكمة	الرسومات
1	ارتد بدلة العمل، ثم اغسل الادوات المطلوبة.	
2	زن (15 g) من برمنكنات البوتاسيوم ثم ضعها في كأس زجاجية واضف اليها (60 ml) ماء مقطراً وذوبها جيدا.	
3	خذ (10 ml) من التولوين، ثم ضعه في دورق كروي سعة (500 ml).	
4	اضف محلول البرمنكنات الذائبة الى الدورق الكروي وامزجه جيدا.	
5	زن (2 g) من هيدروكسيد الصوديوم في كأس زجاجية وذوبها في (15 ml) ماء مقطر، وبعد اذابتها اضفها الى الدورق الكروي.	
6	امزج الجميع مزجاً جيداً بالتحريك اليدوي للدورق ولمدة 5 دقائق.	

7	ركب مكثف ارجاع، ثم سخن المزيج بمسخن كهربائي لمدة 4 ساعات عند درجة 121 °C.	
8	برد المزيج، ثم رشح المحلول، واغسله بالماء المقطر عدة مرات، وفي كل مرة يلزم (10 ml) من الماء.	
9	اضف حامض الهيدروكلوريك المركز الى الراشح، وانتظر قليلا، سوف تحصل على بلورات حامض البنزويك.	
10	رشح مرة اخرى، واغسل الراسب بالماء المقطر، ثم جففه في مجفف كهربائي عند درجة 80 °C. اما اذا كان المحلول عديم اللون، فعندئذ يجب اضافة (3-5 ml) كحول اثيلي و (1 g) من حامض الاوكزاليك وكرر التسخين مرة اخرى.	

الاسئلة

1- ما الخواص الفيزياوية لحامض البنزويك؟

2- ما التولوين؟

3- اكتب معادلة التفاعل لأكسدة التولوين عند تحضير حامض البنزويك.

4- ما استعمالات حامض البنزويك في الصناعات؟

5- اشرح ميكانيكية عملية اكسدة التولوين.

4-3 تجربة تحضير السماد الكيمياوي (كبريتات الامونيوم)

الهدف من التجربة:

بعد الانتهاء من إجراء التجربة يكون الطالب قادراً على تحضير السماد الكيمياوي (كبريتات الامونيوم) من تفاعل الامونيا مع حامض الكبريتيك المخفف مختبرياً.

نظرية التجربة

كبريتات الامونيوم مركب غير عضوي، وهي احد الانواع المهمة من الاسمدة التي تضاف للتربة بقصد تغذية النباتات، وتحسين ظروف نموها، وزيادة الانتاجية للمحاصيل الزراعية، وتعد كبريتات الامونيوم واليوريا من الاسمدة النتروجينية اللاعضوية حيث يشكل النتروجين العنصر الاساسي فيها الذي يساعد في نمو النباتات.

من اهم خواص كبريتات الامونيوم ذوبانها الجيد في الماء مكونة محاليل مائية حامضية ضعيفة كما انها لا تذوب في المذيبات العضوية، ومن خواصها ايضا انها تتفكك بالتسخين الى بيكبريتات الامونيوم وتتحرر بالماء.

تستعمل كبريتات الامونيوم بشكل كبير في عمليات اطفاء الحرائق ومادة مجهزة للنتروجين في عمليات التغذية الخاصة بالخمائر. ولهذا فأن أبرز ما يتعرض له هذا السماد عند نشره على سطح التربة وخاصة اثناء الصيف فقدان جزء منه بالتطاير بحسب المعادلات الآتية:

$$CaCO_3 + (NH_4)_2\,SO_4 \longrightarrow (NH_4)_2\,CO_3 + CaSO_4$$

كاربونات الكالسيوم — كبريتات الامونيوم — كاربونات الامونيوم — كبريتات الكالسيوم

$$(NH_4)_2\,CO_3 \xrightarrow{\text{حرارة الجو}} 2NH_3\uparrow + CO_2 + H_2O$$

ويتم تحضير كبريتات الامونيوم من تفاعل الامونيا مع حامض الكبريتيك المخفف وفقا للمعادلة الآتية:

$$H_2SO_4 + 2NH_3 \longrightarrow (NH_4)_2\,SO_4$$

حامض الكبريتيك المخفف — الامونيا — كبريتات الامونيوم(السماد الكيمياوي)

الادوات والاجهزة المستعملة

دورق مخروطي سعة (300 ml)	ساعد زجاجي	حمام مائي
كأس زجاجيه سعة (100 ml)	كأس زجاجية سعة (300 ml)	مخبار مدرج
سحاحة حجم (50 ml)	طبق تبخير	

المواد المستعملة

محلول الامونيا تركيز 25%	حامض الكبريتيك	ماء مقطر	ورق عباد الشمس (دليل).

طريقة العمل

1. خذ (25 ml) من محلول الامونيا، ثم ضعه في دورق مخروطي سعة (300 ml).
2. حضر (100 ml) من محلول حامض الكبريتيك المخفف بتركيز 50%.
3. املأ السحاحة بحامض الكبريتيك المحضر.
4. ابدأ بعملية التسحيح، وذلك بإضافة حامض الكبريتيك على شكل دفعات (1 ml) لكل دفعة الى محتويات الدورق، وفي كل اضافة رج وحرك الدورق المخروطي يدوياً.
5. اختبر المحلول في الدورق المخروطي بعد الاضافة بواسطة ورق عباد الشمس الزرقاء، وفي حالة بقاء اللون الازرق، استمر بإضافة الحامض من السحاحة، أما اذا تغير اللون الى الاحمر، فتوقف عن اضافة الحامض.
6. استمر بعملية التسحيح، استمر بعملية الاختبار، وتوقف عند تحول لون ورقة عباد الشمس الزرقاء الى اللون الاحمر.
7. وفي هذه الحالة يتحول المحلول الموجود في الدورق من محلول قاعدي الى محلول حامضي.
8. ما يحدث هو تفاعل الامونيا مع حامض الكبريتيك المخفف، ونتيجة هذا التفاعل يتكون محلول كبريتات الامونيوم ذات التأثير الحامضي في محاليلها المائية.
9. سجل حجم الحامض النازل من السحاحة.
10. خذ الدورق المخروطي بما يحتويه بعد انتهاء عملية التسحيح، ثم ضع المحتويات في كأس زجاجية سعة (300 ml)، وسخنها في حمام مائي لغرض التبخير الى المنتصف (نصف حجمها).
11. خذ المتبقي، ثم ضعه في طبق تبخير لغرض تبخير بقية الماء الزائد، وتجنب التسخين الشديد الى ان تظهر بلورات بيضاء شفافة من كبريتات الامونيوم (السماد الحامضي).

بطاقة التمـــارين

اسم التمرين: تحضير السماد الكيمياوي (كبريتات الامونيوم)

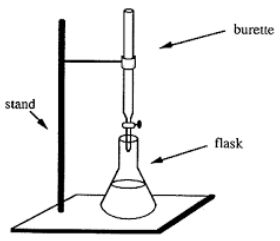
أولا: الأهداف التعليمية

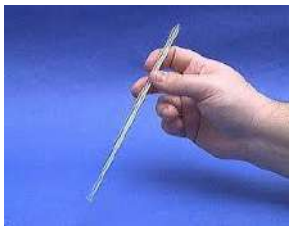
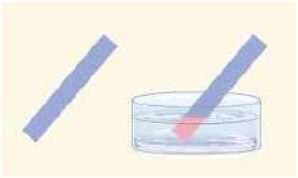
بعد الانتهاء من إجراء التجربة يكون الطالب قادراً على تحضير السماد الكيمياوي من تفاعل الامونيا مع حامض الكبريتيك المخفف مختبرياً ودراسة خواصه.

ثانيا: التسهيلات التعليمية (مواد، أدوات، اجهزة)

دورق مخروطي سعة (300 ml)، كأس زجاجية سعة (100 ml)، سحاحة حجم (100 ml)، ساعد زجاجي، كأس زجاجية سعة (300 ml)، طبق تبخير، حمام مائي، ورق عباد الشمس (الازرق)، محلول الامونيا بتركيز 25%، حامض الكبريتيك، ماء مقطر، مخبار مدرج.

ثالثا: خطوات العمل (النقاط الحاكمة، معيار الأداء، الرسومات)

ت	خطوات العمل مع النقاط الحاكمة	الرسومات
1	ارتد بدلة العمل ثم اغسل الادوات المطلوبة.	 
2	خذ (25 ml) من محلول الامونيا بمخبار مدرج، ثم ضعه في دورق مخروطي سعة (300 ml).	
3	حضر (100 ml) من محلول حامض الكبريتيك بتركيز 50%.	
4	املأ السحاحة بحامض الكبريتيك المحضر.	
5	ابدأ بعملية التسحيح وذلك باضافة الحامض من السحاحة الى الامونيا في الدورق المخروطي على شكل دفعات (1 ml) لكل دفعة مع الرج والتحريك.	

6	اختبر المحلول في الدورق بعد الاضافة بواسطة ورق عباد الشمس، وذلك بغمر الساعد الزجاجي في الدورق واخذ قطرة من المحلول لغرض الاختبار، فإذا لم يتغير اللون، استمر بعملية التسحيح.	
7	استمر بعملية التسحيح، واستمر بعملية الاختبار، وتوقف عن عملية التسحيح عند تحول لون ورقة عباد الشمس الزرقاء الى اللون الاحمر.	
8	سجل حجم الحامض النازل من السحاحة.	
9	خذ الدورق المخروطي بما يحتويه بعد انتهاء عملية التسحيح ثم ضعها في كأس زجاجية سعة (300 ml) وسخنها في حمام مائي عند درجة 50 °C لغرض تبخير المحلول الى نصف الحجم.	
10	خذ المتبقي، ثم ضعه في طبق تبخير لغرض تبخير بقية الماء الزائد، وتجنب التسخين الشديد الى ان تظهر بلورات بيضاء شفافة من كبريتات الامونيوم (السماد الحامضي).	

الاسئلة

1. ما السماد الكيمياوي؟ وما تركيبه؟
2. ما الغاية من استعمال السماد للنباتات؟ وما العنصر المفيد فيه؟
3. ما التأثير المائي لسماد كبريتات الامونيوم على التربة؟
4. لماذا لا يستعمل دليل الفينولفثالين او المثيل الاحمر كدليل في عملية التسحيح؟
5. لماذا نتجنب التسخين الشديد في عملية التبخير؟
6. لماذا يفضل استعمال كبريتات الامونيوم في التربة الغنية بالكاربونات؟

5-3 تجربة تحضير الفينول فورمالديهايد

الهدف من التجربة:

بعد الانتهاء من إجراء التجربة يكون الطالب قادراً على تحضير الفينول فورمالديهايد (البكلايت) مختبرياً.

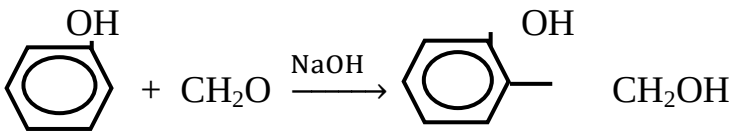
نظرية التجربة

يعد الفينول فورمالديهايد (البكلايت) من اقدم الراتنجات المستعملة تاريخيا. حيث تحضر من تفاعل الفينول مع الفورمالديهايد ليعطي مركبات كثيفة والوسط المستعمل للتحضير، اما حامض او قاعدة، ويستعمل هذا البوليمر في كثير من الصناعات حيث يمتاز بمقاومة حرارية وعزل كهربائي جيدين.

وتسمى هذه البوليمرات بالبكلايت وتمتاز بالصلابة، والقساوة، كما انها سهلة التشكيل في قوالب، ولا تتأثر بالاحماض والقواعد وتستعمل في صناعة اجسام الراديو، والتلفاز، وبطاريات السيارات، ومفاتيح الكهرباء، وبعض قطع السيارات.

يحضر الفينول فورمالديهايد من تفاعل الفينول مع الفورمالديهايد في وسط حامضي، او قاعدي على مرحلتين الاولى يتكون البوليمر ذو الوزن الجزيئي المنخفض، ويمكن صهره، او اذابته، ويتم في المرحلة الثانية معالجة البوليمر.

ويتفاعل الفينول مع الفورمالديهايد بوجود قاعدة كعامل محفز معطياً مجموعة من البوليمرات تسمى البكلايت (الباغة).



فينول فورمالديهايد فينول فورمالديهايد

الادوات والاجهزة المستعملة

دورق كروي سعة (500 ml)	كأس زجاجية سعة (200 ml) عدد 2	مجفف كهربائي
مخبار مدرج	حامل حديدي	حامل ثلاثي
ملعقة وزن	حمام مائي	شبكة اسبستوس
انابيب اختبار عدد 2	مكثف عاكس	مصباح بنزن
ميزان حساس		

المواد المستعملة

الفينول	فورمالديهايد	هيدروكسيد الصوديوم	ماء مقطر

طريقة العمل

1. زن (25 g) من الفينول في ميزان حساس في كأس زجاجية ثم ضعه في دورق كروي حجم (500 ml).
2. خذ (50 ml) من محلول فورمالديهايد بواسطة المخبار المدرج، ثم ضعه في الدورق الكروي اعلاه.
3. اضف (3 ml) من محلول هيدروكسيد الصوديوم بتركيز 40% الى محتويات الدورق.
4. ركب مكثف ارجاع على الدورق الكروي، ثم سخن المحتويات بهدوء في حمام مائي عند درجة حرارة ما بين °C (80-90) الى ان يتحول المحلول الى اللون الاحمر تدريجيا وبمرور الزمن يزداد قوام المحلول.
5. استمر بعملية التسخين لمدة تتراوح ما بين (60-75) دقيقة تسخينا هادئا الى درجة °C 65، ثم ابعد الدورق عن الحمام المائي واسكب محتويات الدورق بسرعة في انابيب اختبار جافة.
6. ضع الانابيب في المجفف الكهربائي عند درجة حرارة °C 50 ولمدة ساعة.
7. ارفع درجة الحرارة الى °C 60، او ابقيها في المجفف الكهربائي لمدة اربع ساعات، سوف يتم الحصول على الفينول فورمالديهايد (البكلايت) (الباغة).

بطاقة التمـــارين

اسم التمرين: تحضير الفينول فورمالديهايد

أولا: الأهداف التعليمية

بعد الانتهاء من إجراء التجربة يكون الطالب قادراً على تحضير الفينول فورمالديهايد (الباغة) مختبرياً.

ثانيا: التسهيلات التعليمية (مواد، أدوات، أجهزة)

دورق كروي سعة 500 ml، مخبار مدرج، كأس زجاجية سعة (200 ml) عدد 2، انابيب اختبار عدد 2، ملعقة وزن، ميزان حساس، مكثف عاكس، حمام مائي، حامل حديدي، مجفف كهربائي، حامل ثلاثي، شبكة اسبستوس، مصباح بنزن، الفينول، فورمالديهايد، هيدروكسيد الصوديوم، ماء مقطر.

ثالثا: خطوات العمل (النقاط الحاكمة، معيار الأداء، الرسومات)

ت	خطوات العمل مع النقاط الحاكمة	الرسومات
1	ارتد بدلة العمل، ثم اغسل الادوات المطلوبة.	
2	زن (25 g) من الفينول في كأس زجاجية ثم ضفه في دورق كروي سعة (500 ml).	
3	خذ (50 ml) محلول فورمالديهايد، ثم ضعه في الدورق الكروي اعلاه.	
4	اضف (3 ml) من محلول هيدروكسيد الصوديوم بتركيز 40% الى محتويات الدورق اعلاه.	
5	ركب مكثف ارجاع على الدورق الكروي، ثم سخن بهدوء في حمام مائي الى درجة °C (80-90) الى ان يتحول الى اللون الاحمر (الماروني) تدريجيا مع ازدياد قوام المحلول.	
6	استمر بعملية التسخين لمدة تتراوح ما بين (60-75) دقيقة تسخينا هادئاً الى درجة °C 65، ثم ابعد الدورق عن الحمام المائي، واسكب محتويات الدورق بسرعة في انابيب اختبار جافة.	

7	ضع الانابيب في المجفف الكهربائي لمدة ساعة عند درجة حرارة 50 °C.	
8	ارفع درجة الحرارة الى 60 °C، وابقيها في المجفف الكهربائي لمدة اربع ساعات سوف يتم الحصول على البكلايت (الباغة).	

الاسئلة

1. ما الفينول فورمالديهايد؟ وما تصنيفه كمركب عضوي؟
2. ما سلوك القاعدة في تحضير الفورمالديهايد؟
3. اذكر الخواص الفيزياوية للفينول فورمالديهايد.
4. ما استخدامات الفينول فورمالديهايد في الصناعات البتروكيمياوية؟
5. اشرح ميكانيكية التفاعل الوارد في التجربة.

6-3 تجربة تحضير خلات السليلوز

الهدف من التجربة:

بعد الانتهاء من إجراء التجربة يكون الطالب قادراً على تحضير خلات السليلوز مختبرياً.

نظرية التجربة

خلات السليلوز مادة بوليمرية بشكل عجينة، او قطع تشكل على هيئة خيوط، وتذوب بشكل جيد في كل من الاسيتون والكلوروفورم، ولكنها لا تذوب في الماء والكحول.

تعد خلات السليلوز من مشتقات السليلوز المهمة التي تدخل في صناعات مختلفة مثل صناعة الخيوط، والالياف، والاقلام الشفافة، او كمادة اساسية للصناعات البلاستيكية المختلفة.

وتمثل خلات السليلوز إحدى استرات السليلوز الناتجة من عملية الاسترة، وذلك بتأثير حامض الخليك الاعتيادي، وحامض الخليك الثلجي على السليلوز بوجود حامض معدني مثل حامض الكبريتيك.

يعد السليلوز من المركبات الكاربوهايدراتية متعددة السكر، ويتكون من بوليمر ضخم للكلوكوز. ان المصدر الطبيعي للسليلوز هو الياف المواد الخشبية، كما انه يوجد في قشور بعض ثمار الفواكه، والصيغة الكيمياوية له هي $(C_6H_{10}O_5)_n$ ولا يذوب في الماء او الايثر او الكحول. ان خلات السليلوز مادة صناعية مهمة تستعمل في صناعة البلاستك، وفي صناعة الرايون (الحرير الصناعي)، وفي صناعة الوارنيشات(الاصباغ).

ومن مميزات خلات السليلوز التي تجعلها في الصناعة هي:

1. المتانة.
2. تأخذ شكل الاناء الذي يوضع فيه.
3. مقاومة للضوء، وتتأثر بالحرارة.
4. مادة شفافة.
5. عدم قابليتها للذوبان في الماء، لكنها تذوب بصورة قليلة في المذيبات العضوية.

انواع السليلوز

يمكن تقسيم السليلوز تبعا لذوبانه في محلول هيدروكسيد الصوديوم تركيز 18% على ثلاثة اقسام:

1. الفا سليلوز: وهو النوع الذي لا يذوب في محلول هيدروكسيد الصوديوم تركيز 18%.
2. بيتا سليلوز: وهو النوع الذي يذوب في محلول هيدروكسيد الصوديوم تركيز 18%.
3. جاما سليلوز: وهو النوع الذي يذوب في محلول هيدروكسيد الصوديوم تركيز 18%، ولكنه لا يترسب عند تحميض المحلول.

ويتم تحضير خلات السليلوز بتفاعل السليلوز مع حامض الخليك بوجود حامض الكبريتيك المركز وفقا للمعادلة الآتية:

$$\underset{\text{سليلوز}}{[C_6H7O_2.(OH)_3]x} + \underset{\text{حامض الخليك}}{3CH_3COOH} \xrightarrow{H_2SO_4} \underset{\text{خلات السليلوز}}{[C_6H_7O_2.(CO_2CH_3)_3]x} + \underset{\text{حامض الخليك}}{3CH3COOH}$$

الادوات والاجهزة المستعملة

كأس زجاجية سعة (300 ml)	حامل حديدي	دورق مخروطي
شبكة اسبستوس	ميزان حساس	مصباح بنزن
قضيب زجاجي	ماصة	مخبار مدرج
زجاجة ساعة	ملعقة وزن	كأس زجاجية سعة (1 L)
قمع ترشيح	ورق ترشيح	

المواد المستعملة

حامض الخليك الاعتيادي	حامض الكبريتيك المركز	سليلوز (ورق ترشيح، الياف قطن)
حامض الخليك الثلجي	ماء مقطر	بيروكسيد الهيدروجين (H_2O_2)

طريقة العمل

1. خذ (10 ml) من حامض الخليك الاعتيادي، ثم ضعه في كأس زجاجية سعة (300 ml).
2. خذ (10 ml) من حامض الخليك الثلجي، ثم اضفه الى حامض الخليك الاعتيادي، واخلط المزيج جيدا، ثم اضف اليه (3 ml) من حامض الكبريتيك المركز، وعند اضافة حامض الكبريتيك يتحول حامض الخليك الاعتيادي والثلجي الى انهدريد حامض الخليك اي جزيئتين من هذا الحامض مسحوب منها جزيئة ماء وفقا للمعادلة الآتية:

$$\underset{\text{حامض الخليك الاعتيادي}}{CH_3COOH} + \underset{\text{حامض الخليك الثلجي}}{CH_3COOH} \xrightarrow{H_2SO_4} \underset{\text{انهدريد}}{(CH_3CO)_2O} + H_2O$$

3. زن (2 g) من ورق الترشيح المقطع، او الياف القطن، ثم ضعها في المزيج اعلاه بحيث تكون جميع الاجزاء الصغيرة مغمورة في خليط الحامض.
4. ابدأ بتسخين محتويات الكأس في حمام مائي بدرجة الغليان، ثم ضع زجاجة ساعة على فوهة الكأس، وذلك لمنع دخول بخار الماء، او خروج ابخرة حامض الخليك.
5. اترك الكأس في الحمام المائي لمدة 15 دقيقة مع التحريك المستمر بين مدة واخرى بواسطة القضيب الزجاجي الى ان نتأكد من اذابة جميع القطع الصغيرة اذابة كاملة في خليط الحامض.
6. انقل محتويات الكأس الى كأس زجاجية سعة (1 L) يحتوي على (600 ml) من الماء البارد.
7. رشح خلات السليلوز، واغسل الراسب جيدا بالماء المقطر البارد للتخلص من حامض الخليك الزائد.
8. اذا كانت خلات السليلوز الناتجة غير بيضاء، فاغسلها بمحلول مخفف من فوق اوكسيد الهيدروجين H_2O_2 (مادة قاصرة).
9. اترك الناتج على ورقة الترشيح، ثم اطويها، وضعها في زجاجة ساعة حتى الجفاف.

بطاقة التمـــارين

اسم التمرين: تحضير خلات السليلوز

أولا: الأهداف التعليمية

بعد الانتهاء من إجراء التجربة يكون الطالب قادراً على تحضير خلات السليلوز مختبرياً.

ثانيا: التسهيلات التعليمية (مواد، أدوات، أجهزة)

كأس زجاجية سعة (300 ml)، قضيب زجاجي، زجاجة ساعة، حامل حديدي، دورق مخروطي، ماصة، ملعقة وزن، ميزان حساس، مخبار مدرج، كأس زجاجية سعة (1 L)، قمع ترشيح، ورق ترشيح، مصباح بنزن، شبكة اسبستوس، حامض الخليك الاعتيادي، حامض الخليك الثلجي، حامض الكبريتيك المركز، سليلوز (ورق ترشيح، الياف قطن) ماء مقطر، فوق اوكسيد الهيدروجين.

ثالثا: خطوات العمل (النقاط الحاكمة ، معيار الأداء ، الرسومات)

ت	خطوات العمل مع النقاط الحاكمة	الرسومات
1	ارتد بدلة العمل، ثم اغسل الادوات المطلوبة.	
2	خذ (10 ml) من حامض الخليك الاعتيادي، ثم ضعه في كأس زجاجي سعة (300 ml).	
3	خذ (10 ml) من حامض الخليك الثلجي، ثم ضعه في الكأس اعلاه واخلط المزيج.	
4	خذ بالماصة (3 ml) من حامض الكبريتيك، ثم اضفه الى المزيج.	
5	خذ (2 g) من ورق الترشيح المقطع، ثم ضعها في المزيج اعلاه على ان تكون جميع الاجزاء الصغيرة مغمورة في خليط الحامض.	

6	ضع محتويات الكأس على حمام مائي، وابدأ بعملية التسخين بدرجة الغليان، ثم ضع زجاجة ساعة على فوهة الكأس.	
7	اترك الكأس في الحمام المائي، لمدة 15 دقيقة مع التحريك المستمر بين مدة واخرى الى ان نتأكد من اذابة جميع القطع الصغيرة في خليط الحامض.	
8	انقل محتويات الكأس الى كأس زجاجية سعة (1 L)، وضع فيه (600 ml) من الماء البارد.	
9	رشح خلات السليلوز، واغسل الراسب جيدا بالماء المقطر البارد للتخلص من حامض الخليك.	
10	اما اذا كانت خلات السليلوز الناتجة غير بيضاء فاغسلها بمحلول مخفف من فوق اوكسيد الهيدروجين H_2O_2 (مادة قاصرة).	
11	اترك الناتج على ورقة الترشيح، ثم اطويها، وضعها في زجاجة ساعة حتى الجفاف.	

الاسئلة

1. عرف السليلوز.
2. ما الحوامض المستعملة في تحضير خلات السليلوز؟
3. ما استعمالات خلات السليلوز؟
4. اكتب الرمز الكيميائي للسليلوز، واذكر انواعه.
5. عدد خواص السليلوز.
6. كيف يتم معالجة خلات السليلوز غير النقية .

7-3 تجربة تحضير خلات الاثيل

الهدف من التجربة:

بعد الانتهاء من إجراء التجربة يكون الطالب قادراً على تحضير خلات الاثيل مختبرياً بطريقة استرة حامض عضوي (حامض الخليك والكحول الاثيلي) باستعمال حامض الكبريتيك كعامل مساعد.

نظرية التجربة

خلات الاثيل (ايثانوات الاثيل) هي مركب عضوي استري سائل عديم اللون، وقابل للاشتعال ذو رائحة شبيهة برائحة الفواكه، صيغته الكيمياوية ($CH_3COOC_2H_5$) ووزنه الجزيئي 88.11 وكثافته $0.898\ g/cm^3$ درجة انصهاره (-83 °C) بينما درجة غليانه (77 °C).

يتفكك ببطء عند وجود الرطوبة، وهو قابل لأمتصاص الماء، والذوبان فيه، وكذلك يذوب في الكحول، والاسيتون، والكلوروفورم، والايثر، ويجب حفظه في مكان بارد، وجاف بعيداً عن الحرارة، ومصادر اللهب. ان التعرض الشديد له يسبب حرقة في العيون، والانف، والحنجرة، وتخدير في الجسم، والتهاب في الجلد. يدخل في صناعة المنكهات، والعطور، والدهانات، والجلد الصناعي، وغيرها. ويتم تحضير خلات الاثيل صناعياً من تفاعل الايثانول، وحامض الخليك.

يتم الحصول على الاسترات بواسطة التكثيف الراجع لحامض كربوكسيلي مع كحول مناسب بوجود حامض قوي (H_2SO_4) كعامل مساعد وفقا للمعادلات الآتية:

$$\underset{\text{حامض كاربوكسيلي}}{R\text{-}COOH} + \underset{\text{الكحول}}{R\text{-}OH} \xrightarrow{H+} \underset{\text{استر}}{R\text{-}\overset{\overset{O}{\|}}{C}\text{-}R} + H_2O$$

$$\underset{\text{حامض الخليك}}{CH_3COOH} + \underset{\text{ايثانول}}{C_2H_5OH} \xrightarrow{H_2SO_4} \underset{\text{خلات الاثيل}}{CH_3COOC_2H_5} + \underset{\text{ماء}}{H_2O}$$

الادوات والاجهزة المستعملة

دورق كروي مقعر حجم (500 ml)	قمع فصل حجم (250 ml)	مخبار مدرج حجم (200 ml)
كأس زجاجية سعة (200 ml)	مكثف زجاجي	جهاز تقطير
دورق استقبال حجم (250 ml)	محرار	مصدر تبريد (حوض مائي)
حمام مائي		

المواد المستعملة

كحول اثيلي (CH_3CH_2OH)	كاربونات الصوديوم (Na_2CO_3).	حامض الكبريتيك المركز (H_2SO_4)
حامض الخليك الثلجي (CH_3COOH)	كلوريد الكالسيوم اللامائي ($CaCl_2$)	ماء مقطر

طريقة العمل

هنالك طريقتان لتحضير خلات الاثيل:

الطريقة الاولى:

1. خذ (50 ml) من الكحول الاثيلي، ثم ضعه في دورق كروي مقعر سعة (500 ml).
2. خذ (50 ml) من حامض الخليك الثلجي بشكل دقيق، ثم ضعه في الدورق الكروي اعلاه وامزجها جيداً بتحريك الدورق يدوياً.
3. خذ (10 ml) من حامض الكبريتيك المركز، ثم اضفه ببطء على شكل دفعات مع التبريد، والرج الى مزيج الدورق الكروي في الخطوة رقم (2).
4. استمر بعملية الرج والخلط، وتأكد انها اصبحت متجانسة، ثم سخن لمدة عشر دقائق لاتمام عملية التفاعل.
5. اربط مكثف مناسب على الدورق الكروي، وقم بعملية التقطير لثلثي الخليط.
6. انقل ناتج التقطير الى قمع فصل، ثم اضف اليه (25 ml) من محلول كاربونات الصوديوم بتركيز 30% وضع سدادة القمع، ثم ابدأ بالرج تحت ماء الصنبور من وقت لآخر.
7. علق قمع الفصل، ثم ارفع الغطاء للسماح للطبقتين بالانفصال الى طبقة عليا (عضوية)، وطبقة سفلى (مائية)، ثم تخلص من الطبقة المائية بإزالتها من قمع الفصل ثم اغلق فتحة القمع.
8. اضف (5 ml) من محلول مشبع من كلوريد الكالسيوم الى قمع الفصل، ورج القمع مرة ثانية، ثم اغلق سداد القمع، وعلقه مرة اخرى.
9. قم بإزالة الطبقة المائية المتكونة في القمع (الطبقة السفلى).
10. صب خلات الاثيل (الطبقة العضوية) في كأس زجاجية سعة (300 ml)، ثم اضف اليها (2-1 g) من كلوريد الكالسيوم اللامائي الصلب، وامزجه جيداً.
11. انقل محتويات الكأس الى الدورق الكروي المقعر.
12. اربط جهاز تقطير على الدورق الكروي وقم بعملية التقطير، ثم اجمع الناتج النهائي عند درجة حرارة تتراوح بين (74-79 °C).
13. احسب حجم خلات الاثيل الناتجة.

الطريقة الثانية:

1. خذ انبوبة اختبار فارغة، نظيفة وجافة.
2. اضف (5 ml) من حامض الخليك الى الانبوبة.
3. خذ (5 ml) من الكحول الاثيلي، ثم ضعه في الانبوبة فوق حامض الخليك.
4. ضع المزيج في كأس زجاجية سعة (100 ml)، وامزجه جيداً.
5. اضف (3 ml) من حامض الكبريتيك المركز الى الكأس فوق المزيج.
6. سخن المزيج فوق حمام مائي لمدة خمس دقائق لاكمال التفاعل.
7. برّد المحلول، ثم صب المحتويات في كأس زجاجية يحتوي على (20 ml) من محلول بيكاربونات الصوديوم بتركيز 10%.
8. لاحظ تصاعد ابخرة خلات الاثيل ذات الرائحة العطرية المميزة.

$$\underset{\text{حامض الخليك}}{CH_3COOH} + \underset{\text{الكحول الاثيلي}}{CH_3CH_2\text{-}OH} \xrightarrow{H_2SO_4} \underset{\text{خلات الاثيل}}{CH_3COOC_2H_5} + H_2O$$

تعد الطريقة الثانية طريقة تحضير مختبرية سهلة، وادواتها متوافرة حيث يمكن الحصول على خلات الاثيل، ولكن لا يمكن جمع المادة الناتجة، بل يمكن الاستدلال عليها من خلال سير التفاعل، ونواتج المواد المتفاعلة، ويمكن الاعتماد عليها في حالة عدم توافر المستلزمات في الطريقة الاولى.

بطاقة التمـــارين

اسم التمرين: تحضير خلات الاثيل

أولا: الأهداف التعليمية

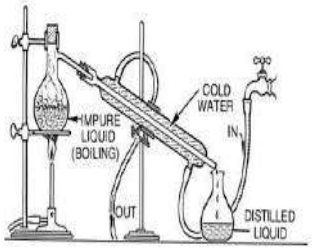
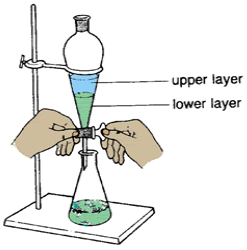
بعد الانتهاء من إجراء التجربة يكون الطالب قادراً على تحضير خلات الاثيل مختبرياً.

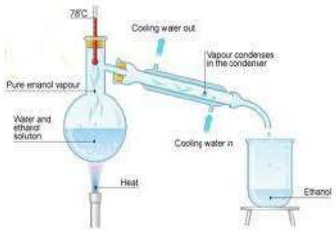
ثانيا: التسهيلات التعليمية (مواد، أدوات، أجهزة)

دورق كروي مقعر(500ml)، كأس زجاجية سعة (200 ml)، دورق استقبال سعة (250 ml)، قمع فصل سعة (250 ml)، مكثف زجاجي، محرار، مخبار مدرج، مصدر حراري، حمام مائي، جهاز تقطير، كحول اثيلي، حامض الخليك الثلجي، ماء مقطر، كاربونات الصوديوم، كلوريد الكالسيوم اللامائي، حامض الكبريتيك المركز.

ثالثا: خطوات العمل (النقاط الحاكمة، معيار الأداء، الرسومات)

ت	خطوات العمل مع النقاط الحاكمة	الرسومات
1	ارتد بدلة العمل، ثم اغسل الادوات المطلوبة، وحضر المواد المطلوبة.	 
2	خذ (50 ml) من الكحول الاثيلي، ثم ضعه في دورق كروي سعة (500 ml)، ثم خذ (50 ml) من حامض الخليك الثلجي، ثم ضعه في الدورق الكروي فوق الكحول الاثيلي، وامزجهما جيداً حتى يصبحا مزيجاً متجانساً.	
3	خذ (10 ml) من حامض الكبريتيك المركز، ثم ضعه ببطء على شكل دفعات مع التبريد، والرج على المزيج الموجود في الدورق الكروي.	
4	استمر بعملية الرج، والخلط، وتأكد من تجانسها.	

5	سخن لمدة عشر دقائق لاتمام عملية التفاعل.	
6	اربط مكثف مناسب على الدورق الكروي وقم بعملية التقطير البسيط لثلثي الخليط.	
7	انقل ناتج التقطير الى قمع فصل، ثم اضف اليه (25 ml) من محلول كاربونات الصوديوم بتركيز 30%.	
8	علق قمع الفصل، ثم ارفع الغطاء للسماح للطبقتين بالانفصال الى طبقة عليا (عضوية)، وطبقة سفلى (مائية).	
9	اضف (5 ml) محلول مشبع من كلوريد الكالسيوم الى قمع الفصل ورج القمع مرة ثانية، ثم اغلق سداد القمع، وعلقه مرة اخرى.	
10	صب خلات الاثيل (الطبقة العضوية) في كأس زجاجية سعة (300 ml)، ثم اضف اليه (1-2 g) من كلوريد الكالسيوم اللامائي الصلب، وامزجه جيداً.	

11	انقل محتويات الكأس الى الدورق الكروي المقعر.	
12	اربط جهاز تقطير على الدورق الكروي وقم بعملية التقطير، ثم اجمع الناتج النهائي عند درجة حرارة تتراوح بين (74-79 °C).	
13	احسب حجم خلات الاثيل الناتجة.	

الاسئلة

1. لماذا يستخدم حامض الكبريتيك المركز؟ وما دوره في التفاعل؟
2. لماذا يضاف حامض الكبريتيك المركز ببطء؟ ولماذا يجب ان نبرد عند الاضافة؟
3. ما اهمية كلوريد الكالسيوم اللامائي؟
4. ما الغاية من اضافة كاربونات الصوديوم؟
5. ما الخواص الفيزياوية لخلات الاثيل؟
6. ما أبرز المجالات الصناعية التي تستعمل فيها خلات الاثيل؟
7. هنالك طريقتين لتحضير خلات الاثيل، ما هي الطريقة الافضل للتحضير ؟ وما السبب ؟

8-3 تجربة تحضير الاسيتالديهايد

الهدف من التجربة:

بعد الانتهاء من إجراء التجربة يكون الطالب قادراً على تحضير الاسيتالديهايد مختبرياً عن طريق أكسدة الكحول الاثيلي بإضافة ثاني كرومات البوتاسيوم المحمضة.

نظرية التجربة

الاسيتالديهايد هو الديهايد مشبع ذو رائحة خانقة، وتركيبه الكيمياوي CH_3CHO، وهو سائل عديم اللون سريع الاشتعال له رائحة الفواكه، ويوجد في الطبيعة في الفواكه الناضجة، والقهوة، سام جداً لدرجة انه يعد من العوامل الاساسية لتلف الكبد (اكثر من الكحول لأن الكحول يتحول الى اسيتالديهايد في الكبد بواسطة انزيم خاص بذلك)، وهو مسبب للسرطان، ويتواجد في الدخان الناتج من حرق السكاير، وفي عوادم السيارات، والاسيتالديهايد كسائل اخف وزناً من الماء وابخرته اثقل من الهواء، وقابل للذوبان في الماء، والكحول، والايثر، والاسيتون، والبنزين.

وزنه الجزيئي 44، وكثافته 0.788، g/cm^3 ودرجة غليانه (20-21 °C) أما استعمالاته فهو يعد وسيطاً لتحضير كيمياويات اخرى، مثل حامض الخليك، ويدخل في صناعة المواد العطرية، وبعض الاصباغ القاعدية، وكمذيب في صناعة المطاط، ودباغة الجلود، ومذيب في صناعة الورق، وكذلك يستعمل كمادة حافظة للسمك والفواكه، ومن مساوئ الاسيتالديهايد يمكن ان يسبب تهيج الاغشية المخاطية، والالتهاب الرئوي، والصداع، وفقدان الوعي.

ويحضر الاسيتالديهايد من اكسدة الكحول الاثيلي بوجود ثاني كرومات البوتاسيوم المحمضة بواسطة حامض الكبريتيك المركز كما في المعادلة الاتية :

$$3CH_3CH_2OH + K_2Cr_2O_7 + 4H_2SO_4 \longrightarrow 3CH_3CHO + K_2SO_4 + Cr_2(SO_4)_3 + 7H_2$$

كحول اثيلي — ثاني كرومات البوتاسيوم — حامض الكبريتيك — الاسيتالديهايد — كبريتات البوتاسيوم — كبريتات الكروم — ماء

الادوات والاجهزة المستعملة

كأس زجاجية سعة (300 ml)	مخبار مدرج	حمام مائي
قضيب زجاجي	ميزان حساس	كأس زجاجية سعة (200 ml)

المواد المستعملة

ثاني كرومات البوتاسيوم $K_2Cr_2O_7$	حامض الكبريتيك المركز	الكحول الاثيلي	ماء مقطر

طريقة العمل

1. زن (10 g) من ثاني كرومات البوتاسيوم في ميزان حساس، ثم ضعها في كأس زجاجية سعة (300 ml).
2. اضف (100 ml) من الماء المقطر الى الكأس اعلاه، وذوب بقضيب زجاجية لتحصل على محلول ثاني كرومات البوتاسيوم متوسط القوة بعد اتمام الذوبان.
3. خذ (20 ml) من المحلول (متوسط القوة) لثاني كرومات البوتاسيوم، ثم ضعه في كأس زجاجيه سعة (200 ml) نظيف وجاف.
4. اضف (2 ml) من حامض الكبريتيك المركز الى الكأس اعلاه لغرض تحميض الكرومات، ستلاحظ ارتفاع درجة حرارة الكأس.
5. برّد المزيج تحت ماء الصنبور (الحنفية).
6. اضف (2 ml) من الكحول الاثيلي الى المزيج، ورج المحتويات جيداً.
7. سخن تسخيناً هيناً بحمام مائي بحذر، ولاحظ تصاعد رائحة الاسيتالديهايد المميزة النفاذة.

بطاقة التمـــارين

اسم التمرين: تحضير الاسيتالديهايد

اولا: الأهداف التعليمية

بعد الانتهاء من إجراء التجربة يكون الطالب قادراً على تحضير الاسيتالديهايد مختبرياً.

ثانيا: التسهيلات التعليمية (مواد، أدوات، أجهزة)

كأس زجاجية سعة (300 ml)، قضيب زجاجي، مخبار مدرج، ميزان حساس، كأس زجاجية سعة (200 ml)، حمام مائي، ثاني كرومات البوتاسيوم، حامض الكبريتيك، الكحول الاثيلي، ماء مقطر.

ثالثا: خطوات العمل (النقاط الحاكمة، معيار الأداء، الرسومات)

ت	خطوات العمل مع النقاط الحاكمة	الرسومات
1	ارتد بدلة العمل، ثم اغسل الادوات المطلوبة، وحضّر المواد المطلوبة.	 
2	زن (10 g) من ثاني كرومات البوتاسيوم في ميزان حساس ثم ضعها في كأس زجاجية سعة (300 ml).	
3	اضف (100 ml) من الماء المقطر الى الكأس اعلاه، وذوبها لنحصل على محلول متوسط القوة.	
4	خذ (20 ml) من محلول متوسط القوة لثاني كرومات البوتاسيوم، ثم ضعه في كأس زجاجية سعة (200 ml).	
5	اضف (2 ml) من حامض الكبريتيك اليه لغرض التحميض.	

6	برّد المزيج تحت ماء الصنبور، او داخل وعاء يحتوي على الثلج.	
7	اضف (2 ml) من الكحول الاثيلي الى المزيج اعلاه ورج المحتويات جيداً.	
8	سخن تسخيناً هيناً بحمام مائي، او مسخن كهربائي، ولاحظ تصاعد رائحة الاسيتالديهايد المميزة النفاذة.	

الاسئلة

1. ما الاستعمالات الصناعية لمادة الاسيتالدهايد؟
2. ما الخواص الفيزياوية للاسيتالدهايد؟
3. لماذا يضاف حامض الكبريتيك؟ وما دوره في التفاعل؟
4. ما دور ثاني كرومات البوتاسيوم في التفاعل؟
5. ماذا يصنف الاسيتالديهايد ضمن مجاميع المركبات العضوية ؟ وما رمز المجموعة التي ينتمي اليها؟
6. ما نوع التفاعل لمادة الاستيلديهايد؟ وما اضراره على الصحة العامة للانسان؟

9-3 تجربة تحضير خلات الفنيل (الغرى) بولي فنيل استيت (PVA)

الهدف من التجربة:

بعد الانتهاء من إجراء التجربة يكون الطالب قادراً على تحضير خلات الفنيل (الغرى) مختبرياً.

نظرية التجربة

خلات الفنيل مركب عضوي ينتمي لفصيلة الاسترات الكاربوكسيلية، صيغته الكيمياوية $C_4H_6O_2$، وهو سائل عديم اللون، وسريع التبخر في الهواء، وتعد خلات الفنيل مونومر في بنية بولي خلات الفنيل.

تستعمل خلات الفنيل الاحادية كمونومر لتصنيع مجموعة واسعة من المنتجات التي تستهلك خلات البولي فنيل المستعملة بشكل واسع في صناعة المواد الصمغية اللاصقة، وهو قابل للذوبان في خلات الاثيل والكحول الاثيلي ووزنه الجزيئي 86.1 ودرجة انصهاره (-93°C) ودرجة غليانه (72°C) وكثافته $0.943\ g/cm^3$.

ان الطريقة الصناعية التقليدية لإنتاج خلات الفينيل تتضمن تفاعل الاستيلين مع حامض الخليك وفقا للمعادلة الآتية:

$$\underset{\text{الاستيلين}}{C_2H_2} + \underset{\text{حامض الخليك}}{CH_3COOH} \longrightarrow \underset{\text{خلات الفينيل}}{CH_3COOCHCH_2}$$

الادوات والاجهزة المستعملة

انبوبة اختبار	قمع زجاجي	قضيب زجاجي
مخبار مدرج	ورق ترشيح	كأس زجاجية سعة (100 ml)
ماصة	دورق استقبال	دورق غليان
مكرسكوب	حمام مائي	

المواد المستعملة

حامض الخليك الثلجي	خلات الصوديوم	سكر (الكلوكوز، الفركتوز، المالتوز)
محلول الفنيل هيدرازين	مكرسكوب للتعرف على البلورات	

طريقة العمل

1. خذ انبوبة اختبار نظيفة، وجافة، ثم ضع فيها (5 ml) من محلول سكر احد الانواع (الكلوكوز، الفركتوز، المالتوز).
2. حمض السكر باضافة 10 قطرات من حامض الخليك الثلجي فوق السكر.
3. اضف 3 قطرات من محلول الفنيل هيدرازين الى الانبوبة.
4. اضف الى الخليط اعلاه كمية بسيطة من مسحوق خلات الصوديوم.
5. ضع الانبوبة في حمام مائي عند درجة حرارة 100 °C الى ان يغلي لمدة 5 دقائق مع الرج على فترات.
6. برّد المزيج، ثم رشح محتويات الانبوبة.
7. خذ الراسب الناتج (المستحصل عليه)، ثم ابدأ بتدفئة الراسب في حمام مائي لمدة 20 دقيقة في دورق غليان عند درجة 60 °C.
8. برد الراسب الناتج ثم افحص البلورات الناتجة (المتكونة)تحت المكرسكوب، ثم قارنها مع الصور القياسية للسكريات المختزلة مع مراعاة حساب الوقت اذي تكونت فيه، وفيما اذا تكونت على البارد او الساخن .

بطاقة التمـــارين

اسم التمرين : تحضير خلات الفنيل (الغرى)

أولا: الأهداف التعليمية

بعد الانتهاء من إجراء التجربة يكون الطالب قادراً على تحضير خلات الفنيل مختبرياً.

ثانيا: التسهيلات التعليمية (مواد، أدوات، أجهزة)

انبوبة اختبار، مخبار مدرج، ماصة، قمع زجاجي، ورق ترشيح، دورق استقبال، قضيب زجاجي، كأس زجاجية سعة (100 ml)، حمام مائي، دورق غليان، مكرسكوب، حامض خليك ثلجي، محلول الفنيل هيدرازين، خلات الصوديوم، سكر (الكلوكوز، الفركتوز، المالتوز) .

ثالثا: خطوات العمل (النقاط الحاكمة، معيار الأداء، الرسومات)

ت	خطوات العمل مع النقاط الحاكمة	الرسومات
1	ارتد بدلة العمل، ثم اغسل الادوات المطلوبة، وحضّر المواد المطلوبة.	 
2	خذ انبوبة اختبار نظيفة، ثم ضع فيها (5 ml) من محلول سكر الكلوكوز او الفركتوز او المالتوز.	
3	حمض السكر باضافة 10 قطرات من حامض الخليك الثلجي الى السكر.	
4	اضف 3 قطرات من محلول الفنيل هيدرازين الى الانبوبة.	
5	اضف الى الخليط اعلاه كمية بسيطة من مسحوق خلات الصوديوم.	
6	ضع الانبوبة في حمام مائي عند درجة حرارة 100 °C الى ان يغلي لمدة 5 دقائق مع الرج على فترات.	

7	برّد المزيج، ثم رشح محتويات الانبوبة.	
8	خذ الراسب الناتج (المستحصل عليه)، ثم ابدأ بتدفئته في حمام مائي لمدة 20 دقيقة في دورق غليان عند درجة 60 °C.	
9	برّد الراسب الناتج ببطء، ثم افحص البلورات المتكونة تحت المكرسكوب، وقارنها مع الصور القياسية للسكريات المختزلة مع مراعاة حساب الوقت الذي تكونت فيه، وفيما اذا تكونت على البارد او الساخن.	

الاسئلة

1. ما خلات الفنيل؟ والى اي مجموعة مركبات عضوية تنتمي؟
2. ما استعمالات خلات الفنيل في الصناعة؟
3. ما الخواص الفيزياوية لخلات الفنيل؟
4. وضح اهمية حامض الخليك الثلجي في التفاعل.
5. ما المواد التي تزيل مادة خلات الفنيل والتي تذوب فيها؟

10-3 تجربة تحضير الكلوروفورم

الهدف من التجربة:

بعد الانتهاء من إجراء التجربة يكون الطالب قادراً على تحضير مادة الكلوروفورم مختبرياً بسهولة، وذلك باستعمال الاسيتون ومادة هايبوكلورات الصوديوم (القاصر).

نظرية التجربة

الكلوروفورم او ثلاثي كلوروميثان هو مركب عضوي صيغته الكيمياوية $CHCl_3$ وهو سائل عديم اللون غير قابل للاشتعال سهل التطاير، وله رائحة مميزة، درجة غليانه (61 °C) ودرجة انصهاره تبلغ (-63 °C) اما كثافته فهي 1.48 g/cm^3 اي ان كثافته اكبر من كثافة الماء، لا يمتزج بالماء، ولكنه يتفكك بالاشعة فوق البنفسجية للضوء الساقط عليه حيث يكّون الفوسجين، وغاز الكلور، وكلوريد الهيدروجين، لذلك تضاف للعبوات التجارية مثبتات مثل الايثانول بتركيز (0.5-1%) لتجنب تشكيل غاز الفوسجين، ويحفظ الكلوروفورم في قناني داكنة اللون.

تسبب ابخرة الكلوروفورم فقدان الوعي، وتخفف الآلآم، وله تأثيرات سامة على القلب، والكبد، والاعضاء الداخلية، ويسبب غثيان، وتقيوء، واضطرابات كلوية، ولا يستعمل كمخدر في الوقت الحاضر؛ لأنه يؤثر بشكل مباشر على عضلة القلب، ولكنه يستعمل عندما يخلط بالايثر؛ لأن قوة التخدير للكلوروفورم اقوى من الايثر بثلاث مرات، فإذا كان التخدير عن طريق الانف تحدث مرحلة الشلل، وهي فقدان كل قوة العضلات، أما اذا كان التخدير عن طريق الفم؛ تتسع حدقة العين مع شعور بالارتياح الزائد، وفقدان الموازنة، وعدم التركيز، وتشنجات، واغماء، وربما الموت، ويستعمل الكلوروفورم كمذيب عضوي في صناعة المستحضرات الصيدلانية، والاصباغ، وفي انتاج المبيدات الحشرية، والصمغ.

يتم تصنيع الكلوروفورم من تفاعل الاسيتون مع هايبوكلورات الصوديوم وفقا للمعادلة الآتية:

$$\underset{\text{الاسيتون}}{CH_3COCH_3} + \underset{\text{هايبوكلورات الصوديوم}}{3NaOCl} \longrightarrow \underset{\text{كلوروفوم}}{CHCl_3} + \underset{\text{خلات الصوديوم}}{CH_3COONa} + \underset{\text{هيدروكسيد الصوديوم}}{2NaOH}$$

الادوات والاجهزة المستعملة

مخبار مدرج	مسخن كهربائي	حمام ثلجي
دورق زجاجي كروي	قمع فصل	كأس زجاجية سعة (200 ml).
ماصة	قمع ترشيح	كأس زجاجية سعة (1 L)
دورق استقبال	ورق ترشيح	حامل حديدي
جهاز تقطير		

المواد المستعملة

الاسيتون	هايبوكلورات الصوديوم	كلوريد الكالسيوم

طريقة العمل

هنالك طريقتان لتحضير الكلوروفورم:

الطريقة الاولى:

1. خذ (350 ml) من محلول هايبوكلورات الصوديوم (القاصر) بتركيز 12%، ثم ضعها في دورق زجاجي كروي.
2. خذ (25 ml) من الاسيتون، ثم اضفها الى الدورق على شكل دفعات (3-2 ml) لكل دفعة مع الرج، والتبريد، وبين كل دفعة واخرى مدة ثلاث دقائق.
3. استمر بعملية الاضافة، ويفضل ان يوضع الدورق في حمام ثلجي.
4. ضع الدورق مع المحتويات بعد الانتهاء من الاضافة على جهاز تقطير.
5. ضع في دورق الاستقبال لجهاز التقطير (1 ml) من الايثانول.
6. خذ ناتج التقطير، ثم قَطر مرة ثانية تحت البخار، واجمع المتقطر بدرجة 98 °C.
7. ضع الناتج المتقطر في قمع الفصل، ثم اسحب الطبقة السفلى.
8. ضع الطبقة السفلى في كأس زجاجية سعة (200 ml) ثم اضف اليه (3-2 g) من كلوريد الكالسيوم للتجفيف، ثم رشح المحلول.
9. خذ ناتج الترشيح، ثم ضعه في دورق تقطير مرة ثانية وقَطره عند درجة 62 °C.
10. احسب حجم ووزن وكثافة ناتج التقطير، حيث ان المادة الناتجة هي الكلوروفورم.

الطريقة الثانية:

1. خذ (750 ml) من مادة القاصر المستخدم في عملية التنظيف (هايبوكلورات الصوديوم)، ثم ضعها في كأس زجاجية سعة (1 L).
2. خذ (30 ml) من مادة الاسيتون (المستخدم في ازالة صبغ الاظافر).
3. ضع الكأس الزجاجيه في حمام ثلجي لغرض التبريد، ويفضل ان لا يزيد على 15 °C.
4. اضف الاسيتون على شكل دفعات (5 ml) لكل دفعة كل خمس دقائق، ثم حرك المزيج بلوح خشبي، او قطعة بلاستيكية.
5. بعد الانتهاء من الاضافة، اترك المزيج في ثلاجة لمدة (12-24) ساعة، وبعدها ستجد مادة الكلوروفورم قد تكونت على شكل قطرات، او بقع من الزيت.
6. انقل الاناء بما يحتويه الى قمع الفصل.
7. افصل الطبقة السفلى، ثم حدد حجم الكمية الناتجة على ان تكون ما بين (10-15 ml).
8. احذر من شمها؛ لأنها شديدة المفعول، وستجد لها رائحة مقبولة.

ملاحظات تحذيرية مهمة حول الكلوروفورم :

1. عدم ملامسة الكلوروفورم الجلد، او العين؛ لأنه يسبب حروقاً وتهيجاً.
2. ابخرته المركزة تؤدي الى تخدش اغشية الفم، والانف، ويسبب دواراً، وغثياناً.
3. له خصائص سلبية، وايجابية في الوقت نفسه، وخصوصاً في الصناعة الطبية.

بطاقة التمـــارين

اسم التمرين: تحضير الكلوروفورم

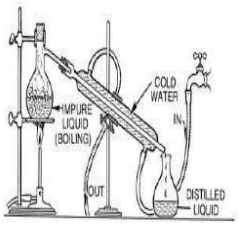
أولا: الأهداف التعليمية

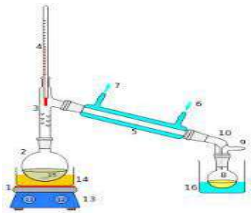
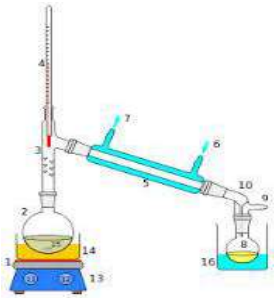
بعد الانتهاء من إجراء التجربة يكون الطالب قادراً على تحضير الكلوروفورم بطريقتين وفي المختبر ومن مواد أولية بسيطة.

ثانيا: التسهيلات التعليمية (مواد، أدوات، أجهزة)

مخبار مدرج، دورق زجاجي كروي، ماصة، دورق استقبال، جهاز تقطير، مسخن كهربائي، قمع فصل، قمع ترشيح، ورق ترشيح، حامل حديدي، حمام ثلجي، كأس زجاجية سعة (200 ml)، كأس زجاجية سعة (1 L)، الاسيتون، هايبوكلورات الصوديوم، كلوريد الكالسيوم .

ثالثا: خطوات العمل (النقاط الحاكمة، معيار الأداء، الرسومات)

ت	خطوات العمل مع النقاط الحاكمة	الرسومات
1	ارتد بدلة العمل، ثم اغسل الادوات المطلوبة، وحضّر المواد المطلوبة.	
2	خذ (350 ml) من محلول هايبوكلورات الصوديوم (القاصر) بتركيز 12%، ثم ضعه في دورق زجاجي كروي.	
3	خذ (25 ml) من الاسيتون، ثم اضفه الى الدورق على شكل دفعات (2-3 ml) لكل دفعة مع الرج والتبريد، وبين كل دفعة واخرى مدة ثلاث دقائق.	
4	استمر بعملية الاضافة، ويفضل ان يوضع الدورق في حمام ثلجي.	
5	ضع الدورق مع المحتويات بعد الانتهاء من الاضافة على جهاز تقطير.	
6	ضع في دورق الاستقبال لجهاز التقطير (1 ml) من الايثانول.	

7	خذ ناتج التقطير الموجود في دورق الاستقبال، ثم قطّر مرة ثانية تحت البخار، واجمع المتقطر بدرجة 98 °C.	
8	ضع ناتج التقطير في قمع فصل، ثم اسحب الطبقة السفلى، وضعها في كأس زجاجية سعة (200 ml).	
9	اضف (2-3 g) من كلوريد الكالسيوم اللامائي الى الكأس اعلاه لغرض التجفيف، ثم رشح المحلول.	
10	خذ ناتج الترشيح، ثم ضعه في دورق تقطير مرة ثانية، وقَطره عند درجة 62 °C.	
11	احسب حجم ووزن وكثافة ناتج التقطير، وقارن النتائج بينها، وبين الكلوروفورم.	

الاسئلة

1. لماذا يستعمل حمام ثلجي للتبريد عند عملية اضافة الاسيتون الى القاصر؟
2. لماذا يحفظ الكلوروفورم في قناني داكنة؟
3. ما الخصائص الفيزياوية للكلوروفورم؟
4. اذكر أبرز الاستعمالات الصناعية للكلوروفورم.
5. ما مخاطر الكلوروفورم؟ وكيف يتم التعامل معه؟
6. يستعمل التقطير اكثر من مرة، ما اهمية ذلك؟

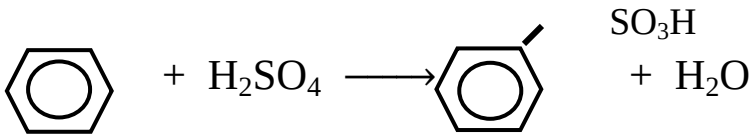
11-3 تجربة تحضير الصوديوم بنزين سلفونات

الهدف من التجربة:

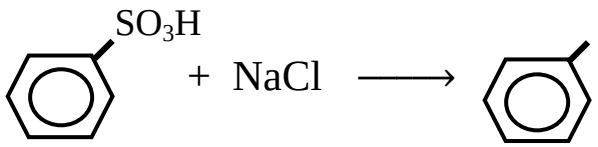
بعد الانتهاء من إجراء التجربة يكون الطالب قادراً على تحضير الصوديوم بنزين سلفونات مختبرياً.

نظرية التجربة

الصوديوم بنزين سلفونات مركب عضوي صيغته الكيمياوية $C_6H_5NaSO_3$ وهو مادة صلبة بلورية بيضاء اللون قابلة للذوبان في الماء على شكل مسحوق لمادة منظفة، وزنه الجزيئي 119.4، ودرجة انصهاره 450 °C، وكثافته $1.124\ g/cm^3$، ويحضر بالتفاعل المباشر للبنزين مع حامض الكبريتيك المركز بوجود الحرارة العالية يتبع ذلك اضافة ملح كلوريد الصوديوم لتكوين مادة الصوديوم بنزين سلفونات، ومن خصائصه قوة التنظيف، والترطيب، وشدة الرغوة، ويمكن استعماله بشكل مباشر لصناعة مواد التنظيف للاستعمال المنزلي؛ لأنها ذات نشاط سطحي الاكثر استعمالاً في تنظيف الملابس والاطباق، ولا يمكن خلط المنظفات مع القاصر اثناء عملية تنظيف الملابس؛ لأن هذا يؤدي الى التفاعل بينهما، وينتج عن ذلك غاز الكلور الذي يؤدي الى الاختناق.



البنزين — حامض الكبريتيك المركز — سلفونات البنزين — ماء



سلفونات البنزين — كلوريد الصوديوم — صوديوم بنزين سلفونات — كلوريد الهيدروجين

الادوات والاجهزة المستعملة

دورق كروي مقعر حجم (1 L)	مصدر حراري	حمام ثلجي
كأس زجاجية سعة (500 ml)	قمع ترشيح	مخبار مدرج
محرار	ورق ترشيح	دورق استقبال
مكثف		

المواد المستعملة

ماء مقطر	ملح كلوريد الصوديوم	كاربونات الصوديوم الحامضية
حامض الكبريتيك المركز	بنزين	

طريقة العمل

1. خذ (70 ml) من مادة البنزين بمخبار مدرج، ثم ضعها في الدورق الكروي المقعر.
2. خذ (30 ml) من حامض الكبريتيك المركز بمخبار مدرج، ثم اضفه فوق البنزين على شكل دفعات في الدورق الكروي.
3. سخن المزيج مع التحريك المستمر بواسطة مسخن كهربائي لمدة 60 دقيقة الى درجة حرارة (110-120)°C.
4. لاحظ تحول مكونات الدورق الكروي الى مزيج متجانس.
5. اوقف التسخين، وبرّد المزيج.
6. اضف الى المزيج (250 ml) ماء بارداً ثم رشح المحلول.
7. خذ الراشح، ثم اضف اليه (30 g) من كاربونات الصوديوم الحامضية.
8. سخن المحتويات عند درجة الغليان، ثم اضف اليها (100 g) من ملح الطعام (كلوريد الصوديوم).
9. رشح المزيج، وبرده مع التحريك في حمام ثلجي.
10. رشح المادة الصلبة، سوف تحصل على صوديوم بنزين سلفونات.

ملاحظات حول التجربة :

1. ان استعمال كاربونات الصوديوم الحامضية هو لمعادلة الحامض المتكون بشكل جزئي.
2. ان استعمال ملح الطعام هو لاكمال عملية التفاعل، واضافة الصوديوم.
3. ان استعمال حامض الكبريتيك المركز، والتسخين الشديد يساعد في اضافة مجموعة الكبريتات الحامضية الى حلقة البنزين.

بطاقة التمـــارين

اسم التمرين: تحضير الصوديوم بنزين سلفونات

أولا: الأهداف التعليمية

بعد الانتهاء من إجراء التجربة يكون الطالب قادراً على تحضير الصوديوم بنزين سلفونات مختبرياً.

ثانيا: التسهيلات التعليمية (مواد، أدوات، أجهزة)

دورق كروي مقعر حجم (1000 ml)، كأس زجاجية سعة (500 ml)، محرار، مكثف، مصدر حراري، قمع ترشيح، ورق ترشيح، دورق استقبال، حمام ثلجي، مخبار مدرج، ماء مقطر، بنزين، حامض الكبريتيك المركز، ملح كلوريد الصوديوم، كاربونات الصوديوم الحامضية.

ثالثا: خطوات العمل (النقاط الحاكمة ، معيار الأداء ، الرسومات)

ت	خطوات العمل مع النقاط الحاكمة	الرسومات
1	ارتد بدلة العمل، ثم اغسل الادوات المطلوبة، وحضّر المواد المطلوبة.	 
2	خذ (70 ml) من مادة البنزين بمخبار مدرج، ثم ضعها في الدورق الكروي.	
3	خذ (30 ml) من حامض الكبريتيك المركز بمخبار مدرج، ثم اضفه فوق البنزين على شكل دفعات في الدورق الكروي.	
4	سخّن المزيج مع التحريك المستمر بواسطة مسخن كهربائي لمدة 60 دقيقة الى درجة حرارة (110-120)°C.	
5	اوقف التسخين، وبرّد المزيج.	

6	اضف الى المزيج (250 ml) ماء بارداً ثم رشح المحلول.	
7	خذ الراشح، ثم اضف اليه (30 g) من كاربونات الصوديوم الحامضية.	
8	سخن المحتويات عند درجة الغليان، ثم اضف اليها (100 g) من ملح الطعام (كلوريد الصوديوم).	
9	رشح المزيج، وبرّده مع التحريك في حمام ثلجي.	
10	رشح المادة الصلبة سوف تحصل على الصوديوم بنزين سلفونات.	

الاسئلة

1. لماذا تستعمل كاربونات الصوديوم الحامضية؟
2. ما استعمالات الصوديوم بنزين سلفونات؟ وما الخواص الفيزياوية لها؟
3. ما دور ملح الطعام في التفاعل؟
4. لماذا لا نستطيع خلط القاصر بالمنظفات؟
5. اشرح ميكانيكية التفاعل، ثم بين دور حامض الكبريتيك المركز في التفاعل.

الفصل الرابع

التجارب الخاصة بحسابات التفاعلات الكيمياوية

1-4 تجربة حساب ثابت سرعة تفاعل الأستر

الهدف من التجربة:

بعد الانتهاء من إجراء التجربة يكون الطالب قادراً على تعيين معامل الصوبنة للاستر مختبرياً.

نظرية التجربة

يهتم موضوع التفاعلات الكيمياوية بدراسة سرعة التفاعل الكيمياوي، ومعدلاته المرتبطة بوحدة الزمن، والعوامل المؤثرة فيها كالعامل المساعد (المحفز) والتركيز. تتحلل الاسترات العضوية بوجود حامض، او قاعدة بمعدلات اسرع من تحللها في المحاليل المعتدلة (المتعادلة)، وتدعى الحوامض، والقواعد في هذه الحالة بالعامل المساعد.

ان هذا التفاعل بوجود كمية كبيرة من الماء يكون خاضعا لقانون تفاعل المرتبة الاولى الكاذبة نسبة الى تركيز خلات الاثيل (الاستر) حيث يتم التحلل بصورة بطيئة جداً، ولا يحدث بمعدل قابل للقياس، لذلك يحفز التفاعل بواسطة الحامض (ايونات الهيدروجين)، او القاعدة بواسطة (ايونات الهيدروكسيل). اما وجود الماء بكمية كبيرة فله فائدة في تغيير تركيز الاستر فقط. كما ان هذه الزيادة الكبيرة في الماء تمنع اي تفاعل عكسي يمكن ملاحظته، اما الزيادة في تركيز الحامض، او القاعدة فهي مقياس لكمية خلات الاثيل (الاستر)، وتبقى كمية حامض الهيدروكلوريك (HCl)، او كمية القاعدة هيدروكسيد الصوديوم (NaOH) ثابتة خلال التجربة كما في المعادلة الاتية:

$$\underset{\text{خلات الاثيل}}{CH_3COOC_2H_5} + OH^- \longrightarrow CH_3COO^- + \underset{\text{الكحول الاثيلي}}{C_2H_5OH}$$

تتم عملية الصوبنة للاستر في وسط قاعدي، وهذا التفاعل مثال لتفاعلات الدرجة الثانية لأن سرعة التفاعل تعتمد على تركيز كل من الاستر، والقاعدة ويعبر عنه رياضيا:

$$\mathbf{K} = \frac{\mathbf{1}}{\boldsymbol{t}} \times \frac{\boldsymbol{x}}{\boldsymbol{a}(\boldsymbol{b}-\boldsymbol{x})}$$

حيث تمثل (k) ثابت سرعة التفاعل، و(x) تركيز هيدروكسيد الصوديوم (NaOH) في الفترة الزمنية المحددة (t)، وتمثل (a) التركيز الابتدائي لهيدروكسيد الصوديوم، وتمثل (b) تركيز الاستر.

اما اذا كانت a=b تصبح المعادلة :

$$\mathbf{K} = \frac{\mathbf{1}}{\boldsymbol{t}} \times \frac{\boldsymbol{x}}{\boldsymbol{a}(\boldsymbol{a}-\boldsymbol{x})}$$

الأدوات والأجهزة المستعملة

دورق مخروطي سعة (100 ml) عدد 2	دورق مخروطي سعة (200 ml) عدد 5	ساعة توقيت
سحاحة	حامل حديدي	مخبار مدرج

المواد المستعملة

خلات الاثيل	ماء مقطر	دليل الفينولفثالين
هيدروكسيد الصوديوم	حامض الهيدروكلوريك	

طريقة العمل

1. خذ دورقاً مخروطياً نظيفاً وجافاً ثم ضع فيه (25 ml) من محلول عياري (0.05 N) من خلات الاثيل.
2. خذ دورقاً مخروطياً آخر نظيفاً وجافاً ثم ضع فيه (25 ml) من محلول عياري (0.05 N) من هيدروكسيد الصوديوم.
3. خذ خمسة دوارق نظيفة، وجافة حجم (200 ml)، وضع في كل منها (50 ml) ماء مقطراً ثم اضف الى كل منها (5 ml) من حامض الهيدروكلوريك (0.025 N) محلولاً عيارياً.
4. اضف محتويات الدورق المحضر في الخطوة الثانية (2) الى الدورق المحضر في الخطوة الاولى (1)، وابدأ بتسجيل الزمن باستعمال ساعة توقيت.
5. بعد مرور دقيقتين على بدء التفاعل، خذ (10 ml) من المزيج، واضفه لأحد الدوارق الحاوية على الماء، والحامض من الخطوة رقم (3)، واضف اليه قطرة من دليل الفينولفثالين PH.PH، وسحح ضد محلول هيدروكسيد الصوديوم (0.025 N) عيارياً.
6. اعد الخطوة رقم (5) بعد مرور 5 دقائق، و10 دقائق، و15 دقيقة، و20 دقيقة.

النتائج والحسابات:

رتب جدولاً ثم سجل القراءات التي تحصل عليها:

t=time(min)	2	5	10	15	20
x=volume of NaOH (ml)					
10-x					
x/(10-x)					

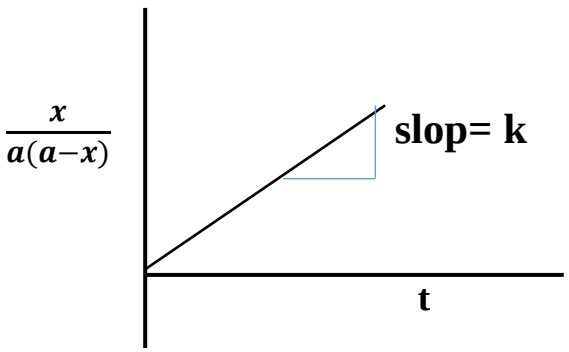
ثابت سرعة التفاعل K من الدرجة الثانية نظريا حسب القانون، ولفترات زمنية مختلفة.

حيث X حجم هيدروكسيد الصوديوم (NaOH) النازل من السحاحة في الفترة الزمنية المحددة t.

a= الحجم الابتدائي (10 ml).

$$\mathbf{K} = \frac{\mathbf{1}}{\boldsymbol{t}} \times \frac{\boldsymbol{x}}{\boldsymbol{a}(\boldsymbol{a}-\boldsymbol{x})}$$

احسب ثابت سرعة التفاعل (K) برسم $\frac{\boldsymbol{x}}{\boldsymbol{a}(\boldsymbol{a}-\boldsymbol{x})}$ مقابل t حيث يمثل K ميل المستقيم.



بطاقة التمـــارين

اسم التمرين: تعيين معامل الصوبنة للاستر

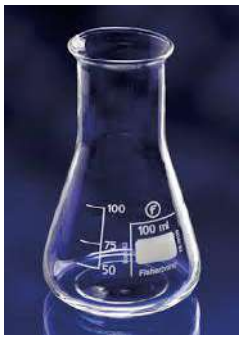
أولا: الأهداف التعليمية

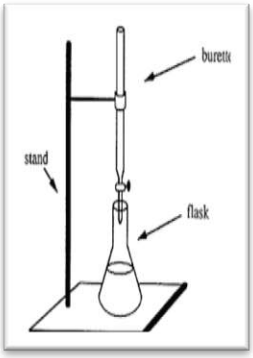
بعد الانتهاء من إجراء التجربة يكون الطالب قادراً على إيجاد معامل الصوبنة للاستر، وإجراء الحسابات الخاصة بالتجربة مختبرياً.

ثانيا: التسهيلات التعليمية (مواد، أدوات، أجهزة)

دورق مخروطي سعة (100 ml) عدد 2، دورق مخروطي سعة (200 ml) عدد 5، ساعة توقيت، سحاحة، مخبار مدرج، حامل حديدي، خلات الاثيل، هيدروكسيد الصوديوم، ماء مقطر، حامض الهيدروكلوريك، دليل الفينولفثالين.

ثالثا: خطوات العمل (النقاط الحاكمة، معيار الأداء، الرسومات)

ت	خطوات العمل مع النقاط الحاكمة	الرسومات
1	ارتد بدلة العمل، ثم اغسل الادوات الزجاجية.	
2	خذ دورقاً مخروطياً سعة (100 ml)، ثم ضع فيه (25 ml) من محلول عياري (0.05 N) من خلات الاثيل.	
3	خذ دورقاً آخر من سعة (100 ml)، ثم ضع فيه (25 ml) محلولاً عيارياً (0.05 N) من هيدروكسيد الصوديوم.	
4	خذ خمس دوارق حجم (200 ml) ثم ضع في كل منها (50 ml) ماء مقطراً.	
5	اضف الى كل منها (5 ml) حامض الهيدروكلوريك (0.025 N) عياري.	

6	اضف محتويات دورق هيدروكسيد الصوديوم الى محتويات دورق خلات الاثيل (خطوة رقم (3) الى خطوة رقم (2))، وابدأ بتسجيل الزمن باستعمال ساعة توقيت.	
7	سحح الدورق الاول بعد اضافة قطرة من دليل PH.PH ضد محلول هيدروكسيد الصوديوم.	
8	اعد الخطوة السابقة نفسها، ولكن بعد مرور 5 دقائق، 10 دقائق، 15 دقيقة، و 20 دقيقة.	

الاسئلة

1. لماذا يتم استعمال حامض او قاعدة في عملية تحلل الاستر؟ وهل ان زيادة او نقصان كل منهما له تأثير؟
2. ما السبب في استعمال كميات كبيرة من الماء في عملية تحلل الاستر؟
3. ما تأثير الزمن في سرعة التفاعل (عملية تحول الصوبنة للاستر)؟
4. ما الغاية من اعادة الاختبار اكثر من مرة؟
5. على ماذا تعتمد سرعة التفاعل ما بين الاستر والقاعدة؟
6. في تجربة اجراء حساب ثابت سرعة التفاعل وجدت القراءات التالية:

t=time (min)	volume NaoH(ml)
2	8
5	12
10	14
15	25

احسب ثابت سرعة التفاعل من البيانات أعلاه .

2-4 دراسة عملية للتفاعل الانعكاسي

الهدف من التجربة:

بعد الانتهاء من إجراء التجربة يكون الطالب قادراً على معرفة التفاعل الانعكاسي، وكتابة معادلات التفاعل في المختبر.

نظرية التجربة

التفاعلات الانعكاسية هي التفاعلات التي تتحد فيها المواد الناتجة مع بعضها البعض، لتعطي المواد المتفاعلة تحت ظروف التجربة نفسها، اي يوجد تفاعلان، أحدهما امامي في اتجاه يولد المواد الناتجة، والآخر عكسي في اتجاه يولد المواد المتفاعلة، ولحين الوصول الى الاتزان الكيميائي بينهما، حيث يعبر عن التفاعل بمعادلة واحدة تحوي سهمين، وتُقسم التفاعلات الانعكاسية على:

- تفاعلات انعكاسية متجانسة: وفيها تكون المواد المتفاعلة، والناتجة من التفاعل في حالة واحدة من حالات المادة.
- تفاعلات انعكاسية غير متجانسة : وفيها تكون المواد المتفاعلة، والناتجة من التفاعل في اكثر من حالة واحدة من حالات المادة، وتتم في حيز مغلق.

فكرة التجربة:

يقوم الطالب (الطلبة) بإزالة الماء من بلورات كبريتات النحاس المائية الزرقاء ($CuSO_4.5H_2O$) بواسطة التسخين، ويتم تكثيف، وتجميع الماء المتبخر في انبوبة اختبار، ونتيجة التسخين يتحول لون كبريتات النحاس الى اللون الابيض (اللامائية). وعند اعادة الماء المتبخر الى كبريتات النحاس البيضاء، يعود اللون الازرق بحسب المعادلة الآتية:

$$CuSO_4.5H_2O \xrightarrow{\text{تسخين}} CuSO4 + 5H2O$$

$$CuSO4 + 5H2O \longrightarrow CuSO4.5H2O$$

$$CuSO4.5H2O \rightleftharpoons CuSO4 + 5H2O$$

كبريتات النحاس المائية الزرقاء — كبريتات النحاس اللامائية البيضاء — ماء

الأدوات والأجهزة المستعملة

- انبوبة اختبار عدد (2) من زجاج البايركس المقاوم للحرارة.
- ماسك انبوبة اختبار مع حامل حديدي.
- كأس زجاجية سعة (250 ml).
- انبوب زجاجي مثني للتوصيل بزاوية 90 درجة.
- سداد انبوبة اختبار (مطاط او فلين).
- مصباح بنزن.

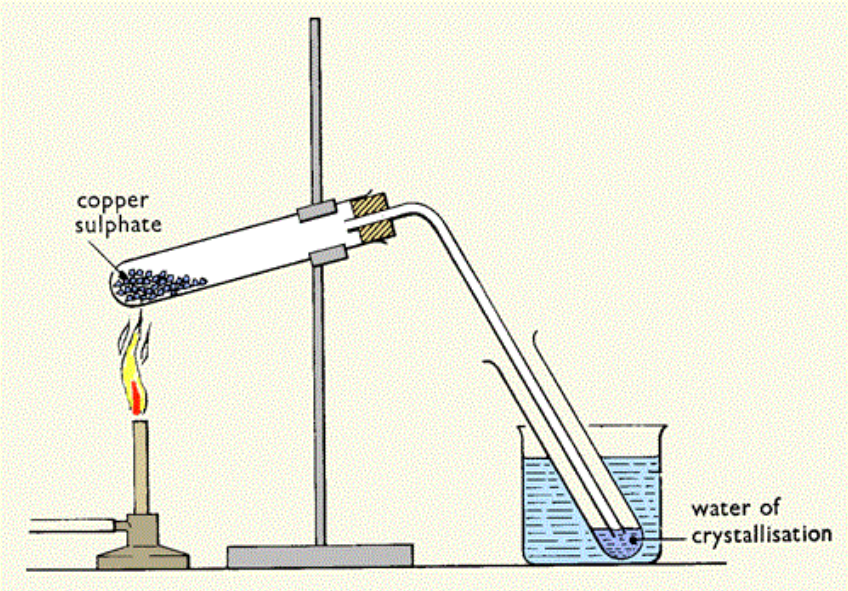
المواد المستعملة

- كبريتات النحاس المائية الزرقاء ($CuSO_4.5H_2O$).

طريقة العمل

قبل البدء بإجراء التجربة، يلتزم الطلبة بقواعد السلامة في المختبر اثناء اجراء التجربة.

1. زن (5 g) من كبريتات النحاس المائية الزرقاء الصلبة.
2. ضع كبريتات النحاس المائية في انبوبة اختبار تتحمل درجات الحرارة العالية.
3. ثبت الانبوبة بالماسك الحديدي للحامل بشكل مائل.
4. ضع سداداً محكماً من المطاط ومثقوباً في الوسط يخترقه انبوب توصيل الى انبوبة اخرى موضوعة في كأس زجاجية يحتوي على ماء بارد كما موضح في الشكل (4-1).



الشكل 4-1 يوضح عملية التفاعل الانعكاسي

5. ضع ماء في الكأس الزجاجية بحيث يغطي ثلثي انبوبة الاختبار.
6. سخن انبوبة الاختبار التي تحتوي على كبريتات النحاس الزرقاء بمصباح بنزن الى ان تتحول الى اللون الابيض مع مراعاة تحريك المصباح من الاسفل الى الاعلى بامتداد انبوبة الاختبار (دون الوصول الى الماسك)، وذلك لمنع تكثف بخار الماء في الانبوبة التي تحتوي على كبريتات النحاس.
7. يجب ان لا يصل مستوى الماء المتكثف في انبوبة الاختبار الثانية الى مستوى انبوب التوصيل، وذلك لمنع شفط الماء واعادته الى انبوبة كبريتات النحاس.
8. اطفئ المصباح واسمح لكبريتات النحاس بأن تبرد الى درجة حرارة المختبر.
9. ارفع انبوبة الاختبار المحتوية على كبريتات النحاس بيد، وباليد الاخرى اسكب ببطء الماء من انبوبة الاختبار الثانية الى الاولى. ماذا تلاحظ؟

تلاحظ عودة كبريتات النحاس اللامائية البيضاء الى كبريتات النحاس المائية الزرقاء

$$CuSO_4 + 5H_2O \longrightarrow CuSO_4.5H_2O$$

بطاقة التمـــارين

اسم التمرين: دراسة عملية للتفاعل الانعكاسي

أولا: الأهداف التعليمية

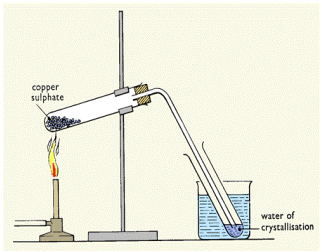
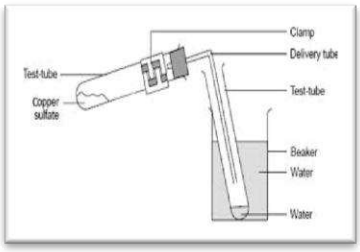
بعد الانتهاء من إجراء التجربة يكون الطالب قادراً على معرفة التفاعل الانعكاسي مختبرياً.

ثانيا: التسهيلات التعليمية (مواد، أدوات، أجهزة)

انابيب اختبار عدد (2) مصنوعة من زجاج البايركس المقاوم للحرارة، ماسك انبوبة اختبار مع حامل حديدي، كأس زجاجية سعة (250 ml)، انبوب زجاجي مثني للتوصيل بزاوية 90 درجة، سداد انبوبة اختبار (مطاط)، كبريتات النحاس المائية الزرقاء، مصباح بنزن.

ثالثا: خطوات العمل (النقاط الحاكمة ، معيار الأداء ، الرسومات)

ت	خطوات العمل مع النقاط الحاكمة	الرسومات
1	ارتد بدلة العمل، ثم نظف الادوات الزجاجية.	
2	زن (5 g) من كبريتات النحاس المائية.	
3	ضع كبريتات النحاس المائية في انبوبة اختبار.	
4	ثبت الانبوبة بالماسك الحديدي للحامل بشكل مائل.	
5	ضع سداداً محكماً من المطاط المثقوب في الوسط يخترقه انبوب توصيل الى انبوبة اخرى موضوعة في كأس زجاجية يحتوي على ماء بارد.	

6	سخن انبوبة الاختبار التي تحتوي على كبريتات النحاس الزرقاء بمصباح بنزن الى ان تتحول الى اللون الابيض، مع مراعاة تحريك المصباح من الاسفل الى الاعلى، وذلك لمنع تكثف بخار الماء في الانبوبة التي تحتوي على كبريتات النحاس.	
7	يجب ان لا يصل مستوى الماء المتكثف في انبوبة الاختبار الثانية الى مستوى انبوب التوصيل، وذلك لمنع شفط الماء، واعادته الى انبوبة كبريتات النحاس.	
8	اطفئ المصباح، واسمح لكبريتات النحاس بأن تبرد الى درجة حرارة المختبر.	
9	ارفع انبوبة الاختبار المحتوية على كبريتات النحاس بيد، وباليد الاخرى اسكب ببطء الماء من انبوبة الاختبار الثانية الى الاولى. ولاحظ ماذا يحدث؟	
10	تلاحظ عودة كبريتات النحاس اللامائية البيضاء الى كبريتات النحاس المائية الزرقاء وفقاً للمعادلة الآتية: $CuSO_4 + 5H_2O \longrightarrow CuSO_4.5H_2O$	

الاسئلة

1. ما التفاعل الانعكاسي وغير انعكاسي؟
2. عدد انواع التفاعلات الانعكاسية؟ ثم وضح ذلك بالامثلة والمعادلات.
3. عرف ماء التبلور، وكيف ترتبط جزيئات الماء بكبريتات النحاس اللامائية؟
4. لماذا نغلق انبوبة الاختبار عند اجراء التفاعل؟ وما فائدة الاناء الذي يحتوي على الماء في استقبال الانبوبة الثانية؟
5. ما الفكرة الرئيسة في اجراء هذه التجربة؟

3-4 تعيين كمية الكلوريد في بولي فنايل كلورايد (متعدد كلوريد الفنيل)

الهدف من التجربة:

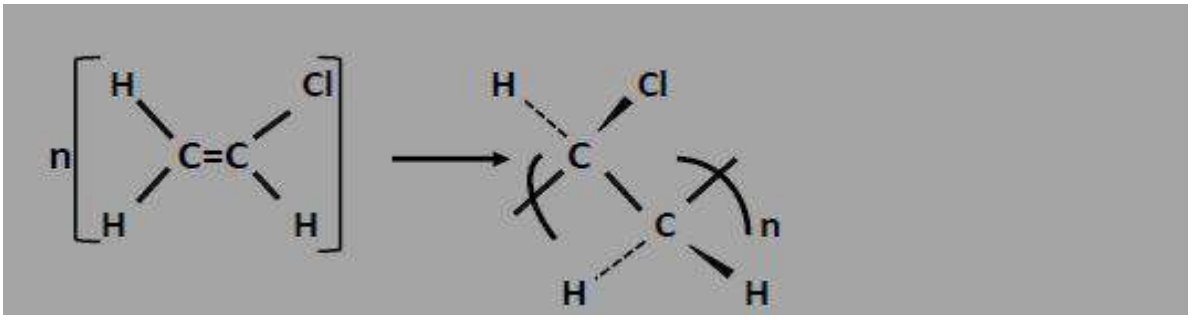
بعد الانتهاء من إجراء التجربة يكون الطالب قادراً على تعيين كمية الكلوريد في بولي فنايل كلورايد (P.V.C) مختبرياً.

مقدمــة

متعدد كلوريد الفنيل (Poly Vinyl Chloride) هو مادة بلاستيكية متعددة الاستعمالات ويُعد من أبرز المنتجات المهمة للصناعات البتروكيمياوية، وهو من بوليمرات الاضافة التي تصنع منها كميات كبيرة عبر ميكانيكية الجذور الحرة.

ان اكثر من 50% من البولي فنايل كلورايد المصنع يستعمل في البناء كمادة انشائية؛ لأنه رخيص، وسهل العمل حيث تم استبداله في السنوات الاخيرة بكثير من المواد الانشائية.

يحضر البولي فنايل كلورايد من مونومر (كلوريد الفنيل)، والمونومر (Monomer) هو اصغر وحدة بنائية تبنى منها جزيئة البوليمر، وتدعى عملية ارتباط هذه الجزيئات البسيطة مع بعضها بعملية البلمرة (Polymerization) كما في الشكل (4-2).



الشكل 4-2 يوضح عملية ارتباط الجزيئات البسيطة مع بعضها (عملية البلمرة)

ان حوالي 95% من انتاج العالم من كلوريد الفنيل يُستعمل لإنتاج البولي فنايل كلورايد (متعدد كلوريد الفنيل)، ولأهمية مونومر كلوريد الفنيل، فقد اتبعت عدة طرق لتصنيعه، وان أبرز المواد الضرورية لإنتاجه هي الكلور، والاستيلين، او الاثيلين، وتتم بلمرة كلوريد الفنيل، إما في بلمرة الكتلة، او بلمرة العوالق، او بلمرة المستحلبات.

استعمالات بولي فنايل كلورايد (P.V.C)

1. صناعة الورق، والصفائح، والالواح البلاستيكية المستعملة بكثرة في لصق الجدران، والبيوت الزجاجية.
2. يستعمل P.V.C الملدن في انتاج الجلد الصناعي، والاغلفة العازلة، والاسلاك الكهربائية، وعند اضافة مركب فسفوري له يصبح مقاوماً للحرائق والاشتعال، كما ان كميات كبيرة منه تُستعمل في صناعة الانابيب البلاستيكية.
3. يستعمل P.V.C للاغراض الطلائية وبعض الاستعمالات البلاستيكية الاخرى كصناعة بعض الحاجات المنزلية وفي عزل الابنية، وصناعة المشمع وكمادة انشائية في البناء، وكل نوع له طريقته الخاصة بالصناعة.

نظرية التجربة

يُعد البولي فنايل كلورايد (P.V.C) من أبرز بوليمرات الفنيل التي تُنتج من الكلور، والاستيلين، او الاثيلين، وهي بنوعين صلب ومرن، ولكل نوع استعمالاته الخاصة.

لا يمكن اجراء الاختبارات بشكل مباشرعلى البلاستك؛ لأنه لا يذوب في الماء، ولكي يسهل تحديد كمية الكلوريد في العينة، يجب تحويلها الى مادة غير عضوية، ويتم ذلك بصهر الـ P.V.C مع مواد كيمياوية مثل معدن الصوديوم، او خليط من مواد كيمياوية، وبعد ذلك نقوم بعملية تسحيح ايون الكلوريد المذاب مع محلول نترات الفضة القياسي حيث يتكون راسب ابيض هو كلوريد الفضة وفقا للمعادلة الآتية:

$$Cl^- + AgNO^3 \longrightarrow AgCl\downarrow + NO^-_3$$

الأدوات والأجهزة المستعملة

جفنة خزفية	كأس زجاجية سعة (1 L)، (500 ml).	سحاحة
دورق مخروطي سعة (500 ml).	قمع ترشيح	حامل حديدي
دورق قياسي سعة (500 ml).	ورق ترشيح	فرن حرق

المواد المستعملة

محلول نترات الفضة ($AgNO_3$).	P.V.C-	بودرة زنك (Zn).
دليل دايكرومات البوتاسيوم ($K_2Cr_2O_7$)	اوكسيد الكالسيوم (CaO) او كاربونات الصوديوم (Na_2CO_3)	

طريقة العمل

1. خذ (1 g) من P.V.C في جفنة خزفية، ثم اضف اليها g (3-2) من خليط الصهر، [وهو مزيج من (2 g) من بودرة الزنك مع (1.25 g) من اوكسيد الكالسيوم، او كاربونات الصوديوم]، تخلط هذه المادتين، وتوضع في الجفنة السابقة، وتغطى بـ (1 g) من بودرة الزنك.
2. ضع الخليط في فرن الحرق عند درجة حرارة 525 °C لمدة نصف ساعة.
3. انقل الخليط بعد الحرق الى كأس زجاجية سعة (1 L)، واضف اليه (25 ml) من الماء لأذابة العينة، ثم رشح المحلول.
4. خفف الراشح الى حجم (500 ml) في دورق قياسي سعة (500 ml).
5. خذ (25 ml) في دورق مخروطي، وسحح مقابل محلول قياسي من نترات الفضة (0.1 N) في وجود دليل دايكرومات البوتاسيوم.
6. اعد التسحيح ثلاث مرات، وخذ المتوسط (نقطة التعادل تحول لون المحلول الى اللون الابيض الحليبي).

الحسابات:

1. يتم حساب تركيز الكلوريد من المعايرة $N_1 \times V_1 = N_2 \times V_2$.
2. نعوض في القانون : التركيز(g/L) = المولارية (N_2) × الوزن الذري = X

حيث ان النسبة الوزنية المئوية للكلوريد = $\frac{\text{التركيز (g/L)} \times \text{الحجم (1/2 L)}}{\text{وزن النموذج (g)}} \times 100$

ومن القانون اعلاه، يمكن استخراج النسبة المئوية للكلوريد في العينة

N_1 = عيارية نترات الفضة

V_1 = حجم نترات الفضة

N_2 = عيارية الكلور في الخليط

V_2 = حجم الخليط

X = تركيز الكلور

بطاقة التمـــارين

اسم التمرين: تعيين كمية الكلوريد في بولي فنيل كلوريد

أولا: الأهداف التعليمية

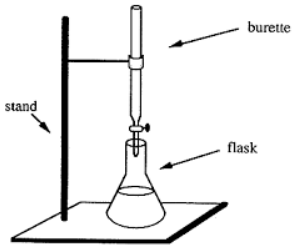
بعد الانتهاء من إجراء التجربة يكون الطالب قادراً على تعيين كمية الكلوريد في بولي فنيل كلوريد مختبرياً.

ثانيا: التسهيلات التعليمية (مواد، ادوات، اجهزة)

جفنة خزفية، دورق مخروطي سعة (500 ml)، دورق قياسي سعة (500 ml)،كأس زجاجية سعة (1 L)، قمع ترشيح،، ورق ترشيح، حامل حديدي، سحاحة، فرن، محلول نترات الفضة (0.1 M)، P.V.C، بودرة زنك، اوكسيد الكالسيوم او كاربونات الصوديوم، دليل دايكرومات البوتاسيوم.

ثالثا: خطوات العمل (النقاط الحاكمة، معيار الاداء، الرسومات)

ت	خطوات العمل مع النقاط الحاكمة	الرسومات
1	ارتد بدلة العمل (الصدرية).	
2	خذ (1 g) من P.V.C في جفنة خزفية، واضف اليها g (3-2) من خليط الصهر (2 g من بودرة الزنك، و1.25 g من اوكسيد الكالسيوم) تخلط، ثم توضع في الجفنة، وتغطى بـ (1 g) من بودرة الزنك.	
3	ضع الخليط في فرن الحرق عند درجة حرارة 525 °C لمدة نصف ساعة.	
4	انقل الخليط بعد الحرق الى كأس زجاجية سعته (1 L) واضف اليه (25 ml) من الماء لأذابة العينة، ثم رشح المحلول.	

5	خفف الراشح الى حجم (500 ml) في دورق قياسي.	
6	خذ (25 ml) في دورق مخروطي، وسحح مقابل محلول قياسي من نترات الفضة (0.1 N) في وجود دليل دايكرومات البوتاسيوم.	
7	اعد التسحيح ثلاث مرات، وخذ المتوسط (نقطة التعادل تحول لون المحلول الى اللون الابيض).	
8	احسب تركيز الكلوريد من عملية التسحيح $N_1 \times V_1 = N_2 \times V_2$ ثم عوض في القانون الآتي : التركيز(g/L) =المولارية × الوزن الذري = X	

الاسئلة

1. عرف المونومر، البوليمر،عملية البلمرة .
2. عدد انواع الاواصر الكيمياوية للبوليمرات مع الرسم.
3. ما استخدامات الـ P.V.C ؟
4. لماذا انتشر مؤخراً استعمال P.V.C في البناء؟
5. لديك محلول ذو عيارية (5N) بحجم (4ml)تم تخفيفه بـ(20ml)من ماء مقطر احسب عيارية المحلول النهائي .
6. لديك 2.5Nمن الكلوريد في وعاء تفاعل ½ لترعلما ان وزن النموذج (1g) احسب النسبة المئوية للكلوريد .

4-4 حساب معدل التاكل بطريقة فقدان الوزن

الهدف من التجربة:

بعد الانتهاء من إجراء التجربة يكون الطالب قادرا على معرفة التآكل للمعادن مختبرياً، وتأثيرها على العملية التصنيعية.

نظرية التجربة

يعرف التآكل (Corrosion) بأنه انحلال المعدن، بسبب تفاعله مع الوسط الذي يتعرض له، أي فشل المعدن بأي سبب عدا السبب الميكانيكي، والتآكل فشل يصيب سطح المعدن ينتج بسبب عوامل كيمياوية، او بسبب عوامل كيمياوية تساعدها عوامل ميكانيكية متوافرة في الوسط الذي يعمل فيه المعدن، ان ناتج تآكل الحديد هو الصدأ (Rust).

والصدأ مادة حمراء مائلة الى اللون البني تتشكل على سطح الحديد، والفولاذ كنتيجة لأثر التآكل يتكون الصدأ من اكسدة ذرات الحديد الموجودة على السطح نتيجة التماس مع اوكسجين الهواء الجوي بوجود الرطوبة. يمكن عد الصدأ اوكسيد الحديد الثنائي المائي ($FeO.nH_2O$) واوكسيد الحديد الثلاثي المائي (Fe_2O_3).

يعد الصدأ أبرز العوامل المؤدية لضعف الحديد، وهشاشته؛ وذلك بسبب المسامية لأكاسيد الحديد الناتجة، ويمكن وقاية الحديد بخلطه مع عناصر اخرى لصناعة سبائك مقاومة للصدأ، او بالطلاء، او بتغليف الحديد بفلز اكثر نشاطاً كالخارصين بعملية الكلفنة، والحماية الكاثودية وهي توصيل الحديد بفلز يسبقه في سلسلة النشاط الكيمياوي مثل الخارصين بسلك معدني، حيث يعمل الفلز المتصل بالحديد كأنود، ويتأكسد، ويسمى (انود متآكل)، ويمد الحديد بالالكترونات، فيمنعه من التأكسد، ويعمل الحديد ككاثود، ومن أبرز تطبيقات الحماية الكاثودية استعمالها في حفظ انابيب النفط بتوصيلها بالخارصين حيث يتآكل الخارصين (الانود المتآكل)، ويُستبدل دورياً ويحمي الحديد من التآكل، ومن امثلة مضار التآكل صدأ هيكل السيارة، وعلب حفظ المواد الغذائية، والصفائح الفولاذية، وتآكل انابيب الحديد المدفونة في الارض، وهناك امثلة اخرى على تآكل اجزاء معدنية عديدة تتعرض الى اوساط صناعية مثل الاحماض، والقواعد، والمياه المالحة، وغيرها وهذه الاضرار متعددة، ولها تأثير اقتصادي سيء، ومن هذه الاضرار:

أولا: تغير الأبعاد وفقدان الخواص الميكانيكية:

يؤدي التآكل الى فقدان الوزن بسبب انحلال المعدن، ومن ثم تغير ابعاده، لذلك تعطى في القالب سماحات للتآكل عند التصميم، وتكون هذه السماحات اكبر سمكاً في الاوساط التي يكون فيها معدلات التآكل عالية منها في الاوساط التي يكون فيها معدلات التآكل منخفضة، ولتغير ابعاد القطعة المعدنية بسبب التآكل تأثير في الخواص الميكانيكية، حيث تقل قابليتها على تحمل الاحمال، وتقل مرونتها.ان استعمال المعدن في الاوساط المساعدة على التآكل يؤدي الى انخفاض قيم العديد من الخواص الميكانيكية التي تؤدي الى حصول التشققات، وخصوصا مقاومة المعدن للكسر الهش السريع.

ثانيا: المظهر:

يتأثر مظهر المعدن بدرجة كبيرة عند اصابته بالتآكل حيث يظهر المعدن دائما بمظهر سيء، لذا يجب استعمال معادن مقاومة للتآكل الجوي مثل الالمنيوم، او الفولاذ المقاوم للصدأ بدلا من الفولاذ الكاربوني كمواد بناء ظاهرية مثل مقاطع الشبابيك، والمواد في واجهات الابنية الخارجية، ويعزى المظهر الحسن لهذه المواد الى مقاومتها للتآكل الجوي، أما المعادن ذات المقاومة الضعيفة للتآكل، فأنها تطلى بأنواع الطلاء المختلف لتحسين مظهرها من خلال الحد من تآكلها.

ثالثا: الأضرار الاقتصادية بسبب الإجراءات الوقائية:

ان الأضرار الاقتصادية الناتجة عن التآكل عديدة، حيث يسبب التآكل في كثير من الأحيان توقف المصانع عن العمل توقفاً غير مبرمج، وما يترتب على ذلك من كلف اقتصادية إضافية غير متوقعة. كذلك فإن حصول التآكل يؤدي إلى ارتفاع كلف الصيانة الدورية، حيث يتطلب في كثير من الحالات تبديل الجزء المعدني التالف بجزء جديد آخر، وبهذا الخصوص، قد يتم صرف مبالغ اضافية عند اختيار مادة معدنية ذات مقاومة تآكل أعلى لتصنيع هذا الجزء التالف. وتتوافر العديد من الأمثلة التي تشير إلى ان اختيار مادة معدنية ذات مقاومة جيدة للتآكل من الناحية الاقتصادية أفضل من استعمال مادة معينة أرخص ثمناً، ولكنها تتعرض للتلف السريع بسبب التآكل، مما يتطلب عندئذ تغييره بصورة دورية، وفي كلتا الحالتين يلاحظ بأن التآكل يسبب أضراراً اقتصادية بسبب زيادة التكاليف. كما أن الإجراءات الوقائية للحد من التآكل تدخل ضمن كلف التشغيل، والصيانة.

إن التآكل يؤدي أحياناً إلى حدوث فشل غير متوقع في الأجزاء المعدنية في المصنع، وهنا تكمن أساساً خطورة مشكلة التآكل، وعندئذ يجب الوقوف على معدلات التآكل في الأجزاء المعدنية أثناء سير عملية التصنيع بالقياسات المستمرة، والدورية لمعدلات التآكل، والفحص المستمر للقطع المعدنية للوقاية قبل وصول درجة التآكل إلى الحد الذي يسبب توقف المصنع عن العمل، أو التأثير في سير العملية التصنيعية.

رابعا: تلوث المنتجات:

إن نواتج التآكل تؤدي إلى تغيير الطبيعة الكيميائية للوسط، اي تلوثه، وفي الغالب يكون ذلك غير مرغوب فيه، ومن امثلة ذلك تلوث المنتجات الغذائية المعلبة؛ بسبب حصول درجة بسيطة في التآكل في العلبة التي تحفظ فيها تلك المادة الغذائية، ومن ثم تلفها ما يؤدي الى خسائر مادية وصحية، والاضطرار الى طلاء العلب المعدنية من الداخل، والخارج بطلاء يمنع التآكل يؤدي الى كلفة اضافية للمنتج.

خامسا: فقدان السلامة:

يؤدي التآكل الى حصول كوارث، إذا لم تتخذ الإجراءات اللازمة للوقاية للحد منه، فمثلاً التعامل مع المواد الخطرة مثل الغازات السامة، والحوامض الكيمياوية، وخاصة المركزة منها، والمواد القابلة للاشتعال، او المشعة في درجات حرارة عالية، وضغط عالٍ يتطلب استعمال مواد معدنية لا تتأكل بدرجة كبيرة في مثل هذه الظروف، وفي كثير من الأحيان يؤدي حصول تآكل في جزء معدني صغير إلى انهيار مبنى كامل، وقد يسبب التآكل تحول مواد غير ضارة الى مواد ضارة. وفي مجال السلامة الصناعية، مثلا تسرب النفط من انابيب نقله، او خزاناته، او انابيب نقل الماء، او خزاناته ما يؤدي الى تلوث ماء الشرب.

ان معدل التآكل (Corrosion Rate) لمعدن معين في وسط معين هو مقدار الوزن المفقود للمعدن بوحدة المساحة، ووحدة الزمن، ويمكن حساب معدل التآكل (C.R.) وذلك بتعريض قطعة معدنية معلومة المساحة (A) ذات سطح نظيف الى الوسط المراد حساب معدل التآكل فيه لمدة زمنية معينة، ثم حساب الوزن المفقود (ΔW) خلال تلك المدة الزمنية بتطبيق القانون الآتي:

$$C.R. = \frac{\Delta W}{At}$$

ان قيمة معدل التآكل المستخرجة بهذه الطريقة تستعمل للتعبير عن مدى مقاومة المعدن للتآكل، حيث ان التناسب عكسي بين قيمة معدل التآكل، ومقاومة المعدن للتآكل. ان الوحدات الاساسية للتعبير عن معدل التآكل هي ($mg/dm^2.day$)، اي ان (الوزن المفقود بالمليغرامات، والمساحة بالديسيمتر، والزمن بالايام) ويرمز لهذه الوحدة (mdd).

ان معدل التآكل للقطعة المعدنية المعرضة لوسط معين يكون غير ثابت في كثير من الاحيان خلال مدة تعرض القطعة لهذا الوسط، واسباب ذلك عديدة، منها التغير المستمر لظروف الوسط، وتأثير نواتج التآكل التي قد تزيد، او تقلل من معدل التآكل، لذا فأنه لغرض حساب هذا المعدل يجب ان تكون مدة تعريض المعدن لوسط التآكل مدة زمنية طويلة نسبيا.

الأدوات والأجهزة المستعملة

قطع معدنية عدد (4) مثقوبة من الاعلى	ورق تنعيم خشن وناعم (ورق صنفرة).
ميزان حساس	ورق نشاف

المواد المستعملة

- محلول (HCl) بتركيز (10%، 20%).
- اسيتون او كحول اثيلي.

طريقة العمل

1. حضر محاليل (10%، 20%) من حامض الهيدروكلوريك.
2. نظف القطع المعدنية بإزالة طبقة الاكاسيد باستعمال ورق تنعيم خشن، ثم ناعم لصقله، وغسله تحت ماء جاري، ثم بالماء المقطر، ثم بواسطة مذيبات عضوية (ايثانول)؛ وذلك لإزالة المواد العضوية العالقة، ثم تجفف القطع بورق نشاف.
3. اثقب القطع المعدنيه ثم زن كل قطعه منها في ميزان حساس بحيث تؤخذ اربع مراتب عشرية من الغرام بعد الفارزة وسجل وزن كل قطعه، وقس ابعادها لحساب المساحة السطحية لها.
4. اغمر القطع المعدنية إحداهما في الحامض المركز (تركيز 20%)، والاخرى في الحامض المخفف (تركيز 10%) لمدد زمنية مختلفة (15، 30، 60) دقيقة، وذلك بتعليقها بواسطة خيط عازل يدخل في ثقب المعدن من احد الاطراف.
5. اخرج القطع المعدنية من الحامض، ونظفها من طبقة الصدأ المتكون، بالماء الجاري، ثم بالماء المقطر، وجفف القطع بورق نشاف.
6. زن القطع مرة اخرى، وسجل الاوزان.
7. طبق القانون : $C.R. = \frac{\Delta W}{At}$.
8. اعد خطوات العمل السابقة نفسها ولكن باستعمال محلول ملحي تركيز 10% (NaCl)، واجعل مدة التعرض هي 15 دقيقة في كل مرة، ولاحظ الفرق بين معدل التآكل في كلتا الحالتين.
9. بالامكان اعادة الخطوة رقم (8) نفسها ولكن بتهوية المحلول. هذه المرة بضخ هواء في المحلول الملحي، ولاحظ الفرق، وناقش النتائج التي حصلت عليها.

ملاحظة: عند اخذ المساحة السطحية للقطعة المعدنية، يجب اخذ مساحة الوجهين للقطعة.

بطاقة التمـــارين

اسم التمرين: تعيين فقدان الوزن بالتآكل

أولا: الأهداف التعليمية

بعد الانتهاء من إجراء التجربة يكون الطالب قادراً على تعيين فقدان الوزن بالتآكل مختبرياً.

ثانيا: التسهيلات التعليمية (مواد، أدوات، أجهزة)

ميزان حساس، قطع معدنية عدد (4)، ورق تنعيم خشن وناعم، ورق نشاف، حامض HCl، اسيتون او كحول، فرشاة مطاطية.

ثالثا: خطوات العمل (النقاط الحاكمة، معيار الأداء، الرسومات)

ت	خطوات العمل مع النقاط الحاكمة	الرسومات
1	ارتد بدلة العمل (الصدرية).	
2	حضر محلول (10%، 20%) من HCl.	
3	نظف القطع المعدنية بإزالة الاوساخ، والاكاسيد باستعمال ورق تنعيم خشن، ثم ناعم، ثم اغسل بالماء الاعتيادي، ثم المقطر، ثم بالكحول، ثم جفف القطع بورق نشاف.	

4	زن هذه القطع المعدنية في ميزان حساس، ودقيق بحيث يقرأ اربعة ارقام عشرية بعد الفارزة، ثم قس ابعاد القطعة، واحسب المساحة السطحية.	
5	اغمر القطعة المعدنية بالكامل، وذلك بتعليقها بخيط لا يتأثر بالحامض لمدة 30 دقيقة.	
6	اخرج القطعة المعدنية، ونظفها بالماء الجاري باستعمال فرشاة مطاطية لإزالة المواد العالقة، ثم بالماء المقطر.	
7	اغسل النموذج بالكحول، ثم جففه بورق نشاف، ثم اوزنه، وسجل الوزن الجديد.	
8	اعد الخطوة السابقة باستعمال محلول جديد لثلاث مرات.	
9	اعد الخطوة رقم (8) ولكن باستعمال محلول ملحي تركيز 10% (NaCl)، واجعل مدة التعرض لمدة 30 دقيقة، لاحظ الفرق بين معدل التآكل في كلتا الحالتين.	
10	استخرج معدل التآكل من القانون الآتي: $C.R. = \frac{\Delta W}{At}$	
11	ارسم العلاقة بين معدل التآكل والزمن.	

الاسئلة

1. ارسم العلاقة بين معدل التآكل والزمن لكل تركيز.
2. ناقش العلاقة الحاصلة بين معدل التآكل والزمن.
3. لماذا يتم غسل قطع المعدن بالاسيتون، او الكحول؟
4. عرف الصدأ، وما الاضرار والتأثيرات التي يسببها؟
5. لماذا يربط الزنك بأنابيب نقل النفط؟

الفصل الخامس

تجارب انتاجيـــــة

1-5 تجربة تحضير الصابون

الهدف من التجربة:

بعد الانتهاء من إجراء التجربة يكون الطالب قادراً على تحضير الصابون مختبرياً.

نظرية التجربة

يعد الصابون واحداً من اقدم المنظفات التي صنعها الانسان، ومن اقدم المواد الفعالة سطحياً، والخافضة للشد السطحي في التنظيف، حيث يحضر بتعادل حامض شحمي مع الصودا الكاوية (NaOH).

ان الصابون الاعتيادي ما هو الا ملح الصوديوم لأحد الحوامض الدهنية، ويطلق اسم الزيوت على الدهون النباتية، وتكون إما سائلة، او صلبة، ويمكن تحويل الزيوت النباتية السائلة غير المشبعة الى زيوت صلبة بإشباعها بالهيدروجين تحت ضغط عالٍ، وبوجود عامل مساعد هو النيكل (Ni)، إما الشحوم فهي الدهون الحيوانية، فالدهون هي استرات ناتجة من تفاعل الكليسرول مع حوامض كاربوكسيلية مختلفة.

ان عملية الصوبنة هي تحلل الاسترات مائيا بوجود مواد قلوية قوية مثل هيدروكسيد الصوديوم (NaOH)، حيث ينتج ملح الحامض العضوي، وكحول ثلاثي الكليسرول، والتفاعل غير عكسي، وهذه العملية التي يتم فيها صنع الصابون تتضمن تحلل الزيوت، او الشحوم مائياً مع الصودا الكاوية بتسخينها بالبخار، حيث يتكون خليط من املاح الحوامض العضوية المشبعة، وغير المشبعة، ويسمى هذا الخليط بالصابون.

ولغرض الحصول على صابون بمواصفات جيدة، فمن الضروري المحافظة على النسب الصحيحة بين كميات الدهن، والمادة القلوية حيث تضاف كمية كبيرة من المادة القلوية اولاً كدفعة اولى، ثم تضاف الباقية على شكل دفعات قليلة، وتستمر عملية التحريك حتى يكتمل التفاعل، ثم يضاف المحلول المشبع من ملح الطعام بكميات محدودة كافية، اما في حالة اضافة كمية من الصودا الكاوية بشكل غير محدود، او اكثر من الكمية المطلوبة، فأننا نحصل على صابون قلوي، اي صابون غير جيد.

وتجري عملية الصوبنة وفقاً للمعادلة الآتية:

$$\begin{array}{l} R\text{-}COOCH_2 \\ R\text{-}COO\text{-}CH \\ R\text{-}COO\text{-}CH_2 \\ \text{زيت} \end{array} + \underset{\text{الصودا الكاوية}}{3NaOH} \longrightarrow \underset{\text{الصابون}}{3R\text{-}COONa} + \begin{array}{l} CH_2\text{-}OH \\ CH\text{-}OH \\ CH_2\text{-}OH \\ \text{الكلسيرين} \end{array}$$

أبرز العوامل المؤثرة على فعالية ونوع الصابون

1. طول السلسلة للزيوت المستعملة.
2. نوع الزيت فكلما كان الزيت جيداً كان نوع الصابون جيداً.
3. درجة الحرارة اثناء اجراء التجربة (السيطرة على درجة الحرارة اثناء اجراء التجربة).
4. استعمال كميات الزيت، والصودا ضمن حسابات دقيقة للحصول على صابون متعادل (ضبط قياس pH المواد المتفاعلة).
5. للحصول على صابون جيد، يجب زيادة المادة الفعالة فيه (المادة المنظفة) التي تقوم بعملية التنظيف، وتقليل الاضافات الاخرى.

الأدوات والأجهزة المستعملة

كأس زجاجية سعة (500 ml).	ميزان حساس	حمام مائي
قضيب زجاجي	مصدر حراري	حامل ثلاثي
ملعقة وزن	ماصة	شبكة اسبستوس
مخبار مدرج سعة (100 ml)		

المواد المستعملة

الصودا الكاوية (NaOH).	زيت او دهن	ملح الطعام	ماء مقطر

طريقة العمل

1. زن (16 g) من هيدروكسيد الصوديوم (NaOH) في ميزان حساس، ثم ضعها في كأس زجاجية سعة (100 ml)، واضف اليها (60 ml) من الماء المقطر، وذوبها بشكل جيد.
2. زن (50 g) من الزيت في كأس زجاجية سعة (400 ml)، وضعه على لهب مصباح بنزن الى ان يسخن.
3. خذ (20 ml) من محلول هيدروكسيد الصوديوم (NaOH) المحضر بواسطة المخبار المدرج، ثم ضعه جانباً.
4. خذ (40 ml) من هيدروكسيد الصوديوم المتبقية، ثم ضعها فوق الزيت على شكل دفعات، وابدأ بعملية التحريك المستمر، وباتجاه واحد في حمام مائي للإسراع بعملية التفاعل حتى يتم تجانس هيدروكسيد الصوديوم والزيت.
5. خذ (20 ml) من هيدروكسيد الصوديوم المتبقية، ثم اضفه فوق المزيج اعلاه على شكل دفعات (2-3 ml) لكل دفعة، واثناء ذلك استمر بالتحريك وباتجاه واحد وتكون المدة بين دفعة واخرى ثلاث دقائق الى ان يصبح المزيج على هيئة مستحلب لزج.
6. ابعد التسخين، ثم اتركه لمدة 30 دقيقة لاتمام التفاعل والتبريد.
7. خذ (60 ml) من الماء المقطر المغلي، واضفه الى المزيج المتصلب مع التسخين على نار هادئة، والتحريك المستمر (لتجنب تكتل، او تفتت الصابون).
8. استمر بعملية التسخين لمدة 20 دقيقة حتى يصبح المزيج لزج القوام.
9. برّد المزيج لمدة 30 دقيقة، ثم اضف محلول كلوريد الصوديوم المشبع (NaCl) الى المزيج الى ان يظهر الصابون على السطح.
10. اترك المزيج لمدة 15 دقيقة حتى يركد.
11. افصل الصابون عن السائل بثقب طبقة الصابون، واخراج السائل الموجود في الاسفل (الكلسيرين)، والمحلول الملحي.

بطاقة التمـــارين

اسم التمرين: تحضير الصابون

أولا: الأهداف التعليمية

بعد الانتهاء من إجراء التجربة يكون الطالب قادراً على تحضير الصابون مختبرياً.

ثانيا: التسهيلات التعليمية (مواد، أدوات، أجهزة)

كأس زجاجية سعة (500 ml)، قضيب زجاجي، ملعقة وزن، ميزان حساس، مصدر حراري، حمام مائي، ماصة، مخبار مدرج سعة (100 ml)، حامل ثلاثي، شبكة اسبستوس، الصودا الكاوية (NaOH)، زيت او دهن، ماء مقطر، ملح الطعام.

ثالثا: خطوات العمل (النقاط الحاكمة، معيار الأداء، الرسومات)

ت	خطوات العمل مع النقاط الحاكمة	الرسومات
1	ارتد بدلة العمل، ثم اغسل الادوات المطلوبة، وحضّر المواد المطلوبة.	 
2	زن (16 g) من هيدروكسيد الصوديوم (NaOH) في ميزان حساس، ثم ضعها في كأس زجاجية سعة (100 ml)، واضف اليها (60 ml) من الماء المقطر، وذوبها بشكل جيد.	
3	زن (50 g) من الزيت في كأس زجاجية سعة (400 ml)، وضعه على لهب مصباح بنزن الى ان يسخن.	
4	خذ (20 ml) من محلول هيدروكسيد الصوديوم (NaOH) المحضر بواسطة المخبار المدرج، ثم ضعه جانباً.	
5	خذ (40 ml) من هيدروكسيد الصوديوم المتبقية ثم اضفها فوق الزيت على شكل دفعات، وابدأ بعملية التحريك المستمر، وباتجاه واحد في حمام مائي للإسراع بعملية التفاعل حتى يتم تجانس هيدروكسيد الصوديوم والزيت.	

6	خذ (20 ml) من هيدروكسيد الصوديوم المتبقية، ثم اضفها فوق المزيج اعلاه على شكل دفعات (2-3 ml) لكل دفعة، واثناء ذلك استمر بالتحريك، وباتجاه واحد وتكون المدة بين دفعة واخرى ثلاث دقائق الى ان يصبح المزيج على هيئة مستحلب لزج.	
7	ابعد التسخين، ثم اتركه لمدة 30 دقيقة لاتمام التفاعل، والتبريد.	
8	خذ (60 ml) من الماء المقطر المغلي، واضفه الى المزيج المتصلب مع التسخين على نار هادئة، والتحريك المستمر (لتجنب تكتل، او تفتت الصابون).	
9	استمر بعملية التسخين لمدة 20 دقيقة حتى يصبح المزيج لزج القوام.	
10	برّد المزيج لمدة 30 دقيقة، ثم اضف محلول كلوريد الصوديوم المشبع (NaCl) الى المزيج الى ان يظهر الصابون على السطح.	
11	اترك المزيج لمدة 15 دقيقة حتى يركد.	
12	افصل الصابون عن السائل بثقب طبقة الصابون، واخراج السائل الموجود في الاسفل (الكلسيرين)، والمحلول الملحي.	

الاسئلة

1. عرّف عملية الصوبنة؟
2. ما مواصفات الصابون الجيد؟
3. ما الفائدة من التحريك المستمر وباتجاه واحد؟
4. كيف يمكن الحصول على صابون ليس له تأثير قاعدي؟
5. ما الفائدة من اضافة ملح الطعام؟
6. ما الملاحظات الواجب مراعاتها اثناء اجراء التجربة؟

2-5 تجربة تحضير المنظفات (الشامبو ، الزاهي)

1-2-5 الشامبو

الهدف من التجربة:

بعد الانتهاء من إجراء التجربة يكون الطالب قادراً على تحضير الشامبو مختبرياً.

نظرية التجربة

الشامبو هو احد المنظفات الحديثة حل محل الصابون الاعتيادي في عملية الغسل، والاستحمام، وهذا لما يتميز به من خصائص متعددة؛ كونه لا يتأثر بطبيعة المياه المستعملة، وذو رغوة وفيرة، ويعد الشامبو منتجاً كيمياوياً يستعمل للعناية بالشعر والجسم.

وفي الآونة الاخيرة ازداد استعمال هذا المنتج، وزاد الطلب عليه في السوق؛ وذلك للمميزات الآتية :

1. المواد الاولية نفطية وغير نفطية وهي متوافرة في العراق.
2. صالح للاستعمال في جميع ظروف المياه، وحتى العسرة.
3. تعدد استعماله في التنظيف المنزلي، والصناعي.
4. سعره منخفض.

تعريف المنظف:

هو منتج يقلل الشد السطحي عندما يستعمل مع الماء ويؤدي إلى التخلص من المواد العالقة، بحيث يحول الدهون الى مواد مستحلبة في الوسط المائي، ويذيب الاوساخ في الرغوة. ويتم تصنيع المنظفات بطريقة كيمياوية تدعى الصوبنة (التصبن) يتم من خلالها اتحاد الحامض مع القاعدة (والحامض هنا الاحماض الدهنية).

اما المواد الداخلة في صناعة المنظفات، فهي المواد البترولية، وقد سار الاتجاه في الآونة الاخيرة باستعمال الاعشاب الطبيعية المختلفة في صناعة شامبو الشعر؛ لما له من تأثير ايجابي عليه، ومن هذه النباتات البابونج، والمريمية، والبقدونس، والسفرجل، والزعتر بالاستناد الى فكرة الاعشاب المغذية للشعر، او المنظفة له، حيث تضاف الى المواد الاولية بعد انقاعها بالماء المغلي لمدة اربع ساعات، واستعمال المنقع منه في صناعة الشامبو.

ان شامبو الاعشاب يكون غالباً برغوة خفيفة، او ربما بلا رغوة، لكنه ينظف، ويعالج افضل من الشامبوهات الكيمياوية، بدون اي ضرر على الشعر او الجلد.

الادوات والاجهزة المستعملة

- وعاء مناسب مصنوع من الحديد المقاوم للصدأ (Sainless Steel).
- كأس زجاجية سعة (300 ml) عدد 2.
- كأس زجاجية سعة (100 ml) عدد 2.
- ملعقة صغيرة الحجم عدد 1.
- خلاط كهربائي او ميكانيكي.
- ملعقة كوب.

المواد المستعملة

كلوريد الصوديوم	التكسابون	الصدفية
كمبرلان (الكينول اميد لحامض دسم).	الانولين	التيلوز (التايلور) مادة مثخنة
مادة حافظة (الفورمالين او حامض البنزويك).	صبغة نباتية	عطر

طريقة العمل

1. خذ (9.5 L) من الماء، ثم ضعه في وعاء مصنوع من الحديد المقاوم للصدأ، ويسخن عند درجة 80 °C.
2. زن (250 g) من ملح الطعام، ثم اضفه الى الوعاء، وابدأ بعملية الذوبان.
3. زن (231 g) (KD) كمبرلان، الاسم التجاري لمركب الكينول اميد لحامض دسم، ثم ضعه في الوعاء فوق الماء.
4. حرك المزيج بشكل جيد ومستمر لمدة 20 دقيقة لغرض التجانس.
5. زن (1.5 Kg) من التكسابون، الاسم التجاري لمركب لوريل ايثر كبريتات الصوديوم، ثم ضعه في الوعاء فوق المزيج.
6. حرك المزيج الناتج بشكل مستمر لمدة 20 دقيقة، ويفضل التحريك بخلاط كهربائي، او ميكانيكي الى ان تحصل على محلول متجانس.
7. اضف بطرف ملعقة شاي الصبغ للحصول على اللون المناسب.
8. اضف 2 ملعقة كوب من المادة الحافظة مثل الفورمالين، او حامض البنزويك.
9. اضف بعض المحسنات مثل الانولين السائل، بعد ان تذاب بمقدار ملعقة كوب من المادة المحضرة.
10. اترك المزيج لمدة 6 ساعات، وتحكم باللزوجة عن طريق اضافة المحلول الملحي لملح الطعام المصفى، وغالباً ما تكون النسبة 1% من المادة الكلية المحضرة، ويمكن اضافة التيلوز كعامل مثخن بدلا من ملح الطعام.
11. للحصول على مظهر صدفي (مظهر اللؤلؤ) تضاف مادة الصدفية لاكتسابها الشكل البراق، وتكون بنسبة (1-3)% من الكمية الكلية.
12. واخيراً يضاف العطر المطلوب، ويعبأ في قناني ذات اشكال جذابة، وغالباً ما تكون شفافة لتظهر مزايا الشامبو، ويكون الوزن النهائي تقريبا (11.5 Kg).

ملاحظة/ لرفع اللزوجة للشامبو من البداية بدون اضافة ملح الطعام، يستعمل التايلور بعد اضافة الماء مباشرة، ولكن يشترط التحريك بقوة (خلاط كهربائي).

اما بالنسبة للمادة الحافظة، يفضل عدم استعمال الفورمالين لكونها تمتص من خلال الجلد، وهذه مادة سامة، لكنها مادة حافظة قوية، ويمكن استعمال مواد حافظة اخرى، مثل حامض البنزويك، او بنزوات الصوديوم؛ لأنها لا تسبب ضرراً على الجلد.

بطاقة التمـــارين

اسم التمرين: تحضير المنظفات (الشامبو)

أولا: الأهداف التعليمية

بعد الانتهاء من إجراء التجربة يكون الطالب قادراً على تحضير الشامبو مختبرياً.

ثانيا: التسهيلات التعليمية (مواد، ادوات، اجهزة)

وعاء مصنوع من الحديد المقاوم للصدأ، كأس زجاجية سعة (300 ml) عدد2، كأس زجاجية سعة (100 ml) عدد 2، ملعقة صغيرة الحجم عدد 1، ملعقة كوب، خلاط كهربائي، كلوريد الصوديوم، كمبرلان، التكسابون، صبغة نباتية، مادة حافظة، الانولين، التيلوز (التايلور) مادة مثخنة، الصدفية، عطر.

ثالثا: خطوات العمل (النقاط الحاكمة، معيار الأداء، الرسومات)

ت	خطوات العمل مع النقاط الحاكمة	الرسومات
1	ارتد بدلة العمل، ثم اغسل الادوات الزجاجية.	
2	خذ (9.5 L) من الماء، ثم ضعه في وعاء مصنوع من الحديد المقاوم للصدأ، ثم سخن عند درجة 80 °C.	
3	زن (250 g) ملح الطعام، ثم اضفه الى الوعاء، وذوبه.	
4	زن (231 g) من الكمبرلان، ثم ضعه في الوعاء فوق الماء.	
5	حرك المزيج لغرض التجانس لمدة 20 دقيقة.	
6	زن (1.5 Kg) من التكسابون، ثم ضعه في الوعاء فوق المزيج، وحرك لغرض التجانس.	
7	بعد الانتهاء من عملية التجانس، اضف بطرف ملعقة الشاي الصبغ للحصول على اللون المناسب.	

8	اضف 2 ملعقة كوب من المادة الحافظة (الفورمالين، حامض البنزويك).	
9	اضف ملعقة كوب من مادة الانولين كمادة محسنة.	
10	تحكم باللزوجة، وذلك بإضافة محلول ملحي مصفى، او يضاف التيلوز كمثخن.	
11	اضف مادة الصدفية؛ لاكتسابها اللون البراق.	
12	اضف العطر المطلوب، ثم عبئ في قناني شفافة لتظهر مزايا الشامبو.	

الاسئلة

1. ما الخصائص التي يتميز بها الشامبو عن الصابون الصلب؟
2. كيف يتم اضافة الاعشاب الى الشامبو؟ وما الفرق بينه وبين الشامبو الصناعي؟
3. ما دور ملح الطعام في صناعة الشامبو؟
4. لماذا يضاف الفورمالين الى الشامبو؟ وما المخاطر من استعماله؟
5. ما الاضافات النهائية للشامبو بعد التصنيع؟

2-2-5 الزاهي

الهدف من التجربة:

بعد الانتهاء من إجراء التجربة يكون الطالب قادراً على تحضير مادة الزاهي مختبرياً.

نظرية التجربة

الزاهي هو من المنظفات السائلة، ويحضر من التعادل بين مادة حامضية هي (حامض السلفونيك)، ومادة قلوية هي (هيدروكسيد الصوديوم)، وهذه الفكرة الاساسية في تحضير هذا المنظف، ويعد حامض السلفونيك المادة الاساسية التي ليس لها بديل منذ اكثر من 20 عاماً.

يوجد نوعان من حامض السلفونيك، الاول غازي، وهذا يعطي للصابون شفافية عالية، ونقاء عالياً، والنوع الاخر سلفونيك اعتيادي، وهذا يعطي شفافية، ونقاء اقل. ومن الممكن مزج النوعين معا للاستفادة من صفات السلفونيك الاعتيادي والغازي.

واثناء عملية تحضير الزاهي يجب السيطرة على معادلة حامض السلفونيك، والصودا الكاوية بواسطة ورق pH، وغالباً ما يكون المقبول منه عندما تكون ورقة ph صفراء اللون، ويعد حامض السلفونيك من المواد البتروكيمياوية الناتجة من تفاعل حامض الكبريتيك، والبنزول.

الادوات والاجهزة المستعملة

كأس زجاجية سعة (100 ml) عدد 1.	كأس زجاجية سعة (400 ml) عدد 1.	قضيب زجاجي
كأس زجاجية سعة (1 L) عدد 1	ميزان حساس	خلاط يدوي

المواد المستخدمة

هيدروكسيد الصوديوم (NaOH)	ورق pH	لون (صبغة)
حامض السلفونيك	كلوريد الصوديوم	معطر

طريقة العمل

1. زن (25 g) من هيدروكسيد الصوديوم (الصودا الكاوية) في ميزان حساس، ثم ضعها في كأس زجاجية سعة (100 ml).
2. خذ كأس زجاجية سعة (400 ml) نظيف وضع فيه (250 ml) ماء عادي.
3. اضف ثم ذوب هيدروكسيد الصوديوم في الكأس اعلاه، وذلك بإضافتها بكميات قليلة على شكل دفعات مع التحريك المستمر للحصول على محلول قلوي تركيز 10%.
4. خذ (100-200 ml) من حامض السلفونيك، ثم ضعه في كأس زجاجية نظيف اخر سعة (1 L).
5. اضف المحلول القلوي المحضر بشكل دفعات (10-20 ml) لكل دفعة على حامض السلفونيك مع التحريك المستمر بواسطة خلاط يدوي، او ساعد زجاجي.
6. بعد انتهاء الاضافة، واتمام عملية المزج الجيد، يجب ان تتراوح قيمة pH للمزيج ما بين (7.5-9)، ويتم ذلك بالاختبار بورق ph.
7. اضف ماء ساخن ما بين (60-75 ml) الى المكونات اعلاه للتخفيف، وزيادة الاذابة، بحيث يكون حجم المكونات ما بين (500-700 ml).
8. اكمل عملية الاذابة الجيدة بمزج المكونات، وتحريكها بشكل مستمر، تأكد من قاعدية المحلول، ثم ابدأ بإضافة المحسنات وهي:
   - المثخن (كلوريد الصوديوم) كمادة صلبة. - اللون. - المعطر.
9. اترك المزيج المحضر الى اليوم التالي للتخلص من الرغوة العالية، وزيادة القوام. المادة الناتجة هي الزاهي الذي يعبأ في قناني خاصة معدة لهذا الغرض.

بطاقة التمـــارين

اسم التمرين: تحضير المنظفات (الزاهي)

أولا: الأهداف التعليمية

بعد الانتهاء من إجراء التجربة يكون الطالب قادراً على تحضير الزاهي مختبرياً .

ثانيا: التسهيلات التعليمية (مواد، أدوات، أجهزة)

كأس زجاجية سعة (100 ml)، كأس زجاجية سعة (400 ml)، كأس زجاجية سعة (1 L)، قضيب زجاجي، ميزان حساس، خلاط، هيدروكسيد الصوديوم، حامض السلفونيك، كلوريد الصوديوم، ورق PH، لون (صبغة)، معطر.

ثالثا: خطوات العمل (النقاط الحاكمة، معيار الأداء، الرسومات)

ت	خطوات العمل مع النقاط الحاكمة	الرسومات
1	ارتد بدلة العمل، ثم اغسل الادوات المستعملة.	
2	زن (25 g) من هيدروكسيد الصوديوم في ميزان حساس، ثم ضعها في كأس زجاجية سعة (100 ml).	
3	خذ كأس زجاجية سعة (400 ml) ثم ضع فيه (250 ml) ماء ثم اضف اليه هيدروكسيد الصوديوم على شكل دفعات لغرض الاذابة (نحصل على محلول تركيز 10%).	
4	خذ (100-200 ml) من حامض السلفونيك، ثم ضعه في كأس سعة (1 L).	

5	اضف المحلول القلوي المحضر على شكل دفعات (20-10 ml) لكل دفعة على حامض السلفونيك مع التحريك المستمر.	
6	قس قيمة pH بعد الانتهاء من اضافة المحلول القلوي.	
7	اضف (60-75 ml) ماء ساخن لتخفيف المكونات.	
8	اضف المحسنات بعد اكمال عملية الاذابة.	
9	اضف كلوريد الصوديوم كمادة صلبة، ثم الصبغة للحصول على لون، ثم المعطر.	
10	اترك المزيج المحضر لليوم الثاني للتخلص من الرغوة، وزيادة القوام.	

الاسئلة

1. ما المبدأ الذي يُستند إليه في صناعة المنظفات السائلة (الزاهي)؟
2. ما أبرز الملاحظات التي يجب مراعاتها بعد الانتهاء من صناعة الزاهي؟
3. ما الاضافات المهمة بعد الانتهاء من تحضير الزاهي؟ وما اهمية كل نوع؟
4. لماذا يتم اضافة المحلول القلوي الى حامض السلفونيك على شكل دفعات؟
5. عدد انواع المنظفات السائلة. وما نوع الاختلاف بينها وبين المنظفات الاعتيادية؟

3-5 تجربة تحضير الوقود الحيوي (البايوديزل)

الهدف من التجربة:

بعد الانتهاء من إجراء التجربة يكون الطالب قادراً على تحضير الوقود الحيوي (البايوديزل) مختبرياً.

نظرية التجربة

الوقود الحيوي (البايوديزل) هو بديل البترول في المستقبل، ويعد طاقة متجددة، ورخيصة الثمن، والتكلفة لأن هذه الطاقة ناتجة من الكائنات الحية، ومخلفاتها سواء النباتية او الحيوانية منها، ويعد احد أبرز مصادر الطاقة المتجددة على خلاف غيرها من الموارد الطبيعية، مثل النفط، والفحم الحجري، والطاقة النووية، والطاقه الشمسيه وعلى هذا الاساس، بدأت عدد من المناطق بزراعة انواع معينة من النباتات خصيصا لاستعمالها في مجال الوقود الحيوي، ومن هذه النباتات الذرة، وفول الصويا في الولايات المتحددة، واللفت في اوربا، وقصب السكر في البرازيل، وزيت النخيل، ونبتة الجاتروفا في شرق اسيا.

ويمكن الحصول على الوقود الحيوي من التحلل الصناعي للمزروعات، والفضلات، وبقايا الحيوانات، ومخلفات الاغذية التي يمكن تحويلها الى الغاز الحيوي.

وعلى هذا الاساس، فأن للوقود الحيوي مميزات أبرزها:

1. هو احد مصادر الطاقة البديل عن النفط لاستعماله في كل المجالات، حيث يمكن نقله، وتخزينه، واستعماله بطرق متعددة.
2. هو مصدر نظيف، ومتجدد، ورخيص نسبياً لتوليد الطاقة.
3. يسهم في خلق فرص عمل، وزيادة دخل سكان المناطق الزراعية.
4. تخفيض انبعاث الغازات السامة ومن ثم تأثيره إيجابي على البيئه.
5. اتضح ان الديزل الحيوي يزيد من عمر المحرك بشكل كبير؛ لأنه لا يحوي مركبات كبريتية، ومواد سامة، ويُحرق بشكل افضل، ولا يترك اي ترسبات ويعمل على تزييت المحرك ذاتيا، ولا تنبعث روائح كريهة من عادم السيارة.

يوجد نوعان من الوقود الحيوي:

النوع الاول: الايثانول، وهو بديل البنزين، ويستخرج من المحاصيل النشوية، او المشبعة بالسكر.

النوع الثاني: الديزل البايولوجي (Biodiesel) ويستخرج من الزيوت النباتية، ومشتقاتها، مثل زيت النخيل، وزيت جوز الهند.

الأدوات والأجهزة المستعملة

كأس زجاجية سعة (500 ml)	كأس زجاجية سعة (200 ml).	قضيب زجاجي
ميزان حساس	كأس زجاجية سعة (100 ml) عدد 2	قنينة حجمية سعة (1 L)
مخبار مدرج	قمع زجاجي	

المواد المستعملة

زيت نباتي	كحول مثيلي او اثيلي	هيدروكسيد البوتاسيوم	ماء مقطر

طريقة العمل

1. خذ كأساً زجاجية سعة (500 ml) نظيفة وجافة، ثم زنها بميزان حساس، وسجل الوزن.
2. ضع (200g) من الزيت النباتي (حتى لو كان بقايا زيوت نباتية محترقة) في الكأس اعلاه.
3. زن الكأس مع الزيت، وسجل الوزن بطرح وزن الكأس وهي فارغة من وزن الكأس مع الزيت نستخرج وزن الزيت النباتي المستعمل.
4. خذ (40 ml) كحولاً مثيلياً او اثيلياً ثم ضعها في كأس زجاجية سعة (100 ml)، وهذا الحجم المستعمل يعتمد على حجم الزيت (حيث نحتاج حجم 20% كحول من حجم الزيت المستعمل).
5. زن (1 g) هيدروكسيد البوتاسيوم (KOH) ثم ضعها في كأس زجاجية سعة (100 ml)، ثم اضف اليها (30 ml) ماء مقطراً وذوبها بواسطة قضيب زجاجي للحصول على محلول هيدروكسيد البوتاسيوم (بالاعتماد على النسبة (1 g) من هيدروكسيد البوتاسيوم لكل (200 g) من الزيت المستعمل).
6. خذ (20 ml) من محلول هيدروكسيد البوتاسيوم وضعه فوق الكأس التي تحتوي على الميثانول، او الايثانول حيث يتفاعل معه مكوناً ميثو كوكسيد البوتاسيوم.
7. انقل الزيت عبر قمع زجاجي الى قنينة حجمية سعة (1 L) ثم اضف محلول هيدروكسيد البوتاسيوم المتبقي فوق الزيت.
8. صب الخليط المكون من الايثانول، وهيدروكسيد البوتاسيوم فوق الزيت في الدورق الحجمي.
9. رج جميع المحتويات بشكل جيد يدوياً.
10. استمر بعملية الرج ما بين (20-30) دقيقة لغرض التجانس.
11. المزيج الناتج هو الوقود الحيوي (البايوديزل).

بطاقة التمـــارين

اسم التمرين: تحضير الوقود الحيوي (البايوديزل)

أولا: الأهداف التعليمية

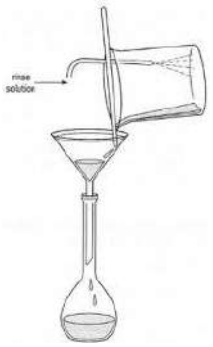
بعد الانتهاء من إجراء التجربة يكون الطالب قادراً على تحضير الوقود الحيوي (البايوديزل) مختبرياً.

ثانيا: التسهيلات التعليمية (مواد، أدوات، أجهزة)

كأس زجاجية سعة (500 ml) عدد 2، ميزان، مخبار مدرج، كأس زجاجية سعة (200 ml)، كأس زجاجية سعة (100 ml) عدد 2، قضِيب زجاجي، قمع زجاجي، قنينة حجمية سعة (1 L) زيت نباتي، كحول مثيلي او اثيلي، هيدروكسيد البوتاسيوم، ماء مقطر.

ثالثا: خطوات العمل (النقاط الحاكمة، معيار الأداء، الرسومات)

ت	خطوات العمل مع النقاط الحاكمة	الرسومات
1	ارتد بدلة العمل مع تنظيف الادوات، وتحضيرها.	
2	زن كأساً زجاجية سعة (500 ml)، وسجل الوزن.	
3	خذ (200 g) من زيت نباتي وضعه في الكأس، ثم زنه، وسجل الوزن.	
4	خذ (40 ml) من الكحول الاثيلي، ثم ضعه في كأس سعة (100 ml).	

5	زن (1 g) من هيدروكسيد البوتاسيوم، ثم ضعها في كأس زجاجية سعة (100 ml)، ثم اضف اليها (30 ml) ماء مقطراً وذوبها بشكل جيد.	
6	خذ (2 0ml) من هيدروكسيد البوتاسيوم، ثم ضعها فوق الكأس التي تحتوي على الايثانول.	
7	انقل الزيت عبر قمع الى قنينة حجمية سعة (1 L) ثم اضف المتبقي من هيدروكسيد البوتاسيوم فوق الزيت .	
8	صب الخليط المكون من الايثانول، وهيدروكسيد البوتاسيوم فوق الزيت في الدورق الحجمي.	
9	رج المحتويات بشكل جيد يدوياً لمدة (20-30) دقيقة لغرض التجانس.	
10	المزيج الناتج هو الوقود الحيوي.	
11	يمكن إجراء الاختبار؛ وذلك بإحراق كمية صغيرة منه، ولاحظ عملية الاشتعال.	

الاسئلة

1. ما الوقود الحيوي ولماذا يعتبر وقود متجدد؟
2. ما مصادر الوقود الحيوي؟ اذكرها وبيّن اهميتها.
3. ما مميزات الوقود الحيوي؟
4. هل يوجد تأثيرات للوقود الحيوي على المحركات والبيئة؟ وضح ذلك.
5. ما النسبة المئوية لهيدروكسيد البوتاسيوم، والكحول الاثيلي في تحضير الوقود الحيوي بالاعتماد على كمية الزيت المستعمل؟

الفصل السادس

تجارب فحوصات النفط الخام، والمشتقات

1-6 تجربة تعيين محتوى الكاربون المتخلف من حرق المشتقات النفطية، والنفط الخام

الهدف من التجربة:

بعد الانتهاء من إجراء التجربة يكون الطالب قادراً على قياس وتعيين نسبة الكاربون المتبقي من حرق المشتق النفطي، والنفط الخام مختبرياً.

نظرية التجربة

تتوقف انبعاثات غاز ثاني اوكسيد الكاربون (CO_2) على المحتوى الكاربوني، وهذا المحتوى الكاربوني للوقود، هو احد الخصائص الكامنة في الوقود ذاته، ولا يتبع عملية الاحتراق، او ظروفها التي تؤدي دورا مهما في محتوى الطاقة للوقود، وهو ما يعبر عنه بالقيمة الحرارية (Heating Value)، او حرارة الاحتراق (Heat of Combustion).

يمكن تعريف قيمة المحتوى الكاربوني على انه الانبعاثات الكامنة، او الكمية القصوى من الكاربون المحتمل انبعاثه في الجو، في حالة تحول جميع الكاربون الموجود في الوقود الى CO_2، بمعنى ان بعض الكاربون الموجود في الوقود لا ينطلق الى الجو، انما يتبقى على شكل كاربون (سخام)، او مواد هباب.

يتم تعيين النسبة المئوية للكاربون المتبقي بعد حرق مركب بترولي تحت ظروف معينة، عند درجة حرارة معينة في فرن كهربائي، حيث يعطي المنتج دلالة على مقدار الكاربون المتبقي في المحركات، ومواقع الاحتراق التي تستعمل الوقود النفطي غير المتطاير، مثل زيت الديزل، وزيت الوقود، والدهون، والاسفلت.

وتراكم هذا الكاربون يؤدي الى نقص كفاءة عمل الموقد، او المحرك، وتستعمل في هذه التجربة جفنة خزفية، او معدنية خاصة ذات فوهة ضيقة القطر ما بين (1.5-2 cm)، او تغطى الجفنة المستعملة بغطاء ليكون الاحتراق داخل حيز ضيق، ويسخن النموذج في حالة كونه عالي الكثافة، ولزج القوام، وهناك معلومات متوافرة عن العلاقة بين محتوى الكاربون، والكثافة فكلما كانت الكثافة للمشتق النفطي عالية كان محتوى الكاربون اكبر.

واهمية التجربة تكمن في حرق النفايات النفطية، وكذلك تحويل المواد الاولية الخاصة بصناعة البتروكيمياويات الى منتجات بترولية تستعمل في الصناعة.

الأدوات والأجهزة المستعملة

جفنة خزفية او معدنية	ميزان حساس	مثلث خزفي
مصباح بنزن	حامل ثلاثي	ملقط
مجفف زجاجي	فرن كهربائي	

المواد المستعملة

- نفط خام.
- مشتقات نفطية ثقيلة، ويفضل الزيوت.

طريقة العمل

1. خذ جفنة معدنية، او خزفية، ونظفها بصورة جيدة، ثم ضعها فوق مصباح بنزن لتحترق بوضعها في مثلث خزفي الى درجة حرارة الاحمرار، او توضع في فرن كهربائي الى درجة حرارة الاحمرار، ثم ضعها في مجفف زجاجي حتى تبرد، والشكل (6-1) و(6-2) يوضحان انواع مختلفة من الجفن الخزفية، والمعدنية مع اغطيتها.



الشكل 6-1 جفان خزفية ذات غطاء



الشكل 6-2 جفان معدنية مع اغطيتها

2. زن الجفنة بدقة متناهية في ميزان حساس يقيس الوزن الى اربعة مراتب بعد الفارزة (يقيس جزء بالعشرة آلآف من الغرام)، وسجل وزنها.
3. ضع (5-10 g) من النموذج المطلوب فحصه، والخالي من الشوائب، والمواد العالقة، وتوضع في الجفنة التي سبق وزنها، وسجل وزن الجفنة، والنموذج، ويفضل النفط الخام الثقيل، او زيوت الوقود الثقيلة، ويفضل وضع غطاء على الجفنة.
4. ضع الجفنة في مركز المثلث الخزفي، واسند المثلث على حامل ثلاثي، ثم ضع مصباح بنزن اسفل المثلث لغرض توزيع الحرارة بصورة متساوية.
5. باشر بتزويد الحرارة بواسطة شعلة قوية، ومرتفعة من المشعل الغازي.
6. بعد ظهور الدخان فوق الجفنة يتم تحريك، او امالة الشعلة مباشرة بحيث تكون الشعلة فوق جوانب الجفنة لغرض اشعال الابخرة.
7. يعاد تنظيم المشعل، وتثبت الحرارة كما في البداية عند توقف الابخرة عن الاحتراق، وعدم ملاحظة اي شعلة زرقاء.
8. توقف عن الاحتراق بعد ان يصبح القسم السفلي، وقعر الجفنة المعدنية احمر براقاً لعدة دقائق.
9. يُرفع المشعل، وتترك الجفنة لتبرد، ويُرفع غطاء الجفنة لمدة 10 دقائق.
10. ترفع الجفنة الخزفية (المعدنية) بواسطة ملقط، وتوضع في مجفف زجاجي لتبرد.
11. زن الجفنة مع الكاربون المتبقي، واحسب النسبة المئوية للكاربون المتخلف من النموذج الاصلي.

$$\text{النسبة المئوية للكاربون المتبقي} = \frac{\text{وزن الكاربون المتبقي بعد الحرق}}{\text{الوزن الكلي للنموذج}} \times 100$$

بطاقة التمـــارين

اسم التمرين: تعيين محتوى الكاربون للمشتقات النفطية والنفط الخام

أولا: الأهداف التعليمية

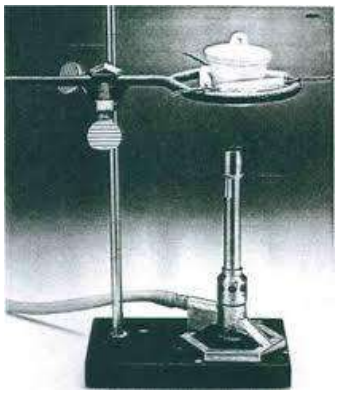
بعد الانتهاء من إجراء التجربة يكون الطالب قادراً على تعيين محتوى الكاربون للمشتقات النفطية، والنفط الخام مختبرياً.

ثانيا: التسهيلات التعليمية (مواد، أدوات، أجهزة)

جفنة خزفية او معدنية، مصباح بنزن، ميزان حساس، حامل ثلاثي، مثلث خزفي، مجفف زجاجي، فرن كهربائي، ملقط، نفط خام، مشتقات نفطية ثقيلة ويفضل الزيوت.

ثالثا: خطوات العمل (النقاط الحاكمة، معيار الأداء، الرسومات)

ت	خطوات العمل مع النقاط الحاكمة	الرسومات
1	ارتد بدلة العمل (صدرية)، ثم نظف الأدوات المطلوبة.	
2	خذ جفنة معدنية، او خزفية، ونظفها، ثم احرقها حتى الاحمرار، ثم ضعها في مجفف زجاجي لتبرد.	
3	زن الجفنة بدقة متناهية، وسجل وزنها.	
4	ضع من (5-10 g) من النموذج المطلوب فحصه في الجفنة، ثم زنها بدقة، وسجل وزنها، ثم ضع الغطاء على الجفنة.	

5	ضع الجفنة في مركز المثلث الخزفي، واحرق النموذج بواسطة مصباح بنزن، ودور المصباح لكي تشتعل ابخرة ودخان النموذج.	
6	يعاد تنظيم المشعل، وتثبت الحرارة كما في البداية عند الانتهاء من الاحتراق، وتوقف الابخرة من الصعود، وعدم ملاحظة اي شعلة زرقاء.	
7	توقف عن الاحتراق، واسحب مصباح بنزن بعد ان يصبح القسم السفلي، وقعر الجفنة المعدنية احمر براقاً لعدة دقائق.	
8	ارفع الجفنة بواسطة ملقط، وضعها في مجفف زجاجي لتبرد.	
9	زن الجفنة مع الكاربون المتبقي، واحسب النسبة المئوية للكاربون المتخلف من النموذج : $\text{لنسبة المئوية للكاربون المتبقي} = \frac{\text{وزن الكاربون المتبقي بعد الحرق}}{\text{الوزن الكلي للنموذج}} \times 100$	

الاسئلة

1. ماذا يمثل محتوى الكاربون للمشتق النفطي؟
2. عرف قيمة المحتوى الكاربوني، وهل له تأثير سلبي على البيئة؟
3. ما الاجراءات الواجب مراعاتها اثناء القيام بإجراء التجربة؟
4. ما الاضرار الناتجة من زيادة المحتوى الكاربوني للمشتق النفطي على المحركات ومواقع الاحتراق؟
5. بَين اهمية ايجاد المحتوى الكاربوني للمنتوجات النفطية في الصناعات البتروكيمياوية.

2-6 تجربة تعيين نقطة الانيلين ومعامل الديزل

الهدف من التجربة:

بعد الانتهاء من إجراء التجربة يكون الطالب قادراً على قياس نقطة الانيلين، وحساب معامل الديزل مختبرياً.

نظرية التجربة

تمثل نقطة الانيلين (Aniline Point) ادنى درجة يمتزج فيها المشتق النفطي بصورة تامة مع حجم مساوٍ له من الانيلين، وتشير بصورة تقريبية الى محتوى المركبات (العطرية او الاورماتية) في الوقود، وذلك لسهولة اذابتها في الانيلين اكثر من المركبات البارافينية، ولهذا يقابل نقطة الانيلين الواطئة محتوى واطئ من العطريات، والعكس صحيح، ويحسب معامل الديزل (Diesel Index) عند معرفة نقطة الانيلين والكثافة القياسية للوقود معبرا عنها بدرجة API° بحسب القانون الآتي:

$$\text{معامل الديزل} = \text{نقطة الانيلين } (F°) \times \frac{\text{الكثافة القياسية } (\text{API}°)}{100}$$

حيث ان درجة API° ترتبط بالوزن النوعي (spg) بالعلاقة الآتية:

$$\mathbf{API°} = \frac{\mathbf{141.5}}{\mathbf{spg60/60°F}} - \mathbf{131.5}$$

وقد اشارت الخبرة الميدانية، والاختبارات المختبرية إلى ان الزيوت العطرية ذات المحتوى الكاربوني العالي كانت اكثر ضرراً لمنتوجات البوليمر من تلك المواد ذات المحتوى الكاربوني المنخفض العطري.

ويجب الانتباه اذا كان الانيلين، والمشتق النفطي غير قابل للامتزاج في درجة حرارة الغرفة، لذلك فأن العينة (الانيلين، والزيت) يجب ان يبرد دون درجة حرارة الغرفة للحصول على نقطة الانيلين، او يرفع درجة حرارته، علما ان نقطة الانيلين مع النفط يجب ان تكون ما بين F° (150-0)، وعليه فأن نقطة الانيلين تعرف على انها اقل درجة حرارة يمتزج عندها المنتج البترولي بالانيلين امتزاجاً، تاماً والشكل (3-6) يوضح جهاز قياس نقطة الانيلين للمشتقات النفطية.

فمثلا اذا كانت نقطة الانيلين قليلة للبنزين، فهذا يعني احتواءه على كمية كبيرة من الهيدروكاربونات الاورماتية التي ستقاوم الامتزاج (الخلط) بدرجة عالية، اما الكيروسين فيجب ان تكون نقطة الانيلين له كبيرة حتى يحتوي على قليل من المركبات الاورماتية؛ لأنها تسبب احتراق الكيروسين مع تصاعد ابخرة ودخان.



الشكل 6-3 جهاز قياس نقطة الانيلين

نقطة الانيلين: هي اقل درجة حرارية عندها تذوب كمية من البترول، او احد مشتقاته في كمية مساوية له من الانيلين.

معامل الديزل: يدل على كفاءة الاحتراق لوقود الديزل، وكلما ازداد معامل الديزل، ازدادت الكفاءة له.

الأدوات والأجهزة المستعملة

ماصة	سداد مطاط او الفلين لسد فوهة الانبوبة	قنينة كثافة او مكثاف (Hydrometer)
انبوبة اختبار عدد 2	جهاز لقياس نقطة الانيلين	
حمام مائي	محرار	

المواد المستعملة

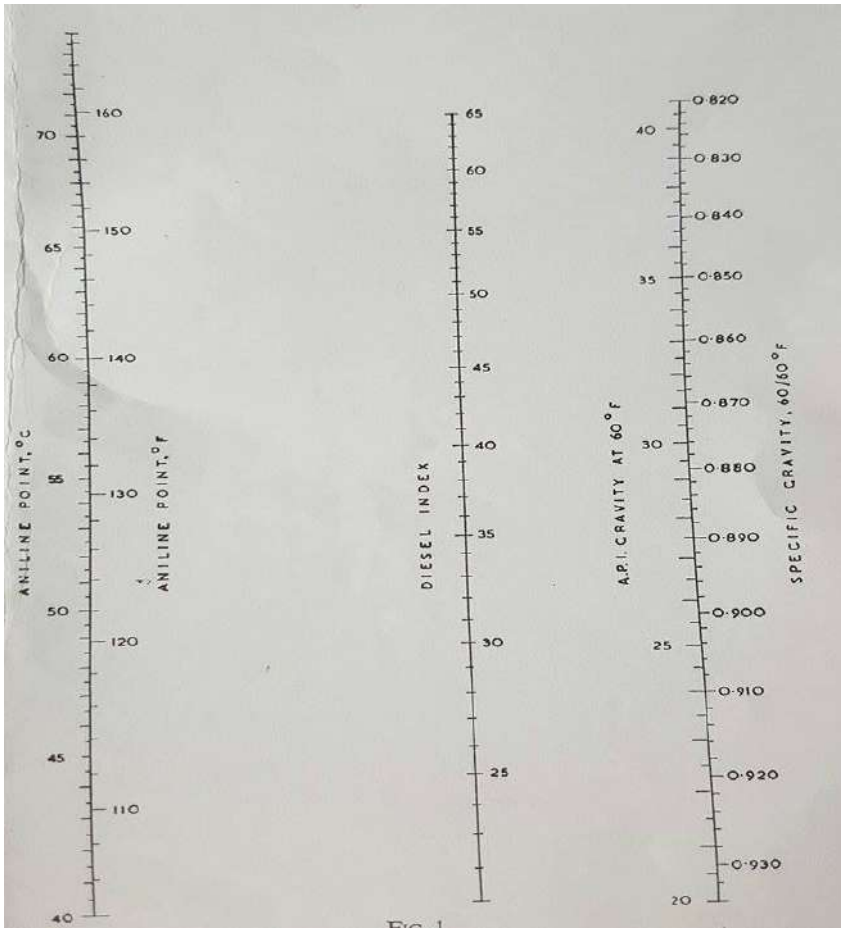
الانيلين	زيت	مشتقات نفطية

طريقة العمل

1. نظف، ثم جفف اجزاء الجهاز.
2. خذ (5 ml) من الانيلين، و(5 ml) من النموذج (الزيت) المراد فحصه بالماصة.
3. ضع المادتين في الانبوبة الداخلية للجهاز لغرض الاختبار.
4. حرك المزيج باستعمال الخلاط (بسرعة متوسطة) لغرض الامتزاج.
5. سد فوهة الانبوبة بسداد من المطاط، ثم قس درجة الحرارة.
6. سخن الخليط في حمام مائي في حالة عدم امتزاج النموذج، والانيلين عند درجة حرارة المختبر مع التحريك المستمر حتى الوصول الى الامتزاج التام.
7. ارفع مصدر التسخين، وسجل درجة الحرارة على انها نقطة الانيلين.
8. برد النموذج بسرعة مع التحريك حتى يبدأ التعكر، وانفصال طبقتي النموذج، والانيلين، او يصبح غائماً (ضبابي).
9. سجل نقطة الانيلين مرة اخرى بعد تكّون الضباب، وقارنه مع الدرجة الاولى.
10. عين الكثافة القياسية للنموذج المستعمل بواسطة قنينة الكثافة، او بواسطة المكثاف (Hydrometer).
11. احسب معامل الديزل للنموذج من القانون:

$$\text{معامل الديزل} = \text{نقطة الانيلين } (F^\circ) \times \frac{\text{الكثافة القياسية } (^\circ API)}{100}$$

والشكل رقم (6-4) يربط ما بين نقطة الانيلين، ومعامل الديزل و °API



الشكل 6-4 يربط بين نقطة الانيلين ومعامل الديزل و °API

بطاقة التمـــارين

اسم التمرين: تعيين نقطة الانيلين ومعامل الديزل

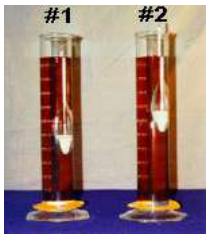
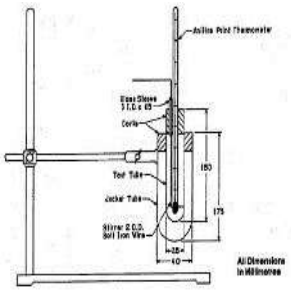
أولا: الأهداف التعليمية

بعد الانتهاء من إجراء التجربة يكون الطالب قادراً على قياس نقطة الانيلين، ومعامل الديزل مختبرياً.

ثانيا: التسهيلات التعليمية (مواد، أدوات، أجهزة)

ماصة، انبوبة اختبار عدد 2، سداد مطاط او فلين، محرار، جهاز قياس نقطة الانيلين، حمام مائي، قنينة حجمية او مكثاف، الانيلين، مشتقات نفطية.

ثالثا: خطوات العمل (النقاط الحاكمة، معيار الأداء، الرسومات)

ت	خطوات العمل مع النقاط الحاكمة	الرسومات
1	ارتد بدلة العمل، ثم نظف الجهاز، والأدوات.	
2	خذ (5 ml) من الانيلين، و(5 ml) من النموذج (المشتق النفطي، او الزيت).	
3	ضع المادتين في الانبوبة الداخلية لغرض الاختبار.	
4	حرك المزيج باستعمال الخلاط لغرض الامتزاج.	
5	سد فوهة الانبوبة بسداد، ثم قس درجة الحرارة.	

6	سخن الخليط في حمام مائي في حالة عدم الامتزاج حتى الوصول الى الامتزاج التام.	
7	ارفع مصدر التسخين، وسجل درجة الحراة على انها نقطة الانيلين.	
8	برد النموذج بسرعة مع التحريك الى ان يبدأ التعكر، وانفصال طبقتي النموذج، او يصبح غائماً (ضبابي).	
9	سجل نقطة الانيلين مرة اخرى بعد تكّون الضباب، وقارنه مع الدرجة الاولى.	
10	عين الكثافة القياسية للنموذج بستعمال قنينة كثافة.	
11	احسب معامل الديزل للنموذج من القانون: معامل الديزل = نقطة الانيلين (F°) × $\frac{\text{الكثافة القياسية (°API)}}{100}$	

الاسئلة

1. ماذا تمثل نقطة الانيلين، ومعامل الديزل للمشتق النفطي؟
2. لماذا يستعمل الانيلين في تعيين معامل الديزل؟
3. ماذا يعني ارتفاع نقطة الانيلين في المشتق النفطي أو انخفاضها؟
4. كيف يتم حساب معامل الديزل؟ وضح ذلك نظريا وعمليا.
5. ما الخطوات الواجب مراعاتها عندما لا يذوب الانيلين في المشتق النفطي؟

3-6 تعيين اللون للمنتجات النفطية

الهدف من التجربة:

بعد الانتهاء من إجراء التجربة يكون الطالب قادرا على تعيين اللون للمشتقات النفطية مختبرياً.

نظرية التجربة

لون المنتج النفطي هو صفة من صفاته التي تدل على درجة النقاوة لذلك المنتج، مثل زيوت التزييت، وزيوت التسخين، وزيوت وقود الديزل، والشموع النفطية، وغيرها.

يتألف جهاز تعيين اللون للمنتجات النفطية من مقياس اللون (Tintometer) الذي يحتوي على مصدر ضوئي، ولوحة الوان زجاجية قياسية، ووعائين زجاجيين، أحدهما للنموذج (المنتج النفطي)، والاخر للمادة القياسية التي يتم مقارنة اللون معها، وعتلة دائرية مدرجة تحتوي على الالواح الزجاجية الملونة مع غطاء ذي فتحة للرؤيا.

وعند اجراء الاختبار، يتم وضع المادة القياسية (الماء المقطر) في الوعاء المخصص، ويوضع النموذج في الوعاء الاخر، ثم يفتح المصدر الضوئي، ويتم التحكم بالالواح الزجاجية من خلال العتلة للحصول على لون مشابه، او مقارب للمادة القياسية. حيث يتم تسجيل الرقم المقابل للوح الزجاجي الذي يمثل نتيجة الفحص.

بالنسبة للمشتقات النفطية السائلة مثل زيوت التزييت، يوضع (50 ml) في وعاء النموذج (السائل النفطي) الذي يراد تعيين لونه، فإذا كان النموذج غير لائق، عندئذ يسخن الى درجة 46 °C، ويعين اللون في تلك الدرجة، اما اذا كان اللون اغمق من (لون 8)، عندئذ يخفف النموذج بمعدل 15 حجم من النموذج مع 85 حجم من الكيروسين، ويعين لون المزيج.

اما بالنسبة للشموع النفطية، فيسخن النموذج الى 17 °C اعلى من درجة تجمد الشمع، ويعين اللون في تلك الدرجة، اما اذا كان النموذج اغمق من (لون 8)، فعندئذ يمزج 15 حجم من النموذج المذاب مع 85 حجم من الكيروسين، ويسخن الى الدرجة نفسها، ويختبر اللون في تلك الدرجة.

ملاحظة: يتدرج لون العدسات في وعاء النموذج من (1-10)، ويصبح غير واضح، اذا تعدى اللون الرقم 8؛ لأنه يكون بهذه الحالة معتماً، ولا نتمكن من قراءته وعليه نقوم بعملية تخفيفه لكي يصبح لونه واضحاً.

الادوات والاجهزة المستعملة

- جهاز قياس اللون (Tintometer) يحتوي على مصدر ضوئي، ولوحة الوان زجاجية قياسية، ووعائين مع غطاء، وعدسة لملاحظة اللون كما في الشكل (6-4).
- عبوات نماذج.
- مصباح بنزن.



الشكل 6-4 جهاز قياس اللون للمشتقات النفطية

المواد المستعملة

ماء مقطر	زيت تزييت	شمع	كيروسين

طريقة العمل

1. املأ احد الوعائين (الاسطوانتين) بالماء المقطر الى حد العلامة، وضعها في المكان المخصص لها في الجهاز، ثم اغلق الغطاء.
2. اوصل التيار الكهربائي، وشغل المصباح، وقارن النموذج مع اللون القياسي.
3. املأ الوعاء الثاني بالنموذج الى حد العلامة، وضعه في المكان المخصص له في الجهاز.
4. عين اي من العدسات يتطابق لونها مع لون النموذج، واذا كان اللون لا يتطابق تماما، استعمل الزجاجة التي تعطي لونا اغمق كما في الشكل (6-5).



الشكل 6-5 طريقة وضع النموذج في الجهاز

كيفية كتابة النتائج:

1. اكتب النتائج على اللون الذي يتطابق مع لون العدسات القياسية بالشكل الآتي (7.5 ASTM).
2. اذا كان لون النموذج وسط بين عدستين، سجل اللون الاغمق، واسبق الرقم بالحرف L، مثلا L7.5 ASTM Color ولا تسجل اللون الاغمق من العدسات القياسية المتوافرة سوى تلك التي تكون اغمق من (اللون 8)، ويكتب هكذا D8 ASTM Color.
3. في النماذج المخففة بالكيروسين، سجل اللون تليه كلمة (D.L) التي هي اختصار كلمة (Diluted) اي مخفف، مثلا L7.5 D.L ASTM Color.
4. اوجد الالوان المقابلة في النظام السابق لـ ASTM.

بطاقة التمـــارين

اسم التمرين: تعيين اللون للمنتجات النفطية

أولا: الأهداف التعليمية

بعد الانتهاء من إجراء التجربة يكون الطالب قادراً على تعيين اللون للمنتجات النفطية.

ثانيا: التسهيلات التعليمية (مواد، أدوات، أجهزة)

ماء مقطر، زيت تزييت، شمع، كيروسين، جهاز مقياس اللون، مصباح بنزن.

ثالثا: خطوات العمل (النقاط الحاكمة، معيار الأداء، الرسومات)

ت	خطوات العمل مع النقاط الحاكمة	الرسومات
1	ارتد بدلة العمل (الصدرية).	
2	املأ الاسطوانة الاولى بالماء المقطر الى حد العلامة، وضعها في المكان المخصص لها في الجهاز، ثم اغلق الغطاء.	
3	اوصل التيار الكهربائي، وشغل المصباح، وقارن النموذج مع اللون القياسي.	
4	املأ الاسطوانة الثانية بالنموذج (زيت التزييت)، وضعها في الجهاز بمكانها المخصص.	
5	عين اي العدسات يتطابق لونها مع لون النموذج، واذا كان اللون لا يتطابق تماما، استعمل الزجاجة التي تعطي لوناً اغمق	

كيفية كتابة النتائج	
1	اكتب النتائج عن اللون الذي يتطابق مع لون العدسات القياسية بالشكل الآتي مثلا ASTM 7.5.
2	اذا كان لون النموذج وسط بين عدستين سجل اللون الاغمق، واسبق الرقم بالحرف L.
3	في النماذج المخففة بالكيروسين سجل اللون تليه كلمة (D.L).
4	اوجد الالوان المتقابلة في النظام السابق لـ ASTM.

الاسئلة

1. ما الفائدة من معرفة لون المنتجات النفطية؟
2. لماذا يتم تخفيف بعض نماذج اختبار المنتجات النفطية؟
3. لماذا تُسخن بعض نماذج المنتجات النفطية السائلة؟

الفصل السابع

تجارب عمليات الفصل

1-7 الترشيح باستعمال المرشح ذي الالواح(إثرائية)

الهدف من التجربة:

بعد الانتهاء من إجراء التجربة يكون الطالب قادرا على حساب المقاومة النوعية، ومسامية المواد الصلبة المترسبة (الكيك)، ومقاومة وسط الترشيح مختبريا اثناء مرور محلول خلال مرشح ذي الالواح.

نظرية التجربة

الترشيح هو فصل المواد غير الذائبة، والعالقة، والشوائب في محلول معين بإمراره خلال وسط مسامٍ، تسمى المواد التي تمر خلال وسط الترشيح (الراشح)(Filtrate)، وتسمى المادة الصلبة التي لا تمر، اي تترسب على وسط الترشيح (الراسب)(Cake)، ان دقائق المادة الصلبة قد تكون خشنة، او ناعمة، والمحلول قد يكون سائلاً، او غازاً، وقد يكون حاراً، او بارداً، وتحت ضغط عالٍ او متخلخل.

ان وسط الترشيح هو وسط، او حاجز يسمح بنفاذ المحلول النقي، ويمنع نفاذ المواد العالقة التي تتجمع مترسبة على وسط الترشيح، وتسمى (الكيك)، وقد يكون هذا الكيك الناتج الرئيس المطلوب، لذلك يجب ان يتم الحصول عليه بشكل كامل دونما فقدان، وفي احيان اخرى يكون المحلول المترشح هو الناتج الرئيس المطلوب، لهذا تغسل طبقة الكيك جيدا بمذيب مناسب.

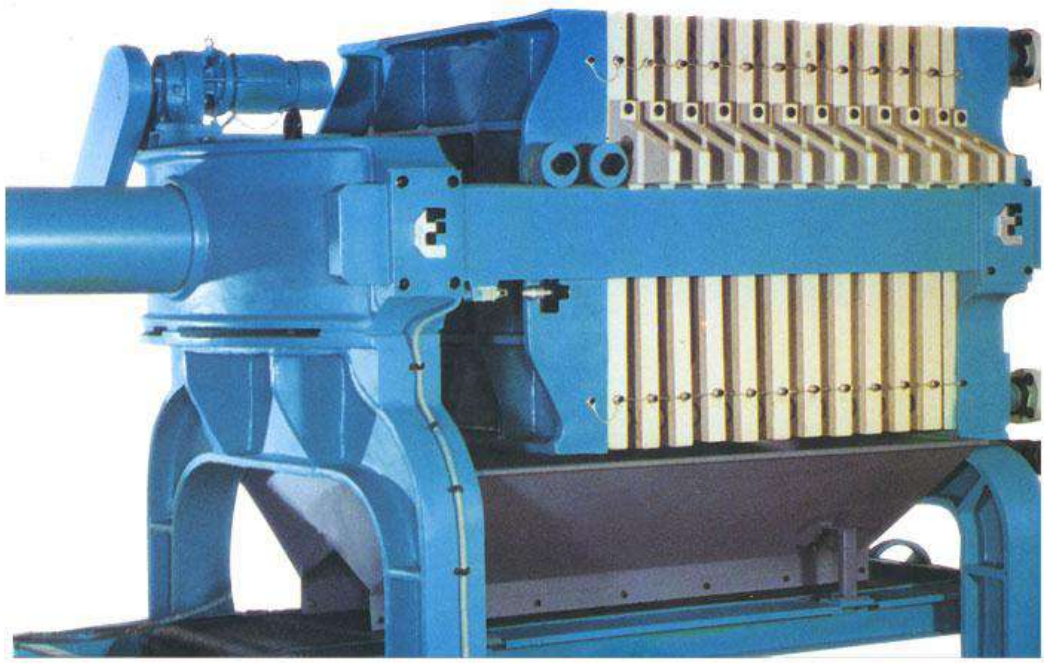
هناك مواصفات لوسط الترشيح في هذه التجربة وهي:

1. ان يكون مصنوعاً من قماش يسمح بنفاذ المحلول النقي فقط، ويمنع مرور المواد العالقة.
2. لا يساعد على حدوث تفاعل كيمياوي مع المحلول.
3. لا يعيق مرور أوجريان المحلول من خلاله.
4. له القابلية على تكوين طبقة ذات سمك معين من المادة المترسبة بعد مدة من العملية.
5. ان يكون سطحه املس وناعماً لتسهيل ازالة الكيك.

يواجه الراشح ثلاث مقاومات اثناء مروره خلال وسط الترشيح في هذا النوع من المرشحات (ذو الالواح) (Plate and frame Filter press) وهي:

1. مقاومة القناة التي تربط الالواح ببعضها.
2. مقاومة المادة الصلبة المترسبة (الكيك).
3. مقاومة وسط الترشيح.

ان جهاز الترشيح المتقطع (يعمل على شكل وجبات) مكون من مجموعة من الالواح مصممة لتكّون وحدة متصلة تتجمع عليها المادة الصلبة وهذه الالواح مغطاة بواسطة وسط الترشيح (قماش). ويدخل المحلول المحضر من وعاء الضغط الى الالواح تحت ضغط اعلى من الضغط الجوي حيث يمر السائل من خلال وسط الترشيح (القماش) وتترسب المادة الصلبة الرطبة على القماش، كما ان المحلول يمر في احدى النهايتين خلال كل الالواح المربوطة في الجهاز ويقطع ضعف المسافة خلالها ليخرج من فتحة الخروج، كما موضح في الشكل (7-1).



الشكل 7-1 جهاز ترشيح ذي الالواح

الادوات والاجهزة المستعملة

- جهاز الترشيح ذي الالواح مع ملحقاته (قماش الترشيح، حوض المحلول، ضاغطة، التوصيلات المطاطية، خلاط).
- كأس زجاجية سعة (1 L).

المواد المستعملة

- كاربونات الكالسيوم ($CaCO_3$) .

طريقة العمل

1. حضر محلولاً عالقاً (Slurry) من كاربونات الكالسيوم بتركيز 10%، وضعه في وعاء الضغط، ثم يخلط المحلول بواسطة الخلاط.
2. ضع قماش الترشيح بين الالواح وترصف الالواح، على بعضها البعض، وتشد بواسطة اللولب الجانبي، بحيث تكون وحدة متصلة يمر من خلالها المحلول.
3. اغلق الحوض، واربط التوصيلة التي يمر الهواء بواسطتها من الضاغط، بحيث يكون الضغط داخل الحوض ثابتا.
4. عند تشغل الجهاز ينسحب المحلول من الحوض الى الالواح، فتبدأ المادة الصلبة بالترسب على وسط الترشيح (القماش)، اما الراشح فيمر خلالها، ويأخذ دورته خلال الالواح، ثم يخرج من فتحة الخروج، والشكل (7-2) يوضح الاجزاء الكاملة للجهاز.



الشكل 7-2 المنظومة الكاملة لجهاز الترشيح ذي الالواح

5. احسب زمن تجمع حجم معين من الراشح لعدة مرات، ثم استمر بهذه العملية الى ان ينتهي كل المحلول من الحوض.
6. اوقف العملية، ثم نظف الاجهزة جيدا.
7. رتب النتائج في جدول كالاتي:

V (L)	t (sec)	$\Delta V=V_2-V_1$	$\Delta t=t_2-t_1$	$\bar{V}=\frac{V_1+V_2}{2}$	$\frac{\Delta t}{\Delta V}$

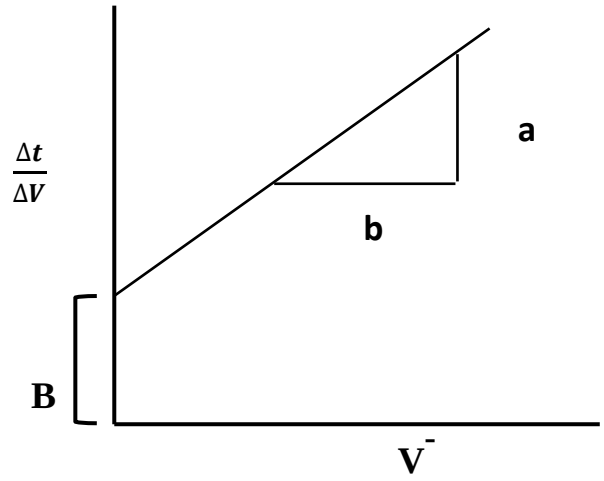
حيث ان:

الزمن (sec) = t

حجم الراشح الماء (L) = V

ارسم العلاقة بين $\frac{\Delta}{\Delta V}$ و $\bar{V}$ سوف تحصل على خط بياني كما موضح في الشكل أدناه:

$$\frac{dt}{dv} = K_P+B$$



$$Kp=\frac{a}{b}$$

1. حساب المقاومة النوعية (α) للكيك:

$$Kp = \frac{c\ \alpha\ \mu}{A^2\ (-\Delta p)\ gc}$$

حيث ان:

Kp= ثابت (يمثل الميل للعلاقة ما بين $\frac{\Delta t}{\Delta V}$ ، V^-) (sec/cm^6)

C (g/L) = تركيز المحلول

μ(cp)(g/cm.sec) = لزوجة السائل

α (m/g)= المقاومة النوعية للكيك

A (cm^2)= مساحة الترشيح

ΔP (atm)= فرق الضغط (التغير في الضغط)

gc = معامل التحويل الخاص بقانون نيوتن ($1kg.m/N.Sec^2$)

2. حساب مقاومة وسط الترشيح:

$$B = \frac{Rm\ \mu}{A\ (gc)\ (-\Delta P)}$$

ملاحظة/ يجب الانتباه الى استعمال معاملات التحويل المناسبة بغية توحيد وحدات القياس.

حيث ان:

B = ثابت من الرسم البياني

Rm = مقاومة وسط الترشيح (1/m).

3. حساب المسامية

المسامية (Porosity) = $\frac{\text{حجم الفراغات}}{\text{الحجم الكلي}}$

الحجم الكلي = الطول × العرض × الارتفاع

حجم الفراغات = وزن الماء المتبخر = حجم الماء المتبخر

$$\frac{dt}{dv} = K_P + B$$

بتكامل المعادلة اعلاه، وتعويض حدود التكامل (0-t) و(v2-v1) نحصل على العلاقة:

$$t = Kp\ (\frac{v_2^{\ 2} - v_1^{\ 1}}{2}) + B(v_2 - V_1)$$

حيث ان:

t (sec) = الزمن

V (L) = حجم الماء

Kp.B = ثوابت

مثال توضيحي: تحت ضغط مقداره (3 atm)، تم ترشيح محلول لكاربونات الكالسيوم في جهاز ترشيح ذي الالواح، وبعد الانتهاء من عملية الترشيح انخفض الضغط الى (1 atm)، علما أن الحجم الكلي للمحلول المراد ترشيحه كان (2.8 L)، واليك البيانات التي تم الحصول عليها اثناء اجراء عملية الترشيح، ومن خلال البيانات يقوم الطالب بإجراء الحسابات الخاصة بالتجربة ورسم الخطوط البيانية مع استخراج قيمة B و Kp، لزوجة الماء(μ)= (g/cm.sec)1، gc=9.8 m/s^2.

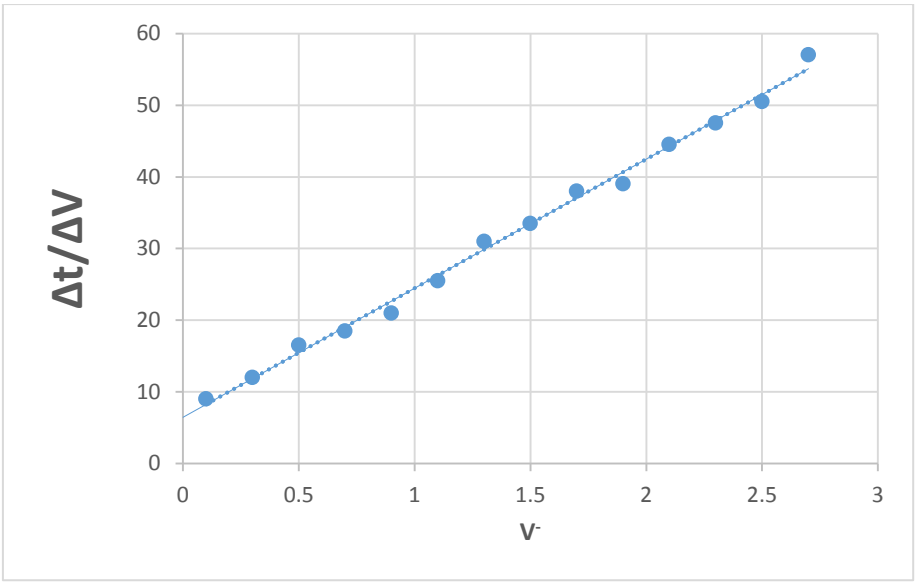
v(L)	0.2	0.4	0.6	0.8	1	1.2	1.4
t(Sec)	1.8	4.2	7.5	11.2	15.4	20.5	26.7
v(L)	1.6	1.8	2	2.2	2.4	2.6	2.8
t(Sec)	33.4	41	48.8	57.7	67.2	77.3	88.7

الحل:

v(L)	t(Sec)	$\Delta v=v_2-v_1$	$\Delta t=t_2-t_1$	$\bar{v}=(v_2+v_1)/2$	$\Delta t/\Delta v$
0	0				
0.2	1.8	0.2	1.8	0.1	9
0.4	4.2	0.2	2.4	0.3	12
0.6	7.5	0.2	3.3	0.5	16.5
0.8	11.2	0.2	3.7	0.7	18.5
1	15.4	0.2	4.2	0.9	21
1.2	20.5	0.2	5.1	1.1	25.5
1.4	26.7	0.2	6.2	1.3	31
1.6	33.4	0.2	6.7	1.5	33.5
1.8	41	0.2	7.6	1.7	38
2	48.8	0.2	7.8	1.9	39
2.2	57.7	0.2	8.9	2.1	44.5
2.4	67.2	0.2	9.5	2.3	47.5
2.6	77.3	0.2	10.1	2.5	50.5
2.8	88.7	0.2	11.4	2.7	57

نرسم العلاقة بين($\frac{\Delta t}{\Delta V}$) و ($\bar{V}$)، ونقوم بتحديد النقاط، ثم نرسم خطاً يمر بالنقاط المرسومة، ويكون بأقل ميل ممكن، وليس من الضرورة ان يمر بجميع النقاط، حيث تكون هناك نقاط تحت وفوق الخط الممر،

ويجب ان تكون مجموع المسافات العمودية بين الخط الممر، والنقاط الموجودة فوق الخط مساوية تقريباً الى مجموع المسافات العمودية بين الخط الممر، والنقاط الواقعة تحته، ثم نقوم باستخراج B من تقاطع الخط مع المحور العمودي، واستخراج Kp من ميل هذا الخط.



من الرسم البياني، نستنتج ان قيمة B= 5.9، وهي تمثل تقاطع الخط مع المحور العمودي. أما ميل هذا الخط فيمثل Kp= (a/b)، ويتم حسابه بتحديد نقطتين على الخط، واسقاط تلك النقطتين على المحور العمودي، والمحور الافقي، ورسم مثلث لاستخراج قيمة a و b، حيث كانت قيمة Kp من الرسم البياني تساوي 18.

بطاقة التمـــارين

اسم التمرين: الترشيح باستعمال المرشح ذي الالواح

أولا: الأهداف التعليمية

بعد الانتهاء من إجراء التجربة يكون الطالب قادراً على حساب المقاومة النوعية للمواد الصلبة المترسبة (الكيك)، ومقاومة وسط الترشيح اثناء مرور محلول خلال مرشح، ومسامية الكيك مختبرياً.

ثانيا: التسهيلات التعليمية (مواد، أدوات، أجهزة)

جهاز الترشيح ذي الالواح مع ملحقاته (حوض المحلول، ضاغطة، خلاط، التوصيلات المطاطية، قماش الترشيح)، كاربونات الكالسيوم ($CaCO_3$) .

ثالثا: خطوات العمل (النقاط الحاكمة، معيار الأداء، الرسومات)

	خطوات العمل مع النقاط الحاكمة	الرسومات
1	ارتد بدلة العمل (الصدرية).	
2	حضر محلول من كاربونات الكالسيوم بتركيز 10%، ويوضع في وعاء الضغط، ثم يخلط المحلول بواسطة خلاط.	
3	ضع قماش الترشيح بين الالواح، وشد اللولب.	
4	اغلق الحوض، واربط التوصيلات.	
5	شغل الجهاز، ولاحظ ترسب المادة على وسط الترشيح (القماش).	
6	احسب زمن تجمع حجم الراشح حتى ينتهي المحلول.	

7	اوقف العملية، ونظف الجهاز.	
8	رتب النتائج في جدول.	
9	استخرج المقاومة النوعية للكيك، والمسامية.	

الاسئلة

1. عرف ما يأتي: الترشيح، المائع، الكيك.
2. لماذا يقل الراشح بمرور زمن الترشيح مع ان الضغط ثابت؟
3. ما مواصفات وسط الترشيح ؟ عددها.
4. ما المقاومات التي يتعرض لها الراشح؟

2-7 التجفيف غير المستمر للمواد الصلبة باستعمال المجفف ذي الصواني (إثرائية)

الهدف من التجربة:

بعد الانتهاء من إجراء التجربة يكون الطالب قادراً على تجفيف المواد الصلبة باستعمال المجفف ذي الصواني ورسم منحني العلاقة بين نسبة الرطوبة، وزمن التجفيف مختبرياً.

نظرية التجربة

التجفيف هو عملية التخلص من اكبر كمية من السائل الموجود في المادة الصلبة الرطبة لاختزال نسبة السائل الى اقل قيمة مناسبة.

وتكون عملية التجفيف الخطوة النهائية غالباً في سلسلة عمليات التشغيل. ان نواتج المجففات تكون في الغالب جاهزة للتعبئة والشحن، وفي بعض الصناعات تكون عملية التجفيف خطوة اساسية في عملية التصنيع كما في صناعة الورق. يعتمد نوع الاجهزة المستعملة في عمليات التجفيف على نوع المادة المراد تجفيفها، والمجفف ذو الصواني (Tray Dryer) يستعمل لتجفيف المواد الصلبة التي يتطلب حملها على صوانٍ وهو من الاجهزة المستعملة لعمليات التجفيف غير المستمر، او على شكل دفعات.

ان معظم عمليات التجفيف بالمجففات تتم بدرجة °C (110-150).

تعاريف اساسية:

1. رطوبة المادة المنسوبة الى وحدة الكتلة من المادة الجافة (X)

$$X = \frac{\text{كتلة الماء}}{\text{كتلة المادة الجافة}}$$

2. رطوبة المادة المنسوبة الى وحدة الكتلة من المادة الرطبة (Y)

$$Y = \frac{\text{كتلة الماء}}{\text{كتلة المادة الرطبة}}$$

3. رطوبة الاتزان (X_e)(Equilibrium Moisture): وهي رطوبة الجسم في حالة التوازن، والتي عندها تتوقف عليه التجفيف والتبخير.
4. الرطوبة الحرة (free Moisture): تمثل كمية الماء التي تمتلكها المادة الزائدة عن رطوبة الاتزان وهي الرطوبة التي يمكن تبخيرها، وازالتها من المادة الرطبة ($X-X_e$).
5. معدل التجفيف (Rate of Drying)(Rd): يعرف على انه كمية الماء المتبخر في وحدة الزمن من وحدة المساحة من السطح الرطب المعرض للتجفيف.

$$R_d = \frac{\Delta X}{At}$$

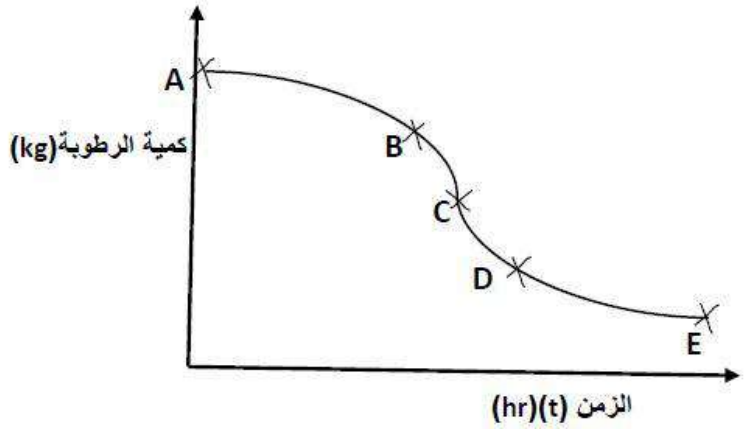
حيث ان:

A= مساحة السطح المعرض للتجفيف

ΔX = تغير الرطوبة

t= زمن التجفيف

ومن نتائج التجربة، يمكن الحصول على منحني يبين العلاقة بين رطوبة المادة، وزمن التجفيف، كما في الشكل (2-10).



الشكل 2-10 منحني العلاقة بين رطوبة المادة وزمن التجفيف

حيث تمثل نقاط الخط البياني ما يأتي:

BC= مرحلة التجفيف بمعدل ثابت.

CE= مرحلة التجفيف بمعدل متناقص.

CD= مرحلة التجفيف بمعدل متناقص (مرحلة التجفيف الاولى).

DE= مرحلة التجفيف بمعدل متناقص (مرحلة التجفيف الثانية).

يتضح من منحني معدل التجفيف ان هنالك جزأين، الجزء الاول يمثل مرحلة التجفيف بمعدل ثابت، والجزء الثاني يمثل مرحلة التجفيف بمعدل متناقص.

يمكن توضيح سبب اختلاف معدل التجفيف كما يأتي:

مرحلة التجفيف بمعدل ثابت:

في هذه المرحلة تحدث عملية التجفيف من سطوح مشبعة، وذلك بانتشار بخار الماء من سطح الجسم الرطب الى كتلة الهواء الرئيسة، حيث ان بداية عملية التجفيف تكون رطوبة الجسم عالية، وسطح المادة يكون مغطى بغشاء(Film) من السائل عند تعرضه لهواء جاف نسبيا تحدث عملية التبخر من السطح، وبما ان تبخر الرطوبة يحتاج الى كمية من الحرارة، فأن السطح سوف يصل، ويثبت على درجة معينة، وهي درجة حرارة الهواء المشبع الملامس للسطح الرطب بحيث ان انتقال الحرارة من الغاز الى السطح يساوي الحرارة اللازمة للتبخر. لذلك فأن رطوبة الهواء المشبع الملامس للسطح الرطب تبقى ثابتة، وكذلك فأن قيمة الرطوبة في تيار الهواء الرئيسي ثابتة، اذا كان التجفيف يتم تحت ظروف ثابتة، وبذلك فأن معدل التجفيف سوف تبقى قيمته ثابتة.

مرحلة التجفيف بمعدل متناقص:

عندما تختزل رطوبة الجسم الى القيمة الحرجة (الرطوبة الحرة)، فأن الغشاء السائل المتكون على السطح يبدأ بالاختزال نتيجة للتبخر، بحيث ان الاستمرار في التجفيف يؤدي الى تكّون مواضع جافة على السطح، وتزداد المساحة المشغولة بهذه المواضع الجافة باستمرار التجفيف، وهذا يؤدي الى انخفاض معدل التجفيف الذي يحسب بالنسبة الى المساحة الكلية للسطح (A) على الرغم من بقائه ثابتاً بالنسبة للمساحات التي ما زالت مبللة بالغشاء، وهذا يمثل مرحلة التجفيف بمعدل متناقص، الاولى بين النقطتين (C) و (D) (التجفيف عندما يكون السطح غير مشبع)، وفي النقطة (D) تكون طبقة السائل التي تغطي السطح قد تبخرت، واذا استمر التجفيف، فأن معدل حركة الجزيئات للمادة السائلة من خلال المادة الصلبة نتيجة لفرق تركيز بين المناطق الداخلية، والمناطق السطحية هو الخطوة التي تسيطر على عملية التجفيف، وقد يحدث التبخير في مناطق تحت السطح في مستوى، او قطاع يزداد بالعمق خلال المادة الصلبة، كلما استمرت عملية التجفيف،

وبذلك ينخفض معدل التجفيف اكثر الى ان تصل النقطة (E)، وعندما تصل رطوبة المادة الى رطوبة، الاتزان فأن التجفيف يتوقف.

الأدوات والأجهزة المستعملة

مجفف كهربائي	صواني عدد 2	ميزان حساس	محرار

المواد المستعملة

- رمل (ناعم، خشن).
- ماء.

خذ نموذجين من الرمل أحدهما ناعم، والاخر خشن، وكل نموذج يجري عليه ما يأتي:

1. زن الصينية، وهي فارغة، ونظيفة، وجافة، وليكن وزنها ($و_1$).
2. زن الصينية بعد ملئها بالمادة الصلبة (الرمل) الجافة، وليكن وزنها الجديد ($و_2$).
3. ضع وزناً معيناً من الماء على الرمل في الصينية، ويخلط جيدا، وتقاس درجة حرارة الخليط بالمحرار (يجب ان تكون درجة حرارة منظم المجفف نفسها).
4. ادخل الصينية الى داخل المجفف، وابدأ بحساب الزمن من تلك اللحظة، كما في الشكل (7-3).



الشكل 7-3 مجفف ذو الصواني

5. اخرج الصينية على أوقات محدودة (كلما ترتفع درجة الحرارة 30 °C) من المجفف، ثم اوزنها، وتعاد الى المجفف، وهكذا الى ان تجف المادة الصلبة ويثبت وزن الصينية، ومحتوياتها.
6. ثبت القراءات، والاوزان في جدول كالاتي:

زمن التجفيف (ن)	وزن النموذج الاول (الناعم)	وزن النموذج الثاني (الخشن)

7. طبق القانون التالي:

$$\text{معدل التجفيف } (R_d) \ (g/min.cm^2) = \frac{\text{كمية الماء المتبخر}}{(\text{وحدة المساحة}) \ (\text{وحدة الزمن})} = \frac{\Delta X}{At}$$

8. ارسم المنحني بين نسبة الرطوبة والزمن.

تمرين عملي:

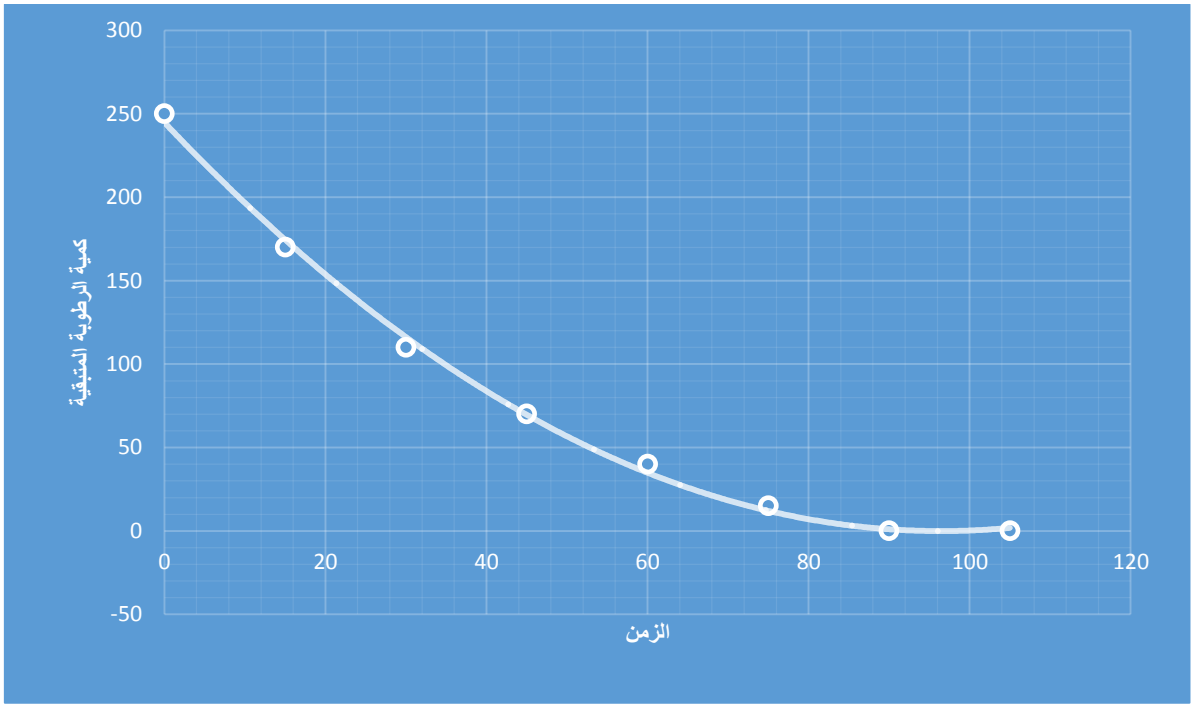
في تجربة لايجاد معدل التجفيف لمادة صلبة (رمل) في صوانٍ وجد ان وزن الصينية فارغة (500 g)، ووزنها مع المادة الصلبة (1500 g)، ووزن الصينية وبها المادة الصلبة والماء (1750 g) علما ان مساحة الصينية ($900\ cm^2$) وبعد اجراء التجربة، وجدت النتائج كما مبين في الجدول الاتي:

القراءة	درجة الحرارة (°C)	الوزن الكلي (g)	وزن الرطوبة (g)		الزمن (Min)
			المتبخر	المتبقي	
1	25	1750	0	250	0
2	150	1670	80	170	15
3	150	1610	60	110	30
4	150	1570	40	70	45
5	150	1540	30	40	60
6	150	1515	25	15	75
7	150	1500	15	0	90
8	150	1500	0	0	105

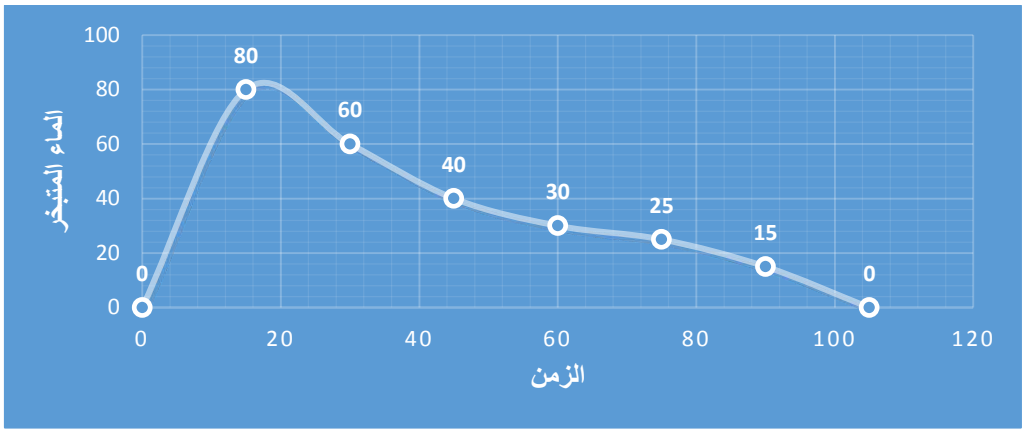
ارسم العلاقة بين نسبة الرطوبة، والزمن، وكذلك العلاقة بين الماء المتبخر، والزمن، واحسب معدل التجفيف بين كل قراءتين.

الحل:

نرسم العلاقة بين كمية الرطوبة المتبقة، والزمن، وكذلك العلاقة بين الماء المتبخر، والزمن، كما في الرسومات البيانية الاتية:



رسم بياني يوضح العلاقة بين كمية الرطوبة المتبقية والزمن



رسم بياني يوضح العلاقة بين كمية الماء المتبخر والزمن

$$\text{معدل التجفيف} = \frac{\text{كمية الماء المتبخر}}{\text{المساحة} \times \text{وحدة الزمن}}$$

معدل التجفيف خلال المدة الاولى (0-15) دقيقة

$$= \frac{80}{(0\text{-}15) \times 900}$$

$$= 0.006 \ \text{g/min.cm}^2$$

معدل التجفيف خلال المدة الثانية (15-30) دقيقة

$$= \frac{60}{(15\text{-}30) \times 900}$$

$$= 0.0044 \ \text{g/min.cm}^2$$

معدل التجفيف خلال المدة الثالثة (30-45) دقيقة

$$= \frac{40}{(30\text{-}45) \times 900}$$

$$= 0.003 \ \text{g/min.cm}^2$$

معدل التجفيف خلال المدة الرابعة (45-60) دقيقة

$$= \frac{30}{(45\text{-}60) \times 900}$$

$$= 0.0022 \ \text{g/min.cm}^2$$

معدل التجفيف خلال المدة الخامسة (60-75) دقيقة

$$= \frac{25}{(60\text{-}75) \times 900}$$

$$= 0.00185 \ \text{g/min.cm}^2$$

معدل التجفيف خلال المدة السادسة (75-90) دقيقة

$$= \frac{15}{(75\text{-}90) \times 900}$$

$$= 0.0011 \ \text{g/min.cm}^2$$

معدل التجفيف خلال المدة السابعة (90-105) دقيقة

$$= \frac{0}{(90\text{-}105) \times 900}$$

$$= 0$$

بطاقة التمـــارين

اسم التمرين: التجفيف غير المستمر للمواد الصلبة باستعمال المجفف ذي الصواني

أولا: الأهداف التعليمية

بعد الانتهاء من إجراء التجربة يكون الطالب قادراً على معرفة تجفيف المواد الصلبة ورسم منحني العلاقة بين نسبة الرطوبة وزمن التجفيف مختبرياً.

ثانيا: التسهيلات التعليمية (مواد، أدوات، أجهزة)

رمل ناعم، رمل خشن، ماء، مجفف كهربائي، صواني عدد 2، ميزان، محرار.

ثالثا: خطوات العمل (النقاط الحاكمة، معيار الأداء، الرسومات)

ت	خطوات العمل مع النقاط الحاكمة	الرسومات
	خذ نموذجين من الرمل أحدهما ناعم والاخر خشن، وكل نموذج اجري عليه الآتي	
1	زن الصينية، وهي فارغة، ونظيفة، وجافة، وليكن وزنها ($و_1$).	
2	زن الصينية بعد ملئها بالمادة الصلبة (الرمل) الجافة، وليكن وزنها ($و_2$).	
3	ضع وزناً معيناً من الماء على الرمل في الصينية، ويخلط جيدا وتقاس درجة حرارة الخليط بالمحرار.	

<table>
<tr><td>4</td><td>ادخل الصينية الى داخل المجفف.</td><td></td></tr>
<tr><td>5</td><td>ابدأ بحساب الزمن، اخرج الصينية من المجفف بأوقات محددة مثلا كل 15 دقيقة (او كلما ترتفع حرارة المجفف 30 °C)، ثم اوزنها، وتعاد الى المجفف، وهكذا الى ان تجف المادة الصلبة (يثبت وزن الصينية).</td><td></td></tr>
<tr><td>6</td><td>ثبت القراءات، والاوزان في جدول كالاتي:
<table><tr><th>زمن التجفيف</th><th>وزن النموذج الاول (الناعم)</th><th>وزن النموذج الثاني (الخشن)</th></tr><tr><td></td><td></td><td></td></tr></table></td><td></td></tr>
<tr><td>7</td><td>طبق القانون: معدل التجفيف = $R_d = \frac{\Delta X}{At}$
ثم ارسم المنحني بين نسبة الرطوبة والزمن.</td><td></td></tr>
</table>

الاسئلة

1. عرف عملية التجفيف، ثم اشرح ميكانيكية العملية؟
2. ما المقصود بمعدل التجفيف (R_d)؟ وكيف يتم حسابه؟
3. عدد المقاومات التي تواجه التجفيف.
4. ما العوامل التي تعتمد عليها عملية التجفيف؟
5. اكتب قانون معدل التجفيف.

المصادر

اولاً: المصادر العربية

1. احسان عبد الغني مصطفى وسعد عزالدين المختار(الكيمياء اللاعضوية والتناسقية) مديرية دار الكتب للطباعة والنشر/جامعة الموصل، الموصل 1988.
2. د.عبد الرحمن العرفج ((الصحة والسلامة في المعامل الكيمياوية)) جامعة الملك فهد، مركز العلوم التطبيقية، 2003.
3. ا.د.عمار هاني الدجيلي واخرين (الكيمياء للصف السادس الاعدادي) وزارة التربية، المديرية العامة للمناهج، الطبعة الثانية، 2003.

ثانيا: المصادر الأجنبية

1. A.I. Vogel, " ATextbook of Quantitative Chemical Analysis " ,5th Edition, Longman Press, England, 1989.
2. A.S.Foust ,L.A.Wenzel ,C.W.Clump ,L.Maus,and L.B.Andersen , Principles of unit Operation ,2nd edition ,John Wiley &Sour ,New York (1980).
3. B. S.Furniss, A. J.Hannaford " Textbook of Practical Organic Chemistry " John Wiley and Son, 20th Edition , 2009.
4. IP Standards for Petroleum and It's Products-partI:Method of analysis and testing ,22nd Edition ,the institute of Petroleum , London(1963).
5. J.E. Huheey " Inorganic Chemistry " Harper and Row Publisher, London, 1997.
6. R. Brent " The Golden Book of Chemistry Experiments " Golden Press, New York, Copyright 2002.
7. R.N.Shreve ,Chemical Process Industries ,McGraw-Hill ,New York.
8. R.T.Morrison and R.N Boyd " Organic Chemistry " 6th Edition Prentice-Hall, New Jersy,2008.
9. S.S. Zumdahl " Chemistry " Houghton Mifflin, Bosten, 2003.
10. W.L.McCabe and J.C.Smith ,Unit Operation of Chemical Engineering, 7th editioin McGraw –Hill ,New york2004.