جمهورية العراق

وزارة التربية

المديرية العامة للتعليم المهني

التدريب العملي

الصناعي / تكرير النفط ومعالجة الغاز

الثالث

الدكتور المهندس

كاظم نوري عبد

م . م سرمد خليل مرزا

م . هاتف سالم محمود

د. محمد فاضل عبد علي

م. علاء إبراهيم كريم

الطبعة الثالثة

1446 هـ - 2024م

المحتويات

المقدمة 9

المحتويات 4

الفصل الاول: عمليات الصيانة في المنشآت النفطية 9

الأهداف 10

تمهيد 1 - 1 10

1-2 الصيانة الصناعية 10

1-2-1 العلاقة بين الصيانة والإنتاج 11

1-2-2 التخطيط والتنظيم لأعمال الصيانة 11

1-2-3 الواجبات الرئيسية لأقسام الصيانة 11

1 – 2 – 4 الهيكل التنظيمي لأقسام الصيانة في المصنع 12

1-2-5 تصنيف الصيانة 13

1-2-6 الخطوات الصحيحة لتطبيق الصيانة 15

1 – 2 – 7 التخطيط والجدولة لأعمال الصيانة 16

1 – 2 – 8 أدارة وتنفيذ أعمال الصيانة باستخدام برامج الحاسب الآلي 17

1-2 - 9 الخبرات والأدوات اللازمة لمخطط الصيانة باستخدام الحاسوب 18

1-2 - 10 عمليات واجراءات إيقاف التشغيل عند الطوارئ 19

1-3 صيانة ضاغطات الهواء 20

1 – 3 – 1 النظرية 20

1-3-1 الأجزاء الثابتة. 20

1-3-2 الأجزاء المتحركة. 20

1-3-3 الأجزاء المتحركة: 22

1-3-4 تفكيك الضاغط 23

1 – 3 – 5 الصيانة الوقائية لضاغط الهواء 25

فوائد وقيمة الصيانة الوقائية لأنظمة ضواغط الهواء الصناعية 25

1 – 3 – 6 التحقق من عوامل التشغيل 28

1 – 3 – 7 طريقة اختيار ضاغط الهواء الامثل 31

1-3-9 عطلات الضاغط واجراءات المعالجة 31

1 – 4 صيانة المضخات 34

1 – 4 – 1 النظرية 34

1 – 4 – 2 استخدامات المضخات 34

1 – 4 – 4 المضخة الغاطسة 35
1 – 4 – 5 الاعطال الشائعة في المضخات الغاطسة 36
1- 4 – 6 الاعطال الكهربائية في المضخات الغاطسة 36
1 - 4 – 7 اللوحة الكهربائية 36
1– 4 – 8 الأعطال الشائعة التي تحدث في المضخات (الأسباب والعلاج) 38
1 – 4 – 9 نصب مضخة الطرد المركزي 40
1 – 5 صيانة فاصلة الغازات وفاصلة السوائل 47
1 – 5 - 1 النظرية 47
1 – 5 - 2 العازلات 47
1 – 5 – 3 عمليات العزل : 49
1 – 5 – 4 محطات العزل 49
1 – 5 – 5 العوامل المؤثرة على عملية العزل 51
1 – 5 – 6 عازلة الاختبار والعازلة الانتاجية 51
1 – 5 – 7 أنواع العازلات 51
1 – 5 – 8 عازلات الغاز من الناحية التصميمية 52
1 – 5 – 9 أهم المشاكل التشغيلية في محطات العزل 52
1 – 6 صيانة الصمامات 59
1 – 6 - 1 النظرية 59
1 – 6 – 2 العوامل المعتمدة في اختيار الصمامات 59
1 – 6 – 3 المكونات الاساسية للصمامات 60
1-6-4 انواع العطلات في صمامات الصناعات النفطية 61
1 – 6 – 5 طرق صيانة الصمامات 62
1 – 6 – 6 إجراءات نموذجية لصيانة الصمامات 64
1 – 7 صيانة المبادلات الحرارية 65
1 – 7 -1 النظرية 65
1 – 7 – 2 أنواع المبادلات الحرارية 67
1 – 7 –3 العوامل الواجب اعتمادها أثناء تشغيل المبادلات الحرارية : 70
1 – 7 –4 المبادل الحراري الذي يستخدم الهواء 71
1-7-5 السيطرة على درجة الحرارة في المبادلات الحرارية 72
1 – 7 – 6 حماية المبادلات الحرارية 72
1 – 7 –7 حزمة أنابيب المبادلات الحرارية نوع الغلاف والانبوب 72

1 – 7 –8 اختيار المبادلات الحرارية 73
1 – 7 –9 تنظيف المبادل الحراري 73
1 – 7 –10 صيانة المبادلات الحرارية 76
1 – 7 – 11 الصيانة التنبؤية 76
الفصل الثاني: التجارب المختبرية 85
تمهيد1 – 2 85
2 – 2 اسم التجربة : التقطير التجزيئي للنفط الخام 85
2 – 2 – 1 النظرية 85
2– 2 – 2 التقطير البسيط (الاعتيادي) 85
2 – 2 – 3 التقطير التجزيئي 86
2 – 2 – 4 التقطير تحت ضغط مخلخل 88
2 – 2 – 5 التقطير البخاري 88
2 – 2 – 6 الأدوات والاجهزة المستعملة في تجربة التقطير التجزيئي 89
2 – 2 – 7 المواد المستعملة 89
2 – 2 –8 خطوات العمل 89
2 - 2 - 9 بطاقة تمارين 90
2 – 3 اسم التجربة : امتصاص السوائل للغازات 93
2 – 3 – 1 النظرية 93
2 – 3 – 2 وصف العملية 94
2 – 3 – 3 الأدوات والاجهزة المستعملة 95
2 – 3 – 4 المواد المستعملة 95
2 – 3 – 5 خطوات العمل 95
2-4 اسم التجربة : استخلاص سائل – سائل 98
2-4-1 النظرية 98
2-4-2 شروط المذيب الخاص بالاستخلاص 99
2-4-3 الاجهزة والادوات المستعملة 100
2-4-4 المواد الكيمياوية المستعملة 100
2-4-5 خطوات العمل 100
2-4-6الحسابات 101
2 – 5 اسم التجربة : الامتزاز 104
2 – 5 – 2 الزيوت المستهلكة 104

2 – 5 – 3 اهداف عملية تدوير الزيوت المستهلكة 106
2 – 5 – 4 استخدامات الزيوت المكرّرة 106
2 – 5 – 5 الأجهزة والمواد المستعملة 106
2 – 5 – 6 خطوات العمل 106
3– 5 – 7 طريقة تعيين نسبة الرماد 107
2 – 5 – 8 بطاقة التمارين 108
2 – 6 اسم التجربة : الترشيح الاطاري 113
2 – 6 – 1 النظرية 113
2-6-2 مواصفات وسط الترشيح 113
2 – 6 – 3 انواع المرشحات 114
2 – 6 – 4 الأدوات والاجهزة المستعملة 115
2– 6 – 5 المواد المستعملة 115
2– 6 – 6 خطوات العمل 115
2-6-7 بطاقة التمارين 120
2 – 7 اسم التجربة : التجفيف 123
2 – 7 – 1 النظرية 123
2 – 7 – 2 تعاريف اساسية 123
2 – 7 – 3 اجهزة التجفيف 125
2 – 7 – 4 المجففات السطحية او ذات الصواني 125
2 – 7 – 5 مرحلة التجفيف بمعدل ثابت 126
2 – 7 – 6 مرحلة التجفيف بمعدل متناقص 127
2 – 7 – 7 الأدوات والاجهزة المستعملة 127
2-7-8 المواد المستعملة 127
2 – 7 –10 بطاقة التمارين 131
2 – 8 اسم التجربة : تحضير المنظفات السائلة 133
2-8-1النظرية 133
2 – 8 – 2 الأدوات والأجهزة المستعملة 133
2 – 8 – 3 المواد االمستعملة 134
2 – 8 – 4 خطوات العمل 134
2 – 8 – 5 بطاقة التمارين 136
2-9 الفحوصات المختبرية على المياه المستعملة في مصافي النفط 139
2-9- 1 (1)- التوصيل الكهربائي 140

2-9-1-1 خطوات العمل 140
2-9-1-2 بطاقة التمارين : التوصيل الكهربائي 141
2-9-2 (2):عسرة الماء 142
2-9-2-1 خطوات العمل 142
2-9-2-2 بطاقة التمارين : عسرة الماء 143
2-9-2-3 (3): العكوره 145
2-9-3-1 النظرية 145
2-9-3-2 خطوات العمل 145
2-9-3-3 بطاقة التمارين : العكورة 146
2-9-4 (4): فحص المواد الصلبة الذائبة الكلية (Total Dissolved Solid) (TDS) 147
2-9-4-1 خطوات العمل 147
2-9-4-2 بطاقة التمارين: فحص المواد الصلبة الذائبة الكلية (TDS) 148
2-9-5 (1): فحص الأملاح الذائبة الراشحة في الماء(Total soluble salts). 150
2-9-5-1 خطوات العمل: 150
2-9-5-2 اسم التمرين : فحص الأملاح الذائبة الراشحة في الماء(Total soluble salts). 151
2-9-6 (2) : فحص تعيين الأملاح والمواد العالقة بضمنها مواد الغرين والطين في الماء(Total solid). 153
2-9-6-1 خطوات العمل 153
2-9-6-2 اسم التمرين : فحص تعيين الأملاح والمواد العالقة بضمنها مواد الغرين والطين في الماء(Total solid). 154
2-9-7 (3): فحص تعيين الأملاح الكبريتية في الماء(Sulphates) 155
2-9-7-1 خطوات العمل 155
2-9-7-2 بطاقة التمارين 157
2-9-8 (4): فحص تعيين الكلوريدات في الماء(Chloride) 159
2-9-8-1 خطوات العمل 159
2-9-8-2 بطاقة التمارين 160
2-9-9 (5): قياس الزيوت والمركبات الدهنية 162
2-9-9-1 خطوات العمل 162
2-9-9-2 بطاقة التمارين 163
2-9-10 (6): فحص الحامضية للماء قيمة pH-meter 165
2-9-10-1 خطوات العمل 165
2-9-10-2 بطاقة التمارين 166
2 – 10 اسم التجربة : التفاعلات الكيمياوية وتعيين سرعة التفاعل الكيمياوي 168

2 – 10 – 1 النظرية 168
2 – 10 – 2 انواع التفاعلات الكيميائية 169
2 – 10 – 4 العوامل المؤثرة على سرعة التفاعل الكيمياوي 172
2 – 10 – 5 بطاقة التمارين 174
2 – 11 اسم التجربة : تجربة التحليل المنخلي 180
2 – 11 – 1 النظرية 180
2 – 11 – 2 مكونات جهاز التحليل المنخلي 181
2 – 11 – 3 الأجهزة والمواد المستعملة 181
2 – 11 – 4 خطوات العمل وهي على مرحلتين؛ العملي والحسابات 182
2 – 11 – 5 مثال توضيحي 182
2 – 11 – 6 بطاقة التمارين 183
2 – 12 تجربة تحضير الفينول فورمالدهايد (البكلايت) 187
2 – 12 – 2 الأدوات والاجهزة المستعملة 187
2 – 12 – 3 المواد المستعملة 188
2 – 12 – 4 خطوات العمل 188
2 – 12 – 5 بطاقة التمارين 189
2 – 13 تجربة تحضير الكيل البنزين (الكلة البنزين) 191
2 – 13 – 1 النظرية 191
2 –13 – 2 الاجهزة والادوات المستعملة 193
2 – 13 – 3 المواد المستعملة 193
2 – 13 – 4 خطوات العمل 193
2 – 13 – 5 بطاقة التمارين 194
2-14 تجربة الازمرة (تحويل حامض الماليك إلى الفيوماريك) 198
2-14-1: النظرية 198
2-14-2 الاجهزة والادوات المستعملة 199
2-14-3المواد الكيميائية المستعملة 199
2-14-4 خطوات العمل 199
2-14-5 بطاقة التمارين 200

المقدمة

تُعد العمليات النفطية بكل أشكالها من العمليات التي تحتاج إلى تطوير وتحديث، مما يستوجب تدريب العاملين فيها بإستمرار على وفق برامج متطورة ومعدة من قبل خبراء، والمقصود بالعاملين جميع المستويات إبتداءً من العمال إلى الفنيين وصولا إلى المهندسين وحتى الخبراء انفسهم.

واستنادا إلى ذلك فان المديرية العامة للتعليم المهني ووفقا لأهدافها فان، مناهج التدريب العملي تُعد لتكون ملبية لمتطلبات ميدان العمل. وعليه فان كتب التدريب العملي لتخصص تكرير النفط ومعالجة الغاز, صممت لإعداد كوادر فنية يمكن تدريبها وتطويرها مستقبلا لتتمكن من المساهمة في تطوير الانتاج في مختلف الميادين.

تم اعداد مناهج التدريب العملي لتخصص تكرير النفط ومعالجة الغاز لتحقيق جملة من الاهداف, يقف في مقدمتها تزويد الطالب بمهارات متنوعة تمكنه من العمل في الوحدات المختلفة في مصافي النفط ومختبرات فحوصات النفط الخام والمشتقات النفطية ومحطات معالجة الغاز، وقد صممت التجارب المختبرية لتكون مضامينها متطابقة بشكل جيد مع المحتوى العلمي للعمليات النفطية المتنوعة.

ان كتاب التدريب العملي للصف الثالث يحتوي على مضامين متنوعة استكمالا لما تعلمه الطالب في الصفين الاول والثاني.

لقد تضمن الكتاب مقدمة عن السلامة المهنية في المنشآت النفطية وتعريفاً لعمليات الصيانة وأهميتها، فضلاً عن عمليات الصيانة لأجهزة الفصل، والمضخات، والضاغطات والمبادلات الحرارية وهي من الأجهزة الشائعة الاستعمال في مصافي النفط ومحطات عزل الغاز وتنقيته.

ان جزءا من التدريب العملي في المجالات المذكورة, يتم في المنشآت النفطية, والذي سيساهم في تطوير امكانيات الطالب من خلال اطلاعه على مجالات عمل جديدة وذات علاقة مباشرة بتخصصه.

نرجو من جميع الأخوات والاخوة القائمين على التدريب العملي ان يقوموا بمتابعة الطالب وتقييم أدائه داخل الورش والمختبرات وتيسير المعلومات المقدمة له. كما نأمل تقديم الملاحظات والمقترحات حول ما ورد في الكتاب من المفاهيم العلمية والعملية والتي تؤدي إلى تطويره.

والله ولي التوفيق...

المؤلفون

الفصل الاول: عمليات الصيانة في المنشآت النفطية

الأهداف

بعد الانتهاء من دراسة الفصل يكون الطالب قادرا على أن :

1- يدرك أهمية المحافظة على المعدات ضمن حدود المواصفات التصميمية والتشغيلية لتأمين كفاءة إنتاجية عالية، على أن تقوم فعاليات الصيانة بإعادة تلك المعدات إلى المواصفات التصميمية كلما انخفضت عنها.

2- يعرف الحدود الدنيا للتوقفات غير المبرمجة للمعدات، وكذلك تقليل الهدر في المواد الأولية وفي وقت العمل.

3 – يتمكن من المشاركة في اتخاذ الإجراءات اللازمة للحد من حوادث العمل التي تؤدي دائما إلى ضياع ساعات العمل سواء للعاملين أو المكائن والمعدات ومن ثم تقليل الخسائر على الصعيدين البشري والمادي.

4 – يتمكن من استخدام الأدوات والآلات والأجهزة والمعدات التي تحقق عمليات الصيانة بكل أنواعها.

5 – يعرف طبيعة الأعطال التي تصيب الأجهزة في المنشاة النفطية وتقدير حاجتها لعمليات الصيانة.

تمهيد 1 - 1

الصيانة هي الإجراء الاحترازي للمحافظة على المعدات او المنشاة او اعادتها إلى وضعها الطبيعي، لقد ركزت الشركات النفطية على موضوع بالغ الاهمية الا وهو (الصيانة) لأنها تؤمن كفاءة تشغيلية عالية مع أعلى درجات السلامة للعاملين وبأوطأ التكاليف، إذْ عملت تلك الشركات على تهيئة مهندسين وفنيين متخصصين في المجال المذكور.

ان عمليات صيانة الاجهزة والمعدات تحتاج إلى مهارات استخدام العدد اليدوية وغيرها من الأجهزة ذات العلاقة بعمليات الصيانة.

2-1 الصيانة الصناعية

تُعرف على انها ابقاء الاجهزة أو المعدات أو الآلات الصناعية في المصانع والمعامل تعمل بشكل جيد عبر الفحص المستمر والاصلاح – للمساعدة قدر الامكان- لتلافي المشاكل قبل حدوثها.

ومن اهداف الصيانة الصناعية ما يأتي :

أولا : تقليل الاعطال وليس منعها من الحدوث.

ثانيا: الحفاظ على المكائن والمعدات وكافة تقنيات الانتاج الأخرى في حالة تشغيلية جيدة ضمن كلفة مقبولة.

ثالثا: إن الصيانة عملية فنية هندسية ولكن لها وجه إداري إذ من الممكن ممارستها بدون وظائف إدارية كالتنظيم والتنفيذ والرقابة وقيادة الأفراد.

وقد أزداد الاهتمام بالصيانة نتيجة للمتغيرات الاتية :

1 - استمرار التحول الالي أدى إلى استخدام المعدات السريعة الإنتاج بدلا من البطيئة والتي تعني زيادة في الإنتاج وزيادة في تآكل المعدات، فضلاً عن زيادة عملية التهالك للمعدات .

2 - استمرار التغيير من استخدام معدات الإنتاج التي يقوم بتشغيلها الأفراد إلى تلك التي تستخدم التحكم الآلي التي تحتاج إلى قدرة كبيرة من المهارة الهندسية لصيانتها.

3 - ارتفاع تكاليف العمل التي تضاف على التكلفة الناتجة من توقف المعدات.

4 - زيادة أسعار الآلات والمعدات المنتجة بما يدعو الي مزيد من الاهتمام نحو زيادة الاستفادة منها.

1-2-1 العلاقة بين الصيانة والإنتاج

يحاول مسؤولو الإنتاج المحافظة على مستواه كماً ونوعاً دون توقف أو عطل في الآلات يتجاوز الحد المخطط له في الوحدة الإنتاجية، حيث أن أي توقف طارئ يؤدي إلى:

أولا : انخفاض الإنتاج.

ثانيا : عدم مطابقته للمواصفات المطلوبة.

ثالثا : الإخلال بالارتباطات والتعاقدات.

رابعا : خسارة مالية نتيجة المرفوضات(المنتج غير المطابق للمواصفات المطلوبة).

خامسا : غرامات نتيجة الإخلال بمواعيد تسليم المنتوج.

سادسا : تعرض المنشاة والوحدة للسمعة السيئة.

سابعا : التعرض إلى المخاطر في المنشاة النفطية بسبب تسرب بعض المنتجات القابلة للاشتعال .

وفي هذه الحالة فإن هدف الصيانة الرئيسي مرتبط كل الارتباط بأهداف الإنتاج مما يؤدي إلى تحقيق الفائدة أو الربح المخطط له، وطبيعي أن هدف الصيانة يقل نسبيا إذا كان هناك خط إنتاج آخر أو اكثر, ففي هذه الحالة يمكن ان تنال عملية الصيانة التخطيط أي الاستعداد للتوقفات.

2-2-1 التخطيط والتنظيم لأعمال الصيانة

عند تقسيم الصيانة وتوزيع أفرادها في مجموعات يجب ألا يغيب عن الذهن أنه لا يوجد نظام مثالي واحد يمكن أن يتبع في كل الأحوال وذلك لأنه لا يوجد مصنعان متشابهان تماماً في كل الحالات ويدعو الاختلاف إلى أهمية الأقسام ولهذا فإن التنظيم يتوقف على ما يأتي :

1- نوع أعمال الصيانة.

2- استمرار الأعمال.

3- التوزيع الجغرافي لأقسام المنشاة.

4- حجم المنشاة.

5- نشاط أقسام الصيانة.

6- درجة مهارة العاملين وتدريبهم.

3-2-1 الواجبات الرئيسية لأقسام الصيانة

أن الهدف الرئيسي للصيانة هو المحافظة على معدات الإنتاج لتعطي أقصى إنتاجية مع الحفاظ على أعلى مستوى للجودة بأقل تكلفة بمعنى العمل على اقل التوقفات والعطلات.

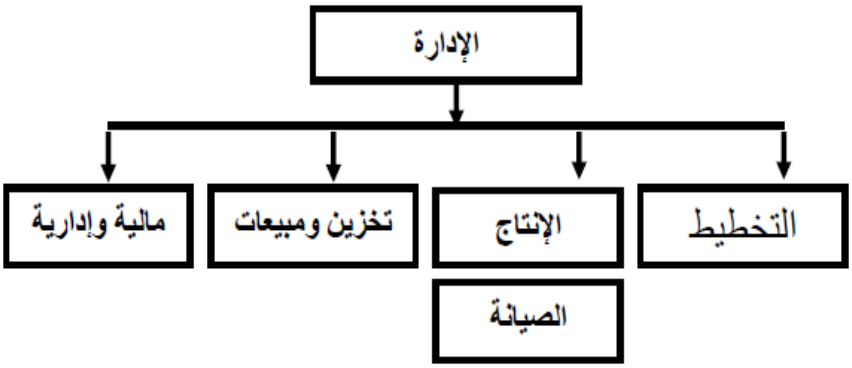
وبالرغم من أن نشاط الصيانة يختلف في الواقع من مكان لآخر حيث يتأثر بحجم المكان ونوعه وسياسة الإدارة فيه بل بالصناعة ذاتها؛ إلا أنه يمكن ذكر واجبات الصيانة الرئيسية كما يأتي:

1- تحقيق السلامة والأمان.
2- الاستغلال الأمثل للماكنات والمعدات لتحقيق أكبر عائد من المال.
3- ضمان تشغيل الوحدات الاحتياطية فور الاحتياج إليها.
4- المحافظة على العمر الافتراضي للماكنات والمعدات.
5- إدارة المرافق العامة في الوحدة الإنتاجية.
6- تجهيز المواد الاحتياطية ومراقبة مستوى المخزون منها.
7- المحافظة على شبكة الطرق وصيانتها.
8- المحافظة والرقابة على تكاليف الصيانة في الحدود المخطط لها في الميزانية.
9- إدخال التطويرات اللازمة على تصميم المعدات بهدف الإقلال من مسببات الأعطال المتكررة.
10- تطوير أساليب الإصلاحات وتبسيطها بهدف إطالة عمر المعدات.

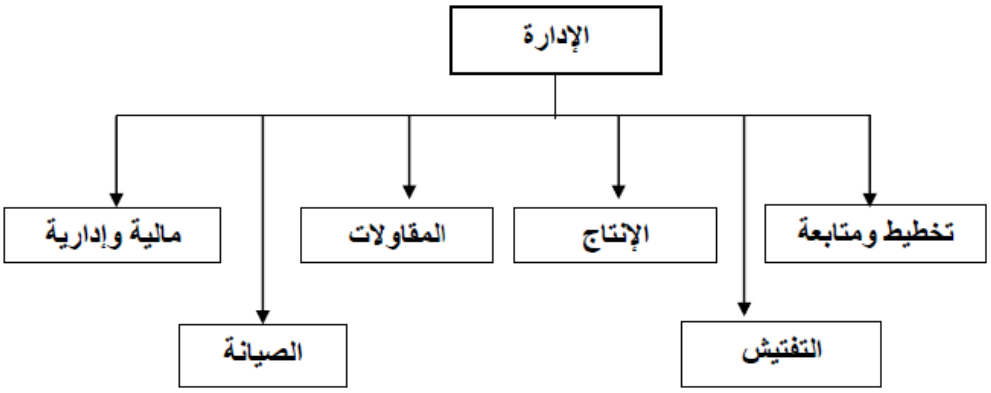
1 – 2– 4 الهيكل التنظيمي لأقسام الصيانة في المصنع

يتضح من الواجبات والمسؤوليات أنها تكاد تكون على مستوى واحد مع مسؤوليات وواجبات أقسام الإنتاج, في بعض الأحيان تعلو مسؤولية عملية الصيانة على مسؤولية الأقسام الإنتاجية لهذا يجب أن يتحقق لقسم الصيانة العوامل الآتية :

1- حرية اتخاذ القرارات بالتوقف للإصلاح, أو الاستمرار في العمليات الإنتاجية.
2- تمتع المسؤولين عن الصيانة بحرية العمل المطلقة وفي خريطة التنظيم يجب أن يوضعوا في مستويات مسؤولي الإنتاج ويتبعوا مباشرة للإدارة الرئيسية .
3- يصاحب الاستقلال المذكور التعاون المستمر مع الأقسام الإنتاجية والاشتراك في رسم خطط الإنتاج بما لا يتعارض مع خطط عمليات الصيانة. والأشكال (1-1) و (1-2) توضح نماذج استرشاديه لأنواع الهياكل التنظيمية المختلفة.



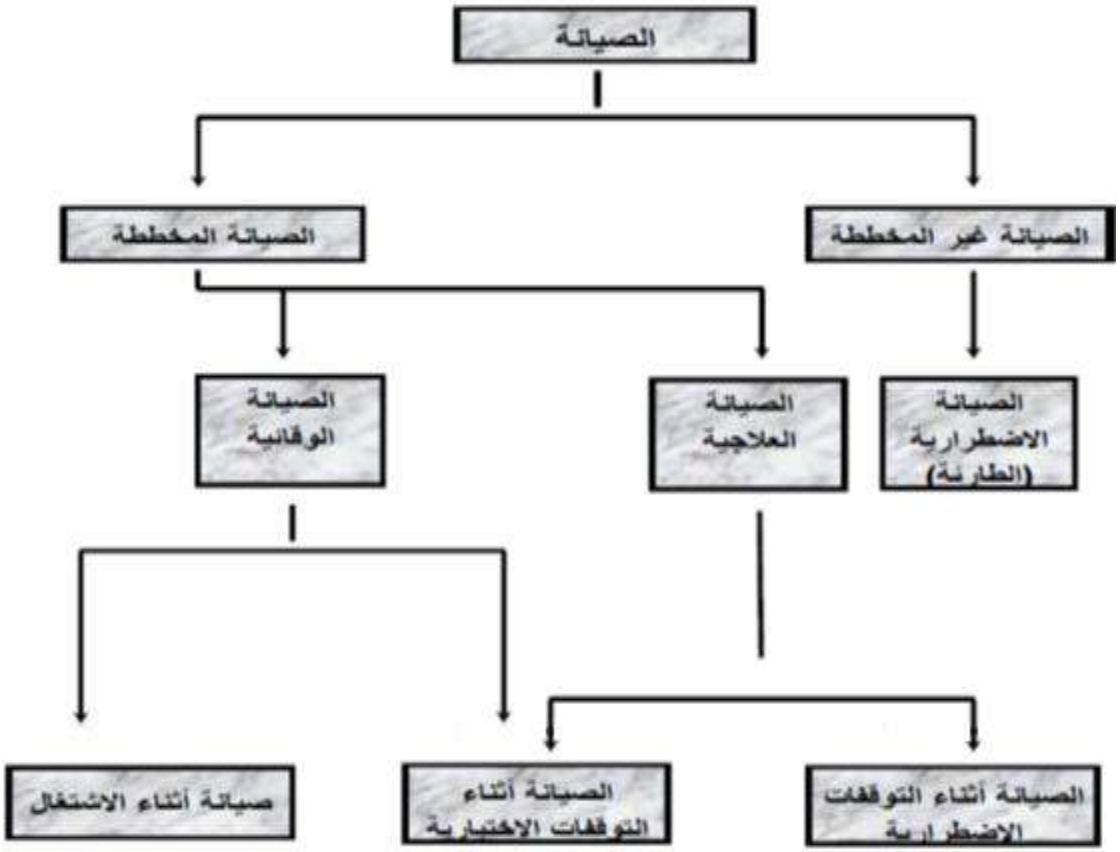
شكل (1-1) الهيكل التنظيمي العام لمصنع صغير



شكل (1-2) الهيكل التنظيمي العام لمصنع كبير

1-2-5 تصنيف الصيانة:

يمكن تصنيف الصيانة بالطريقة الموضحة في الشكل (1-3) وكما يأتي:-



شكل (1-3) التصنيف الحديث للصيانة

(1) الصيانة غير المخططة

هي صيانة غير محددة ببرنامج زمني وترتبط فقط بعطل أو توقف الماكنة أو المعدة او الجهاز بشكل مفاجئ عن العمل، ويعتمد زمن الصيانة على الإمكانيات المتوفرة لأعمال الصيانة، كما تكون مدة الصيانة غير مخطط لها ولا يوجد استعدادات مسبقة لها. وتضم الصيانة غير المخططة ما يسمى بالصيانة الاضطرارية وهي فعاليات الصيانة التي تجري من دون أي تخطيط مسبق التي تحتاج إلى ضرورة التدخل الفوري لمنع حدوث عطل اكبر .

(2) الصيانة المخططة

هي تنظيم انشطة الصيانة وانجازها والسيطرة عليها بحسب تقديرات مسبقة وتوثيق هذه الإجراءات ضمن الخطة الموضوعة ومن انواعها :

اولا : الصيانة الوقائية

ويقصد بها اداء نشاطات الصيانة قبل توقف الماكنة بقصد المحافظة على استمرارية التشغيل وتقليل احتمال التوقفات وهي من أكثر تصنيفات الصيانة أهمية، وذلك لاستخدامها في العديد من المصافي النفطية للحفاظ على استمرارية عمل المكائن وضمان تصنيع المنتجات، من خلال أساليب مبرمجة تتسم بالدورية في إجراءات الصيانة.

تعتمد الصيانة الوقائية على مبدأ مراقبة الحالة للماكينة أو المعدة من أجل التنبؤ بالانهيار أو العطل قبل حدوثه، ويتم ذلك باستخدام عدة تقنيات حديثة من أهمها:

1 - الفحص البصري.
2 – قياس الاهتزازات الميكانيكية.
3 – تحليل الزيوت.
4 – الاشعة فوق الصوتية.
5 – الاشعة تحت الحمراء.
6 – تحليل المحركات.

مميزات استخدام الصيانة الوقائية:-

يحقق استخدام تقنيات الصيانة الوقائية عدة مزايا للمنشأة الصناعية من أهمها:

1- زيادة عمر الماكينة.
2- تقليل وقت توقف الإنتاج.
3- خفض النفقات المصروفة على العمل والمواد الاحتياطية.
4- تحسين جودة المنتج بصفة عامة.
5- تحسين بيئة العمل والأمن الصناعي.
6- توفير الطاقة.

ثانيا - الصيانة العلاجية

وتسمى أيضاً بالصيانة التصحيحية, ويقصد بها الجهود الهادفة إلى إعادة المعدات إلى حالة مقبولة بعد حدوث العطل، وتشير فعاليات الصيانة العلاجية إلى عمليات الكشف والفحص والاستبدال التي تتم على الاجهزة والمكائن والمعدات والآلات نتيجة لتوقفها عن العمل او تعطلها, وبعض المتخصصين يُعد هذا النوع

من الصيانة ضمن الصيانة غير المخططة. اما الجدول (1-1) فيوضح الفروقات بين النظريتين القديمة والحديثة لأساليب واهداف الصيانة.

الجدول (1-1) يوضح مقارنة بين النظريتين القديمة والحديثة لأساليب واهداف الصيانة.

النظرة القديمة	النظرة الحديثة
١ـ إجراء الصيانة بعد حدوث العطل.	١ـ القيام بالصيانة قبل حدوث العطل.
٢ـ هدف الصيانة هو استمرار عمل المعدات.	٢ـ هدف الصيانة هو الاحتفاظ بحالة المعدات بكفاءة عالية ومصاريف منخفضة.
٣ـ الصيانة غير مبرمجة وغير مخططة.	٣ـ تخطيط وبرمجة الصيانة وأستخدام وسائل حديثة كالحاسوب.
٤ـ إجراء الصيانة بغض النظر عن تكاليفها.	٤ـ التأكيد على خفض التكاليف.
٥ـ قلة الاهتمام بمعايير الانتاجية في الصيانة.	٥ـ قياس الانتاجية والتحسينات في الصيانة ووسائلها ضرورة ملحة.
٦ـ عدم الاهتمام بعامل الوقت.	٦ـ عامل الوقت مهم جداً بوصفه اسبقية تنافسية.
٧ـ الصيانة التنبؤية غير ضرورية.	٧ـ الصيانة التنبؤية ترفع من مستوى الانتاجية.
٨ـ لايمكن مراقبة الجودة من غير اجراء فحوصات.	٨ـ ضرورة فحص ومراقبة الجودة بوصفها اسبقية تنافسية
٩ـ اختيار فنيي الصيانة عشوائياً وعدم التركيز على التدريب ورفع الكفاءة.	٩ـ اختيار الفني المناسب على اساس الخبرة وتدريبه باستمرار لرفع كفاءته.
١٠ـ لا توجد سياسة وأسلوب موحد لأساليب الصيانة وعناصرها.	١٠ـ توجد سياسة واضحة لعناصر الصيانة المختلفة واساليب ومواعيد الصيانة.

1-2-6 الخطوات الصحيحة لتطبيق الصيانة

يمكن تعريف الخطوات الصحيحة لتطبيق الصيانة بأنها اعداد برامج لاحتياجات المصفى النفطي من اعمال الصيانة بشكل تفصيلي موزعة حسب الأقسام المختلفة للمصفى وعلى وفق جدول زمني منتظم يعمل على خفض معدلات الأعطال. لذا يجب مراعاة الخطوات الاتية عند اعداد خطة الصيانة :

اولا: تحديد خطوات وعمليات أوامر اعمال الصيانة للمعدات.

ثانيا : تحديد احتياجات عمل الصيانة من المواد والعاملين ومهاراتهم المطلوبة حسب نوع المعدة.

ثالثا: تحديد الوقت اللازم للتنفيذ, حيث يوضع زمن قياسي لإنجاز أمر الصيانة.

ولإنجاح تنفيذ اعمال الصيانة يوصى بالخطوات الاتية :

1- **تدريب العاملين** : حيث يتم تثقيف العاملين بكل ما يتعلق بالصيانة الانتاجية الشاملة، فوائدها، ومزاياها، مبادئها، وغيرها.

2- **التنظيف الأولي للمكائن والآلات .**

3 - **وضع التدابير ضد مصادر الاوساخ :** وجعل عملية التنظيف أسهل.

4- **تحديد معايير للتنظيف والصيانة :** من خلال وضع جدول زمني للتنظيف والتفتيش والتزييت .

5- **اجراء الفحص العام :** يتم تدريب العاملين على مختلف أعمال الصيانة مثل الصيانة الميكانيكية والكهربائية وغيرها .

6- **تنفيذ الفحص الذاتي :** وضع اساليب جديدة للتنظيف والتشحيم المستخدمة للمكائن والمعدات .

7- **التنميط (التوحيد) :** تحديد التعليمات والقواعد الخاصة بالعمل وبيئة العمل بحيث تكون نمطية ويجب اتباعها من قبل جميع العاملين .

8- **التحسين المستمر :** لأداء تشغيل المكائن والمعدات.

1 – 2 – 7 التخطيط والجدولة لأعمال الصيانة

تقوم أقسام التشغيل والخدمات للصيانة بأداء مهامها بعدة أساليب منها ما هو مخطط ومنها ما هو غير مخطط, وبغض النظر عن أوامر التشغيل فإن أعمال الصيانة تحتاج إلى وضع نظام لتخطيط أعمالها ويجب أن يتوفر لدى المسؤولين عن أعمال التخطيط للصيانة المعرفة التامة بالإمكانيات المتاحة في الأقسام المختلفة، ويتم تحديد الوقت اللازم للتنفيذ وكذلك وضع معدلات أداء قياسية لقياس كفاءة الأداء لأعمال الصيانة، ويتم عمل جدولة زمنية (وضع التسلسل المنطقي لإنجاز أوامر التشغيل خلال فترة زمنية معينة).

أنواع التخطيط

تختلف أنواع التخطيط وجدولة أعمال الصيانة باختلاف طول الفترة الزمنية المراد التخطيط والجدولة لها، ومن ثم يمكن تقسيم أنواع التخطيط إلى ثلاثة أنواع رئيسية:

أولا - تخطيط وجدولة متطورة.

ثانيا - تخطيط وجدولة طويلة الأجل.

ثالثا - تخطيط وجدولة قصيرة الأجل.

ويعتمد ذلك التقسيم أساساً على حجم أعمال الصيانة ومدى توافر البيانات عن الإمكانيات المتاحة بأقسام الصيانة والطرق المستخدمة في التخطيط والجدولة، وفيما يأتي شرح لكل نوع:

اولا : التخطيط والجدولة المتطورة

وضع الخطط المتطورة على أساس الاحتياجات المستعملة وتشتمل الخطة المتواصلة على ما يأتي :

1 - مجال ووظيفة القسم.

2 - التطور العام في مجال النشاط (تطوير الماكينات ومدى انعكاسها على المجال الوظيفي للصيانة).

3 - وصف تفصيلي للأعمال الجديدة للقسم (الموارد المطلوبة من ماكينات ، وعمالة).

4- وصف وتحديد العائد من الخطة(تقييم العائد من عمليات الصيانة بصورة مباشرة.).

5 - أسلوب تحقيق الأهداف (تحديد اختصاصات، وضع خطط تدريب، وضع خطط توفير المعدات ووضع خطة تسلسل العمليات).

ثانيا : التخطيط والجدولة طويلة الأجل

يَعتمد التخطيط على البيانات وكلما كانت البيانات دقيقة وشاملة كان التخطيط سليماً ، وتستمد البيانات من السجلات والنماذج والنتائج الإحصائية من مصادرها المختلفة. ويجب أن يأخذ المخطط في اعتباره ويراعى بعض النقاط عند تخطيط أنشطة الصيانة على المدى الطويل وهي:

1 - حالة الماكينات الفعلية.

2- درجة الاستفادة من الماكينات الموجودة حالياً.

3- الاحتياجات المستقبلية .

5- انواع وعدد المعدات الجديدة وموعد دخولها

4- المعدات المقرر استبعادها . في خطة الصيانة.

6- واقع تنفيذ عمليات الصيانة.

ثالثا: التخطيط والجدولة قصيرة الأجل

هناك أعمال صيانة لا يمكن التخطيط لها ولكنها تمثل في غالب الأمر نسبة محدودة من عدد الساعات المتاحة لأعمال الصيانة، وتؤثر هذه الأعمال على الخطط قصيرة المدى من حيث الدقة، لذلك فإن هذا النوع من الخطط لا بد أن يكون له خاصية المرونة. وهناك أسس عامة يجب أخذها في الاعتبار عند تخطيط أعمال الصيانة في المدى قصير الأجل تشتمل على العمليات الآتية:

1 - استلام طلب التشغيل.

2 - توصيف العمل بالتفصيل.

3 - تحديد احتياجات العمل من العدد والمواد الاحتياطية.

4 - ترتيب العمليات في تسلسل.

5 - تقدير الوقت اللازم لإتمام اعمال الصيانة.

6 - تحديد وقت اتمام كل عملية.

7 - تحديد مسؤولية اتمام العمل.

8 - مراجعة الأوقات المجدولة واتخاذ القرارات المناسبة لتلافي تعطل العمل.

1 – 2 – 8 أدارة وتنفيذ أعمال الصيانة باستخدام برامج الحاسب الآلي

لقد دخل تطبيق نظم إدارة الصيانة بالحاسوب في الوقت الحاضر مرحلة النضوج والاستقرار خاصة من منظور وظائف الصيانة الرئيسية، وبدأت الاتجاهات الحديثة تركز حالياً نحو تكامل نظم الصيانة ومشاركتها وتداولها للبيانات مع نظم المعلومات الخارجية وخاصة نظم إدارة الموارد والموردين ونظم إدارة البيع والعملاء.

الأهداف الرئيسية لاستخدام الحاسب الآلي في ادارة أعمال الصيانة:

1 - التعرف على المهام الأساسية وأهداف إدارة الصيانة باستخدام الحاسب.

2 - تصنيف أعمال الصيانة(وقائية، علاجية ... الخ).

3 - استخدام الحاسب الآلي في أخذ قرار نظام الصيانة الأمثل.

4 - التعرف على مؤشرات أداء المعدات بسهولة.

5 - استخدام الحاسب الآلي في توثيق الخبرة وبناء نظام خبير صيانة.

6 - تحقيق التكلفة المثلى للصيانة.
7 - تحديد التتابع الأمثل لأعمال الصيانة.
8 - تخطيط وجدولة أعمال الصيانة.
9 - تحديد المهام المناسبة لجميع العاملين في إدارة الصيانة.
10 - إعداد أمر صيانة (أمر الشغل).
11 - تحديد عدد العمالة المناسبة لأعمال الصيانة.
12 - تحديد العدد والخامات وقطع الغيار المطلوبة.
13 - تعديل القوائم والخطط بسهولة.
14 - متابعة أعمال الصيانة السابقة والحالية.
15 - تسجيل جميع المستندات لجميع أعمال الصيانة (فنياً, أدارياً , مالياً) .

9 - 2-1 الخبرات والأدوات اللازمة لمخطط الصيانة باستخدام الحاسوب

اولا : الخبرات اللازمة

الالمام المناسب ببرامج الحاسب الألي مثل:

1- برنامج Word .
2- برنامج Excel .
3- برنامج Access .
4- التعامل مع الأنترنت .
5- التعامل مع ملفات الPDF .
6- التعامل مع برنامج Auto Cad .
7- إتقان جميع برامج الحاسب الألي كلما أمكن.
8- الالمام المناسب باللغة الإنكليزية.
9- الالمام بأعمال الصيانة الخاصة بالمنشأة (فنياً، أدارياً، مالياً)
10- الالمام بأعمال المخازن بالمنشأة (تصنيف، ترميز، جرد....الخ) .
11- الالمام بجميع الأعمال ذات الصلة بالصيانة بالمنشأة .

ثانيا : الأدوات اللازمة

1- شبكة حاسب ألي مناسبة.
2- أنظمة حاسب ألي كاملة.
3- طابعة.
4- سكنر.
5- ماكينة تصوير حديثة.
6- ملحقات الأنترنت.
7- برامج صيانة بالحاسب الألي والتدريب عليها .
8- مكاتب ومستلزمات إدارية.
9- هيكل فني وأداري متكامل للصيانة (مدرَب فنياً وادارياً.

2-1 - 10 عمليات واجراءات إيقاف التشغيل عند الطوارئ

في صناعة النفط والغاز، يُعد إيقاف التشغيل الطارئ نظام أمان مصمماً لتقليل عواقب حالة الطوارئ (مثل الفشل في الحفاظ على استقراريه الظروف التشغيلية) لتقليل احتمالية حدوث تسرب في المواد الخطرة من الوحدة الانتاجية أو اندلاع الحريق. هناك العديد من المتطلبات التي يجب الالتزام بها لتحقيق إجراءات إيقاف الطوارئ الآمن مثل:

1- يجب ان يتم تبليغ جميع الفنيين بالظروف التي يتطلبها تنفيذ إجراءات الطوارئ، مثل توقف مفاجئ لإحدى المعدات الرئيسية للخط الانتاجي، وفقدان الطاقة الكهربائية، وفشل اداء منظومة السيطرة الاوتوماتيكية على اجهزة الانتاج، والظروف الجوية القاسية، والحرائق داخل المصفى النفطي، والانفجارات.
2- في حالة الطوارئ، يجب ان يتم تعيين مشغلين مؤهلين ذوي خبرة لتحمل مسؤولية ضمان تنفيذ اجراءات الطوارئ بأسلوب آمن وفي الوقت المناسب. كذلك يوصى بتحديد شخص مسؤول لإدارته جميع الأنشطة الخاصة لحالات الطوارئ.
3- يجب على ادارات المصافي النفطية كافة مراجعة **إجراءات إيقاف التشغيل عند الطوارئ** بشكل دوري لضمان تأقلم العاملين مع هذه الإجراءات، ولكي يتم تقليل المخاطر عند حدوث حالة طارئة تستوجب إيقاف التشغيل.

أسئلة

س1 : لماذا ازداد الاهتمام بالصيانة مؤخرا ؟ اشرح ذلك.
س2 : اشرح علاقة الصيانة بالإنتاج ؟
س3 : أذكر خمسة من الواجبات الرئيسية لأقسام الصيانة ؟
س4 : هل يعتبر المصفى النفطي مصنع كبير؟ ارسم هيكل تنظيمي مقترح للمصفى ؟
س5 : عدد الأهداف الرئيسية لاستخدام الحاسب الآلي في ادارة أعمال الصيانة ؟
س6 : اذكر المتطلبات التي يجب الالتزام بها لتحقيق إجراءات إيقاف الطوارئ الآمن ؟
س7 : عدد انواع التخطيط والجدولة لأعمال الصيانة، و اشرح واحدا منها ؟
س8 : ما الخطوات الصحيحة لتطبيق الصيانة؟ اذكرها ؟
س9 : اشرح التصنيف الحديث للصيانة مع الرسم ؟
س10 : قارن بين النظريتين القديمة والحديثة لأساليب واهداف الصيانة ؟
س11 : اذكر خمسة من التقنيات الحديثة للصيانة الوقائية ؟
س12 : ماهي الخبرات اللازمة لمخطط الصيانة باستخدام الحاسوب ؟ عدد 5 منها.

1-3 صيانة ضاغطات الهواء

الهدف

تمكين الطالب من معرفة استخدامات ضاغط الهواء وأجزاءه الرئيسية والفرعية، بالإضافة إلى ادراك وفهم صيانة الضاغطات من خلال معرفة المشاكل الفنية والعطلات التي تظهر أثناء العمل وطرق معالجتها بحسب قواعد الصيانة المتبعة في المنشآت النفطية والصناعية.

1 – 3 – 1 النظرية

ضاغط الهواء: جهاز يُستخدم لضغط الهواء. وهناك نوع يسمى ضاغط الهواء الترددي شائع يعمل وفقًا لنفس مبدأ عمل المِضَخَّة الترددية، وله كبَّاس (مكبس) يتحرك للخلف وللأمام داخل أسطوانة مجوفة، ضاغطًا الهواء، ودافعًا إياه إلى داخل حجيرة مغلقة. وتقوم أنابيب متصلة بالأسطوانة، بتمرير الهواء إلى الأجهزة الأخرى التي تحتاج الهواء المضغوط للعمل. وتقوم مثل تلك الأجهزة بأعمال مهمة مثل منظومات السيطرة الهوائية التي تعمل بالهواء ـ في المنشآت الصناعية، كما أنّها تستخدم في التوربينات الغازيَّة، والمحركات النفاثة، وأجهزة أخرى. الشكل (1-4) يوضح ضواغط هواء ترددية.

شكل (1-4) نوعان من ضواغط الهواء الترددية

وتقسم أجزاء الضاغط إلى:

1-3-2 الأجزاء الثابتة.

1-3-3 الأجزاء المتحركة.

وجميع هذه الأجزاء تعمل مع بعضها لتؤدي الوظيفة المطلوبة من الضاغط وهي إعطاء القدرة اللازمة لزيادة ضغط الهواء.

1-3-2 الأجزاء الثابتة:-

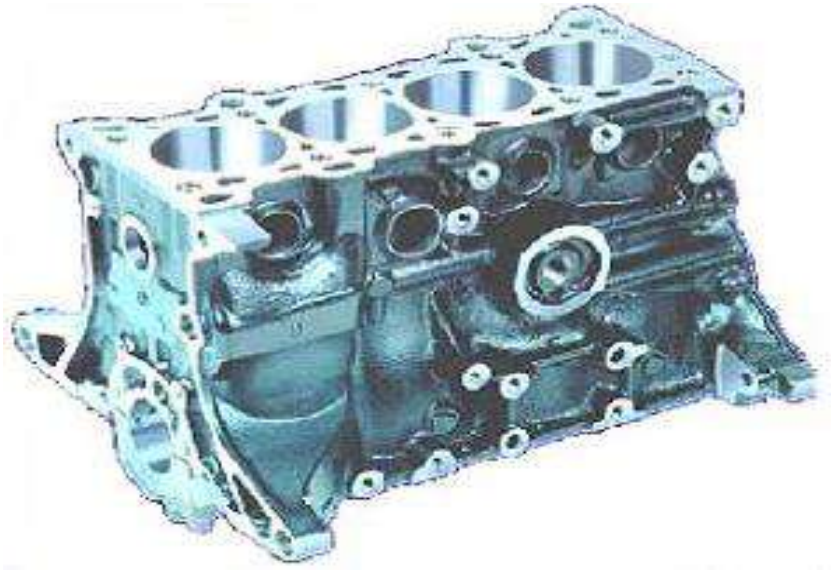
اولا: حوض الزيت

يعمل على وقاية عمود المرفق والأجزاء الداخلية الاخرى من الاوساخ كوعاء للزيت ويحافظ عليه. والشكل (1-5) يوضح حوض الزيت.

الشكل (1-5) حوض الزيت

ثانيا : جسم الضاغط

يصنع من سبيكة حديد الزهر الرمادي, ويتكون من الاسطوانات، كراسي التحميل الثابتة و مجاري الزيت, ويركب عليه رأس الضاغط وأجزاء أخرى. الشكل (1-6) يوضح جسم الضاغط.



الشكل (1-6) جسم المحرك

ثالثا : كاسكيت رأس الاسطوانة

يصنع من لوح معدني مغطى بطبقة من الاسبستوس المعالج وحوافه القريبة من غرف الاحتراق مغطاة بمعدن مقاوم للحرارة والضغط العالي، يفصل بين رأس الاسطوانة وجسم الاسطوانة، ويعمل على عدم تسرب الضغط من اسطوانة إلى أخرى ويمنع من اختلاط الزيت والماء. الشكل (1-7) يوضح كاسكيت رأس المحرك.

الشكل (1-7) كاسكيت رأس المحرك

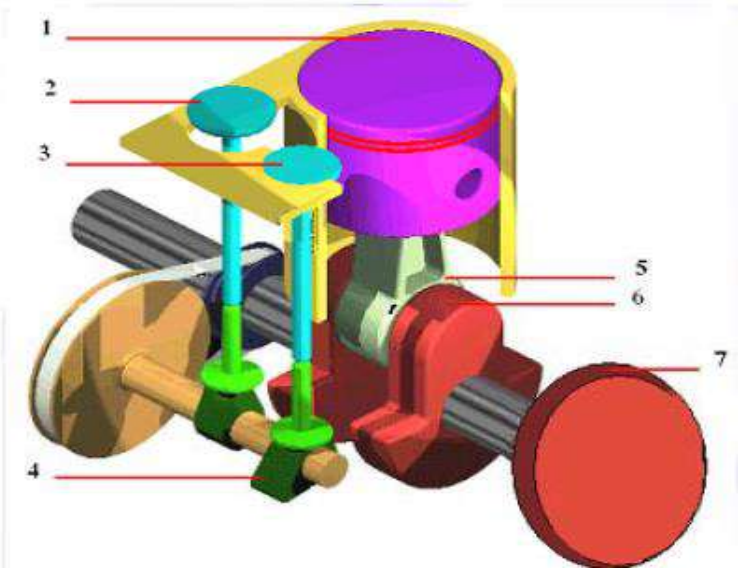
رابعا : رأس الاسطوانة

يثبت رأس الاسطوانة فوق جسم الضاغط، ويصنع من سبيكة الحديد الزهر، ويتكون من مجاري أو فتحات يثبت عليها عمود الكامات والصمامات.

1-3-3 الأجزاء المتحركة:

وتتكون من الأجزاء التالية :

1- المكبس. 2- صمام الدخول. 3- صمام العادم. 4 - عمود الكامات. 5 - ذراع التوصيل. 6 - عمود المرفق. 7- الحذافة. كما موضح في الشكل (1 – 8).



الشكل (1-8) الاجزاء المتحركة في ضاغط الهواء

المكبس: يصنع من سبيكة الألمنيوم وهو اسطواني الشكل، ويتكون الضاغط من عدد من المكابس مساوي لعدد الاسطوانات، فضاغط عدد اسطواناته 4 يكون عدد مكابسه 4. وظيفة المكبس التحرك حركة ترددية ناتجة عن فعل الحركة الدورانية (لعمود المرفق).. الشكل (1-9) يوضح اربعة مكابس.

الشكل (1-9) اربعة مكابس

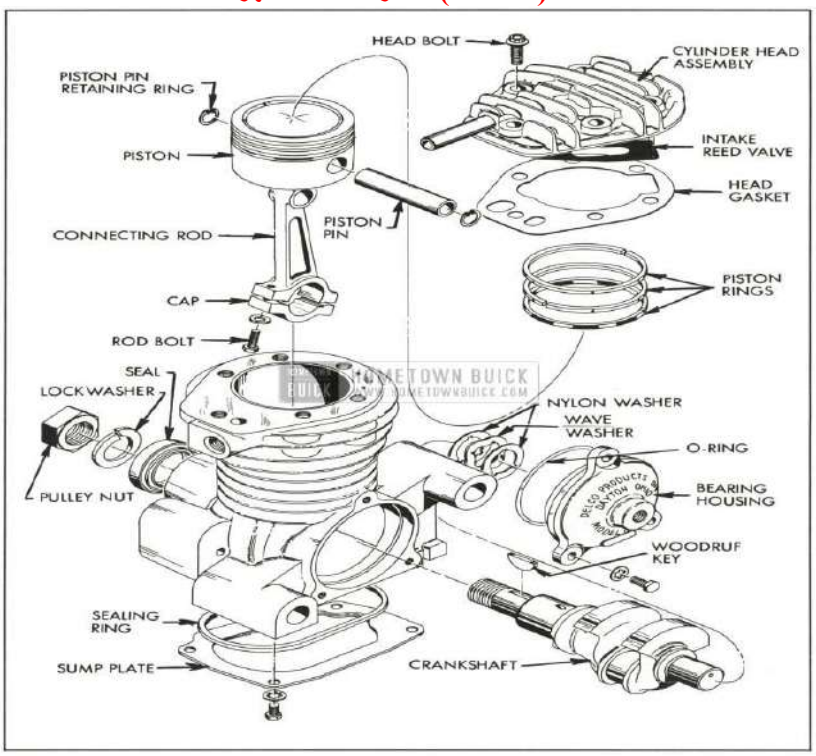
4-3-1 تفكيك الضاغط

يتكون الضاغط من تفاصيل و أجزاء كثيرة ولمعرفة ذلك نبين مثالاً بسيطاً يوضح ضاغط هواء ترددي من مرحلة واحدة (اي اسطوانة ضغط واحدة). الشكل (1-10) يوضح مجسماً لضاغط ترددي ذي مرحلة واحدة, اما الشكل (1-13) فيوضح جميع الاجزاء الميكانيكية (عدا المحرك الكهربائي) المكونة لضاغط المرحلة الواحدة الموضح في الشكل (1-9).

الشكل (1-10) مجسم لضاغط ترددي ذي مرحلة واحدة

شكل (1 – 11) ضاغط هواء صناعي

شكل (1 – 12) منظومة ضغط الهواء



الشكل (1-13) جميع الاجزاء الميكانيكية للضاغط (عدا المحرك الكهربائي)

جدول بالمصطلحات للشكل (1-13) باللغة العربية

Cylinder head Assemby محور رأس الاسطوانة	Intake reed valve صمام دخول ذو فتحة صغيرة	Head gasret طوق رأسي	Piston rings حلقات المكبس	Nylon washer حلقة احكام من النايلون
Wave washer حلقة على شكل (o)Orig	Bearing housing تجويف حلقات الانزلاق	Woodruff key مفتاح اتصال خشبي	Crank shaft العمود المرفق	Sump plate صفحة الحوض
Sealing Ring حلقة الاغلاق البكرة	Pully nut صامولة	Lock washer حلقة احكام الربط	Seal غالق	Rod bolt برغي
Cap غطاء	Connecting rod قضيب استقبال	piston مكبس	Piston pin حلقة retaning ring على رأس المكبس	Head bolt برغي تثبيت

1 – 3 – 5 الصيانة الوقائية لضاغط الهواء

تُعرف الصيانة الوقائية على انها برنامج صيانة مسبق يتضمن العديد من الإجراءات بهدف تجنب التوقف المفاجئ للضاغط، إذْ يتم فحص الضاغط وملحقاته بشكل روتيني للتأكد من أن كل شيء في حالة تشغيل مثالية. الغرض من الصيانة الوقائية هو اكتشاف المشكلات الميكانيكية قبل أن تتفاقم وتتطلب إصلاحات مكلفة وتعطل النظام. تتكون الصيانة الوقائية من عمليات فحص لجميع مكونات الضاغط وفقًا لجدول يومي، والبعض الآخر على أساس أسبوعي أو شهري أو ربع سنوي أو سنوي، لضمان عمل الضاغط بشكل نظامي بالإضافة إلى إطالة عمره الزمني.

فوائد وقيمة الصيانة الوقائية لأنظمة ضواغط الهواء الصناعية

من الضروري أن يكون هناك شخص مؤهل، للإشراف على أعمال الصيانة الوقائية على وفق جدول زمني ثابت. ان ذلك يضمن عمل منظومة الضاغط لتعمل ساعة بساعة، يومًا بعد يوم . فيما يأتي اهم مزايا الصيانة الوقائية :

1- تجنب التوقف

واحدة من أهم مزايا الصيانة الوقائية لضاغط الهواء هو أنه يجعل الجهاز يعمل بكفاءة ويقلل من حالات تعطل النظام. ان توقف الضاغط عن العمل يؤدي إلى تعطل أجهزة أخرى عن العمل، ما يؤدي إلى توقف الإنتاج .

2- توفير المال عن طريق تجنب إصلاحات الطوارئ المكلفة

مع انخفاض عدد مرات التوقف عن العمل وتعطل الأجزاء في نظام ضاغط الهواء، يمكن توفير المال. من خلال زيادة الإنتاجية وتقليل النفقات العامة. تتيح الأموال التي تتوفر من خلال تجاوز صيانة الضاغط في الوقت المناسب استثمار المزيد في معدات أفضل ومن ثم تحسين الانتاج.

3 - انخفاض تكاليف الطاقة

ان إجراء الصيانة لضاغط الهواء وفقًا لجدول زمني منتظم، واكتشاف المشاكل ومعالجتها يؤدي إلى عمل الضاغط بصورة منتظمة لتوفير الطاقة مما يؤدي إلى خفض كلف الانتاج.

4 - زيادة عمر ضاغط الهواء وكفاءته

إن أكبر فائدة من صيانة ضاغط الهواء هو أنه يزيد من عمر وكفاءة الجهاز نفسه والنظام ككل. من دون صيانة ، لن يستمر ضاغط الهواء ومكوناته طالما كان بالإمكان إجراء فحوصات منتظمة وعمليات ضبط وتنظيف. ان الشركات التي تنفذ صيانة نظام معين مثل ضاغط الهواء تحقق أرباحا إنتاجية عالية وارباحا كبير مقارنة بالشركات التي لا تنفذ أعمال الصيانة.

تُعد الصيانة الوقائية لضاغط الهواء الصناعي ضرورية لضمان الإداء التام للنظام وملحقاته المختلفة. تشمل الأجزاء الأساسية التي يجب فحصها؛ الفلاتر والمنافذ والأحزمة والمحامل، التي قد تصبح كلها معيقة لعمل النظام إذا تراكمت الأوساخ. علاوة على ذلك ، يجب استخدام مواد التشحيم في فترات زمنية مناسبة على جميع الأجزاء المتحركة في ضاغط الهواء.

أدناه المكونات الأكثر أهمية للفحص والتنظيف و / أو التشحيم وفقًا للجداول الزمنية للصيانة :

1- مرشح الهواء

الغرض من ضاغط الهواء هو إنتاج هواء نظيف ونقي مضغوط يعمل في النهاية على تشغيل العديد من الوحدات. لضمان جودة الهواء الذي يخرج في النهاية، يجب تصفية الهواء المحيط الذي يدخل إلى الضاغط من الشوائب قبل أن يغادر الضاغط، ولتحقيق ذلك يجب استخدام فلتر هواء نظيف. اما اذا كان الفلتر متسخًا، فقد تؤدي الشوائب والجسيمات إلى إتلاف الهواء المضغوط وتقليل جودته مما يؤثر سلبيا على العمليات اللاحقة ان ذلك يتطلب تنظيف الفلتر بانتظام، وتغييره على فترات منتظمة.

2- مرشح (فلتر) الزيت

يمكن أن يؤدي الزيت المستهلك داخل محرك الضاغط إلى انخفاض جودة الهواء المضغوط لذلك يجب التأكد من إزالة الزيت، من الهواء المضغوط قبل أن يترك الهواء الضاغط. بناء على ذلك، يجب إستبدال فلتر الزيت اعتمادا على الجداول الفنية للصيانة ، وخاصة عند تغطيته ببقايا زيتية التي تسبب انسداد مساماته وتوقفه عن العمل.

3- الأجزاء المتحركة

تُعد عملية التشحيم من أهم إجراءات الصيانة لجميع الأجزاء المعدنية الداخلية والمفاصل ، حيث تسمح مادة التشحيم بحركة سهلة وغير قابلة للتآكل. من دون التشحيم يحدث تآكل الأجزاء والمفاصل. ومع ذلك، حتى في حالة وجود مواد التشحيم، يمكن أن تفقد تلك الزيوت لزوجتها وتصبح قابلة للتآكل إذا أصبحت قديمة جدًا. وبناء على ذلك فان عملية التشحيم يجب ان تتم بشكل دوري.

4 - المحامل المتحركة (البولبيرنك)

يمكن أن يتكون الصدأ على المحامل عند عدم إجراء التشحيم المناسب. فإذا ما تّكون الصدأ، فإن المحامل سوف تبطئ تدريجيا وتتوقف في النهاية، ويؤدي ذلك إلى عطل المحرك. وعليه يجب التأكد من ان المحامل مشحمة بشكل كافٍ وبصورة مستمرة.

5 - الأحزمة

تُستخدم الاحزمة في ضاغط الهواء لنقل الحركة، ولكي تكون ذات كفاءة، فإنها يجب ان تكون مرنة، وذات شد مناسب، لضمان حركة متوازنة بين بكرات الأجزاء المتصلة. ومع ذلك، مع مرور الوقت، ستتغير خواص المطاط الموجود على الحزام ويتكسر حتماً في أماكن معينة. لذلك، من الأهمية بمكان استبدال

الأحزمة قبل أن تفقد قدرتها على التوتر. يجب فحص كل حزام مرة واحدة في الأسبوع للتحقق من خلوه من التآكل، ثم يجري ضبط الشد إذا لزم الأمر واستبدال كل حزام بمجرد فقدانه خواصه التشغيلية.

6 - فتحات السحب

يقوم ضاغط الهواء بإجراء العمل في تحويل الهواء المحيط إلى حالة معينة بحيث يمكن أن يشغل الآلات الثقيلة ويعمل بفعالية كبديل للطاقة الكهربائية. ومع ذلك، فإن الضاغط نفسه لا يمكنه فعل الكثير إلا لتحويل الهواء العادي إلى هواء تحت ضغط عالٍ، بينما تقوم المكونات الداخلية بعملها لتنقية الهواء لاستخدامه. إن هذه المهمة يصعب على الجهاز أداؤها إذا أصبحت فتحات التهوية مبطنة بالأوساخ.

لضمان بقاء الهواء الوارد نظيفًا قدر الإمكان ولمنع تأثير الاتربة، يجري فحص فتحات السحب أسبوعيا، ثم تنظيفها عند الضرورة.

7- الأجزاء القابلة للحركة

ضاغط الهواء هو محرك يعمل بالاهتزاز وسيعمل على تحريك البراغي والصواميل والمسامير بشكل منتظم. يجب التأكد بشكل دوري من ضبطها.

8 - الخراطيم

تُعد الخراطيم عروق ضاغط الهواء. فاذا ما أصبحت متشققة أو متآكلة او تالفة ، فقد تؤدي إلى التسرب مؤدية إلى تسليط ضغط غير مبرر على بقية مكونات الضاغط. وفي هذه الحالة يجب استبدالها. عند اشتغال الضاغط تتولد حرارة عالية جدا تستوجب اختيار خراطيم ذات قابلية لتحمل دراجات الحرارة العالية ومقاومتها, يتجه الاستخدام المحلي للضاغطات إلى استبدال الخراطيم التي غالبا ما تكون غالية الثمن بأنابيب نحاسية لتقليل الكلف .

9 - نظام إيقاف السلامة

يجب إيقاف الضاغط إذا كان الجو حارًا جدًا ، أو إذا كان ضغط زيت المحرك منخفضًا للغاية. ان هذا الاجراء سوف يساعد على ضمان ضاغط يدوم لفترة أطول.

10- خزان الوقود

كما هو الحال مع أي محرك فان تنظيف خزان الوقود بشكل دوري امر مهم للغاية لضمان ظروف التشغيل المثلى. حيث ان إزالة المتبقي من الوقود والرواسب والاوساخ سيؤدي إلى الحفاظ على زيت المحرك نظيفا ، وبالتالي زيادة عمر محرك الضاغط .

11 - المبادلات الحرارية

إذا كانت المبادلات الحرارية متسخة ، فان ذلك يؤدي إلى إعاقة التبادل الحراري وعدم إمكانية تقليل درجات حرارة التشغيل لضاغط الهواء . وبناء على ذلك يتوجب تنظيف المبادلات بانتظام لتحقيق انخفاض في درجات الحرارة , وبالتالي زيادة العمر الافتراضي لضاغط الهواء .

12 - خزان الهواء

تتكثف الرطوبة الموجودة في الهواء مكونة الماء تحت الضغط في خزان الهواء ، حيث يتجمع الماء فيه . ان بقاءه فترة زمنية طويلة يسبب تآكل جدران الخزان ، وعليه يجب إجراء عملية تفريغ الخزان من خلال الفتحة الموجود في القعر .

1 – 3 – 6 التحقق من عوامل التشغيل

بالإضافة إلى التنظيف الدوري والتزييت واستبدال الأجزاء ، يتم التحقق من نقاط مختلفة على طول ضاغط الهواء وملحقاته على فترات منتظمة، حيث يجري فحص ما يأتي أسبوعيا :

1 – أداء مجفف الهواء .
2 – التيار الكهربائي .
3 – مستوى الزيت .
4 – درجات الحرارة .
5 – الاهتزاز .
6 – الجهد الكهربائي .

كما يجب فحص ضاغط الهواء بحثًا عن علامات تسرب الزيت أو الهواء، وخاصة خراطيم الهواء للتأكد من عدم تسرب الهواء، لأن التسرب يقلل كثيرا من كفاءة ضاغط الهواء.

1- صمام سحب الهواء.
2- التأكد من صحة قراءة حساس الضغط.
3- عدم تحميل ضاغط الهواء

1 – 3 – 7 طريقة اختيار ضاغط الهواء الأمثل

مع توافر العديد من التقنيات وأنواع الضواغط المختلفة، يمكن أن يكون اختيار ضاغط الهواء المناسب لأي تطبيق صناعي أمرًا صعبًا وفي كثير من الأحيان محيرًا. يعتمد الاختيار على العوامل الاتية :

أولا - حجم ضاغط الهواء

تتميز الضواغط الجديدة المتاحة في الاسواق بأنها أكثر كفاءة وتستخدم تقنية أفضل، ومن ثم يتعين فهم التطبيق والاستخدام لتحديد حجم الضاغط بشكل صحيح. فاختيار ضاغط هواء خاطئ قد يسفر عن مشاكل في الإنتاج و/أو زيادة في التكاليف بسبب إهدار الطاقة. كما ان متطلبات التدفق والضغط عوامل اساسية عند اختيار ضاغط هواء وتحديد حجمه.

ثانيا - نوع ضاغط الهواء

بمجرد معرفة حجم ضاغط الهواء، تتمثل الخطوة التالية في تحديد نوع الضاغط الذي يحتاج اليه العمل. يوجد خيارين من بين الخيارات المتوافرة الأكثر شيوعا. ولتحديد نوع الضاغط، يجب معرفة ما يأتي:

1- مقدار ضغط تدفق الهواء المطلوب .
2- مدى الحاجة إلى هواء نظيف / جاف (حيث يتطلب ذلك استخدام مجفف ومرشحات) .
3- عدد الساعات التي سيعمل بها الضاغط في السنة .
4- عدد ساعات العمل الإنتاجي في اليوم .
5- وجود خطط للتوسع في المستقبل .

فيما ادناه صور لبعض أجزاء ضاغط الهواء :

شكل (1 – 14) مرشح زيت

شكل (1 – 15) مرشح هواء

شكل (1- 16) منظم ضغط الهواء مربوط على خط تصريف الهواء في ضاغط الهواء

شكل (1 – 17) الحزام الناقل

شكل (1 – 18) بكرة الدوران

شكل (1 – 19) صمام الأمان

شكل (1-20) نوع من الخراطيم المقاومة للحرارة

شكل (1 – 21) خراطيم مقاومة للحرارة

شكل (1 – 22) محمل (بولبيرنك) يستخدم

شكل (1 – 23) خزان الهواء في منظومة ضاغط الهواء

جدول (1-2) ترجمة الرموز والاجزاء الميكانيكية للضاغط

ت	اسم الجزء	الترجمة العربية	ت	اسم الجزء	الترجمة العربية
1	Cylinder head assembly	مجمع رأس الأسطوانة	11	Rod bolt	عمود الترباس
2	Head bolt	برغي رأس الأسطوانة	12	Seal	مانع تسريب
3	Intake reed valve	قصبة صمام السحب	13	Lock washer	واشر قفل
4	Head gasket	كازكيت رأس الأسطوانة	14	Bearing housing	بيت البولبرن
5	Piston	مكبس	15	Woodruff key	قطعة قفل
6	Piston retaining ring	حلقة تثبيت المكبس	16	Pulley nut	صامولة الدولاب
7	Piston pin	اصبع المكبس	17	Sealing ring	حلقة منع التسريب
8	Piston rings	حلقات المكبس	18	Crank shaft	عمود المرفق
9	Connecting rod	ذراع التوصيل	19	Sump plate	صفيحة قعر الضاغط
10	Cap	قبعة	20	O ring	واشر حلقي

1-3- 8 عطلات الضاغط واجراءات المعالجة

من المعروف ان عملية صيانة الضاغط تتم اما عند الصيانة الدورية (صيانة تتم بوقت محدد مسبقا ومخطط لها) واما عند الصيانة الطارئة (في اثناء تشغيل الضاغط) مثل سماع اصوات غريبة او وجود خلل في نظام التشغيل ومن خلال التغير في قيم مقاييس اجهزة البيان و السيطرة. الجدول (1-3) يبين الاعطال التي قد تحدث في الضاغط وطرق معالجتها، والسبب المحتمل للعطل.

م	الخـــلـــل	الســبـــــب المحتـــــمـل	المعـــــالجـــة
1- الضـــاغط لا يعمـــــــل:			
A	محرك الضاغط لا يعمل عند الضغط على مفتاح التشغيل المغناطيسي	- مفتاح ضغط الزيت ومفتاح الضغط العالي لا يعملان. - فصل في المصهر الكهربائي. - عطب في مفتاح التشغيل. - ريليه التيار العالي يعمل. - قطع في الأسلاك الكهربائية أم عدم توصيلها بطريقة سليمة.	- أعد تشغيله. - يغير المصهر. - يفحص و يرمم. - يرمم ويعاد تشغيله. - ترمم أو تستبدل.
B	التيار يمر عند الضغط على مفتاح التشغيل المغناطيسي ولكن يفصل عند رفع الضغط	- مساعد التوصيل سيئ. - توصيل خاطئ في دائرة التحكم الأتوماتيكية .	- يرمم أو يستبدل. - يرمم.
C	المحرك يصدر زنيناً ولكن لا يعمل.	- سيور ربط المحرك بالضاغط محكمة الشد. - عطل في النظام الكهربائي مثل (المحرك، المفتاح، أو أسلاك التوصيل). - انخفاض في الجهد الكهربائي. - ارتفاع الضغط على عمود المرفق. - زرجنة في أسطوانة الضاغط (المكبس أو الحلقات الإنزلاقية).	- يتم تعديلها و ضبطها. - يتم إصلاحه. - يتم تعديل الفولتية. - يتم تخفيض الضغط. - يفحص، وتتم صيانة شاملة.
D	المحرك يتوقف بعد 45 ثانية من التشغيل.	- مفتاح ضغط الزيت يعمل. - عدم ارتفاع ضغط الزيت بسبب نقص كمية الزيت.	- فحص الضغط والتوصيل الكهربائي في نظام الزيت. - يتم معرفة سبب استهلاك الزيت.

جدول (1 - 3)

م	الخلل	السبب المحتمل	المعالجة
2- انخفاض ضغط الزيت:			
A	ضغط الزيت منخفض جداً.	- مسخن حوض الزيت لا يعمل. - خلل في جهاز قياس الضغط. - ارتفاع درجة حرارة الزيت. - ضغط السحب منخفض جداً. - مصفي (فلتر) الزيت ملىء من الترسبات. - تأكل في حلقات المكبس. - تلف في مضخة الزيت. - ترسبات على صمام مضخة الزيت.	- يتم فحصه أو استبداله - يتم استبداله. - يتم تنظيفه. - يتم استبدالها. - يتم فحصها أو استبدالها. - يتم تنظيفه.
B	جهاز قياس ضغط الزيت يقرأ صعودا 1-2 Kg/Cm^2 وهبوطاً.	- عازل الزيت ممتلئ من الترسبات.	- يتم تنظيفه.
3- أصوات غير طبيعية:			
A	أصوات غير طبيعية من حوض الضاغط.	- الحلقات الإنزلاقية، أو حلقات المكبس، أو مضخة الزيت.	- يتم الفحص أو الاستبدال.
B	أصوات غير طبيعية ناتجة عن أداة ربط الضاغط بالمحرك.	- سيور الربط مرتخية. - عجلة الربط (Coupling) محلوله أو غير مرتبطة بصورة جيدة.	- يتم ضبط السيور. - يتم ضبط عجلة الربط
4- فقد غير طبيعي في الزيت:			
A	فقد كبير في الزيت.	- حلقات المكبس أو الأسطوانة تسرب الزيت. - لوحة صمام الدفع مكسورة. - عطب أو تشوه في الحلقة الدائرية أسفل الأسطوانة، وهي التي تمنع التسرب.	- يتم استبدالها. - يتم استبدالها. - يتم استبدالها.

الجدول (1-3) عوارض واعطال ضواغط الهواء الترددية

الاسئلة

س 1 : اذكر الأجزاء الثابتة والمتحركة لضاغط الهواء ؟

س 2 : ما المقصود بضاغط الهواء، وما أهميته في الصناعة ؟

س 3: عدد المكونات الأكثر أهمية للفحص والتنظيف او التشحيم وفقا للجداول الزمنية لصيانة ضاغط الهواء ؟

س 4 : اذكر العوامل التي يعتمد عليها اختيار ضاغط الهواء المناسب. ثم اشرح نوع ضاغط الهواء ؟

س 5 : اذا كان الخلل في محرك ضاغط الهواء لا يعمل عند الضغط على مفتاح التشغيل المغناطيسي. اذكر الأسباب المحتملة مع المعالجة ؟

1 – 4 صيانة المضخات

الهدف

تمكين الطالب من معرفة أسلوب نصب المضخات وتشغيلها والتعرف على اجزائها، بالإضافة إلى تحديد الأعطال المحتملة والاسس الفنية الصحيحة لمعالجتها من خلال عملية فتح المضخة واتقان استعمال الأدوات والعدد اللازمة لذلك واعادة تركيبها وعودتها للعمل مرة اخرى.

1 – 4 – 1 النظرية

تُعد المضخة ثاني اكبر الآلات انتشارا بعد المحرك الكهربائي وهي آلة ميكانيكية تستخدم لزيادة الطاقة الهيدروليكية، وعادة تستخدم لرفع السوائل من مستوى منخفض إلى مستوى اخر اعلى من مستوى السحب . والمضخات أنواع كثير جدا لتنوع التطبيقات والاستخدامات.

1 – 4 – 2 استخدامات المضخات

تدخل المضخات في العديد من العمليات في المجالات الصناعية وكما يأتي :

1 – نقل البترول من مواقع الإنتاج إلى معامل التكرير والى محطات النقل والتسويق عبر الانابيب ولمسافات بعيدة.

2 – نقل المنتجات البترولية بين الوحدات داخل معامل التكرير.

3 - عمليات حقن المواد البتروكيمياوية اللازمة للمعالجة بكميات دقيقة محسوبة.

4 – شبكات المياه والري والصرف الصحي.

5– ضخ المياه لأنظمة التبريد وانظمة انتاج البخار (المراجل البخارية) .

6 – توليد ضغوط عالية جدا للمياه لتستخدم في عمليات تنظيف انابيب المبادلات الحرارية على سبيل المثال.

1 – 4 – 3 العوامل المؤثرة على اختيار المضخّة

العوامل التي يتم اعتمادها في اختيار المضخّة المناسبة، تضم كلاً مما يأتي:

1- مدى سعة المضخّة والارتفاع المطلوب فيها، وهذا بدوره يتحكم في السرعة وأبعاد الريشة، إضافةً إلى نوعية السحب المستخدم فإمّا أن يكون مفرداً أو مزودجاً.

2- درجة الحرارة المطلوبة خلال ضخ المادة السائلة، وهذا يختلف من مضخّة لأخرى تبعاً لنوعها ولاستخدامها.

3- اللزوجة التي تمتلكها المادّة التي سيتمّ ضخّها.

4- نوع المادة السائلة المستخدم من ناحية قدرته على تكوين الصدأ، وهذا يتم تحديده من خلال اختيار المعدن المستخدم في صنع المضخّة.

5- نسبة المواد الصلبة العالقة في السوائل المراد ضخها .

اعتبارات فنية عند استخدام المضخّات

هناك مجموعة من الإرشادات التي يجب أخذها بعين الاعتبار عند استخدام المضخّات، وتتضمن ما يأتي:-

1- استخدام مضخّات الرفع العالي في دورة التزييت أو نقل الوقود أو المياه العذبة .

2- استخدام المضخّات كبيرة الحجم في دورة التبريد أو السفن.

3- استخدام المضخّات متوسطة الحجم في ضخ المياه العذبة والمياه الصحية.

1 – 4 – 4 المضخة الغاطسة

شكل (1- 24) مضخة غاطسة

المضخة الغاطسة في الاصل مضخة طرد مركزية مزودة بمحرك كهربائي يمكنه العمل وهو غاطسٌ تحت سطح الماء حيث يكون معزولا عنه. ويمكن لهذه المحركات ان تعمل بكفاءة في اعماق تصل (150 m) تحت سطح الماء.

تتكون المضخة من مجموعة الضخ والمحرك الكهربائي كوحدة واحدة ثم انابيب الضخ واخيرا مجموعة الراس والسلك الكهربائي المغمور تحت سطح الماء.

يصنع عمود الدوران من الفولاذ غير القابل للصدأ وهو قصير جدا وتركب عليه المروحة ذات الريش المصنوعة من البرونز وتكون الدفاعات مغلفة او شبة مغلفة في حالة استخدام ضغط عالي ويتم دخول الماء من المرشح او مصفاة موضوعة بين المحرك والمضخة.

لا تحتاج المضخة الغاطسة إلى مكان لحفظها مع المحرك على سطح الارض حيث ان المضخة والمحرك موجودان داخل البئر، ولكن توجد بجانب البئر لوحة التحكم الكهربائي المتكونة من مفتاح التشغيل وعداد كهربائي بداخل صندوق مضاد للماء. عند بدء تشغيل المضخة يجب ان يكون صمام التحكم مقفلا او مفتوحا قليلا.

يجب ان تتم مراقبة نوعية المياه المسحوبة في بداية الضخ بحيث تكون خالية من الطين او الرمل او اي شوائب اخرى واذا كانت المياه تحتوى عليها فمن الخطأ ان توقف المضخة لان ذلك يمكن ان يسبب تراكم حبيبات الرمل او الطين داخل المضخة وعلى قمة صمام عدم الرجوع وهذا ما يسبب تعطيلها.

اما الطريقة المثلى في حالة وجود هذه الشوائب فهو جعل صمام التحكم مقفول جزئيا ويستمر الضخ حتى تصبح المياه المسحوبة نظيفة وخالية من الشوائب السابق ذكرها، ومن ثم يمكن زيادة فتحة صمام التحكم ومراقبة ما اذا كان ازدياد معدل الضخ يتسبب في اخراج شوائب اخرى مع مياه البئر المسحوبة، وان وجدت يمكن تعديل فتحة صمام التحكم بحيث تصبح تلك الشوائب اقل ما يمكن.

تستمر عملية تعديل فتحة صمام التحكم حتى الوصول إلى فتح الصمام كاملا وضخ المياه صافيا بدون ان تخرج اي شوائب من البئر عندها يمكن ايقاف المضخة، وتكون جاهزة للعمل في اي وقت اخر بصورة جيدة.

ومن المعروف ان المضخات الغاطسة لا تحتاج إلى صيانة الا بعد فترة طويلة من الشغل وخاصة اذا كانت تعمل في ظروف عمل مناسبة وسليمة.

1 – 4 – 5 الاعطال الشائعة في المضخات الغاطسة

1- المحرك يعمل في الاتجاه المعاكس. وخصوصا في المضخات التي تعمل بنظام الكهرباء ثلاثي الاطوار.
2- ارتفاع الضغط اكبر من طاقة المضخة الممكنة.
3- انسداد فتحة السحب الخاصة بالمضخة بواسطة مواد غريبة او ترسبات ملحية او انهيار جوانب البئر فوق فتحة السحب.
4- انسداد المضخة بواسطة فقاعة هواء او جيب هواء. حيث يسبب ذلك عدم خروج الماء نهائيا من المضخة.
5- انخفاض الجهد الكهربائي عن المقدار المطلوب لتشغيل المضخة.
6- انسداد صمام عدم الرجوع الموجود فوق المضخة.
7- انسداد انابيب الضخ او التصريف باي عائق.
8- خطا في التوصيل الكهربائي.
9- احتكاك ميكانيكي في المضخة او المحرك.
10- حدوث ثقب في انابيب الضخ والتصريف يتسبب في تسرب المياه قبل وصولها إلى سطح الارض.

1- 4 – 6 الاعطال الكهربائية في المضخات الغاطسة

إن أغلب الأعطال يكون سببها كهربائي وبنسبة 90% فإن أي عطل سيؤدي إلى احتراق ملفات المحرك الكهربائي وفيما أدناه بعض المسببات :

1 - دخول حصى او أجسام صلبة إلى مروحة المضخة, مما يؤدي إلى منع دورانها وتوقف المحرك عن الدوران وعندها تتحول الطاقة الداخلة للمحرك من دورانية إلى حرارية بسبب مرور تيار كبير في ملفاته وبالتالي احتراق الملفات.
2 - حصول هبوط في جهد الشبكة او انقطاع في أحد أطوار الشبكة، وكلا الأمرين يجعل محرك المضخة يقوم بتعويض النقص في فرق الجهد من خلال سحب تيار أكبر و بالتالي تسخين الملفات و احتراقها.
3 - حصول تسريب كهربائي إلى البئر بسبب دخول المياه إلى الوصلة الكهربائية الموجودة في الماء، ويؤدي ذلك لهبوط الجهد على مدخل المحرك مما يسبب مرور تيار كبير في ملفاته و احتراقها.

ملاحظة هامة :

قبل القيام بأي إجراء يجب فحص مكثف الاقلاع (موجود ضمن اللوحة الكهربائية) حيث ان تعطل هذا المكثف يمنع المحرك من الاقلاع .

1 - 4 – 7 اللوحة الكهربائية

غالباً ما تحتاج المضخة الغاطسة لكي تعمل إلى (مكثف + مفتاح تشغيل) فقط، وحيث ان معظم أسباب احتراقها وتعطلها تحدث لأسباب كهربائية و لذلك يجب تصميم لوحة كهربائية تشمل جميع عناصر الحماية الكهربائية .

فيما ادناه جدول يلخص الأعطال المتوقعة في المضخة الغاطسة واسبابها وطرق اصلاحه

جدول (4 – 1) الأعطال الشائعة في المضخات مع أسبابها وطرق إصلاحها

العطل	السبب المحتمل	الإصلاح
اولا – المحرك لا يعمل	1 – عدم التوصيل بالكهرباء	1 – تأكد من ربط التيار الكهربائي
	2 – تأكد من وجود منصهر (فيوز) عاطل	2 – استبدل المنصهر
	3 – تحقق من وجود وصلات مفتوحة او اتساخ بعض الأجزاء	3 – اعد تنظيف او استبدال الجزء المعني
	4 – وجود انسداد في انابيب الدخول والخروج	4 – إزالة سبب الانسداد
	5 – وحدة الحماية الحرارية عاطلة	5 – استبدالها
ثانيا - المحرك يعمل بشكل صحيح ولكن لا يضخ ماء	1 – انسداد في صمام عدم الرجوع	1 – تنظيف الصمام والتحقق من تشغيله
	2 – أنبوب السحب فيه انسداد	2 – حدد السبب وازل الانسداد
ثالثا – انخفاض معدل تدفق المضخة	1 – انسداد في الصمام والانبوب	1 – إزالة الانسداد
	2 – مستوى السائل منخفض جدا	2 – ازل الانسداد
	3 – خطا في فرق الجهد	3 – غير فرق الجهد حسب ما مثبت في لوحة السيطرة
	4 – خطا في اتجاه الدوران	4 – اعكس الاطوار
رابعا – توقف الحماية الحرارية	1 – انسداد في أنبوب التصريف	1– ازل الانسداد

1– 4 – 8 الأعطال الشائعة التي تحدث في المضخات (الأسباب والعلاج)

1- المضخة تعمل عند ضغط عالٍ وبعيد عن نقطة التشغيل.

a- افتح محبس التصريف اكثر حتى تصل لنقطة التشغيل للمضخة.

2- المضخة تعمل عند ضغط اعلي من قدرتها.

a- غير مروحة المضخة باخري ذات قطر اكبر.

b- ارفع سرعه الدوران .

3- المضخة وانابيب السحب لم تملأ جيدا بالماء او لم تفرغ من الهواء .

a- حضر المضخة جيدا (املا المضخة وانابيب السحب بالماء وتأكد من عدم وجود فقاعات هوائية).

4- وجود رواسب في خط السحب او المروحة .

5- وجود هواء في انابيب الطرد.

a- غير نظام الانابيب بحيث لا تجعل فيه جيوبا للهواء.

b-ضع صمام طرد الهواء في الخط.

6 - قيمة رفع السحب الموجب الكلي المتاح منخفض.

a- غير منسوب السحب.

b- افتح صمام السحب بالكامل.

7- المضخة تعمل عند منسوب سحب اكثر من الاعتيادي.

a- نظف مصفاة السحب وخط السحب.

b-اضبط منسوب المياه في خط السحب.

8- دخول هواء إلى حاوية الحشو.

a- نظف أنبوب سائل التبريد.

b- ارفع ضغط سائل التبريد .

c- بدل الحشو .

9- دوران المضخة في عكس الاتجاه.

a- بدل وضع الربط في المصدر الكهربائي.

10 - سرعة الدوران منخفضة.

a- ارفع سرعة الدوران او غير المحرك.

b- ارفع فرق الجهد.

11- التآكل الداخلي للمضخة في زيادة مستمرة.

a- غير المكونات الداخلية بأخرى.

12- المضخة تعمل على ضغط منخفض .

a- اضبط الضغط عند نقطة التشغيل بواسطة صمام خط التصريف.

b- بدل المروحة بأخرى ذات قطر اكبر.

13- الوزن النوعي او لزوجة السائل المراد ضخه اعلى من لزوجة السائل المخصص للمضخة لضخه.

a- اخطر الشركة المصنعة او وكيلها لاختيار مضخة مناسبة.

14- سدادة التغليف مثبتة بقوة .

a- تجنب الربط الزائد وافتح السداد قليلا او اسمح بتنقيط المياه من السدادة.

15- سرعة الدوران عالية جدا .

a- خفض السرعة او غير المحرك بأخر للحصول على السرعة المطلوبة.

16- كازكيت معيوب.

a- غير الكازكيت بأخر جديد .

17- وجود تعرج او خشونة على سطح محمل عمود الدوران.

a- بدل محامل عمود الدوران بأخري ملساء.

18- تسرب كثير في ماء التبريد او وجود رواسب في حاوية مانع التسرب.

a- احكام كمية سائل التبريد المتسربة.

b- نظف حاوية مانع التسرب.

c- سائل التبريد لا بد ان يكون نظيفا.

19- سدادة مانع التسرب والغطاء مثبتين بطريقه خاطئة او وجود مانع تسرب من نوع مخالف في مادته.

a- تجنب الاخطاء في وضع السدادة في مكانها بحيث لا تكون مائلة.

b- اختر مانع التسرب المناسب من حيث السمك والنوع.

20- ظهور صوت عند دوران المضخة.

a- غير وضع السحب.

b- راجع استقامة المضخة والمحرك واتزانهما.

c- اعد اختبار اتزان المحرك وهو يدور بدون مضخة.

d- ارفع الضغط عند فتحة السحب.

21- عدم تثبيت مجموعة المضخة ومحركها على استقامة واحدة.

a- اعد اختبار استقامة, والمضخة والمحرك عند وصلة الارتباط بينهما.

22- المضخة مائلة

a- اختبر توصيلات الانابيب وتثبيت المضخة على المستوي الافقي والراسي.

23- الارتفاع الشديد للضغط المحوري.

a- نظف ثقوب الاتزان بالمروحة.

b- غير حلقات تثبيت الغلاف بأخرى جديدة وثبتها.

24- تزييت اكثر او اقل من الكمية المحددة او نوعية غير مناسبة من الزيت.

a - تجنب الاكثار او الاقلال او تغير نوعيه الزيت.

25- الخلوص الصحيح لوصلة التعشيق بين المحرك والمضخة غير موجود .

a- راجع رسومات التركيب او اختبر الخلوص واعمل على تثبيت الوضع الصحيح.

26- فرق جهد التشغيل منخفض

a- ارفع فرق الجهد.

27- المحرك يدور على طورين فقط .

a- راجع التوصيلات الكهربائية .

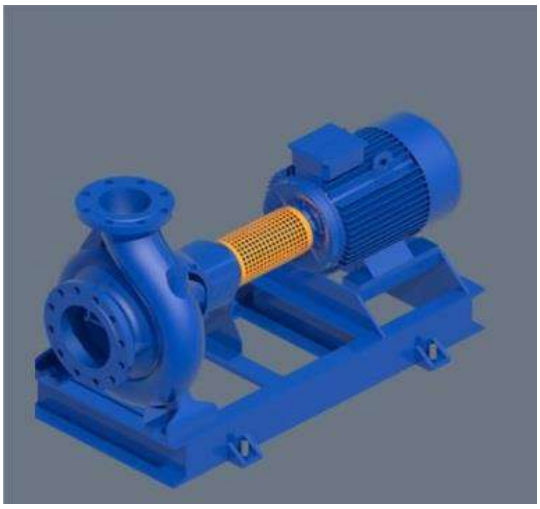
28- مسامير الربط متأكسدة

a- غيرها بجديدة وثبتها جيدا.

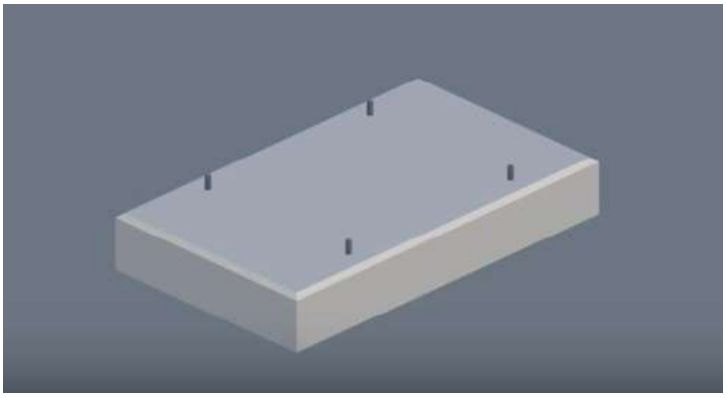
1 – 4 – 8 نصب مضخة الطرد المركزي

التثبيت الصحيح لمضخة طرد مركزي هو مطلب أساسي لتشغيلها المستقر، وقوتها، وامتثالها لفترات الخدمة التي أعلنها المصنع. يتم تثبيتها وفقًا لتوصيات الشركة المصنّعة ومتطلبات معايير الصناعة، وستقوم الوحدة بإزالة هذه الظواهر غير المرغوبة مثل الضوضاء المفرطة، والاهتزازات والتدهور المصاحب لمعلمات التوصيل، والتآكل، وكذلك التخلص من حالات التشغيل غير الطبيعية والطوارئ المختلفة.

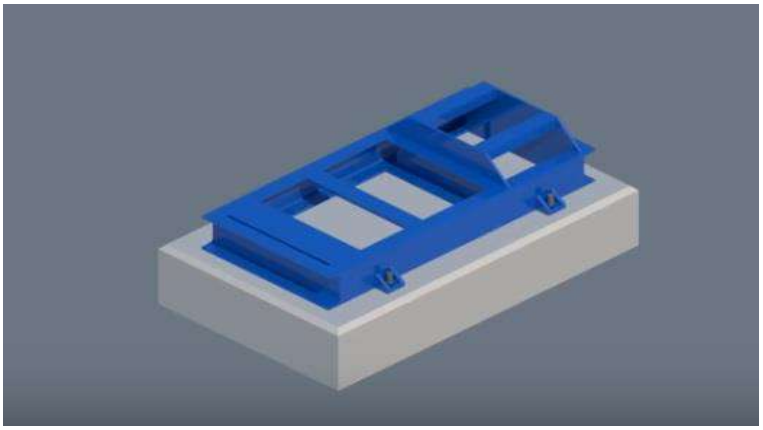
يتم تثبيت مضخات الطرد المركزي وفقا للخطوات الاتية :



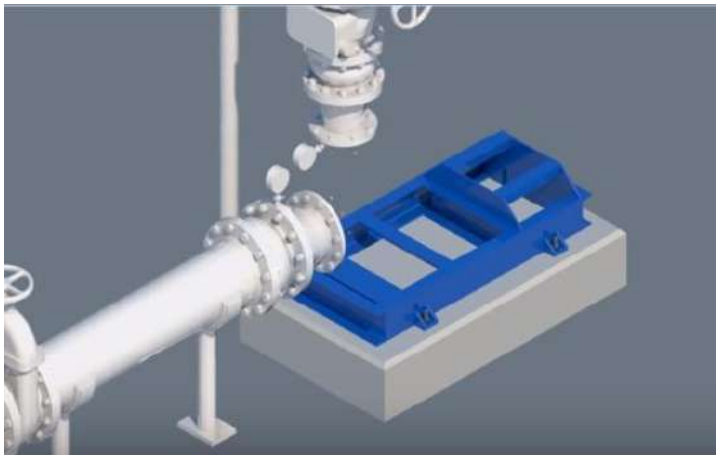
الشكل (1 – 25) الشكل العام للمضخة



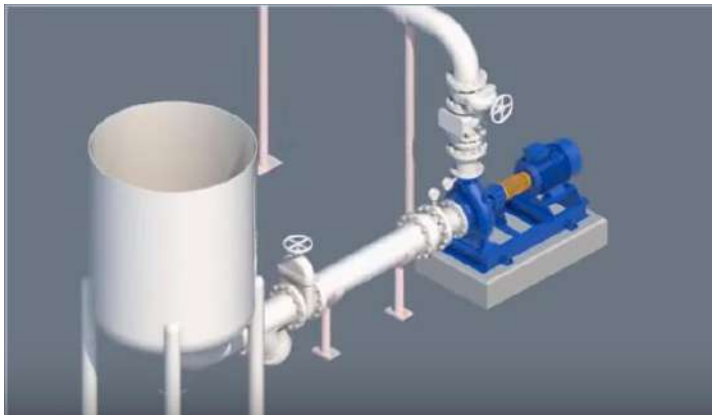
1- الشكل (1 - 26) تهيئة الارضية المناسبة وتكون قوية ومانعة للاهتزازات وتكون مستوية



2- الشكل (1 - 27) تثبيت براغي في القاعدة لتثبيت المضخة

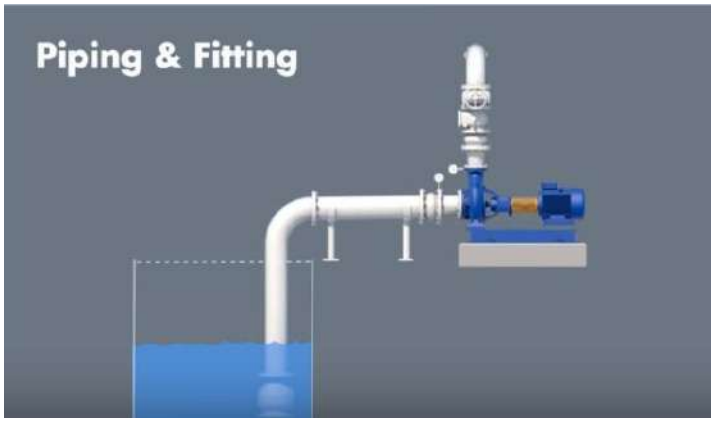


3- الشكل (1 - 28) تثبيت قاعدة المضخة

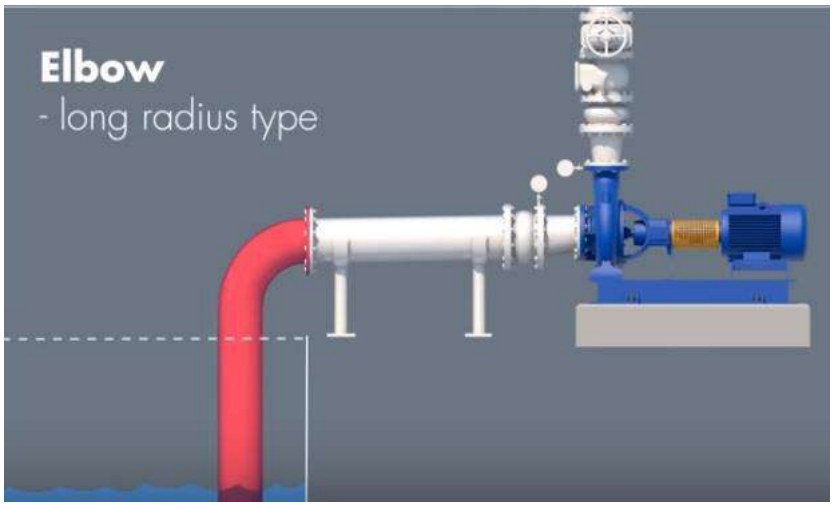


4- الشكل (1 - 29) تثبيت المضخة

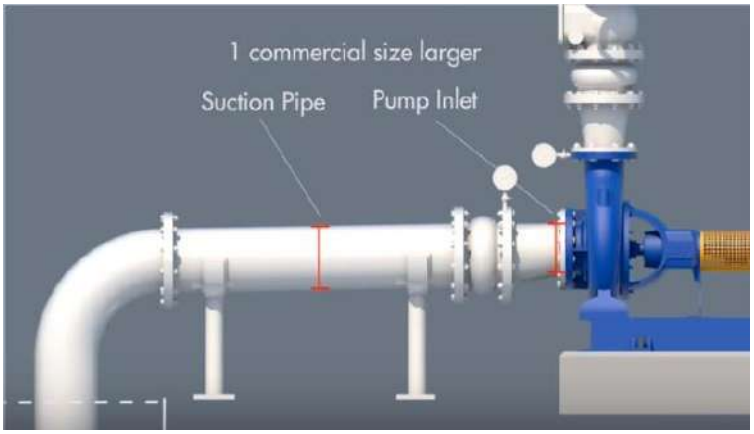
5- الشكل (1 - 30) تثبيت الانابيب والتوصيلات



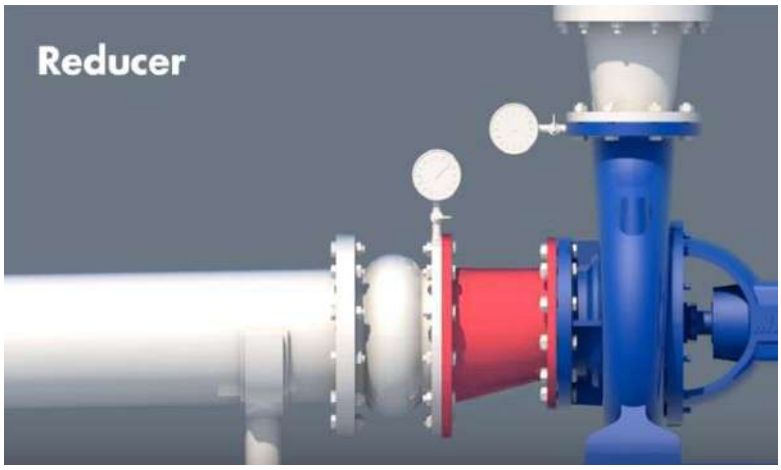
6- الشكل (1 - 31) تثبيت توصيلات اخرى



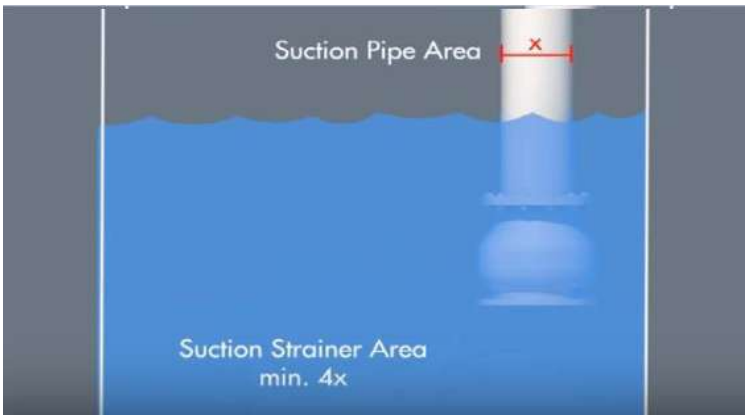
الشكل (1 - 32) المرفق (اللون الاحمر) يجب ان يكون طويل



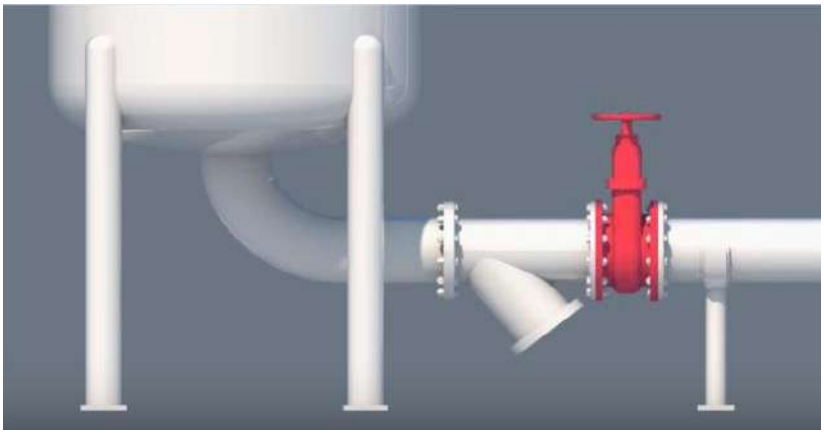
الكل (1 - 33) سرعة السائل m/s



الشكل (1 - 34) الوصلة المصغرة (باللون الاحمر) لامركزية



الشكل (1 - 35) المصفاة في نهاية انبوب الامتصاص وتكون اربعة اضعاف المساحة



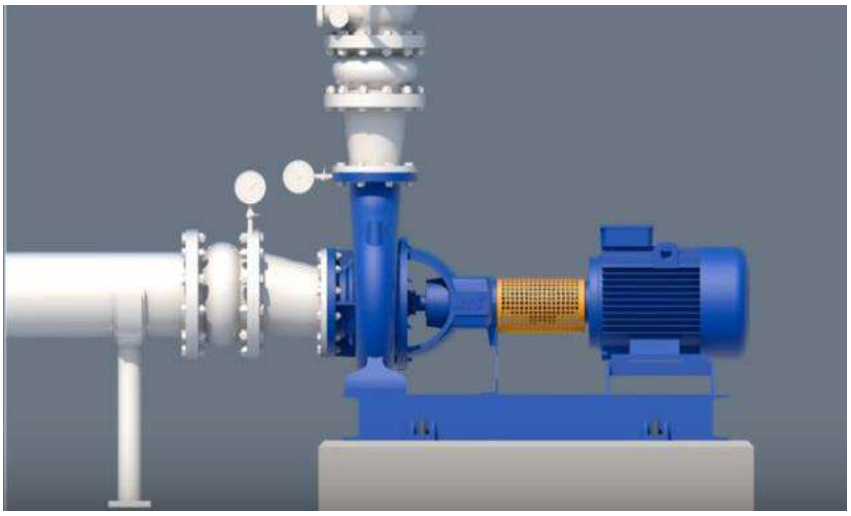
7- الشكل (1 - 36) صمام العزل باللون الأحمر

8- الشكل (1 - 37) قياس ضغط السائل (باللون الاحمر)

9- الشكل (1 - 38) صمام الاتجاه الواحد في خط التفريغ

الشكل (1 - 39) ربط صمام العزل للتيار النازل لغرض الصيانة

الشكل (1 - 40) وصلة تمدد



الشكل (1 - 41) المضخة والمحرك على استقامة واحدة

الشكل (1 - 42) صمام السحب للمضخة مفتوح كليا

الشكل(1 - 43) صمام التصريف باللون (الأحمر)

أسئلة

س1 : ما المضخة؟ وما استخداماتها؟

س2 : اذكر مكونات المضخة الغاطسة ؟

س3 : ما هي العوامل التي يتم اعتمادها في اختيار المضخة ؟

س4 : وضح خطوات تثبيت المضخة طاردة مركزية ؟

س5 : ما هو تأثير الماء الحاوي على الاطيان والرمال في عمل المضخة ؟

س6 : اذكر 3 من الاعطال الشائعة في المضخة الغاطسة؟

1 – 5 صيانة فاصلة الغازات وفاصلة السوائل

الهدف

تمكين الطالب من ادراك أهمية فصل النفط عن الغاز والماء والاملاح في الصناعات النفطية, لكي يكون ملائما لعمليات التكرير اللاحقة والتعرف على أجهزة فصل الغازات السوائل التي تسمى كذلك (العازلات) والمشاكل الفنية والعطلات التي تتعرض لها وطرق معالجتها وعمليات الصيانة التي تجري عليها.

1 – 5 - 1 النظرية

يصاحب النفط أثناء خروجه غازات وشوائب ومياه، ولذلك لا يمكن استخدام النفط بحالته السائلة التي يستخرج بها من باطن الأرض، بل يجب معالجته من خلال فصل هذه الأشياء جزئيا في الحقل وكليا في معامل التكرير، والتي يتم فيها تصنيع النفط الخام من خلال مجموعة من العمليات المعقدة لإنتاج مشتقات يمكن استعمالها في مجالات عديدة، وبالتالي رفع القيمة الاقتصادية.

1 – 5 - 2 العازلات

العازلة عبارة عن وعاء اسطواني افقي او عمودي واحيانا كروي بداخلة طبقات من الصفائح او العوارض التي تكون اما ثنائية او ثلاثية الطور ويفصل بها الغاز عن النفط.

انواع العازلات

a- تقسم العازلات من حيث الشكل إلى: 1- أفقية، 2- عمودية، 3- كروية.

b - تقسم العازلات من حيث الاطوار إلى :

1- ثنائية الطور وتكون

a - أحادية الأنابيب

b - مزدوجة الأنابيب

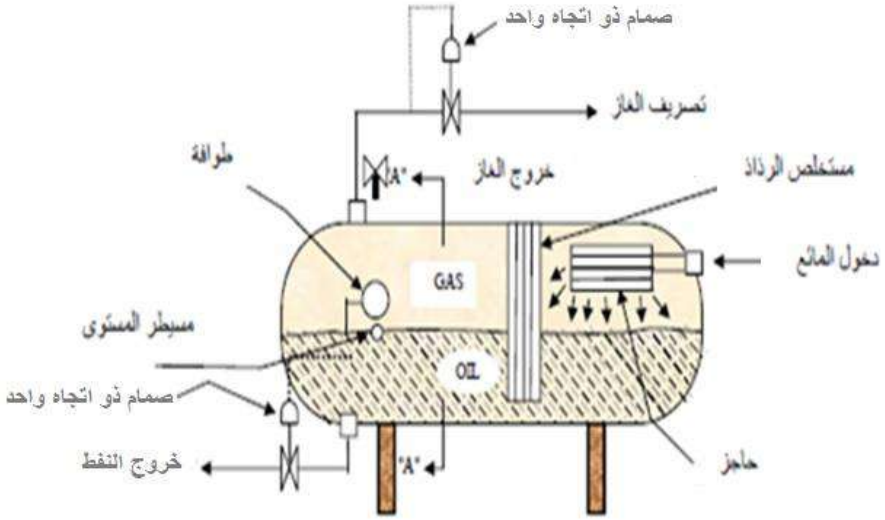
2- ثلاثية الطور

3- من حيث الضغط التشغيلي الى:

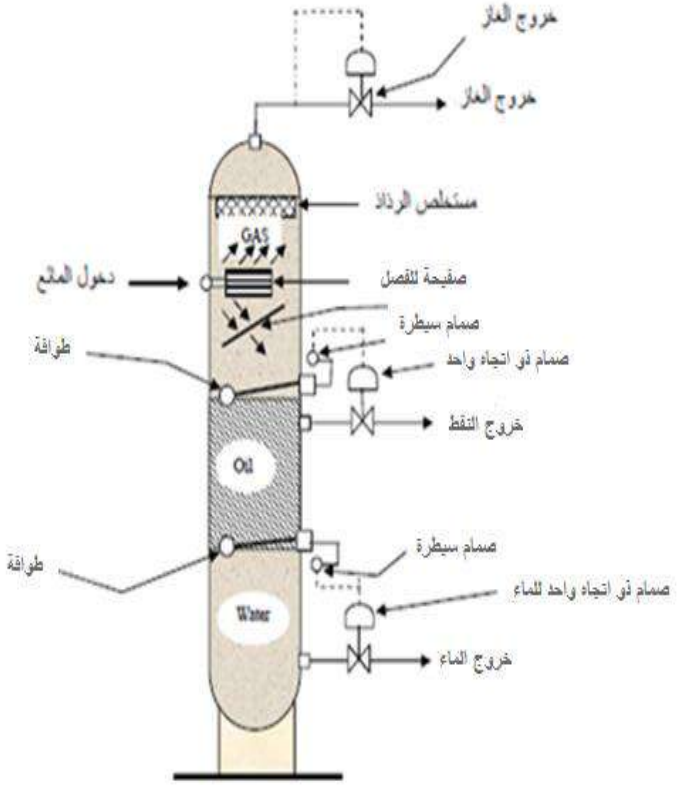
a– عازلات ضغط عالي (750-1500 psi)

b- عازلات ضغط متوسط (230-700 psi)

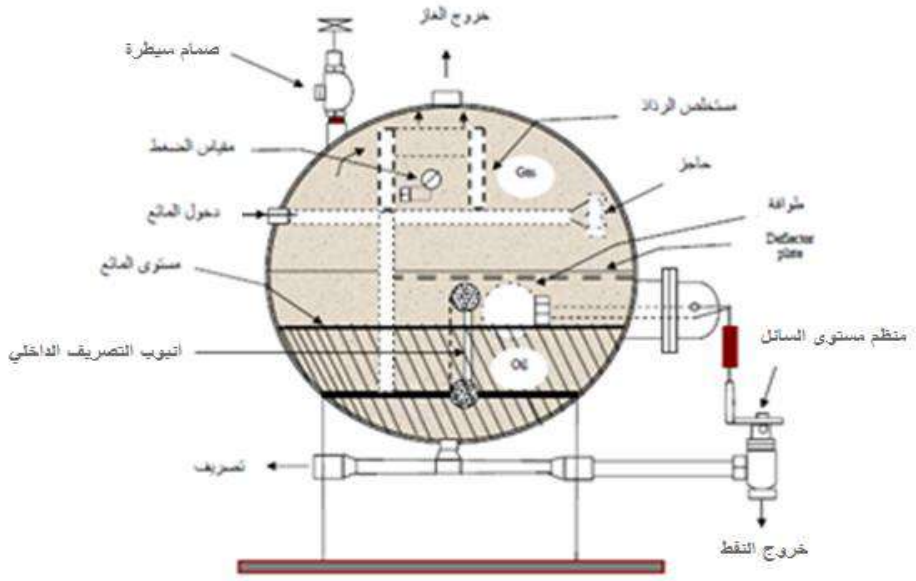
c- عازلات ضغط منخفض (10- 225 psi)



شكل (1 - 42) عازلة ثنائية الطور – افقية



شكل (1 - 43) عازلة ثلاثية الطور - عمودية



شكل (1 - 44) عازلة ثنائية الطور – كروية

1 – 5 – 3 عمليات العزل :

يتدفق النفط الخام من البئر بطورين سائل وغاز وتحت ضغط عال، ويكون قسم من الغاز حراً في حين يكون الجزء الآخر مذاباً في السائل لذا يجب تخفيض ضغط وسرعة تدفق النفط الخام للحصول على فصل مستقر، وذلك من خلال أدخال النفط إلى محطة العزل (عزل الغاز عن النفط) وتخفيض الضغط إلى الضغط الجوي من خلال عدة مراحل من العزل.

تبعاً لمقدار تخفيض الضغط فإن بعض المركبات الهيدروكربونية الخفيفة في النفط ستفتقد إلى الغاز، لذا تُعد محطة العزل هي المرحلة الأولى في سلسلة طويلة من المراحل لمعالجة النفط الخام وذلك للسماح للقسم الأكبر من الغاز للتحرر من هذه المركبات الهيدروكربونية الخفيفة وبالتالي زيادة استخلاص النفط. أن النفط الذي يكون ذو نسبة غاز إلى النفط عالية يجب أن يمر خلال العديد من مراحل العزل. تهدف عملية العزل لتحقيق ما يأتي :

1- عزل الغازات الخفيفة من النفط.
2- زيادة كفاءة استخلاص المركبات المتوسطة من النفط الخام.
3- البقاء على المكونات الثقيلة في النفط (الطور السائل).

1 – 5 – 4 محطات العزل

تُعد محطات عزل الغاز الطبيعي أول حلقات العملية الإنتاجية للنفط الخام عبر سلسلة طويلة من المراحل, منذ لحظة خروجه من البئر, ولحين خروج النفط والغاز الطبيعي عبر منافذ التصدير أو المنتجات الأخرى من المصافي أو معامل معالجة الغاز .

عند وصول النفط المنتج من البئر إلى محطات عزل الغاز الطبيعي فانه يمر على صمام الاتجاه الواحد لمنع رجوع النفط بالاتجاه المعاكس، يتبعه صمام للتحكم بمعدل الجريان وتحديده، مع وجود مقاييس ضغط قبل وبعد هذه الصمامات، بعدها يدخل النفط الخام إلى مجمع الصمامات الذي يقوم بتوزيع النفط على العازلات وفقاً لإنتاجية كل بئر من النفط والغاز والسعة التشغيلية لكل عازلة.

بعض الاعتبارات التصميمية لمحطات العزل وكما يأتي :

1- وجود صمامات توقف اضطراري تقوم بإيقاف المحطة اضطراريا عند ورود اشارات معينة بالنسبة للنفط أو الماء التي تحدث عند صعود مستواهما إلى ارتفاع عالٍ بالإضافة إلى اشارة.

2- يجب الحفاظ على ضغط العازلة بين psi (50-60) وهو الضغط المثالي الذي يضمن عدم خسارة الغازات الخفيفة التي نخسرها في الضغوط العالية أو خسارة المكونات الثقيلة في النفط.

3- تتم السيطرة على ضغط العازلة من خلال التحكم بكمية الغاز الخارج منها، ويتحقق ذلك من خلال صمام سيطرة على الضغط يقوم بتنظيم الضغط من خلال تصريف الغاز إلى محطة معالجة الغاز.

4- لزيادة الأمان يتم وضع صمام أمان تتم معايرته على ضغط معين وفقاً للنفط المعالج.

5- أن الماء الخارج من العازلة لا يكون نقياً 100% بل يحتوي على قطرات من النفط على شكل مستحلب لذا يرسل إلى وحدة معالجة الماء ليتم عزل هذه القطيرات، ويمكن بعدها حقنه في الآبار التي توقفت عن الإنتاج.

6- اذا كان النفط المنتج نفط رطب يتم نقله إلى محطة معالجة النفط الرطب .

7- إذا كان حاوياً على غاز H_2S ينقل النفط إلى وحدات معالجة النفط ليتم تخليصه من غاز H_2S الذي يسبب مشاكل تشغيلية مختلفة منها مشكلة التآكل بسبب تفاعله مع قطرات الماء الموجود في النفط مكوناً حامض الكبريتيك H_2SO_4.

8- إذا كان النفط الخام المنتج لا يحتوي على الماء أو غاز H_2S ينقل مباشرةً إلى منافذ التصدير.

9- إذا كانت محطات معالجة الغاز بعيدة عن محطات عزل الغاز الطبيعي يتم نقل الغاز إلى محطات كبس الغاز الطبيعي .

10- يتم إزالة قطرات الماء من الغاز الطبيعي عبر إدخاله إلى وحدات تجفيف الغاز الطبيعي حيث تتم معالجته من خلال تلامسه مع الكلايكول في برج تلامس .

11- تذهب نسبة معينة (قليلة) إلى المشعل لغرض الحرق، وللأمان في حالات توقف نقل الغاز إلى وحدات معالجة الغاز أو محطات الكبس لأي سبب كان.

1 – 5 – 5 العوامل المؤثرة على عملية العزل

1 - معدل تدفق النفط والغاز الطبيعي (الحد الأدنى – الحد الأعلى – المعدل).
2 - الضغط التشغيلي.
3 - الحرارة التشغيلية .
4 - الخواص الفيزيائية للموائع مثل الكثافة والانضغاطية .
5 - الكفاءة التصميمية للعزل (على سبيل المثال: إزالة 100% من الجزيئات التي يزيد حجمها عن 10 Micron).
6 - وجود الشوائب مثل البارافين والرمل .. الخ.
7 - ميل النفط الخام إلى تكوين الرغوة.
8 - ميل السائل إلى أحداث التآكل.

1 – 5 – 6 عازلة الاختبار والعازلة الانتاجية

عازلة الاختبار : تستخدم لعزل وقياس الموائع الخارجة من البئر، ويمكن ان تكون عمودية أو افقية أو كروية، يمكن ان تكون بطورين أو ثلاثة أطوار، كما يمكن أن تكون ثابتة أو محمولة وتستعمل لاحتساب كميات النفط والغاز المنتج من البئر.

العازلة الانتاجية : تستعمل لعزل المائع المنتج إلى أطواره ، ويتراوح قطرها بين (12-30) قدم ، وارتفاع يتراوح بين (6-70) قدم.

العوامل المؤثرة على اختيار سعة العازلة

1- الحجم (القطر – الارتفاع) للعازلة.
2- معدل جريان المائع.
3- تصميم وترتيب الاجزاء الداخلية للعازلة.
4- عدد مراحل العزل.
5- الضغط التشغيلي والحرارة التشغيلية.
6- الخواص الكيميائية والفيزيائية للموائع الخارجة من النفط (الوزن النوعي – اللزوجة – توازن الاطوار ...الخ).
7- نسبة الغاز إلى النفط.
8- ميل الغاز إلى احداث رغوة.

جدول (5 – 1) مقارنة بين العازلات الأفقية والعمودية

	العازلات الأفقية	العازلات العمودية
الضغط	محطات الضغط العالي	محطات الضغط الواطئ
معدل الجريان	معدلات الجريان العالية	معدلات الجريان العالية
نسبة الغاز إلى النفط	أعلى	أقل
الحد الفاصل	بسبب توفيرها مساحة فصل أعلى فأنها تسرّع عملية الفصل لذا يكون تحرر الغازات أسهل	مساحة فصل قليلة لذا فهي غير مناسبة للتعامل مع الحد الفاصل
الحجم	أكبر	أقل
الكلفة	أقل	أكبر
السعة	أكبر	أقل
التعامل مع المواد الصلبة	أقل كفاءة	أكثر كفاءة
التعامل مع معدل تدفق متغير	أقل كفاءة	أكثر كفاءة
التعامل مع مستوى السائل	أقل كفاءة بسبب قلة ارتفاعها	أكثر كفاءة بسبب ارتفاعها
أعمال الصيانة	أسهل	أصعب
التعامل مع المستحلبات والرغوة	أكثر كفاءة	أقل كفاءة

1 – 5 – 8 عازلات الغاز من الناحية التصميمية

لقد شهد تصميم عازلات الغاز تطوراً كبيراً في العقدين الأخيرين، ولكن تبقى هناك بعض الأمور التصميمية التي لا يمكن الحياد عنها لأنها تعتبر من الأمور البديهية في أغلب التصاميم وهذه الأمور هي:-

أولا - الاستفادة من زخم الدخول :

تستخدم أغلب العازلات تراكيب ميكانيكية لتغيير المسار وتقليل السرعة العالية للمائع الداخل, تساعد في تحقيق عزل كبير بين السائل والغاز حيث أنها تشتت النفط بشكل يساعد على هروب الغاز من النفط. أما في العازلات الأفقية فهناك مجال واسع لاستخدام العديد من التراكيب مثل:

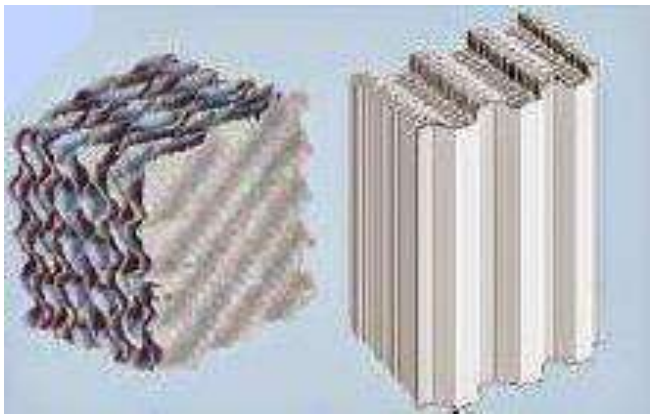
الصفائح – الرؤوس المقعرة، حيث أن أغلب هذه التراكيب تقوم بالسيطرة على السرعة والاتجاه الداخل من خلال تغيير مسار السائل وتشتيت طاقة المائع الداخل .

إن فائدة تراكيب الدخول في العازلة هي إحداث تغير مفاجئ في السرعة والاتجاه مما يؤدي (بالإضافة إلى اختلاف الكثافة) إلى عزل السائل.

ثانيا - مستخلص الرذاذ (Demister)

ويستعمل لاستخلاص قطرات النفط المحمولة مع الغاز ويتحقق ذلك من خلال استعمال شبكة سلكية ولكن عندما يكون النفط المعالج ثقيلاً أو يحتوي على الشمع تستبدل هذه الشبكة بريش ملتفّة ولكن جميع هذه الأنواع توضع بشكل عمودي على أتجاه التدفق حيث أن تدفق الغاز بشكل متعرج يساعد على عملية فصل القطرات وهي أقرب إلى المصيدة في عملها.

ويصادف أحياناً وجود بعض قطرات السوائل في الغاز، لأن بعض الأبخرة القابلة للتكثف لا يمكن استخلاصها بواسطة مستخلص الرذاذ، ويحصل هذا التكثف بسبب تقليل درجة الحرارة، إن وجود هذه الأبخرة المتكثفة لا يدل على عدم كفاءة العازلة لأنها تمتلك خصائص الغاز الطبيعي، وقد يحصل هذا التكثُف حال خروج الغاز من العازلة بسبب التغير في الضغط والحرارة.



شكل (1 - 45) الريش الملتفة

فيما ادناه ميكانيكية عمل مستخلص الرذاذ

1. **الارتطام:** إن ارتطام الغاز المحتوي على قطرات بسطح مستخلص الرذاذ، سيؤدي إلى تماسك قطرات السائل وتجمعها على السطح وعند اندماجها ستكون على شكل قطرات كبيرة لتنزل إلى مقطع تجميع السوائل.
2. **التغير في اتجاه التدفق:** في حالة تغير اتجاه جريان الغاز الحاوي على قطرات بشكل؛ مفاجئ فإن القطرات سوف تستمر بالجريان بنفس الاتجاه بسبب الاستمرارية، في حين يكون جريان الغاز بعيداً عن جريان هذه القطرات، حيث أن هذه القطرات ستتجمع على السطح ومن ثم تسقط في قسم تجميع السوائل.
3. **التغير في سرعة الجريان:** إن التغيير في سرعة الغاز يسبب تجمع قطرات السائل على سطح مستخلص الرذاذ مما يؤدي إلى سقوط القطرات إلى مقطع تجميع السوائل.
4. **القوة الطاردة المركزية :** عند جريان الغاز الحاوي على قطرات النفط بشكل دوراني وبسرعة عالية فإن القوة الطاردة المركزية سترمي قطرات السائل بعيداً باتجاه جدران العازلة. مما يؤدي إلى تصادم هذه القطرات وتجمعها في قطرات كبيرة ونزولها إلى مقطع تصريف السوائل. إن القوة الطاردة المركزية

هي من أكثر الطرق فاعليةً في عزل قطرات السوائل من الغاز، وتزداد كفاءتها بزيادة سرعة الغاز الداخل.

ثالثا - مانعات التموج

ويتم استعمالها بالذات في العازلات الأفقية، إذ انْ هناك احتمال لحصول تموجات في الحد الفاصل بين النفط والغاز مما يؤدي إلى تقلبات في مستوى السائل وبالتالي التأثير على أداء مسيطر المستوى ولتجنب هذه الحالة يتم تركيب مانعات التموج الذي يكون عبارة عن تراكيب ميكانيكية على شكل موانع عمودية على اتجاه الجريان.

رابعا - زمن بقاء السائل (زمن المكوث)

يتم أخذ هذا الأمر في العازلات ثلاثية الطور كي يتسنى للماء والنفط أن ينفصلا عن بعضهما بطريقة فرق الكثافة. وتستخدم العديد من التراكيب على زمن بقاء هذه السوائل في العازلة ويتأثر زمن البقاء بالعديد من العوامل مثل: الكثافة النسبية للنفط ودرجة الحرارة التشغيلية. وفي حال الرغبة في زيادة زمن المكوث فهذا يتطلب زيادة حجم العازلة أو زيادة منطقة السائل.

خامسا - الحرارة

إن الحرارة تؤدي إلى تقليل الشد السطحي ولزوجة النفط مما يساعد على تحرر الغاز، واكثر الطرق فاعلية هي تسخين النفط من خلال امراره خلال حمام مائي، كما تساعد الحرارة على إزالة فقاعات الرغوة، وتستخدم المسخنات غير المباشرة أو المبادلات الحرارية.

1 – 5 – 9 أهم المشاكل التشغيلية في محطات العزل

مع تطور التصاميم الحديثة لعازلات الغاز تم أخذ المشاكل التشغيلية بنظر الاعتبار، فوجود مسيطرات مستوى ذات كفاءة ودقة عاليتين في العازلات بالإضافة إلى وجود مسيطرات على درجة عالية من الحساسية, ساعد على تقليل المشاكل التشغيلية إلى أقصى حد ممكن. لذا فإن أغلب المشاكل التشغيلية الآن يكون سببها عطل هذه المسيطرات أو سوء التشغيل. وأهم هذه المشاكل هي:

أولا - الحمل الإضافي

وهي من أبرز المشاكل التشغيلية التي تحصل في محطات العزل، وتتلخص بخروج نفط مع الغاز بكمية كبيرة, مما يؤدي إلى عبوره إلى محطات معالجة الغاز أو في بعض الأحيان عبوره إلى المشعل الذي يكون على شكل دخان أسود، وإذا لم ينتبه المشغل إلى ذلك فإن ذلك قد يؤدي إلى خروج كمية كبيرة من النفط المحترق عبر المشعل ويؤدي ذلك إلى الحريق.

الأسباب :

1- تحميل العازلة أكثر من طاقتها التشغيلية وذلك من خلال سوء تنظيم مجمع الصمامات.
2 - غلق صمام خروج النفط أو عطله. أو عدم وجود تصريف في وحدة إستلام النفط.
3- عطل المسيطر على المستوى مما يؤدي إلى ارتفاع مستوى النفط في العازلة.
4- خلل في تنظيم صمام الضغط بالشكل الذي يؤدي إلى انخفاض ضغط العازلة وبالتالي ارتفاع مستوى النفط في العازلة.

المعالجة

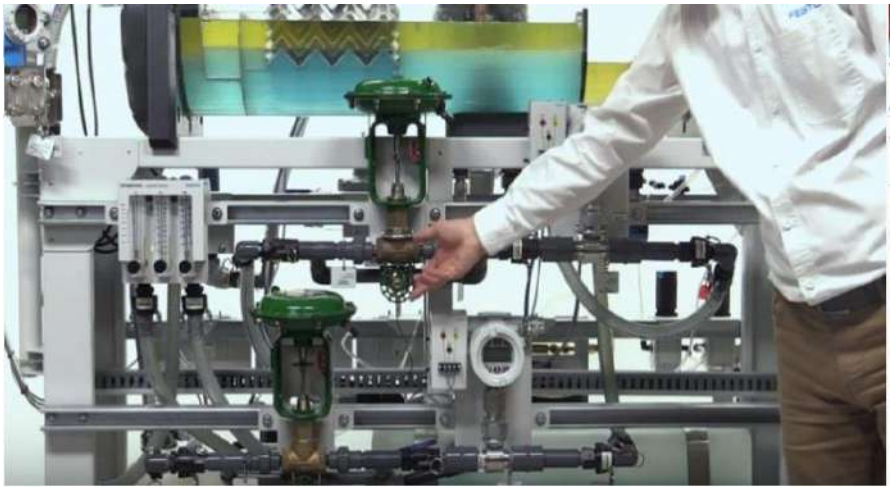
1- في الحالة الأولى تنظيم مجمع الصمامات وتنظيم كميات النفط الداخلة إلى كل عازلة، كما في الشكل (1 - 46).

شكل (1-46) تنظيم مجمع الصمامات والسيطرة

2- في الحالة الثانية يجب تصليح صمام النفط أو استبداله، كما في الشكل (1 - 47).

شكل (1 - 47) تصليح او استبدال صمام المسيطر على تدفق النفط

3- في الحالتين 3 و4 يجب إيقاف العازلة عن العمل وفق خطوات لحين تصليح أو معايرة صمامات السيطرة، كما في الشكل (1 - 48).



شكل (1 - 48) إيقاف العازل

ثانيا - الجيوب الغازية

وهي تكون فراغات في الأنابيب الناقلة للنفط (يملؤها الغاز) وخاصةً إذا كانت هذه الخطوط طويلة نسبياً، أو عند عدم مراعاة سعة الخطوط الناقلة بتحميلها بكميات أقل بكثير من طاقتها التصميمية، وهذا الأمر يؤدي إلى إحداث ضغط معاكس على محطات العزل وخصوصاً على العازلات وصعود ضغط العازلة وارتفاع مستوى النفط في الوقت نفسه.

الأسباب :

1- انخفاض مستوى النفط داخل العازلة بسبب عطل مسيطر المستوى.

2- ارتفاع الضغط داخل العازلة بسبب عدم انتظام عمل صمامات التدفق.

وفي كلتا الحالتين يجب إيقاف المحطة عن العمل لحين تصريف الجيوب الغازية من الخط الناقل للنفط، ومن ثم معالجة أو تعيير أو استبدال الصمامات العاطلة. الشكل (1 - 49) يوضح ذلك.

شكل (1 - 49) إيقاف المحطة تدريجيا

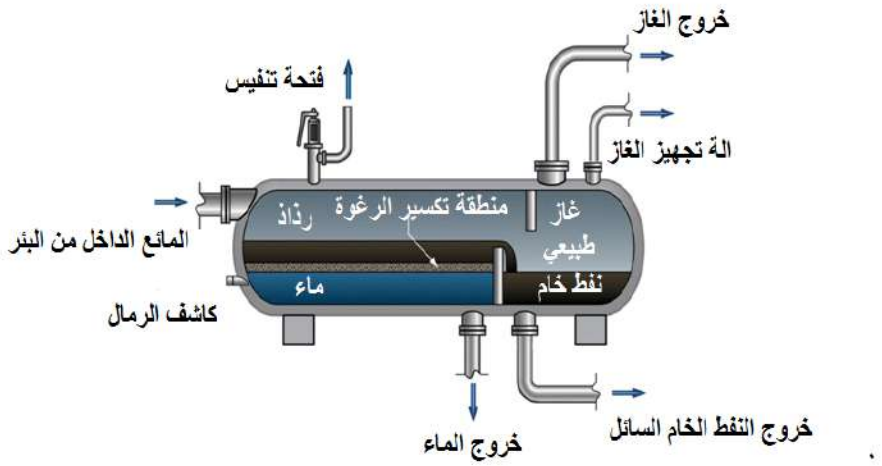
ثالثا - الرغوة

قد تحصل طبقة من الرغوة في الحد الفاصل بين النفط والغاز بسبب نزول الضغط ، أو بسبب الشد السطحي واللزوجة ووجود بعض الشوائب، حيث تتولد قطيرات صغيرة مغطاة بغشاء خفيف من النفط عند خروج الغاز من حالة الذوبان مما يؤدي إلى حدوث الاتي: **(الاسباب)**

1. كثافة الرغوة تكون بين كثافة السائل والغاز مما يؤدي إلى اضطراب في عمل مسيطر المستوى.
2. عند زيادة حجم الرغوة فإن هذا سيؤدي إلى خروجها مع النفط أو الغاز الخارج من العازلة ، مما سيؤدي إلى تقليل فاعلية العزل أو حدوث ظاهرة الحمل الإضافي أو خروج النفط مع الغاز الخارج من العازلة أو العكس تؤدي الرغوة إلى تقليل المساحة السطحية للعازلة، إذْ أنها تحتل حجماً كبيراً من العازلة، وبالتالي فهي تؤثر على كفاءة العازلة من خلال تقليل زمن المكوث، ما لم تكن العازلة مصممة أصلاً على حجم يتناسب مع حدوث هذه الظاهرة
3. إن خروج غاز مع النفط الخارج من العازلة الذي يحصل عند انخفاض مستوى السائل وهذا قد يحصل بسبب عدم تناسب حجم العازلة مع كمية الغاز أو حدوث التموج في مخرج السائل وبالتالي سيؤدي إلى تقليل كفاءة العزل.إن الرغوة النفطية لا تكون مستقرة، ولا يدوم وجودها، إلا بوجود عوامل الرغوة.

طريقة التغلب على الرغوة (المعالجة)

يمكن التغلب على هذه الظاهرة بنصب صفائح منع الرغوة كما في الشكل (1 - 50)، وهي مجموعة من الصفائح المائلة والمتوازية القريبة من بعضها، حيث أن مرور الرغوة من خلال هذه الصفائح سيؤدي إلى تجمّع قطرات النفط بعد فصلها عن الغاز المصاحب. وفي بعض الحالات يتم معالجة هذه الظاهرة بإضافة بعض المواد الخافضة للرغوة، علماً أن هذه المواد تكون اسعارها غالية نسبياً بالإضافة إلى وجود بعض العوامل الأخرى التي تؤدي إلى تقليل أو كسر الرغوة مثل الحرارة، أو الطرد المركزي.



شكل (1-50) كاسرات الرغوة

رابعاً:- البارافين

أن تفكك البارافين في عازلات الغاز يؤدي إلى تقليل كفاءتها، وقد يؤدي إلى جعلها غير فعالة إلى حد ما:-

الاسباب:-

1- بسبب تراكم قسم منها على أجزاء من العازلة.

2- حصول انسداد مستخلص الرذاذ ومدخل النفط.

المعالجة:-

1- إزالته بواسطة المذيبات أو البخار.

2- المعالجة الكيمياوية مع الحرارة وهي الطريقة الأفضل لمنع هذه الظاهرة.

كما أن هناك طريقة أخرى وهي تغليف السطوح الداخلية للعازلة بالبلاستك بسبب عدم التآلف الكيمياوي بينهما، حيث أن وزن البارافين سيؤدي إلى انزلاقه وعدم تراكمه على جدران العازلة أو أي من أجزاءها.

الاسئلة:-

س1: ما المقصود بالعازلة؟ وما انواعها؟
س2: عرف: محطات العزل، مستخلص الرذاذ، الجيوب الغازية، الرغوة.
س3: ما الفرق بين عازلة الاختبار والعازلة الانتاجية؟
س4: قارن بين العازلات الافقية والعازلات العمودية من حيث:- الضغط، الحجم، التعامل مع المواد الصلبة.
س5: اذكر اسباب حدوث الحمل الاضافي وطرق معالجته؟

1 – 6 صيانة الصمامات

الهدف

تعريف الطالب بالصمامات المستخدمة في الصناعات النفطية بمختلف أنواعها ، واجزاءها ،والأعطال التي تتعرض لها وطرق معالجتها، وعمليات الصيانة التي تجري عليها، والعوامل التي تؤثر على اختيارها.

1 – 6 - 1 النظرية

الصمام جهاز يقوم بتنظيم جريان المواد (التي غالباً ما تكون؛ غازية، أو سائلة، أو صلبة مسيلة)، وذلك عن طريق فتح، أو إغلاق، أو فتح جزئي من أجل تسهيل أو إعاقة الجريان ضمن الأنابيب. من غير الممكن عمل الصمامات بدون وجود الأنابيب المتصلة بها.

يُعد الصمام في الصناعات النفطية مفتاح الامان بالنسبة للآبار الانتاجية وآبار حقن الماء حيث يتم من خلاله السيطرة على جريان البئر كمنظومة مفتوحة أو مغلقة. وقد صنف معهد البترول الامريكي الصمامات إلى أنواع متعددة فمنها؛ الصمامات الميكانيكية البوابية والهيدروليكية البوابية والصمامات الكروية وصمامات الخنق .... الخ. إن التصنيف المعتمد للصمامات في رؤوس الآبار يعتمد على حجم الصمام وعلى الضغط التشغيلي للصمام.

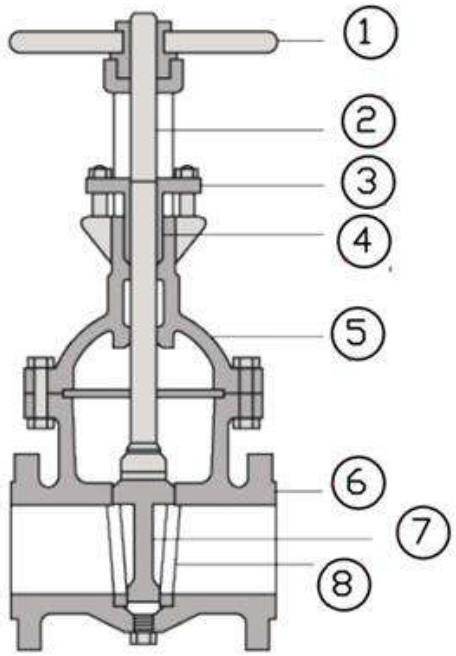
1 – 6 – 2 العوامل المعتمدة في اختيار الصمامات

العوامل التي تؤثر في اختيار الصمام هي :

1- نوع المائع المراد التعامل معه.
2- درجة حرارة المائع.
3- لزوجة المائع.
4- الكثافة النوعية للمائع.
5- كمية ونسبة الدقائق الصلبة التي يحتويها المائع.
6- سعة التدفق للمائع المار من خلال الصمام.
7- ضغط المائع قبل الصمام.
8- ضغط المائع بعد الصمام.
9- مقدار الهبوط في الضغط من خلال الصمام في حالة العمل الاعتيادي وفي حالة الغلق الكامل للصمام.
10- حدود الضوضاء المتولدة المسموحة.
11- حجم الانبوب المراد ربط الصمام به ونوع التوصيلات النهائية.
12- نوع المعدن الخاص بجسم الصمام.
13- وضع الصمام في حالة الفشل.
14- نوع جسم الصمام المطلوب.
15- حجم المشغل المطلوب.
16- مدى اشارة السيطرة المتوفرة.

1 – 6 – 3 المكونات الاساسية للصمامات

تشترك جميع الصمامات العاملة باختلاف أحجامها وضغوطها التشغيلية بآلية عمل ميكانيكية واحدة، وإن اختلف في الشكل والحجم وبحسب الشركات المصنعة الا انها ذات هدف واحد، والشكل (1-51) يبين رسم لصمام مثبت عليه الأجزاء الرئيسية وكما يلي :



الشكل (1 – 51) الشكل العام للصمام البوابي

(1) محور الدوران. (2) ساق الصمام .(3) قناة. (4) حشوة. (5) غطاء الجسم. (6) جسم الصمام.

(7) بوابة .(8) موجه البوابة.

1 - جسم الصمام

هو المنظومة الخارجية التي تمثل الجزء الاكبر في الصمام التي تحتوي في داخلها على الاجزاء الثانوية والأجزاء الملحقة بجسم الصمام، كما ان الاطراف الجانبية لكل صمام تشترك مع مواصفات الصمامات من حيث الضغط والحجم، ويختلف شكل وحجم الصمام (الحجم الخارجي) اعتمادا على المواصفات المعتمدة للشركات المصنعة.

2 - البوابة

هي مفتاح الامان بالنسبة لكل صمام حيث من خلال حركتها الميكانيكية الى الاعلى والأسفل, تشكل معاً عند الغلق الوضع النهائي لحالة الصمام، وعند حدوث أي خلل في البوابة سوف يكون هناك مرور للنفط والغاز خارج المنظومة مما يشكل مصدر قلق على حالة الجريان . تصنع البوابة عادة من سبائك عديدة أهمها سبيكة الصلب الكاربوني Carbon Steel لتكون ذات مقاومة عالية للتآكل، حيث ان موائع الجريان

تحتوي على نسب متفاوتة من عوامل التآكل CO,H_2 ، المياه الكبريتية، ملوثات مياه الحقن وغيرها من المواد التي تؤدي إلى حدوث التآكل.

3 - موجه البوابة

يتكون من صفيحتين معدنيتين توضع داخل جسم الصمام على الجزء الخارجي لموقع تثبيت البوابة لغرض تحقيق غلق تام لبوابة الصمام خلال فترة الغلق وتصنع عادة من نفس السبائك المعدنية التي تصنع منها البوابات وذلك لاشتراكهما معا بنفس الظروف التشغيلية.

4 - ساق الصمام

هو عبارة عن ساق معدني يختلف في الطول والحجم بحسب حجم الصمام, يكمن دوره الرئيسي في نقل الحركة الميكانيكية لبوابة الصمام الى الاعلى والأسفل في حالتي الفتح والغلق, ويصنع عادة من سبائك معدنية عديدة أهمها السبائك التي تم تصنيع الاجزاء السابقة الذكر وذلك لتطابق الظروف التشغيلية ضمن المنظومة الواحدة.

5 - غطاء الجسم

هو عبارة عن منظومة مغلقة يحوي في داخله الاجزاء التي يتمكن من خلالها نقل الحركة الدورانية لساق الصمام لغرض رفع البوابة الى الاعلى والأسفل، يحتوي على عدد من كراسي المحامل (البولبرنات والبوش) المتحركة كما يحتوي على عدد من العوازل المطاطية التي تعمل على منع تسرب النفط والغاز الى خارج منظومة الصمام أثناء الفتح والغلق وعادة تنشط هذه العوازل بمادة التفلون كحاجز مرن غير نفاذ بين الغطاء وأجزاء العوازل المطاطية.

4-6-1 انواع العطلات في صمامات الصناعات النفطية

من خلال المراقبة ومتابعة العمل من الناحية الفنية، يمكن ملاحظة الاعطال الاتية في الصمامات بسبب التقادم وسوء التشغيل وغياب الصيانة الدورية لها:

1 - صعوبة الفتح والغلق وسببه غياب الصيانة الدورية وسوء التعامل معه متمثلا بعدم فتح الصمام فتحاً كاملاً او غلقه كاملا وعدم تشحيم الصمام بالشكل الاصولي.

2 - نضوح الصمام وله سببين؛ اولهما نوع النفط المستخرج وخصوصا وجود الرمل وغازات مثل كبريتيد الهيدروجين. وثانيهما عدم ضخ مادة العزل بشكل دوري في بعض الصمامات التي تحوي فتحات لضخ سائل العزل.

3 - نضوح من جهة ساق الصمام وسببه عدم اجراء الصيانة للعوازل المطاطية الموجودة بين ساق الصمام وغطاء الجسم.

4 - كسر ساق الصمام وسببه استخدام القوة المفرطة في الفتح والغلق او محاولة غلقه, وهو في حالة الغلق الكامل او فتحه وهو في حالة الفتح الكامل مما يؤدي الى فقدان السيطرة على الفتح والغلق, وخاصة اذا كان الصمام رئيسي في جهة انبوب الانتاج.

5 - قلة كفاءة بعض انواع الصمامات مثل بعض الانواع الموردة من مناشئ مغمورة.

لذا يعتبراختيار الصمامات وحسب نوع المنتوج والظروف التشغيلية ونوع الغازات المصاحبة, عامل مهم جدا في اختيار الصمام الملائم, وذلك باخذ العينات من النفط وتحليلها مختبريا ومعرفة المحتوى لها من غازات مصاحبة ومؤاكلة ودرجة الحرارة كلها عوامل مهمة في اختيار الصمام المناسب.

1 – 6 – 5 طرق صيانة الصمامات

وهي على نوعين

أولا : صيانة موقعية

وتشمل تشحيم الصمامات وتشغيلها وضخ المادة العازلة لجسم الصمام وفي الساق وقطع النضوحات.

ثانيا : الصيانة في الورشة وتتضمن الخطوات الاتية:

1 - نقل الصمامات المستهلكة من منطقة المخلفات الى ورشة العمل.
2 - فتح أجزاء الصمامات وإجراء الصيانة والتنظيف باستخدام حمام زيتي.
3 - استبدال البولبرنات والحشوات المطاطية وشفت الصمام بأخرى جديدة وإستبدال الأجزاء المتضررة.
4 - إعادة تجميع أجزاء الصمامات وإحكام ربطها.
5 - تنشيط العوازل المطاطية داخل الصمامات بحقن مادة التفلون ومادة التشحيم (الكريز).
6 - عمليات الفحص: اجراء عمليات الفحص النهائية وفق مقياس المعهد الامريكي (API) المعتمد في الصناعات النفطية، وتتضمن فحص جسم الصمام والبوابة بالضغط التشغيلي للصمام وباستخدام المضخة الهيدروليكية.
7 - عمليات الطلاء: الطلاء بمادة الصبغ النهائي وبالامكان استبدال الحشوات المطاطية للصمام وبوجود الضغط التشغيلي أي عندما يكون الصمام مربوطاً على خط الإنتاج.

تعرض الصمامات للضغط والحرارة العالية يؤدي الى تآكلها

شكل (1 - 51) تعرض الصمامات إلى التآكل والنضوح والتلف

1 – 6 – 6 إجراءات نموذجية لصيانة الصمامات

جدول (6 –1) الإجراءات النموذجية لصيانة الصمامات

خطوات الفحص	العمل
1 – الاختبار المسبق (الاولي)	تهيئة وتنصيب الصمام على طاولة الاختبار مع سجل الأداء الخاص بالصمام
2 – التفكيك	فصل كل أجزاء الصمام
3 – الفحص	فحص جميع أجزاء الصمام وتدوين حالاتها
4 – التصليح الشامل	تنظيف جميع الأجزاء والتأكد من حركتها
5 – التجميع	إعادة تجميع وبناء الصمام
6 – الترتيب والفحص	اجراء أي اختبارات إضافية
7- الحماية	عند الاستعداد لشحن الصمامات، جميع الفتحات يجب حمايتها من دخول المواد غير المرغوب فيها
8- الشهادة والتقرير النهائي	تجهز الشهادة بالصلاحية مع التقرير النهائي إلى المستهلك

الاسئلة:-

س 1 : ما أهمية استخدام الصمامات في الصناعات النفطية ؟
س 2 : اذكر العوامل المعتمدة في اختيار الصمامات ؟
س 3 : عرف الصمام ، ثم بين مكوناته الأساسية مع شرح البوابة ؟
س 4 : اذكر خطوات صيانة الصمامات في ورشة العمل ؟
س 5 : عدد أنواع العطلات في صمامات الصناعات النفطية ؟

1 – 7 صيانة المبادلات الحرارية

الهدف

تمكين الطالب من فهم فكرة التبادل الحراري وتطبيقاتها في مجالات الصناعات النفطية وتعزيز المفهوم النظري من خلال ما يأتي :

1 – ادراك أهمية استخدام المبادلات الحرارية .
2 – معرفة أنواع المبادلات الحرارية .
3 – فهم الاعتبارات العملية لتشغيل المبادلات الحرارية .
4– معرفة اساسيات صيانة المبادلات الحرارية .
5– اتقان عمليات تنظيف المبادلات الحرارية .
6– معرفة أسباب مشاكل المبادلات الحرارية .

1 – 7 -1 النظرية

تنتقل الحرارة عادةً من المواد الحارة إلى المواد الباردة، ويؤدي ذلك إلى انخفاض درجة حرارة المواد الحارة وارتفاع درجة حرارة المواد الباردة، ويكون مقدار الحرارة المفقودة مساوياً للحرارة المكتسبة مضافاً اليه الحرارة المتسربة إلى الجو. وكالآتي:

الحرارة المفقودة = الحرارة المكتسبة + الحرارة المتسربة إلى الجو

ويتم انتقال الحرارة في المبادل الحراري بصورة رئيسية بطريقتي التوصيل والحمل، حيث أن حرارة المادة تنتقل إلى جدران حزمة الأنابيب بواسطة الحمل وخلال جدران حزمة الأنابيب إلى الجهة الثانية بواسطة التوصيل وعن طريق جزيئات المعدن، ومن ثم من الجدار الخارجي لحزمة الأنابيب إلى المادة التي تجري خلال القشرة الخارجية للمبادل الحراري بواسطة الحمل مرة ثانية.

ان الغرض الأساسي من استعمال المبادلات الحرارية هو الاقتصاد في النفقات، حيث أن تكاليف تسخين النفط الخام على سبيل المثال يحتاج إلى الكثير من الوقود والطاقة، في حين ان في الوحدة نفسها توجد منتجات نفطية بحاجة إلى تبريد قبل ارسالها إلى الخزانات، لذا يمكن أداء الوظيفتين في مبادل حراري واحد أو مجموعة من المبادلات الحرارية.

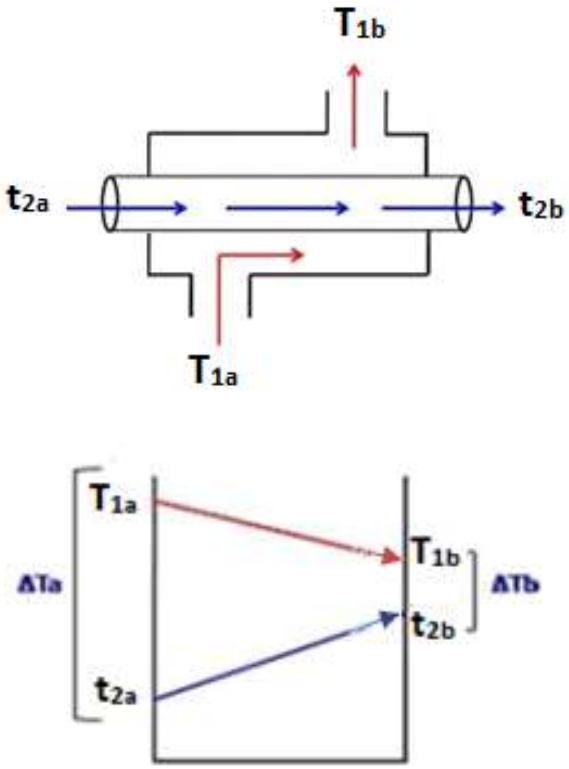
ان بخار الماء يعتبر من أوساط التسخين الشائعة في الصناعة النفطية، وخاصة المراجل البخارية حيث أنه يعطي حرارته إلى المنتج النفطي ويتحول بدوره إلى ماء. إن البخار المتكثف من عمليات التسخين هذه يتم إعادته إلى (منظومة مغلقة) ليُعاد استعماله كماء مغذي للمرجل لإنتاج البخار. علماً أن البخار ليس مسخناً رئيساً في تكرير النفط الخام إذ أنْ النفط الخام يسخن بشكل اساسي في الافران.

حالات جريان الموائع في المبادلات الحرارية

هناك حالتان لاتجاه جريان الموائع في المبادلات الحرارية وهي:

أولا :الجريان المتوازي Parallel Flow

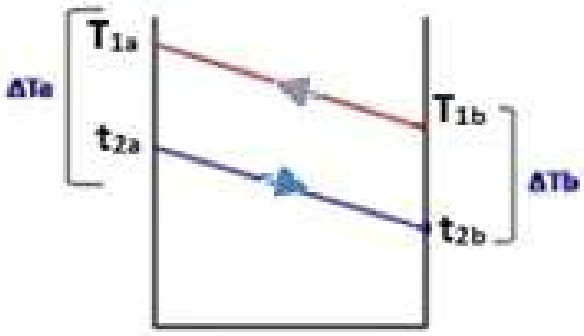
يكون اتجاه جريان الموائع في هذه الحالة متشابهاً ، أي أن المائعين يسيران بنفس الاتجاه . كما في الشكل (1-52) الاتي :



شكل (1-52) الجريان المتوازي

ثانيا : الجريان المتعاكس Counter-Current Flow

يكون اتجاه جريان المائعين متعاكساً, أي أن المادتين تسيران باتجاهين متعاكسين، وكما في الشكل (1-53) الاتي:



شكل (1 - 53) الجريان المتعاكس

يلاحظ في الجريان المتعاكس ثبوت فرق درجات الحرارة تقريباً على طول المبادل الحراري, بينما في الجريان المتوازي يلاحظ أن الفرق كبير جداً في دخول المبادل ويقل على امتداد طوله. وأثبتت العملية أن الجريان المتعاكس التطبيقات كفاءته أكثر من الجريان المتوازي.

1 – 7 – 2 أنواع المبادلات الحرارية

أولا : تبعاً لطبيعة عملها

يستعمل المبادل الحراري عادةً للأغراض الاتية :

1 - تسخين سائل أو غاز.

2 - تبريد سائل أو غاز.

3- تكثيف بخار.

4 - تبخير سائل.

ثانيا - تبعا لعملها ووظيفتها وكما يأتي :

1 - المسخنات :

وهي المبادلات التي تستعمل سائلاً ساخناً لتسخين مائع.

2 - المبردات :

وهي المبادلات الحرارية التي تستعمل لتبريد الموائع بواسطة سائل آخر ويستعمل الماء عادةً لهذا الغرض ويسمى ماء التبريد وفي حالة استعمال الهواء تسمى المبردات الهوائية .

3 - المكثفات :

وهي المبادلات الحرارية التي تستخدم لتكثيف البخار أو مزيج أبخرة أو وجود غازات قابلة للتكثيف (كوجود الهواء مع بخار الماء)، وعملها الرئيس هو إزالة أو امتصاص الحرارة الكامنة للتبخير ويستعمل الماء عادةً .

4 - المبخرات :

تستخدم لتبخير سائل مذيب من محلول معين، وتستخدم عادة لتركيز المحاليل بواسطة تبخير الماء منها.

5 - الغلايات :

وهي المبادلات الحرارية التي تستعمل عادة لتسخين الأجزاء السفلى من أبراج التقطير لفصل المشتقات عن بعضها أو لأبراج التجزئة (لفصل بعض الغازات عن السوائل)، ويستعمل بخار الماء بشكل واسع في الصناعة النفطية.

ثالثا - تبعاً لعدد الأطوار وكما يأتي :

1 - مبادلات أحادية الطور :

وهي المبادلات الحرارية التي يتم فيها التبادل الحراري بين مائعين (بنفس الطور) ولا يحدث تغير في حالة (طور) أحد هذين المائعين.

2 - مبادلات متعددة الأطوار:

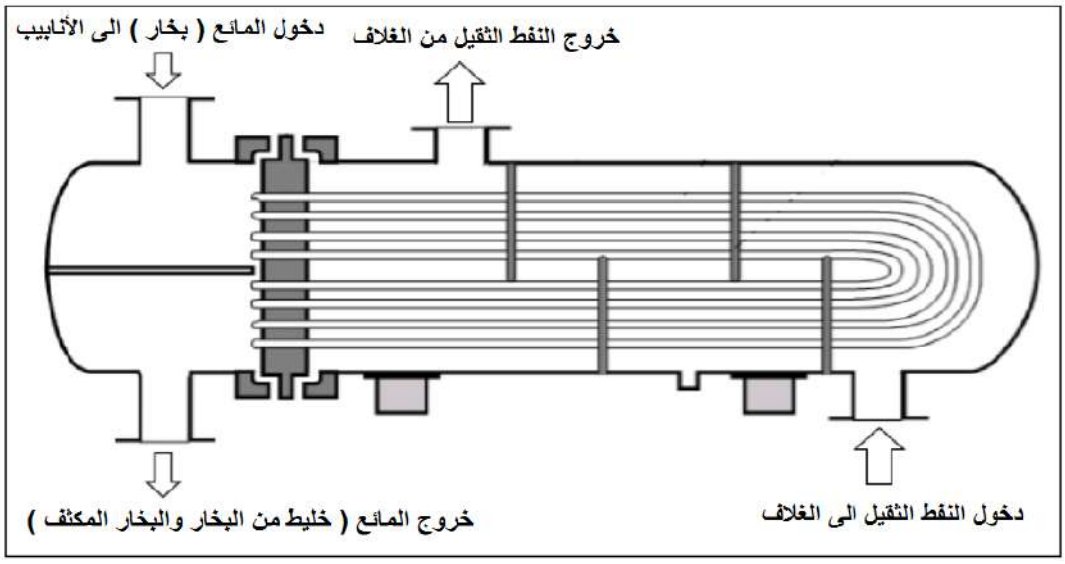
وهي المبادلات الحرارية التي يتم فيها التبادل الحراري مع حدوث تغير في حالة (طور) أحد هذين المائعين، فمثلاً يتبخر أحدهما أو يتكثف أثناء التبادل الحراري.

رابعا - تبعاً لتصميمها وكما يأتي :

1 - المبادلات ذات الرأس: ويكون هناك فرق كبير في درجات حرارتها وكذلك يكون طرفاً حزمة الانابيب ثابتين، ولا توجد حماية أو احتياطات للتمدد الحراري الكبير، كما يستعمل للضغوط الواطئة للموائع، ويستعمل للموائع بحيث لا تتجاوز أقصى حرارة لها $150\ ^{\circ}C$.

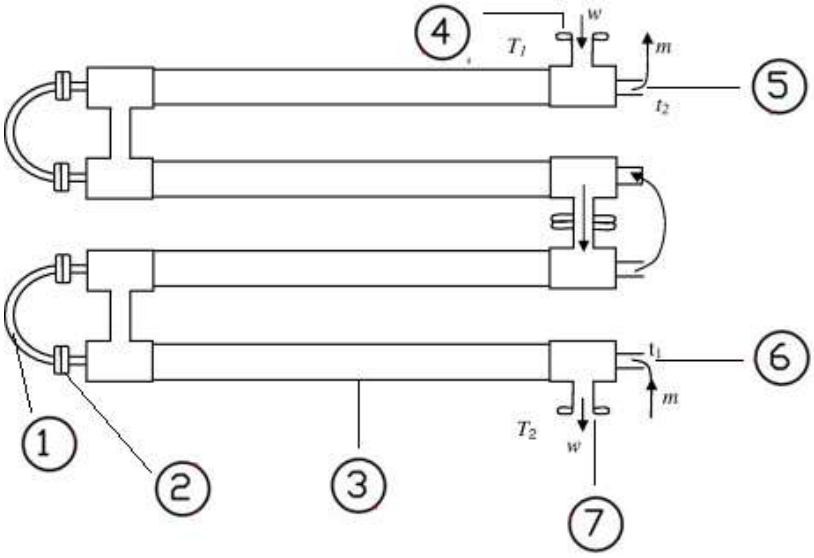
2- المبادلات ذات الرأس السائب: في هذا النوع من المبادلات تثبت إحدى صفيحتي الأنابيب من طرف وتترك سائبة من الطرف، الآخر وذلك لكي تسمح بتمدد حزمة الأنابيب نتيجة التمدد الحراري وخاصة إذا كانت الفروق الحرارية كبيرة بين المائعين، ويستعمل هذا النوع على نطاق واسع جدا في الصناعة النفطية ويكون سهل التنظيف عند أجراء أعمال الصيانة.

3 - المبادل الحراري ذو شكل حرف (U) : في هذا النوع من المبادلات تكون حزمة الأنابيب على شكل حرف U ومثبتة على صحيفة واحدة للأنابيب. في هذا النوع تتمدد الأنابيب بحرية تامة، كذلك يكون عدد نقاط الاتصال أو الربط للأنابيب مع صفيحة الأنابيب أقل منه في المبادلات الأخرى (لوجود صفيحة أنابيب واحدة)، ويستعمل عادة في المراجل البخارية وخاصة التي تسخن البخار ويستعمل لدرجات الحرارة والضغوط العالية إلا أنه صعب التنظيف بالوسائل العادية مقارنة بالأنواع الأخرى. تستعمل لتنظيفه وسائل ميكانيكية حديثة كاستعمال الماء ذي الضغط العالي أو فرش دقيقة وخراطيم مرنة. وهذا النوع شائع الاستعمال في الصناعة النفطية



شكل (1 – 54) المبادل الحراري ذو شكل حرف (U)

4- المبادل الحراري ذو الأنبوب المزدوج: عبارة عن أنبوب خارجي وانبوب داخلي آخر اقل قطراً، وتمر المادة خلال الانبوب الخارجي، والمادة الاخرى المراد تبريدها او تسخينها خلال الانبوب الداخلي.



شكل (1-55) مخطط لمبادل حراري مزدوج الانبوب

تسمية الأجزاء :

(1) الانبوب الداخلي. (2) فلنجة مزدوجة. (3) الانبوب الخارجي. (4) فتحة دخول المائع الحار. (5) فتحة خروج المائع الحار. (6) فتحة دخول المائع البارد . (7) فتحة خروج المائع البارد.

5- المبادل الحراري نوع الاطار والصفيحة

1 - قليل الكلفة (وخاصةً للسوائل التي تسبب التآكل).
2 - أصغر وأخف مقارنة بمبادل حراري نوع Tube & shell بنفس الكفاءة الحرارية.
3- قلة عمليات الصيانة بالإضافة إلى سهولة زيادة سعته من خلال إضافة المزيد من الصفائح plates.
4 - بعض المصممين لا يفضلون استخدامه في الصناعة النفطية إلا في ظروف معينة، درجة حرارة أقل من(300 °F) وضغط يتراوح بين (150 – 300 psi) .
5 - لا يمكن استخدام هذا النوع من المبادلات الحرارية لسوائل عالية اللزوجة.
6 - يجب اختيار الصفائح من مواد مقاومة للتآكل .

6 - المبادلات الحرارية من نوع الغلاف والانبوب:- فإن أي من السائلين يتم وضعه في الغلاف shell ، وأي منهما يتم وضعه في الأنابيب tubes ؟ الجواب كما يأتي :

يجب وضع سائل ما في الأنابيب Tubes ، في الحالات الاتية :

1 - عند الحاجة إلى أنابيب مصنوعة من نوع خاص من السبائك المعدنية تقاوم التآكل ودرجات الحرارة العالية، حيث أن هذه المواد تكون مطلوبة في الأنابيب فقط، فإذا كان السائل الذي يمر في الغلاف shell يسبب التآكـل فإن كلاً من tube –shell يجب أن يكونا محميان بسبيكة خاصة. وهذا يسبب كلفة اقتصادية عالية.

2 - السائل تحت ضغوط عالية ، فيجب وضعها في الأنابيب لأن ذلك أقل كلفةً حيث أن قطرها أقل من قطر الغلاف يحتوي السائل الأقل ضغطاً.

3 - احتواء السائل على البخار والغازات غير المتكثفة، حيث أن هذا السائل سيحدث تبادلاً حرارياً أكبر إذا كان في الأنابيب.

4 - اذا كان السائل مسبباً للصدأ؛ لذا يجب أن يكون في الأنابيب ، والذي يمكن معالجته. حيث ان تنظيف الانابيب اسهل دائما من تنظيف الغلاف, وذلك بواسطة عمود معدني او كيبل في نهايته فرشاة بالإضافة إلى استخدام القاشطات والشفرات.

يجب وضع سائل ما في الغلاف الـ shell ، في الحالات الاتية :

1- إذا كان المطلوب فرق ضغط قليل.

2 - أذا كان السائل لزجاً (viscous) حيث أن هذا سيؤدي إلى فرق ضغط قليل وسيكون التبادل الحراري أكبر.

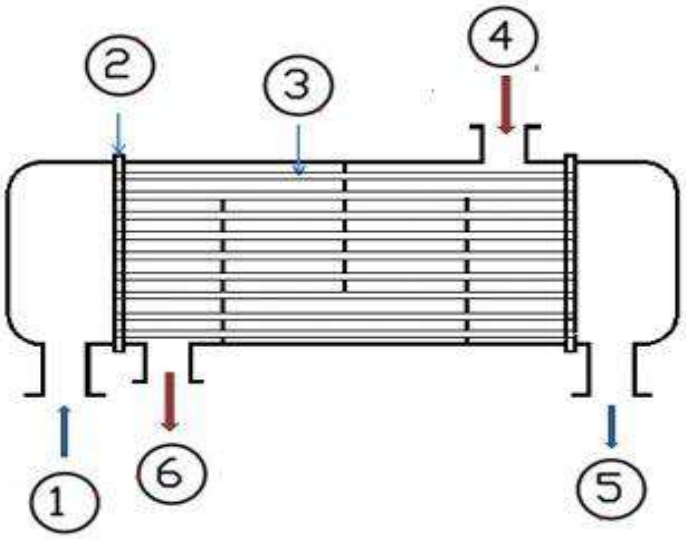
3 -عند الحاجة إلى الغليان، حيث يجب تصميمها على نمط المرجل البخاري .

1 – 7 –3 العوامل الواجب اعتمادها أثناء تشغيل المبادلات الحرارية :

1 - عند تبريد المنتجات النفطية ذات الحرارة المرتفعة جداً يجب أن يكون مرورها خلال أنابيب المبادل الحراري, بحيث تكون سرعتها بطيئة جداً في البداية ومن ثم تزداد تدريجياً، لأن السرعة العالية في البداية قد تؤدي إلى تدمير حزمة الأنابيب والمبادل ككل.

2 - إن المياه المستعملة في التبريد تحتوي على كمية من الشوائب والأملاح التي تترسب على جدران الأنابيب الداخلية لحزمة الأنابيب وهيكل المبادل، لذا يتوجب تنظيف المبادل لإزالة الترسبات وبالتالي زيادة كفاءة التبادل الحراري.

3 - مراعاة أن تدخل السوائل او الموائع الحارة التي يراد تبريدها من الجهة العليا وذلك بسبب زيادة الكثافة عند انخفاض الحرارة, مما يولد ميلاً نحو الجريان للأسفل, وسوف يساعد ذلك ايجابيا على عمل المبادل وذلك لعدم وجود مقاومة أكبر للجريان (أو لفقدان الضغط)، وعليه يلاحظ في جميع المبردات الهوائية دخول المائع (الحار) من الأعلى وخروجه من الأسفل.



شكل (1-56) مبادل حراري نوع الغلاف والانبوب يوضح السريان المتعاكس للموائع

تسمية الأجزاء :

(1) فتحة دخول المائع إلى الانابيب (2) صفيحة الانابيب (3) حزمة الانابيب (4) فتحة دخول المائع إلى الغلاف (5) فتحة خروج المائع من الانابيب (6) فتحة خروج المائع من الغلاف.

1 – 7 –4 المبادل الحراري الذي يستخدم الهواء

هو المبادل الذي يستعمل الهواء في تبريد الغازات إلى درجة حرارة مقاربة لدرجة حرارة الجو، ومبدأ عمل هذا النوع من المبادلات هو سحب الهواء عمودياً من الأعلى أو الأسفل, ليتلامس مع أنابيب الغاز الأفقية التي تتفرع من أنبوب واحد للدخول, ومن ثم تتحد إلى أنبوب واحد للخروج ويتم التحكم بدرجة الحرارة بأربع طرق وكالاتي:

1 - زاوية ميل ريش المروحة.

2 - سرعة دوران محرك المراوح الذي يؤدي إلى زيادة كمية الهواء المستعمل التبريد.

3 - التحكم بزاوية ميل شقوق التهوية، والتي يمكن التحكم بها أوتوماتيكياً أو يدوياً.

4 - تدوير قسم من الغاز المراد تبريده عند تغير درجات الحرارة.

المسخنات المباشرة (الافران) والمسخنات غير المباشرة

يستخدم النوع الأول التسخين المباشر من خلال الشعلة و/ أو نواتج الاحتراق من خلال الإشعاع والحمل، ولكن الدور الأكبر هو للإشعاع، إذ يجري السائل المطلوب في أنابيب حول الشعلة، وتتلقى هذه الأنابيب القدر الأكبر من الحرارة مباشرةً عن طريق الإشعاع في حين تكون هناك كمية قليلة من الحرارة عن طريق تيارات الحمل من الهواء الساخن بين الشعلة والأنابيب، أما في المسخنات غير المباشرة فلا يحصل تلامس بين المادة المطلوبة ونواتج الاحتراق ويتم تسخين وسط آخر مثل (الماء – البخار – أو أي سائل آخر) لتسخين النفط أو الغاز. ويفضل أن تكون المسخنات بعيدة نسبياً عن بقية الوحدات في الصناعة النفطية، حيث يمكن التعامل معها في حالات الحريق أو الحالات الطارئة.

1 – 7 – 5 السيطرة على درجة الحرارة في المبادلات الحرارية

تُعد المبادلات الحرارية من أكثر المعدات انتشارا في المعامل والمصانع ووحدات إنتاج ومعالجة النفط والغاز الطبيعي، كما أنها تعتبر الأصعب في السيطرة لصعوبة السيطرة على درجة الحرارة، وممن الضروري التعرف على كيفية عمل المبادلات الحرارية ولو بشكل مبسط، حيث أن مبدأ عملها هو وجود مائعين بدرجتي حرارة مختلفتين، وحدوث تماس غير مباشر بينهما (دون اختلاطهما) لوجود عازل فيزيائي بينهما، تميل درجة حرارة المائعين للتساوي.

ومن خلال ترتيب التدفق المتعاكس فإن من الممكن أن تكون درجة حرارة المائع الخارج لأحد المائعين قريبة من درجة حرارة المائع الداخل للمبادل الحراري، حيث يتم التبادل الحراري بينهما مع عدم حدوث زيادة أو نقصان في الطاقة.

بما أن المحتوى الحراري للمائعين غير ثابت ؛ لذا يجب مراعاة تصميم المبادل الحراري لأسوأ الحالات، وأن يتم تحقيق درجات الحرارة المطلوبة لكلا المائعين من خلال السيطرة على هذه العملية، كما تتم مراعاة جعل حجم المبادل الحراري أكبر من المطلوب، لأن كفاءته ستقل بعد فترة معينة بسبب تزايد الرواسب داخله، وعند صيانته وتنظيفه سترجع مساحة التبادل الحراري إلى وضعها الاصلي.

1 – 7 – 6 حماية المبادلات الحرارية

إن المبادل من نوع الأنابيب والغلاف لا يحتوي على أجزاء متحركة ، كما لا تدخل اليه أي من أنواع الطاقة الخارجية، لذا فهو يحتوي على بعض معدات الحماية الميكانيكية، وبعض المعدات الأخرى. فالمبادل الحراري يكون معرضاً إلى التآكل الشديد، لذلك يجب نصب متحسسات التآكل وتتألف من مواد من نفس مادة المبادل الحراري، لتقوم بقياس مستوى التآكل.

كما أن وحدات التبريد بالهواء يجب حمايتها من المحركات الكهربائية، بالإضافة إلى وجود خطورة محتملة من تطاير ريش مراوح التبريد في حال عدم تثبيتها بشكل صحيح، أو بسبب اهتزازها والذي قد يؤدي إلى تضررها بشكل كبير. كما تحتوي المبادلات الحرارية على صمامات أمان تحميها من الضغط الزائد، وتقوم بتصريفه.

1 – 7 –7 حزمة أنابيب المبادلات الحرارية نوع الغلاف والانبوب

الاعتبارات التصميمية للأنابيب

قطر الأنبوب: استخدام أنبوب صغير القطر يجعل التبادل الحراري اقتصادي وكفوء، ومع ذلك فمن المحتمل للتبادل الحراري أن يتوقف بشكل أسرع وصغر حجم الأنابيب يجعل التنظيف الميكانيكي صعب جداً بسبب تجمع الاوساخ. لكي نتغلب على مسألة الاوساخ ومشاكل التنظيف، يمكننا استخدام أنابيب بأقطار أكبر.

سمك جدار الأنابيب مصمم للتأكد مما يأتي :

1 - هناك مجالٌ كافٍ للتآكل .

2 - أن التدفق الناجم عن الاهتزاز يمكن مقاومته .

3 - القدرة على تغيير قطع الغيار بأقل التكاليف وبأبسط الطرق .

طول الانبوب: المبادلات الحرارية عادة ما تكون أرخص عندما تكون ذات غلاف قصير القطر وأنبوب طويل. وعادة ما يوجد هدف لجعل المبادل الحراري أطول ما يمكن. ومع ذلك يجب دراسة إمكانية مساحة متاحة في الموقع، بالإضافة إلى صعوبة استبدال وتغيير الأنابيب الطويلة الرقيقة.

أبعاد الأنابيب: عند تصميم الأنابيب ، يجب التأكد من ضمان مقاسات كل أنبوب (وسط المسافة بين مراكز محاور للأنابيب) .

1 – 7 –8 اختيار المبادلات الحرارية

من أجل اختيار مبادلة حرارية مناسبة، يتم اعتماد المعايير الاتية :

1 - الضغط المستخدم.
2 - الأداء الحراري.
3 - مدى درجات الحرارة.
4 - نوع المواد -الموائع- المراد معالجتها (السائلة / السائلة ، وجود أو عدم وجود الجسيمات الصلبة، غاز/ سائل ، غاز / غاز).
5 - انخفاض الضغط عبر المبادل الحراري.
6 - سعة ومقدرة تدفق السوائل.
7 - سهولة التنظيف والصيانة والإصلاح.
8 - المواد المطلوبة للبناء.
9 - قدرة وسهولة التوسع في المستقبل.

إن اختيار المبادل الحراري الصحيح يتطلب بعض المعرفة بمختلف أنواع المبادلات الحرارية، وكذلك البيئة التي ستعمل فيها، حيث توجد عدة أنواع مختلفة من المبادلات الحرارية تستخدم فقط لعملية واحدة أو نظام لاستخلاص المنتج النهائي .

1 – 7 –9 تنظيف المبادل الحراري

إذا تم تنظيف المبادل الحراري في الوقت المناسب فمن الممكن تجنب استبداله. لتنظيف المبادل الحراري وخاصة المستخدم في الصناعات النفطية، تعتمد الطرق الاتية :

أولا : التنظيف الكيمياوي

التنظيف الكيميائي للمبادلات الحرارية هو إجراء وقائي إلزامي, يستخدم محلول كيميائي لإذابة وازالة الأوساخ من على سطح الصفائح او داخل الانابيب، ولا تحتاج هذه الطريقة إلى تفكيك المبادل الحراري، مما يبسط عملية التنظيف ويقلل من عدد الايدي العاملة. بما أن التموج في الصفائح يمكن أن يعزز التدفق المضطرب لسائل التنظيف ويسهل انحلال الاوساخ، فإن طريقة التنظيف الكيميائي هي طريقة مثالية. يؤدي التنظيف الكيميائي للمبادلات الحرارية بتنظيف أماكن يصعب الوصول إليها دون تفكيك الوحدة أو التي لا يمكن تنظيفها يدويًا .

يشترط في محلول التنظيف ما يأتي :

أولا : ان يكون غير سام .
ثانيا :لا يعمل على تآكل أجزاء المبادل الحراري .
ثالثا :غير ملوث للبيئة .

رابعا : يحتوي على عوامل نشطة سطحيا، وعوامل مانعة للتآكل ومثبطات للتآكل.

تتوقف العملية على نوع الاستخدامات للمبادل وهل المبادل يقوم بالعمل عليه زيت مع زيت او زيت مع بخار او زيت مع مياه باردة للتبريد وعند غسيل الجهة التي يتم المرور به سواء شموع او زيوت يتم اتباع الاتي:

1 - غسيل المبادل بالمياه اولا وذلك لطرد جميع اثار الشحوم والزيوت من المبادل، وبالتالي عند استخدام الصودا الكاوية فان ذلك يؤدي إلى إزالة الرواسب الدهنية، ويفضل ان تكون درجة حرارة الماء ومحلول الصودا الكاوية (60-80 $^{\circ}$C).

2 - بعد التأكد من عدم وجود اي اثار من الزيوت والشموع في راجع المياه يتم استخدام محلول كاربونات الصوديوم في اول عمليه غسيل.

3 - الغسيل بالصودا الكاوية (NaOH) تركيز 4% وتكرر عملية الغسيل بالصودا مرة اخري للتأكد من نظافة المبادل.

4 - يتم الغسيل بالمياه وحامض الستريك حتى تمام التخلص من اثار الصودا الكاوية عن طريق الكشف بالفينوللفثالين .

ثانيا : التنظيف الميكانيكي

بصورة عامة يتم إجراء التنظيف الميكانيكي في البداية، ثم التنظيف الكيميائي. من بين العيوب الرئيسية في الطريقة الميكانيكية التأثير السلبي على السطح الداخلي للمرجل وهو نوع من المبادلات الحرارية، وبالتالي فإنه يتدهور بسرعة، خاصة إذا كان بسبب الإهمال، التقاط الأدوات الحادة جدًا. بمجرد تنظيف الغلاية، من المهم أن تشطف جميع الأجزاء المستخرجة بالماء وتجميعها بشكل صحيح.

تتضمن الطريقة الميكانيكية للتنظيف استخدام كيبل او عمود معدني في نهايته فرشاة، بالإضافة إلى مختلف القاشطات والشفرات. لإزالة الرواسب الضارة من الأسطح الداخلية والخارجية للمبادل الحراري.

يمكن نقع الجهاز في الماء مع إضافة المنظفات لتسهيل عملية التنظيف بالكيبل او العمود بعد الربط بخرطوم ماء مع مراعاة عدم استخدام الضغط العالي للماء ، كما تستخدم أنواع من الفرش لتنظيف الانابيب.

شكل (1 -57) أنواع الفرش المستخدمة بالتنظيف الميكانيكي

يتم إزالة الترسبات باستعمال الأدوات اليدوية في الأماكن التي يتعذر الوصول إليها للتنظيف باستخدام (الأدوات الميكانيكية) في زوايا الأقسام المشتركة، بالقرب من أطراف الأنابيب البارزة.

يتم تنظيف السطح باستعمال الأدوات اليدوية أو الميكانيكية مع تدفق المياه، ومن ثم يتم فحص جودة التنظيف .

ثالثا : التنظيف الهيد رو ديناميكي

تختلف هذه الطريقة عن الطريقة الميكانيكية، إذ إنها لا تسبب أي نوع من الضرر للأجزاء. على الرغم من أن الطريقة الهيدروديناميكية فعالة للغاية، إلا أنها لا تُستخدم كثيرًا بسبب تكلفتها العالية. من ميزاتها عدم تعرض انابيب المبادلات والاجزاء الأخرى إلى التلف, كما انها تستعمل لتنظيف أجهزة التبادل الحراري الغالية الثمن. تستخدم الطريقة فعل اهتزازي حركي مع إضافة خليط من محلول غسيل حامضي مضافا اليه حبيبات من الكوارتز (SiO_2) (الرمل النقي) كمادة حاكة لإزالة طبقات الترسبات، ويدور المحلول في جميع أجزاء المبادل وباتجاه عمودي، والذي يمكنه الوصول إلى المناطق الداخلية للمبادل.

رابعا : التنظيف بالأمواج فوق الصوتية :

تعمل آلات التنظيف بالموجات فوق الصوتية على مبدأ تحريك مذيبات التنظيف باستخدام موجات صوتية عالية التردد، ويؤدي استخدام الموجات فوق الصوتية ملايين من الفقاعات المجهرية التي تنفجر وتحرر كميات هائلة من الطاقة، وهذا الإجراء، يعرف باسم التجاويف وانه يزيح أي ملوث عالق على سطح جزء التجويف فوق الصوتي، وينظف جيدا كل سطح تماس مع سائل التنظيف. ان استخدام الموجات فوق الصوتية يؤدي إلى ازالة الأوساخ والزيوت ومواد التشحيم والكربون والصدأ وأنواع أخرى من الأوساخ في المبادل الحراري ليبدو جديداً.

من المميزات الأخرى للطريقة، انها لا تسبب ضررا لأجزاء المبادل وخاصة المرشحات مقارنة بالطرق الأخرى التنظيف بالموجات فوق الصوتية يمكن أن يقتل البكتيريا أيضا، ويذيب الملوثات العضوية، ويمنع التآكل المفرط.

1 – 7 –10 صيانة المبادلات الحرارية

يتعرض المبادل الحراري إلى الأضرار نتيجة عدة عوامل، مثل التآكل والصدأ، أو تباطؤ التدفق الداخلي. هذه المشاكل لا يمكن تجنبها، ولكن سرعة حدوثها تعتمد على عدة عوامل، مثل بنية هيكل المبادل، نوع المادة التي تم تصنيعه منها، والمركبات التي يكون المبادل على تلامس معها، وكذلك درجات حرارة التشغيل.

ليس بالضروري أن تتسبب الأعطال التي تحدث للمبادل الحراري في توقف محطة الإنتاج. ففي الواقع, يتم تصميم المحطات الحديثة بحيث تحافظ على استمرار الإنتاج من دون المبادل الحراري. ولكن تبقى المشكلة في أن الإنتاج من دون استخدام المبادل الحراري يصبح أقل كفاءة وأكثر تكلفة، كما يكون له تأثير مضر على البيئة. ولهذا فإن عملية صيانة المبادل الحراري تكون حيوية لتقليل أعطاله.

هناك نوعان من الصيانة الكلاسيكية ، هما :

1 - الفحص الدوري والمنتظم (الصيانة الوقائية).

2 - عند وقوع أي عطل (صيانة تصحيحية).

إن النوع الأول من الصيانة الوقائية يكون أكثر أماناً من النوع الثاني. ومع هذا فإن هذين النوعين ثبت أنهما أقل كفاءة. حيث أن النوع الأول من الصيانة يحتمل أن يتم أداؤه مبكراً جداً (حيث لم تحدث أي مشاكل بعد)، والنوع الثاني لأن أداءَهُ يتم متأخرا جداً بعد حدوث المشكلة وظهورها.

1 – 7 – 11 الصيانة التنبؤية

وجد أن النوع الأمثل للصيانة هو الذى يجمع بين ميزات الطريقتين الكلاسيكيتين وهو إجراء الصيانة في الحال وقبل وقوع العطل.

هذا النوع من الصيانة يسمى " الصيانة التنبؤية" أو الصيانة التوقعية. وهى مبنية على المراقبة بشكل دائم ومستمر مع الوقت لمعايير فعلية محددة، والتي في حالة المبادل الحراري يمكن أن تكون الحرارة، الضغط، معدل التدفق الداخلي. تتم مقارنة قيم هذه المعايير مع قيم التشغيل الطبيعية. وعند حدوث أي تغير أو انحراف عن هذه القيم تظهر إشارة بضرورة التدخل وعمل الصيانة.

كيفية تجنب أعلى 10 اخطاء في مبادل حراري

فيما يلي اكثر 10 مشاكل شائعة يمكن أن تحدث نتيجة لأنظمة المبادلات الحرارية المحددة والمثبتة بشكل غير كفوء، والأهم من ذلك، اتباع الخطوات الصحيحة لتجنبها وكما يأتي:

1 - وجود اوساخ وترسبات بكميات كبيرة

يمكن أن تتراوح عواقب وجود الاوساخ والترسبات المفرط داخل المبادل الحراري من مشكلة بسيطة (حاجة أكبر إلى التنظيف المنتظم) إلى حدوث كارثة (الفشل المادي للمبادلات الحرارية الصناعية الناتجة عن مخلفات المواد الكيميائية وتآكل المواد). يمكن للأوساخ والترسبات الكثيرة أثناء التشغيل أيضًا تقليل الكفاءة التشغيلية وزيادة استهلاك الطاقة.

إن السبب الرئيسي لحدوث المشكلة هي ان المنتجات النفطية تحتوي على مستويات عالية من مخلفات الكاربون, مما يؤدي إلى تلوث المبادلات الحرارية .

ان أفضل حل للمشكلة هو تجنب التآكل، بالإضافة إلى زيادة الجريان الاضطرابي, لدفع الاوساخ خارج المبادل. كما ان المحافظة على مدى درجة الحرارة الصحيح يساعد أيضًا على تقليل المشكلة. ان تفاقم المشكلة قد يؤدي إلى استخدام التنظيف الكيمياوي لإزالة الاوساخ والترسبات.

2 - الاختيار الخاطئ للمواد

تتراوح المشكلات الناتجة عن تحديد النوع الخاطئ من المواد لتصنيع المبادل الحراري من تنظيف إضافي، إلى الفشل وانهيار المبادل.

على سبيل المثال، على الرغم من أن الفولاذ الكاربوني أرخص من الفولاذ المقاوم للصدأ, والتعامل معه اسهل مما يجعله خيارًا شائعًا، إلا أنه أكثر عرضة للتآكل والتفاعل الكيميائي. مما يستوجب زيادة سمك جدران الأنابيب مقارنة بالفولاذ المقاوم للصدأ، مما يزيد من وزن وحدات المبادل الحراري وزيادة التكاليف حيث تبرز الحاجة على سبيل المثال إلى القواعد الخرسانية وأقواس التثبيت. علاوة على ذلك، فان الفولاذ الكاربوني هش وبالرغم من ان قابليته للتوصيل الحراري أعلى من المواد الأخرى؛ إلا أنه يمكن أن يتحلل بسرعة بسبب تراكم طبقات التآكل أو الاوساخ والترسبات، مما يقلل من عمر الخدمة للمبادل الحراري.

3 - الهبوط الخاطئ في الضغط

تحدث مشكلات الضغط عادة عندما يكون انخفاض الضغط في المبادل الحراري أعلى من معايير التصميم، حيث يؤدي ذلك إلى حدوث تسرب أو تلوث أو فشل في المبادل.

قد يكون أحد أسباب زيادة انخفاض الضغط هو تغيير في مواصفات المواد الخام، وبناء على ذلك فان فحص واختبار المبادل قبل الاستعمال يعد من اهم الامور التي تساعد على تقليل المشكلة من خلال تحديد صلاحية المبادل للعمل.

4 - عدم اختيار الموقع المناسب

يُعد اختيار موقع نصب المبادل الحراري من الامور المهمة للغاية التي تسهل عملية تشغيل وصيانة وتنظيف المبادل وتبديل اجزائه التالفة. توجد امثلة للاختيار الرديء للموقع مثل نصب المبادلات في الزوايا، أو وجود حزمة من الانابيب المعقدة والمعدات القريبة جدا من المبادل، وبالرغم من أن أياً من هذه المشكلات لن يؤثر بالضرورة على أداء المبادل الحراري نفسه أو عمره التشغيلي، إلا أنها تعيق عمليات التنظيف والخدمة، مما قد يؤدي إلى حدوث مشكلات.

5 - السعة غير الكافية

يمكن أن يؤدي تحديد مبادل حراري غير كبير بما يكفي للتعامل مع الحد الأقصى للحجم أو سعة المعالجة إلى ساعات تشغيل طويلة أو في أسوأ الحالات الاضطرار إلى إيقاف العمل. وبناء عليه فان التوافق بين سعة المبادل ومتطلبات الانتاج, يؤدي إلى تحقيق الغاية من عمل المبادل بالإضافة إلى تحقيق العائدات الاقتصادية. على الرغم من ان تخصيص اماكن اضافية يتطلب كلفة اضافية، الا ان استمرار العمل لمدة طويلة سيحقق الارباح.

6 - تلف المنتج

يمكن أن تؤثر المعالجة غير الملائمة للمنتج بسهولة على معايير الجودة الأساسية، مثل المظهر أو اللزوجة. يمكن أن تحدث مثل هذه المشكلات من المعالجة الحرارية أو الفيزيائية، أو كليهما. ومن الأمثلة الشائعة حدوث ترسبات كاربونية واملاح داخل المبادل وكذلك تغير لزوجة المنتج بسبب عدم انتظام درجة الحرارة، كما ان حدوث التآكل يؤدي إلى تلوث المنتج. يمكن الوقاية منها باستخدام المبادل الحراري المناسب.

7 - ضعف انظمة السلامة

إذا تعطلت مضخة في مكان آخر من النظام، فقد تظل المادة لفترة طويلة جدًا في المبادل الحراري، وتصبح ساخنة أو باردة جدًا، ويمكن أن يؤدي ذلك إلى تلف المنتج وقد يكون له أيضًا تأثيرات إضافية على المبادل.

لذلك يجب أن يتضمن المبادل الحراري المصمم بشكل جيد منظومة تامين من العطل، تتوقف لمنع حدوث التلف في حالة تعطل النظام في مكان آخر من خط الإنتاج. من المهم أيضًا التأكد من تضمين المبادلات الحرارية أنظمة مراقبة وإنذار.

8 - عدم كفاءة عمليات التنظيف أو الصيانة

إن المبادلات الحرارية مصممة لتكون سهلة الاستعمال ويجب ان تخضع لبرامج صيانة ذات كفاءة عالية. تتضمن تلك البرامج اجراء فحوصات دورية لمكونات المبادل وأجزائهِ بسهولة. ان الطريقة الصحيحة التي يتم بها توصيل الألواح والأغلفة او الانابيب، هي واحدة من العديد من التفاصيل الصغيرة التي يمكن أن يكون لها تأثير كبير في المحافظة على المبادل واطالة عمره التشغيلي .

9 - ضعف كفاءة الطاقة

لا ينبغي التغاضي عن احتمال تجديد الحرارة أو نقل الحرارة من منتج إلى آخر عند تصميم نظام المبادل الحراري، كما هو الحال في معظم الحالات. ان الحرارة التي يحتويها المنتج يمكن استخدامها في تجهيز تلك الحرارة بأكملها او جزءا منها إلى منتج اخر او إلى عملية لاحقة.

10- مؤشرات التصميم غير صحيحة

إذا كانت المعلومات المقدمة لمصممي المبادل الحراري خاطئة أو غير مكتملة، فإن الوحدة المثبتة لن تعمل على النحو الأمثل للإنتاج. عند تصميم مبادل حراري يجب اعتماد جميع المؤشرات والمعلومات الخاصة بالتصميم. إن الفشل في الحصول على المعلومات الصحيحة سيؤدي إلى مبادل حراري، في أحسن الأحوال، غير فعال وغير قابل للتشغيل.

(a)

(b)

شكل (1 – 58) (a , b) اوساخ مترسبة في مبادل حراري نوع الغلاف والانابيب

شكل (1 – 59) اضرار تسببها انسداد الانابيب وتجمع الاوساخ

شكل (1 - 60) تنظيف مبادل حراري بالأمواج فوق الصوتية

شكل (1 - 61) تنظيف انابيب مبادل حراري

شكل (1 - 62) تنظيف خارجي لمبادل حراري

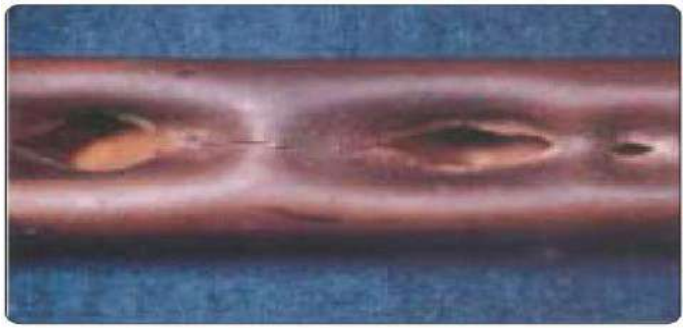
شكل (1 - 63) تنظيف الانابيب لمبادل حراري بالماء

فيما ادناه صور تمثل حالات الفشل التي تتعرض لها المبادلات الحرارية :

شكل (1 - 64) تآكل الانابيب

شكل (1 -65) تعرية وتجريف الانابيب

شكل (1 – 66) تأثير التيارات المائية



شكل (1 – 67) الفشل الحراري

شكل (1 – 68) الاهتزازات

شكل (1 – 69) تحفر الانابيب

أسئلة

س 1 : اذكر طرق تنظيف المبادل الحراري ثم اشرح التنظيف الكيمياوي ؟

س 2 : اذكر العوامل المعتمدة في وضع سائل في انابيب وغلاف المبادل الحراري ؟

س 3 : اذكر مع الشرح حالات جريان الموائع في المبادلات الحرارية ؟

س 4 : ما هي العوامل الواجب اعتمادها اثناء تشغيل المبادلات الحرارية ؟

س 5 : تصنف المبادلات الحرارية تبعا لعملها ووظيفتها . وضح ذلك ؟

أسئلة الفصل الاول

س1 : أختر الاجابة الصحيحة المناسبة للعبارات الاتية:-

1- الصيانة الغير محدودة ببرنامج زمني وترتبط فقط بعطل أو توقف الماكنة أو المعدة بشكل مفاجئ عن العمل هي:

أ- الصيانة المخططة. ب – الصيانة الوقائية. جـ - الصيانة غير المخططة.

2- الالمام المناسب ببرنامج الحاسب الالي واللغة الانكليزية من ضمن:-

أ- الخبرات الازمة. ب – تخطيط وجدولة متطورة. جـ - الادوات الازمة.

3- يتكون الضاغط من عدد من المكابس:-

أ- أكثر من عدد الاسطوانات. ب – مساوي لعدد الاسطوانات. جـ - أقل من عدد الاسطوانات.

4- إذا كانت حلقات المكبس أو الاسطوانة تسرب الزيت فيتم معالجتها بـ :-

أ- فحصها. ب – تنظيفها. جـ - استبدالها.

5- تحتاج المضخة الغاطسة كي تعمل الى:-

أ - مكثف فقط. ب – مفتاح تشغيل فقط. جـ - مكثف ومفتاح تشغيل.

6- أول خطوة لتثبيت مضخة الطرد المركزي هي:-

أ- تثبيت القاعدة. ب – تهيئة الارضية المناسبة. جـ - تثبيت المضخة.

7- العازلات من حيث الاطوار تكون:-

أ- ثنائية الطور فقط. ب – احادية وثنائية الطور فقط. جـ - ثنائية وثلاثية الطور فقط.

8- يجب الحفاظ على ضغط العازلة المثالي وقيمته تتراوح بين:-

أ- 10 -225 psi . ب – 50 -60 psi . جـ - 750 – 1500 psi .

9 – تستعمل لعزل المائع المنتج الى اطواره هي:-

أ- العازلة الانتاجية. ب – العازلة الكروية. جـ - عازلة الاختبار.

10- هي فراغات في الانابيب الناقلة للنفط يملؤها الغاز:-

أ- الرغوة. ب – البارافين. جـ - الجيوب الغازية.

11- يتم انتقال الحرارة في المبادل الحراري بصورة رئيسية:-

أ- التوصيل. ب – التوصيل والحمل. جـ التماس.

12- محلول تنظيف المبادل الحراري يجب ان يكون:-

أ- غير سام. ب – ملوث للبيئة. جـ - لايحتوي على عوامل مانعة للتآكل.

س2 : إملأ الفراغات الاتية بما يناسبهامن العبارات:-

1- ..... تستخدم لعزل مقياس الموائع الخارجة من البئر.

2- تقسم العازلات من حيث الاطوار الى ..... .

3- تنظيم اعمال الصيانة الصناعية يتوقف على ..... .

4- من التقنيات الحديثة المستخدمة في الصيانة الوقائية ..... و ..... .

5- من الاعطال الشائعة في المضخة الغاطسة ..... و ..... .

6- الانواع الرئيسية للتخطيط الاعمال الصيانة ..... و ..... و ..... .

7- يمكن تصنيف العازلات من حيث الضغط التشغيلي الى ..... و ..... و ..... .

8- من الادوات اللازمة لمخطط الصيانة باستخدام الحاسوب ..... و ..... .

9- من أهم طرق تنظيف المبادل الحراري ..... و ..... .

10- التصنيف المعتمد للصمامات في رؤوس الابار يعتمد على ..... و ..... .

الفصل الثاني: التجارب المختبرية

الاهداف

بعد دراسة الفصل يكون الطالب قادرا على أن:

1 – يطبق تعليمات وارشادات السلامة المهنية والمختبرية.

2 – يحافظ على مستلزمات اجراء التجارب من أجهزة وادوات ومواد.

3- يتمكن من اجراء التجارب المختبرية وتجارب وحدات التشغيل ذات العلاقة بالصناعات النفطية.

4- يتمكن من انجاز الحسابات الخاصة بالتجارب المختبرية وتجارب وحدات التشغيل.

2 – 1 تمهيد

تُعد عمليات التشغيل أساسا في مصافي النفط حيث ان مخرجاتها مرتبطة بالإنتاج نوعا وكما، وجميعها تعتمد على انتقال الحرارة وانتقال المادة، ومن اهم الوحدات، الامتصاص، الامتزاز، التقطير، الاستخلاص، التجفيف، الترشيح الاطاري، التحليل المنخلي، تحضير البكلايت، ألكلة البنزين والأزمرة، كما تضمن الفصل مفاهيم التفاعل الكيمياوي والتبادل الايوني، اضافة إلى تجارب تخص كيمياء النفط.

2 – 2 اسم التجربة : التقطير التجزيئي للنفط الخام

تمكين الطالب من إجراء الخطوات العملية للتجربة بدقة عالية لمعرفة عملية التقطير التجزيئي للنفط الخام المعتمد على انتقال المادة وانتقال الحرارة، الذي يعتبر العمود الفقري في مصافي النفط ومعرفة انواع التقطير المستخدمة في المختبر واجراء تجربة التقطير التجزيئي للنفط الخام عملياً بما يؤدي إلى تعزيز المفهوم النظري للعملية.

2 – 2 – 1 النظرية

تنقى المواد السائلة بطريقة تشترك فيها كل السوائل وهي عملية التقطير, التي تعتمد على اختلاف درجة الغليان للمواد ولكنها لا تجري على نسق واحد بل تبعاً لطبيعة السائل ومدى تحمله لدرجات الحرارة العالية بالإضافة إلى العوامل الاخرى مثل الضغط وتراكيز المواد.

2 – 2 – 2 التقطير البسيط (الاعتيادي)

هي عملية تحويل المادة السائلة إلى بخار ثم تكثيف البخار وذلك بملامسته لسطح بارد (المكثف) إلى سائل نقي مرة ثانية، او هو تسخين السائل إلى الدرجة الحرارية التي يتحول عندها إلى بخار ثم يكثف هذا البخار ليعود إلى سائل مرة أخرى، ويستقبل السائل في اناء استقبال يمكن استبداله بأخر عند الامتلاء مع ابقاء منظومة التقطير تعمل، أي تحدث عمليتان في ان واحد (التبخير والتكثيف) أن التبخر يحدث عند تسخين السائل, والتبريد يتم في جزء من الجهاز يدعى بالمكثف.

يستعمل التقطير البسيط لأغراض متعددة منها :

1 – تنقية المواد العضوية السائلة من المواد الصلبة غير المتطايرة .

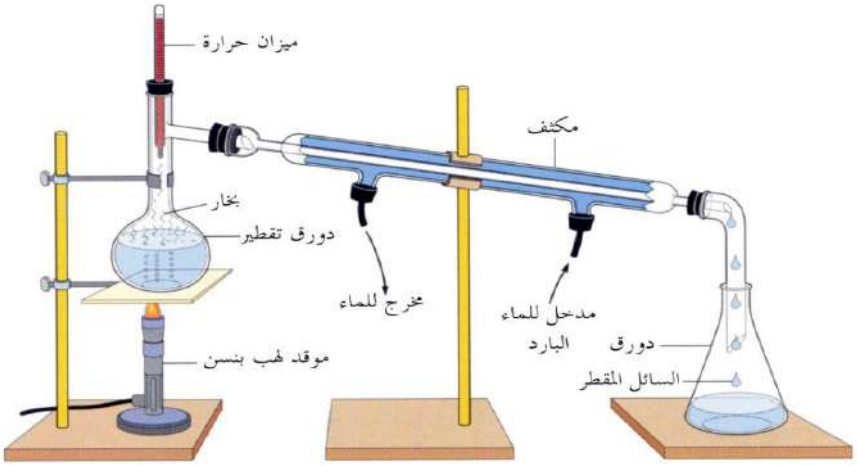
2 – قياس درجة الغليان الحقيقية للسوائل .

3 – لفصل سائلين او اكثر اعتمادا على الاختلاف في درجات غليانهما اكثر من (50 $^{\circ}$C) .

وبصورة عامة فان عملية التقطير البسيط تتوقف على الضغط البخاري للسائلين الممتزجين، الذي يتناسب مع الكسر المولي للمكونين، ويستخدم التقطير البسيط عندما يكون هناك فرق كبير في الضغط البخاري (أي فرق كبير في درجة الغليان لأن درجة غليان السائل النقي تساوي درجة تحوله إلى بخار وتظل درجة الحرارة ثابتة خلال عملية التقطير حتى تنتهي عملية تبخير السائل المراد فصله).

مقارنة بطرق الفصل الأخرى، مثل التقطير التجزيئي، يستخدم التقطير البسيط طاقة أقل. وذلك لأنه يستخدم جهازًا بسيطًا يتكون فقط من وعاء تقطير ومكثف ومحول وجهاز استقبال. نظرًا للمعدات البسيطة المستخدمة، يتم تقليل السبل التي يمكن من خلالها استخدام الكثير من الطاقة أو فقدها أثناء عملية الفصل، مما يجعل العملية أكثر كفاءة في استخدام الطاقة.

ويستخدم التقطير البسيط جهازاً بسيطاً ورخيصاً لعمليات الفصل. وهذا يتيح للمصنعين توفير تكلفة الإنتاج. عندما تكون هناك حاجة إلى مركبات أنقى، يمكن اعادة العملية مرارًا وتكرارا حتى يتم تحقيق المعايير المطلوبة. بحيث تحقيق منتج جيد من دون نفقات كبيرة .



شكل (2 – 1) منظومة التقطير البسيط

2 – 2 – 3 التقطير التجزيئي

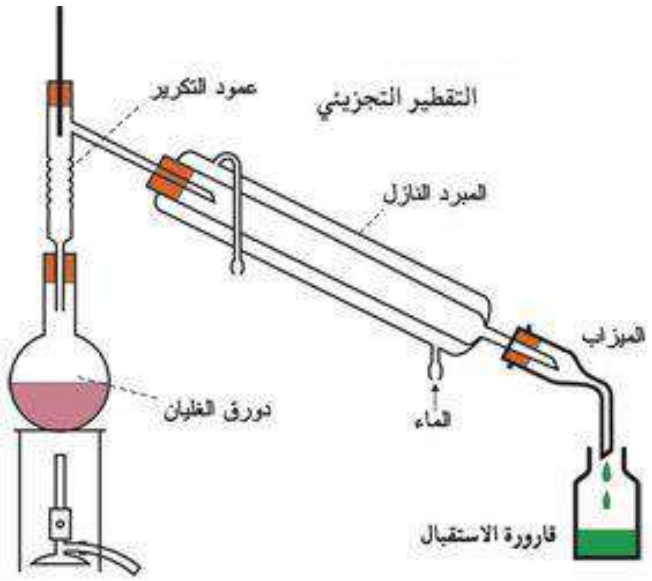
عند وصول النفط الخام إلى مصافي تكرير النفط يكون لونه مائلاً إلى السواد وكثيفاً، ولا يستفاد منه على هذا الحال كما انه يتألف من مزيج من العديد من الهيدروكاربونات وتوجد فيه بعض الفلزات ومواد أخرى. وعملية التقطير تفصل هذه المكونات إلى مجموعات تسمى بنواتج التقطير ولكل ناتج منها له استخدام محدد. ويمكن إجراء عملية التقطير التجزيئي للنفط الخام في المختبر لفهم ما يحدث داخل مصافي النفط، حيث يتم من خلاله فصل المشتقات النفطية بعضها عن البعض الاخر. وفي حالة

اضطراب العملية وفقدان التغذية او تغير درجة الحرارة فإن ذلك يؤدي إلى مشاكل في عملية التقطير، وعادة يكون معدل استخراج المنتوجات معادلاً لمعدل التغذية (التزويد بالنفط الخام)، وتعرف تلك الطريقة بالتقطير التجزيئي المستمر.

ويستخدم التقطير التجزيئي للنفط الخام لفصل اجزاء مخلوط مكون من عدة مكونات سائلة تختلف فيما بينها باختلاف درجة غليانها، فالسائل الأقل درجة غليان في المخلوط درجة هو من يتبخر أولا ويجمع في دورق الاستقبال، ثم يستبدل الدورق بدورق اخر فارغ ويكون اختيار وقت تبديل الدورق عندما تبدأ درجة حرارة النفط الخام بالارتفاع ثانياً، وتجري عملية التسخين (النفط الخام) عند درجة حرارة محددة واستقبال الجزء المقطر. والشكل (2 – 2) يوضح عملية التقطير التجزيئي .

فيتلقى الدورق الثاني المادة الثانية التي تختلف عن مكونات الدورق الاول التي تتميز بدرجة غليان اعلى قليلاً من درجة غليان السائل الذي سبقة في التقطير.

وهكذا تستمر العملية مع استبدال الدورق تلو الاخر لاستقبال مواد مختلفة الواحدة عن الاخرى، وفي بعض الاحيان ينفصل سائل مقطر ويكون عبارة عن مخلوط من السائل ذي درجة غليان منخفضة مع سائل ذي درجة غليان التي تليها.



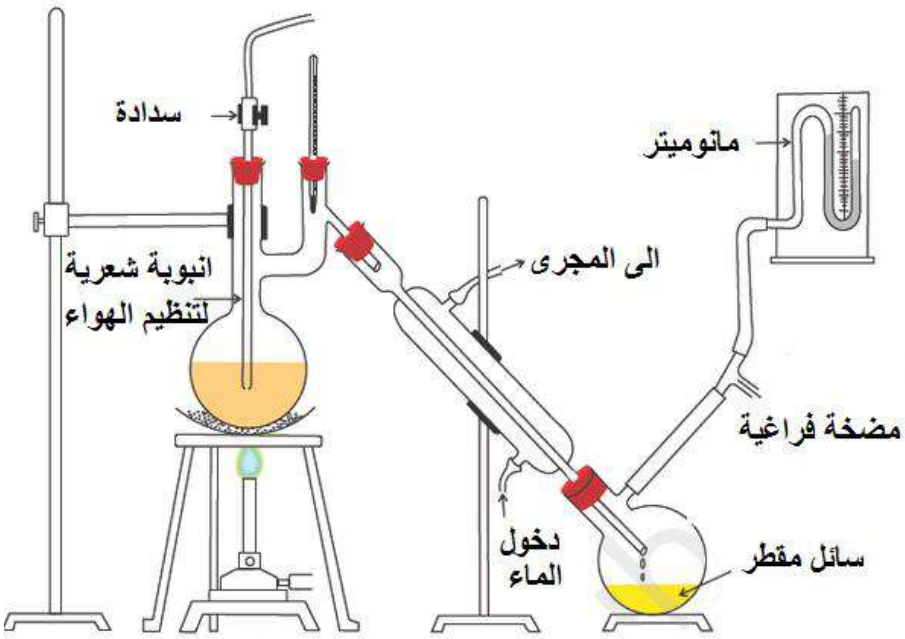
شكل (2 –2) منظومة التقطير التجزيئي

ان أساس عمل التقطير التجزيئي هو اختلاف مكونات النفط الخام بدرجة الغليان (boiling point)، فالمركبات الخفيفة لها درجة غليان واطئة والمركبات الاثقل لها درجة غليان اعلى وهكذا إلى ان يتم فصل جميع مكونات النفط الخام إلى مشتقاته.

ان عملية التكرير تجري باستعمال ابراج ضخمة تدعى اعمدة التقطير، وعند تسخين النفط الخام تصعد ابخرته خلال هذه الاعمدة، وتشكل المواد التي تغلي بدرجة حرارة اقل الاجزاء الاولى بحيث تصعد ابخرتها إلى الاعلى وتنقلها انابيب موجودة بالقرب من رؤوس اعمدة التجزئة.

2 – 2 – 4 التقطير تحت ضغط مخلخل

تتعرض بعض السوائل العضوية وخاصة ما كان منها ذا درجة غليان مرتفعة للتكسير تحت الضغط الجوي الاعتيادي، لذلك فإن طريقة تنقيتها لا تتم بالطرق السابقة، وانما يتم تقطيرها تحت ضغط مخلخل وفي هذه الحالة تنخفض درجة غليانها، وذلك لان درجة الغليان تتناسب طرديا مع الضغط، فزيادة الضغط تؤدي إلى زيادة درجة الغليان وتقليل الضغط الجوي يؤدي إلى انخفاض درجة الغليان، حيث يتم تعرضها للحرارة المناسبة ثم تقطر من دون ان تتعرض للتكسر. يتكون جهاز التقطير اساساً من ثلاثة اجزاء معروفة وهي دورق التقطير، مكثف، وعاء استقبال. ان دورق التقطير له رقبتان يسمى في هذه الحالة بدورق (كلسبزت), ويثبت في احد رقبتي الدورق محرار وفي الثانية انبوبة زجاجية بحيث يغمر طرفها الرفيع في السائل الموجود داخل الدورق, وتسمح هذه الانبوبة بمرور تيار قليل من الهواء يظهر على هيئة فقاعات صغيرة في السائل وقت تشغيل الجهاز، والغرض من هذا النظام هو التسخين وذلك لمنع حدوث ما يسمى بالغليان المفاجئ. اما وعاء الاستقبال فيكون في ابسط صورة من دورق متصلة انبوبته الجانبية القصيرة بجهاز تفريغ الهواء، والشكل (2-3) يوضح عملية التقطير تحت ضغط مخلخل.

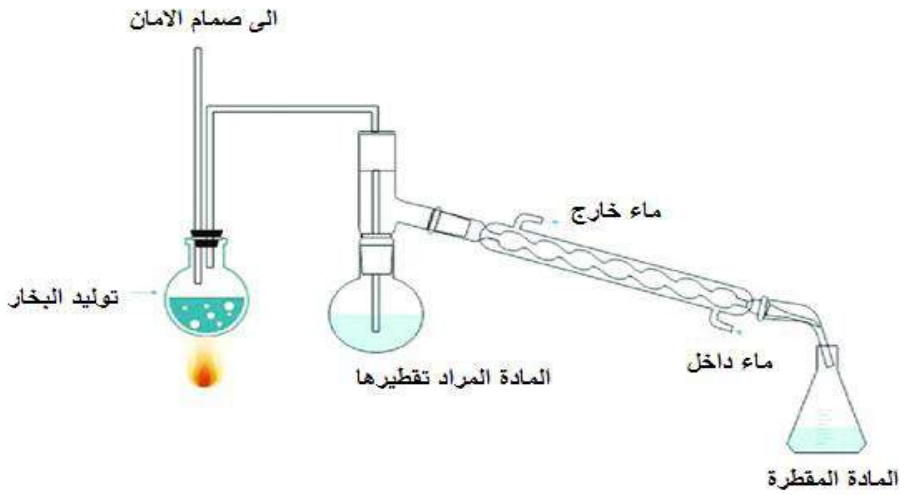


شكل (2-3) جهاز التقطير تحت ضغط مخلخل

2 – 2 – 5 التقطير البخاري

تستخدم هذه الطريقة في تنقية السوائل المتطايرة مع الماء، ويشترط ان تكون عديمة الذوبان في الماء ويتكون الجهاز من مرجل نحاسي لتوليد بخار الماء متصل بدورق يوضع فيه السائل المراد تنقيته، وينفذ من رقبة هذا الدورق ايضاً انبوبة تتصل بالمكثف، ويشغل الجهاز بإمرار بخار الماء بالسائل، إذْ يتصاعد بخار السائل ويتكاثف الاثنان في وعاء الاستقبال، ولما كان السائل المقطر عديم الذوبان في الماء؛ فأنه ينفصل عن الماء باستعمال قمع الفصل، اما اذا كانت المادة المتكاثفة لا يمكن فصلها مباشرة عن الماء؛ فإنها في هذه الحالة يتم التخلص من الماء بواسطة رج المزيج مع مذيب عضوي سهل التطاير مثل الايثر؛

ثم تفصل طبقة الايثر التي بها المادة المذابة بواسطة قمع الفصل، وبعد اضافة مادة مجففة اليها مثل كلوريد الكالسيوم اللامائي (ترشيح ثم تقطير)، والشكل (2 –4) يوضح احد طرق عملية التقطير البخاري.



شكل (2-4) منظومة التقطير البخاري

2 – 2 – 6 الأدوات والاجهزة المستعملة في تجربة التقطير التجزيئي

1- عمود تقطير ذو الحشوة (او الاعتيادي).
2- مكثف.
3- دوارق غليان.
4- مسخن.
5- حجر غليان.
6- ماء.
7- قمع الفصل.
8- دورق كلسبزت

2 – 2 – 7 المواد المستعملة

1- النفط الخام .
2- الايثر (مذيب عضوي).
3- كلوريد الكالسيوم اللامائي (مجفف).

2 – 2 –8 خطوات العمل

1- خذ حجم 500 ml من النفط الخام وضعها في دورق الغليان .
2- ضع قطع صغيرة من حجر الغليان في الدورق (لتنظيم درجة الغليان وعدم تناثر السائل) .
3- رتب الجهاز بحيث يكون المكثف عمودياً على دورق الغليان كما في الشكل (2- 2) .
4- افتح الماء لغرض تبريد المكثف قبل البدء بعملية التسخين .

5- سخن النموذج بصورة منتظمة، وبشكل تدريجي إلى حين نزول اول قطرة.
6- ان اول قطرة تنزل اثناء عملية التسخين تعرف بنقطة الغليان الابتدائية (I.B.P).
7- استمر بعملية التقطير وأجمع السائل المقطر في دورق المخروطي الاول(دورق الاستقبال) بشكل دقيق و منتظم, (واحرص على عدم خروج ابخرة دون تكثيف) وسجل درجة الغليان.
8- عند ارتفاع درجة حرارة الغليان استبدل دورق الاستقبال الاول بدورق مخروطي اخر، إلى ان ينتهي التقطير ثم سجل درجة الغليان الثانية.
9- وهكذا في كل مرحلة يتم استبدال دورق الاستقبال وتثبيت درجة الغليان.
10- اوقف التسخين مع ملاحظة ابقاء التبريد للمكثف مفتوح.
11- سجل حجوم السوائل الناتجة وفقاً لدرجة الغليان.
12- جد النسبة المئوية الحجمية لكل سائل.

$$\text{النسبة المئوية الحجمية لكل سائل ناتج} = \frac{\text{حجم السائل المقطر}}{\text{الحجم الكلي للنفط الخام}} \times 100\%$$

2 - 2 – 9 بطاقة التمارين

اسم التمرين:- التقطير التجزيئي للنفط الخام

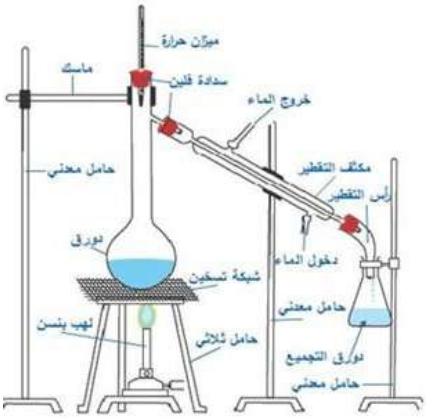
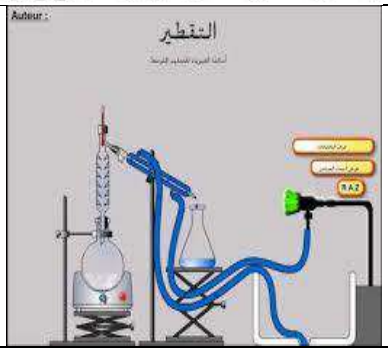
اولاً : الأهداف التعليمية

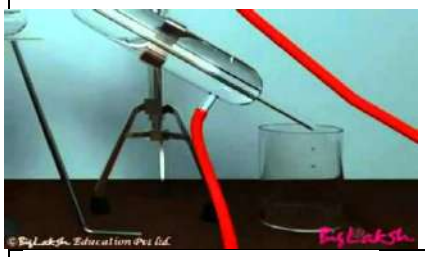
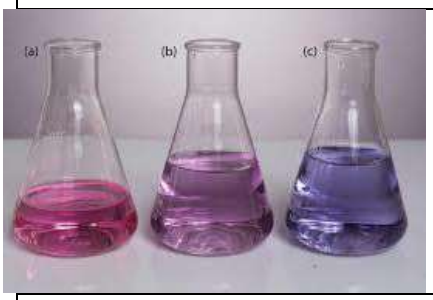
يجب ان يكون الطالب قادراً على معرفة التقطير التجزيئي وإجراء التجربة عملياً في المختبر .

ثانياً : التسهيلات التعليمية (مواد ، وعدد ، واجهزة)

1- عمود تقطير ذو الحشوة (او الاعتيادي) .
2- مكثف .
3- دوارق الغليان .
4- مسخن .
5- حجر الغليان .
6- ماء .
7- قمع فصل .
8- دورق كلسبزت.
9- الايثر .
10- كلوريد الكالسيوم اللامائي .
11- النفط الخام .

ثالثاً : خطوات العمل (النقاط الحاكمة ، ومعيار الاداء ، والرسومات)

ت	خطوات العمل (النقاط الحاكمة ، ومعيار الأداء)	الرسومات
1	ارتد بدلة العمل (الصدرية)	
2	خذ 500ml من النفط الخام ثم ضعها في دورق الغليان مع اضافة قطع صغيرة من حجر الغليان لينظم درجات الحرارة ويمنع تناثر السائل.	
3	رتب جهاز التقطير التجزيئي (ذو الحشوة) بحيث يكون المكثف عموديا على دورق الغليان .	
4	افتح حنفية الماء لغرض تبريد المكثف قبل البدء بعملية التسخين .	
5	سخن النموذج بصورة منتظمة وبشكل تدريجي الى حين نزول اول قطرة .	

6	استمر بعملية التقطير واجمع السائل المقطر في الدورق المخروطي الاول بصورة منتظمة وبتقطير منتظم ،علماً ان اول قطرة تنزل اثناء عملية التسخين تعرف بدرجة الغليان الابتدائية (I.B.P) .	
7	استبدل دورق الاستقبال الاول بدورق مخروطي آخر الى ان تنتهي عملية التقطير.	
8	استمر بعملية التسخين وفي كل مرحلة استبدل دورق الاستقبال وثبت درجة الغليان .	
9	اوقف عملية التسخين مع ملاحظة ابقاء التبريد للمكثف مفتوحاً.	
10	سجل حجوم السوائل الناتجة ودرجات الغليان واحسب النسبة المئوية الحجمية لكل سائل متقطر وفق القانون **النسبة المئوية الحجمية لكل سائل ناتج = $\frac{\text{حجم السائل المقطر}}{\text{الحجم الكلي للنفط الخام}} \times 100\%$**	

أسئلة

س1 : عدد طرق التقطير ؟ وماهي الطريقة المتبعة في تقطير النفط الخام في المصافي ؟

س2 : اشرح باختصار طريقة التقطير التجزيئي ؟

س3 : بين اهمية التقطير تحت ضغط مخلخل ؟ومتى يستخدم ؟

س4 : على ماذا تستند عملية فصل المشتقات النفطية بعضها عن بعض في النفط الخام خلال عملية التسخين والتقطير؟

س5 : لماذا يستخدم حجر الغليان اثناء عملية التقطير ؟

2 – 3 اسم التجربة : امتصاص السوائل للغازات

الهدف

تمكين الطالب من إتقان الخطوات العملية لتجربة امتصاص السائل للغاز، وتحقيق النتائج بما يعزز المفهوم النظري للتجربة المتمثل باعتماد عملية الامتصاص على مبدأ الانتقال بين طورين، أحدهما هو خليط الغازات المذابة والآخر هو طور السائل المذيب، إذ ان وحدات الامتصاص من الوحدات المهمة في محطات تنقية وتحلية الغاز.

2 – 3 – 1 النظرية

يُعرف الامتصاص بانه فصل غاز او اكثر من خليط الغازات عن طريق اذابة تلك المكونات في مذيب سائل. وتعتمد عملية الامتصاص على العوامل الاتية :

1- قابلية الذوبان (ذوبان المذاب في المذيب): وهذه العملية من خواص المذاب والمذيب الاساسية، وقد تعتمد على تفاعل كيمياوي كما هو الحال في امتصاص غاز الامونيا في الماء، او ان يكون الامتصاص عملية فيزيائية كما هو الحال في امتصاص بخار الماء بوساطة حامض الكبريتيك المركز.

2- السيطرة على الحرارة الناتجة: قد ترافق عملية الامتصاص انبعاث حرارة كما هو في معظم حالات الامتصاص مثل امتصاص الرطوبة بواسطة حامض الكبريتيك المركز، ان الحرارة الناتجة هذه تزيد من درجة حرارة المحلول، فتتغير تبعاً لذلك قابلية الذوبان، وبذلك فإن السيطرة على درجات الحرارة مهم جداً في التحكم بعملية الامتصاص.

3- مدى تماسك الغاز بالسائل: ان السائل له خاصية الشد السطحي الذي يؤثر على عملية تنافذ الغاز ليدخل إلى الداخل, وعلى هذا فكلما زادت مساحته السطحية بالنسبة إلى حجمه زادت عملية الامتصاص، من شروط عملية الامتصاص:-

اولاً – ان يكون المذيب له القابلية او الانتقائية على اذابة الغاز او امتصاصه.

ثانياً – ضرورة زيادة المساحة السطحية لعملية الامتصاص عن طريق استخدام حشوات معينة سرجية او اسطوانية في أعمدة الامتصاص ذات الحشوات او استخدام صواني مثقبة في أعمدة الامتصاص ذوات الصواني.

هناك عاملان أساسيان يؤثران على عملية الامتصاص هما:-

اولاً : الجريان الانسيابي

ويعتمد على جريان طبقة رقيقة من السائل.

ثانياً : الجريان المضطرب

ويعتمد على عمل تيار سريع وتناثر سطح السائل لزيادة المساحة السطحية إلى حجم السائل .

هناك عدة انواع من اجهزة الامتصاص وكما يأتي:

1- اجهزة النثر الرذاذي .

2- اجهزة التلامس السطحي وتقسم إلى قسمين هما:

a- الاعمدة ذات الصواني.

b- الاعمدة ذوات الحشوات.

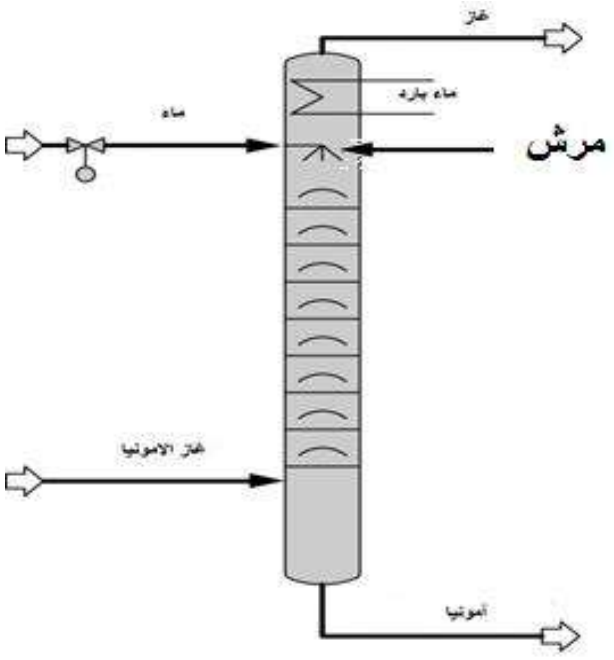
3- اجهزة الفقاعات الهوائية.

2 – 3 – 2 وصف العملية

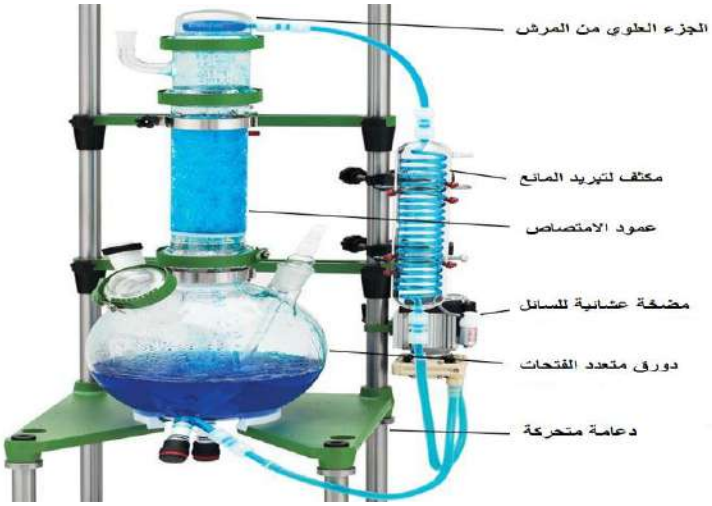
1- يصعد الغاز (الامونيا) من الاسفل الى الاعلى خلال عمود الامتصاص.
2- يتم ضخ الماء من الاعلى, خلال دخوله الفتحة الجانبية العليا في راس المرش بواسطة مضخة غشائية إذ تحتوي على منظم للتحكم بمعدل الرش.
3- ينزل الماء الى الأسفل لملاقاة الغاز الصاعد إذ يحدث تلامس كبير بين الماء النازل وغاز الامونيا الصاعد, مما يؤدي إلى امتصاص الامونيا من قبل الماء.

وصف الجهاز وأجزاءه

1- قاعدة سميكة مزودة بفتحة جانبية لخروج السائل الممتزج بالغاز, وفتحة جانبية اخرى لدخول الغاز تنتهي بأنبوب مثبت عند مركز القاعدة, ويعلو القاعدة انبوب بطول (25 cm) مزود بثقوب من الاعلى ليسمح بخروج وانتشار الغاز بجميع الاتجاهات اثناء عملية الامتصاص .
2- يربط الجهاز بأنبوب مطاطي من الاسفل لدخول الغاز المستعمل للامتصاص واخر من الاعلى لخروج الغاز الغير مذاب كما في الشكل (2-5) مخطط لعملية الامتصاص ومداخل ومخارج الغاز والسائل لمنظومة امتصاص صناعية، إذ يحدث تدوير للغاز الغير مذاب، اما مرشات السائل فتكون من الجانب العلوي للمنظومة، اما الشكل (2-6) فهي احد المنظومات المختبرية المبسطة، وهنالك منظومات على شكل عمود اسطواني تؤدي نفس الغرض.



شكل (2-5) مخطط لعملية الامتصاص



شكل (2-6) منظومة لعملية الامتصاص

2 – 3 – 3 الأدوات والاجهزة المستعملة

1- دورق كروي ذو فتحات جانبية.
2- توصيلات مطاطية.
3- مصباح بنزن .
4- حامل ثلاثي.
5- شبكة اسبستوس.
6- عمود الامتصاص وهو عبارة عن اسطوانة عمودية مغلقة من الاعلى مصنوعة من اللدائن الشفافة المقاومة للمواد الكيمياوية طولها (120 cm) وقطرها (15 cm).
7- مكثف.

2 – 3 – 4 المواد المستعملة

1- الامونيا .
2- ورق عباد الشمس الزرقاء والحمراء . 3- ماء.

2 – 3 – 5 خطوات العمل

1- اربط الفتحة العليا لبرج الامتصاص بحنفية الماء بواسطة انبوب مطاطي، واربط الدورق الكروي من الفتحة الجانبية بواسطة انبوب مطاطي من طرف، والطرف الأخر بالفتحة السفلى لبرج الامتصاص.
2- ضع كمية مناسبة من سائل الامونيا في الدورق الكروي ثم سخن الدورق بحيث تسمح بخروج الامونيا كغاز واندفاعها إلى أعلى البرج.
3- افتح حنفية الماء بحيث تتوازن سرعة اندفاع غاز الامونيا للأعلى مع معدل دخول الماء ، فتحدث عملية الامتصاص بين غاز الامونيا والماء (وهي عملية تفاعل ما بين الماء وغاز الأمونيا).
4- يمكن الاستدلال على حدوث امتصاص بأن تأخذ عينة من ماء الحنفية وعينة اخرى من الماء الخارج من البرج وتختبر كل عينة على حدة بواسطة ورقة عباد الشمس الأحمر. (ماذا تستنتج)؟

2 – 3 – 6 بطاقة التمارين

اسم التمرين عملية امتصاص السوائل للغازات

اولاً : الأهداف التعليمية

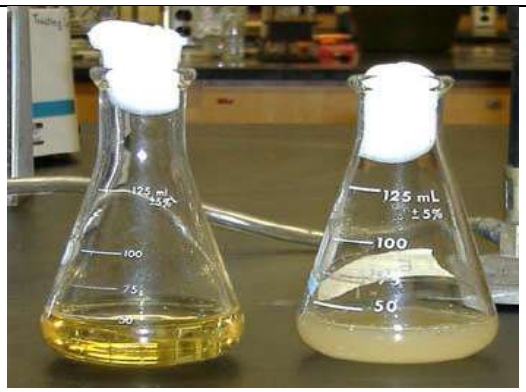
بعد الانتهاء من اجراء التجربة يكون الطالب قادراً على معرفة ومشاهدة عملية الامتصاص من خلال ذوبان غاز الامونيا في الماء عملياً في المختبر .

ثانياً : التسهيلات التعليمية (مواد، وعدد، واجهزة)

1- دورق كروي ذو فتحات جانبية.
2- توصيلات مطاطية.
3- مصباح بنزن.
4- حامل ثلاثي.
5- شبكة اسبستوس.
6- عمود الامتصاص
7- الامونيا
8- ورق عباد الشمس الأزرق والاحمر
9- ماء

ثالثاً : خطوات العمل (النقاط الحاكمة – ومعيار الاداء – والرسومات)

ت	خطوات العمل (النقاط الحاكمة ، ومعيار الأداء)	الرسومات
1	ارتد بدلة العمل (الصدرية)	
2	اربط جميع اجزاء منظومة الامتصاص .	

3	ضع كمية مناسبة من سائل الامونيا في الدورق الكروي ثم سخن الدورق بحيث تسمح بخروج غاز الامونيا واندفاعها الى اعلى البرج.	
4	افتح حنفية الماء بحيث تتوازن سرعة اندفاع غاز الامونيا من الاسفل مع نزول الماء من الاعلى فتحدث عملية الامتصاص بين الامونيا والماء .	
5	يمكن الاستدلال على حدوث عملية الامتصاص بأن تأخذ عينة من ماء الحنفية وعينة اخرى من الماء الخارج من البرج بعد العملية، وتختبر كل عينة على جهة بواسطة ورقة عباد الشمس، فاذا تغير لون عباد الشمس الحمراء الى اللون الازرق عند غمرها في السائل الخارج من العمود فذلك يعني ان السائل تحول الى محلول قاعدي وهو هيدروكسيد الامونيوم (NH_4OH) وهذا يدل على حدوث عملية الامتصاص.	

الاسئلة

س1 : عرف الامتصاص؟

س2 : ما هي العوامل التي تعتمد عليها عملية الامتصاص؟

س3 : يؤثر على عملية الامتصاص عاملان أساسيان. اذكرهما واشرح كل واحدة منهما باختصار؟

س4 : كيف يتم معرفة حدوث عملية الذوبان للغاز في المحلول اثناء عملية الامتصاص؟

س5 : اكتب المعادلة الكيمياوية لتفاعل الامونيا مع الماء؟

2-4 اسم التجربة : استخلاص سائل – سائل

الهدف

تمكين الطالب من إتقان الخطوات العملية لاستخلاص سائل بسائل اخر، او استخلاص سائل بمذيب عضوي بعد اذابته به وفصله بقمع الفصل، وتحقيق النتائج بما يعزز المفهوم النظري للتجربة المتمثل بعملية التنقية والاستخلاص وحساب نسبة الشوائب، من خلال اجراء الحسابات لذلك وتطبيق القوانين.

2-4-1 النظرية

تُعد عملية الاستخلاص إحدى طرق تنقية المواد العضوية السائلة. إذا وُضع محلول ما في تماس مع مذيب لا يمتزج معه فإن المذاب ينتشر بين السائلين وعند تحريك المزيج من السائلين، وذلك لزيادة المساحة السطحية بين الطبقتين وصولاً إلى حالة توازن حيث يثبت تركيز المذاب في كلا الطبقتين. يتم تحريك مزيج السائلين في قمع الفصل وذلك لزيادة المساحة السطحية للوصول إلى حالة التوازن. تعتمد عملية الاستخلاص على الذوبانية والامتزاج، فكما هو معروف ان المذيبات تذيب اشباهها، وعليه فان عملية الاستخلاص مبنية على انتشار او تجزئة المادة المذابة بين مذيبين غير قابلين للامتزاج مع بعضهما، وتتم العملية في قمع خاص للاستخلاص يسمى قمع الفصل. إن المذاب لا ينتقل بأكمله إلى المذيب الجديد إلا إذا كان معامل الانتشار كبيرا. ان اهم خاصية او صفة يتمتع بها المذيب هي الانتقائية على استخلاص المذاب.
لزيادة قدرة عملية الاستخلاص لابد من القيام بعدة عمليات استخلاص، أي بمعنى كلما زادت مرات الاستخلاص وبحجوم صغيرة أفضل من الاستخلاص واحد بحجم كبير من المذيب.

ان مصافي النفط تستخدم عملية الاستخلاص بالمذيبات عادة في ازالة بعض المكونات التي لها تأثيرات سلبية على مواصفات بعض المشتقات النفطية. فمثلا يمكن تحسين نوعية الكيروسين باستخلاص المذيبات الاروماتية الموجودة فيه, والتي تحترق بصعوبة بدخان كثيف وروائح غير مقبولة والتي يمكن الاستفادة منها لتحسين بعض انواع الوقود الاخرى لكونها تتمتع بعدد اوكتاني مرتفع، وتستخدم هذه الطريقة ايضا في ازالة المركبات الاورماتية الثقيلة من زيوت التشحيم حيث ان إزالتها تعتمد على علاقة درجة الحرارة بلزوجة الزيت بحيث يمكن المحافظة على خصائص التشحيم للزيت لمدى حراري واسع.

ان استعمال المذيبات لفصل خليط من المكونات، تعتمد على النوع الكيميائي (المواد العضوية تذوب بالمذيبات العضوية والمواد غير العضوية تذوب بالمذيبات غير العضوية). ومن هذه المذيبات البروبان, والبنزول، والتولوين، وتنتج عن هذه العملية الزيوت الخفيفة، والمتوسطة، والثقيلة.

ان نسبة تركيز المذاب في الطبقتين في درجة حرارية معينة تسمى معامل الانتشار أو معامل التوزيع ويرمز له بالمعادلة الاتية :

$$K = \frac{C_A}{C_B}$$

إذ إنْ :

C_A : تركيز المذاب في مذيب الاستخلاص عند التوازن .

C_B : تركيز المذاب في المحلول الأصلي عند التوازن .

K : معامل الانتشار .

2-4-2 شروط المذيب الخاص بالاستخلاص

1 - يجب أن لا يمتزج مع السائل الاصلي.

2 - يجب أن يكون للمذيب قدرة عالية على الاذابة واستخلاص المادة المطلوب ازالتها.

3 - يجب ان يكون المذيب متطاير لسهولة التخلص منه.

4 - أن لا يمتزج المذيب مع الماء.

5 - عدم تفاعل المذيب مع مكونات الخليط.

6 - سهولة فصل المذيب من المركب المذاب فيه.

7 - معامل انتشار المذيب ملائم للمركب المراد فصله وغير ملائم للشوائب .

8- رخيص الثمن ومتوفر .

9- درجة غليانه مناسبة .

10- قابل للاسترجاع .

11 – غير سام ولا يسبب التآكل .

أهم المذيبات العضوية المستخدمة:

الايثر $(CH_3CH_2)_2O$، الهكسان C_6H_{14}، البنزين C_6H_6، الكلورفورم $CHCl_3$، رابع كلوريد الكاربون CCl_4 وغيرها.

قمع الفصل

هو إحدى أدوات المختبرات الكيميائية الزجاجية، يستعمل في عمليات الاستخلاص سائل- سائل لفصل الأطوار في مزيج من مذيبين غير قابلين للامتزاج لاختلاف الكثافات.

غالباً ما يستعمل قمع الفصل من أجل فصل الطور المائي عن الطور العضوي. ولقمع الفصل شكل مخروطي او اسطواني، فقاعي، تعلوه فتحة مصنفرة للإدخال المحاليل يمكن غلقها بسداد محكم، وعند أسفل كل قمع يوجد أنبوب رفيع يعلوه صنبور للتحكم بإخراج السائل في عملية الفصل، كما في الشكل (2-7).

الشكل (2-7) احجام واشكال مختلفة من قمع الفصل

2-4-3 الاجهزة والادوات المستعملة

1- قمع الفصل.
2- اسطوانة مدرجة.
3- حامل حديدي مع ماسك.
4- كاس زجاجي.

2-4-4 المواد الكيمياوية المستعملة

1- رابع كلوريد الكاربون (CCl_4).
2- حامض الخليك (CH_3COOH).
3- بيكاربونات الصوديوم ($NaHCO_3$).
4- المادة المراد تنقيتها.

2-4-5 خطوات العمل

1- خذ (6 ml) من السائل المراد تنقيته (3 ml CH_3COOH + 3 ml CCl_4) ، اخلطهما جيدا ثم ضع الخليط في قمع فصل نظيف وجاف .
2- أضف (15 ml) من المذيب بيكاربونات الصوديوم ($NaHCO_3$) المستخدم للاستخلاص إلى قمع الفصل ثم اغلقه واقلبه ثم رجه مرة واحدة, بعد إحكام مسك السداد والصنبور بقوة .
3- افتح صنبور القمع لفترة قصيرة وهو لايزال مقلوبا لكي يتعادل الضغط داخل وخارج القمع.
4- أغلق الصنبور مرة أخرى ثم رج القمع بشدة لمدة دقيقة أو دقيقتين لكي يمتزج محتوى المادة (أفتح الصنبور بين الحين والاخر).
5- بعد الانتهاء من الرج أترك القمع ليستقر وذلك بتثبيته افقياً بالماسك الحديدي، ولاحظ ظهور طبقتين طبقة عضوية وطبقة مائية.
6- افصل الطبقة العضوية عن الطبقة المائية، بأنزال الطبقة السفلى في كأس زجاجي وقس حجمها بمخبار مدرج ، واهمل الطبقة المائية.

معادلة التفاعل :

$$K = \frac{C_A}{C_B}$$

$$(CCl_4 + CH_3COOH) + NaHCO_3 \longrightarrow \underbrace{CCl_4}_{A} + \underbrace{(CH_3COONa + H_2O)}_{B} + CO_2\uparrow$$

أولا – يتم حساب تركيز C_A بقسمة وزن $NaHCO_3$ على مجموع حجمي CCl_4 و CH_3COOH ووحدات التركيز في هذه الحالة (gm / ml)، كما يمكن حساب عدد مولات $NaHCO_3$ (بقسمة الوزن على الوزن الجزيئي) ، ومن ثم قسمة عدد المولات على مجموع حجمي (CH_3COOH + CCl_4) ووحدات التركيز في هذه الحالة (mol / ml) .

ثانيا – يتم حساب تركيز C_B من خلال قياس وزن الطبقة العضوية ($CH_3COONa + H_2O$) وقسمته على حجم المحلول الناتج ($CCl_4 + CH_3COONa + H_2O$) ووحدات التركيز في هذه الحالة (gm / ml) .

عند إتمام عملية الاستخلاص، تتكون الطبقة العضوية (CCl_4) في الأسفل، بينما تتكون الطبقة المائية ($CH_3COONa + H_2O$) في الأعلى.

6-4-2 الحسابات

احسب النسبة المئوية الحجمية للنقاوة :

$$\text{النسبة المئوية الحجمية} = \frac{\text{حجم الطبقة العضوية النقية}}{\text{حجم المادة غير النقية}} \times 100\ \%$$

7-4-2 بطاقة التمارين

اسم التمرين : اجراء تجربة الاستخلاص (سائل - لسائل)

اولا" : الاهداف التعليمية

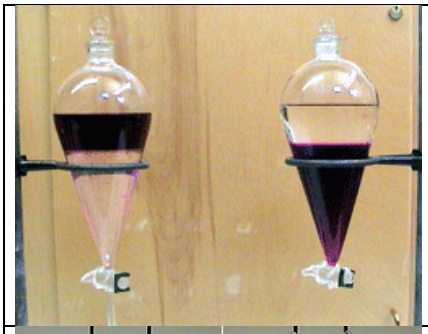
بعد الانتهاء من اجراء التجربة يكون الطالب قادرا على استخلاص السوائل بالمذيبات العضوية من مزيج بقمع الفصل بعد تكوينه طبقة من السائل المستخلص غير ممتزجة وتكوينها حداً فاصلاً داخل قمع الفصل يمكن فصله بسهولة .

ثانيا" : التسهيلات التعليمية (مواد ، وادوات ، واجهزة)

1- قمع الفصل .
2- اسطوانة مدرجة.
3- رابع كلوريد الكاربون (CCl_4).
4- حامل حديدي مع ماسك.
5- حامض الخليك (CH_3COOH).
6- بيكاربونات الصوديوم ($NaHCO_3$) .
7- المادة المراد تنقيتها ($CH_3COOH + CCl_4$)
8- كاس زجاجي .

ثالثاً : خطوات العمل (النقاط الحاكمة، ومعيار الاداء، والرسومات)

ت	خطوات العمل (النقاط الحاكمة ، ومعيار الأداء)	الرسومات
1	ارتد بدلة العمل (الصدرية)، وحضر الادوات، ثم اغسلها وجففها وهيئ المواد الكيميائية المطلوبة.	
2	خذ (6 ml) من السائل المراد تنقيته (CCl_4 3 ml + CH_3COOH 3 ml)، اخلطهما جيدا ثم ضع الخليط في قمع فصل نظيف وجاف.	
3	أضفْ (15 ml) من المذيب ($NaHCO_3$) المستخدم للاستخلاص الى قمع الفصل ثم اغلقه واقلبه ثم رجه مرة وواحدة بعد مسك السداد والصنبور بقوة.	
4	افتح صنبور القمع لفترة قصيرة وهو لايزال مقلوبا لكي يتعادل الضغط داخل وخارج القمع.	

5	أغلق الصنبور مرة أخرى ثم رج القمع بشدة لمدة دقيقة أو د دقيقتين لكي يمتزج محتوى المادة (افتح الصنبور بين الحين والاخر) للتخلص من غاز (CO_2) الناتج من التفاعل.	
6	بعد الانتهاء من الرج أترك القمع ليستقر وذلك بتثبيته افقيا بالماسك، ولاحظ ظهور طبقتين طبقة عضوية وطبقة مائية.	
7	إنزال الطبقة العضوية السفلى وسجل حجمها واهمل الطبقة المائية العليا.	

أسئلة

س1 :عرف الاستخلاص وبين اهمية تحريك مزيج السائلين ؟

س2 :اذكر شروط المذيب الخاص بالاستخلاص ؟

س3 :اذكر اهم المذيبات المستعملة في الكيمياء العضوية ؟

س4 :اكتب معادلة تفاعل بيكاربونات الصوديوم مع مزيج رابع كلوريد الكاربون وحامض الخليك ؟

س5 :اذكر معادلة حساب النسبة المئوية الحجمية لنقاوة المستخلص ؟

2 – 5 اسم التجربة : الامتزاز

الهدف

تمكين الطالب من إتقان الخطوات العملية لإجراء عملية الامتزاز، من خلال تطبيق إعادة تدوير الزيوت المستهلكة باستخدام البنتونايت كمادة مازة، والتحقق من نتائج التجربة من خلال مطابقة مواصفات الزيت الناتج مع المواصفات القياسية لزيت المحركات، بالإضافة إلى تعزيز المفهوم النظري للامتزاز.

2 – 5 – 1 النظرية

الامتزاز عبارة عن ظاهرة ناتجة عن قوى الترابط الناشئة بين جزيئات او ذرات او ايونات مادة معينة يطلق عليها (المادة الممتزة) وسطح صلب مسامي يطلق عليه (المادة المازة). تعتمد درجة الامتزاز على العلاقة بين خواص الامتزاز للمادة المازة وطبيعة وحجم جزيئات المادة الممتزة، وتمتلك عدد من المواد مواصفات تؤهلها للاستعمال كمادة مازة جيدة مثل الفحم المنشط والسليكا جل وأنواع معينة من الاطيان مثل البنتونايت.

ومن العوامل المؤثرة على عملية الامتزاز:-

1. طبيعة المادة الممتزة (شكل وحجم ونصف قطر المادة الممتزة والوزن الجزيئي).
2. طبيعة السطح الماز (المسافة السطحية وحجم المسامات ونوع المجاميع القطبية).
3. الدالة الحامضية.

ان تطبيقات عملية الامتزاز واسعة، ومنها إعادة تدوير الزيوت المستهلكة المستخدمة في المحركات. ان الزيوت المستهلكة هي التي فقدت كامل او بعض خواصها اثناء التشغيل إذ تتغير لزوجتها وتزداد حموضتها ونسبة الشوائب فيها.

2 – 5 – 2 الزيوت المستهلكة

زيوت التزيت عبارة عن سوائل لزجة ذات اصل نفطي تستعمل لحماية الاجزاء المتحركة للمكائن والمعدات وعادة تتألف من 90% من زيوت الاساس، وهي عبارة عن مقاطع نفطية اما النسبة الباقية 10% فهي عبارة عن مضافات واثناء استعمال الزيوت تتكون عدة شوائب مثل الفحم ، الماء، الحوامض، الاوساخ وبقايا الفلزات والمواد الكيمياوية والتي يمكن ان تختلط مع الزيت وتجعله غير صالح للعمل.

ان المصدر الرئيسي للفلزات في زيوت التزييت هي المضافات التي تخلط مع الزيت في نهاية انتاجه من اجل تحسين أدائه واكثر مضافات الزيوت شيوعا هي مضادات الصدأ ،مضادات احتكاك السطوح، مثبطات الاكسدة، محسنات معامل اللزوجة، مانعات التآكل ومانعات الرغوة. ان انحلال وتلف المضافات اثناء استعمال الزيت يؤدي إلى التقليل من كفاءته وتغيير خواصه الفيزيائية والكيميائية وفقدان خصائصه التزييتية مما يسبب تلف المكائن والمحركات. يعد الرماد ومخلفات الكاربون والمواد الاسفلت والماء والاتربة من المكونات الاساسية التي تنتج من جراء استخدام الزيوت والتي لها تأثير على صحة الانسان والبيئة، كما موضح في الشكل (2 –8) الزيوت المستهلكة.

شكل (2 –8) زيت مستهلك

ان التخلص من الزيوت المستهلكة بإلقائها في اماكن الصرف الصحي والانهار والبحيرات, تسبب مخاطر بيئية وصحية عديدة، وبالتالي لابد من ايجاد وسائل آمنة بيئيا للتخلص منها، وحاليا تعتبر تقنيات اعادة التدوير هي الافضل في التصدي للمخاطر البيئية التي يسببها التخلص العشوائي من زيوت المحركات المستهلكة.

ان المقصود بعملية اعادة تدوير الزيوت المستهلكة، هو معالجتها بهدف تجديد مكوناتها لإعادة استخدامها مرة اخرى ،حيث يتم ازالة الملوثات منها. يعد الامتزاز على سطوح المواد الصلبة من التقنيات الفعالة والكفوءة لإعادة التدوير. من المواد الفعالة المستخدمة هو (البنتونايت). الشكل (2-9) يبين صورة له.

الشكل (2 –9) مادة البنتونايت

ان معالجة الزيوت المستهلكة بالامتزاز, تعتمد على قابلية المادة المازة على انتقاء المركبات الحاوية على الراتنجات، الكبريت، المواد غير المشبعة، بقايا الحوامض والمذيبات الموجودة في الزيت.

ان تدوير الزيوت هي عملية جمع الزيوت المستهلكة ومعالجته بهدف فصلها عن المواد غير المفيدة وذلك لإعادة استخدامها مرّة أخرى، وفي بعض الدول شرعت قوانين تجرّم إتلاف الزيوت المستهلكة وتلزم أصحابها بإرسالها إلى محلات خاصّة ليتمّ إعادة تدويرها وحماية البيئة منها.

2 – 5 – 3 اهداف عملية تدوير الزيوت المستهلكة

يمكن ذكر اهداف عملية التدوير بما يأتي :

1 - خفض معدل النفايات.
2 - منع وصول الزيوت المستهلكة إلى الأراضي الزراعيّة والمياه الجوفيّة، ومياه السدود.
3 - خفض كلفة الإنتاج؛ لأنّ كلفة المواد المعاد تصنيعها أقلّ من كلفة المواد الجديدة.
4 - توفير الطاقة، حيث إنّ الطاقة اللازمة لإنتاج المواد المكرّرة أقلّ.

2 – 5 – 4 استخدامات الزيوت المكرّرة

1- وقود للمراجل في المصانع مثل مصانع الإسمنت والحديد.
2- منظومات التدفئة.
3- التطبيقات الصناعيّة .
4- لتشغيل محركات الديزل.
5- استخدام مادة الاثيلين كلايكول المنفصلة من الزيت, اثناء عملية التدوير لمنع التجمد على زجاج السيارات، بالإضافة إلى استخدامها في تطبيقات صناعية متعددة .

2 – 5 – 5 الأجهزة والمواد المستعملة

1 - زيت محرك مستهلك بعد التشغيل .
2 - مستلزمات اجراء تجارب اللزوجة الديناميكية، الكثافة، نقطة الانسكاب، نقطة الوميض، الرقم الحامضي (pH) ومحتوى الرماد.
3 - بنتونايت (يجهز من وزارة الصناعة والمعادن/ الشركة العامة للمسح الجيولوجي والتعدين). حجم الحبيبات استنادا للتحليل المنخلي (200 mesh) .
4 - فرن كهربائي.
5 - جهاز الطرد المركزي.
6 - ورق ترشيح .

2 – 5 – 6 خطوات العمل

1- سخن (1Liter) لتر من الزيت المستهلك لمدة ساعة واحدة وبدرجة (35 -45 °C).
2- حضر حامض الكبريتيك (2M) ثم خففه بالماء بنسبة (1 : 5).
3- اخلط (75 gm) من البنتونايت (المادة المازة) مع (750 ml) من حامض الكبريتيك المخفف خلطا جيدا لغرض تنشيطه ثم اغسل المزيج عدة مرات بالماء إلى ان يصبح الماء متعادل (pH 7) .
4- جفف المزيج بدرجة (70 °C) لمدة ثلاث ساعات في فرن كهربائي.
5- اعد طحن الناتج المجفف (البنتونايت المنشط).
6- خذ (100 ml) من الزيت وضعه في كاس زجاجي واضف اليه البنتونايت الناتج من عملية الطحن (الخطوة 6).

7- اخلط الزيت والبنتونايت بواسطة خلاط بدرجة حرارة (60 °C) وبسرعة مزج (600 rpm) لمدة (30 min).

8- استخدم جهاز الطرد المركزي لإجراء عملية الفصل حيث ينفصل المزيج إلى طبقتين، الطبقة العلوية الرائقة التي تمثل الزيت المعالج, والطبقة السفلية العكرة التي تحتوي على البنتونايت المترسب مع الشوائب التي ذكرناها سابقا من الزيت.

9- افصل الطبقة العلوية الرائقة عن السفلية بالصب ومن ثم ترشيحها بواسطة ورق ترشيح ، خذ الزيت المرشح ثم عين نسبة الرماد فيه.

10 - قم بإجراء الفحوصات المختبرية (اللزوجة الديناميكية – الكثافة – درجة الانسكاب – الدالة الحامضية – نقطة الوميض – نسبة الرماد) وحسب ما متوفر من المستلزمات، ثم قارن النتائج مع المواصفات القياسية للزيوت .

11- اجمع البنتونايت المترسب مع الشوائب في وعاء وضعه جانبا .

3– 5 – 7 طريقة تعيين نسبة الرماد

1 – زن جفنة خزفية فارغة ونظيفة وجافة.

2- خذ (2 gm) من نموذج الزيت المراد فحصة وضعه في الجفنة الخزفية.

3- احرق النموذج بواسطة مصباح بنزن واترك الجفنة على اللهب إلى حين احتراق النموذج بالكامل، توقف بانتهاء تصاعد الدخان منها، ثم اتركها تبرد.

4- ضع الجفنة بعد الحرق في فرن كهربائي عند درجة (750 ˚C) لمدة نصف ساعة .

5- اخرج الجفنة من الفرن واتركها تبرد، ثم زن الجفنة مع الرماد المتبقي داخلها، ان الفرق بين وزن الجفنة مع النموذج بعد الحرق ووزن الجفنة فارغة يمثل وزن الرماد، مقسوماً على الوزن الكلي للنموذج، مضروباً 100% = النسبة المئوية للرماد .

$$\text{النسبة المئوية للرماد} = \frac{\text{وزن الجفنة مع الرماد – وزنها فارغة}}{\text{الوزن الكلي للنموذج}} \times 100\%$$

2 – 5 – 8 بطاقة التمارين

اسم التمرين : تجربة الامتزاز

اولا :الاهداف التعليمية

ليكون الطالب قادرا على اعادة تنشيط زيوت التزييت الفاقدة لخواصها الفيزيائية والكيميائية بمادة البنتونايت والتخلص من الشوائب بامتزازها.

ثانيا : التسهيلات التعليمية(أدوات, ومواد, وأجهزة)

1 - زيت محرك مستهلك بعد التشغيل .

2 - مستلزمات اجراء تجارب اللزوجة الديناميكية، الكثافة، نقطة الانسكاب، نقطة الوميض، الرقم الحامضي (pH) ومحتوى الرماد.

3 - بنتونايت (يجهز من وزارة الصناعة والمعادن/ الشركة العامة للمسح الجيولوجي والتعدين). الحجم لحبيبات (200 mesh).

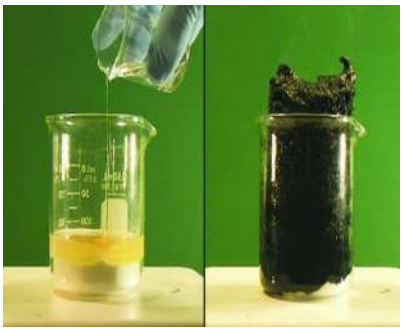
4 - فرن كهربائي.

5 - جهاز لطرد مركزي.

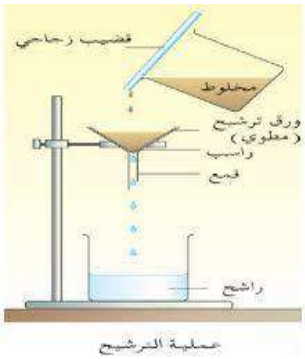
6 - ورق ترشيح .

7 – دورق مخروطي .

ثالثا :خطوات العمل (النقاط الحاكمة، ومعيار الاداء، والرسومات)

ت	خطوات العمل (النقاط الحاكمة ، ومعيار الأداء)	الرسومات
1	ارتد بدلة العمل (الصدرية). ثم حضر الأدوات المطلوبة والمواد الكيميائية.	
2	سخن 1 لتر من الزيت المستهلك لمدة ساعة واحدة وبدرجة 45 -35 °C . ثم حضر حامض الكبريتيك (2M) ثم خففه بالماء بنسبة (1 : 5).	

3	اطحن البنتونايت ليكون حجمه الحبيبي (200 mesh) .	
4	اخلط (75 gm) من البنتونايت (المادة المازة) مع (750 ml) من حامض الكبريتيك المخفف خلطا جيدا لغرض تنشيطه ثم اغسل المزيج عدة مرات بالماء إلى ان يصبح الماء متعادلا (pH 7) .	
5	جفف المزيج بدرجة (70 °C) لمدة ثلاث ساعات في فرن كهربائي.	
6	اعد طحن الناتج المجفف (البنتونايت المنشط).	

7	خذ (100 ml) من الزيت وضعه في كاس زجاجي واضف اليه البنتونايت.	
8	اخلط الزيت والبنتونايت بدرجة حرارة (60 $^{\circ}$C) وبسرعة مزج 600 rpm لمدة (30 min).	
9	استخدم جهاز الطرد المركزي لإجراء عملية الفصل حيث ينفصل المزيج إلى طبقتين، الطبقة العلوية الرائقة التي تمثل الزيت المعالج والطبقة السفلية العكرة التي تحتوي على البنتونايت المترسب مع الشوائب التي ذكرناها سابقا من الزيت.	
10	افصل الطبقة العلوية الرائقة عن السفلية بالصب ومن ثم ترشيحها بواسطة ورق ترشيح، خذ الزيت المرشح ، ثم عين نسبة الرماد فيه.	 عملية الترشيح

طريقة ايجاد النسبة المئوية للرماد

1	ارتد بدلة العمل (الصدرية).	
2	زن جفنة خزفية فارغة ونظيفة وسجل وزنها.	
3	خذ (2 gm) من نموذج الزيت المراد فحصة وضعه في جفنة خزفية .	
4	احرق النموذج بواسطة مصباح بنزن واترك الجفنة على اللهب إلى حين احتراق النموذج بالكامل، توقف بانتهاء تصاعد الدخان منها، ثم اتركها تبرد.	

5	ضع الجفنة في فرن الكهربائي عند درجة (750 °C) لمدة نصف ساعة.	
6	اخرج الجفنة من الفرن واتركها تبرد, ثم زن الجفنة مع الرماد المتبقي داخلها، ان الفرق بين وزن الجفنة مع النموذج بعد الحرق ووزن الجفنة فارغة يمثل وزن الرماد، مقسوماً على الوزن الكلي للنموذج، مضروباً 100% = النسبة المئوية للرماد . **النسبة المئوية للرماد** = $\frac{\text{وزن الجفنة مع الرماد–وزنها فارغة}}{\text{الوزن الكلي للنموذج}} \times 100\%$	

أسئلة

س1 : عرف الامتزاز، وما العوامل المؤثر على عملية الامتزاز ؟
س2 : اذكر اهداف عملية تدوير الزيوت المستهلكة؟
س3 : اذكر استخدامات الزيوت المكررة؟
س4 : ما المقصود بعملية إعادة تدوير الزيوت؟
س5 : اذكر محتويات الزيوت المستهلكة؟ وما هو مصدر الفلزات فيها؟
س6 : ماهو دور البنتونايت في عملية اعادة التدوير؟
س7: كيف تتم عملية تنشيط البنتونايت؟

2 – 6 اسم التجربة: الترشيح الاطاري

الهدف

تمكين الطالب من اتقان الخطوات العملية للترشيح الاطاري وتحقيق النتائج، بما يعزز المفهوم النظري للتجربة المتمثل بأهمية الترشيح في العمليات الصناعية، واهمية الترشيح في وحدات التشغيل التي لا يمكن الاستغناء عنها او تجاوزها وحساب المقاومة النوعية، ومسامية المواد الصلبة المترسبة (الكيك)، ومقاومة وسط الترشيح مختبريا اثناء مرور محلول خلال مرشح ذي الالواح.

2 – 6 – 1 النظرية

الترشيح هو عملية فصل مادة صلبة عالقة من محلول بأمراره خلال وسط مسامي يسمح بمرور السائل ولا يسمح بمرور المادة الصلبة من خلاله.

تسمى المواد التي تمر خلال وسط الترشيح (الراشح Filtrate)، وتسمى المادة الصلبة التي لا تمر من 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 عالي او متخلخل، حيث تترسب المادة الصلبة على الوسط المسامي، الذي يمر السائل من خلاله. يحتوي السطح المسامي على ثقوب اصغر قطرا من دقائق المادة الصلبة العالقة في المحلول. ان المادة الصلبة سوف تترسب بشكل طبقة (تدعى الكيك)، وبازدياد معدل الترشيح سوف يزداد سمك طبقة الكيك وبالتالي تزداد مقاومة الجريان وعند ذلك يجب ازالة طبقة الكيك باستمرار.

ان الكيك الناتج الرئيسي قد يكون هو المطلوب, لذلك يجب ان يتم الحصول عليه بشكل كامل دونما فقدان, وفي احيان اخرى يكون المحلول المترشح هو الناتج الرئيسي المطلوب، لهذا تغسل طبقة الكيك جيدا بمذيب مناسب.

تستعمل عملية الترشيح بالصناعة النفطية بصورة رئيسية في وحدة ازالة الشمع لإنتاج زيوت التزيت.

2-6-2 مواصفات وسط الترشيح

أدناة المواصفات الرئيسة لوسط الترشيح:

1- ان يكون مصنوع من مادة مقاومة لفعل تآكل المائع (سائل او غاز) يسمح بنفاذ المحلول النقي فقط ويمنع مرور المواد العالقة.
2- لا يساعد على حدوث تفاعل كيمياوي مع المحلول.
3- لا يعيق مرور وجريان المحلول من خلاله, ورخيص الثمن .
4- له القابلية على تكوين طبقة ذات سمك معين من المادة المترسبة بعد مدة من العملية.
5- ان يكون سطحه املس وناعم لتسهيل ازالة الكيك.

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

اولا : مقاومة القناة التي تربط الالواح ببعضها.
ثانيا : مقاومة المادة الصلبة المترسبة (الكيك).
ثالثا : مقاومة وسط الترشيح.

2 – 6 – 3 انواع المرشحات

تصنف المرشحات حسب طريقة التشغيل إلى نوعين وهي المستمرة والمتقطعة، وأدناه الفرق بين النوعين :

1- المستمر يستعمل للحصول على انتاج عالٍ من سطح الترشيح مع اقل ضغط، اما المُتقطع يستعمل للحصول على انتاج بسيط مع ضغط عالٍ.
2- تدخل مادة التغذية بصورة مستمرة ونحصل على انتاج بشكل مستمر، اما المُتقطع فتدخل المادة المغذية بصورة متقطعة.
3- يتم اخراج طبقة الكيك بطرق فيزيائية بسيطة، اما المُتقطع فيتم اخراج طبقة الكيك بصعوبة.
4- يكون اخذ النماذج بسهولة، اما المُتقطع يكون اخذ النماذج بصعوبة.

جهاز الترشيح ذو الالواح:-

ان جهاز الترشيح المُتقطع (يعمل على شكل وجبات), مكون من مجموعة من الالواح مصممة لتكوّن وحدة متصلة تتجمع عليها المادة الصلبة، وهذه الالواح مُغطاة بواسطة وسط الترشيح (قماش). ويدخل المحلول المُحضر من وعاء الضغط إلى الالواح تحت ضغط اعلى من الضغط الجوي، إذْ 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 (2-10).

الشكل (2-10) جهاز ترشيح ذو الالواح

2 – 6 – 4 الأدوات والاجهزة المستعملة

1- جهاز الترشيح ذو الالواح مع ملحقاته (قماش الترشيح، وحوض المحلول، ومضخة، والتوصيلات المطاطية، وخلاط).
2- كأس زجاجي سعة (1 L).

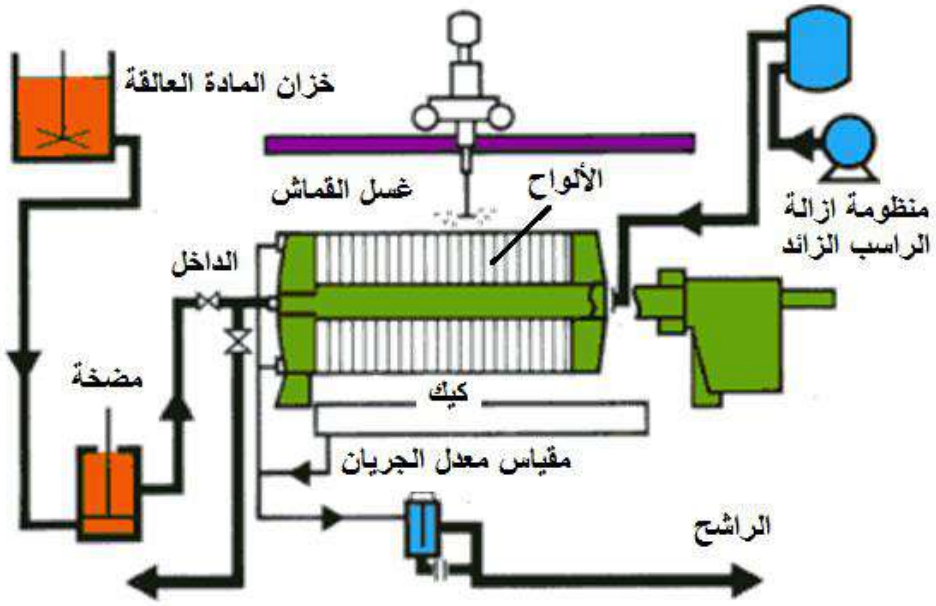
2– 6 – 5 المواد المستعملة

كربونات الكالسيوم ($CaCO_3$) .

2– 6 – 6 خطوات العمل

حضر محلول عالق من كربونات الكالسيوم بتركيز 10%، وضعه في وعاء الضخ ثم اخلط المحلول بواسطة الخلاط.

1- ضع قماش الترشيح بين الالواح وترصف الالواح على بعضها البعض وتُشد بواسطة اللولب الجانبي بحيث تكون وحدة متصلة يمر من خلالها المحلول.
2- -اغلق الحوض واربط التوصيلة التي يمر الهواء بواسطتها من المضخة بحيث يكون الضغط داخل الحوض ثابتا.
3- شغل الجهاز عندئذ ينسحب المحلول من الحوض إلى الالواح فتبدأ المادة الصلبة بالترسب على وسط الترشيح (القماش)، اما الراشح فيمر من خلالها ويأخذ دورته خلال الالواح، ثم يخرج من فتحة الخروج والشكل (2-11) يوضح الاجزاء الكاملة للجهاز.



شكل (2-11) جهاز الترشيح ذو الالواح (منظومة كاملة)

4- أحسب زمن تجمع حجم معين من الراشح لعدة مرات، ثم استمر بالعملية إلى ان ينتهي كل المحلول من الحوض.
5- أوقف العملية ثم نظف الاجهزة جيداً.
6- رتب النتائج في جدول (1) كالاتي :

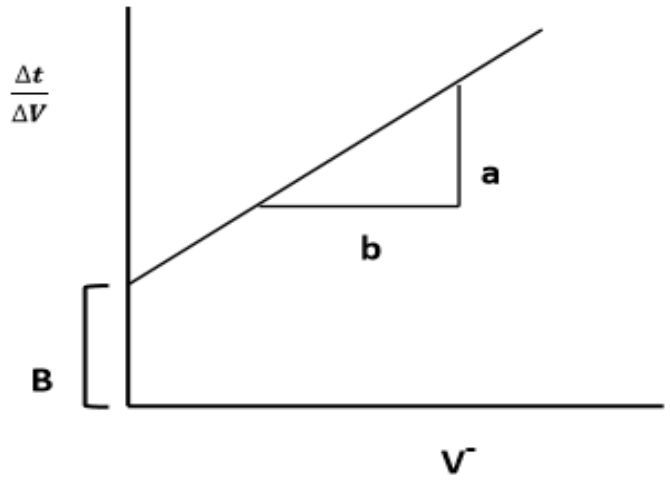
جدول النتائج والحسابات (1)

V (lit)	t (sec)	$\Delta V=V_2-V_1$ lit	$\Delta t=t_2-t_1$ Sec	$\bar{V}=\frac{V1+V2}{2}$ lit	$\frac{\Delta t}{\Delta V}$

إذْ أنْ :

t = الزمن (sec)
V= حجم الراشح (الماء) lit
ارسم العلاقة بين $\Delta t / \Delta V$ و ($\bar{V}$) سوف تحصل على خط بياني كما موضح في الشكل ادناه

الميل $Kp=\frac{a}{b}$



اولاً: حساب المقاومة النوعية (α) للكيك (cake) (الراسب)

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

إذْ أنْ :

Kp= ثابت (يمثل الميل للعلاقة ما بين $\Delta t/\Delta V$ ، $(\bar{V})$

C (g /L) = تركيز المحلول

μ (g /sec.cm) = 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 ($1kg.m / N.Sec^2$)

ثانياً: حساب مقاومة وسط الترشيح

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

ملاحظة/ يجب الانتباه إلى استخدام معاملات التحويل المناسبة بغية توحيد وحدات القياس.

حيث أنْ :

B = ثابت من الرسم البياني

Rm = مقاومة وسط الترشيح (1/m).

ثالثاً: حساب المسامية

المسامية (Porosity) = $\frac{\text{حجم الفراغات}}{\text{الحجم الكلي}}$ للمواد الصلبة المترسبة (الكيك)

الحجم الكلي = الطول × العرض × الارتفاع

حجم الفراغات = وزن الماء المُتبخر = حجم الماء المُتبخر

رابعاً: حساب زمن الترشيح

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

$$\int dt = K_P \int_{V_1}^{V_2} dv + B \int_{V_1}^{V_2} dv$$

بتكامل المعادلة أعلاه وتعويض حدود التكامل (0-t) و(v_2-v_1) نحصل على العلاقة:

$$t = Kp\,(v_2 - V_1) + B\,(v_2 - v_1)$$

إذْ أنْ:

t (sec) = الزمن
V (L) = حجم الماء
B, Kp= ثوابت

مثال توضيحي :

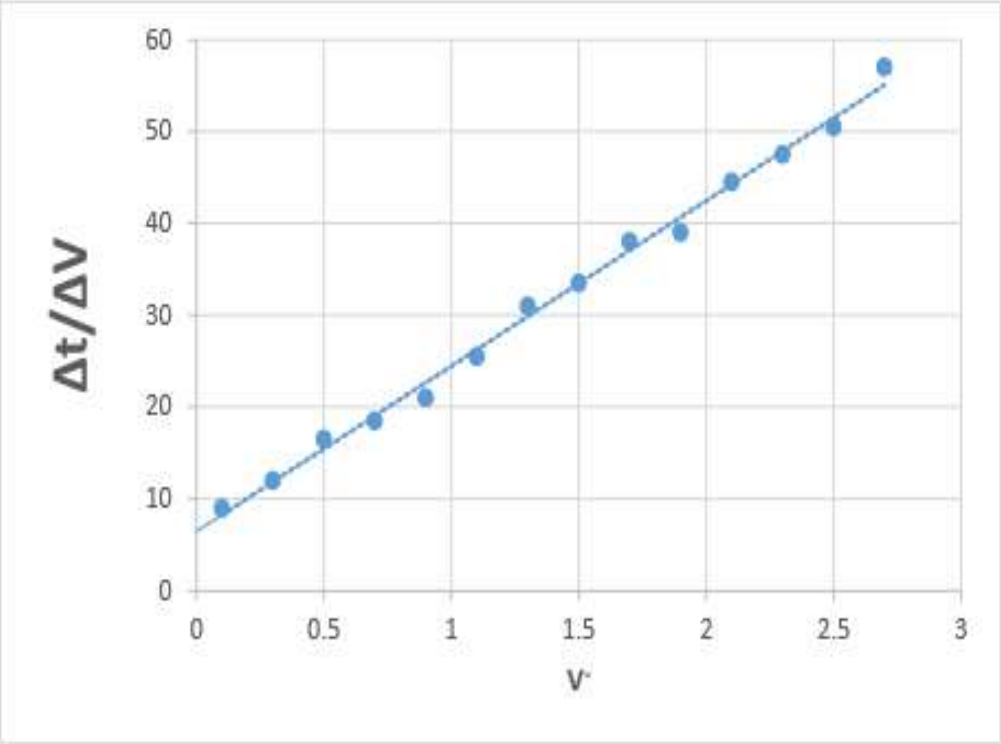
تحت ضغط مقداره (3 atm) تم ترشيح محلول لكاربونات الكالسيوم في جهاز ترشيح ذي الالواح, وبعد الانتهاء من عملية الترشيح انخفض الضغط إلى (1 atm)، علما ان الحجم الكلي للمحلول المراد ترشيحه كان (21 L) وأدناه البيانات التي تم الحصول عليها اثناء اجراء عملية الترشيح, ومن خلال البيانات يقوم الطالب بإجراء الحسابات الخاصة بالتجربة ورسم الخطوط البيانية مع استخراج قيمة B و Kp، لزوجة الماء (μ) =1(sec.cm/g)، g_c =9.8 s^2/m.

0.2	0.4	0.6	0.8	1	1.2	1.4	v(L)
1.8	4.2	7.5	11.2	15.4	20.5	26.7	t(Sec)
1.6	1.8	2.0	2.2	2.4	2.6	2.8	v(L)
33.4	41	48.8	57.7	67.2	77.3	88.7	t(Sec)

الحل :

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

نرسم العلاقة بين($\Delta t/\Delta v$) و($\bar{V}$) ونقوم بتحديد النقاط, ثم نرسم خط يمر بالنقاط المرسومة ويكون بأقل ميل ممكن وليس من الضرورة ان يمر بجميع النقاط حيث تكون هناك نقاط تحت وفوق الخط المار ويجب أن تكون مجموع المسافات العمودية بين الخط المار والنقاط الموجودة فوق الخط مساوية تقريباً إلى 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. اما ميل هذا الخط يمثل Kp=(a/ b), ويتم حسابه بتحديد نقطتين على الخط واسقاط تلك النقطتين على المحور العمودي والمحور الافقي ورسم مثلث لإستخراج قيمة a و b، حيث كانت قيمة Kp من الرسم البياني تساوي 18.

2-6-7 بطاقة التمارين

اسم التمرين : الترشيح الاطاري

اولا :الاهداف التعليمية

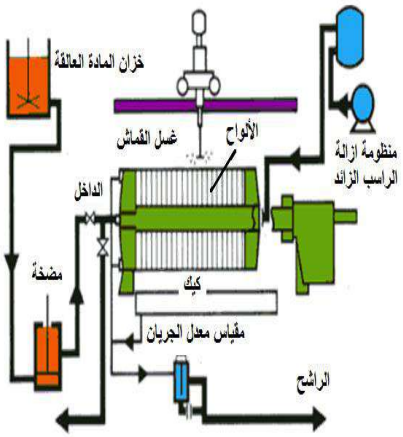
بعد الانتهاء من اجراء التجربة يكون الطالب قادرا على حساب المقاومة النوعية للمواد الصلبة المترسبة (الكيك)، ومقاومة وسط الترشيح اثناء مرور محلول خلال مرشح، ومسامية الكيك وفي المختبر.

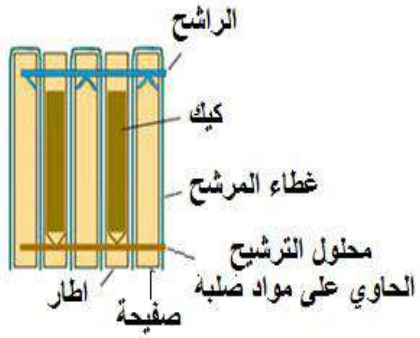
ثانيا :التسهيلات التعليمية (مواد، وادوات، وأجهزة)

جهاز ترشيح ذو الالواح مع ملحقاته (حوض ماء، ومضخة ماء،و ضاغطة، وخلاط، وتوصيلات مطاطية (انابيب)، وقماش ترشيح، ومحلول عالق (كربونات الكالسيوم)

ثالثا : خطوات العمل (النقاط الحاكمة، ومعيار الاداء، والرسومات)

ت	خطوات العمل (النقاط الحاكمة، ومعيار الاداء)	الرسومات
1	ارتد بدلة العمل (الصدرية).	
2	حضر محلول من كاربونات الكالسيوم بتركيز 10% وضعه في وعاء الضغط ثم اخلط 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. واحسب حجم الراشح عند هذا الزمن.	

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

أسئلة

س 1: عرف ما يأتي : الترشيح، الكيك, السطح المسامي ؟
س 2: لماذا يقل الراشح بمرور الزمن الترشيح مع ان الضغط ثابت؟
س 3: ما هي مواصفات وسط الترشيح ؟ عددها وبين فائدتها ؟
س 4: ما هي المقاومات التي يتعرض لها الراشح؟
س 5: ماهي انواع المرشحات اذكرها ؟ ثم قارن بينها ؟

2 – 7 اسم التجربة : التجفيف

الهدف

تمكين الطالب من إتقان الخطوات العملية من عملية التجفيف، وتحقيق النتائج بما يعزز المفهوم النظري للتجربة المتمثل بأهمية عملية التجفيف كواحدة من عمليات التخلص من الماء، في انتقال المادة والحرارة للمواد لتحقيق ما يأتي :

1 – تقليل كلفة النقل.

2 – لجعل المادة مناسبة اكثر في عمليات التداول والحفظ (الخزن).

3 – لتجنب وجود الرطوبة التي تسبب التآكل.

4 - لتحسين خواص المنتوج ولتثبيت طبيعة الجريان الحر للمادة.

2 – 7 – 1 النظرية

التجفيف هو عملية التخلص من اكبر كمية من السائل الموجود في المادة الصلبة الرطبة لاختزال نسبة السائل إلى اقل قيمة مناسبة او خفض مستوى الرطوبة للمادة مع المحافظة قدر الامكان على صفاتها وخواصها.

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

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

2 – 7 – 2 تعاريف اساسية

- رطوبة المادة المنسوبة إلى وحدة الكتلة من المادة الجافة (X)

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

- رطوبة المادة المنسوبة إلى وحدة الكتلة من المادة الرطبة (Y).

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

- رطوبة الاتزان (X_e): وهي رطوبة الجسم في حالة التوازن التي يتوقف عليها التجفيف والتبخير.
- الرطوبة الحرة: (تمثل كمية الماء التي تمتلكها المادة الزائدة عن رطوبة الاتزان وهي الرطوبة التي يمكن تبخيرها وازالتها من المادة الرطبة (X_e-X).

• معدل التجفيف (R_d): يعرف على انه كمية الماء المتبخر في وحدة الزمن من وحدة مساحة السطح الرطب المعرض للتجفيف.

$$R_d = \frac{\Delta \times}{A.\Delta t}$$

إذْ أن:

A = مساحة السطح المعرض للتجفيف.

ΔX = تغير الرطوبة .

T = زمن التجفيف.

ومن نتائج التجربة يمكن الحصول على مُنحنٍ يبين العلاقة بين رطوبة المادة وزمن التجفيف كما في الشكل (2-12).

ان مصطلح التجفيف لا يعود بالضرورة على ازالة كمية قليلة من الماء فقط, لان المواد الصلبة قد تحتوي على سوائل اخرى غير الماء يجب ازالتها, ولكن جرت العادة على اعتبار التجفيف هو ازالة الماء من المواد الصلبة لاحتوائها على رطوبة مائية هو الاكثر شيوعا في الصناعة.

بصورة عامة فان ازالة الرطوبة يمكن ان تتم بعدة طرق وهي :

1 – الطريقة الميكانيكية: مثل الطرد المركزي والترشيح، والعصر وهي طرق رخيصة ولكن بعد إجرائها تبقى المادة تحتوي على نسبة عالية من الرطوبة.

2 – الطرق الفيزيائية والكيمياوية: وذلك باستعمال مواد تمتص الرطوبة وهي غير ملائمة للأغراض الصناعية.

3- الطرق الحرارية: ويتم خلالها ازالة الرطوبة بالتسخين المباشر او بإمرار غازات ساخنة او باستعمال الاشعة تحت الحمراء وهذه العملية تتضمن انتقال للحرارة والمادة.

تعاريف لبعض المصطلحات

الرطوبة :

الرطوبة الجوية؛ هي ببساطة كمية بخار الماء العالقة في الهواء. والبخار: هو الحالة الغازية للماء. مع ازدياد حرارته يتمكن الهواء من احتواء المزيد من بخار الماء، لان حركة الجسيمات في درجات حرارة عالية تمنع حدوث التكاثف .

الرطوبة المطلقة للهواء: هي كمية الماء التي يحتويها ($1\ m^3$) من الهواء الرطب (حيث ان بخار الماء يتوزع بصورة متساوية في حجم الهواء الذي يحتويه)، والرطوبة المطلقة تساوي كثافة بخار الماء تحت الظروف نفسها وتقاس بوحدة Kg/m^3 .

الرطوبة النسبية :

هي النسبة بين كمية بخار الماء في الهواء وكمية بخار الماء الذي يستطيع الهواءحمله عند درجة التشبع .

الرطوبة النوعية :

ويقصد بها كتلة بخار الماء الموجود في كتلة معينة من الهواء المكون من مواد جافة وبخار الماء، ومن المعروف عنها انها لا تتأثر بالتغير بدرجة الحرارة والكثافة.

نقطة الندى :

هي درجة الحرارة التي يبدأ عندها تكثف بخار الماء وظهور قطرات الماء عندما يبرد الهواء .

تجفيف السوائل :

تحتاج السوائل العضوية الرطبة للتجفيف، وذلك لمنع التآكل وتكوّن الثلج الذي يمكن ان يغلق الخطوط الناقلة للسوائل وتجفف السوائل باستعمال طرق انتقال المادة المختلفة مثل؛ التقطير او التعرية او الامتزاز او عملية التجميد.

تجفيف الغازات :

ان بخار الماء يكون غير مرغوب به في مجرى الغاز، وتجفف الغازات باستعمال طرق عديدة مثل التبريد (تبريد الغاز فيتكثف الماء)، او باستعمال العوامل المجففة الصلبة الماصة للرطوبة مثل كلوريد الكالسيوم والسيلكا جيل او استعمال المواد المجففة السائلة مثل الكلايكول (الذي يمتص الرطوبة)، او باستعمال عملية الامتزاز وغيرها من الطرق.

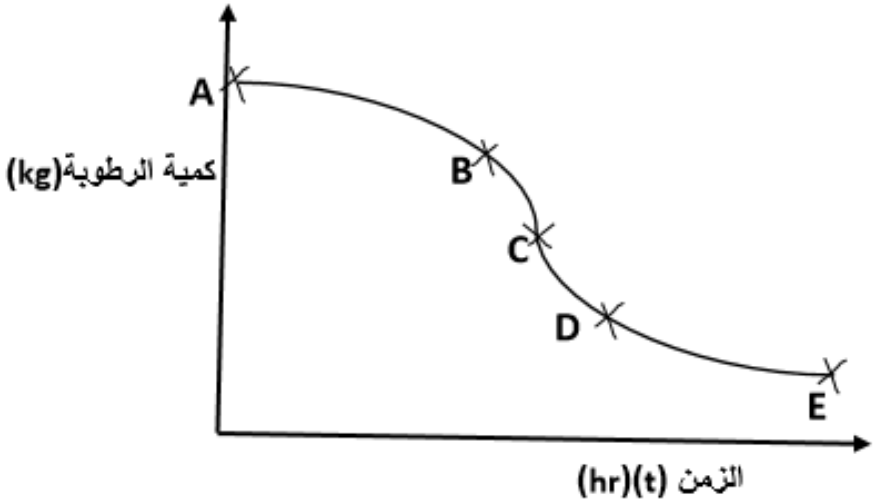
2 – 7 – 3 اجهزة التجفيف

تصنف اجهزة التجفيف بحسب طريقة انتقال الحرارة وبحسب الخواص الفيزيائية للمادة الرطبة وطريقة وضعها بالمجفف، وتقسم المجففات إلى مجففات مباشرة وغير مباشرة وكل منها يمكن ان يعمل بصورة مستمرة او متقطعة.

2 – 7 – 4 المجففات السطحية او ذات الصواني

يحتوي المجفف على عدة صواني او صفائح لوضع المادة عليها، المطلوب تجفيفها، ثم يمرر الهواء الساخن على تلك الصواني فيحمل بخار الماء معه بعيدا عن النظام، وعندما تصبح المادة جافة تماما تخرج الصواني, ثم يتم ادخال وجبة جديدة من الصواني التي تحتوي على مواد رطبة، ويمكن ان تتم العملية بصورة مستمرة وذلك بإدخال الصواني التي تحوي مواد رطبة من احد طرفي المجفف لتستلم جافة من الطرف الاخر، حيث تحمل الصواني على حزام ناقل متحرك وتوضع المادة الصلبة بشكل طبقة رقيقة على منخل ليتمكن الغاز ان يتخللها مما يعجل عملية التجفيف، ويمكن ان توضع المراوح خارجا وتتصل بقناة ويوجد منظم يقوم بتنظيم تدوير الهواء، ويجب ترك مسافات لمرور الهواء خلال المادة المطلوب تجفيفها.

ونتيجة تدوير الهواء بكميات كبيرة فان رطوبة الهواء داخل المجفف ترتفع مقارنة بالهواء خارج المجفف وعند استعمال حرارة عالية يتم الحصول على رطوبة مئوية قليلة ومعدلات تجفيف اسرع، ويجب ان يعزل المجفف جيدا وذلك لمنع تكثف الرطوبة على الجدران وكذلك للحفاظ على الحرارة من التسرب.



الشكل (2-12) مُنحنٍ يبين العلاقة بين رطوبة المادة وزمن التجفيف

إذْ 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 مُنحنٍ معدل التجفيف ان هنالك جزئيين، الجزء الاول يمثل مرحلة التجفيف بمعدل ثابت والجزء الثاني يمثل مرحلة التجفيف بمعدل متناقص.

وفيما أدناه شرح للمراحل المذكورة

2 – 7 – 5 مرحلة التجفيف بمعدل ثابت

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

2 – 7 – 6 مرحلة التجفيف بمعدل متناقص

عندما تختزل رطوبة الجسم إلى القيمة الحرجة (الرطوبة الحرة)؛ فإن الغشاء السائل المتكون على السطح يبدأ بالاختزال نتيجة للتبخر بحيث ان الاستمرار في التجفيف يؤدي إلى تكوّن مواضع جافة على السطح وتزداد المساحة المشغولة بهذه المواضع الجافة باستمرار التجفيف، وهذا يؤدي إلى انخفاض معدل التجفيف الذي يحسب بالنسبة إلى 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)، في النقطة (D), تكون طبقة السائل التي تغطي السطح قد تبخرت واذا استمر التجفيف فإن 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 إلى ان تصل النقطة (E) وعندما تصل رطوبة المادة إلى رطوبة الاتزان فإن التجفيف يتوقف.

2 – 7 – 7 الأدوات والاجهزة المستعملة

1 – مجفف كهربائي.
2 – صواني عدد 2.
3 – ميزان حساس.
4 – محرار.

2-7- 8 المواد المستعملة

1- رمل (ناعم ، وخشن)
2- ماء.

2-7-9 خطوات العمل

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

1- زن الصينية وهي فارغة ونظيفة وجافة وليكن وزنها (W).
2- زن الصينية بعد ملئها بالمادة الصلبة (الرمل) الجافة وليكن وزنها الجديد (W_1).
3- ضع وزن معين من الماء على الرمل في الصينية ويخلط جيدا وتقاس درجة حرارة الخليط بالمحرار (يجب ان تكون نفس درجة حرارة منظم المجفف).
4- ادخل الصينية إلى داخل المجفف وابدأ بحساب الزمن من نفس اللحظة، كما في الشكل (2-13).

الشكل (2-13) مجفف ذو الصواني

5- اخرج الصينية على فترات محدودة (كلما ترتفع درجة الحرارة 30 °C) من المجفف, ثم زنها وتعاد إلى المجفف, وهكذا إلى ان تجف المادة الصلبة ويثبت وزن الصينية ومحتوياتها.

6- ثبت القراءات والاوزان في جدول كالاتي :

زمن التجفيف (min)	**وزن النموذج الاول (الناعم) (gm)**	**وزن النموذج الثاني (الخشن)** (gm)

7- طبق القانون التالي :

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

8- ارسم المنحني يوضح العلاقة بين نسبة الرطوبة والزمن.

تمرين عملي

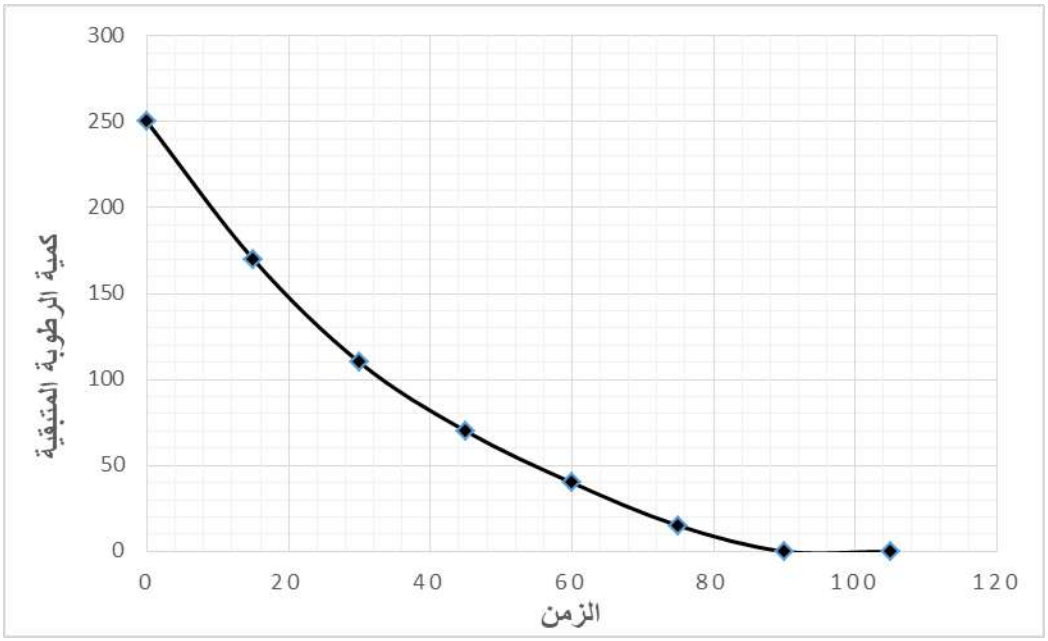
في تجربة لإيجاد معدل التجفيف لمادة صلبة (رمل) في صواني وجد ان وزن الصينية فارغة (500 g) ووزنها مع المادة الصلبة (1500 g) ووزن الصينية وبها المادة الصلبة والماء (1750 g)، علما ان مساحة الصينية ($900\ cm^2$) وبعد اجراء التجربة وجدت النتائج كما مبين في الجدول الاتي :

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

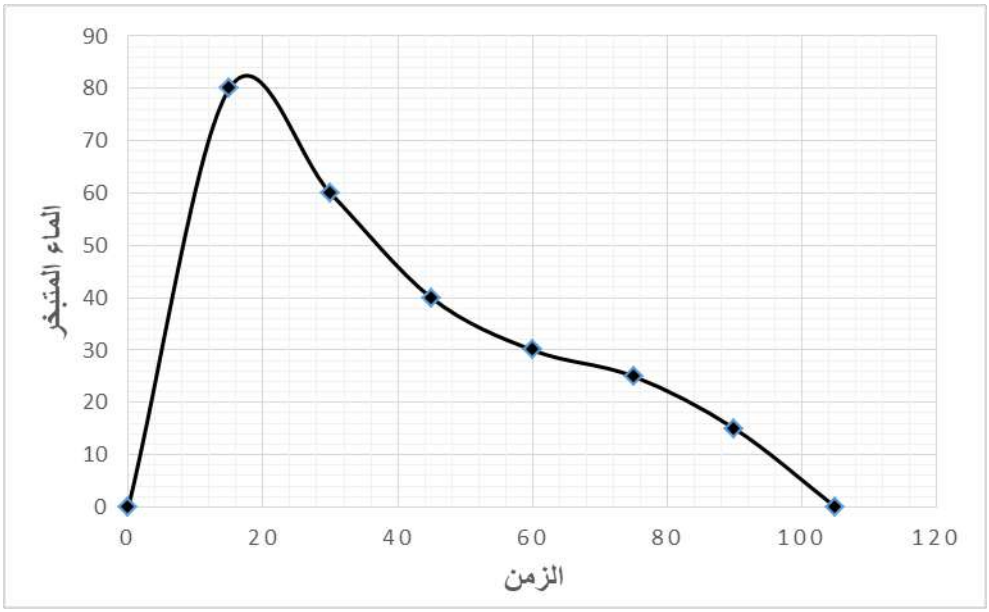
ارسم العلاقة بين نسبة الرطوبة والزمن وكذلك العلاقة بين الماء المتبخر والزمن، واحسب معدل التجفيف بين كل قراءتين.

الحل :

نرسم العلاقة بين كمية الرطوبة المتبقية 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 الفترة الاولى (0 -15 min)

$$\text{معدل التجفيف} = \frac{80}{(15-0)\times 900} = 0.006 \quad g/\ min\ .cm^2$$

معدل التجفيف خلال الفترة الثانية (30 - 15 min)

$$= \frac{60}{(30-15)\times 900} = 0.0044 \quad g/\ min\ .cm^2$$

معدل التجفيف خلال الفترة الثالثة (45-30 min)

$$= \frac{40}{(45-30)\times 900} = 0.003 \quad g/\ min\ .cm^2$$

معدل التجفيف خلال الفترة الرابعة (60-45 min)

$$= \frac{30}{(60-45)\times 900} = 0.0022 \quad g/\ min\ .cm^2$$

معدل التجفيف خلال الفترة الخامسة (75-60 min)

$$= \frac{25}{(75-60)\times 900} = 0.00185 \quad g/\ min\ .cm^2$$

معدل التجفيف خلال الفترة السادسة (90-75 min)

$$= \frac{15}{(90-75)\times 900} = 0.0011 \quad g/\ min\ .cm^2$$

معدل التجفيف خلال الفترة السابعة (105-90 min)

$$= \frac{0}{(105-90)\times 900} = 0 \quad g/\ min\ .cm^2$$

2 – 7 – 10 بطاقة التمارين

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

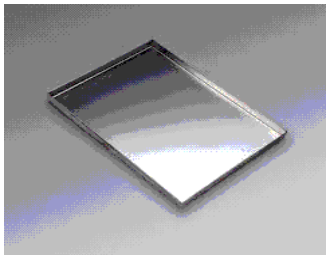
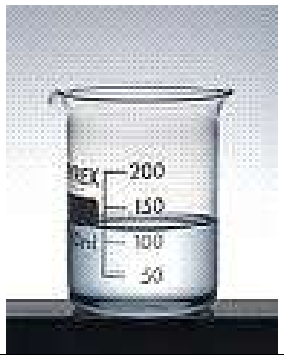
اولا :الأهداف التعليمية

بعد الانتهاء من إجراء التجربة يكون الطالب قادرا على معرفة تجفيف المواد الصلبة ومعرفة فائدة التجفيف ورسم منحي العلاقة بين نسبة الرطوبة وزمن التجفيف مختبريا .

ثانيا : التسهيلات التعليمية (مواد، وأدوات، وأجهزة)

مجفف كهربائي, صواني عدد 2، وميزان، ومحرار، ورمل ناعم، ورمل خشن.

ثالثا : خطوات العمل (النقاط الحاكمة ،ومعيار الاداء ، والرسومات)

	خطوات العمل (النقاط الحاكمة ، ومعيار الأداء)	الرسومات
	خذ نموذجين من الرمل أحدهما ناعم والاخر خشن وكل نموذج اجرِ عليه التالي	
1	زن الصينية وهي فارغة ونظيفة وجافة وليكن وزنها (W_1).	
2	زن الصينية بعد ملئها بالمادة الصلبة (الرمل) الجافة وليكن وزنها (W_1).	
3	ضع وزن معين من الماء على الرمل في الصينية ويخلط جيدا وتقاس درجة حرارة الخليط بالمحرار.	

<table>
<tr><td>4</td><td>ادخل الصينية إلى داخل المجفف.</td><td> </td></tr>
<tr><td>5</td><td>ابدأ بحساب الزمن، اخرج الصينية من المجفف بفترات محددة مثلا كل 15 دقيقة (او كلما ترتفع حرارة المجفف 30 °C) ثم زنها وتعاد إلى المجفف وهكذا إلى ان تجف المادة الصلبة (يثبت وزن الصينية).</td><td> </td></tr>
<tr><td>6</td><td>ثبت القراءات والاوزان في جدول كالاتي :
<table><tr><td>زمن التجفيف min</td><td>وزن النموذج الاول (الناعم) gm</td><td>وزن النموذج الثاني الخشن) gm</td></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
ثم ارسم المنحني بين نسبة الرطوبة والزمن.</td><td></td></tr>
</table>

أسئلة

س 1 :عرف عملية التجفيف ومالهدف منها؟

س 2 : ما المقصود بمعدل التجفيف (R_d) وكيف يتم حسابه؟

س 3 : عدد طرق ازالة الرطوبة؟

س 4 : اذكر مع الشرح مراحل التجفيف ؟

س 5 : ما المقصود بـ :- الرطوبة النسبية، نقطة الندى، رطوبة الاتزان.

2 – 8 اسم التجربة : تحضير المنظفات السائلة

الهدف

تمكين الطالب من اجراء الخطوات العملية للتجربة بدقة عالية، وتحقيق النتائج بما يعزز المفهوم النظري للتجربة المتمثل بدقة وزن المواد المتفاعلة لتحضير منظف ذي مواصفات ممتازة (سرعة في التنظيف رغوه عالية ولا يؤثر على الجلد)، واهمية ذلك تستند على ضبط حامضية وقاعدية المنظف السائل ph ، بعد الانتهاء من عملية التحضير للسيطرة على نوعية المنتج خاصة في العمليات الصناعية الواسعة وفي انتاج نوعيات مختلفة ومهمة في الصناعة للاستخدام الامثل في عمليات التنظيف .

1-8-2 النظرية

تعتبر المنظفات السائلة أكثر المواد استعمالاً في عمليات التنظيف و الاستخدام البشري ، فمنها ما يستعمل لتنظيف الأرضيات ،الصحون ،السيارات و منها ما يستعمل لتنظيف الجسم والبشرة ، و أنواع اخرى لتنظيف وغسل فروة الشعرو جميع المنظفات السائلة بأنواعها تشترك باستعمال نفس المكونات ، حامض السلفونيك و قاعدة هيدروكسيد الصوديوم و لكن تختلف بالإضافات الأخرى .

حيث يتم تفاعل حامض السلفونيك اوالكيل حامض السلفونيك مع هيدروكسيد الصوديوم NaOH مكوناً المادة الفعالة في التنظيف و هي بنزين سلفونات الصوديوم و الماء ، و هو تفاعل متعادل .

وتكون معادلة التفاعل كما يأتي:

حامض السلفونيك هيدروكسيد الصوديوم بنزين سلفونات الصوديوم ماء

ويمكن استخدام الكيل حامض السلفونيك حيث يكون أكثر فعالية للمنظف الناتج اذ انه يعمل على زيادة المادة الفعالة و بالتالي يزيد من الرغوة و التنظيف .

2 – 8 – 2 الأدوات والاجهزة المستعملة

1- كأس زجاجي سعة (1 L) عدد 1 .
2- كأس زجاجي سعة (500 ml) عدد 2 لغرض الأذابة .
3- كأس زجاجي سعة (100 ml)عدد 2 لغرض الوزن .
4- ساعد زجاجي .
5- ملعقة وزن .
6- ميزان حساس .
7- زجاجة ساعة .
8- ورق ph.

2-8-3 المواد المستعملة

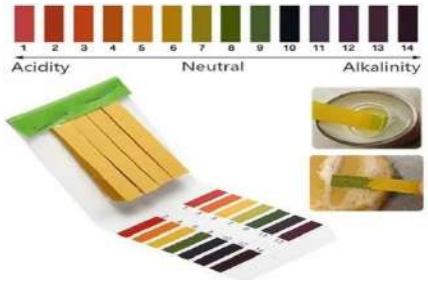
1- حامض السلفونيك $C_6H_6SO_3$.
2- هيدروكسيد الصوديوم NaOH.
3- ماء مفلتر .
4- سكر إعتيادي.
5- ملح طعام خشن NaCl.

2-8-4 خطوات العمل

1. زن (8 g) من هيدروكسيد الصوديوم (NaOH) بميزان حساس وفي كأس زجاجي سعة (100 ml) ثم ضعه جانباً .
2. زن (50 g) من حامض السلفونيك في ميزان حساس و ضعه في كأس زجاجي سعة (100 ml) و اتركه جانباً .
3. خذ كأسان زجاجيان سعة كل منهما (500 ml) ثم ضع في كل واحد منهما (250 ml) ماء مفلتر .
4. أضف محتويات الكأس في الخطوة رقم 1 (هيدروكسيد الصوديوم) الى أحد الكأسين في الخطوة رقم 3 (الماء المفلتر)، ثم ابدأ بالتحريك المستمر حتى اتمام الذوبان الى تحصل على محلول متجانس، اتركه يبرد .
5. أضف محتويات الكأس في الخطوة رقم 2 (حامض السلفونيك) الى الكـــأس الثاني من الخطوة رقــم 3 (الماء المفلتر) وبشكل تدريجي مع التحريك و المزج المستمر الى ان تحصل على محلول تام الذوبان ، و بعد اتمام عملية الذوبان انقل المحتويات الى كأس زجاجي اخر سعة (1L) وهو كأس التفاعل .
6. أضف محتويات الكأس في الخطوة رقم 4 (هيدروكسيد الصوديوم) الى الكأس اعلاه تدريجياً مع التحريك المستمر .
7. بعد الانتهاء من عملية الإضافة نقيس ph المنتج للتأكد منه ضمن الحدود المسموح بها،وإذا كان ضمن الحدود نبدأ بالإضافات الإخرى (اللون ،العطر) مع المزج يتم أضافة ملعقة صغيرة واحدة من السكر و ملعقة صغيرة من الملح الخشن المطحون الى المزيج مع الاستمرار بعملية المزج حتى الحصول على محلول متجانس ، و يترك الى اليوم الثاني و يستعمل كمنظف للاستخدام العام .

ملاحظات مهمة : -

1- يجب اختبار المنتوج باستعمال ورق ph لمعرفة درجة الحامضية و القاعدية التي يجب ان تكون بحدود ph 7 – 8 حيث يكون متعادل أو قليل القاعدي.



ورق ph : - هو علبة على شكل دفتر ورقي كما في الشكل أعلاه؛ يستخدم لقياس درجة الحامضية والقاعدية للمنتج وذلك بغمرها في المحلول ومقارنة اللون الناتج مع شريط الالوان الموجود مع كل علبة ، حيث يتحول اللون البرتقالي الفاتح (لون الورقة) الى احد الالوان التي تحمل تدريجا من (1الى 14) الذي يشير(رقم 7) الى التعادل ، اما اقل منها فحامضية ، واعلى منها فأنها قاعدية.

2- يجب استعمال ماء مفلتر أو ماء اسالة (حنفية) مغلي، نظرا لكثرة الاملاح الذائبة التي تسبب العسرة في الماء.
3- يتم الخلط بالزجاج اوالخشب او البلاستيك او الاستيل و لا يجوز استخدام الحديد او الألمنيوم .
4- يمكن استخدام اواني مصنوعة من البلاستيك بدلاً عن كأس التفاعل الزجاجي ذو سعة (1 L) لكونها لا تتأثر بالحوامض .
5- يتم أضافة السكر و الملح لزيادة الرغوة و كمادة مثخنة للمنتوج .
6- في حالة اذابة كميات كبيرة من الصودا الكاوية، يجب استعمال نظارات للعين بشرط ان يكون المكان في الهواء الطلق.

5-8-2 بطاقة التمارين

اسم التمرين : تحضير المنظفات السائلة

اولا :الاهداف التعليمية:

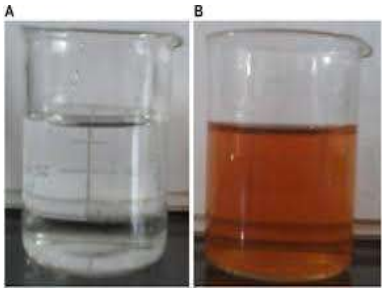
ليكون الطالب قادراً على تحضير المنظفات السائلة مختبرياً و معرفة الأوزان اللازمة في التحضير و ضبط حامضية وقاعدية المنتوج .

ثانيا :التسهيلات التعليمية (أدوات ، وأجهزة ، ومواد):

كؤوس زجاجية سعة (1 L ، 500 ml ، 100 ml) ، ميزان حساس ، ساعد زجاجي ، ورق ph، حامض السلفونيك ، هيدروكسيد الصوديوم ، ماء مفلتر ، سكر ، ملح خشن مطحون .

ثالثا : خطوات العمل (النقاط الحاكمة ، ومعيار الاداء ،والرسومات)

ت	خطوات العمل (النقاط الحاكمة ، ومعيار الأداء)	الرسومات
1	ارتد بدلة العمل (الصدرية) ثم اغسل الأدوات بالماء الاعتيادي، ويجب ان تكون جافة ونظيفة ويمكن ارتداء النظارات في حالة تحضير كميات من محلول هيدروكسيد الصوديوم .	
2	زن (8gm) من هيدروكسيد الصوديوم في ميزان حساس بواسطة كأس زجاجي سعة (500ml) ، ويترك جانباً .	
3	زن (50 gm) من حامض السلفونيك في ميزان حساس و ضعه في كأس زجاجي سعة (100 ml) **واتركه جانباً .**	

4	خذ كأسان زجاجيان سعة (500 ml) و ضع في كل منهما (250 ml) ماء مفلتر .	
5	أضف محتويات الكأس من هيدروكسيد الصوديوم الى كأس زجاجي سعة (500 ml) يحتوي علـــــــــــى (250ml) **ماء مفلتر مع التحريك المستمر ، ويترك ليبرد** .	
6	أضف محتويات الكأس من حامض السلفونيك الى الكأس الزجاجي الثاني الذي يحتوي على (250 ml) من **الماء المفلتر** تدريجياً ومع التحريك ، **ثم انقل المحتويات الى كأس سعة (1 L) .**	
7	أضف محتويات الكأس من محلول هيدروكسيد الصوديوم مع الماء المفلتر الى الكأس في الخطوة السابقة **تدريجياً مع الخلط و التحريك المستمر** .	

8	أضف **ملعقة صغيرة من السكر لزيادة الرغوة** و **ملعقة صغيرة من الملح الخشن المطحون كمادة مثخنة** للمنتوج .	

أسئلة

س1 : ما اهمية تحضير المنظفات السائلة في حياتنا اليومية؟
س2 : ما المشترك بين انواع المنظفات السائلة ؟ و بماذا تختلف ؟
س3 : أذكر معادلة تفاعل حامض السلفونيك مع هيدروكسيد الصوديوم ؟ مع تسمية الناتج
س4 : ما اهمية اضافة السكر و الملح الخشن للمنظفات السائلة ؟
س5 : يجب اختبار ph المنتج بعد الانتهاء من عملية التحضير ؟ وضح ذلك .
س6 : تكون الإضافة والذوبان ما بين المواد المتفاعلة و الماء بشكل تدريجي مع التحريك المستمر ؛ علل ذلك .

9-2 الفحوصات المختبرية على المياه المستعملة في مصافي النفط

الهدف

تمكين الطالب من إجراء الفحوصات المختبرية الأساسية للمياه الملوثة بالمخلفات النفطية وكذلك لمياه الأنهار قبل دخولها المنشأة النفطية, وبعد خروجها واعادتها الى النهر او التخلص منها كمياه خالية من الفضلات والنفايات المضرة بعد معالجتها كيميائياً او بيولوجيا.

المقدمة

برزت مشكلة التلوث النفطي بسبب التطور التقني السريع في صناعة النفط الذي نتج عنه زيادة في انتاجه، لذلك ازداد طرح النفط ومشتقاته الى البيئة لا سيما البيئة المائية. تعد المصافي النفطية من المصادر الهامة لتلوث الماء بالنفط، وذلك لان المصافي تستهلك كميات كبيرة من الماء ثم تلقيها في البحار او الانهار.

تُعد الهيدروكربونات من اهم الملوثات للبيئة المائية وتشكل المركبات الاليفاتية الجزء الأكبر فضلا عن مركبات البرافين الحلقية والمركبات العطرية والأسفلتيين والمركبات المعدنية.

تنتشر صناعة تكرير النفط في أجزاء واسعة من العراق حيث تتوزع المصافي الكبيرة والصغيرة على رقعة واسعة من الشمال حتى الجنوب، وتتباين المخلفات المطروحة من هذه المصافي حسب طبيعة وحدات المعالجة المتوفرة في المصافي ونوعها ويتم تصريف المخلفات الى حفر وبرك غير نظامية الى جانب المصفى وتطرح بعدها الى الأنهار.

الفحوصات المختبرية

وتنقسم الى

اولا : فحوصات فيزيائية

1- التوصيل الكهربائي.
2- العُكورة.
3- المواد الصلبة الذائبة الكلية.

ثانياً : فحوصات كيميائية

1- فحص تعيين الأملاح الذائبة الراشحه في الماء.
2- فحص تعيين الأملاح والمواد العالقة بضمنها مواد الغرين والطين في الماء.
3- فحص تعيين الاملاح الكبريتية في الماء (الكبريتات).
4- فحص تعيين الكلوريدات في الماء.
5- فحص تعيين الدالة الحامضية في الماء.

اولاً : الفحوصات الفيزيائية

2-9- 1 (1)- التوصيل الكهربائي

الهدف

تمكين الطالب من معرفة تأثير الاملاح على المياه وخاصة المياه التي تحوي على املاح في نقلها للتيار الكهربائي، فالماء المقطر يعد ماءاً خالياً من الاملاح وليس له القابلة على نقل التيار الكهربائي اما المادة التي تساعد على نقل التيار الكهربائي فهي الاملاح، والماء المقطر خالٍ منها.

المياه المالحة او المياه التي تحتوي على شوائب، تُعد موصل جيد للكهرباء لأنها تحتوي على املاح تتفكك الى ايونات سالبة، وموجبة على الرغم من ان طعمها غير مالح، ولاحتوائها على ايونات الكالسيوم، والمغنسيوم, والصوديوم المذابة في الماء.

ملاحظة : يجب الالتزام بشروط السلامة والحذر والانتباه عند فتح الدائرة الكهربائية، لذا يجب لبس القفازات الواقية، العازلة كهربائيا، وفحص الاسلاك والتأكد من سلامتها، وعدم لمس المحلول الملحي اثناء فتح الدائرة الكهربائية ومرور التيار الكهربائي فيه.

الادوات والمواد المستعملة

1- مصباح كهربائي، اسلاك توصيل.

2- اناء مصنوع من مادة عازلة، مصدر كهربائي.

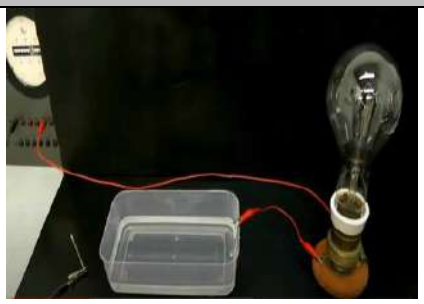
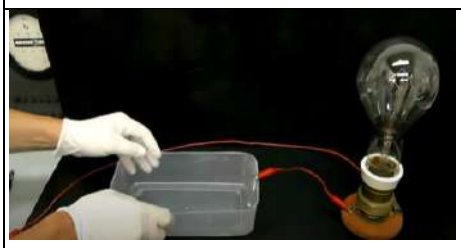
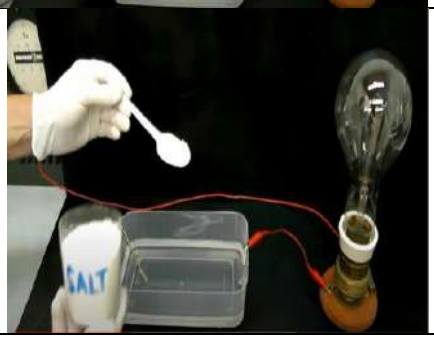
3- ملح طعام، ماء نقي خالي من الاملاح.

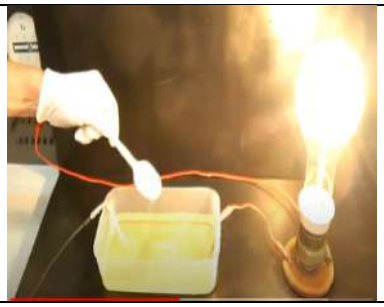
2-9-1-1 خطوات العمل

1- حضر مصباح كهربائي ثم اربطه بسلكين كلاً منها يمثل قطب، ثم ضع بجانبه اناء مصنوع من مادة عازلة، ثم ثبت السلك المعدني بلاصق على احد الجانبين يمتد الى قعر الاناء.
2- اربط احد الاسلاك الخارجة من المصباح بسلك الأناء، اما الاخر يربط بالدائرة الكهربائية الرئيسة.
3- اربط احد طرفي السلك بالدائرة الكهربائية (المصدر) والطرف الاخر اتركه سائباً، لتتحكم بالتيار الكهربائي في عملية التشغيل.
4- املأ الاناء بالماء النقي الى حد معين (او بالماء المقطر).
5- افتح ثم وْصل الدائرة الكهربائية، واغمر القطب السائب في اناء الماء النقي, لاحظ عدم توهج المصباح، كرر العملية اكثر من مرة لا يتوهج.
6- اضف ملعقة طعام صغيرة من الملح (ملح الطعام)، ثم حاول اذابة الملح بملعقة مصنوعة من مادة عازلة أو البلاستك مع توصيل الدائرة بالكهرباء، لاحظ توهج المصباح نتيجة اضافة الملح واكتمال مرور التيار بالدائرة الكهربائية.
7- ذوب الملح, وبزيادة الذوبان تزداد شدة التيار الكهربائي مما يؤدي الى زيادة توهج المصباح. (ماذا تستنتج)؟

2-1-9-2 بطاقة التمارين : التوصيل الكهربائي

اولا : خطوات العمل (النقاط الحاكمة – ومعيار الاداء – والرسومات)

ت	خطوات العمل (النقاط الحاكمة ، ومعيار الأداء)	الرسومات
1	حضر مصباح كهربائي ثم اربطه بسلكين كلاً منها يمثل قطب، ثم ضع بجانبه اناء مصنوع من مادة عازلة, ثم ثبت بلاصق سلك معدني على احد الجانبين يمتد الى قعر الاناء.	
2	اربط احد الاسلاك الخارجة من المصباح بسلك الأناء, اما الاخر يربط بالدائرة الكهربائية الرئيسة. اربط احد طرفي السلك بالدائرة الرئيسية والطرف الاخر اتركه سائباً، لنتحكم بالتيار الكهربائي في عملية الاطفاء والتشغيل.	
3	املأ الاناء بالماء النقي الى حد معين.	
4	افتح ثم وْصل الدائرة الكهربائية، واغمر القطب السائب في اناء الماء النقي، لاحظ عدم توهج المصباح، كرر العملية اكثر من مرة لا يتوهج.	
5	اضف كمية صغيرة من الملح (ملح الطعام) حاول اذابة الملح بملعقة عازلة مع توصيل الدائرة بالكهرباء، لاحظ توهج المصباح نتيجة اضافة الملح ونقلة للتيار الكهربائي.	

6	ذوب الملح، وبزيادة الذوبان يزداد شدة التيار الكهربائي مما يؤدي الى زيادة توهج المصباح. (ماذا تستنتج)؟	

الاسئلة

س1: عدد اهم الفحوصات الفيزيائية ؟

س2: عدد الفحوصات الكيميائية المستخدمة في تنقية المياه؟

س3: الماء المقطر لا يوصل التيار الكهربائي بينما الماء المالح موصل جيد للتيار؟

2-9-2 (2):عسرة الماء

الهدف

للتميز بين الماء العسر والماء اليسر عملياً باستعمال المنظفات والوقوف على اهمية الماء اليسر بعملية الغسيل والتنظيف, ومساوئ المياه العسرة في عملية التنظيف واستهلاكها لكميات كبيرة من المنظفات والمياه بدون تحقيق هدف النظافة.

الماء العسر لا يُكون رغوة مع الصابون، اما الماء اليسر فانه يكوّن رغوة مع الصابون ولمعرفة هذين النوعين من الماء يمكن إجراء التجربة الاتية :

المواد والأدوات المستعملة

1- صابون سائل.
2- ماء خام ، وماء مقطر.
3- ثلاث اوعية ذات فوهة وسداد.

1-2-9-2 خطوات العمــل

1- املأ الوعاء الاول بماء خام واكتب علية ماء خام (من النهر).
2- أملأ الوعاء الثاني بنفس الكمية السابقة ولكن بماء مقطر, واكتب على الوعاء ماء مقطر.
3- أضف 5 ml من الصابون السائل الى الوعاء المحتوي على ماء خام وأغلق فوهة الوعاء ورجه رجاً جيداً.
4- إذا لم تظهر رغوة الصابون، أضف 5 ml أخرى من الصابون ورج مرة ثانية رجاً جيداً, استمر بإضافة 5 ml اخرى في حالة عدم ظهور الرغوة، اما في حالة ظهور الرغوة فتوقف عن الرج والاضافة.
5- احسب كمية الصابون المضافة عند ظهور الرغوة.
6- كرر نفس العمل السابق في وعاء ثاني باستعمال ماء مقطر, مع اضافة (5 ml) من الصابون.

7- احسب كمية الصابون المضافة إلى الماء المقطر حتى تظهر الرغوة.
8- قارن بين الكميتين من الصابون المضاف في حالة الماء المقطر والماء الخام.

الاستنتاج:

لاحظ أن الماء الخام هو الذي يحتاج إلى كمية اكثر من الصابون من تلك التي يحتاجها الماء المقطر ليُكوّن رغوة. لذلك فان الماء الخام هو الماء العسر بينما الماء المقطر هو الماء اليسر.

وتفسير ذلك أن الماء الخام يحتوي على أملاح الكالسيوم التي تتفاعل مع الصابون مكونة راسب يمنع تكوّن الرغوة لذلك يحتاج الماء الخام إلى كمية كبيرة من الصابون حتى تتفاعل مع هذه الأملاح وتتخلص منها ثم تظهر الرغوة بعكس الماء المقطر الخالي من هذه الأملاح.

2-2-9-2 بطاقة التمارين : عسرة الماء

اولا: خطوات العمل (النقاط الحاكمة – ومعيار الاداء – والرسومات)

ت	خطوات العمل (النقاط الحاكمة ، ومعيار الأداء)	الرسومات
1	املأ الوعاء الاول بماء خام واكتب علية ماء خام. أملأ الوعاء الثاني بنفس الكمية السابقة ولكن بماء مقطر, واكتب على الوعاء ماء مقطر.	
2	أضف 5 ml من الصابون السائل الى الوعاء المحتوي على ماء خام وأغلق الوعاء ورجه رجاً جيداً.	 صابون مضاف إلى ماء مقطر (يسار) و إلى ماء عسر (يمين)

3	أضف 5 ml من الصابون السائل الى الوعاء المحتوي على ماء خام وأغلق الوعاء ورجه رجاً جيداً.	
4	إذا لم تظهر رغوة الصابون، أضف 5 ml أخرى من الصابون ورج مرة أخرى رجاً جيداً، استمر بإضافة 5 ml اخرى في حالة عدم ظهور الرغوة، توقف عن الاضافة والرج عند ظهور الرغوة. احسب كمية الصابون المضافة عند ظهور الرغوة.	
5	كرر نفس العمل السابق في الوعاء الثاني للماء المقطر. احسب كمية الصابون المضافة إلى الماء المقطر حتى تظهر الرغوة. قارن بين الكميتين من الصابون المضاف في حالة الماء المقطر والماء الخام.	

الاسئلة

س1: كيف يتم التميز بين الماء اليسر والماء العسر؟

س2: لماذا يستهلك الماء العسر المنظفات وبدون رغوه؟

س3: ماهي الاملاح التي تمنع الماء من الرغوة؟

2-9-2-3 (3): العُكوره

الهدف

تشخيص عُكوره الماء بتسليط اشعة ليزرية على الماء الخام، والماء المقطر وملاحظة تأثير الاشعة الليزرية الساقطة على كلا من الماء الخام والمقطر.

2-9-2-3-1النظرية

عندما يسلط ضوء على محلول يحتوي على جسيمات عالقة فانه يتبعثر (لوجود العُكوره)، وفي مياه الشرب العُكوره عبارة عن وجود الرمل وجزيئات التراب والمواد العالقة او الشوائب في الماء، وايضا وجود اجسام معلقة لا ترى بالعين المجردة، وجود العَكرة والشوائب بالماء تسبب مشاكل منها الانسدادات، والترسبات مما يؤثر على عملية التجهيز الصناعي وتقصير عمرها التشغيلي.

يجب ان تكون خلية الليزر نظيفة وبدون بصمات او سوائل وخدوش حتى تكون القراءة صحيحة، اما الخدوش فتسبب تشتت للأشعة او الطيف.

المواد والادوات المستعملة

1- كأس زجاجي سعة (250 ml) عدد 2.
2- مخبار مدرج.
3- قطارة.
4- نظارات.
5- قلم ليزر.
6- ماء خام للاختبار، وماء مقطر.

2-9-2-3-2 خطوات العمل

1- حضر(2 كأس) سعة كل منها 250 ml .
2- املأ الكأس الاول بمقدار 200 ml من الماء الخام.
3- املأ الكأس الثاني بمقدار 200 ml من الماء المقطر.
4- ضع أمام الـكـأسين لوح من الورق المقوى ويفضل بلون داكن كالأسـود أو البني.
5- صوبْ شعاع المصباح الليزري إلى اللوح من خلال الكأس الأول من عمق معين ولاحظ تشتت الضوء مما يدل على وجود عُكورة.
6- صوب شعاع المصباح الليزري إلى اللوح من خلال الكأس الثاني من عمق معين، لاحظ نفاذ الضوء من الجهة الثانية بشكل مستقيم وعدم تشتته مما يدل على ان الماء خالي من العُكورة.
7- أتبع تعليمات السلامة باستخدام النظارات الواقية تجنبا لتأثير اشعة الليزر.

2-9-2-3-3 بطاقة التمارين : العُكوره

اولا : خطوات العمل (النقاط الحاكمة – ومعيار الاداء – والرسومات)

ت	خطوات العمل(النقاط الحاكمة, ومعيار الاداء)	الرسومات
1	حضر(2 كأس) سعة كل منها 250 ml. املأ الكأس الاول بمقدار 200 ml من الماء الخام. املأ الكأس الثاني بمقدار 200 ml من الماء المقطر.	
2	ضع أمام الـكـأسين لوح من الورق المقوى ويفضل بلون داكن كالأسـود أو البني. صوبْ شعاع المصباح الليزري إلى اللوح من خلال الكأس الأول من عمق معين ولاحظ تشتت الضوء مما يدل على عُكورة الماء.	
3	صوب شعاع المصباح الليزري إلى اللوح من خلال الكأس الثاني من عمق معين، لاحظ نفاذ الضوء من الجهة الثانية بشكل مستقيم وعدم تشتته مما يدل على ان الماء خالي من العُكورة. أتبع تعليمات السلامة باستخدام النظارات الواقية تجنبا لتأثير اشعة الليزر.	

الاسئلة

س1: ما العُكورة؟ وكيف يتم قياسها؟

س2: ما المشاكل الناتجة من العُكورة في الماء؟

س3: ما الشروط المطلوبة في اخذ القراءة الصحيحة للماء العكر في خلية الليزر؟

4-2-9-2 (4): فحص المواد الصلبة الذائبة الكلية (TDS) (Total Dissolved Solid)

الهدف

تمكين الطالب من المعرفة والاطلاع على انواع المياه واحتواء كلاً منها لنسب معينه من الاملاح والحدود المسموح بها وطرق انتزاعها وازالتها للحصول على مياه نقية خالية من الاملاح والشوائب تخدم الصناعات النفطية وتشغيل الوحدات الخاصة بها.

الادوات والمواد المستعملة

1- كاس زجاجي سعة 200 ml مل (عدد 3).

2- جهاز (TDS) لقياس كمية الاملاح الكلية.

3- ماء خام, وماء مقطر، وماء الاسالة (ماء حنفية).

1-4-2-9-2 خطوات العمل

1- خذ ثلاث كؤوس زجاجية سعة كلاً منها (200 ml), ضع في الكأس الاول رقم (1) 150 ml ماء خام ضع لاصق مكتوب علية الرقم (1).

2- ضع في الكأس الثاني 150 ml ماء الاسالة الوطنية وثبت رقم (2) على الكأس .

3- ضع في الكأس الثالث 150 ml ماء مقطر وثبت رقم (3) على الكأس.

4- شاهد الكؤوس لا يمكن التفريق بينهما لشدة التشابه وشفافية المياه فيها.

5- خذ جهاز(TDS جهاز قياس الأملاح) بعد رفع غطاء الأقطاب, اغمر قطب الجهاز في الكاس رقم (1) وسجل الرقم الذي يظهر على الشاشة بعد الضغط على الزر الاعلى لتثبيت القراءة, ان كمية الأملاح تتراوح ما بين **(350 mg /L- 400) ملليغرام/ لتر** كأقل تقدير.

6- اغمر الجهاز (TDS) في الكاس رقم (2) ماء الاسالة (ماء حنفية)، يظهر على الشاشة قراءة تتراوح بحدود **(150 mg /L -350) ملليغرام/ لتر** وتُعد هذه الاملاح الموجودة كميات قليلة في المياه ويمكن التخلص منها بإزالتها او انتزاعها كيميائياً او فيزيائياً (وتختلف نسب الاملاح في المياه من مكان الى اخر) .

7- اغمر الجهاز (TDS) في الكاس رقم (3) المملؤة بالماء المقطر ولاحظ القراءة على الشاشة تكون ما بين (0 - 5 mg /L) وهذه الكمية من الاملاح في المياه تُعد من المياه الخالية تماماً من الاملاح, لأنه تم انتزاع جميع الاملاح منها انتزاعاً.

8- الماء المقطر اكثر المياه نقاوة وخلواً من الاملاح, ويأتي من بعده مياه الاسالة، اما مياه الخام فهي المياه الاكثر احتواءً للمواد الصلبة والاملاح، فعند معرفة كميتها يمكن انتزاعها كلياً والتخلص منها ومن ثم التخلص من البكتريا، والفطريات، والاحياء المجهرية بربط جهاز(UV)، جهاز وحدة الاشعة فوق البنفسجية.

2-4-2-9-2 بطاقة التمارين: فحص المواد الصلبة الذائبة الكلية (TDS)

اولا : خطوات العمل (النقاط الحاكمة – ومعيار الاداء – والرسومات)

ت	خطوات العمل (النقاط الحاكمة ، ومعيار الأداء)	الرسومات
1	خذ ثلاث كؤوس زجاجية سعة كلاً منها (200 مل)، ضع في الكأس الاول رقم (1) 150 ml ماء خام ضع لاصق مكتوب علية الرقم (1). ضع في الكأس الثاني 150 ml ماء الاسالة الوطنية وثبت رقم (2) على الكاس . ضع في الكأس الثالث 150 ml ماء مقطر وثبت رقم (3) على الكأس. شاهد الكؤوس لا يمكن التفريق بينهما لشدة التشابه وشفافية المياه فيها.	
2	خذ جهاز (TDS جهاز قياس الأملاح) بعد رفع غطاء الأقطاب، اغمر قطب الجهاز في الكاس رقم (1) وسجل الرقم الذي يظهر على الشاشة بعد الضغط على الزر الاعلى لتثبيت القراءة, ان كمية الأملاح تتراوح ما بين (400-350 mg /L) ملغرام / لتر كأقل تقدير.	
3	اغمر الجهاز TDS في الكاس رقم (2) ماء الاسالة (ماء حنفية)، يظهر على الشاشة قراءة تتراوح بحدود (350 -150mg /L) وتُعد هذه الاملاح الموجودة كميات قليلة في المياه ويمكن التخلص منها بإزالتها او انتزاعها كيميائياً او فيزيائياً (وتختلف نسب الاملاح في المياه من مكان الى اخر).	

4	اغمر الجهاز TDS في الكأس رقم (3) المملؤة بالماء المقطر ولاحظ القراءة على الشاشة تكون ما بين (0-5 mg /L) وهذه الكمية من الاملاح تعد هذه المياه خالية تماماً من الاملاح، لأنه تم انتزاع جميع الاملاح منها انتزاعاً.	
5	الماء المقطر اكثر المياه نقاوة وخلواً من الاملاح, ويأتي من بعده مياه الاسالة، اما مياه الخام فهي المياه الاكثر للمواد الصلبة والاملاح، فعند معرفة كميتها يمكن انتزاعها كلياً **والتخلص منها ومن ثم التخلص من البكتريا، والفطريات، والاحياء المجهرية بربط جهاز (UV)، جهاز وحدة الاشعة فوق البنفسجية.**	

الاسئلة

س1 : ما هي كمية الأملاح المسموح بها في ماء الإسالة (ماء الحنفية)؟

س2: ايهما اكثر نقاوةماء الاسالة أم الماء الخام؟ وما الجهاز المستخدم لمعرفة النقاوة؟

س3: كيف يتم التخلص من البكتريا والفطريات والاحياء المجهرية في المياه؟

ثانيا : الفحوص الكيميائية

5-2-9-2 (1): فحص الأملاح الذائبة الراشحة في الماء (Total soluble salts).

الهدف

تمكين الطالب من إجراء عملية الفحص للماء الخام الداخل الى مصافي النفط وتحديد نسبة الشوائب والأملاح الذائبة، بإجراء الحسابات اللازمة لمعرفة الحدود المسموح بها من هذه الاملاح الذائبة، لعدم تكوينها رواسب تضر بالوحدات الانتاجية.

الأدوات والمواد المستعملة

1- كأس زجاجي حجم 500 ml، وكأس زجاجي حجم (300 ml)، ومخبار مدرج.
2- مسخن كهربائي، او مصباح بنزن مع حامل ثلاثي, وشبكة اسبستوس.
3- ميزان حساس يقيس 3 او 4 مراتب بعد الفارزة، اي يقيس جزء بألف او بالعشرة الالاف.
4- ورق ترشيح، قمع ترشيح، دورق مخروطي (دورق استقبال الراشح).
5- ماء خام .

1-5-2-9-2 خطوات العمل:

1- رج النموذج الاصلي(الماء الخام) القادم من المصدر الرئيسي, ثم خذ مقدار 400 ml منه وضعها في كاس زجاجي سعة 500 ml، رشح النموذج باستعمال ورقة ترشيح رقم (1) ذات المسامات والفتحات الدقيقة.
2- خذ كأس زجاجي حجم 300 ml ، فارغ ونظيف وجاف، ثم زن الكأس بدقة عالية بميزان حساس وليكن وزنه (A) وسجل الوزن.
3- خذ (100 ml) من الراشح بالمخبار المدرج (حجم النموذج)، ثم ضعها في الكأس الفارغ اعلاه.
4- ضع الكأس على مصدر حراري او مصباح بنزن الى ان يجف كل المحلول تدريجياً نتيجة التسخين والتبخير، اتركه جانباً ليبرد.
5- زن الكأس بكل دقة مع الراسب بعد عملية التجفيف وبنفس الميزان الحساس .
6- الحسابات وفق المعادلة الآتية:

$$\text{الاملاح الذائبة الراشحة (ملغم / لتر) mg /L} = \frac{(B-A)\times 1000000}{C}$$

أذْ أنْ :

A = وزن الكأس الزجاجي وهو فارغ ونظيف وجاف (بدون راسب).
B = وزن الكأس الزجاجي مع الراسب (بعد عملية التجفيف).
C = حجم المحلول المفحوص حجم النموذج ويساوي 100 ml.
الحد المسموح به لمجموع الأملاح الذائبة في الماء = (1500 mg /L) ملغم / لتر.

2-9-2-5-2 اسم التمرين : فحص الأملاح الذائبة الراشحة في الماء (Total soluble salts).

اولاً: خطوات العمل (النقاط الحاكمة – ومعيار الاداء – والرسومات)

ت	خطوات العمل (النقاط الحاكمة ، ومعيار الأداء)	الرسومات
1	رج النموذج الاصلي (الماء الخام) القادم من المصدر الرئيسي، ثم خذ مقدار 400 ml منه وضعها في كاس زجاجي سعة 500 ml، رشح النموذج باستعمال ورقة ترشيح رقم (1) ذات المسامات والفتحات الدقيقة.	
2	خذ كأس زجاجي حجم 300 ml, فارغ ونظيف وجاف، زن الكأس بدقة بميزان حساس وليكن وزنه (A) وسجل وزنه.	
3	خذ (100 ml) من الراشح بالمخبار المدرج، ثم ضعها في الكأس الفارغ اعلاه.	

4	ضع الكأس على مصدر حراري او مصباح بنزن الى ان يجف كل المحلول تدريجياً نتيجة التسخين والتبخير، اتركه جانباً ليبرد.	
5	زن الكأس بكل دقة مع الراسب بعد عملية التجفيف بنفس الميزان الحساس. تكون الحسابات وفق المعادلة الآتية: الأملاح الذائبة (ملغم /لتر) $mg\ /L = 10^6$ (وزن الكاس مع الراسب بعد التجفيف- وزن الكاس فارغ) $100\ mg\ /L$ النائج جزء في المليون ppm **الاملاح الذائبة الراشحة (ملغم/لتر) = $\frac{(B-A) \times 1000000}{C}$ mg /L**	

الاسئلة

س1: ما هو المسموح للاملاح الذائبة في الماء؟

س2: كيف يتم تحديد نسبة الشوائب الراسبة في الماء؟

س3: لماذا تتم عملية الوزن للعينة بعد عملية التجفيف بنفس الميزان؟

2-9-2- 6 (2): فحص تعيين الأملاح والمواد العالقة بضمنها مواد الغرين والطين في الماء

.(Total solid)

الهدف

تمكين الطالب من حساب كمية الأملاح الكلية الذائبة والعوالق في الماء الخام، وإجراء الحسابات اللازمة لمعرفة نسبتها والحدود المسموح بها لأغراض الاستخدام في المصافي النفطية والاستعمالات الاخرى بما يعزز الدراسة نظرياً.

الأدوات والمواد المستعملة

1- كأس زجاجي حجم ml (500)، وكأس زجاجي حجم (300 ml)، ومخبار مدرج.
2- مسخن كهربائي، او مصباح بنزن مع حامل ثلاثي، وشبكة اسبستوس.
3- ميزان حساس يقيس 3 او 4 مراتب بعد الفارزة، اي يقيس جزء بالألف او جزء من عشرة الالاف من الغرام.
4- ماء خام .

1-6-2-9-2 خطوات العمل

1- رج النموذج الاصلي جيدا، ثم خذ 400 ml منه وضعها في كاس زجاجي سعة 500 ml وبدون ترشيح واتركها جانباً.
2- خذ مخبار مدرج ثم ضع فيه 100 ml نموذج من الماء الخام واتركه جانباً.
3- زن كاس زجاجي بدقة وهو فارغ ونظيف وجاف سعة 300 ml في ميزان حساس وسجل الوزن وليكن (A).
4- انقل نموذج الماء الخام من المخبار المدرج الى الكاس الزجاجي اعلاه.
5- ضع الكاس بما يحتويه على مصدر حراري (مسخن) او مصباح بنزن، ثم سخن الى ان يجف النموذج تدريجياً، أبعد الكاس عن التسخين ليبرد.
6- زن الكاس مع الراسب بنفس الميزان الحساس، ثم سجل الوزن وليكن (B).
7- الحسابات والنتائج تكون وفق القانون الآتي:

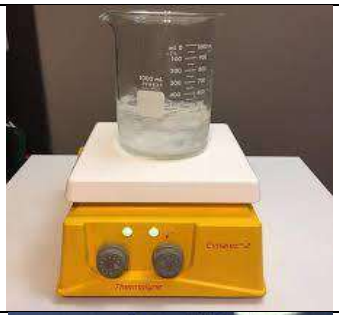
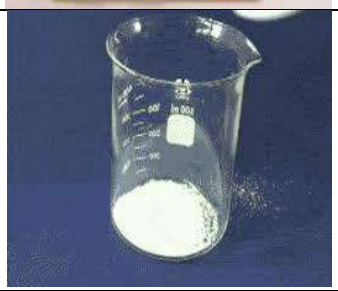
$$\text{المواد العالقة (ملغم/ لتر) mg/L} = \frac{(B-A) \times 1000000}{C}$$

أذْ إنْ :

A = وزن الكأس الزجاجي وهو فارغ ونظيف وجاف (بدون راسب).
B = وزن الكأس الزجاجي مع الراسب (بعد عملية التجفيف).
C = حجم المحلول المفحوص حجم النموذج الخام ويساوي 100 ml.
الحد المسموح به لمجموع الأملاح العالقة في الماء = 1500 ملغم / لتر = mg/L.

2-9-2-6-2 اسم التمرين: فحص تعيين الأملاح والمواد العالقة بضمنها مواد الغرين والطين في الماء (Total solid).

ثالثاً : خطوات العمل (النقاط الحاكمة – ومعيار الاداء – والرسومات)

ت	خطوات العمل (النقاط الحاكمة ، ومعيار الأداء)	الرسومات
1	رج النموذج الاصلي جيدا، ثم خذ 400 ml منه وضعها في كاس زجاجي سعة 500 ml وبدون ترشيح واتركها جانباً.	
2	خذ مخبار مدرج ثم ضع فيه 100 ml نموذج من الماء الخام واتركه جانباً.	
3	زن كاس زجاجي بدقة وهو فارغ ونظيف وجاف سعة 300 ml في ميزان حساس وسجل الوزن وليكن (A).	
4	انقل نموذج الماء الخام من المخبار المدرج الى الكاس الزجاجي اعلاه. ضع الكاس بما يحتويه على مصدر حراري (مسخن) او مصباح بنزن ثم سخن الى ان جميع يجف النموذج تدريجياً, برد الكاس بعد ابعاده عن التسخين.	
5	زن الكاس مع الراسب بنفس الميزان الحساس ثم سجل الوزن وليكن (B). الحسابات والنتائج تكون وفق القانون الآتي: **المواد العالقة (ملغم/ لتر) = $\frac{(B-A)\times 1000000}{C}$ = mg/L** الحد المسموح به لمجموع الأملاح العالقة في الماء = 1500 ملغم / لتر = mg/L.	

الاسئلة

س1: ما نسبة الشوائب والاملاح العالقة المسموح بها مع ذكر الحدود لها؟

س2: لماذا يتم تسخين النموذج الى حد الجفاف؟

س3: يتم اختبار النموذج الماء الخام مباشرة ؟ ما الغاية من ذلك؟

2-9-2-7 (3): فحص تعيين الأملاح الكبريتية في الماء (Sulphates)

الهدف

تمكين الطالب من ايجاد وتعيين نسبة الكبريتات في عينة من الماء الخام وحساب نسبة الكبريتات وتحديدها, ومعرفة الحدود المسموح بها في تلك العينة من الماء لغرض الاستفادة منه، قبل دخولها العمليات ال،انتاجية المختلفة.

الأدوات والمواد المستعملة

1- كأس زجاجي سعة 500 ml, وكاس زجاجي سعة 300 ml ، وزجاجة ساعة.
2- مخبار مدرج، ماصة، جفنة خزفية.
3- ورق ترشيح لا يترك رماد، ومسخن كهربائي, وفرن حرق.
4- ماسك حديدي، مجفف زجاجي, ميزان حساس.
5- كلوريد الباريوم ($BaCl_2$)، حامض الهيدروكلوريك المركز (HCl)، نترات الفضة ($AgNO_3$).
6- مصباح بنزن, حامل ثلاثي، شبكة الاسبستوس.
7- ماء مقطر، ماء خام.

2-9-2-7-1 خطوات العمل

1- رج الماء الخام الاصلي قبل اخذ عينة او نموذج منه للفحص، ثم خذ 400 ml منه وضعها في كاس زجاجي حجم 500 ml لغرض الترشيح.
2- رشح المحلول المائي بورق ترشيح رقم (1) أو اعتيادي للتخلص من المواد العالقة.
3- خذ كمية مقدارها 100 ml من الراشح، ثم ضعها في كأس زجاجي حجم 300 ml على ان يكون نظيفاً وجافاً.
4- ضع الكأس مع السائل على مصدر حراري (مسخن) او مصباح بنزن الى ان يغلي مع مراعاة تغطية الكأس بزجاجة ساعة لمنع تبخرة، وبعد ان يغلي ارفع الكاس مع محتوياته جانباً.
5- ارفع غطاء زجاجة الساعة عن الكأس، ثم اضف 5 قطرات من حامض الهيدروكلوريك المركز (HCl) لجعل المحلول ذي وسط حامضي ضعيفاً مع مراعاة التحريك المستمر، ليمتزج المحلول مع الحامض امتزاجاً تاماً.
6- اضف 2ml تقريباً من محلول كلوريد الباريوم ($BaCL_2$) تركيز 5 % ويراعى ان يضاف من الماصة قطرة قطرة مع التحريك المستمر ليمتزج مع المحلول امتزاجاً تاماً فتترسب جميع املاح الكبريتات الموجودة في الماء على شكل كبريتات الباريوم (راسب ابيض) $BaSO_4$.
7- غطي النموذج بزجاجة الساعة بعد انتهاء الاضافات، يترك لمدة (24) ساعة، لليوم الثاني لإتمام عملية الترسيب.
8- سخن المحلول دون درجة الغليان, ثم رشح المحلول على ورقة ترشيح رقم (4.2) لا يترك رماد بعد الحرق (Ash Less) ثم اغسل بقايا الكاس بالماء المقطر الساخن لغرض التخلص من ايونات الكلوريد.

9- اغسل الراسب وورقة الترشيح بماء مقطر للتخلص من أيون الكلوريد الموجود في المحلول الناتج من تفاعل الكبريتات مع الباريوم، ويفحص الراشح الناتج بواسط محلول نترات الفضة ($AgNO_3$) للتأكد من اتمام عملية الغسل، عندما نضيف قطرات من نترات الفضة يبقى المحلول رائقا لا يتعكر يدل ذلك على خلو الراسب من ايون الكلوريد.

10- زن جفنة معدنية او خزفية فارغة ونظيفة وجافة، ثم سجل وزنها وليكن وزنها (A) ثم ضع فيها ورقة الترشيح بما تحتويها من مادة صلبة (راسب) ثم سخن واحرق على مراحل بواسطة لهب مصباح بنزن (حرق اولي قبل دخولها الفرن) .

11- ضع الجفة بما تحتوي في فرن كهربائي وتحرق بحرارة بين (750˚- 850˚) ولفترة (45) دقيقة.

12- اخرج الجفنة من الفرن بوسطة الماسك الحديدي وضعها في مجفف زجاجي الى ان تبرد، ثم زنها بدقة وليكن وزنها (B).

13- تجري الحسابات كما يلي:

نسبة الكبريتات (ملغم/لتر) =0.411420 × (وزن الجفنة مع الراسب) – (وزن الجفنة فارغة)/ حجم النموذج الاصلي (100ml) = mg/L

إذ أنْ

$$\text{نسبة الكبريتات (ملغم/ لتر)} = \frac{(B-A)\times 0.411420}{C}$$

أذْ أنْ :

A = وزن الجفنة وهي فارغة ونظيفة وجافة (بدون راسب).

B = وزن الجفنة مع الراسب (بعد عملية الحرق).

C = حجم المحلول المفحوص بعد الترشيح ويساوي 100 ml .

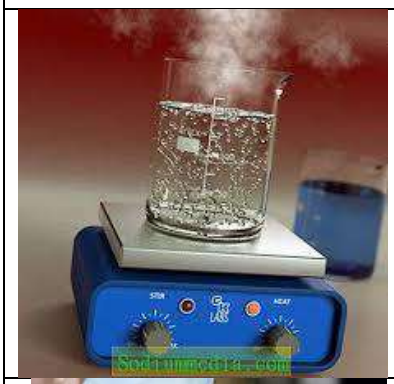
0.411420 = ثابت عامل التحويل(حاصل تقسيم المجموع الذري للكبريتات SO_4^{-2} (96) على المجموع الذري لكبريتات الباريوم ($BaSO_4$) (233.34) = $\frac{96}{233.34}$ =0.411420

الحد المسموح به للأملاح الكبريتية في الماء = 400 ملغم / لتر = mg/L.

2-7-2-9-2 بطاقة التمارين

اسم التمرين : **فحص تعيين الأملاح الكبريتية في الماء (Sulphates)**

اولاً : خطوات العمل (النقاط الحاكمة – ومعيار الاداء – والرسومات)

ت	خطوات العمل (النقاط الحاكمة ، ومعيار الأداء)	الرسومات
1	رج الماء الخام الاصلي قبل اخذ عينة او نموذج منه للفحص, ثم خذ 400 ml وضعها في كاس زجاجي حجم 500 ml لغرض الترشيح. رشح المحلول المائي بورق ترشيح رقم (1) للتخلص من المواد العالقة.	
2	خذ كمية مقدارها 100 ml من الراشح, ثم ضعها في كأس زجاجي حجم 300 ml على ان يكون نظيفاً وجافاً. ضع الكأس مع السائل على مصدر حراري (مسخن) او مصباح بنزن الى ان يغلي للتخلص من الاملاح مع مراعاة تغطية الكأس بزجاجة ساعة لمنع تبخرة، بعد ان يغلي ارفع الكاس مع محتوياته جانباً.	
3	ارفع عن الكأس غطاء زجاجة الساعة، ثم اضف 5 قطرات من حامض الهيدروكلوريك المركز (HCl) لجعل المحلول ذي وسط حامضي ضعيفاً مع مراعاة التحريك المستمر للمحلول ليمتزج الحامض امتزاجاً تاماً. -اضف 2 ml تقريباً من محلول كلوريد الباريوم ($BaCl_2$) تركيز 5 % ويراعى ان يضاف من الماصة قطرة قطرة مع التحريك المستمر ليمتزج مع المحلول امتزاجاً تاماً فتترسب جميع املاح الكبريتات الموجودة في الماء على شكل كبريتات الباريوم.	

4	غطي النموذج بزجاجة الساعة بعد انتهاء الاضافات، يترك لمدة (24) ساعة، لليوم الثاني لإتمام عملية الترسيب. -سخن المحلول دون درجة الغليان، ثم رشح المحلول على ورقة ترشيح رقم (42) لايترك رماد بعد الحرق (Ash Less) ثم اغسل بقايا الكاس بالماء المقطر الساخن لغرض التخلص من ايونات الكلوريد.	
5	اغسل الراسب وورقة الترشيح بالماء المقطر للتخلص من أيون الكلوريد الموجود في المحلول الناتج من تفاعل الكبريتات مع الباريوم، ويفحص بإضافة قطرات من محلول نترات الفضة للراشح للتأكد من اتمام عملية الغسل، يبقى المحلول رائقا لا يتعكر يدل ذلك على خلو الراسب من ايون الكلوريد. -زن جفنة معدنية او خزفية فارغة ونظيفة وجافة، ثم سجل وزنها وليكن وزنها (A) ثم ضع فيها ورقة الترشيح بما تحتويها من مادة صلبة(راسب) ثم سخن واحرق على مراحل بواسطة لهب مصباح بنزن (حرق اولي قبل دخولها الفرن) .	
6	ضع الجفة بما تحتوي في فرن كهربائي وتحرق بحرارة بين (750˚-850˚) ولفترة (45) دقيقة. اخرج الجفنة من الفرن بوسطة الماسك الحديدي وضعها في مجفف زجاجي الى ان تبرد، ثم زنها بدقة وليكن وزنها (B). تجري الحسابات كما يلي: نسبة الكبريتات (ملغم/لتر)=0.411420 × وزن الجفة مع الراسب – وزن الجفنة فارغة/ حجم النموذج الاصلي (100 ml) =mg/L	

الاسئلة

س1: لماذا نأخذ الراشح كنموذج في حساب نسبة الكبريتات؟

س2: ما الغاية من اضافة حامض الهيدروكلوريك للنموذج؟

س3: ما الحد المسموح به للاملاح الكبريتية في الماء؟

8-2-9-2 (4): فحص تعيين الكلوريدات في الماء (Chloride)

الهدف

تمكين الطالب من إجراء الاختبارات الخاصة بتعين كمية الكلوريدات ولأملاح الذائبة في الماء وتحديد نسبتها والحدود الدنيا والعليا المسموح بها من الكلوريدات في المياه الخام قبل دخولها المنشآت النفطية.

الادوات والمواد المستعملة

1- كاس زجاجي سعة 500 ml، دورق مخروطي للترشيح، قمع ترشيح.
2- ورق ترشيح رقم (1) نفاذية صغيره جداً، ساق زجاجي.
3- دورق مخروطي حجم (250 ml)، مخبار مدرج, سحاحة.
4- نموذج ماء خام, دليل كرومات البوتاسيوم، نترات الفضة.

1-8-2-9-2 خطوات العمل

1- خذ (400 ml) ماء خام كنموذج بعد رج الماء رجاً جيداً، ثم ضعها في كاس زجاجي سعة 500 ml رشح النموذج بورق ترشيح رقم (1) ذات النفاذية القليلة، مع قمع ترشيح، وساق زجاجي ودورق ترشيح مخروطي، للتخلص من الشوائب العالقة.
2- خذ دورق مخروطي سعة 250 ml فارغ ونظيف وجاف، ثم ضع فيه 50 ml من نموذج الماء الراشح بالمخبار المدرج.
3- اضف الى المحلول (2-3) قطرة من دليل كرومات البوتاسيوم الصفراء، فيتلون المحلول بلون اصفر.
4- أملأ السحاحة بمحلول نترات الفضة (0.05 N).
5- ضع الدورق مع النموذج أسفل السحاحة، ثم ابدأ بعملية التسحيح ويراعى الدقة والانتباه في العمل، الى ان قطرة واحدة من محلول نترات الفضة تغير لون المحلول الى احمر في الدورق مع بقاء الراسب الابيض، تُعد هذه القطرة اشارة لانتهاء عملية التسحيح وانتهاء ايونات الكلوريد.
6- سجل حجم نترات الفضة النازل من السحاحة.
7- الحسابات والنتائج:

$$Cl^- = \frac{1000000 \times N \times V \times 35.5}{1000 \times C}$$

N= عيارية نترات الفضة 0.05 N
V= حجم نترات الفضة (ml) النازل من السحاحة(معلوم عند انتهاء عملية التسحيح)
C= حجم المحلول الاصلي (50 ml)
35.5 = الوزن الجزيئي للكلوريدات Cl^-

$$Cl^- = \frac{1000000 \times 0.05 \times (\text{معلوم} V) \times 35.5}{1000 \times 50}$$

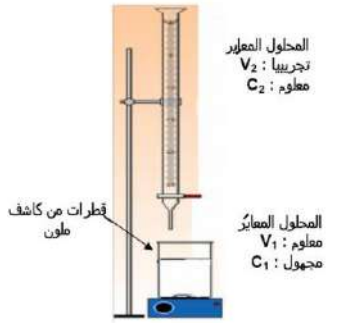
$$Cl^- = 1775\ V/C\ \ (mg/L)$$

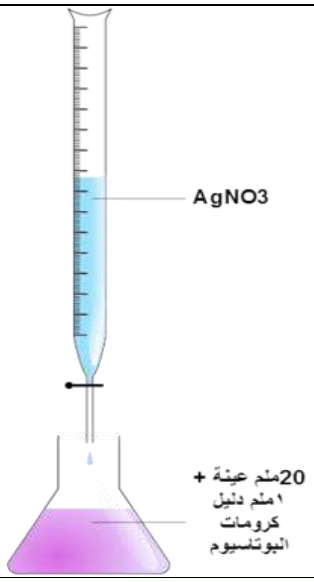
الحد المسموح به لأملاح الكلوريدات في الماء (Cl^-) =600 mg/L ملغم/لتر

2-8-2-9-2 بطاقة التمارين

اسم التمرين : **فحص تعيين الكلوريدات في الماء (Chloride)**

اولا : خطوات العمل (النقاط الحاكمة – ومعيار الاداء – والرسومات)

ت	خطوات العمل (النقاط الحاكمة ، ومعيار الأداء)	الرسومات
1	خذ 400 ml ماء كنموذج بعد رج الماء الخام رجاً جيداً، ثم ضعها في كاس زجاجي سعة 500 ml رشح النموذج بورق ترشيح رقم (1) ذات النفاذية القليلة، مع قمع ترشيح, وساق زجاجي ودورق ترشيح مخروطي، للتخلص من الشوائب العالقة.	
2	خذ دورق مخروطي سعة 250 ml فارغ ونظيف وجاف، ثم ضع فيه 50 ml من نموذج الماء الراشح بالمخبار المدرج.	
3	اضف الى المحلول (2-3) قطرة من دليل كرومات البوتاسيوم الصفراء، فيتلون المحلول بلون اصفر. -أملأ السحاحة بمحلول نترات الفضة (0.05N).	

4	ضع الدورق مع النموذج اسفل السحاحة، ثم ابدأ بعملية التسحيح ويراعى الدقة في العمل، الى ان قطرة واحدة من نترات الفضة تغير لون المحلول الى الاحمر في الدورق مع ابقاء الراسب الابيض، تعد هذه القطرة اشارة لانتهاء عملية التسحيح وانتهاء ايونات الكلوريد.	
5	سجل حجم نترات الفضة النازل من السحاحة. الحسابات والنتائج: $Cl^- = \frac{1000000 \times N \times V \times 35.5}{1000 \times C}$ N= عيارية نترات الفضة 0.05 N V= حجم نترات الفضة (ml) النازل من السحاحة (معلوم عند انتهاء عملية التسحيح) C= حجم المحلول الاصلي (50 ml) 35.5 = الوزن الجزيئي للكلوريدات Cl $Cl^- = \frac{1000000 \times 0.05 \times (\text{معلوم}V) \times 35.5}{1000 \times 50}$ $Cl^- = 1175\ V/C$ (mg/L) الحد المسموح به لأملاح الكلوريدات في الماء (Cl^-) =600 ملغم/لتر	

الاسئلة

س1: ما النسبة المسموح بها من الكلوريدات في الماء؟

س2: ما دور كرومات البوتاسيوم في عملية التسحيح؟

س3: نستخدم الراشح كنموذج تجري علية الاختبارات، ويجب استعمال ورق ترشيح قليل النفاذية؟

2-9-2-9 (5): قياس الزيوت والمركبات الدهنية

الهدف

تمكين الطالب من معرفة المواد العضوية من مركبات دهنية او زيتية في المياه الداخلة الى. او الخارجة من المنشاة النفطية واجراء الحسابات الخاصة لمعرفة نسبتها.

الادوات والمواد المطلوبة

1- قمع فصل، كأس زجاجي، مخبار مدرج.
2- ميزان حساس، فرن تجفيف.
3- ماء خام, الايثر البترولي.

2-9-2-9-1 خطوات العمل

1- ضع 50 ml من العينة (الماء الخام) في قمع الفصل، ثم اضف الية المذيب (الإيثر البترولي) فوق العينة في قمع الفصل، رج القمع مع المحتويات رجاً بسيطاً، ثم اتركه ليستقر وتنعزل الطبقتان المائية والعضوية بحيث يكون بينهما حد فاصل.
2- افصل الطبقة العضوية ثم ضعها في مخبار مدرج.
3- خذ كاس زجاجي فارغ ونظيف وجاف سعة 100 ml، ثم زن الكاس في ميزان حساس وسجل وزنه, ضع محتويات المخبار المدرج (الطبقة العضوية) في الكأس.
4- ضع الكأس مع المادة العضوية في فرن تجفيف لمدة ساعتان في درجة حرارة 105 ℃، الى ان يجف السائل تدريجياً، اتركه يبرد.
5- زن الكاس مع المادة الزيتية المتخلفة بعد التجفيف بنفس الميزان، وسجل وزنها، اكمل الحسابات بتطبيق المعادلة الاتية:

$$\text{الزيوت والدهون(ملغم /لتر)} = \frac{1000\times(B-A)}{\text{حجم العينة بالمللتر}} = mg/L$$

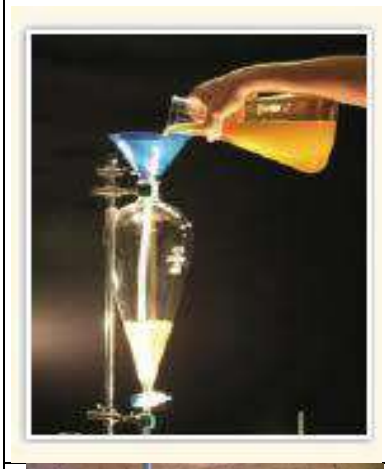
A = وزن الكاس وهو فارغ ونظيف وجاف (بالملغرام)
B = وزن الكاس مع المواد المتخلفة بعد عملية التجفيف (بالملغرام).

علماً بان الزيوت والمركبات الدهنية هي المواد العضوية الوحيدة في صناعة تكرير النفط، وهذه المواد غير ذائبة بالماء.

2-9-2-9-2 بطاقة التمارين

اسم التمرين : قياس الزيوت والمركبات الدهنية

اولاً : خطوات العمل (النقاط الحاكمة – ومعيار الاداء – والرسومات)

ت	خطوات العمل (النقاط الحاكمة ، ومعيار الأداء)	الرسومات
1	ضع 50 ml من العينة (الماء الخام) في قمع الفصل، ثم اضف الية المذيب (الإيثر البترولي) فوق العينة في قمع الفصل، رج القمع مع المحتويات رجاً بسيطاً، ثم اتركه ليستقر وتنعزل الطبقتان المائية والعضوية بحيث يكون بينهما حد فاصل.	
2	افصل الطبقة العضوية ثم ضعها في مخبار مدرج.	
3	خذ كاس زجاجي فارغ ونظيف وجاف سعة 100 ml، ثم زن الكاس في ميزان حساس وسجل وزنه، ضع محتويات المخبار المدرج (الطبقة العضوية) في الكأس.	

4	ضع الكأس مع المادة العضوية في فرن تجفيف لمدة ساعتان في درجة حرارة 105 °C، الى ان يجف السائل تدريجياً، اتركه يبرد.	
5	زن الكاس مع المادة الزيتية المتخلفة بعد التجفيف بنفس الميزان, وسجل وزنها، اكمل الحسابات بتطبيق المعادلة الاتية: الزيوت والدهون $\mathbf{mg/L} = \frac{\mathbf{1000\times(B-A)}}{\text{حجم العينة بالملليتر}}$ A = وزن الكاس وهو فارغ ونظيف وجاف (بالملغرام) B = وزن الكاس مع المواد المتخلفة بعد عملية التجفيف (بالملغرام). علماً بان الزيوت والمركبات الدهنية هي المواد العضوية الوحيدة في صناعة تكرير النفط، وهذه المواد غير ذائبة بالماء.	

الاسئلة

س1: ما تأثير المواد العضوية والدهنية على المياه؟

س2: ما الغاية من استعمال الاثير البترولي في تجربة فصل المواد العضوية؟

س3: يجفف النموذج بعد الانتهاء من عملية الفصل في فرن تجفيف عند درجة 105° ؟

10-2-9-2 (6): فحص الحامضية للماء قيمة pH-meter

الهدف

تمكين الطالب من معرفة حامضية او قاعدية الماء باستعمال جهاز قياس الحامضية وتعليم الطالب معايرة الجهاز(pH meter) ومن ثم طريقة عمله واخذ القراءة والقياس، ومعرفة ما تسببه المياه الحامضية من تأثير سلبي على البيئة والمعدات من تأكل وأمطار حامضية وتلف للأدوات وتكوين حامض كبريتيد الهيدروجين H_2S الضار.

الادوات والمواد المستعملة

1- كاس زجاجي سعة 250 ml، جهاز(pH meter).
2- ماء خام لإجراء الفحص، ماء مقطر.

1-10-2-9-2 خطوات العمل

1- خذ حجم (100 ml) من النموذج الماء الخام المراد فحصه بعد رجه رجاً جيداً، ثم ضعها في كاس زجاجي فارغ ونظيف سعة (250 ml).
2- اجري معايرة للجهاز (pH-meter) بدلالة محلول قياسي لتعيين الدالة الحامضية باستعمال (pH-7) قبل البدء بأخذ القراءات.
3- اغسل الاقطاب بالماء المقطر قبل غمرها في الكأس الحاوي على محلول الماء العالق، ثم خذ قراءة القيمة الحامضية للمحلول من جهاز (pH) على الشاشة الرقمية له.
4- ارفع اقطاب الجهاز بعد اخذ القراءة من المحلول العالق (النموذج) وتغسل بالماء المقطر، ثم تترك الاقطاب مغمورة في كاس يحتوي على ماء مقطر.
5- الحد المسموح به لقياس الحامضية او القاعدية = (6.5 – 9.2) اما اقل او اعلى من هذه الحدود فتُعد مياه حامضية او قاعدية.

2-10-2-9-2 بطاقة التمارين

اسم التمرين : فحص الحامضية للماء قيمة pH-meter

اولاً : خطوات العمل (النقاط الحاكمة – ومعيار الاداء – والرسومات)

ت	خطوات العمل (النقاط الحاكمة ، ومعيار الأداء)	الرسومات
1	خذ حجم (100 ml) من النموذج الماء الخام المراد فحصه بعد رجه رجاً جيداً، ثم ضعها في كاس زجاجي فارغ ونظيف سعة (250 ml).	
2	اجري معايرة للجهاز (pH-meter) بدلالة محلول قياسي لتعيين الدالة الحامضية باستعمال (pH-7) قبل البدء بأخذ القراءات.	
3	اغسل الاقطاب بالماء المقطر قبل غمرها في الكأس الحاوي على محلول الماء العالق ثم خذ قراءة القيمة الحامضية للمحلول من جهاز (pH) على الشاشة الرقمية له.	

4	ارفع اقطاب الجهاز بعد اخذ القراءة من المحلول العالق (النموذج) وتغسل بالماء المقطر، ثم تترك الاقطاب مغمورة في كاس يحتوي على ماء مقطر.	
5	الحد المسموح به لقياس الحامضية او القاعدية =(6.5 – 9.2) اما اقل او اعلى من هذه الحدود فتُعد مياه حامضية او قاعدية.	

الاسئلة

س1: ما هو تأثير المياه الحامضية على الصناعة النفطية، الانسان، والحياة؟

س2: يجب معايرة جهاز الحامضية (pH-meter) قبل البدء بعملية القياس؟

س3: بين الحدود المسموح بها لحامضية وقاعدية المياه؟

2 – 10 اسم التجربة : التفاعلات الكيمياوية وتعيين سرعة التفاعل الكيمياوي

الهدف

تمكين الطالب من فهم طبيعة التفاعل الكيمياوي وطريقة قياس سرعته والعوامل المؤثرة عليه، بالإضافة إلى معرفة أنواع التفاعلات الكيمياوية والفروقات بينها، وإتقان إجراء تجربة عملية لكل نوع، بما يؤدي إلى إدراك أهمية التفاعلات الكيمياوية في عمليات تكرير النفط.

2 – 10 – 1 النظرية

تعرف سرعة التفاعل بأنها المعدل الزمني للتغير في تركيز المواد المتفاعلة أو الناتجة ففي التفاعل الآتي:

$$A + B \longrightarrow AB \quad \text{----- معادلة رقم (1)}$$

(1) يعبر عن سرعة التفاعل بالمعدل الزمني لاستهلاك المادة A كما يلي:

$$\text{المعدل الزمني لاستهلاك المادة } (A) = -\frac{dC_A}{d} \quad \text{---------- معادلة رقم (2)}$$

حيث C_A تركيز المادة (A) في زمن قدرة (t) وتعني الإشارة السالبة أن تركيز المادة (A) يتناقص مع الزمن.

(2) يمكن التعبير عن السرعة أيضاً باستهلاك المادة B كما يلي :

$$\text{المعدل الزمني لاختفاء المادة } (B) = -\frac{dC_B}{dt} \quad \text{---------- معادلة رقم (3)}$$

(3) كما يمكن التعبير عن السرعة بمعلومية تكوين الناتج AB كما يلي:

$$\text{سرعة تكوين } (AB) = +\frac{dC_{AB}}{dt} \quad \text{---------- معادلة رقم (4)}$$

إذْ تعني الإشارة الموجبة أن تركيز AB يزيد مع الزمن، وتستعمل هذه المشتقات لأن سرعة التفاعلات غالباً ما تتغير مع الزمن وتستعمل تركيز المادة بدلاً من كميتها في تعريف السرعة.

يتضح مما ذكر أعلاه أن سرعات التفاعل المعبر عنها بالمعادلات 1,2,3 متساوية، لأن سرعة اختفاء المادة A هي نفس سرعة اختفاء المادة B وكذلك نفس سرعة تكوين الناتج AB ، ولهذا يمكن التعبير عن سرعة هذا التفاعل بواسطة احد المشتقات المتكافئة الآتية:

$$-\frac{dC_A}{dt} = -\frac{dC_B}{d} = +\frac{dC_{AB}}{dt} \quad \text{---------- معادلة رقم (5)}$$

ولهذا السبب فإنه من المهم أن تحدد المادة التي تؤخذ في الاعتبار عند التعبير عن السرعة التي قد تختلف من مادة إلى أخرى في نفس التفاعل، وفي الحالة العامة يمكن كتابة المعادلة العامة التالية:

$$aA + bB \longrightarrow gG + hH \quad \text{---------- معادلة رقم (6)}$$

ومن السهل أن نستنتج:

$$\frac{1}{a}\left(-\frac{dC_A}{dt}\right) = \frac{1}{b}\left(-\frac{dC_B}{dt}\right) = \frac{1}{g}\left(+\frac{dC_G}{dt}\right) = \frac{1}{h}\left(+\frac{dC_H}{d}\right) \quad \text{---- معادلة رقم (7)}$$

حيث a, b, g, h هي معاملات موازنة المعادلة.

ويستحسن استعمال وحدات التركيز المكافئ بدلاً من التركيز الجزي غرامي في التعبير عن السرعة, فإذا كانت x هي عدد المكافئات في لترمن المحلول التي تتفاعل في الزمن فإن $\frac{dx}{dt}$ هي التعبير الأنسب.

بجانب التعبير في التركيز فإن هناك متغيرات أخرى يمكن استعمالها في التعبير عن السرعة،على تركيز المواد المتفاعلة اعتماداً خطياً ولهذا يمكن أن تعامل كأنها مكافئة للتركيز.

2 – 10 – 2 انواع التفاعلات الكيميائية

1. **تفاعلات الاتحاد او الضم Combination.**
2. **تفاعلات التفكك او التحلل Decomposition.**
3. **تفاعلات الاحلال او الازاحة Displacement.**
4. **تفاعلات التبادل المزدوج او تبادل الجذور (الايوني) Metathesis.**
5. **تفاعلات الاكسدة والاختزال او الاكسدة والارجاع.**
6. **وهناك انواع اخرى من التفاعلات كالتفاعل التعويضي، الاستبدالي، وتفاعلات البلمرة (الاضافة والتكاثف).**

التفاعل الكيمياوي؛ هو أي تغير يحدث على مادة او مجموعة مواد مؤديا إلى تغيرها وانتاج مادة او مواد من نوع جديد، وسنتناول اهم انواع التفاعلات الكيمائية مع الامثلة والتمارين العملية لتلك الانواع.

اولا : تفاعلات الاتحاد

هي عملية اتحاد كيمياوي بين عنصر وعنصر لتكوين مركب ، او اتحاد مركب مع مركب اخر لإنتاج مركب جديد مثل .

(للحفظ) (8) معادلة رقم -------- $2Mg + O_2 \uparrow \longrightarrow 2MgO$

(للإطلاع) (9) معادلة رقم ---------- $H_2O + CaO \longrightarrow Ca(OH)_2$

الادوات والمواد المطلوبة

1- انابيب اختبار عدد 2 ، وميزان، وماسك خشبي لمسك انبوبة الاختبار اثناء التسخين.
2- جفنة معدنية او خزفية، وشريط مغنسيوم، واوكسيد الكالسيوم (فعال)، وماء.

خطوات العمل (عنصر + عنصر)

1- اقطع (10 cm) من شريط المغنسيوم وضعها في جفنة.
2- امسك شريط المغنسيوم بماسك معدني، ثم اشعل شريط المغنسيوم في الهواء وضعه بسرعة في الجفنة، وراقب.

لاحظ، **ان شريط المغنسيوم يتوهج بسرعة وبلهب ابيض ناصع، شديد الحرارة، مع انبعاث كميات كبيرة من الدخان نتيجة الاحتراق.**

3- نستنتج من ذلك بأن شريط المغنسيوم تفاعل بشدة مع الاوكسجين (الموجود في الهواء) ونتيجة هذا التفاعل هو اتحاد الاوكسجين بقوة مع المغنسيوم مكوّناً أوكسيد المغنسيوم الذي يكون عبارة عن مادة صلبة هشة تشبه البودر، تختلف عن خواص عناصرها.

ثانيا : التفكك او التحلل

هو عكس عملية الاتحاد، ويشمل تجزؤ او تحلل مركب معين إلى عناصره، او مركبات ابسط منه كما هو ممثل بالتفاعلات الاتية :

$$2HgO \longrightarrow 2Hg + O_2\uparrow$$ ---------- معادلة رقم (10) (للحفظ)

$$2KClO_3 \longrightarrow 3O_2\uparrow + 2\,KCl$$ ------ معادلة رقم (11) (للإطلاع)

كلورات البوتاسيوم

الادوات والمواد المطلوبة

1- انبوبة اختبار عدد 2، وماسك خشبي لأنبوبة الاختبار، وميزان.
2- مصباح بنزن، وزجاجة ساعة، وشظية او جمرة من الخشب.
3- اوكسيد الزئبق الاحمر، وكلورات البوتاسيوم.

خطوات العمل

1- زن (5g) من اوكسيد الزئبق الاحمر في ميزان، ثم ضعها في انبوبة اختبار نظيفة وجافة ومصنوعة من زجاج البايركس المقاوم لدرجات الحرارة العالية، ثم ثبت الانبوبة في ماسك خشبي او معدني من الاعلى.
2- سخن الانبوبة بشكل تدريجي من الاسفل، ثم ركز اللهب عند قعر الانبوبة، لاحظ تحول لون اوكسيد الزئبق الاحمر إلى غامق مسود لا يلبث بعد فترة تقل كميته، أبعد الانبوبة عن التسخين، ثم أفرغ محتوياتها بهدوء في زجاجة ساعة وأتركها تبرد.
3- لاحظ استرجاع اللون الاحمر لأوكسيد الزئبق غير المفكّك مع ظهور كرات صغيرة فضية سريعة الحركة ولأيمكن مسكها باليد.
4- نستنتج من ذلك، تفكك اوكسيد الزئبق إلى عناصره الاولية وهي الزئبق الحر الذي ظهر على شكل كرات، والاوكسجين إلى الخارج في الجو، اي تفكك اوكسيد الزئبق إلى عناصره الاولية.

ثالثا : الاحلال او الازاحة

وهو احلال عنصر بمحل عنصر اخر في مركب، كتفاعل فلز الخارصين مع حامض، إذْ يحل الفلز محل هيدروجين الحامض، اما الهيدروجين فيتحرر كغاز إلى الخارج، ويطلق على هذا النوع من التفاعل، الاحلال البسيط او التبادل البسيط كما في هذه الامثلة :

$$Mg + CuSO_4 \rightarrow Cu\downarrow + MgSO_4$$ ------- معادلة رقم (12) (للحفظ)

$$2HCl + Zn \rightarrow H_2\uparrow + ZnCl_2$$ ------- معادلة رقم (13) (للإطلاع)

الادوات والمواد المطلوبة

1- كاس زجاجي سعة (200 ml)، وميزان، وأسطوانة مدرجة.
2- انبوبة اختبار، ومحرك زجاجي، وكبريتات النحاس.
3- خارصين، ومغنسيوم، وحامض الهيدروكلوريك المخفف، وعلبة كبريت.

خطوات العمل

1- زن (10g) من كبريتات النحاس في ميزان، ثم ضعها في كاس زجاجي سعة (200 ml)، ثم اضف اليها (100 ml) ماء مقطر لغرض الإذابة، حرك المحلول بالمحرك الزجاجي لإتمام عملية الذوبان.
2- خذ قطعتين من شريط المغنسيوم طول كلا منها 1 cm، ثم اسقطهما في محلول كبريتات النحاس المحضر.
3- لاحظ ان قطعة المغنسيوم تكتسي بطبقة حمراء لا تلبث ان تنزل إلى قعر الكاس كراسب، ثم بعد فترة تختفي قطع المغنسيوم بينما تزداد كمية الراسب الاحمر في القعر، ويختفي اللون الازرق للمحلول او يتغير ويتحول إلى عديم اللون.
4- نستنتج من ذلك بان عنصر المغنسيوم قد حل محل النحاس في كبريتات النحاس ,مما ادى إلى ترسيب النحاس في قعر الكاس كراسب احمر من جزيئات النحاس، واحلال المغنسيوم محله ,بتكوينه مركب كبريتات المغنسيوم العديمة اللون.

رابعا :التبادل المزدوج او الاحلال الايوني المزدوج

هو تفاعل مركبين يتبادل جذران فيما بينهما او تبادل المواقع فيما بينهما .

$AgNO_3 + KCl \rightarrow \underline{AgCl}\downarrow + KNO_3$ ---------- معادلة رقم (14) (للحفظ)

$BaCl_2 + H_2SO_4 \rightarrow \underline{BaSO_4}\downarrow + 2HCl$ ---------- معادلة رقم (15) (للإطلاع)

الادوات والمواد المطلوبة

1- كاس زجاجي سعة 100 ml، وانابيب اختبار، وميزان.
2- حامض الكبريتيك المخفف، وكلوريد الباريوم.
3- نترات الفضة، وكلوريد البوتاسيوم، ومخبار مدرج.

خطوات العمل

1- حضر محلول نترات فضة, زن (1 gm) من نترات الفضه، ثم ذوبها في (50 ml) ماء مقطر، ثم حضر محلول كلوريد البوتاسيوم او كلوريد الصوديوم، (2 gm) في (50 ml) ماء مقطر، ثم خذ منها (5 ml) من كلوريد البوتاسيوم او كلوريد الصوديوم وضعها في انبوبة اختبار.
2- اضف (5 ml) من محلول نترات الفضة الى الانبوبة اعلاه، لاحظ تكون راسب ابيض في الحال ,بعد ما كان المحلولان عديمي اللون .
3- نستنتج من ذلك حدوث تفاعل سريع ما بين نترات الفضة و كلوريد البوتاسيوم، ونتيجة هذا التفاعل هو تبادل مزدوج ما بين الجذور (المركبين) نتج عنه تكون الراسب الابيض من كلوريد الفضة، بينما تكون محلول نترات البوتاسيوم او نترات الصوديوم على شكل محلول سائل عديم اللون يبقى منتشراً مع الراسب .

2 – 10 – 4 العوامل المؤثرة على سرعة التفاعل الكيمياوي

تعتمد سرعة التفاعل الكيمياوي على عدة عوامل اهمها :-

1 – درجة الحرارة Temperature

تزداد سرعة التفاعل الكيمياوي في معظم الاحيان بزيادة درجة الحرارة، وقد وجد في حالات كثيرة انه تتضاعف سرعة التفاعل مرتين او ثلاث مرات لكل زيادة في درجة الحرارة قدرها ($10\ ^{\circ}C$).

مثال عملي :

عند اسقاط قطعة من فلز الخارصين (2 gm) في محلول كبريتات النحاس نشاهد اكتساء فلز الخارصين بعد فترة بسيطة من الزمن بطبقة حمراء من النحاس، عندما يكون التفاعل على البارد، ولزيادة سرعة التفاعل نسخن المحلول، يمكن مشاهدة ذلك واختفاء فلز الخارصين بزمن اقل، وسرعة تفاعل اكبر.

2 – التركيز Concentration

في معظم الحالات تكون سرعة التفاعل الكيميائي دالة لتركيز بعض او كل المواد المشتركة في التفاعل (متفاعلة وناتجة) ولكن في العادة المواد المتفاعلة فقط، والزيادة في تركيز المواد المتفاعلة عموما تزيد من سرعة التفاعل ويجب ان نضع في الاعتبار ان سرعة اي تفاعل لا تبقى ثابتة طوال سير التفاعل، لكنها تكون اعلى ما يمكن في البداية ثم تقل تدريجيا مع الزمن كلما استهلكت المواد المتفاعلة إلى ان تصل إلى سرعة الصفر.

مثال عملي:

لإثبات زيادة التركيز لاحد المواد المتفاعلة وزيادة سرعة التفاعل، يوضح ذلك من خلال **زيادة تركيز الاوكسجين في سرعة التفاعل حيث تضيء الشظية المشتعلة في الهواء الذي يحتوي على غاز الاوكسجين 20%، لكنها تتوهج بلهب عند ادخالها في انبوبة مملوءة بغاز الاوكسجين، والسبب هو زيادة تركيز غاز O_2** الذي يؤدي إلى زيادة سرعة التفاعل.

3 – مساحة السطح والتقليب Surface Area and Mixing

بالنسبة لتفاعلات المواد الصلبة مع السوائل، تجري على السطح لذا يزداد معدل سرعة التفاعل بزيادة السطح، وذلك لزيادة المساحة السطحية لعدد جزيئات المادة الصلبة المعرضة للمواد المتفاعلة، وكذلك التقليب والرج يزيد من معدل سرعة التفاعل وعلى الاخص في تفاعلات المادة الصلبة مع السوائل.

مثال عملي :

يتفاعل مسحوق الطباشير (عبارة عن كاربونات الكالسيوم غير نقية) بسرعة مع حامض الهيدروكلوريك المخفف، لأنه يمتلك مساحة سطحية كبيرة, بينما اصبع الطباشير الذي يمتلك مساحة سطحية صغيرة يكون تفاعله أبطأ بكثير من المسحوق، وكذلك التقليب والرج ايضا يزيد من سرعة التفاعل.

$$2HCl + CaCO_3 \rightarrow H_2O + CO_2 + CaCl_2$$ ---------- معادلة رقم (16)

4 – العامل المساعد Catalyst

يتأثر عدد كبير من التفاعلات بوجود كميات صغيرة من مواد لها القدرة على اسراع او ابطاء سرعة هذه التفاعلات، تسمى هذه المواد بالعوامل المساعدة، وتعرف التفاعلات التي تتأثر بها بالتفاعلات المحفزة ويطلق عليه **(الحفاز)، يعرف العامل المساعد بأنه المادة التي تستعمل اثناء تفاعل كيميائي ولكنها تسترد في نهاية التفاعل دون ان تتأثر كيميائيا**، اي ان العامل المساعد يتدخل في التفاعل كوسيط ولكنه يسترد في النهاية كما كان، فاذا سبب العامل المساعد زيادة في سرعة التفاعل يسمى العامل المساعد موجب، واذا سبب تقليل او بطئ في سرعة التفاعل فيعرف بالعامل المساعد السالب.

مثال عملي :

تحضير غاز الاوكسجين مختبريا، يُحضر من تفكك كلورات البوتاسيوم، نحتاج إلى حرارة شديدة ووقت كافٍ للتحليل, ولكن عندما نستخدم ثاني اوكسيد المنغنيز MnO_2 كعامل مساعد في هذا التفاعل، **تزداد سرعة التفاعل وتتفكك كلورات البوتاسيوم بوقت اقل واسرع, فعند خلط ثاني اوكسيد المنغنيز بكلورات البوتاسيوم بمجرد تسليط الحرارة عليها (تسخنها) فإنها تتفكك بسرعة وبوقت اقصر**، اما العامل المساعد لا يطرأ عليه اي تغير ولا يدخل التفاعل .

$$2KClO3 \xrightarrow{MnO_2} 3O_2 + 2KCl$$ **معادلة رقم (17)**

5 – الضوء

الضوء الشديد هو احد انواع الطاقة، ولهذا يمكن ان يُسرع بمعدل التفاعل وقد يسبب انفصال الاواصر بين الذرات في الجزيئات، او إثارتها، وقد تنشأ مركبات وسطية تساعد على حصول مواد ناتجة من هذا التفاعل, فالأدوية قد تفسد اذا لم تحفظ في مكان مظلم وفي الثلاجة، وكذلك تعبأ معظم الادوية بقناني زجاجية بنية اللون ماصة للضوء، لان معظم الأدوية (مواد كيميائية) حساسة للضوء وتتفاعل معه وكذلك الحال ببعض المركبات الكيميائية مثل نترات الفضة، وبرمنكنات البوتاسيوم، والمحاليل العضوية.

تمرين عملي (الضوء):

تتأثر بعض العناصر والمركبات الكيمياوية بالضوء وتتفاعل معه مباشرةً مكونة اكاسيد تلك العناصر او المركبات، **فاغلب مركبات الفضة والبرمنكنات تتفاعل مع الضوء بصورة مباشرة، اما الهالوجينات (الكلور، اليود، الفلور، البروم) فإنها تتفاعل بوجودها في بعض المركبات العضوية مع الضوء.**

مثال عملي:

حضر محلول نترات الفضة، زن (2g) من نترات الفضة في ميزان، ثم ضعها في كاس سعة (100 ml)، واضف اليها (40 ml) ماء مقطر **ثم اتركها مكشوفة ومعرضة لضوء الشمس، انتظر فترة قصيرة؛ لاحظ تأكسد الفضة في النترات إلى اوكسيد الفضة الاسود ينتشر في المحلول لا يلبث ان يستقر في القعر**، من أجل ذلك تحفظ نترات الفضة ومحاليلها، وبرمنكنات البوتاسيوم في قناني معتمة كما تحفظ محاليلها في دواليب مظلمة بعيداً عن الضوء.

$$4AgNO_3 \rightarrow O_2 + 2Ag_2O + 4NO_2$$ **معادلة رقم (18) ----------**

6 – الطبيعة الفيزيائية وطبيعة المواد المتفاعلة

تعتمد سرع التفاعلات الكيميائية على الحالة الفيزيائية للمواد المتفاعلة، فلو كان لدينا على سبيل المثال ثلاث قطع من الفلزات، الصوديوم، الخارصين، القصدير لها نفس الوزن، ووضعنا كل قطعة في محلول حامض الهيدروكلوريك له نفس التركيز في انبوبة اختبار، **فإننا نجد ان الصوديوم يتفاعل بشدة، اما الخارصين فإنه يتفاعل بمعدل أقل، اما بالنسبة لقطعة القصدير فإنها تتفاعل ببطء شديد، لذا تعتبر الحالة الفيزيائية للمواد المتفاعلة مهمة جدا**، لتحديد فعاليتها وسرعة تفاعلها.

تفاعل سريع ------- معادلة رقم (19) $2HCl + 2Na \rightarrow 2NaCl + H_2\uparrow$

تفاعل متوسط -------- معادلة رقم (20) $2HCl + Zn \rightarrow H_2\uparrow + ZnCl_2$

بطيء ---------- معادلة رقم (21) $2HCl + Sn \rightarrow H_2\uparrow + SnCl_2$

2 – 10 – 5 بطاقة التمارين

اسم التمرين : التفاعلات الكيمياوية وتعيين سرعة التفاعل

اولا :الأهداف التعليمية

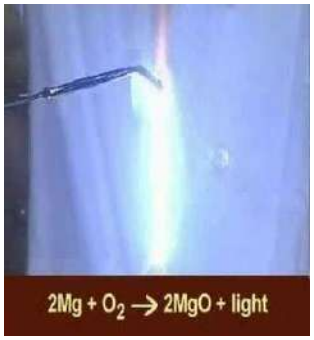
ليكون الطالب قادرا على معرفة ودراسة سرعة التفاعل الكيمياوي، ومن ثم دراسة انواع التفاعلات الكيمياوية وكتابة معادلات التفاعل مع إجراء التجارب العملية لكل نوع منها، ودراسة العوامل المؤثرة على سرعة التفاعل الكيمياوي، وإجراء التجارب العملية لكل نوع ومعرفة الفرق بينهما عملياً وفي المختبر.

ثانيا : التسهيلات التعليمية (مواد، وأدوات، وأجهزة)

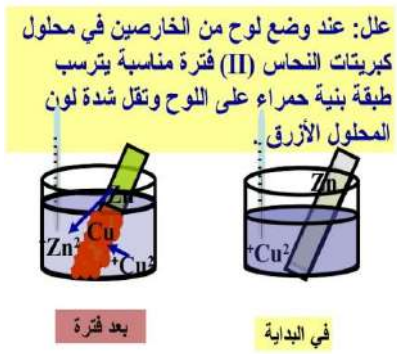
انابيب اختبار، وكؤوس زجاجية مختلفة الحجوم عدد 6، وأسطوانة مدرجة، وميزان حساس، وسحاحة، ومواسك لمسك انابيب الاختبار عدد 6، وجفنة معدنية، وزجاجة ساعة، وساق زجاجي. ومصباح بنزن

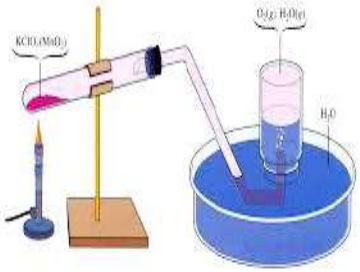
واوكسيد الكالسيوم، وشريط المغنسيوم، واوكسيد الزئبق، وكلورات البوتاسيوم، وكبريتات النحاس، وفلز الخارصين، وفلز القصدير، وحامض الهيدروكلوريك، وحامض الكبريتيك، ونترات الفضة، وكلوريد الباريوم، وكلوريد البوتاسيوم، وكلوريد الصوديوم.

ثالثا :خطوات العمل (النقاط الحاكمة، ومعيار الاداء، والرسومات)

ت	خطوات العمل (النقاط الحاكمة ، ومعيار الأداء)	الرسومات
1	ارتد بدلة العمل ثم حضر المواد الكيمياوية، والادوات الزجاجية، واغسلها ثم جففها لتكون جاهزة لإجراء التجارب والاختبار.	
2	اولا: الاتحاد (عنصر + عنصر) تفاعل المغنسيوم مع الاوكسجين $2\ Mg + O_2 \rightarrow 2\ MgO$ يتفاعل شريط المغنسيوم بشكل مباشر مع الاوكسجين بعد ان يتوهج وينبعث منه دخان كثيف وحرارة عالية مكونا مركب اوكسيد المغنسيوم (عبارة عن مادة بيضاء صلبة هشة على شكل بودر) تختلف عن خواص عناصرها الاولية.	

3	ثانيا :التفكك تفكيك مركب إلى عناصر $2Hg + O_2 \xrightarrow{\Delta} 2HgO\uparrow$ يتفكك اوكسيد الزئبق الاحمر بالتسخين الشديد إلى عناصره الاولية فيتحرر غاز الاوكسجين، بينما يترسب الزئبق في قعر انبوبة الإختبار على شكل كرات صغيرة الحجم . أستنتج من ذلك ان للحرارة دور كبير في عملية التفكك.	
4	ثالثا : الاحلال والازاحة احلال عنصر محل عنصر اخر في مركب $Mg + Cu\,SO_4 \rightarrow Mg\,SO_4 + \underline{Cu}$ يتفاعل المغنسيوم مع محلول كبريتات النحاس ببطء ولزيادة سرعة التفاعل سخن المحلول تحت لهب بنزن يترسب النحاس عند قعر الكاس كعنصر، بينما يحل المغنسيوم محل النحاس في كبريتات النحاس . أستنتج من ذلك بان عنصر المغنسيوم قد حل محل النحاس في كبريتات النحاس، مما ادى إلى ترسب النحاس كراسب احمر .	

5	رابعا : التبادل المزدوج 1- التبادل المزدوج بين مركبين $KCl + AgNO_3 \rightarrow KNO_3 + AgCl$ تتفاعل نترات الفضة مع كلوريد الكالسيوم مباشرة حيث يحل الكلوريد في كلوريد الكالسيوم محل النترات في نترات الفضة وتكوينه راسباً ابيض . استنتج من ذلك حدوث تبادل للجذور بين المركبين ما يسمى التبادل المزدوج .	
6	العوامل المؤثرة على سرعة التفاعل الكيمياوي : اولا": درجة الحرارة Temperature : $Zn + CuSO_4 \rightarrow ZnSO_4 + Cu$ يتفاعل الخارصين ببطء مع محلول كبريتات النحاس على البارد, ويكاد يكون غير محسوس بينما تزداد سرعة التفاعل عندما يسخن المحلول، ويمكن مشاهدة جزيئات النحاس المترسبة اسفل الإناء أثناء عملية التسخين. نستنتج من ذلك ان للحرارة دوراً مؤثراً وفعالاً في سرعة التفاعل الكيمياوي فبدون حرارة التسخين يحتاج التفاعل مدة أطول لإحلال فلز الخارصين محل النحاس.	
7	ثانيا" : تأثير التركيز تضيء الشظية المشتعلة في الهواء الذي يحتوي على غاز الاوكسجين 20%، لكنها تتوهج بلهب عند ادخالها في انبوبة مملوءة بغاز الاوكسجين . استنتج من ذلك زيادة تركيز غاز الاوكسجين (O_2) يؤدي إلى زيادة سرعة التفاعل وزيادة توهج الشظية اما قلة التركيز فلا يساعد الشظية على الاشتعال.	

8	تمرين اخر على التركيز يتفاعل مسحوق الطباشير (عبارة عن كربونات الكالسيوم غير نقية) بسرعة مع حامض الهيدروكلوريك المخفف لأنه يمتلك مساحة سطحية كبيرة، بينما اصبع الطباشير الذي يمتلك مساحة سطحية صغيرة يكون تفاعله ابطأ بكثير من المسحوق. $CaCO_3 + HCl \rightarrow CaCl_2 + CO_2 + H_2O$ استنتج من ذلك ان المساحة السطحية الواسعة والتقليب والرج ايضا يزيد من سرعة التفاعل.	
9	ثالثا":العامل المساعد تفكك كلورات البوتاسيوم بوجود ثاني أوكسيد المنغنيز $\mathbf{2\ KClO_3 + 2MnO_2 \rightarrow 2KCl + 3O_2 + 2MnO}$ تتفكك كلورات البوتاسيوم بسرعة عند تسخينها بوجود ثاني اوكسيد المنغنيز بعد خلط المادتين في انبوبة الاختبار وبتسخينها يتحرر غاز الاوكسجين بعد فترة قصيرة ويمكن اختبار ذلك بتقريب جمرة عند فوهة الانبوبة فتتوهج . أستنتج من ذلك ان للعامل المساعد دوراً كبيراً في زيادة سرعة التفاعل وتفكك كلورات البوتاسيوم، اضافة إلى ذلك ان العامل المساعد يبقى محتفظا بكمية ولا يطرأ عليه اي تغير فقط يزيد من سرعة التفاعل وتكوينه مركبات وسطية.	
10	رابعا" : الضوء يتفاعل الضوء مع محلول نترات الفضة بشكل مباشر لذا يجب ابعادها عن الضوء او حفظها في قناني معتمة ، فهي تتفاعل وتتحول إلى اكاسيد فلزاتها وتترسب فيما بعد. أستنتج من ذلك بان للضوء تأثيراً مباشراً على بعض المواد كونه نوعاً من انواع الطاقة وعليه يجب حفظها بعيدا " عن الضوء في دواليب مظلمة او قناني معتمة.	

11	خامسا": الطبيعة الفيزيائية وطبيعة المواد المتفاعلة. تفاعل سريع $2Na + 2HCl \rightarrow H_2 + 2NaCl$ متوسط $Zn + 2HCl \rightarrow ZnCl_2 + H_2$ بطيء $2HCl + Sn \rightarrow SnCl_2 + H_2$ تعتمد سرعة التفاعلات الكيميائية على الحالة الفيزيائية للمواد المتفاعلة، فلو كان لدينا على سبيل المثال ثلاث قطع من الفلزات ،الصوديوم، الخارصين والقصدير لها نفس الوزن ووضعنا كل واحدة من هذه القطع في محلول حامض الهيدروكلوريك له نفس التركيز في انبوبة اختبار، فأننا نجد ان الصوديوم يتفاعل بشدة، اما الخارصين يكون تفاعله بمعدل اقل، اما بالنسبة لقطعة القصدير فإنها تتفاعل ببطء شديد. نستنتج من ذلك ان الحالة الفيزيائية للمواد المتفاعلة مهمة جدا لتحديد فعاليتها وسرعة تفاعلها.	

أسئلة

س1: عدد اهم انواع التفاعلات الكيميائية؟ معززا ذلك بمعادلة لكل نوع ؟

س2: ما العوامل المؤثرة على سرعة التفاعل الكيماوي؟

س3: ما اهمية العامل المساعد في عملية التفاعل الكيمياوي؟ وماهي انواعه؟

س4: كيف تعلل الطبيعة الفيزيائية للمواد المتفاعلة ؟ مقروناً ذلك بمثال عملي؟

س5: بين اهمية تأثير المساحة السطحية للمواد المتفاعلة؟

2 – 11 اسم التجربة : تجربة التحليل المنخلي

الهدف

تمكين الطالب من ادراك أهمية التحليل الحجمي في التعامل مع المواد الصلبة، وتزويده بالخبرة الكافية لاستعمال منظومة المناخل للحصول على الحجم الحبيبي المناسب للمادة الصلبة بعد خروجها من الكسارة وتحديد الحجم المرغوب من خلال تحديد نسبة المادة الصلبة المارة في كل منخل، فضلاً عن رسم منحني التدرج الحجمي للجسيمات المارة.

2 – 11 – 1 النظرية

ان المواد الصلبة العالقة في النفط الخام مثل الرمل والاطيان والبلورات الملحية وقشور الصدأ، تؤدي إلى انسداد الانابيب والصمامات والمرشحات، كما انها تساعد على تآكل الانابيب والمعدات الاخرى، وبالتالي يجب معرفة التوزيع الحجمي للحبيبات الصلبة لفائدتها في تصميم الاجهزة والمعدات وطريقة حجز تلك الحبيبات.

يُعد التحليل المنخلي من اقدم الطرق واكثرها شيوعا في التحليل الحجمي، وتتم بإمرار وزن معلوم من عينة من جسيمات صلبة خلال مناخل ووزن الكميات المتجمعة على كل منخل لتعيين النسبة المئوية الوزنية في كل جزء حجمي. ان المناخل تحتوي على ثقوب تسمح بمرور الجسيمات خلالها، إذْ ان الحبيبات ذات الحجم الاكبر من فتحات المنخل تبقى على السطح ويرمز لها (+)، والحبيبات المارة اي الاصغر من فتحات المنخل يرمز لها (-) اما الحبيبات التي تبقى في الفتحات تدعى الحبيبات ذات الحجوم الوسطية.

قد تقسم عملية النخل إلى مرحلتين، اولاهما التخلص من الجسيمات التي هي اصغر بكثير من حجم فتحات المنخل، ويجب ان يحدث هذا بسرعة مناسبة، وثانيتهما فصل الحبيبات قريبة الحجم، وهذه عملية متدرجة قلما تصل الاكتمال التام وفي كلتا الحالتين يجب ان يكون المنخل بوضع حيث يعطي لكافة الجسيمات فرصة للمرور خلال الفتحات، وبذلك فإن الجسيمات التي تؤدي إلى انسداد فتحة معينة يمكن إزالتها، خاصة وان الانسداد ظاهرة مضرة جدا بالنسبة لمناخل الاختبار ذات الفتحات الصغيرة جدا.

تعتمد كفاءة التحليل المنخلي على كمية المواد الموضوعة على المنخل (العينة) ونوع الحركة المعطاة للمنخل.

يجب ان يكون وزن العينة المستخدمة مناسبا، فإذا كانت العينة كبيرة جدا؛ فإن الجسيمات تكون عبارة عن طبقات، مما لا يعطي فرصة لكل جسيمة لمواجهة الفتحة والمرور خلالها ومن جانب اخر فإن صغر العينة يجعلها لا تحتوي على جسيمات كافية لتكون ممثلة لكل المادة ويمكن تقسيم العينة الكبيرة إلى عدد من الشحنات لتجنب الافراط في تحميل المناخل.

2 – 11 – 2 مكونات جهاز التحليل المنخلي

تتكون المناخل من نسيج سلكي ذي مواصفات دقيقة لكل مجموعة تتفاوت في نقطتين اساسيتين:

1- فتحة المنخل.

2- سمك الاسلاك المكونة للمنخل.

يتكون جهاز التحليل المنخلي من قاعدة هزازة تعمل بالقوة الكهربائية، تعتمد على ما هو مطلوب وبحركة للأعلى والاسفل ولمدة يتم تحديدها حسب الحاجة (15-30 min)، اما المناخل فتصف بصورة تنازلية من المنخل ذي الفتحات الاكبر الذي يكون في الاعلى، وذو الفتحات الأصغر يكون اسفل منه، كما في الشكل (2-17) وهكذا إلى ان ينتهي بوعاء لا يحتوي على فتحات (pan).

الشكل (2-17) اجزاء الجهاز وملحقاته

2 – 11 – 3 الأجهزة والمواد المستعملة

1- حبيبات صلبة مختلفة الاحجام (العينة).

2- جهاز التحليل المنخلي.

3- ميزان حساس ذو ثلاث مراتب عشرية.

2 – 11 – 4 خطوات العمل وهي على مرحلتين؛ العملي والحسابات

اولاً : العملي

1- رتب المناخل الواحد فوق الاخر بحيث تكون فتحات المنخل الاول اكبر من الذي يليه وهكذا .
2- زن كمية معينة من المادة الصلبة (العينة) على ان تكون جافة وضعها في الغربال العلوي.
3- ضع الغطاء على الغربال العلوي وثبته بإحكام لمنع خروج المناخل عن مواضعها.
4- شغل الجهاز على قوة هز معينة ولمدة (20 min) دقيقة مثلا.
5- اعزل المناخل بعد انتهاء العملية ويتم وزن المادة الصلبة الموجودة على كل منخل على حدة.
6- سجل النتائج واجرِ الحسابات كما موضح بالمثال التوضيحي.
7- ارسم المخطط البياني لتدرج الحبيبات بين النسبة المئوية المارة من الحبيبات وقطر فتحة كل منخل.

ثانيا :الحسابات

1- نزن العينة الكلية ونزن المتجمع على كل منخل حسب رقم المنخل.
2- النسبة المئوية للمحجوز على كل منخل R_n = وزن المتجمع على المنخل\الوزن الكلي×100

3- النسب التراكمية (ΣR) =(R_n) لكل منخل + مجموع (R_n) للمناخل الذي قبله
4- النسبة المارة = 100- ΣR
5- تدون النتائج والحسابات في جدول كما بالمثال الموضح ادناه.
6- نرسم المخطط البياني بين النسبة المئوية المارة على المحور الصادي وقطر فتحة المنخل على المحور السيني.

2 – 11 – 5 مثال توضيحي

في احد التجارب العملية لعينة وزنها (500 g) تم الحصول على النتائج الآتية:

Sieve NO. رقم المنخل	قطر فتحة المنخل (mm)	وزن المتجمع على المنخل (g)	النسبة المئوية للكمية المحجوزة R_n	النسبة التراكمية ΣR_n	النسبة المارة (100 - ΣR_n)
4	4.75	35.75	7.15	7.15	92.85
10	2.00	46.48	9.3	16.45	83.55
20	1.85	34.39	6.88	23.33	76.67
40	0.425	20.88	4.18	27.51	72.49
60	0.250	88.88	17.78	45.29	54.71
120	0.125	169.77	33.96	79.25	20.75
200	0.075	24.95	4.99	84.24	15.76
Pan	----	78.79	15.76	100	0.0
الوزن الكلي		499.89			

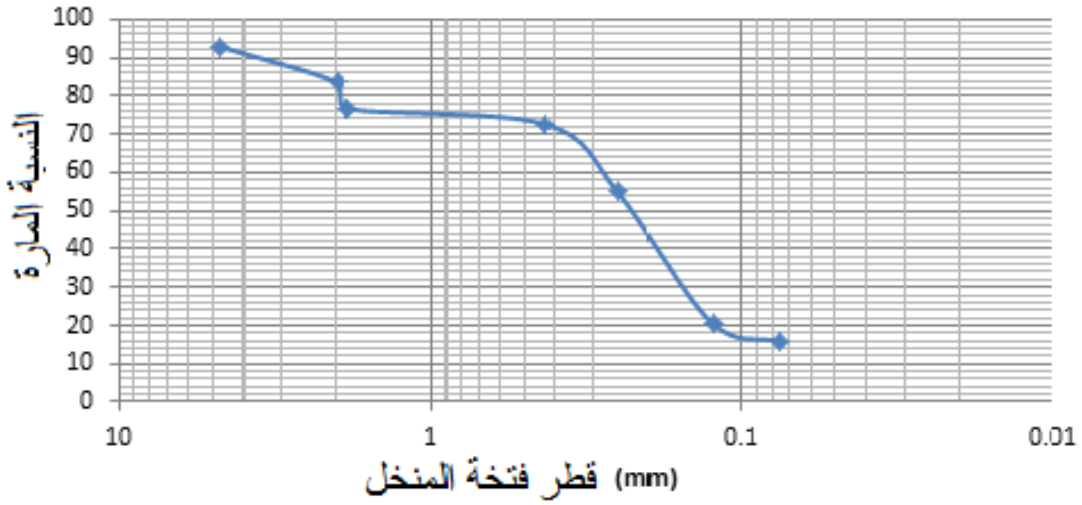
توضيح للحسابات على المنخل رقم (20)
وزن المتجمع على المنخل = 34.39g

$Rn= (34.39/499.89) \times 100=6.88$
$(\Sigma R)= 6.88+ 9.3+7.15=23.33$
$100-\Sigma R = 100-23.33 =76.67$

بعد اجراء الحسابات نرسم المخطط البياني بين قطر فتحة المنخل و (-100)

النسبة المارة $= 100 - \Sigma R$

$=100-23.33=76.67$



2– 11 - 6 بطاقة التمارين

اسم التمرين : التحليل المنخلي

اولا: الأهداف التعليمية

بعد الانتهاء من التجربة يكون الطالب قادرا على :

1- تحديد نسبة المار من كل منخل.

2- ورسم العلاقة بين كمية المار في كل منخل وحجم الحبيبات (رسم منحني التدرج الحبيبي).

التسهيلات التعليمية: (اجهزة، وادوات، ومواد)

1- حبيبات صلبة مختلفة الاحجام (العينة) .

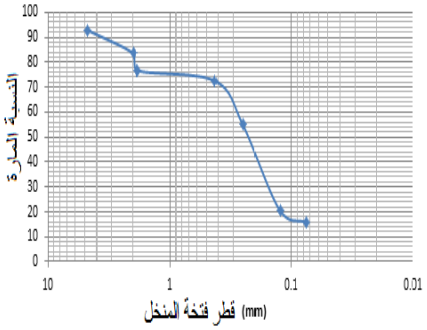
2- جهاز التحليل المنخلي.

3- ميزان حساس ذو ثلاث مراتب عشرية.

ثالثا : خطوات العمل (النقاط الحاكمة، ومعيار الاداء، والرسومات)

ت	خطوات العمل (النقاط الحاكمة ، ومعيار الاداء)	الرسومات
1	ارتد بدلة العمل (الصدرية) ثم اغسل الأدوات بالماء الاعتيادي، ويجب ان تكون جافة ونظيفة.	
2	نظف المناخل جيدا بالفرشاة	
3	رتب المناخل الواحد فوق الاخر بحيث تكون فتحات المنخل الاول اكبر من الذي يليه وهكذا.	
4	زن كمية معينة من المادة الصلبة (العينة) على ان تكون جافة وضعها في الغربال العلوي.	

5	ضع الغطاء على الغربال العلوي وثبته بإحكام لمنع خروج المناخل عن مواضعها.	
6	شغل الجهاز على قوة هز معينة ولمدة (20) دقيقة	
7	اعزل المناخل بعد انتهاء العملية ويتم وزن المادة الصلبة الموجودة على كل منخل على حدة.	
8	نظف المناخل بالفرشاة وارجعها إلى مكانها ونظف المكان.	

9	سجل النتائج واجرِ الحسابات كما موضح بالمثال اعلاه.	مقاس المنخل (بريطانية / امريكية) | الوزن المحجوز (غم) | النسبة المئوية المحجوزة | النسبة المئوية المجمعة المارة | النسبة المئوية المجمعة المحجوزة 9.5 / 18 / 0.9 / 99.1 / 0.9 4.75 / 473 / 23.71 / 75.39 / 24.61 2.36 / 346 / 17.34 / 58.05 / 41.95 1.18 / 145 / 7.269 / 50.79 / 49.21 0.600 / 76 / 3.81 / 46.98 / 53.02 0.300 / 597 / 29.92 / 17.06 / 82.94 0.150 / 280 / 14.04 / 3.02 / 96.98 0.075 / 60 / 3.01 / 0.01 / 99.99 المجموع / 1995 / / / 449.6 المعدل $= \frac{449.6}{100} = 4.49$
10	ارسم المخطط البياني لتدرج الحبيبات بين النسبة المئوية المارة من الحبيبات وقطر فتحة كل منخل.	

أسئلة

س1 : ماهي مكونات جهاز التحليل المنخلي؟

س2 :لماذا يجب ان تكون كمية العينة مناسبة؟

س3 :ما سبب الفرق بين وزن العينة الاصلي ووزنها المحسوب من الجدول ؟

س4 : ماهي الفائدة من اجراء تجربة المناخل ؟ وماهي مجالات استعمالها ؟

س5 : لا يجوز استخدام عينه رطبة في التحليل المنخلي، بل يجب ان تكون جافة ؟ وضح اضرار ذلك ؟

2 – 12 تجربة تحضير الفينول فورمالدهايد (البكلايت)

الهدف

تمكين الطالب من اجراء الخطوات العملية للتجربة بدقة عالية, وتحقيق النتائج بما يعزز المفهوم النظري للتجربة المتمثل بفهم عملية البلمرة، واهمية مادة الفينول فورمالدهايد (البكلايت) بعملية البلمرة وفي العمليات الصناعية الواسعة وفي انتاج مستلزمات مهمة في الصناعة والاستخدام المنزلي.

2 – 12 – 1 النظرية

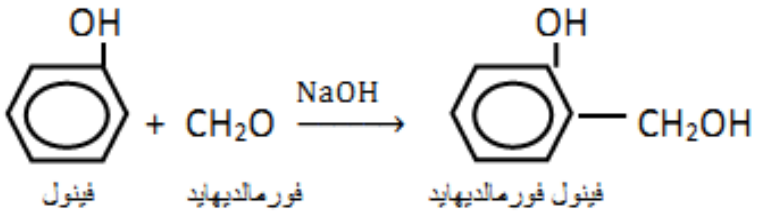
البلمرة هي عملية تجميع الجزيئات ذات الاوزان الجزيئية المنخفضة (مونميرات) لإنتاج جزيئة بوليمر ذات وزن جزيئي كبير.

ومن هذه البوليمرات، بوليمرات الفينول فورمالديهايد (البكلايت) نسبة إلى مكتشفها باكيلاند، التي تعتبر من اقدم البوليمرات المستخدمة تاريخيا وتدعى (الباغة) .

تتكون هذه البوليمرات بواسطة احد انواع تفاعلات البلمرة، وهي بلمرة الاضافة وبلمرة التكاثف حيث يتكاثف الفينول والفورمالديهايد في وسط قاعدي او حامضي على مرحلتين؛ الاولى يتكون الراتنج ذو وزن جزيئي منخفض الذي يمكن صهره واذابته، ويتم في الثانية معالجة الراتنج السابق بحيث يقود إلى ناتج ذو وزن جزيئي عالٍ.

هناك نوعان من الراتنج وهما؛ الريزول الذي يتكون من تفاعل الفينول مع فائض من الفورمالديهايد في وسط قاعدي مثل هيدروكسيد الصوديوم، اما النوع الثاني هو النوفلاك الذي يتكون من تفاعل فائض من الفينول مع الفورمالديهايد في وسط حامضي، وتمتاز بوليمرات البكلايت بالصلابة، والقساوة، وسهولة التشكيل في القوالب، ولا تتأثر بالمواد الكيمياوية مثل الحوامض والقواعد, مما يساعد ذلك على استعمال هذه المادة في صناعة اجسام البطاريات، واغلفة المفاتيح الكهربائية، كونها مادة عازلة غير موصلة للتيار الكهربائي، وابدان بعض الاجهزة الكهربائية، والثلاجات، بعض من اجزاء السيارات، وعدد كبير من المستلزمات الاستهلاكية المنزلية، واخيرا فإنها تمتاز بمقاومتها وعزلها الكهربائي والحراري.

وتكون معادلة التفاعل كما يأتي:



2 – 12 – 2 الأدوات والاجهزة المستعملة

1- دورق كروي سعة (500 ml) .
2- اسطوانة مدرجة.
3- كأس زجاجي سعة (200ml)عدد 2 .
4- انابيب اختبار عدد 2 .
5- ملعقة وزن.

6- مكثف عاكس.
7- حمام مائي.
8- حامل حديدي.
9- مجفف كهربائي.
10- حامل ثلاثي .
11- شبكة اسبستوس .
12- مصباح بنزن .
13- ميزان حساس.

2 – 12 – 3 المواد المستعملة

1- فينول .
2- فورمالديهايد .
3- هيدروكسيد الصوديوم .
4- ماء مقطر .

2 – 12 – 4 خطوات العمل

1- زن (5 gm) من الفينول بميزان حساس في كأس زجاجي، ثم ضع محتويات الكأس في دورق كروي سعة (500 ml) بعد اضافة المواد من خلالها.
2- خذ (50 ml) من محلول فورمالديهايد بواسطة مخبار مدرج ثم ضعه في الدورق الكروي أعلاه.
3- اضف (3 ml) من محلول هيدروكسيد الصوديوم بتركيز40% إلى محتويات الدورق.
4- ركب المكثف العاكس على الدورق الكروي (لغرض عدم خروج ابخرة)، ثم سخن بهدوء في حمام مائي عند درجة حرارة (80-90 $^{\circ}$C) إلى ان يتحول المحلول الى اللون الاحمر تدريجيا ويزداد قوامة .
5- استمر بعملية التسخين لمدة (60-75 min) تسخينا هادئا عند درجة حرارة (65 $^{\circ}$C)، ثم أبعد الدورق عن الحمام المائي واسكب محتويات الدورق بسرعة في انابيب اختبار جافة.
6- ضع الانابيب في المجفف الكهربائي عند درجة حرارة (50 $^{\circ}$C) ولمدة ساعة.
7- ارفع درجة الحرارة إلى (60 $^{\circ}$C) وأبقها في المجفف الكهربائي لمدة أربع ساعات, عندها يتم الحصول على الفينول فورمالديهايد (الباغة).

2 – 12 – 5 بطاقة التمارين

اسم التمرين : تجربة تحضير البكلايت (البلمرة بالتكاثف)

اولا :الاهداف التعليمية

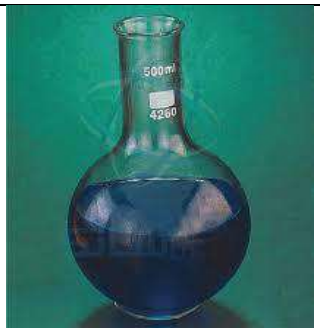
ليكون الطالب قادراً على تحضير (البكلايت) الفينول فورمالدهايد بطريقة التكثيف بتفاعل الفينول مع الفورمالدهايد بوجود وسط قاعدي هو هيدروكسيد الصوديوم ووضع المادة بعد التحضير في انابيب اختبار وفي المختبر.

ثانيا :التسهيلات التعليمية (أدوات ، وأجهزة ، ومواد)

دورق كروي سعة (500 ml)، ومخبار مدرج، وكأس زجاجي سعة (200 ml)، وانابيب اختبار عدد (2)، وملعقة وزن، ومكثف عاكس ،وحمام مائي، وحامل حديدي، ومجفف كهربائي، وحامل ثلاثي، وشبكة اسبستوس، ومصباح بنزن، وميزان حساس، وفينول، وفورمالديهايد ،وهيدروكسيد الصوديوم، وماء مقطر.

ثالثا : خطوات العمل (النقاط الحاهمة ، ومعيار الاداء ،والرسومات)

ت	خطوات العمل (النقاط الحاكمة ، ومعيار الأداء)	الرسومات
1	ارتد بدلة العمل (الصدرية) ثم اغسل الأدوات بالماء الاعتيادي، ويجب ان تكون جافة ونظيفة.	
2	زن (5 gm) من الفينول في ميزان حساس بواسطة كأس زجاجي ثم ضع المحتويات في دورق كروي سعة (500 ml)	
3	خذ (50 ml) من محلول فورمالديهايد بواسطة أسطوانة مدرجة ثم ضعه في الدورق الكروي اعلاه.	

4	اضف (3 ml) من محلول هيدروكسيد الصوديوم بتركيز 40% إلى محتويات الدورق.	
5	ركب المكثف العاكس على الدورق الكروي ثم سخن بهدوء في حمام مائي عند درجة حرارة (80-90°C) الى ان يتحول المحلول الى اللون الاحمر تدريجيا ويزداد قوام المحلول.	
6	استمر بعملية التسخين لمدة (60-75 min) تسخينا هادئا إلى درجة حرارة (65 ˚C)، ثم أبعد الدورق عن الحمام المائي واسكب محتويات الدورق بسرعة في انابيب اختبار جافة.	
7	ضع الانابيب في المجفف الكهربائي عند درجة حرارة (50 ˚C) ولمدة ساعة.	
8	ارفع درجة الحرارة إلى (60 ˚C) وأبقها في المجفف الكهربائي لمدة اربع ساعات عندها يتم الحصول على الفينول فورمالديهايد.	

أسئلة

س1 : ما المقصود بتفاعل البلمرة ؟ وما أنواعها ؟

س2 : ما فائدة تفاعلات البلمرة في الصناعات النفطية؟

س3 : ما خواص واستخدامات البكلايت ؟ وما تأثير هيدروكسيد الصوديوم في التفاعل؟

س4 : ما الفرق بين الريزول والنوفلاك؟

س5 : ما استخدامات البكلايت في الصناعة ؟

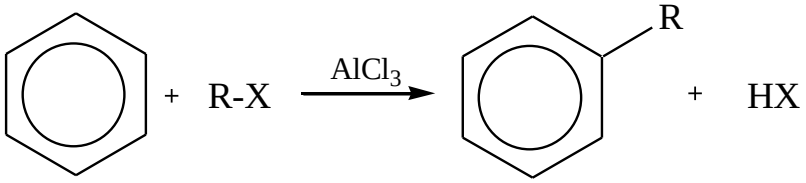
2 – 13 تجربة تحضير الكيل البنزين (الكلة البنزين) (للإطلاع)

الهدف

تمكين الطالب من إتقان الخطوات العملية لتحضير الكيل بنزين، وتحقيق النتائج بما يعزز المفهوم النظري لعملية الالكلة، بالإضافة إلى ادراك أهمية الالكيل بنزين في العمليات الصناعية، وفي عمليات تحضير المنظفات السائلة والصلب.

2 – 13 – 1 النظرية

في عام (1877 م) اكتشف الكيميائيان الفرنسي كارلوس فريدل والأمريكي جيمس كرافت طرقاً جديدة لتحضير مشتقات ألكيل للبنزين، عن طريق استبدال إحدى ذرات هيدروجين الحلقة الأروماتية بمجموعة ألكيل، و ذلك بمعالجة المركب الأروماتي بهاليد الألكيل (كاشف الألكلة) وكلوريد الألومنيوم اللامائي كعامل مساعد للتفاعل. و قد سميت هذه التفاعلات باسم تفاعلات الكلة فريدل- كرافت، و فيما يأتي المعادلة العامة لتفاعل فريدل- كرافت :



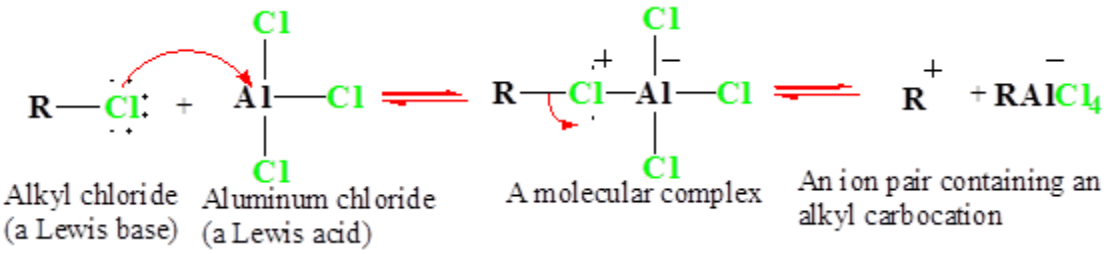
هاليد الالكيل حلقة اروماتية (بنزين حلقي)

إن ميكانيكية تفاعل الكلة المركبات الاروماتية تعتمد على كون الحلقة البنزينية غنية بالإلكترونات، لذلك نتوقع ان تتفاعل حلقة البنزين مع المركبات التي لديها نقص في الالكترونات، التي تسمى الكتروفيلات (محبة للإلكترونات) والتي تسمى (كاشف الألكلة) اما دور العامل المساعد (حامض لويس) يزيد الخاصية الالكتروفيلية لذرة كاربون كاشف الألكلة.

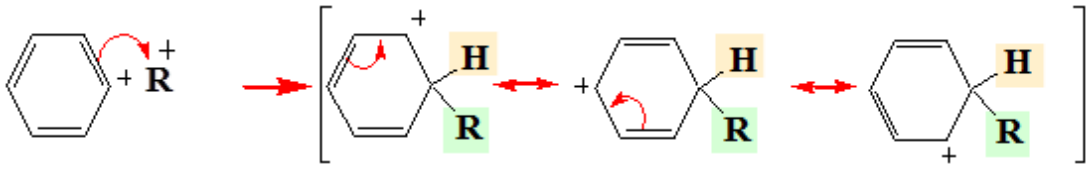
يستعمل الكيل حلقة البنزين في كثير من الصناعات الحيوية، ومن اهمها في صناعة المنظفات السائلة حيث يعتبر المادة الاولية لصناعة الزاهي او الصابون السائل، إذْ يستعمل لغسيل الصحون والسيارات والارضيات، إذْ إنه يمتاز بقوة التنظيف ورخص الثمن.

وأدناه ميكانيكية تفاعلات الكلة فريدل- كرافت :

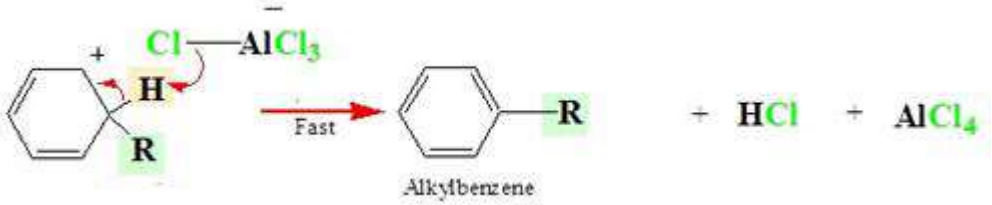
1– يتفاعل هاليد الألكيل مع كلوريد الألمونيوم مكوناً أيون الكيل (كربوكاتيون) R^+



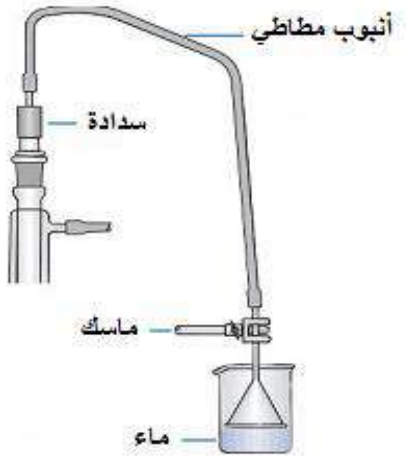
2– يتفاعل(أيون كربوكاتيون) R^+ مع الحلقة الأروماتية (الخطوة المحددة للتفاعل أو البطيئة) .



3- يفقد بروتون H^+ لتكتمل الحلقة الأروماتية ويكوّن ألكيل بنزين (الخطوة السريعة) .



اثناء التجربة يتحرر غاز كلوريد الهيدروجين, وهو غاز خانق وضار لذلك تستخدم مصيدة الغاز التي هي عبارة عن انبوب مطاطي في نهايته قمع ترشيح يغطس في كاس فيه ماء لإذابة الغاز، لكون الغاز كثير الذوبان بالماء، وكما موضح بالشكل (2-18) ادناه:



شكل (2-18) مصيدة الغاز المستخدمة في عملية الالكلة

ملاحظة : تجرى التجربة في كابينة طرد الغازات .

2 –13– 2 الاجهزة والادوات المستعملة

1- دورق دائري 500 ml ذو ثلاث فتحات .
2- قمع ترشيح.
3- قمع فصل.
4- دورق غليان.
5- عمود تجزئة.
6- مسخن كهربائي.
7- كأس زجاجي.
8- انبوب مطاطي.
9- ميزان حساس.
10- محرار.
11- خلاط ميكانيكي.

2 – 13 – 3 المواد المستعملة

1- بنزين جاف.
2- كلوريد البنزيل.
3- كلوريد الالمنيوم اللامائي.
4- كلوريد الكالسيوم اللامائي.
5- ماء وثلج .
6- حامض الهيدروكلوريك المخفف.

2 – 13 – 4 خطوات العمل

1- حضر دورق دائري سعة (500 ml) ذو ثلاث فتحات، الاولى يدخل منها خلاط ميكانيكين واربط الفتحة الثانية بأنبوب مطاطي إلى مصيدة الغاز، واغلق الفتحة الثالثة.
2- ضع(35 ml) من كلوريد البنزيل و (150 ml) من البنزين الجاف.
3- زن (2 gm) من كلوريد الالمنيوم اللامائي بسرعة واحفظه بعيدا، ويجب عدم تعرضه للهواء الجوي.
4- برد الدورق بحمام ثلجي، ثم اضف خمس كمية كلوريد الالمنيوم اللامائي.
5- اخلط المزيج بالخلاط الميكانيكي سيبدأ التفاعل خلال دقائق ويتحرر غاز كلوريد الهيدروجين.
6-عندما يتوقف التفاعل(توقف تكوّن فقاعات الغاز في المصيدة) اضف كمية اخرى من كلوريد الالمنيوم اللامائي وأعد العملية حتى انتهاء الكمية.
7- بعد (15 min) من انتهاء التفاعل اضف (100 gm) ثلج، ثم (100 ml) ماء.
8- انقل المزيج إلى قمع فصل وتخلص من الطبقة المائية السفلى.
9- اغسل الطبقة العليا بحامض الهيدروكلوريك المخفف، ثم بالماء.
10- جفف المزيج باستعمال كلوريد الكالسيوم اللامائي.
11- قَطر المحلول باستعمال تقطير تجزيئي للتخلص من البنزين الباقي عند درجة (80 °C).
12- استبدل اناء الاستقبال بإناء اخر, وأجمع المتقطر بدرجة حرارة (250-275 °C) والذي يجب ان يتصلب عند التبريد، وتجنب خدش الجدار الداخلي للدورق بالمحرك الزجاجي .

2 – 13 – 5 بطاقة التمارين

اسم التمرين : تجربة فريدل- كرافت (الكلة البنزين)

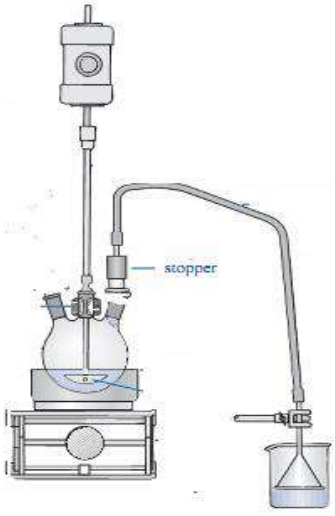
اولا: الأهداف التعليمية

بعد انتهاء من التجربة يكون الطالب قادرا على تحضير الكيل البنزين و الكلة البنزين بكلوريد البنزيل بطريقة فريدل - كرافت

ثانيا : التسهيلات التعليمية (مواد ، وعُدد ، واجهزة)

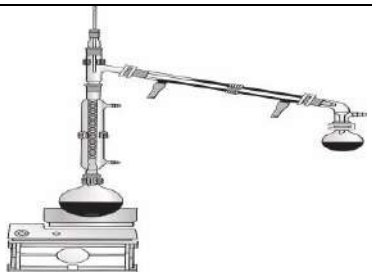
دورق دائري (500 ml) ذي ثلاث فتحات ، وقمع ترشيح،و قمع فصل، ودورق غليان،وعمود تجزئه ومسخن كهربائي، وكأس زجاجي، وانبوب مطاطي، وميزان حساس، ومحرار، وخلاط ميكانيكي، وبنزين جاف، وكلوريد البنزيل ،وكلوريد الالمنيوم اللامائي، وكلوريد الكالسيوم اللامائي ،وماء وثلج، وحامض الهيدروكلوريك المخفف.

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

ت	خطوات العمل (النقاط الحاكمة ، معيار الأداء)	الرسومات
1	ارتد بدلة العمل (الصدرية) ثم اغسل الأدوات بالماء الاعتيادي، ويجب ان تكون جافة ونظيفة.	
2	حضر دورق دائري (500 ml) ذو ثلاث فتحات الاولى يدخل منها خلاط ميكانيكي واربط الفتحة الثانية بأنبوب مطاطي إلى مصيدة الغاز واغلق الفتحة الثالثة.	

3	ضع في الدورق (35 ml) من كلوريد البنزيل و (50 ml) من البنزين الجاف.	
4	زن (2 gm) من كلوريد الالمنيوم اللامائي بسرعة واحفظه بعيدا عن تعرضه للهواء الجوي.	
5	برد الدورق بحمام ثلجي واضف خمس كمية كلوريد الالمنيوم اللامائي.	
6	اخلط المزيج بالخلاط الميكانيكي سيبدأ التفاعل خلال دقائق ويتحرر غاز كلوريد الهيدروجين.	

7	عندما يتوقف التفاعل اضف كمية اخرى من كلوريد الالمنيوم اللامائي وأعد العملية حتى انتهاء الكمية.	
8	بعد 15 دقيقة اضف (100 gm) ثلج ثم (100 ml) ماء.	
9	انقل المزيج إلى قمع فصل وتخلص من الطبقة المائية السفلى.	
10	اغسل الطبقة العليا بحامض الهيدروكلوريك المخفف ثم بالماء.	

11	جفف المزيج باستخدام كلوريد الكالسيوم اللامائي.	
12	قَطر المحلول باستخدام تقطير تجزيئي للتخلص من البنزين الباقي عند درجة (80°C).	
13	استبدل اناء الاستقبال واجمع المتقطر بدرجة حرارة (250-275°C) والذي يجب ان يتصلب عند التبريد وتجنب الخدش بواسطة المحرك الزجاجي للدورق .	

أسئلة

س1 : عدم تعرض كلوريد الالمنيوم اللامائي لمدة طويلة للهواء الجوي؟
س2 : ما خواص كلوريد البنزيل؟
س3 : ما الفائدة من استخدام كلوريد الكالسيوم اللامائي؟
س4 : لماذا يضاف الماء والثلج عند انتهاء التفاعل؟
س5 : ماهي اهمية الكيل بنزين في الصناعة ؟

14-2 تجربة الازمرة (تحويل حامض الماليك إلى الفيوماريك)

الهدف

تمكين الطالب من اتقان الخطوات العملية لعملية الازمرة وذلك بتحويل حامض الماليك إلى حامض الفيوماريك وتحقيق النتائج بما يعزز المفهوم النظري للتجربة المتمثل بفهم عملية الازمرة وادراك أهمية التفاعل في العمليات الكيميائية.

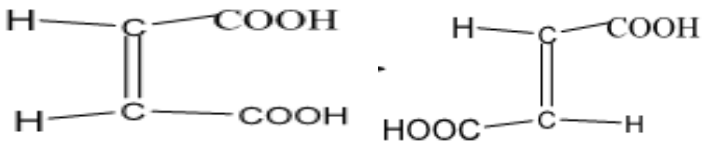
2-14-1: النظرية

الايزومرات(من اليونانية)

(ايزو) تعني مساوي و(مير) تعني قسم هي مركبات عضوية لها نفس انواع وعدد الذرات اي لها نفس الصيغة الجزيئية ولكنها تختلف في الخواص الفيزيائية والكيميائية.

وكمثال بسيط فأن الكحول الاثيلي (C_2H_6O) وهو سائل يختلف في الخواص الفيزيائية والكيميائية عن غاز ثنائي مثيل ايثر (C_2H_6O) وكما نلاحظ ان لهما نفس الصيغة الجزيئية ولكنهما يختلفان في صيغتهما البنائية.

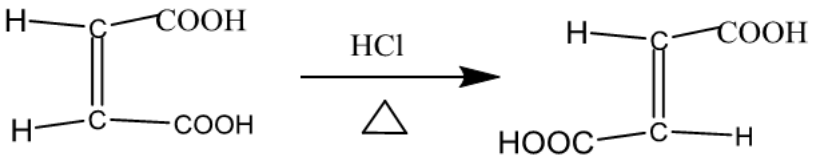
المعنى الاعم للأزمرة هو تحويل المركبات من شكل إلى اخر له نفس الوزن الجزيئي ولكنهما مختلفان في الخواص والمثال في تجربتنا هو تحويل ايزومر حامض الماليك maleic acid درجة انصهاره (143 $^{\circ}C$) وما يليه ذوبانه في الماء = 78.8 gm لكل 100 ml من الماء والذي يسمى (سس - ايزومر) بالتسخين وبوجود حامض الهيدروكلوريك المركز إلى حامض الفيوماريك Fumaric acid ودرجة انصهاره (287 $^{\circ}C$) والمسمى (ترنس- ايزومر) ولصعوبة قياس درجة انصهار حامض الفيوماريك بسبب ان الحامض يتسامى عند درجة حرارة اعلى من (200 $^{\circ}C$) لذلك يتم قياسها في انبوبة شعرية مغلقة من الطرفين.



Maleic acid — Fumaric acid

حامض الماليك — **حامض الفيوماريك**

وتكون معادلة التفاعل كما يأتي:



Maleic acid — Fumaric acid

حامض الماليك — **حامض الفيوماريك**

2-14-2 الاجهزة والادوات المستعملة

1- دورق غليان 100 ml .
2- حمام ثلجي .
3- مكثف عاكس .
4- مصباح بنزن .
5- دورق ترشيح .
6- ورق ترشيح .
7- قمع ترشيح .
8- محرار .
9- أنابيب شعرية .
10- كاس زجاجي .
11- مجفف كهربائي .
12- زجاجة ساعة .
13-ماء مقطر .

2-14- 3 المواد الكيميائية المستعملة

حامض الهيدروكلوريك المركز
حامض الماليك .

2-14-4 خطوات العمل

1- خذ كمية من حامض الماليك وضعها في انبوبة شعرية واربطها مع محرار وسجل درجة انصهار الحامض.
2- ذوب (10 gm) من حامض الماليك في (10 ml) من الماء في كاس زجاجي وضع المحلول في دورق الغليان.
3- اضف إلى الدورق (20 ml) من حامض الهيدروكلوريك المركز.
4- ركب المكثف العاكس وسخن لمدة (30 min) دقيقة على الاقل.
5- برد الدورق بحمام ثلجي .
6- رشح الخليط واجمع بلورات حامض الفيوماريك في زجاجة ساعة.
7- جفف البلورات في المجفف الكهربائي بدرجة حرارة (90-100 $^{\circ}$C).
8- ضع كمية من حامض الفيوماريك المجفف في انبوبة شعرية واغلقها من الطرفين.
9- اربط الانبوبة الشعرية مع المحرار وقس درجة انصهار حامض الفيوماريك وقارنها مع درجة انصهار حامض الماليك .

5-14-2 بطاقة التمارين

اسم التمرين : الازمرة Isomerization

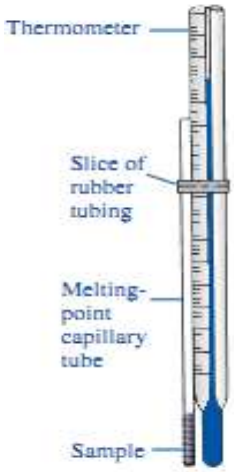
اولا: الأهداف التعليمية:

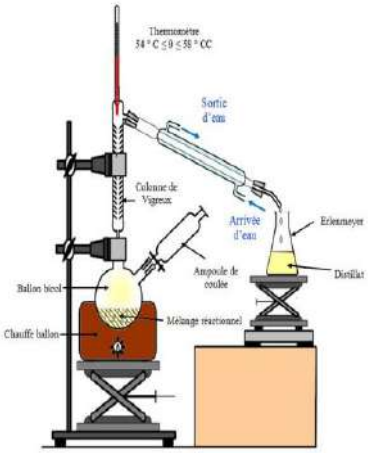
بعد الانتهاء من التجربة يكون الطالب قادرا على إجراء تفاعل الازمرة

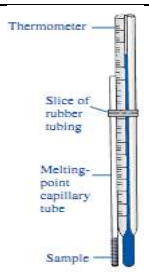
ثانيا : التسهيلات التعليمية (مواد ،وعُدد ، واجهزة)

حامض الماليك، وحامض الهيدروكلوريك المركز، وكاس زجاجي، ودورق غليان (100 ml)، ومكثف عاكس، ومصباح بنزن، ودورق ترشيح ،وورق ترشيح، وقمع ترشيح، ومحرار، وانابيب شعرية ،وحمام ثلجي، ومجفف كهربائي، وزجاجة ساعة، وماء مقطر .

ثالثا: خطوات العمل (النقاط الحاكمة ، ومعيار الاداء ، والرسومات)

ت	خطوات العمل (النقاط الحاكمة ،و معيار الأداء)	الرسومات
1	ارتد بدلة العمل (الصدرية) ثم اغسل الأدوات بالماء الاعتيادي، ويجب ان تكون جافة ونظيفة .	
2	خذ كمية من حامض الماليك وضعها في انبوبة شعرية واربطها مع محرار وسجل درجة انصهار الحامض	
3	ذوب (10 gm) من حامض الماليك في (10 ml) من الماء في كاس زجاجي وضع المحلول في دورق الغليان.	

4	اضف إلى الدورق (20 ml) من حامض الهيدروكلوريك المركز.	
5	ركب المكثف العاكس وسخن لمدة (.30 min) دقيقة على الاقل.	
6	برد الدورق بحمام ثلجي.	
7	رشح الخليط واجمع بلورات حامض الفيوماريك في زجاجة ساعة	

8	جفف البلورات الناتجة في المجفف الكهربائي بدرجة حرارة (90-100 ˚C).	
9	ضع كمية من حامض الفيوماريك المجفف في انبوبة شعرية واغلقها من الطرفين.	
10	اربط الانبوبة الشعرية مع المحرار وقس درجة انصهار حامض الفيوماريك وقارنها مع درجة انصهار حامض الماليك .	

أسئلة

س1 : ايهما اكثر ذوبانية في الماء حامض الماليك ام حامض الفيوماريك ؟
س2 : لماذا نغلق انبوبة حامض الفيوماريك من الطرفين عند قياس درجة الانصهار ؟
س3 : ماهي الازمرة علميا ؟ وضح ذلك مع الرسم ؟
س4 : وضح بشكل مختصر عملية تحضير حامض الفيوماريك من حامض الماليك ؟ مع كتابة المعادلة الكيميائية للتفاعل.

أسئلة الفصل الثاني

س1: إملأ الفراغات الاتية بما يناسبها من العبارات:

1- الحدود المسموح بها لحامضية وقاعدية المياه ----------.
2- الاملاح التي تمنع الماء من الرغوة هي ----------.
3- من أنواع اجهزة الامتصاص ---------- و ---------- و ----------.
4- يستخدم التقطير البخاري في تنقية ----------.
5- عملية التكرير تجري باستعمال ابراج ضخمة تدعى ----------.
6- من اهم المذيبات المستعملة في الكيمياء العضوية ----------.
7- وجود العكرة والشوائب بالماء تسبب مشاكل منها ----------.
8- مكونات جهاز التحليل المنخلي ----------.
9- عملية التقطير تعتمد على ----------.
10- قمع الفصل هو ----------.
11- زيوت التزييت تتكون من 90% ---------- و10% ----------.
12- تستعمل عملية الترشيح بالصناعة النفطية بصورته الرئيسية في وحدة ----------.

س2: اذكر القانون الرياضي المستخدم لحساب:-

1- معدل التخفيف (Rd). 2- المواد العالقة. 3- نسبة الكبريتات. 4- النسبة التراكمية (ΣR) .

س3: اكمل المعادلات الكيميائية الاتية وبصورة موزونة:-

1- $NH_3 + H_2O \rightleftharpoons$

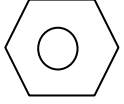
2- $H^+ + R^- \rightleftharpoons$

3- $Mg + O_2 \longrightarrow$

4- $AgNO_3 + Zn \longrightarrow$

5- $HCl + Zn \longrightarrow$

6-

7-  $+ CH_2O \xrightarrow{NaOH}$

تم بعونه