جمهورية العراق

وزارة التربية

المديرية العامة للتعليم المهني

# التدريب العملي

## صناعي- تكرير النفط ومعالجة الغاز

## الاول

الدكتور المهندس

كاظم نوري عبد

السيد سرمد خليل

المهندس أحمد جاسم محمد

السيد هاتف سالم محمود

السيدة ندى عبد الزهرة خدام

الطبعة الثالثة

1446 هـ - 2024 م

## المقدمة

**يُعد اختصاص تكرير النفط ومعالجة الغاز من التخصصات المهمة والحديثة والمتطورة في التعليم المهني، وقد بدأ تأليف الكتب المنهجية بعد إقرار الأهداف والمفردات للاختصاص المذكور، وكتاب التدريب العملي للصف الأول من التخصص الذي بين أيدينا يتضمن تجارب عملية متنوعة في مجال تصفية النفط ومعالجة الغاز وتنقيته لتكون البداية والاساس لتطبيقات مختبرية اكثر تنوعا وشمولية في الصفوف اللاحقة.**

**إن إجراء التجارب المختبرية ومشاركة الطلبة في إنجازها ستؤدي إلى تنمية التفكير العلمي لديهم وتعلم مهارات حل المشاكل كما إنه يساعد في توضيح المفاهيم العلمية وتأكيدها وتطوير خبراتهم ومعارفهم ومواهبهم وميولهم واتجاهاتهم العلمية وتوظيفها بالاضافة إلى تعزيز روح العمل الجماعي لديهم.**

**ويتضمن الكتاب مواضيع وتجارب متنوعة ومختلفة لها علاقة مباشرة بخواص النفط الخام ومشتقاته والعمليات التي تجري في مصافى النفط لإنتاج مشتقات نفطية لها استخدامات متنوعة في مجالات الصناعات البتروكيمياوية وأنواع الوقود والزيوت الخفيفة والثقيلة، كما انه يتضمن محورا مهما هو السلامة المهنية في المنشآت النفطية وطرأئق مكافحة الحرائق والإسعافات الأولية، بالإضافة إلى عرضه الأجهزة والمعدات الشائعة المستخدمة في مختبرات النفط لاسيما المختبرات المتخصصة في تعيين خواص المشتقات النفطية وتشخيصها.**

**وفي تأليف الكتاب مراعاة للمستويات العلمية للطلبة لكي يتمكنوا من إستيعاب الأسس العلمية للتجارب المختبرية وفهمها فهما يساعد في إعدادهم للعمل في مصافي النفط ومحطات معالجة وتنقية الغاز سواء كان الغاز الطبيعي أو الغاز المصاحب ومجالات العمل الأخرى التي لها علاقة بالنفط والغاز.**

**ونأمل أنْ يحقق الكتاب الأهداف المهارية ويوسع مدارك الطالب ويعزز قدراته ومهاراته ليتمكن من متابعة التدريب العملي في الصفين الثاني والثالث، ونأمل من إخواننا الذين يقومون بالتدريب في مختبرات وورش التدريب العملي متابعة الطالب منذ دخوله المختبر حتى خروجه منه والتأكيد على مشاركته الفعلية في إنجاز التجارب وتدوين النتائج، ونرجو منهم موافاتنا بملاحظاتهم ومقترحاتهم من اجل تطوير مضامينه .. ومن الله التوفيق .**

**المؤلفون ...**

# المحتويات


المقدمة ..... 3

المحتويات..... 4

الفصل الاول ..... 11

قواعد ومواصفات السلامة في المختبرات ..... 11

1-1 مقدمة الفصل ..... 11

2-1 تمهيد ..... 11

3-1 إرشادات السلامة في المختبر ..... 11

4-1 المخاطر في المختبرات ..... 12

1-4-1 التعامل مع المواد الكيميائية ..... 13

5-1 إحتياطات السلامة من مخاطر استعمال المواد الكيمياوية في المختبرات ..... 14

1-5-1الإرشادات الضرورية لسلامة مستخدمي المواد الكيمياوية ..... 15

2-5-1 طرائق حفظ بعض المواد الكيمياوية..... 16

6-1 قواعد ومواصفات السلامة في المختبر ..... 18

7-1 الأدوات الزجاجية أنواعها وطرائق استعمالها وتداولها ..... 21

1-7-1 طرائق السلامة في ترتيب الأدوات الزجاجية وخزنها ..... 21

2-7-1 طرائق استخدام الأدوات الزجاجية وصيناتها ..... 23

3-7-1 بعض الأدوات الزجاجية الشائعة الاستعمال في المختبر.....24

8-1 مخاطر الغازات السامة على الصحة ..... 30

1-8-1 تلوث الهواء ..... 30

2-8-1 ملوثات الهواء ..... 30

9-1 الوقاية من مخاطر الصناعة النفطية ..... 33

10-1 مخاطر غاز كبريتيد الهيدروجين ..... 34

1-10-1 اسباب مخاطر غاز كبريتيد الهيدروجين ..... 35

2-10-1 طرق الكشف عن الغاز ..... 35

11-1 مخاطر غاز كبريتيد الهيدروجين $H_2S$ وتأثيرها على الإنسان ..... 36

1-11-1 أضرار غاز كبريتيد الهيدروجين في المنشآت الصناعية ..... 37

2-11-1 معدات الحماية الشخصية من خطر غاز ( $H_2S$ ) ..... 37

الفصل الثاني ..... 38

تجارب الفيزياء المختبرية ..... 38

1-2 تمهيد ..... 38

2-2 تجربة عملية التبخير ..... 38

1-2-2 الهدف ..... 38

2-2-2 النظرية ..... 38

3-2-2 العوامل المؤثرة على سرعة تبخر الماء ..... 38
4-2-2 الأدوات والأجهزة المطلوبة ..... 39
5-2-2 المواد الكيمياوية المستعملة ..... 39
6-2-2 خطوات العمل ..... 39
2-2- 7بطاقة التمارين ..... 40
2- 3: تجربة عملية التكثيف ..... 40
1-3-2 الهدف ..... 40
2-3-2 النظرية..... 40
3-3-2 الأدوات والأجهزة المطلوبة ..... 44
4-3-2 المواد المطلوبة ..... 44
5-3-2 خطوات العمل ..... 45
6-3-2 بطاقة التمارين ..... 45
4-2 الترشيح البسيط - الترشيح بالتفريغ ..... 48
1-4-2 الهدف ..... 48
2-4-2 النظرية ..... 49
3-4-2 المخاطر والأخطاء الناتجة من عملية الترشيح ..... 49
4-4-2 الأدوات والأجهزة المستعملة ..... 50
5-4-2 المواد المستعملة ..... 50
6-4-2 خطوات عمل (الترشيح البسيط ) ..... 50
7-4-2 بطاقة التمارين ..... 52
8-4-2 الأدوات المستعملة ..... 55
9-4-2 خطوات العمل الترشيح بالتفريغ ..... 55
10-4-2 بطاقة التمارين ..... 58
2 – 5 عملية البلورة ..... 61
1-5-2 الهدف ..... 61
2-5-2 النظرية ..... 61
3-5-2 الأدوات المستعملة ..... 61
4-5-2 المواد المستعملة ..... 62
5-5-2 خطوات العمل ..... 62
6-5-2 بطاقة التمارين ..... 63
6-2 اسم التجربة :اجراء عملية تعيين درجة الغليان ..... 67
1-6-2 الهدف ..... 67
2-6-2 النظرية ..... 67
3-6-2 الفرق بين التبخر والغليان ..... 67

2-6-4 العوامل المؤثرة على درجة الغليان ..... 69
2-6-5 الأدوات والأجهزة المستعملة ..... 69
2-6-6 المواد المستعملة ..... 69
2-6-7 خطوات العمل ..... 69
2-6-8 قياس درجة غليان المشتقات النفطية الكيروسين ..... 70
2-6-9 بطاقة التمارين ..... 72
2-7 تجربة تعيين نقطة الانصهار للمركبات العضوية..... 75
2-7-1 الهدف ..... 75
2-7-2 النظرية ..... 75
2-7-3 أجهزة قياس درجة الانصهار ..... 76
2-7-4 الأدوات المستعملة ..... 77
2-7-5 المواد المستعملة ..... 78
2-7-6 خطوات العمل ..... 78
2-7-7 بطاقة التمارين ..... 79
2-8 اسم التجربة : تعيين الحرارة الكامنة لانصهار الجليد ..... 82
2-8-1 الهدف ..... 82
2-8-2 النظرية ..... 82
2-8-3 الأدوات والأجهزة المستعملة ..... 83
2-8-4 المواد المستعملة ..... 83
2-8-5 خطوات العمل ..... 83
2-8-6 مثال:رقم 1 ..... 86
2-8-7 بطاقة التمارين ..... 87
2-9 اسم التجربة : تجربة تعيين الحرارة النوعية لجسم صلب ..... 90
2-9-1الهدف ..... 90
2-9-2 النظرية ..... 90
2-9-3 الأدوات المستعملة ..... 92
2-9-4 المواد المستخدمة ..... 92
2-9-5خطوات العمل ..... 92
2-9-6 بطاقة التمارين ..... 96
2-10 اسم التجربة : تجربة تعيين معامل التمدد الطولي الحراري ..... 99
2-10-1 الهدف ..... 99
2-10-2 النظرية ..... 99
2-10-3 الأدوات والأجهزة المستعملة ..... 100
2-10-4 أجزاء جهاز معامل التمدد الطولي ومكوناتة ..... 100

2-10-5 خطوات العمل ..... 101
2-10-6 مثال: ..... 101
2-10-7 بطاقة التمارين ..... 102
2-11 اسم التجربة : قياس ضغط الغازات بواسطة المانوميتر ..... 104
2-11-1الهدف ..... 104
2-11-2 النظرية ..... 104
2-11-3 انواع الضغط: ..... 104
2-11-4 حساب ضغط الغاز: ..... 106
2-11-5 الأدوات والمواد المستعملة ..... 106
2-11-6 خطوات العمل ..... 106
2-11-7 مثال: ..... 107
2-11-8 بطاقة التمارين ..... 107
2-12 اسم التجربة : تحقيق قاعدة ارخميدس ..... 109
2-12-1 الهدف ..... 109
2-12-2 النظرية ..... 109
2-12-3 تطبيقات قاعدة ارخميدس ..... 110
2-12-4 الأدوات والمواد المستعملة ..... 110
2-12-5 الحسابات والنتائج ..... 111
2-12-6 بطاقة التمارين ..... 112
2-13 اسم التجربة : تحقيق قاعدة باسكال ..... 115
2-13-1 الهدف ..... 115
2-13-2 النظرية ..... 115
2-13-3 تطبيقات قاعدة باسكال ..... 116
2-13-4 الأدوات والأجهزة المستخدمة ..... 116
2-13-5 خطوات العمل ..... 117
2-13-6 بطاقة التمارين ..... 118
الفصل الثالث..... 120
التجارب المختبرية الكيميائية ..... 120
3-1 الحوامض والقواعد والاملاح ..... 120
3-1-1 الهدف ..... 120
3-1-2 النظرية ..... 121
3-1-3 تفاعلات الحوامض ..... 121
3-1-4 تفاعل الحوامض مع القواعد ..... 122
3-1- 5 تفاعل الحوامض المخففة مع الكاربونات ..... 123

3-1-6 القواعد ..... 123
3-1-6-1الهدف ..... 123
3-1-6-2 النظرية ..... 123
3-1-6-3 تفاعل القواعد مع الزيوت لإنتاج المنظفات (طريقة صنع الصابون) ..... 125
3-1-6-4 تفاعل القواعد أو الاكاسيد القاعدية مع الحوامض لتكوين ملح وماء ..... 125
3-1-7 الاملاح ..... 126
3-1-7-1الهدف ..... 126
3-1-7-2 النظرية ..... 126
خواص الأملاح ..... 127
3-1-7-3 تحضير الاملاح: ..... 128
3-1-7-4 الادوات المستعملة ..... 128
3-1-7-5 المواد المستعملة ..... 128
3-1-7-6خطوات العمل ..... 128
3-2اسم التجربة : تحضير محلول قياسي ( حامضي – وقاعدي – وملحي ) ..... 128
3-2-1-1الهدف ..... 129
3-2-3 المحاليل الكيميائية ..... 129
3-2-4 طرائق التعبير عن التركيز يوجد عدة طرائق للتعبير عن التركيز ومنها: ..... 130
3-2-5 تحضير محلول ( 0.1N ) من حامض الاوكزاليك ( $H_2C_2O_4 .2H_2O$ ) ..... 131
3-2-5-1 الهدف ..... 131
3-2-5-2 الأدوات والمواد المطلوبة ..... 131
3-2-5-3 خطوات العمل ..... 132
3-2-6 بطاقة التمارين ..... 132
3-2-7: تحضير محلول ( 0.1 N ) من هيدروكسيد البوتاسيوم ( KOH ) ..... 137
3-2-7-1الهدف ..... 137
3-2-7-2 الأدوات والمواد المستعملة ..... 137
3-2-7-3 خطوات العمل ..... 137
3-2-8 بطاقة التمارين ..... 138
3-2-9 تحضير محلول (0.1 N) من كلوريد الصوديوم (NaCl) بحجم لتر واحد (1 L) 1000.....141
3-2-9-1 الهدف ..... 141
3-2-9-2 الأدوات والمواد المستعملة ..... 141
3-2-9-3 خطوات العمل ..... 141
3-2-10 بطاقة التمارين ..... 142
3 -3 اسم التجربة : تسحيح حامض مع قاعدة باستخدام احد الادلة ..... 145
3-3-1 الهدف ..... 145

2-3-3 النظرية ..... 145
3-3-3 الأدوات والأجهزة المستعملة ..... 145
4-3-3 المواد الكيمياوية المستعملة ..... 146
5-3-3 خطوات العمل ..... 146
6-3-3 مثال : ..... 147
7-3-3 بطاقة التمارين ..... 148
4-3 اسم التجربة : تجربة قياس الحامضية والقاعدية ..... 151
1-4-3 الهدف ..... 151
2-4-3 النظرية ..... 151
3-4-3 الأدوات والأجهزة المستعملة ..... 153
4-4-3 المواد الكيمياوية المطلوبة ..... 153
5-4-3 معايرة الجهاز ..... 153
6-4-3 خطوات العمل ..... 154
7-4-3 بطاقة التمارين ..... 155
5-3 اسم التجربة : تجربة تحضير غاز الأسيتيلين ..... 157
1-5-3الهدف ..... 157
2-5-3 النظرية ..... 158
3-5-3 المخاطر الصحية والسلامة من غاز الأسيتيلين ..... 159
4-5-3 الأدوات والأجهزة المستعملة ..... 159
5-5-3 المواد الكيميائية المستعملة ..... 159
6-5-3 خطوات العمل ..... 159
7-5-3 الاختبارات ..... 160
8-5-3 بطاقة التمارين ..... 161
الفصل الرابع ..... 164
تجارب النفط الخام ومشتقاتة المختبرية ..... 164
1-4اسم التجربة: فصل مزيج من الماء والأسيتون باستخدام التقطير البسيط ..... 164
1-1-4الهدف ..... 164
2-1-4 النظرية ..... 164
3-1-4 الأجهزة والأدوات ..... 165
4-1-4 المواد المستعملة ..... 165
5-1-4المخاطر ..... 165
6-1-4 خطوات العمل ..... 166
7-1-4 ملاحظات عند تركيب الجهاز ..... 166
8-1-4 خطوات العمل ..... 166

4-1-9 بطاقة التمارين ..... 167
4-2: تعيين الكثافة النسبية للنفط الخام والمشتقات النفطية باستعمال المكثاف(الهيدروميتر) ..... 171
4-2-1 الهدف ..... 171
4-2-2 النظرية ..... 171
4-2-3 المكثاف ..... 172
4-2-4 الأدوات والأجهزة المستعملة ..... 172
4-2-5 المواد المستعملة ..... 173
4-2-6 خطوات عمل طريقة المكثاف (الهيدروميتر) ..... 173
4-2-7 بطاقة التمارين ..... 173
4-3 اسم التجربة : تعيين الكثافة والوزن النوعي للنفط الخام والمشتقآت النفطية باستخدام قنينة الكثافة( البكنوميتر) ..... 176
4-3-1 الهدف ..... 176
4-3-2 النظرية ..... 176
4-3-3 قنينة الكثافة (البيكنوميتر) ..... 177
4-3-4 الأجهزة والادوات المستعملة ..... 177
4-3-5 المواد الكيمياوية المستعملة ..... 177
4-3-6 خطوات العمل ..... 177
4-3-7 الحسابات والنتائج ..... 178
4-3-8 مثال: ..... 179
4-3-9 بطاقة التمارين ..... 179
4-4 تجربة تعيين اللون للمنتجات النفطية..... 182
4-4-1 الهدف ..... 182
4-4-2 النظرية ..... 182
4-4-3 الأجهزة والادوات المستعملة ..... 183
4-4-4 المواد المستعملة ..... 183
4-4-5 اجزاء الجهاز ..... 183
4-4-6 خطوات العمل ..... 183
4-4-7 اسم التمرين : تعين اللون للمشتقات النفطية ..... 186
4-5 اسم التجربة : تحضير الوقود الصلب الهكسامين ..... 188
4-5-1 الهدف ..... 188
4-5-2 النظرية ..... 188
4-5-3 الأدوات والأجهزة المستعملة ..... 189
4-5-4 المواد المستعملة ..... 189
4-5-5 خطوات العمل ..... 190
4-5-6 بطاقة التمارين ..... 191

# الفصل الاول
# قواعد ومواصفات السلامة في المختبرات

## 1-1 مقدمة الفصل

تُعد إرشادات السلامة في المختبرات الكيمياوية من أهم محاور العمل، أذْ إنَّ تطبيقها بدقة عالية يؤدي إلى الحفاظ على الموارد البشرية والاقتصادية.

إنَّ مخاطر العمل في المختبرات تنتج بسبب التعامل غير السليم مع المواد الكيمياوية والادوات الزجاجية والأجهزة المختبرية، وعليه فإن تدريب الطلبة على استعمال الكيمياويات والزجاجيات يصبح ذا أهمية بالغة بالإضافة إلى الاستخدام الأمثل لمصادر الطاقة في المختبر.

إن استعمال مواد كيمياوية متنوعة، منها ما يكون ساما، قابلا للاشتعال، أو قابلا للانفجار، أو حارقا يشكل خطورة عند إهمال تعليمات السلامة وإرشأداتها، وهذا ينطبق على الأدوات الزجاجية والأجهزة الاخرى.

يتضمن الفصل معلومات عامة وتفصيلية في السلامة المهنية والمواد الكيمياوية وأنواعها والأدوات الشائعة الاستعمال.

وعلى القائمين بالتدريب العملي الاهتمام بها واعطاءها الأولوية عند إنجاز التجارب، وتدريب الطالب على اعتمادها لتكون جزءا أساسيا من حصيلته العلمية والعملية.

## 2-1 تمهيد

تُعد الدقة في العمل من أهم مقومات نجاح التجربة المختبرية، لذا فإن تدريب الطالب على أعتمادها وتطبيقها سيؤدي إلى تحقيق نتائج متميزة وصحيحة عند إنجاز خطوات العمل التي تتضمنها التجارب.

وتتضمن التجارب التي يحتويها الفصل مفاهيم علمية أساسية ومهارات عملية ستكون رصيداً مضافا إلى مهارات الطالب وإمكانياته، حيث تظهر نتائجها الإيجابية عند ممارسته اختصاصه في ميدان العمل. وبناء على كل ما ذكر فإن المطلوب من القائمين على التدريب العملي إشراك الطلاب في إجراء التجارب وتدريبهم على مناقشة نتائجها وكتابة التقرير لكل تجربة من التجارب فضلا عن ما ذكرناه سابقا عن اهمية الالتزام بإرشادات السلامة المهنية في المختبر، مع التأكيد على التعامل مع المواد الكيمياوية بكل حرص من خلال استخدام الكميات المقررة في التجربة، وأعادة حفظها في الأماكن المخصصة لها، كذلك فان المحافظة على الأدوات والأجهزة تُعد من أساسيات العمل المختبري ومؤشر على وعي الطالب وأدراكه.

## 3-1 إرشادات السلامة في المختبر

**المختبر:** هو المكان الذي تجري فيه تحويل المعلومة النظرية إلى معلومة مؤكدة بالتجربة العملية والمكان الذي دائما ما تنطلق منه الابتكارات والاكتشافات التي ساعدت على تذليل العديد من العقبات التي واجهت الإنسان على مرّ العصور، وتتواجد به بعض المخاطر نتيجة تصاعد بعض الغازات

والأبخرة ولكن بالإمكان أن يكون العمل في المختبر آمنا غاية الأمان لو كان جيد التصميم وتتوافر فيه شروط الآمن والسلامة ليظل دائما مصدر نفع ولا يكون مصدر ضرر لأي شخص.

إنْ العمل في المختبرات يتطلب وعيا كاملاً بأهمية المواد والأجهزة وخطورتها، إذ إنّ كثيرا من المواد تتصف بالسُمية أو كونها حارقة أو مهيجة أو قابلة للأنفجار, لذا يجب قبل البدء في العمل المختبري التوعية بأهمية وخطورة المواد المستعملة وخطورتها واخذ الحيطة والحذر وإتباع تعليمات السلامة الموصي بها قبل البدء بإجراء التجربة في المختبر, وفي شكل (1-1) مختبر نموذجي من ناحية السعة والأرضية ومقاعد الطلبة والأنارة.

شكل (1-1) المختبر

## 1-4 المخاطر في المختبرات

**يمكن تقسيم المخاطر على النحو الاتي :**

**اولاً: مخاطر المواد الكيميائية.**

**ثانياً: مخاطر الزجاجيات.**

**ثالثا: مخاطر الكهرباء والطاقة.**

### اولا: احتياطات السلامة من مخاطر المواد الكيميائية

1- معرفة خصائص المادة الكيمياوية من خلال العلامات الإرشادية على العلبة أو التعليمات الخاصة بها.

2- منع لمس المواد الكيمياوية باليد مباشرة والامتناع عن تذوقها واستنشاقها.

3- لبس البدلة والقفازات والنظارات عندما يتطلب الأمر أثناء العمل.

4- عدم استعمال الفم لمليء الماصة بل يجب استعمال الضاغطة الهوائية اليدوية.

5- منع تخزين المواد الكيمياوية داخل الطاولات وأرضيات ودواليب المختبر، بل يجب وضعها في أماكن تخزين خاصة، والشكل (2-1) يوضح التخزين غير الأمن للمواد الكيميائية مثل وجود قناني كبيرة إلى الأعلى وعدم تكديس المواد الكيميائية والقناني على الأرضيات أوعلى مناضد العمل، والخطأ الأكبر هو خزنها في دواليب من خشب حيث لا يمكن معرفة النتائج في حالة تعرض هذه الخزانات إلى السقوط أو الانهيار.

**شكل (1-2) تخزين غير آمن**

6- التخلص من بقايا المواد الكيمياوية بالطريقة المناسبة لكل نوع وحسب إرشادات المسؤول الفني في المختبر.
7- إجراء التجارب التي يتصاعد منها غازات أو روائح كريهة أو مخدشة في كابينة طرد الغازات.
8- أثناء العمل احذر من توجيه فوهة انبوبة الأختبار ناحية الوجه أو توجيهها مقابل او مجاور ناحية الطالب أثناء عملية التسخين.
9- أغلاق القناني الزجاجية للمواد الكيمياوية بعد الانتهاء منها وعدم فتح عبوات متعددة لمواد كيمياوية مختلفة في وقت واحد.

### 1-4-1 التعامل مع المواد الكيميائية

1- لا تلمس أي مادة كيميائية مباشرة بيدك ولابد من استعمال الملعقة الخاصة بذلك.
2- استعمل الحمام المائي, اوالحمام الرملي أو حمام الماء الساخن لتسخين السوائل القابلة للاشتعال.
3- عند تخفيف الحوامض الكيميائية يضاف الحامض المركز إلى الماء المقطر وببطيء وليس العكس.
4- عدم استنشاق الأبخرة من العبوات بل يُحرك الهواء باليد فوق فوهة القنينة لجعل كميات قليلة من الأبخرة مع كمية من الهواء غير مركزة عند الاستنشاق .
5- تحفظ جميع المواد الكيمائية في عبواتها الاصلية ولا يجوز أستعمال العلب الفارغة المجهولة بوضع مواد فيها.
6- وضع بطاقات تعريف لجميع المواد الكيميائية المتداولة في المختبر.
7- تدريب الطلاب على طرائق التعامل مع المواد الكيميائية الخطرة وطرائق الأمان والوقاية من هذه المخاطر.
8- عدم تخزين المواد الكيميائية في المختبر وعلى الأرض بل يجب معرفة طرائق التخزين ونقل المواد وتداولها والتخلص من كل المواد المستعملة بعد انتهاء العمل, والشكل (1-3) يوضح وجود المواد

الكيميائية مكدسة وقريبة من مكان العمل ومصادر الطاقة الكهربائية وهذا يتعارض مع متطلبات السلامة والعمل.

**شكل (1-3) مواد كيمياوية مكدسة وقريبة إلى مكان العمل**

9- منع تجاوز مخزون المواد الكيميائية الخطرة الكميات المسموح بها، والاحتفاظ بسجل لحصر المواد الكيمياوية الخطرة المتداولة متضمنا جميع البيانات الخاصة بكل مادة وفي سجل لرصد بيئة العمل وتعرض العمال لخطر الكيمياويات، والشكل (1-4) يوضح تراكم المواد الكيميائية على اختلاف خواصها, ووجود المواد الخطرة والحارقة والسامة مجتمعة, أو في دواليب قريبة وهذا يتعارض مع متطلبات السلامة.

**شكل (1-4) تراكم المواد الكيمياوية واغلاق مساحة العمل**

## 5-1 إحتياطات السلامة من مخاطر استعمال المواد الكيمياوية في المختبرات:

1- يجب لبس الملابس الواقية قبل التعامل مع المواد الكيمياوية والامتناع عن التدخين والأكل والشرب قربها في المختبر.

2- يجب تخزين المواد الكيمياوية السامة والخطرة بعيدا من المختبر في أماكن خاصة، ويجب تخزين المواد القابلة للانفجار والاشتعال بعيداً عن مصادر اللهب أو الأماكن التي تكون درجة حرارتها عالية ومنع تعرضها مباشرة لأشعة الشمس أو السقوط أو الاصطدام.

3- يجب حفظ المواد القابلة للاشتعال والمذيبات العضوية بعيدا من مصباح بنزن ونقاط الكهرباء.
4- يجب معرفة مدى سُمية المواد الكيمياوية قبل التعامل معها بالاستعانة بعلامات ورموز الأمان الملصقة على القنينة ومعرفة خطورتها, وامكانية توضيح نوع الخطر على كل عبوة من عبوات المواد الكيمياوية .
5- يجب الإنتباه وأخذ الحيطة عند أضافة مادة كيمياوية على اخرى، كذلك معرفة نواتج التفاعل قبل البدء بالتفاعل عند إجراء التفاعلات الكيمياوية لتفادي أي تسمم، اشتعال, انفجار, غازات خانقة، مهيجة، كريهة الرائحة، وتجرى مثل تلك التفاعلات في كابينة طرد الغازات .
6- يجب الامتناع عن لمس أو تذوق أو شم أي مادة كيمياوية إلا أن يكون ذلك من ضمن خطوات التجربة وبإشراف المدرس المسؤول، كما يجب عدم استعمال الفم لسحب السوائل في الماصة .
7- وأخيرا وقبل مغادرة المختبر تُغسل الأدوات الزجاجية وتعاد المواد الكيمياوية إلى أماكنها ثم ينظف مكان العمل والطاولة، وتُغسل اليدين بالماء والصابون عند ألانتهاء من العمل.

### 1-5-1الإرشادات الضرورية لسلامة مستخدمي المواد الكيمياوية

عند حفظ المواد الكيمياوية وخزنها لابد من إتباع مجموعة من الارشادات الضرورية التي تساعد على سلامة مستخدمي تلك المواد وسلامة البناية ومنها:

1- أنْ يكون المستودع كبيراً وذو رفوف من حديد ولا يدخل في صناعتها الخشب، ويكون تداول المواد الكيمياوية بعناية وحذر من سقوطها أو دحرجتها، وتُخزن في الأماكن المخصصة لها بطريقة تتلاءم مع طبيعة مخاطرها.
2- أنْ يكون المخزن جافا وخاليا من الرطوبة مع الابتعاد من وضع المواد الكيمياوية والأدوات الزجاجية المخزونة في الممرات والمخارج ولو بصورة مؤقتا.
3- التخزين المتجانس للمواد الخطرة وفصل المواد التي يمكن أن تُسبب خطورة عند أتصالها بمواد أخرى والإقلال ما أمكن من كمية وحجم المواد المخزونة بما يتناسب مع الطاقة الاستيعابية والاحتياج وعدم تخزينها لمدة طويلة، وكذلك مراقبة المواد المخزونة بصورة مستمرة للتأكد من سلامتها من خلال السجلات وأماكن الخزن.
4- تخزن المواد على رفوف ذات شفة أو حاجز للأعلى لمنع سقوطها على الارض، وان لا تلامس زجاجيات التخزين بعضها، ويمنع أي شخص من اخذ مواد كيمياوية خطرة الا عن طريق المسؤول، كما يجب التخلص من المواد الكيمياوية التي لا تستعمل حتى لا تكون سببا في وقوع الحوادث.

**شكل (1-5) مختبر نموذجي**

5- ان يكون المختبر جيد الإضاءة والتهوية، وأنْ يكون جهاز التكييف عاملا حتى يضمن المسؤول أنْ المواد الكيمياوية لن تتعرض للتلف كما في الشكل اعلاه (1-5).
6- ان يكون المختبر مجهزاً بأجهزة إطفاء الحريق المناسبة وتكون معلقة عند الباب بحيث يسهل تناولها عند الحاجة، ويكون المسؤول مدربا فنيا على كيفية استعمالها.
7- أستعمال نظام الإضاءة المعزول بدلا من الاضاءة المعروفة المباشرة، وأنْ تكون المواد السريعة التبخر أو الاشتعال والخطرة بعيدة وفي ظروف مؤمن عليها تماما، كما في الشكل (1-6) نظام إضاءة غير مباشرة.

**شكل ( 1-6) مختبر الاضاءة نموذجية**

8- وجود نظام تهوية خاص لسحب الغازات التي قد تسبب الانفجار أو الاحتراق عندما يصل تركيز ابخرتها إلى نسب معينة مع الهواء، ولا يترك المختبر إلا بعد التأكد من أن جميع الأجهزة الكهربائية والأفران داخل المختبر متوقفة عن العمل أو أُطفئت تلافيا لاحتمال وقوع الحوادث.

## 1-5-2 طرائق حفظ بعض المواد الكيمياوية

1- **المواد القابلة للاشتعال:** تحفظ في مكان مظلم بعيدا عن أشعة الشمس وتغطى أرضية المكان المخصص لحفظها بطبقة سميكة من الرمل المندى بالماء وملح كاربونات الصوديوم وتوضع الحاويات الزجاجية بوضع قائم ومتباعدة، أو توضع فوق رفوف حديدية متينة وفي الطبقات السفلى بعد فرشها بالرمل أو في صناديق خشبية مفروشة بالرمل.
2- **المواد التي لا تشتعل:** كالأملاح فإنها توضع على الرفوف العليا وتصنف بحسب عناصرها (مجموعة الصوديوم، مجموعة النحاس وهكذا).

3- **الاحماض:** يجب إنْ توضع على الأرض غير مكدسة وفي حجرة بعيدة من الأملاح والمواد الكيمياوية وتغطى أرضية المكان المخصص بطبقة سميكة من الرمل المغطى بطبقة من ملح كربونات الصوديوم، وتوضع مادة ماصة للرطوبة مثل السليكا جيل في أكياس خاصة في جميع أجزاء المختبر، و يجب ان ألا يوضع بجانب الحوامض مادة الكلسيرين.

4- **الصوديوم والبوتاسيوم:** نظراً لسرعة تفاعل **الصوديوم والبوتاسيوم** مع الهواء أو الرطوبة في الجو يجب حفظه في جو معزول، فيخزن في اوعية زجاجية داكنة اللون محكمة الإغلاق بعد ملئها

بالكيروسين أوالزيوت المعدنية الّتي تُبقيه محفوظاً مدة طويلة جداً تمتد لسنوات، بالإضافة إلى ملاحظة استعمال ملعقة الصوديوم ذات الشبكة عند استعماله لمنع تناثر أجزاءه في الهواء أو على الجسم فتحرقه.

5- **ثاني كبريتيد الكاربون وكبريتيد الامونيوم الاصفر:** يحفظ في زجاجيات ذات أغطية محكمة في مكان بعيد عن الضوء الشمس.

6- **الاسيتون:** يحفظ في زجاجيات بيضاء مغلقة بالشمع لكي لا يتسرب بالتبخير ويعامل مثل الايثر.

7- **الايثر:** يحفظ في زجاجات ذات السداد الخارجي المزدوج في مكان مغلق بعيد عن تيار الهواء والشمس.

8- **مركبات النتروز:** معظمها مركبات متفجرة وسامة وبعضها يسبب السرطان ومن أمثلتها نتريت الامونيوم ومركبات النترو العضوية الأروماتية والاليفاتية.

9- **الكلورات:** ومعظم مركباتها متفجرة, أكثرها شيوعا هو مركب كلورات البوتاسيوم, وهو عامل مؤكسد قوي، ويدخل في صناعة الأوكسجين, وأعواد الثقاب, والالعاب النارية وغيرها, لذا يجب حفظ كلورات البوتاسيوم بعيدا عن المواد العضوية أو اية مادة قابلة للتأكسد، فهو قابل للانفجار عند ملامسته لحامض الكبريتيك، ويشتعل بعنف عند سحقه مع أية مادة عضوية أو مع الكبريت أو الفوسفور أوالكبريتيات وغيرها من المواد القابلة للتأكسد.

10- **الاوكسجين والمواد المؤكسدة:** تساعد على الاشتعال وخطرة لأ نها تتفاعل مع كثير من المواد، والمواد المؤكسدة غير العضوية مثل الكرومات، البرمنكنات، فوق أوكسيد الهيدروجين غير قابلة للاشتعال ولكنها تساعد عليه، أما فوق الأكاسيد فهي مواد سامة وضارة.

11- **المعادن القلوية:** تشمل كل من الليثيوم، الصوديوم والبوتاسيوم, وتمتاز هذه المعادن بنشاطها الكيمياوي الكبير اتجاه الماء والعديد من الكواشف العضوية, إذْ تتفاعل مع الماء بعنف وتسبب أنفجاراً واشتعالاً شديد.

12- **المعادن الثقيلة ومركباتها:** تشمل المعادن الثقيلة التي لها وزن ذري مرتفع نسبيا مثل الكادميوم، الرصاص، الزئبق، المنغنيز، النحاس، الزرنيخ، الانتمون وغيرها، ومركبات جميع هذه العناصر سامة ولها صفة تراكمية في الخلايا، كما إنها تلوث المختبرات على شكل اتربة وغبار واحيانا ابخرة مما يؤثر وتحدث اضرار على الجهاز التنفسي.

13- **البروم:** يحفظ في أنابيب مغلقة (أمبولات) في مكان رطب، وأذا أفرغت الأنبوبة فيكون ذلك في زجاجة وداخل كابينة طرد الغازات ثم يحكم الغطاء جيداً.

14- **الصودا الكاوية:** لا تلمس باليد بل تؤخذ بملقط أو ملعقة وتحفظ في قناني محكمة الغلق بسدادات من الفلين المغطى بطبقة من الشمع، أما محلولها فيحفظ في قناني ذات سداد من الفلين أو الزجاج المسنفر ويغطى بطبقة خفيفة من الفازلين. والشكل (1-7) يوضح مختبراً نموذجياً من ناحية المساحة، الإنارة الطبيعية والصناعية، توزيع المواد الكيمياوية، مقاعد الطلبة المريحة، ونظافة المكان، الأرضية والطاولات المقاومة للمواد الكيميائية، توزيع الأدوات الزجاجيات، توزيع نقاط الكهرباء ومصادر الطاقة وكابينة طرد الغازات.

شكل (1-7) مختبر نموذجي

## 1- 6 قواعد ومواصفات السلامة في المختبر:

1- يجب أنْ تكون مساحة المختبر تتناسب مع أعداد الطلاب لكي تسمح لهم بالحركة خلال إجراء التجارب بلا تزاحم.
2- يجب ان يكون في قاعة المختبر بابان أحدهما للدخول والآخر للخروج منها وأن يكون أتجاه فتح الأبواب إلى الخارج لكي لاتُعيق حركة الخروج.
3- تجهز المختبرات بوسائل الإضاءة والتهوية (طبيعية وصناعية) ومتابعة الصيانة الدورية لتلك التجهيزات.
4- تزويد النوافذ بستائر مقاومة للحريق وبقضبان حماية متحركة، والشكل (1-8) يبين التوزيع الصحيح للمواد الكيميائية ووجود المسافات بين علب المواد, كما يوضح حفظ القناني الكبيرة في الأسفل, والأرضية المقاومة للمواد الكيميائية.

شكل (1-8) حفظ المواد الكيميائية

5- يجب أن تكون أرضيات المختبرات والأحواض والطاولات من أنواع مقاومة للمواد الكيميائية والحريق.
6- يجب توفير كابينة طرد الغازات في المختبر تستعمل عند إجراء بعض التجارب التي يتصاعد منها بعض الغازات السامة الخطرة والباعثة للرائحة الكريهة أو تلك التي يتصاعد منها غازات مخدشة أو خانقة والشكل (1-9) يظهر كابينة طرد الغازات وتُجهز بجميع مصادر الطاقة مفرغة هواء وبوابة متحركة أمامية تفتح وتغلق عند الحاجة, ويمكن عدّهُ مختبراً صغيراً.

**شكل (1-9) كابينة طرد الغازات (هود للغازات)**

7- يجب تجهيز المختبر بمقاعد مريحة سهلة الحركة يمكن التحكم في ارتفاعها.

8- يجب تجهيز المختبرات بعدد كافٍ من نقاط كهرباء ذات أغطية وتُجهز بنظام غاز مركزي وكهرباء ووضع مفاتيح التحكم في مكان ظاهر يمكن الوصول إليه بسهولة في حالة الطوارئ.

9- يجب تزويد كل مختبر بغرفة لتخزين الأدوات الزجاجية والأجهزة والمواد الكيميائية.

10- يزود كل مختبر بعربة نقل متحركة لنقل الأجهزة والأدوات والمواد من غرفة التحضير إلى المختبر وبالعكس.

11- يجب توفير وسائل السلامة الأولية مثل طفايات الحريق، وصندوق الأسعافات الأولية، ودوش طوارئ للغسيل، وأجهزة انذار، والاحتفاظ بها بمكان ظاهر وعمل صيانة دورية لها للتأكيد من سلامتها صلاحيتها.

وعلى الطالب أن يدرك أنْ مختبر الكيمياء مكان له أهمية خاصة, لذا لابد عند الدخول إلى المختبر أنْ يكون السلوك منضبطا ومحسوباً تسبقه لحظة تفكير, لأن أي عبث أو تصرف عشوائي أو الامبالاة قد ينتج عنه مشاكل كبيرة لذا يجب إتباع التعليمات الاتية :

**أولاً:- إرشادات الآمن والسلامة في المختبر:**

1- الاستماع جيداً إلى إرشادات المعلم وتوجيهاته وتجنب إجراء التجارب أو البدء بها إلا بعد استشارته.

2- التأكد من أسماء المواد الكيمياوية قبل استعمالها، والانتباه لأي تحذيرات حول استعمالاتها، فبعضها قد يكون حارقاً, أو كاوياً, أو ساماً, ولا تستعمل أي مادة من المواد الخطرة كالأحماض المركزة أو القواعد القلوية المركزة إلا بعد معرفة شروط استعمالها.

3- عدم لمس أو تذوق أو شم أي مادة كيمياوية إلا إذا كانت ضمن تعليمات التجربة وبحضور المعلم المسؤول.

4- عند استعمال اللهب يجب التأكد جيدا أنْ المواد القريبة, غير قابلة للاشتعال وابعاد المواد القابلة للاشتعال مثل (الايثر والكحول والبنزين والمذيبات العضوية). في حالة استعمال مصدر غازي يشعل عود الثقاب أولاً ثم فتح صنبور الغاز وليس العكس، ومن ثم اطفاء عود الثقاب فورا بعد إشعال اللهب، وتجنب التحرك به لإشعال لهب آخر، وبعد الإنتهاء يجب ألا يُلقى عود الثقاب في أي مكان، بل يجب التأكد من اطفائه ووضعه في سلة المهملات، بعدها نطفئ لهب المصباح فور الانتهاء من استعماله.

5- استعمال ماسك الأنابيب عند تسخين أي مادة في أنبوبة اختبار(ماسك خشبي أو معدني) مع مراعاة توجية فوهة الأنبوبة إلى الجهة الخالية من الطلاب. والشكل (1-10) يوضح طريقة التسخين الصحيحة بأنبوبه الاختبار ويمكن مشاهدة الماسك الخاص بأنابيب الاختبار أثناء عملية التسخين وإتجاه الأنبوبة.

**شكل (1-10) عملية تسخين المواد في الأنبوبة**

6- عند تسخين أنابيب الإختبار يراعى تمريرها على اللهب من ألاسفل إلى الأعلى بطريقة مستمرة ولا يُركيز التسخين في منطقة واحدة لكي لا يندفع المحلول من الأنبوبة دفعة واحدة مسبباً حروقاً وإصابات.

7- يفضل إجراء التجارب التي يتصاعد منها غازات أو أبخرة في كابينة طرد الغازات الموجودة في المختبر مع تجنب شم رائحة الغازات المتصاعدة أثناء التجارب، التي قد ينبعث منها غازات سامة أو ضارة أو خطرة وذات تركيز عالٍ.

8- عند تخفيف الحامض المركز، لايضاف الماء إلى الحامض، بل يُضاف الحامض إلى الماء وبكميات قليلة مع رج المزيج وتحريكه , في كل مرة رُج وحرك, وبردً المحلول عندما ترتفع درجة حرارته (للتقليل من حرارة التخفيف).

9- عند أخذ أي مادة كيمياوية كعينة من قناني المواد، لا يُترك غطاء القنينة على طاولة المختبر بل أمسك الغطاء باليد وخُذْ المقدار المعين ثم أغلق القنينة واعدها إلى مكانها المخصص وتُنقل بعيدة عن أماكنها، ويجب تجنب فتح عدة قناني في وقت واحد, فقد تختلط أغطية القناني مع بعضها الأمر الذي يسبب تلوث المحتويات.

10- عند التخلص من أي مادة سائلة فإنها تُلقى في الحوض الخاص بذلك مع صبً كمية كبيرة من الماء عليها، ومراعاة غسل اليدين جيداً بالماء فورالانتهاء من استخدام أي مادة كيمياوية حامضية قاعدية ملحية والاحتفاظ بها جافة أثناء العمل.

11- الامتناع عن رمي المواد الزائدة عن الحاجة وكذلك أوراق الترشيح المستعملة في الحوض بل توضع في الحاويات الخاصة بها.

12- عند الانتهاء من التجربة تُغسل الأدوات الزجاجية المستعملة وتُعاد إلى مكانها المخصص في المختبر مع تنظيف الطاولة والمكان بين مدة وأخرى قبل مغادرة المختبر.

13- تجب الإسراف في استعمال المواد الكيمياوية المستعملة وكذلك المياه والكهرباء والغاز.

14- تدوين الملاحظات والاستنتاجات أو النتائج عن التجربة.

15- تبليغ المسؤول في المختبر فور وقوع أي حادث حتى وإنْ كان بسيطاً ليتسنئ تقديم المساعدة اللأزمة فوراً.

**ثانيا: احتياطات السلامة من مخاطر الكهرباء:**

1- يجب أنْ تكون مصادر المياه وحنفيات الماء بعيدة عن لوحة سيطرة الكهرباء والأجهزة الكهربائية.
2- التأكد من الفولتية الكهربائية (110 ، 220 ، 380) والفولتية التي تعمل بها الأجهزة قبل توصيلها بالكهرباء.
3- صيانة الأجهزة الكهربائية ومراقبة نقاط الكهرباء مراقبة دورية مع مراعاة إدامتها وتنظيفها.
4- مراقبة الأجهزة الكهربائية أثناء التشغيل, واطفائها بعد الانتهاء من استعمالها أو انتهاء الاختبار.
5- التأكد من مصادر الكهرباء والغاز والمياه قبل مغادرة المختبر وأغلاقها عند الخروج.

**ثالثا: احتياطات السلامة من مخاطر الزجاجيات:**

1- تخزن الزجاجيات على رفوف ذات ارتفاع مناسب ليسهل إلتقاطها أو إعادتها.
2- حمل الزجاجيات بطريقة مناسبة وبحذر وعدم حمل أكثر من زجاجة في المرة الواحدة.
3- تجنب استعمال زجاجيات مشروخة أو مثلومة أوغير نظيفة عند إجراء التجارب.
4- تجنب لمس الزجاجيات أثناء التسخين باليد مباشرة واستعمل المواسك المخصصة لذلك، والشكل (1-11) يبين عملية التسخين لأنبوبة الأختبار باستعمال الماسك وتوجيه فوهة الأنبوبة إلى الجهة الجانبية أثناء التسخين.

**شكل (1-11) عملية التسخين ومسك الأنبوبة**

## 1-7 الأدوات الزجاجية أنواعها وطرائق استعمالها وتداولها:

تتطلب معظم التجارب المختبرية استعمال الأدوات والمعدات الزجاجية, وبما أنها قابلة للكسر لذا يجب على جميع العاملين الحذر والدقة والعناية الفائقة عند التعامل معها قبل وأثناء وبعد انتهاء العمل لتلافي المخاطر، ويجب غسل الأدوات الزجاجية بعد الأنتهاء من العمل وإعادتها إلى أماكنها المخصصة لها كذلك يجب أختيار الحجم المناسب والنوع الملائم من الزجاجيات لكل عمل عند إجراء التجارب.

### 1-7-1 طرائق السلامة في ترتيب الأدوات الزجاجية وخزنها:

1- ضع الزجاجيات الثقيلة في الرفوف السفلى والخفيفة منها على الرفوف العليا والزجاجيات الكبيرة خلف الصغيرة والزجاجيات الطويلة خلف القصيرة لتسهيل رؤيتها وتداولها ونقلها. في الشكل (1-12) الأدوات الزجاجية حُفظت في مكان غير آمن ولا ضمان لسلامتها.

شكل (1-12) الأدوات الزجاجية غير منظمة

2- يجب خزن جميع الزجاجيات على رفوف ودواليب بارتفاع مناسب، بحيث يكون الوصول إليها سهلاً والحصول عليها للاستعمال أسهل ومن غير استعمال سلالم، كما في الشكل (1-13) تنظم حسب النوع الواحد والأحجام المختلفة وتُرتب وفق ذلك داخل دواليب المختبر, ليسهل علينا استعمالها وارجاعها إلى مكانها المخصص بلا صعوبة.

شكل (1-13) ترتيب الأدوات الزجاجية في اماكنها المخصصة

3- خزن الأنابيب والقضبان في وضع أفقي كلاً حسب طوله للحفاظ عليها من الكسر ثم ضع الزجاجيات الرقيقة سهلة الكسر في علب كارتونية مؤشر عليها الاسم والحجم بغية الاستدلال عليها من غير فتح العلبة.

4- استعمال الأدوات الزجاجية حسب ما صمم لها, فمثلاً هناك أدوات زجاجية مصنوعة من زجاج البايركس تتحمل درجات الحرارة العالية والتسخين الشديد، وهناك أدوات تستعمل لقياس السوائل ونقلها، واخرى لحفظ السوائل وليس للتسخين وتلك تصنع من الزجاج العادي الشفاف.

5- عند ربط الوصلات الزجاجية في منظومة التقطير أو الاستخلاص مثلا يتكون أكثر من ثلاث قطع يجب توصيل وتثبيت هذه الاجزاء بشكل ملائم ومريح بواسطة مواسك حديدية مطلية بطبقة من المطاط مع تجنب الضغط عليها أثناء الربط أكثر من ما هو مطلوب فيؤدي إلى كسرها.

6- الامتناع عن التسخين المباشر بلهب مصباح بنزن للأدوات الزجاجية إلا بعد وضع شبكة الاسبستوس بين المصباح والاداة الزجاجية لكي لا تتركز الحرارة في مكان واحد ويتسبب في كسرها.

7- الامتناع عن استعمال الأدوات الزجاجية المكسورة أوالمشروخة، كما يمنع تقليب المحاليل والسوائل بقضبان زجاجية ذات نهايات حادة وخالية من النهاية المطاطية (بوليسمان).

### 2-7-1 طرائق استخدام الأدوات الزجاجية وصيناتها:

كل مختبر كيمياوي تتواجد فيه أجهزة وادوات ومعدات ومواد مختلفة، لذا يفترض على الطالب أنْ تكون له القدرة والإلمام بطريقة استعمالها والمحافظة عليها وكيفية التعامل معها وصيانتها.

تختلف طبيعة تصنيع الأدوات الزجاجية تبعاً لمجال أستعمالها فمثلا بعض الكؤوس الزجاجية تكون نفس السعة ولكن منها الكأس الطويل والقصير وكلا له استعمالاته، وكذلك اختلاف الحجوم لنفس الأداة لكل منها استعمالاته حسب متطلبات العمل وكمية المواد المستعملة في التجربة, وجميع الأدوات الزجاجية المستعملة في المختبر, وعادة ما تكون مدرَّجة ولكن ليست جميعها تستعمل لعملية قياس الحجوم بل تعرف الاداة الزجاجية من معرفة الحجم المثبت على جدارها الخارجي.

وهناك أنواع عدة من الأدوات الزجاجية تستعمل لقياس حجوم السوائل مثل المخبار المدرج، الماصة بأنواعها، القناني الحجمية, والسحاحة ولكل منها دقة معينة في قياس الحجم وأهمية تلك القياس وعلى ذلك القياس يُعتمد في دقة تحضيرالمحلول واستعمالاتة الخاصة.

ويجب الحذر والانتباه عند استعمال الأدوات الزجاجية لأنها سريعة الكسر وغالية الثمن وعلى الجميع معرفة خواصها وخصوصيتها وتوخي الحذر والانتباه عند التعامل معها للتقليل من الخسائر المادية والمخاطر الناجمة من عملية الكسر.

وعلى هذا الأساس يتطلب منا المحافظة على الأدوات الزجاجية والحفاظ على إدامتها بحالة جيدة عند انتهاء العام الدراسي, لذا نسعى إلى فتح جميع الصمامات والأغطية الموجودة في الأدوات الزجاجية المستعملة خلال العام الدراسي مثل السحاحة, وقمع الفصل, والقناني ذات الاغطية, وقناني الكثافة, وقناني الادلة, والقناني الحجمية (القياسية), وتفرغ السوائل والمحاليل منها, ثم تغسل الصمامات والصنابير بالماء المقطر ولفها بورق رقيق جاف وتعاد إلى أماكنها الأصلية أو استعمال زيت البرافين أو زيت الفازلين بطلاء السطح الخارجي والداخلي له لمنع التصاق الوصلات الزجاجية فيما اذا تركت الأدوات مع المحاليل الكيميائية, لأن الأدوات الزجاجية إذا ما تركت بمحاليلها ستبني الأملاح مابين الوصلات (نتيجة التبخروتركيز المحلول أو البلوّرة) ويصعب فصل أحد القطعتين عن بعضها, وفي تلك الحالة نفقد خدماتها ونخسر الأدوات الزجاجية نتيجة الإهمال والبعد عن الطرائق الصحيحة في عملية الخزن والمحافظة عليها من التلف, وعند بداية العام الدراسي الجديد نزيل الورق أو الزيت وتعاد مرة ثانية للاستعمال.

وفي حالة إلتصاق صنورالسحاحة أو صنبور قمع الفصل, اوغطاء قنينة الكثافة, وعدم التحرك والدوران أو التصاق غطاء قناني المحاليل وعدم قدرتنا على الفتح, ففي هذه الحالة تُسخين الماء إلى درجة الغليان ثم يغمرالجزء الزجاجي الملتصق لمدة ثلاث دقائق ونحاول تحريكه باليد, فاذا استجاب وتحرك الصنبور فذاك ما نريده, أما اذا لم يستجيب فيغمر بالماء الساخن المغلي مرة ثانية لمدة ثلاث دقائق اخرى ونعيد المحاولة, فاذا لم يستجيب نكرر العملية مع استخدام الدق الخفيف على منضدة خشبية أو الطاولة, فالماء الساخن له خاصيتين في فك الالتصاق الأولى يعمل على ذوبان الأملاح المتكلسة والثانية تمدد أحد الأجزاء الملتصقة أو كليهما وهذا يساعد على تحريرهما من الالتصاق.

### 3-7-1 بعض الأدوات الشائعة الاستعمال في المختبر

### اولا: أنبوبة الأختبار

أداة زجاجية مصنوعة من الزجاج الشفاف المقاوم لدرجات الحرارة العالية وتوجد منها احجام مختلفة. تستعمل لإ جراء الكشوفات والتفاعلات البسيطة بين مادتين أو اكثر، كما الشكل (1-14).

شكل (1-14) انابيب الاختبار

### ثانيا: الإسطوانة المدرجة ( المخبار )

هو عبارة عن أنبوب اسطواني مدرَّج من الأسفل إلى الأعلى وله قاعدة عريضة نوعاً ما يستقر عليها المخبار عندما نضع فية السائل ويترك جانباً, الإسطوانة المدرجة مغلقه من الأسفل ومفتوحة من الأعلى, وعادة يصنع المخبارالمدرج من الزجاج الشفاف السميك أو من البلاستيك المقوي وتُصنع المخابير المدرجة الكبيرة من مادة بولي البروبيلين لمقاومتها الكيميائية الممتازة أو مادة بولي الميثيل البنتين لشفافيتها، مما يجعلها أخف وزنا ومقاومة للكسر مقارنة مع الزجاج.

المخبار المدرّج في الغالب يصنع على شكل أسطوانة طويلة أو قصيرة, ضيقة لزيادة الدقة في قياس الحجم, ولها قاع بلاستيكي أو زجاجي وشفة من الاعلى لسكب السائل المقاس بسهولة، كما أن للمخبار المدرج أشكال عدة فمنها برأس مفتوح والآخر يأتي برأس مغلق بسداد لغايات خلط السوائل أو للاحتفاظ بها مؤقتا أوالاحتفاظ بالسوائل المتطايرة, و هناك شكل آخر يأتي برأس مصنفر لغايات توصيل المخبار مع الأدوات الزجاجية الأخرى, وحجم المخبارالمدرج يتراوح ما بين (10 ml) ولغاية (2000 ml) وغيرها. ويستخدم المخبار لقياس حجوم السوائل إلى حد (مللتر ml تقريبية) من السائل لا تحتاج إلى دقة حيث تصل دقته ( 0.5 ml), عند قراءة الحجم الموجود في الأسطوانة المدرجة ويجب الانتباه إلى القراءة السليمة، وهي النظر إلى أسفل منتصف تقعر السائل الموجود في الأسطوانة المدرجة، كما في الشكل (1-15) انواع من المخابر.

شكل (1-15) أنواع مختلفة الاحجام من الاسطوانات المدرجة

### ثالثا: الكأس الزجاجي ( القدح )

هو إناء زجاجي أسطواني الشكل ذو أحجام وأشكال مختلفة، ويعدٌ من الأدوات الأكثر استعمالاً في المختبر ولأغراض متعددة مثل التسخين، والخلط، والتفاعل ونقل السوائل، كما في الشكل (1-16) كؤوس الزجاجية مختلفة.

شكل (1-16) انواع من الكؤوس مختلفة الاحجام

### رابعا: القمع الزجاجي

أداة تتكون من قسم علوي مخروطي واسع الشكل (فم القمع) ينتهي بقسم أسطواني ضيق. يستعمل القمع ليُسهل عملية صب السوائل، و نظراً لأهميتة ولكثرة تعرضة للكسر فقد صُنع من أنواع من اللدائن والمواد المقاومة للصدمات والمواد الكيمياوية فضلاً عن الزجاج، يستعمل كوسيط في عمليات نقل السوائل من خلالة عبر الفوهات الضيقة مثل السحاحة, القناني الحجمية, قناني القياس, بالسوائل (ينقل عبره السوائل للقناني ذات الفوهة الضيقة) ويستعمل بشكل واسع في عمليات الترشيح، الشكل (1-17) الذي يبين انواع مختلفة الاحجام ومختلفة في مواد الصنع والمواصفات.

شكل (1-17) انوع مختلفة من الاقماع

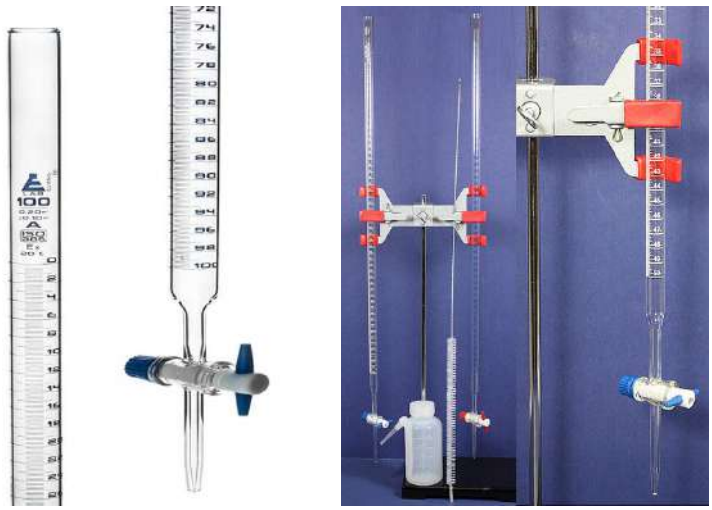
### خامسا: الدورق المخروطي

أداة زجاجية تصنع من الزجاج المقاوم لدرجات الحرارة العالية, يستعمل في عمليات الفصل والترشيح والتسخين واستقبال السوائل وفي عمليات التسحيح وحفظ السوائل في حالة توفر غطاء أو سداد من المطاط، كما في الشكل (1-18).

شكل (1-18) انواع من الدوارق المخروطية

**سادسا: السحاحة**

هي أداة زجاجية مختبرية ذات شكل انبوب اسطواني شاقولي مع تدريج حجمي على طول السحاحة وذات فوهة مفتوحة من الأعلى وصنبور من الأسفل لنتحكم بنزول السائل أثناء عملية التسحيح. وتستعمل السحاحة عادة في التجارب التي تتطلب نسبة عالية من الدقة في القياس مثل عمليات المعايرة في الكيمياء. ويعاد تثبيت السحاحة بواسطة ماسك مثبتة بعمود وقاعدة معدنية خاصة للحفاظ على الشكل العمودي المطلوب للسحاحة خلال العمل المختبري، ويكون التدريج من الأعلى صعوداً إلى الأسفل حيث يبدا الصفر من الأعلى ويزداد نزولاً، كما في الشكل (1-19).



شكل (1-19) أنواع مختلفة من السحاحات

**سابعا: الماصة**

تستعمل هذه الأداة في الأغلب في مختبرات الكيمياء وعلم الأحياء فضلا عن الصناعات الدوائية, وتتوفر قياسات واحجام عدة كما تختلف في مدى دقتها في القياس. وقد تكون شفافة أو شفافة ملدنة ويعتمد مبدأ عمل الماصة على تشكيل فراغ (عملية تفريغ) فوق الحجرة الحاوية على السائل، ومن ثم تحرير هذا الفراغ تحريراً انتقائياً لسحب السائل ونقله ويمكن أن تصنع الماصة من مواد عدة وعادة ما تصنع من الزجاج السميك أو اللدائن المقاوم للمواد الكيميائية، وللماصات أنواع عدة منها الالكترونية ومنها اليدوية وهناك نوعان أساسيان من الماصات:

1- **الماصات الحجمية:** و هي ماصات تستطيع من خلالها سحب كمية محدودة من المادة؛ إذ يعتمد حجم الماصة على كمية السائل الكلية المسحوبة" لكونها غير مدرجة" إذ يثبت حجم الماصة عليها كرقم. وللماصات عدة حجوم تتراوح ما بين 1 ml , 5ml , 10ml, إلى 100 ml و غيرها من الحجوم ويمتاز هذا النوع من الماصات بدقة الحجم.

2- **الماصات المدرّجة:** وهي ماصات مدرّجة يمكن من خلالها سحب أية كمية من السائل أذْ يبدأ التدريج بالصفرمن القسم العلوي نزولاً إلى الحجم الكلي لها, وذلك إعتمادا على الحجم الأقصى للماصة. والماصات المدرجة لها أحجام عدة يتراوح ما بين 1 ml و لحد 100 ml وغيرها من الحجوم، كما في الشكل (1-20).

**شكل (1-20) انواع مختلفة من الماصات**

## ثامناً : قنينة الغسل أو قارورة الغسل

هي قنينة مزودة بغطاء للفوهة يخترقه أنبوب إلى الخارج، تستعمل لغسيل الأدوات الزجاجية المختبرية وشطفها على اختلاف أنواعها، مثل أنابيب الاختبار، والدوارق الكروية وكذلك في عملية الترشيح, وفي عملية تحضير المحاليل.

وتغطى القناني بغطاء لولبي محكم الغلق عند ضغط أو عصر القنينة باليد ينضغط السائل داخل القنينة فيندفع خارجًا عبر الفوهة تيار رفيع من السائل.

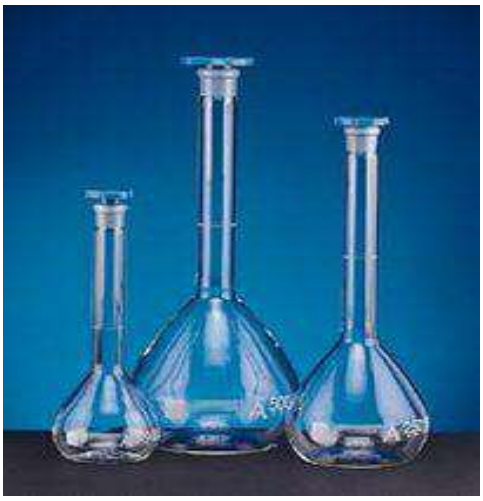
وتصنع معظم قناني الغسل من البولي أثيلين، وهو مادة لدائنية مرنة ومقاومة للمذيبات العضوية ذات المصدر النفطي, ومعظم القناني تحتوي أنبوبًا داخليًا يسمح باستعمال القنينة منتصبةً.

تملأ قناني الغسل بإحدى مذيبات المختبر المعروفة وفقًا للعمل المنجز في ذلك المختبر. وتشمل هذه المذيبات ماء مقطر، محاليل المنظفات والمذيبات المستعملة في الشطف مثل الأسيتون، كما في الشكل (1-21).

**شكل (1-21) انواع مختلفة من القوارير**

## تاسعاً: الدورق القياسي (الحجمي):

هي قنينة زجاجية منتفخة من الأسفل ويعلوها عنق إنبوبي ضيق ينتهي بفوهة ذات سداد محكم، يوجد في العنق الإنبوبي علامة بشكل خط دائري تشير إلى تمام الحجم وتستعمل في تحضير المحاليل العيارية الدقيقة وحفظها، وكذلك لتحضير المحاليل القياسية كونها دقيقة القياس، والشكل (1-22) يبين أنواعاً مختلفة من الدوارق القياسية.



شكل (1-22) أنواع مختلفة من الدوارق القياسية

## عاشراً: زجاجة الساعة :

زجاجة دائرية الشكل مقعرة تستعمل في عملية الوزن للمواد الصلبة, حيث توضع فيها المادة الصلبة المراد وزنها، كما تستعمل كغطاءً للكأس أثناء عمليات التسخين في بعض التفاعلات الكيمياوية تجنبا لتلوثها أو خروج أبخرة أو للحفاظ على تركيزها, والشكل (1-23) يبين أنواعاً مختلفة من زجاجة الساعة.

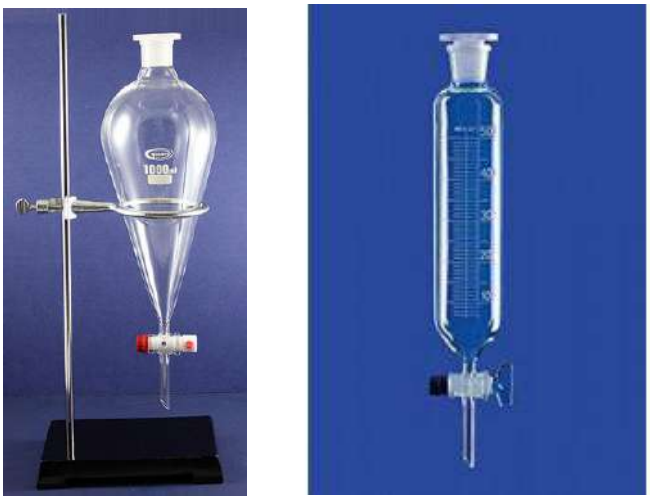
شكل (1-23) انواع مختلفة الحجوم من زجاجة الساعة

## احد عشر: قمع الفصل

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

غالباً ما يستعمل قمع الفصل في فصل الطور المائي عن الطور العضوي. ولقمع الفصل شكل مخروطي أو إسطواني, تعلوه نصف كرة لها فتحة مصنفرة يمكن سدّها، وفي أسفل هذا المخروط أو

الاسطواني يوجد أنبوب رفيع (مخرج) مزود بصنبور للتحكم بعملية نزول السائل في عملية الفصل. والشكل (1-24) يبين أنواعاً مختلفة من أقماع الفصل.



شكل (1-24) أنواع مختلفة من قمع الفصل

## ثاني عشر: الجفنة الخزفية أو المعدنية

تستعمل الجفن أوالبوادق لغرض الحرق وتجفيف الرواسب، إذْ تُوضع العينة القابلة للاحتراق فيها بعد معرفة وزنها ووزن العينة, ومن ثم تحرق إما بالهواء مباشرةً أو في الفرن الكهربائي, أو يُوضع الراسب مع ورقة الترشيح في الجفنة بعد الانتهاء من عملية الترشيح وإدخالها في المجفف أو الفرن حسب ما موجود بخطوات العمل, وفي حالة الحرق وللحصول على وزن الراسب نستعمل ورق ترشيح لايترك رماداً.

للبوادق ميزة الوزن الثابت ضمن حدود أخطاء التجربة وتوجد البوادق بأنواع عدة حسب نوع المادة المصنعه منها حيث تكون سلكونية، خزفية، أو مصنوعة من البلاتين، الرصاص، الحديد غير القابل للصدأ، وألأنواع الثلاثة الأخيرة تتحمل درجات حرارة عالية تصل إلى أكثرمن ($1000\ C^{\circ}$) ومقاومة للصدمات, والشكل (1-25) يوضح بعض الأنواع من الجفن والبوادق.

شكل (1-25) انواع مختلفة من الجفن

## 8-1 مخاطر الغازات السامة على الصحة

### 1-8-1 تلوث الهواء

لقد أنتشرت المصانع المختلفة في كل مكان كما انتشرت السيارات وآليات النقل مما أدى إلى ارتفاع حاد في نسبة الملوثات الهوائية وذرات الغبار في الجو واهتم الناس بالتطور الصناعي والاقتصادي من غير النظر إلى أبعاده البيئية، وقد سبب هذا التطور العديد من الكوارث البيئية التي أدت إلى مشاكل صحية أو أدت بحياة كثير من الناس فضلا عن إنتشار العديد من الأمراض الخطرة. والشكل (26-1) يبين مدى التلوث الحاصل من انبعاث الغازات الناتجة من المنشآت النفطية والصناعية.

شكل (26-1) تلوث عام في المناطق الصناعية

### 2-8-1 ملوثات الهواء

1- **غاز أول أوكسيد الكاربون (CO):** يمثل أكبر نسبة من ملوثات الهواء حيث انه يؤثر على الصحة, خاصة على هيموغلوبين الدم بسبب قابليته الشديدة للاتحاد معه، وله تأثير خطير على عمليات التنفس للكائنات الحية بما فيها الأنسان ويتسبب في الشعور بالتعب وصعوبة في التنفس وطنين بالأذن, وفي حالة زياده تركيزة يؤدي ذلك إلى انخفاض في ضغط الدم وقصور في الرؤيا والسمع وارتخاء عضلات الجسم والإغماء ثم الوفاة.

2- **غاز ثنائي أوكسيد الكاربون ( $CO_2$ ):** يتكون هذا الغاز من احتراق المواد العضوية كالورق والحطب, والفحم, والهيدروكاربونات, ومشتقات النفط الخام والكربوهيدرات, ويعدً من أهم الملوثات الحديثة التي أدخلها الانسان على الهواء, ويسبب صعوبة في التنفس والشعور بالاحتقان مع تهيج الاغشية المخاطية وإلتهاب القصبات الهوائية.

3- **غاز كبريتيد الهيدرجين ( $H_2S$ ):** غاز سام، يتكون من تحلل المواد العضوية مثل مياه الصرف الصحي, إذً يتحد مع هيموغلوبين الدم محدثا نقصا في الأوكسجين الذي يصل إلى أنسجة وأعضاء الجسم ويحدث ضررا بالجهاز العصبي المركزي واضطراباً وصعوبة في التنفس والخمول وضعف القدرة على التفكير كما إنه يهيج الأغشية المخاطية للجهاز التنفسي وملتحمة العين.

4- **غاز ثاني أوكسيد الكبريت ( $SO_2$ ):** ينتج من احتراق الفحم الحجري وزيت الوقود والغاز الطبيعي. آثاره ضاره إذ يتحول في الهواء إلى حامض الكبريتيك نتيجة لتأكسده إلى ثالث أوكسيد الكبريت ($SO_3$) وتفاعله مع بخار الماء، ولكل من هذين الغازين تأثيرٌ خطيرٌ على الجهاز التنفسي مسببا إلتهاب القصبات الهوائية وضيق التنفس وآلام في الصدر وتشنج الحبال الصوتية وتهيج العين والجلد كما يشارك في احداث مشاكل بيئية منها الأمطار الحامضية، والشكل (1-27) يوضح الأمطار الحامضية وتأثيرها على الأسماك والكائنات الحية في البحيرات.

**شكل (1-27) الأمطار الحامضية وتأثيرها على البيئة**

5- **اكاسيد النيتروجين:** تنتج عن عمليات احتراق الوقود في الهواء عند درجة حرارة مرتفعة كذلك تنتج من احتراق المواد العضوية ومن عوادم السيارات وبعض المنشآت الصناعية ومحطات توليد الطاقة التي تعمل بدرجات حرارة مرتفعة وتشكل مع بخار الماء في الجو حامضا قويا هو حامض النتريك الذي يسهم أيضا في أضرار كبيرة على صحة الإنسان منها (تهيج الأغشية المخاطية للمجاري التنفسية والتهابات في الرئة وتهيج العين) ويسبب في حدوث الامطار الحامضية التي تؤدي إلى تلوث البيئة والمياه والاضرار بالنبات كما يؤثر تأثيرا سلبيا على طبقة الاوزون. والشكل (1-28) يوضح مدى التلوث الناتج من عوادم السيارات وحرق النفايات على البيئة وصحة الفرد.

شكل (1-28) انواع الملوثات على البيئة

6- **الرصاص Pb:** يخرج الرصاص من عوادم السيارات إلى الهواء محدثا تلوثا به وخاصة في المدن المزدحمة، وللرصاص أضرارٌ في غاية الخطورة على صحة الانسان مثل الصداع، والضعف العام، وافراز حامض اليوريك وتراكمه في المفاصل والكلى كما إنه يقلل من تكوين الهيموغلوبين في الدم ويحل محل الكالسيوم في أنسجة العظام ويؤدي إلى تشوه الجنين والى اجهاض الحوامل .

7- **الغبار والمواد العالقة:** كثير من مصانع تكرير النفط، والاسمنت، والاسمدة الكيمياوية، والطابوق تطلق غازات وغباراً إلى الجو وتحتوي على مركبات شديدة السمية وتبقى هذه المواد المعلقة في الهواء على هيئة رذاذ أو ضباب خفيف ويكون هذا التلوث واضحا حول المصانع وتحمله الرياح إلى اماكن بعيدة، وتسبب هذه العوالق العديد من الأضرار الخطيرة للكائنات الحية كافة بما فيها الإنسان فتسبب له الربو، والسعال، والانتفاخ الرئوي، وتصلب الرئة وقصور في وظيفة الرئتين والقلب والسرطان والتشوهات الجنينية. والشكل (1-29) يوضح المداخن الخاصة بمعامل الاسمنت والاسمدة.

شكل (1-29) مداخن الاسمنت وتلوث البيئة

8- **غاز الميثان ($CH_4$):** مركب كيميائي عضوي، يُعد من أبسط الهيدروكربونات. أن الميثان النقي ليس له رائحة، ولكن حين يستخدم تجاريا يخلط بكمية من مركبات الكبريت ذات الرائحة القوية من أجل تتبع الرائحة وعلاج التسرب الحاصل.

إن الميثان أحد غازات الاحتباس الحراري وله القدرة على تسخين الجو (25) مرة أشد من ثنائي أوكسيد الكاربون يعدُّ الغاز الطبيعي المصدر الأساسي لهذا الغاز, حيث يشكل 87 % من الغاز الطبيعي المستخرج والبقية من الغاز الحيوي, الذي يحضر من تخمير المواد العضوية مثل السماد الطبيعي ومخلفات الصرف الصحي وغيرها وكذلك المخلفات الحيوانية. إنّ أضرار غاز الميثان لا تتوقف خطورتها على الأنسان فقط بل على كوكب الارض ايضا، حيث يعاني من الاحتباس الحراري ويشكل تهديدا قويا للحياة البشرية والثروة الحيوانية والنباتية. ويشكل غاز الميثان الخطر الأعظم والأشد على كوكب الارض، اضافة إلى تلوث البيئة فهو يؤدي إلى الأضرار بطبقة الأوزون كونة يؤدي إلى الاختناق حتى الموت اذا تعرضنا له بكميات كبيرة لقابليته على إزاحة الاوكسجين والإحلال محلة مسببا الاختناق لأي كائن حي، ولهذا وجدت قوانين تلزم المصانع الخاصة والقريبة من المناطق السكنية باستخراج غاز الميثان وذلك بوضع مولدات تمنع دخول غاز الميثان إلى المباني السكنية.

9- **غاز الكلور ($Cl_2$):** غاز أصفر مخضر اللون ذو رائحة نفاذة واثقل من الهواء مرتين ونصف, يذوب بالماء بسهولة ليكون حامض الهيدروكلوريك ويمكن إسالته عن طريق تخفيض درجة حرارته إلى $20^{\circ}C$ - 30 تحت الصفر وبذلك يسهل خزنه والتعامل معه. ويعدّ غاز الكلور من الغازات التي تتلف وتخرب المجاري التنفسية ويملأ الرئتين بكمية من السوائل التي تسبب انسداد قنوات التنفس، ولا يجوز التعرض لغاز الكلور والملابس مبتلة تجنبا لتكوين حامض الهيدروكلوريك الحارق عند اتحاد الغاز مع الماء على الملابس ،ومن المعلوم أيضا أن غاز الكلور يؤثر على النباتات ويحول لونها الأخضر إلى الأصفر ويتلف أوراقها وله تأثير على المعادن مع وجود الماء.

## 9-1 الوقاية من مخاطر الصناعة النفطية

العناية بتنظيم وصيانة مصافي النفط لمنع تسرب الأبخرة والغازات إلى جانب أبعاد المصافي عن المدن والأماكن الزراعية حماية للبيئة المجاورة لها. شكل (1-30) يبين مصفى نفط وانبعاث غازات وعوادم الشعلة، فمهما كانت المناطق السكنية بعيدة لكن استمرارية الاحتراق والعمل وتصاعد كميات كبيرة من العوادم تضر بالبيئة والإنسان.

شكل (1-30) الغازات المنبعثة من المصافي

توفير كل وسائل الوقاية من الحريق والتجهيزات اللازمة لحماية العاملين وخزانات تجميع النفط الخام التي قد تتعرض للحرائق، كما يجب أن تكون هناك مسافات مناسبة بين خزان وآخر لتامين وسائل الوقاية وهذا ما يجب عمله أيضا بالنسبة لمستودعات الغاز التي تجهز بوسائل الإطفاء الآلي والتلقائي على أن تكون بعيدة عن أماكن السكن والمدن مع مراقبتها مراقبة مستمرة وصيانتها تجنبا لتسرب الغازات وحدوث الأضرار بالبيئة والإنسان.

تجهيز ناقلات النفط الخام والسيارات الحوضية بوسائل الوقاية والسلامة مع ملاحظة غسل الناقلات من الزيوت لأ نها تسبب التلوث وتكون معرضة للمخاطر.

## 10-1 مخاطر غاز كبريتيد الهيدروجين

**كبريتيد الهيدروجين:** مركب كيمياوي يحمل الصيغة **($H_2S$)**، وهو غاز عديم اللون قابل للاشتعال ذو رائحة كريهة تشبه رائحة عفن البيض (البيض الفاسد). وهو أثقل من الهواء لذلك تجده في الأماكن العميقة في حالة تسربه, يستخرج من الغاز المصاحب للنفط الخام ويُفصل بالحرارة ويُعالج ويُكثف لتسهيل عملية نقله، إذْ يُصدر إلى الخارج كمادة تجارية يدخل في صناعة الادوية ويستعمل على نطاق واسع في الكشوفات الكيمياوية والكيمياء النوعية والتحليل الكمي.

غاز كبريتيد الهيدروجين قليل الذوبان في الماء ويذوب في الايثانول وعند ذوبانه في الماء يعدٌ من الحوامض الضعيفة. أما أهم مصادره فهو الغاز الطبيعي، ومحطات المياة الثقيلة (المجاري) كما إنه يخرج من البراكين مع غازات أخرى.

كبريتيد الهدروجين عالي السُمية وقابل للاشتعال, وهو غاز ثقيل مما يؤدي إلى بقاءه قريبا من سطح الأرض ولا يتطاير إلى الطبقات العليا، كما يبقى محصوراً ضمن المناطق قليلة التهوية وعلى الرغم من أنْ رائحته نفاذة، إلا أنه سرعان ما يُخدر حواس الشم ولهذا يعتقد الذين يستنشقون الغاز, أنهم أصبحوا في مأمن لانعدام قدرتهم على شمة، أما من الناحية السمية فانه يعدٌ ذا مدى واسع من السُمية فهو قادر على تسميم أجهزة مختلفة ضمن جسم الإنسان ويبقى الجهاز العصبي هو الأكثر تضرراً منه.

### 1-10-1 اسباب مخاطر غاز كبريتيد الهيدروجين

1- غاز كبريتيد الهيدروجين عديم اللون وشديد الاشتعال، لهذا لا يمكن رؤيتة عندما يتسرب ولا يرى في الجو العاصف.
2- يتحرك الغاز كسحابة غير مرئية عادة مع اتجاه الريح .
3- والغاز أثقل من الهواء، لذا يتواجد كغاز قاتل جداً في المناطق السفلية ويمكن شم رائحتة في الجو خلال الدقائق الاولى أوعندما يكون التركيز منخفض، وفي حاله استمرار التعرض له يصبح من الصعب شمة أو إدراك المخاطر التي يمكن أنْ تنجم عنه.
4- يؤثر غاز كبريتيد الهيدروجين على الأنسجة المكشوفة مثل العيون، والانف، والفم والرئة عندما يمتصة الجسم, فيعمل كالسم الداخلي الذي يمكن أن يفسد الجهاز العصبي ويشل نظام التنفس .
5- عند إحتراق الغاز ينبعث غاز ثاني أوكسيد الكبريت وهذا الغاز يسبب حكة وحرقة للعيون وبقية اجهزة الجسم المكشوفة.
6- غاز كبريتيد الهيدروجين هو أحد الغازات التي تنتج من مصافي النفط، ويتواجد في محطات معالجة مياه المجاري ووحدات معالجة وتعبئة الغاز المنزلي وفي المناجم, وينبعث حيثما تكون النفايات التي تحتوي على كبريت قد تفتت وتحللت بفعل البكتريا, إذ يحدث ذلك في المجاري وخزانات التعفن ومصاريف المياه الاسنة ويرافق الشاحنات التي تنقل النفايات والمخلفات الكيمياوية التي قد تنبعث منها روائح كريهة، والشكل (1-31) هو ملصق يثبت في كل مكان يتواجد فيه كبريتيد الهيدروجين.

شكل (1-31) ملصق تحذيري

### 2-10-1 طرق الكشف عن الغاز

1- يجب تقييم المناطق التي يمكن أنْ ينتج عنها تسرب الغازعلى سبيل المثال مصانع معالجة الغاز، ومعامل التكرير، وحقول الخزانات النفطية، وآبار النفط ومحطات معالجة مياه، ولهذا يجب تركيب أجهزة فحص الغازات الثابتة في هذه المناطق وفي حالة التسرب فان انذار الخطر يرن ويصدر عنه وميض وتحذير.

2- أستخدام الأجهزة المحمولة للكشف عن الغازات على فترات محددة أثناء الصيانة والاصلاحات التي تتم في المناطق التي ذكرت سابقا وفحص المناطق المراد دخولها ومتابعة الفحص بشكل متكرر خلال مدة العمل لتفادي الأخطار, والشكل (1-32) جهاز يدوي سهل الحمل, يكشف غازكبريتيد الهيدروجين ويشير إلى كميه الغازالمتسرب بالأرقام من خلال شاشة رقمية.

شكل (1-32) أجهزة الكشف عن غاز كبريتيد الهيدروجين

## 11-1 مخاطر غاز كبريتيد الهيدروجين $H_2S$ وتأثيرها على الإنسان

إنْ التعرض المزمن لتراكيز منخفضة غير قاتلة من الغاز يؤدي إلى ظهور أعراض ومخاطر يمكن تلخيصها بما يأتي:

1- حساسية دائمة للعين يرافقها ألم وتشويش الرؤيا.
2- حساسية مزمنة في الأنف والحنجرة تؤثر على حاسة الشم والذوق والصوت.
3- ضيق تنفس يرافقه سعال.
4- فقدان الشهية ونوبات غثيان ودوار.
5- صداع مع أزمات عصبية ونفسية.
6- نوبات فقدان الوعي وقد تؤدي للموت.

والشكل (1-33) ملصقات تثبت في المناطق المحتمل تواجد غاز كبريتيد الهيدروجين الذي يسمى بالقاتل الصامت والملصق الآخر يوضح المراحل التي تصاحب الشخص الذي يتعرض لهذا الغاز.

شكل (1-33) ملصقات تثبت قرب اماكن تواجد الغاز

هذه الأعراض المزمنة التي يعاني منها عمال المنشآت النفطية قد تكون منفردة أو مجتمعة حسب مدة التعرض (زمن العمل أو الإقامة) ومستواه ومناعة الجسم البشري ونوعية الطعام، ولكن بشكل عام ظهور بعض أو كل هذه الأعراض لدى العامل ستنعكس على جودة واقتصاد العمل من خلال:

1- صعوبة تأقلم العامل مع جو العمل.
2- تقليل من قدرة أداء العامل لعملة.
3- تزايد حالات الحوادث الناتجة عن الإهمال.

### 1-11-1 أضرار غاز كبريتيد الهيدروجين في المنشآت الصناعية

1- يمتاز الغاز بأن له قابلة للذوبان في الماء وفي أغلب المحاليل الأمينية والكربونية مما يؤثر على البيئة بكامل عناصرها الإنسان، والهواء, والتربة.

2- يسبب تآكل الأنابيب والمعدات الاخرى ويتفاعل مع الفولاذ مكوننا كبريتيد الحديد القابل للأشتعال، ونتيجة تأكل الانابيب فانه يتسرب إلى الهواء الجوي من رؤوس الآبار وأنابيب نقل النفط الخام والغاز الطبيعي المصاحب (المرافق للنفط الخام ).

3- وجود غاز كبريتيد الهيدروجين ولو بكميات قليلة جدا في قناني غاز الطبخ المنزلي يؤدي إلى إتلاف الانابيب وفوهات المشاعل, إذْ تتآكل نتيجة الاشتعال وتضعف .

4- يمكن أنْ يشكل مع الأوكسجين الجوي مزيجاً قابلاً للانفجار، وينتج عن احتراقه غاز ثاني أوكسيد الكبريت ($SO_2$)، إذْ إنه من المألوف في الحقول النفطية أن يتم إحراق الغاز الطبيعي الفائض والحاوي على ($H_2S$) في محطات تجميع الغاز.

### 2-11-1 معدات الحماية الشخصية من خطر غاز ( $H_2S$ )

من متطلبات الآمن الصناعي في المناطق المعرضة لأنبعاث غاز ($H_2S$)

1- ضمان العمل الآمن والصحي في أماكن العمل الإداري والانتاجي وتجهيز هذه المواقع بالوسائل المناسبة تهوية، إنذار، معدات وقاية، معدات قياس تركيز...الخ وتدريب العاملين على خطط الإخلاء وتدابير الأمن والسلامة.

2- اتخاذ كافة التدابير التكنولوجية لمنع تآكل المعدات والخزانات وخطوط النقل للحد من احتمالات التسرب غير المراقب .

3- منع استعمال أية معدات ما لم تخضع للتجربة وتَحمل إشارات الآمان القياسية .

4- تطبيق نظام التحكم الآلي على منشأة الانتاج والنقل، والتخزين، ومعالجة النفط والغاز والإنذار عند إرتفاع ضغط الخزانات.

إنْ تامين وسائل الحماية الشخصية من خطر التعرض للغاز وخاصة للعاملين في قطاعات الخطر يعتبر شرط اساسي ضمن أي عقد نفطي من هذه الوسائل :

**أولا: وسائل حماية الجسم:** لباس وقائي كامل، وبدلات، وأحذية، وقفازات وغطاء رأس يضمن عدم تغلغل الغاز إلى الجلد وتغسل الألبسة بعد كل استعمال وتنظف الاحذية والقفازات، كما يفترض بالعاملين الاغتسال الكامل بعد كل عملية إرتداء وتعرض.

**ثانيا: وسائل حماية التنفس:** إنْ أجهزة التنفس تختار اختياراً متوافقاً مع الحالة الصحية للعامل المستعمل لها، فهناك أمكانية تعرض محدودة زمنيا لتركيز مسموح (غير خطر) يسمح باستخدام درع الوجه مع نظارات واقية وعازلة. أما في حالة أمكانية التعرض لتركيز قليل أو متوسط فيجب استخدام غطاء كامل للوجه، أما في حالة وجود إمكانية تعرض لتركيز متوسط أوعالٍ, فيمكن أستعمال القناع التنفسي الكامل المعزول مع مزود ضغط هواء احتياطي.

# الفصل الثاني
# تجارب الفيزياء المختبرية

## 2-1 تمهيد:

تُعد الدقة في العمل من أهم مقومات نجاح التجربة المختبرية، لذا فأن تدريب الطالب على اعتمادها سيؤدي إلى تحقيق نتائج متميزة وصحيحة عند انجاز خطوات العمل التي تتضمنها التجارب.

وتتضمن التجارب التي يحتويها الفصل مفاهيم علمية أساسية ومهارات عملية ستكون رصيدا مضافا إلى مهارات الطالب وإمكانياته، إذْ تظهر نتائجها الإيجابية عند ممارستة اختصاصة في ميدان العمل. وبناء على ما ذُكر فإن المطلوب من القائمين على التدريب العملي إشراك الطلاب في إجراء التجارب وتدريبهم على مناقشة نتائج التجارب, وكتابة التقرير لكل تجربة من التجارب وإجراء الحسابات ان وجدت وإعتماد بطاقة التمارين كأساس لمتابعة خطوات العمل ومشاهدة الرسوم التوضيحية أثناء إجراء التجربة.

## 2-2 تجربة عملية التبخير:

### 2-2-1 الهدف:

تمكين الطالب من إتقان الخطوات العملية لتجربة التبخير وتحقيق النتائج بما يعزز المفهوم الفيزياوي لعملية التبخير المتمثل بتحول المادة من الحالة السائلة إلى الحالة الغازية، وأهميتها في عمليتي التنقية والفصل, والتوازن البيئي ودورة المياه في الطبيعة.

### 2-2-2 النظرية:

التبخيرعملية فيزيائية تحدث فيها تحول جزيئات المادة من الحالة السائلة إلى الحالة الغازية بفعل الحرارة وتحدث هذه العملية فقط من على سطح السائل الفاصل بين السائل والهواء، وهي عكس عملية التكثيف, ويحدث التبخير في جميع درجات الحرارة، فيما يكون تبخير السائل حراً أثناء إرتفاع درجة الحرارة إلى درجة الغليان.

إنْ جسيمات السائل في حالة حركة مستمرة وتتصادم مع بعضها تصادماً متكرراً، وهذا يعمل على تبادل الطاقة بينها. هذا التبادل له تأثير ضعيف أسفل سطح المادة السائلة، ولكن عندما يكون هناك تسخيناً كافياً, فان الجسيمات تمتلك طاقة كافية لتفلت من المادة السائلة وتصبح جسيماً حراً. وتستمر عملية التبخر طالما وجد السائل. ومن الجدير بالذكر أن السائل يبرد أثناء التبخير؛ إذْ إنْ الطاقة التي استهلكت في عملية التبخير قد حصلت عليها الجسيمات من السائل نفسه فتنخفض درجة حرارته، وهذا يفسر البرودة التي نحسها عند وضع عطر كحولي على الوجه واليدين.

### 2-2-3 العوامل المؤثرة على سرعة تبخر الماء:

1- **درجة نقاوة الماء:** يتبخر الماء المقطر النقي بسرعة أكبر من تبخر الماء الحاوي على الأملاح، لأن وجودها في الماء يزيد من ثقل الجزيئات مما يزيد من الطاقة اللازمة لتبخرها.
2- **مساحة السطح:** كلما تزايدت مساحة السطح الذي يحتوي على الماء تزدادت سرعة تبخره.
3- **درجة الحرارة:** يتبخر الماء الساخن بسرعة أكبر من الماء البارد، وذلك لأن جزيئات السائل تكون لديها طاقة أكبر تساعدها على التحرر من السطح فتتحول إلى الحالة الغازية.

4- **الرطوبة النسبية:** عندما تتزايد نسبة رطوبة الهواء المحيط بالماء تقل سرعة التبخر، وذلك لأن الهواء يكون مشبعا ببخار الماء ولا يتمكن استيعاب المزيد منه .

5- **حركة الهواء (الرياح):** عندما تتزايد سرعة الهواء (الرياح) تتزايد سرعة التبخر.

### 2-2-4 الأدوات والأجهزة المطلوبة

1- كأس زجاجي سعة ( 300 ml ).
2- طبق تبخير.
3- ساق زجاجي للتحريك.
4- مصباح بنزن وشبكة اسبستوس وحامل ثلاثي.
5- مخبار مدرج.
6- ميزان.
7- مجفف كهربائي.

### 2-2-5 المواد الكيمياوية المستعملة

1 - ملح طعام (كلوريد الصوديوم).
2 - ماء مقطرأو اعتيادي.

### 2-2-6 خطوات العمل

1- زِن (10 g) من كلوريد الصوديوم (ملح الطعام) في ميزان حساس ثم ضعها في كأس زجاجي سعة (300 ml).
2- خُذ (200 ml) ماءً مقطراً وإذا تعذر ذلك خُذ ماءً عادياً من الحنفية بمخبار مدرج ثم ضعه فوق الملح .
3- ذوب الملح بالساق الزجاجي في المحلول إلى أنْ تختفي بلورات ملح الطعام اختفاءً كاملاً.
4- زن طبق التبخير وهو فارغ ونظيف وجاف ثم سجل وزنه وليكن (w).
5- ضع المحلول الملحي المحضر في طبق التبخير للإسراع في عملية التبخير, استعمل مصباح بنزن مع حامل ثلاثي وشبكة اسبستوس وضع المحتويات عليه.
6- إبدأ بعملية التسخين وحاول أنْ يكون التسخين شديدا في البداية (للإسراع في عملية التبخير) ثم قلل التسخين تدريجيا كلما قلت كمية المحلول بالطبق، اوقف التسخين عندما يتركز المحلول وتظهر بلورات الملح مجددا.
7- ضع الطبق وما يحتويه في مجفف كهربائي عند درجة ( 100 $^{\circ}$C) لمدة ساعة، ثم أخرج الطبق من المجفف وشاهد تخلف بلورات الملح مجددا لأنها لا تتبخر، اترك الطبق يبرد .
8- زن الطبق مع بلورات الملح بعد التجفيف, يجب أن يكون وزنها مساويا لمجموع وزن الملح + وزن الطبق = (w+ 10)، والشكل (2-1) يوضح عملية التبخير البسيط .
وزن الطبق بعد عملية التجفيف = وزن الطبق وهو فارغ (w) + وزن المادة الصلبة الأصلي
9- زن الطبق بعد التجفيف, للتأكد من الحصول على وزن المادة الصلبة الأصلي .

**شكل (2-1) عملية التبخر في طبق التبخير**

## 2-2- 7 بطاقة التمارين

## اسم التمرين: عملية التبخير

### اولاً : الاهداف التعليمية :

ليكون الطالب قادرا على إجراء عملية التبخير مختبريا ويشاهد كيف تتم، وما الفائدة العلمية والعملية من التجربة، ولماذا تُعد عملية التبخير أحد 4eeeطرائق التنقية والفصل.

### ثانياً : التسهيلات التعليمية (مواد، وعدد، وأجهزة)

كأس زجاجي سعة (300 ml)، وطبق تبخير، وساق زجاجي للتحريك، ومصباح بنزن، وشبكة اسبستوس، وحامل ثلاثي، ومخبار مدرج، وميزان، ومجفف زجاجي، وملح طعام (كلوريد الصوديوم )، وماء مقطر أو اعتيادي.

### ثالثاً : خطوات العمل (النقاط الحاكمة، معيار الاداء، الرسومات)

| ت | خطوات العمل مع النقاط الحاكمة | الرسومات |
|---|---|---|
| 1 | ارتد بدلة العمل ثم اغسل الأدوات الزجاجية المطلوبة . | |
| 2 | زن (10 g) من كلوريد الصوديوم (ملح الطعام) في ميزان حساس ثم ضعها في كأس زجاجي سعة (300 ml) | |
| 3 | خذ (200 ml) من الماء المقطر، وإذا تعذر خذ ماء عاديا من الحنفية بمخبار مدرج ثم ضعه في الكأس فوق الملح. | |

| | | |
|---|---|---|
| 4 | ابدأ بعملية الذوبان بتحريك المحلول بالساعد الزجاجي إلى أن تختفي بلورات ملح الطعام, وتذوب بشكل كامل. | |
| 5 | زن طبق التبخير وهو فارغ ونظيف وجاف ثم سجل وزنه وليكن (w). | |
| 6 | ضع المحلول الملحي المحضر في طبق التبخير للإسراع في عملية التبخير، ثم استخدم مصباح بنزن مع حامل ثلاثي وشبكة اسبستوس وضع المحتويات عليه. | |
| 7 | ابدأ بعملية التسخين ويراعى أن يكون التسخين شديدا في البداية (للاسراع بعملية التبخير) ثم قلل التسخين تدريجيا كلما قلت كمية المحلول بالطبق، وعندما تظهر بلورات الملح مجددا أو قف التسخين. | |
| 8 | ضع الطبق بما يحتويه في مجفف كهربائي عند درجة 100 °C ولمدة ساعة، ثم اخرج الطبق من المجفف وشاهد ظهور وعودة بلورات الملح مجددا لانها لا تتبخر، ثم اترك الطبق يبرد. | |

| | | |
|---|---|---|
| 9 | زن الطبق مع بلورات الملح بعد عملية التبخر والتجفيف ويجب أن يكون وزنها مساويا لمجموع وزن الملح + وزن الطبق = ( w + 10 ). | |
| 10 | تتخلف جزيئات الملح مرة ثانية ,على شكل مادة صلبة بيضاء اللون في القعر, وعند وزن الطبق بعد التجفيف, يجب ان يتضن مجموع وزن الطبق مضافاً له وزن المادة الاصلية. | |

**الاسئلة**

س1: عرف التبخير؟ وما الأساس النظري للعملية؟
س2 : أين تحدث عملية التبخير في السائل ؟ومتى تكون عملية التبخير حرة؟
س3 : ما العوامل المؤثرة على سرعة عملية التبخير؟
س4: ما الطريقة المستعملة في تنقية المواد الصلبة بطريقة التبخير والمستعملة في نطاق واسع؟
س5 : ما العلاقة بين الغليان والتبخير؟
س6 : ما الأخطاء المحتملة أثناء إجراء التجربة؟

## 2- 3: تجربة عملية التكثيف

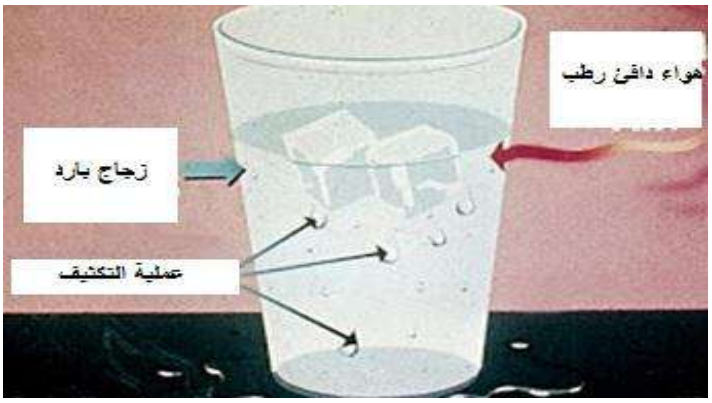
### 1-3-2 الهدف

تمكين الطالب من إتقان الخطوات العملية لتجربة التكثيف التي تعتمد على تحويل المادة السائلة إلى الحالة الغازية وتكثيفها مرة ثانية إلى سائل، وتحقيق النتائج بما يعزز المفهوم النظري للتجربة وكذلك أدراك تأثير عمليات الغليان والتبخير والتكثيف داخل برج تقطير النفط الخام التي ينتج عنها فصل المشتقات النفطية كالبنزين والكيروسين والنفثا وزيت الغاز وغيرها.

### 2-3-2 النظرية

تُعرّف عملية التكثيف على أنها أحد طرائق التنقية التي بموجبها تتحول المادة الغازية إلى سائلة وهي عكس عملية التبخير, إذ تتم العملية بالتبريد أما التبخير فتتم بعملية التسخين؛ إذْ يتحول السائل إلى بخار.

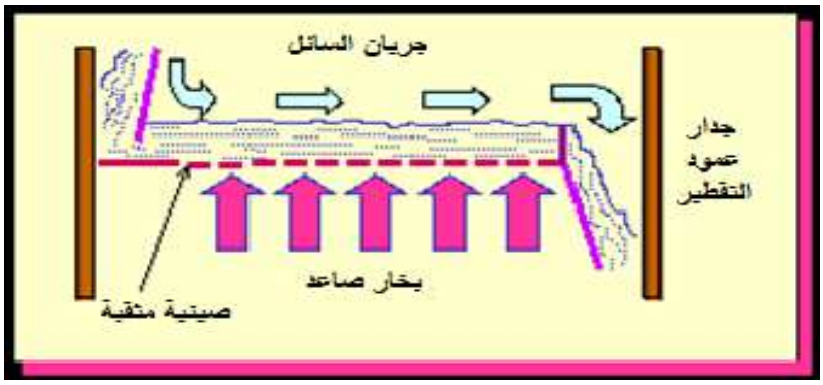
وخلال عملية التكثيف تترسب جزيئات الماء على السطوح المكشوفة التي تكون أبرد من الجو المحيط بها مثل أوراق النباتات والأشجار والألواح الزجاجية وغيرها. ويكون الراسب على هيئة قطيرات من الماء السائل يسمى الندى الذي يتكون عادة أثناء الليل حين يكون الجو خالياً من الغيوم، ويكون الهواء ساكناً أو تكون الرياح خفيفة. ويُعزى تكوّن الندى إلى أن معظم الأجسام المكشوفة تشع من الحرارة أكثر من إشعاع هواء الجو فتصبح بذلك أبرد منه. وتسمى درجة الحرارة التي يتكوّن عندها الندى على هذه الأجسام نقطة الندى، وهي درجة الحرارة التي يصل عندها الهواء المحيط بالأجسام إلى حد الإشباع. ويتجمد الندى إذا كانت درجة حرارة سطح الجسم أقل من درجة حرارة تجمد الماء, الشكل (2-2) يبين الية عملية التكثيف.




شكل (2-2) تكثف قطيرات الماء على السطح البارد

وتجري عملية التكثيف عندما تنخفض درجة حرارة البخار أوالغاز، فان ذلك يؤدي إلى خفض الطاقة الحركية لجزيئاتة، أي إن حركة هذه الجزئيات تقل فتقترب من بعضها, وباستمرار التبريد يزداد اقتراب هذه الجزيئات من بعضها بعضا، ويشتد التجاذب بينها، وتتحوَّل إلى سائل. ويقال عندئذ إن البخار أو الغاز قد تكثَّف إلى سائل. ويستفاد من عملية التكثيف في عمليات تحلية مياه البحر والمحيطات للحصول على مياه نقية وخالية من الاملأح وصالحة للشرب وتلك من المشاريع الكبيرة العملاقة المستخدمة في نطاق واسع في دول الخليج والدول الأخرى التي تقع على البحار ولا تمتلك أنهاراً عذبة أو مياه صالحة للشرب.

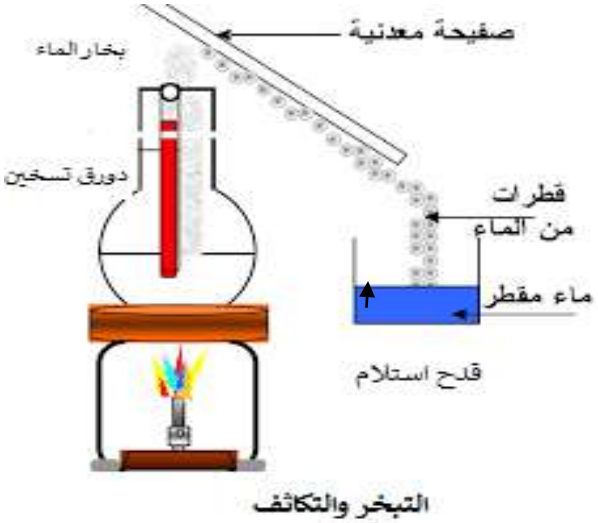
إن عملية تكثيف المشتقات النفطية تعتمد على كفاءة التبخير أثناء عملية التقطير, فكلما كانت العملية ذات كفاءة عالية كانت المنتجات على درجة عالية من النقاوة, و كلما كانت النقاوة عالية أزدادت كفاءة الاحتراق. الشكل (2-3) يبين عمليتي التبخر والتكاثف داخل برج التقطير.




شكل (2-3) مخطط يبين البخار الصاعد والسائل المتكاثف خلال صينية عمود التقطير

### 2-3-3 الأدوات والأجهزة المطلوبة

1- كاس زجاجي سعة ( 1000 ml ) ، و ( 500 ml) قدح استلام.
2- صفيحة معدنية.
3- حامل حديدي.
4- مصدر, مصباح بنزن.
5- حامل ثلاثي. شبكة اسبستوس.
6- قطع من الثلج.
7- دورق تسخين.




الشكل (2-4) تركيب الأدوات وعملية التكثيف

### 2-3-4 المواد المطلوبة

1- ماء مقطر، أو ماء حنفية عادي .

### 5-3-2 خطوات العمل

1- خذ كأس زجاجي للتسخين سعة 1000 ml (واحد لتر) فارغ ونظيف.
2- ضع 500 ml ماء عادياً أو مقطراً في الكأس أعلاه.
3- ضع الكأس الزجاجي والماء على مصدر حراري ويفضل مصباح بنزن.
4- رتب مصباح بنزن مع حامل ثلاثي وشبكة اسبستوس وكما مبين في الشكل (2-4).
5- ابدأ بعملية التسخين للكأس الزجاجي ومحتوياته ثم ضع زجاجة ساعة أو صفيحة معدنية تبعد حوالي (10 cm) بعد وضع الثلج على سطح الصفيحة بعد أن تثبت بماسك حديدي.
6- استمر بعملية التسخين. بعد مدة يبدأ السائل بالغليان, ثم يتصاعد منه بخار بكثرة لا يلبث أن يتكثف بعد أن يصطدم بالصفيحة المعدنية الأقل درجة حرارة من البخار, ولكثرة البخار المتكثف يمكن وضع كأس زجاجي أسفل الصفيحة المائلة ناحية فوهة دورق التسخين, لاحظ سقوط السائل المتكثف باستمرار إلى قدح الاستلام وبهذه قد تمت عملية التبخير والتكثيف مرة اخرى إلى اناء الاستلام.

ولزيادة عملية التكثيف يمكن استعمال قطع من الثلج بوضعها على الصفيحة المعدنية.

### 6-3-2 بطاقة التمارين

## اسم التمرين : إجراء عملية التكثيف

### اولا : الأهداف التعليمية

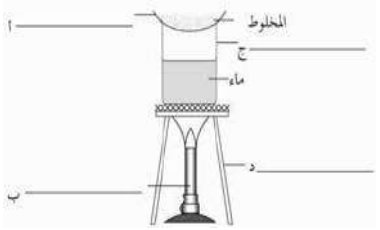
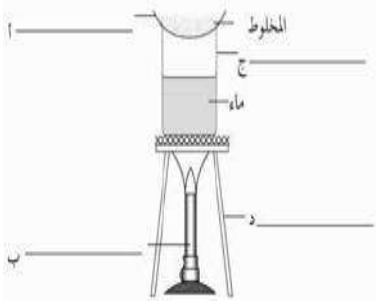
بعد الانتهاء من إجراء التمرين يكون الطالب قادرا على تنقية المادة السائلة بواسطة عملية التكثيف ومشاهدة عملية التكثيف حيث يتحول بخار الماء المتصاعد من الحالة الغازية إلى الحالة السائلة.

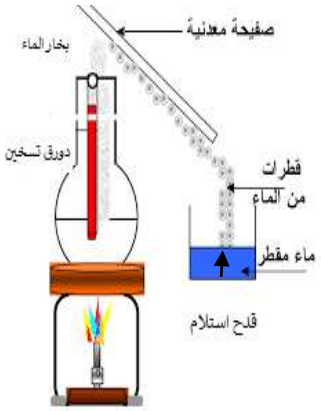
### ثانيا :التسهيلات التعليمية ( مواد، وعدد، وأجهزة )

1- كاس زجاجي سعة 1 Lit ، و 500ml.
2- زجاجة ساعة .
3- حامل ثلاثي وحامل حديدي.
4- شبكة اسبستوس.
5- مصباح بنزن.
6- ماء مقطر أو ماء حنفية.
7- قطع من الثلج للتبريد.
8- دورق تسخين.
9- ماسك حديدي.

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

| ت | خطوات العمل مع النقاط الحاكمة | الرسومات |
|---|---|---|
| 1 | ارتد بدلة العمل ثم اغسل الأدوات الزجاجية المطلوبة مع تجهيز مصدر التسخين المتوافر. | |

| | | |
|---|---|---|
| 2 | خذ كأس زجاجي للتسخين سعة 1000 ml (واحد لتر) فارغ ونظيف. | |
| 3 | ضع 500 ml من الماء المتوافر في المختبر في الكأس الزجاجي أعلاه. | |
| 4 | ضع الكأس الزجاجي والماء على مصدر حراري ويفضل مصباح بنزن. |   |
| 5 | رتب مصباح بنزن مع حامل ثلاثي وشبكة اسبستوس . | |
| 6 | ضع الكأس الزجاجي مع محتوياته فوق شبكة الاسبستوس التي تعلو الحامل الثلاثي وابدأ بعملية التسخين ثم ضع فوقه زجاجة ساعة (غطاء الكأس) أو ثبت صفيحة معدنية أعلى الكأس الزجاجي (الدورق). |   |

| | | |
|---|---|---|
| 7 | استمر بعملية التسخين بعد مدة ستجد أن البخار المتصاعد من الكأس الزجاجي يتكثف بعد أن يصطدم بزجاجة الساعة الأقل حرارة من البخار, ولكثرة البخار المتكثف نلاحظ رجوع السائل المتكثف باستمرار مرة اخرى إلى الاناء. يمكن استعمال صفيحة معدنية بدلا من زجاجة الساعة ثم ضع قطع جليد فوق الصفيحة المعدنية, وستلاحظ تزايد تجمع قطرات الماء المتكاثفة التي لاتلبث أن تتجمع في قدح الاستلام. |  <br>التبخر والتكاثف |
| 8 | وللحصول على السائل المتكثف, يمكن رفع زجاجة الساعة إلى الاعلى ووضعها مائلة باتجاه البخار المتصاعد ستلاحظ تكثيف البخار ونزول قطرات مائية إلى الأسفل, ولزيادة عملية التكثيف يمكن وضع قطع صغيرة من الثلج على السطح العلوي لزجاجة الساعة, ولاحظ نزول قطرات الماء المتكثف من أسفل زجاجة الساعة نزولا سريعاً. | |

**الاسئلة:**

س1 : عرف كلا من التكثيف – والندى – ونقطة الندى ؟

س2: اذكر أو جه المقارنة والاختلاف بين التكثيف والتبخير؟

س3: ما التطبيقات الطبيعة (دورة المياه في الطبيعة) لعملية التبخير والتكثيف ؟

س4 : ماالغرض من استعمال الثلج أو الماء البارد في التجربة ؟

س5: ما تأثير عملية التكثيف على عملية تقطير النفط الخام؟

س6 :ما الأخطاء المحتملة عند إجراء تجربة التكثيف ؟

## 4-2 الترشيح البسيط - الترشيح بالتفريغ

### 1-4-2 الهدف

تمكين الطالب من إتقان الخطوات العملية لتجربة الترشيح والفرق بين الترشيح البسيط والترشيح بالتفريغ وأنْ يقوم الطالب بفصل خليط مكون من صلب وسائل بالطريقتين مع اتخاذ الاحتياطات المناسبة لإجراء عملية الترشيح.

وتحقيق النتائج بما يعزز المفهوم النظري للتجربة المتمثل بأهمية الترشيح بوصفها عملية مهمة وأساسية في كثير من التجارب وقد تكون تكميلية في بعض التجارب الأخرى, والترشيح يستعمل في كثير من العمليات ولاسيما في تنقية المياه وتصفيتها وفي الصناعات النفطية وتدخل في مجالات كثيرة من حياتنا اليومية.

### 2-4-2 النظرية

الترشيح عملية فيزيائية فهي أحد طرائق الفصل والتنقية لفصل مادة صلبة عن سائلة في محلول عالق وذلك باستعمال وسط مسامي يدعى المرشح أو وسط الترشيح وهذا الوسط المسامي يسمح بمرور المادة السائلة من خلاله ولا يسمح بمرور المادة الصلبة العالقة فيه.

والوسط المسامي في عملية الترشيح يصنع من مواد مختلفة مثل الورق، القطن، الألياف الزجاجية وغيرها. وأثناء عملية الترشيح يجب رجٌ وتحريك المحلول (المادة الصلبة والسائل) لانتشار المادة وتجنب بقاءها في الأسفل, ثم صب الخليط في القمع والانتظار حتى ينزل كل السائل واضافة المتبقي إلى القمع عبر الساق الزجاجي وتتوقف عملية الترشيح لحين أتمام نزول السائل وترسب المادة العالقة تماما.

ويستعمل الترشيح في عمليات تصفية الهواء وترشيحه, وفي عملية التنظيف المنزلي باستعمال مكنسة كهربائية فان مرشح الهواء فيها يصطياد الاوساخ بكيس القماش الداخلي، كما تستعمل المرشحات في أعلى المشاعل في مصافي النفط خلال عملية الاحتراق حيث يرشح العادم من الأعلى لاصطياد الرماد وذرات الكاربون والتخلص من الغازات الضارة ومنع خروجها للحفاظ على البيئة من التلوث، ولا يمكن الاستغناء عن الترشيح في عملية تنقية المياه وتصفيتها حيث تستعمل طبقات من الرمل والحصى للتخلص من الأطيان والمواد الصلبة غير الذائبة بحجزها ومنعها من المرور اما الماء النقي الخالي من الشوائب فيمرٌ من خلال هذه الطبقات.

وللترشيح أهمية كبيرة في عمليات تكرير النفط الخام وأثناء فصل الغاز وترشيحه، والغاز المصاحب للنفط الخام للحصول على غاز طبيعي خالٍ من الشوائب والأتربة المصاحبة له أثناء عمليات الاستخراج من باطن الأرض، أما في تنقية النفط الخام فتستعمل مرشحات معدنية محشوه بصوف زجاجي أو أستعمال أجهزة الطرد المركزي الخاصة بذلك, للتخلص من الشوائب والأتربة غير الذائبة.

وتتم عملية الترشيح بطريقتين:

**اولا**: الطريقة البسيطة التي تتكون من قمع زجاجي عادي ودورق مخروطي وورق ترشيح.

**ثانيا:** طريقة التفريغ وتتم بواسطة دورق مخروطي يحتوي على فتحة جانبية متصلة إلى شفاط (مضخة مائية أو هوائية) وقمع بوخنر مثبت بواسطة قطعة من المطاط على الدورق.

**أنواع ورق الترشيح**: تصنع أوراق الترشيح من أنسجة سليلوزية ويجب أن تكون أوراق الترشيح المستعملة في التحاليل الكمية عديمة الرماد بعكس ورق الترشيح المستعمل في التحاليل النوعية بدرجات متفاوتة من النفاذية إذْ نختار النوع المناسب لحجم حبيبات الراسب.

**1- ورق ترشيح عادي يترك رماداً عند الحرق (يخلف رماداً بعد عملية الحرق).**

**2- ورق ترشيح لا يترك رماداً بعد الحرق (عديم الرماد) وغالبا ما يستعمل في التحليل النوعي والكمي ويمتاز هذا الورق بأنه:**

اولاْ:لا يتأثر بالأحماض والقواعد.
ثانياً:كمية الرماد المتخلفة بعد عملية الحرق تكاد تكون معدومة أو أقل ما يمكن.

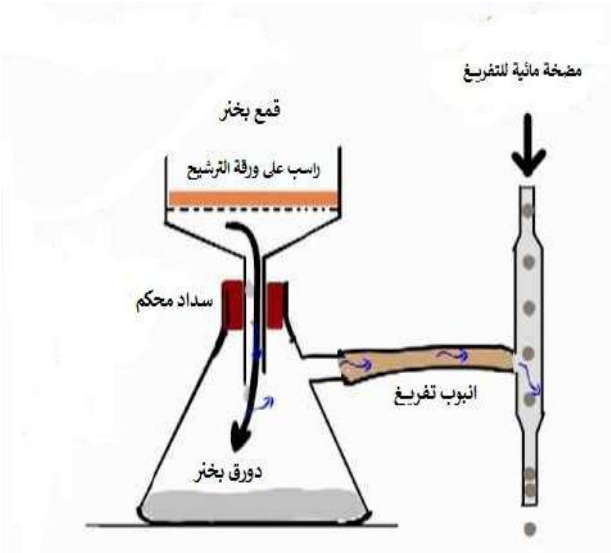
### 2-4-3 المخاطر والأخطاء الناتجة من عملية الترشيح

**اولا:** بعض السوائل المراد ترشيحها قد تكون سامة وذات روائح كريهة فيجب إجراء عملية الترشيح داخل دولاب الغازات.

**ثانيا:** التخلص من بقايا المادة الراسبة (مخلفات الترشيح), وهذا يتوقف على نوع المادة الصلبة ونوع السائل وما يحتويه السائل من مواد فإذا كانت المادة الصلبة لا تذوب في الماء أو تحتوي على مواد تترسب في مجرى الماء فإننا نستعمل أكياس نفايات بلاستيكية لرميها فيه بعيداً عن الأحواض والمغاسل.

**ثالثا:** تجنب دخول الماء إلى قمع بوخنر وإذا ما حدث شفط عكسي ينبغي وضع مصيدة بين دورق بوخنر والمضخة كما هو موضح بالشكل (2-5).

**رابعا :** استعمال ورق ترشيح بحجم مناسب لقطرالقمع ونوع الورق المطلوب للتجربة.




**الشكل (2-5) قمع بخنرمع مخطط يبين عملية التفريغ**

## اولاً :إجراء عملية الترشيح البسيط

### 2-4-4 الأدوات والأجهزة المستعملة

1- قمع ترشيح.
2- كأس زجاجي حجم 1000 ml .
3- دورق مخروطي.
4- ساعد أو ساق زجاجي.
5- قنينة غسيل للماء المقطر.
6- حامل حديدي مع ماسك جانبي.
7- ميزان حساس.

### 2-4-5 المواد المستعملة

1- ورق ترشيح اعتيادي.
2- كاربونات الكالسيوم.
3- ماء مقطر.

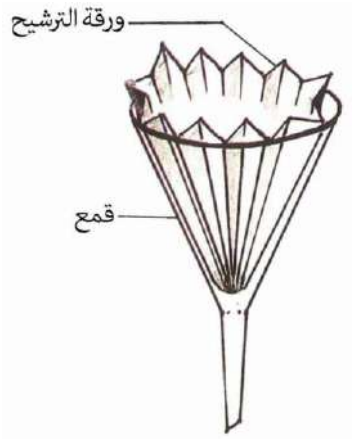
### 2-4-6 خطوات عمل (الترشيح البسيط )

1- زن (25 gm) من كاربونات الكالسيوم في ميزان حساس ثم ضعها في كأس زجاجي نظيف وجاف (سعته 1 Lit).

2- أضف إلى الكأس أعلاه (500 ml) ماء من الحنفية (ماء عادي) بحيث يصبح تركيز المحلول 5% من كربونات الكالسيوم.

3- اثني ورقة الترشيح الدائرية إلى نصف دائرة والى ربع ثم إلى ثمن دائرة, ثم افتح الورقة كلياً وتجنب تمزيق ورقة الترشيح بحيث تأخذ شكل القمع المخروطي, وبهذا تزداد سرعة الترشيح للمحلول بزيادة المساحة السطحية له، كما في الشكل (2-6).

4- ضع ورقة الترشيح بالقمع, ثم أسكب عليها قطرات من الماء من قنينة الغسيل لغرض تثبيت الورقة وتأكد من خلوها من الفقاعات الهوائية ما بين الورقة والقمع.




شكل(2-6) وضع الورقة في القمع

5- رتب الأدوات الزجاجية، كما في الشكل (2-7).

**شكل (2-7) يوضح عملية الترشيح البسيط**

6- أخلط المحلول العالق بالساعد الزجاجي لكي تنتشر الجزيئات الصلبة في المحلول قبل الترشيح مما يُسهل عملية انتقالها إلى القمع.
7- أسكب المحلول سكباً تدريجياً عبر الساعد الزجاجي من الكأس على ورقة الترشيح المثبتة في القمع.
8- أضف المحلول المراد ترشيحه إلى القمع بحيث يبقى مستوى المحلول أقل من حافة الورقة العلوية وتجنب تحريك المحلول في الورقة لتلافي ثقبها.
9- استمر في عملية الترشيح إلى أنْ ينتقل المحلول من الكأس إلى القمع مع مراقبة نزول السائل المرشح إلى الدورق المخروطي (دورق الاستقبال) بحيث يكون محلولاً رائقاً وصافياً ولا يحتوي على اية مواد صلبة.
10- أغسل الكأس الحاوي على المحلول أكثر من مرة بالماء المقطر باستعمال قنينة الغسيل في حالة تخلف بقايا من المادة الصلبة في الكأس, ثم انقله إلى القمع, وراقب نزول السائل إلى دورق الاستقبال (لأن نزول السائل الرائق يعني إجراء عملية ترشيح ناجحة) وبعد الانتهاء من عملية الغسيل تأكد من نظافة الكأس الزجاجي وخلوه من الشوائب.
11- جفف ورقة الترشيح في مجفف كهربائي وزَن ورقة الترشيح, ومن فرق الوزن لورقة الترشيح قبل الترشيح وبعده يمكن الحصول على وزن كاربونات الكالسيوم الأصلي.

## 2-4-7 بطاقة التمارين

## اسم التمرين : إجراء عملية الترشيح البسيط

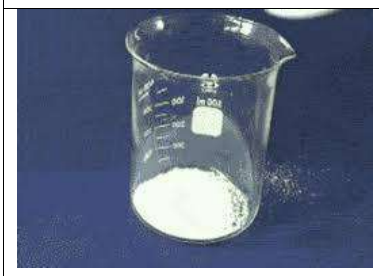
### اولا : الاهداف التعليمية

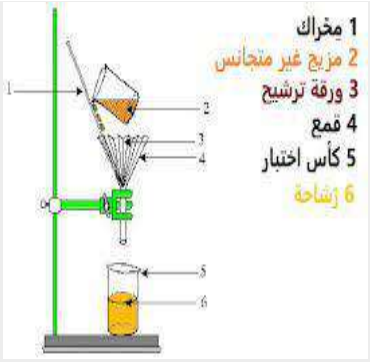
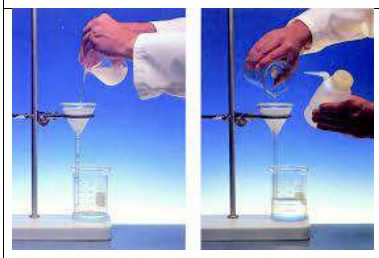
بعد الانتهاء من إجراء التجربة يكون الطالب قادرا على معرفة أنواع المحاليل ومنها المحلول العالق الذي تنفصل منه المادة الصلبة خلال عملية الترشيح بوجود وسط مسامي يسمح بمرور السائل ولا يسمح بمرور المادة الصلبة من خلاله (ورق الترشيح).

### ثانيا : التسهيلات التعلمية (مواد, وعدد, واجهزة)

1- كأس زجاجي سعته 500 ml
2- ساق زجاجي.
3- كأس زجاجي.
4- حامل حديدي.
5- قمع ترشيح.
6- قنينة غسيل.
7- كاربونات الكالسيوم.

### ثالثا :خطوات عمل (النقاط الحاكمة, ومعيار الاداء, والرسومات)

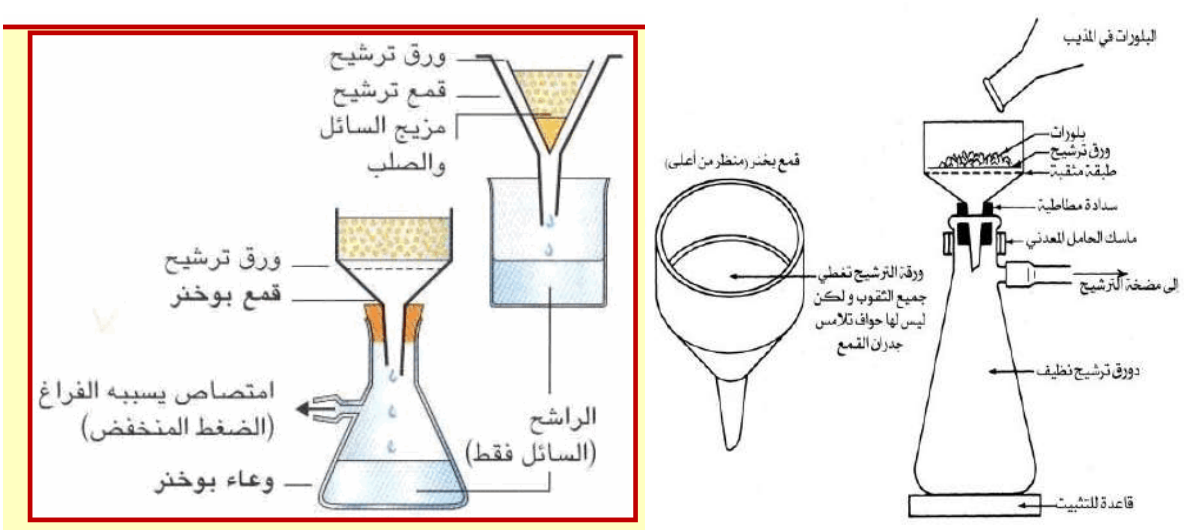
| | خطوات العمل(النقاط الحاكمة , ومعيار الاداء) | الرسومات |
|---|---|---|
| 1 | ارتدي بدلة العمل ,ثم اغسل الأدوات المطلوبة، ثم حضر المواد المطلوبة الخاصة بالتجربة. | |
| 2 | زن (25 g) من كربونات الكالسيوم في ميزان ثم ضعها في كأس زجاجي سعه (1 Lit). |  |
| | اضف إلى الكأس أعلاه (500 ml) ماء من الحنفية (ماء عادي) بحيث يصبح تركيز المحلول (5%) من كربونات الكالسيوم | |

| | | |
|---|---|---|
| 2 | خذ ورقة الترشيح الدائرية واثنيها إلى نصف دائرة ثم إلى ربع دائرة ثم ثمن دائرة وافتحها بحيث تصبح مخروطية الشكل ثم ضعها في القمع الزجاجي مع رش الورقة بالماء المقطر لغرض تثبيت الورقة على القمع. | |
| 3 | رتب الأدوات كما موجود في الشكل المقابل. |  |
| 4 | أسكب المحلول العالق بعد تحضيره من الكأس تدريجيا على ورقة الترشيح باستعمال الساعد الزجاجي .<br>واحرص على أضافة المحلول بحيث يبقى مستوى السائل أوطئ من حافة ورقة الترشيح | |
| 5 | استمر بعملية الترشيح حتى تنفصل جميع المادة الصلبة غير الذائبة ونحصل على محلول رائق . | |
| 6 | اغسل الكأس الحاوي على المحلول بالماء المقطر باستعمال قنينة الغسيل ثم أضفه إلى القمع لغرض الترشيح . |  |

| | | |
|---|---|---|
| 7 | استمر بعملية الترشيح إلى أنْ ينتقل المحلول من الكأس إلى القمع, أضف إليه ماءً مقطراً لغرض الغسيل. | |
| 8 | اغسل الكأس الحاوي على المحلول أكثر من مرة بالماء المقطر باستعمال قنينة الغسيل ثم انقله إلى القمع, وبعد الانتهاء من عملية الغسيل تأكد من نظافة الكأس الزجاجي وخلوه من الشوائب. | |

## ثانياً : الترشيح بالتفريغ

طريقة التفريغ وتتم بواسطة دورق مخروطي يحتوي على فتحة جانبية متصلة إلى شفاط (مضخة مائية أوهوائي) وقمع بوخنر مثبت بواسطة قطعة من المطاط على الدورق, وتجري عملية الترشيح بالتفريغ عبر تفريغ الهواء عن طريق المضخة المائية البسيطة, ومن فوائدها سرعة فصل المواد الصلبة عن السائلة وسماحها بالحصول على البلورات دون تشويه ويشترط أن يكون تركيبه محكما ليمنع تسرب الهواء، والشكل (2-8) يوضح أجزاء الترشيح الفراغي




**الشكل (2-8) مخطط لعملية الترشيح الفراغي بقمع بوخنر**

الاستخدام :

الترشيح عبارة عن وحدة تشغيل تستخدم أستخداماً شائعاً في المختبر، وغالبًا ما يستعمل هذا الجهاز لعزل منتج صلب في محلول عالق عزلاً سريعاً، وتكون المادة الصلبة أكثر جفافًا مما كانت عليه في حالة الترشيح البسيط .

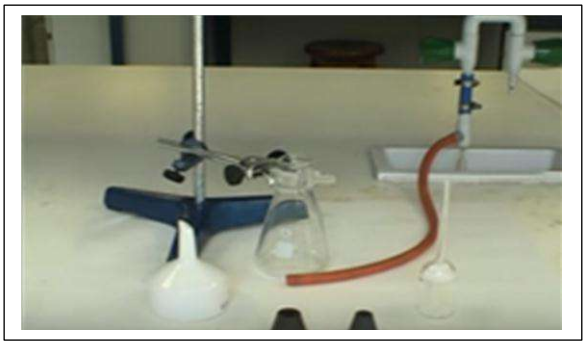
فضلاً عن عزل المادة الصلبة، فإن الترشيح هو أيضًا مرحلة للتنقية أذ نتخلص من الشوائب غير القابلة للذوبان في المحلول (السائل)، وغالبًا ما يستعمل هذا الجهاز لتنقية السائل، وعندما يترشح منتج مركب، تبقى المواد غير القابلة للذوبان (الشوائب، والمنتجات الفرعية للتفاعل، والأملاح، ...) في المرشح وفي هذه الحالة يكون الترشيح الفراغي أكثر كفاءة أيضًا من عملية الترشيح البسيطة بسبب أن هناك مزيداً من السوائل المستردة، ومن ثمَّ تكون الانتاجية افضل .

## 2-4-8 الأدوات المستعملة

1- ورق ترشيح
2- قمع بوخنر
3- حلقة مخروطية مطاطية .
4- دورق مخروطي ذو فتحة جانبية .
5- مضخة تفريغ .
6- ساعد زجاجي.
7- قنينة غسيل .
8- حامل مع ماسك حديدي.

## 2-4-9 خطوات العمل الترشيح بالتفريغ

1 – ثبت دورق الترشيح بواسطة ماسك مثبت على حامل معدني كما في الشكل (2-9).



شكل (2-9)

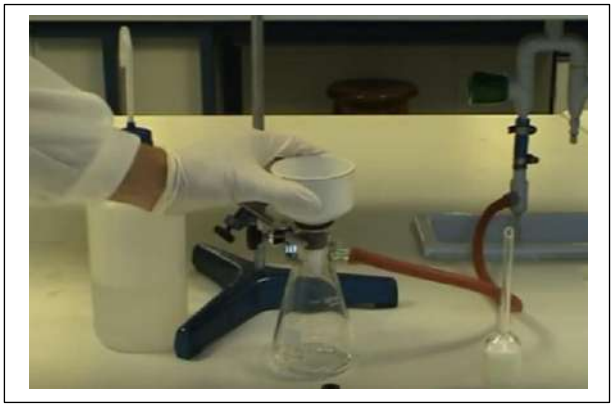
2 – ثبت قمع بوخنر على فوهة قمع الترشيح بالاستعانة بمثبت حلقي مطاطي، كما في الشكل (2-10).

شكل (2-10)

3 – ثبت ورقة الترشيح على الجزء المثقب من القمع بحيث يكون قطرها ملائما لقطر القمع، ثم بللها بالماء، كما في الشكل (2-11).

شكل (2-11)

4 – اربط أنبوباً مطاطياً ذا جدار سميك إلى قمع الترشيح وصله بتوصيلة التفريغ المثبتة في حنفية الماء، كما في الشكل (2-12).



شكل (2-12)

5 – خُذْ محلولاً عالقاً لمسحوق مادة صلبة غير ذائبة في الماء واخلطه جيدا بواسطة الساعد زجاجي، ثم اسكبه داخل القمع بعد فتح حنفية الماء لتوليد ضغط مخلخل، كما في الشكل (2-13).

شكل (2-13)

6 - استخدم الساعد الزجاجي لتفريغ المادة الصلبة ونقلها إلى داخل القمع، كما في الشكل (2-14)

شكل (2-14)

7 – اغسل الساعد الزجاجي بالماء فوق القمع لنقل ما تبقى من المادة الصلبة، كما في الشكل (2-15).

**شكل (2-15)**

8 – اغسل الكأس الحاوي على ما تبقى من المادة الصلبة وانقلها إلى القمع، كما في الشكل (2-16).

**شكل(2-16)**

9 – يمكن تجفيف الراسب بواسطة الهواء, وذلك بإبقاء المنظومة تعمل تحت الضغط المخلخل لمدة ( 5 – 10 min.) دقيقة .

10 – بعد الانتهاء من التجربة انقل المادة الصلبة إلى كيس بلاستيكي واغلقه واكتب عليه اسم المادة .

## 10-4-2 بطاقة التمارين

## أولا - اسم التمرين : إجراء عملية الترشيح بالتفريغ

### اولا : الاهداف التعليمية

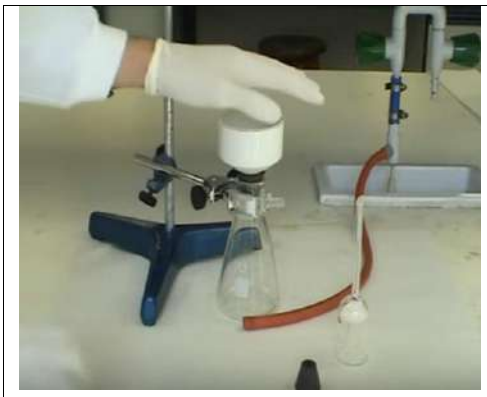
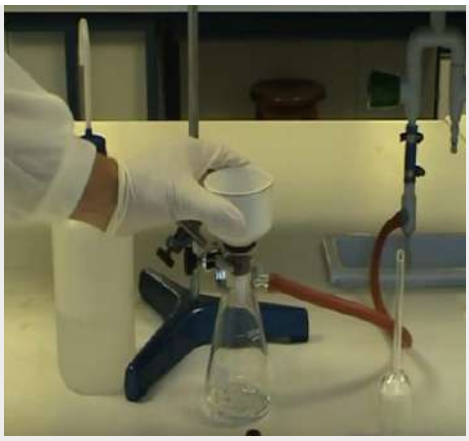
بعد الانتهاء من إجراء التجربة يكون الطالب قادراً على تنقية المحلول العالق الذي تنفصل منه المادة الصلبة خلال عملية الترشيح بوجود وسط مسامي يسمح بمرور السائل ولا يسمح بمرور المادة الصلبة من خلاله (ورق الترشيح) .

### ثانيا :التسهيلات التعلمية ( مواد , وعُدد , وأجهزة )

1- كأس زجاجي سعته 500 ml .
2- ساعد زجاجي .
3- دورق مخروطي سعة 1 L .
4- حامل حديدي.
5- قمع بخنر.
6- قنينة غسيل .
7- كاربونات الكالسيوم .
8- مضخة تفريغ تعمل بجريان الماء

### ثالثا :خطوات عمل (النقاط الحاكمة, ومعيار الأداء, والرسومات )

| | خطوات العمل(النقاط الحاكمة , ومعيار الاداء) | الرسومات |
|---|---|---|
| 1 | ارتد بدلة العمل ، ثم اغسل الأدوات المطلوبة وحضر المحلول المراد ترشيحه. | |
| 2 | ثبت دورق الترشيح بواسطة ماسك مثبت على حامل معدني. | |

| | | |
|---|---|---|
| 3 | ثبت قمع بوخنر على فوهة قمع الترشيح بالاستعانة بمثبت حلقي مطاطي . |  |
| 4 | ثبت ورقة الترشيح على الجزء المثقب من القمع بحيث يكون قطرها ملائما لقطر القمع ، ثم بللها بالماء . | |
| 5 | اربط أنبوباً مطاطياً ذا جدار سميك إلى قمع الترشيح وصله بتوصيلة التفريغ المثبتة في حنفية الماء . |  |
| 6 | خذ محلولاً عالقاً لمسحوق مادة صلبة غير ذائبة في الماء واخلطه جيدا بواسطة قضيب زجاجي، ثم اسكبه داخل القمع بعد فتح حنفية الماء لتوليد ضغط مخلخل. | |

| | | |
|---|---|---|
| 7 | استعمل الساعد الزجاجي لتفريغ المادة الصلبة ونقلها إلى داخل القمع . | |
| 8 | اغسل الساعد الزجاجي بالماء فوق القمع لنقل ما تبقى من المادة الصلبة . | |
| 9 | اغسل الكأس الحاوي على ما تبقى من المادة الصلبة وانقلها إلى القمع . | |
| 10 | يمكن تجفيف الراسب بواسطة الهواء وذلك بإبقاء المنظومة تعمل تحت الضغط المخلخل لمدة ( 5 – 10 min. ) . | |
| 11 | بعد الانتهاء من التجربة انقل المادة الصلبة إلى كيس بلاستيكي واغلقه واكتب عليه اسم المادة. | |

**الاسئلة**

س 1 :عرف الترشيح ؟ وما الغاية منه ؟
س 2 : عدد أنواع ورق الترشيح ؛ ثم اذكر مميزات كل نوع ؟
س 3 : اذكر أهم أوساط الترشيح.
س 4 : ما الفرق بين الترشيح البسيط والترشيح بالتفريغ, وما لغاية من خلط المحلول قبل البدء بعملية الترشيح ؟
س 5 : ما الإجراءات المتبعة قبل الأنتهاء من عملية الترشيح التفريغي وبعدها ؟
س 6 : ما أهمية الترشيح والمرشحات في عمليات تكرير النفط ومعالجة الغاز ؟
س 7: ما الاخطاء المحتملة أثناء إجراء التجربة؟

## 2 – 5 عملية البلورة

### 2-5-1 الهدف

تمكين الطالب من إتقان الخطوات العملية لتجربة التَّبلور وأعادة البلوّرة وتحقيق النتائج بما يعزز المفهوم النظري للتجربة المتمثل بأهمية التّبلور والبلوّرات لما لها أهمية في عملية التنقية والفصل للمواد الصلبة, وفي العمليات التي يتطلب منها نقاوة عالية لبعض المواد الصلبة ودراسة الخواص الفيزيائية والكيميائية لها .

### 2-5-2 النظرية

من النادر ان تؤدي التفاعلات الكيمياوية العضوية إلى الحصول على المواد الناتجة في حالة نقية بل توجد فيها بعض الشوائب نتيجة لتفاعلات ثانوية أو نتيجة لظروف التجربة ومن ثمَّ فإن تحضير المركبات العضوية يجب أن يصاحبها عملية تنقية لغرض تحديد تركيبها وخواصها ومن طرائق التنقية هي البلورة.

وتجري عملية البلورة للمادة الصلبة بأن تذاب في أقل قدر ممكن من الماء الساخن أوأي مذيب عضوي ساخن حتى الحصول على محلول مشبع من المادة, وتبريد المحلول ببطئ فتنفصل المادة المذابة على صورة بلورات نقية تجمع بواسطة الترشيح .

### 2-5-3 الأدوات المستعملة

1- دورق مخروطي (عدد 2) سعة كل منهما 300 ml .
2- كاس زجاجي 300 ml.
3- قمع ترشيح .
4- مخبار مدرج .
5- ساق زجاجي .
6- مصباح بنزن مع حامل ثلاثي وشبكة اسبستوس .
7- قطع من الثلج( لعمل حمام ثلجي) .
8- مجفف كهربائي, وميزان حساس .

### 4-5-2 المواد المستعملة

1- حامض البنزويك .
2- قطن نظيف .
3- ورق ترشيح.
4- ماء مقطر.

### 5-5-2 خطوات العمل

1- ضع ( 50 ml ) من الماء المقطر في كأس زجاجي وسخن على مصباح بنزن حتى درجة الغليان أو ما يقاربها .
2- زن (1 gm) من المادة المراد بلورتها(حامض البنزويك), ثم ضعها في دورق مخروطي وليكن وزنها (w ).
3- خُذ مقدار ( 10 ml) من الماء الساخن بواسطة مخبار مدرج وضعها فوق المادة .
4- ضع الدورق المخروطي على مصباح بنزن وسخن المحتوى مع التحريك المستمر بالساق الزجاجي وأضف ( 5 ml) من الماء الساخن .
5- كرر إضافة نفس المقدار من الماء في الفقرة (4) وبالتدريج حتى تذوب المادة ذوباناً كاملاً ويصبح المحلول شفافاً.
6- ضع القمع فوق الدورق وسدَّ فوهته بقطعة متوسطة الحجم من القطن، ثم أسكب المحلول فيه، وهذه عملية الترشيح الساخن لفصل الشوائب غير الذائبة .
7- أترك المحلول ليبرد وعندها يبدأ تشكيل بلورات المادة النقية, (برد باستعمال حمام ثلجي )، ثم اترك الدورق ليبرد ببطئ وبلا تحريك.
8- حضر ورقة ترشيح وبللها بقليل من الماء لتثبت على القمع، وضع القمع فوق دورق مخروطي نظيف وجاف (اخر) .
9- خذ المحلول البارد الذي تشكلت فيه بلورات المادة النقية وأسكبه في القمع .
10- لاحظ تجمع البلورات على ورقة الترشيح أي فصل البلورات عن المحلول الطافي، ( اجمع البلورات بطريقة الترشيح باستعمال القمع ).
11- ارفع ورقة الترشيح من القمع وافتحها فوق ورقة نظيفة، ولاحظ عليها بلورات المادة النقية، كما في الشكل (2-17).

شكل (2-17) بلورات حامض البنزويك على ورقة الترشيح

جفف البلورات بواسطة مجفف كهربائي وبدرجة $100\ ^{\circ}C$ ولمدة نصف ساعة, ثم زنها بميزان حساس وليكن وزنها $(w_1)$

**تحسب النسبة المئوية لحامض البنزويك النقي بتطبيق العلاقة الآتية :**

$$\text{النسبة المئوية لحامض البنزويك النقي} = \frac{\text{وزن البلورات بعد التجفيف}}{\text{الوزن الاصلي للحامض}} \times 100$$

$$= \frac{w1}{w} \times 100$$

## 6-5-2 بطاقة التمارين

## اسم التمرين : إجراء عملية البلورة

### اولا : الأهداف التعليمية

بعد الانتهاء من إجراء التجربة يكون الطالب قادرا على إجراء عملية البلورة بالخطوات الصحيحة وللحصول على مادة نقية بلورية يمكن فصلها بطريقة بسيطة بعد أذابة المادة الصلبة بمذيب ساخن وترشيح المحلول ثم تبريده بحمام ثلجي و تركة ليبرد في المختبر .

### ثانيا :التسهيلات التعلمية (مواد، وعدد ، وأجهزة )

دورق مخروطي عدد ( 2 ) سعة 300 ml . كاس زجاجي. قمع ترشيح. مخبار مدرج. ساق زجاجي. موقد بنزن (غازي) مع حامل ثلاثي وشبكة اسبستوس. قطع من الثلج. حامض البنزويك. ورق ترشيح. ماء مقطر. مجفف كهربائي. وميزان حساس.

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

| | خطوات العمل, ومعيار الاداء, والنقاط الحاكمة | الرسومات |
|---|---|---|
| 1 | ارتدي بدلة العمل (صدرية) ثم حضر الأدوات الزجاجية بعد غسلها جيدا وتجفيفها, ثم حضّر المواد الكيميائية المطلوبة. | |
| 2 | ضع (50 ml) من الماء في كأس زجاجي وسخنها على موقد غازي حتى درجة الغليان أو ما يقاربها. | |

| | | |
|---|---|---|
| 3 | زن (1 gm) من المادة المراد بلورتها ثم ضعها في دورق مخروطي وليكن وزنها ( w). | |
| 4 | ضع (1 gm) من المادة المراد بلورتها (حامض البنزويك) في دورق مخروطي . | |
| 5 | خذ مقدار ( 10 ml) ماء ساخن بواسطة مخبار مدرج وضعها فوق المادة . | |
| 6 | ضع الدورق المخروطي على الموقد الغازي وسخن المحتوى مع التحريك المستمر بالساق الزجاجي ونضيف ( 5 ml ) من الماء الساخن. | |
| 7 | كررإضافة نفس المقدار من الماء في الفقرة (4) وبالتدريج حتى تذوب المادة ذوباناً كاملاً ويصبح المحلول شفافا. | |

| | | |
|---|---|---|
| 8 | ضع القمع فوق الدورق وسد فوهته بقطعة متوسطة الحجم من القطن, ثم اسكب المحلول فيه, وهذه عملية الترشيح الساخن لفصل الشوائب غير الذائبة. | |
| 9 | اترك المحلول ليبرد وعندها يبدأ تشكيل بلورات المادة النقية. (برد باستخدام حمام ثلجي ), ثم اترك الدورق ليبرد ببطء وبدون تحريك. | |
| 10 | حضر ورقة ترشيح وبللها بقليل من الماء لتثبت على القمع, وضع القمع فوق دورق مخروطي نظيف وجاف (اخر). | |
| 11 | خذ المحلول البارد الذي تشكلت فيه بلورات المادة النقية واسكبه في القمع . | |
| 12 | لاحظ تجمع البلورات على ورقة الترشيح أي فصل البلورات عن المحلول الطافي, (اجمع البلورات بطريقة الترشيح باستخدام القمع). | |

| | | |
|---|---|---|
| 13 | إزالة ورقة الترشيح من القمع وفتحها فوق ورقة نظيفة, لنلحظ عليها بلورات المادة النقية. | |
| 14 | جفف البلورات بواسطة مجفف كهربائي وبدرجة $100\ ^{\circ}C$ ولمدة نصف ساعة, ثم قم بوزنها وليكن وزنها $(w_1)$<br>احسب النسبة المئوية لحامض البنزويك النقي بتطبيق العلاقة الاتية :<br>**النسبة المئوية لحامض البنزويك النقي**<br>$= \frac{\text{وزن البلورات بعد التجفيف}}{\text{الوزن الاصلي للحامض}} \times 100$ | |

**الاسئلة**

س 1: ما الهدف من بلوَرة المركبات العضوية؟
س 2: اذكر اهم الشروط المطلوبة لإجراء عملية البلوَرة ؟
س 3: بين الغاية من عملية التبريد للمحلول قبل التبلور؟
س 4: ما الغرض من وضع القطن في فوهة القمع عند الترشيح؟
س 5: ماذا تمثل البلورات للمادة الصلبة بعد عملية التبلور؟
س 6 : إذا كان وزن الحامض غير النقي (قبل الاذابة) 5 gm . ووزن البلورات النقية للحامض بعد انتهاء التجربة وإجراء عملية التجفيف 4 gm . جد النسبة المئوية للحامض النقي ؟
س 7: ما الاخطاء المحتملة في التجربة؟
س 8:ماالغرض من الترشيح والمحلول ساخن؟

## 6-2 اسم التجربة :اجراء عملية تعيين درجة الغليان

### 1-6-2 الهدف

لتمكين الطالب من إتقان الخطوات العملية الصحيحة لقياس وتعيين درجة الغليان للسوائل وتحقيق النتائج بما يعزز المفهوم النظري للتجربة المتمثل بأهمية درجة الغليان وتحديدها تحديداً دقيقاً لمعرفة نقاوة وهوية المادة من معرفة درجة غليانها ولاسيما في عمليات تكرير النفط الخام إلى مشتقات متعددة حسب درجة غليانها ودراسة العوامل المؤثرة على درجة الغليان، وتوضح العلاقة المتلازمة بين الضغط الجوي ودرجة الغليان، مع الاخذ بنظر الاعتبار أنّ درجة الغليان تتغير بتغير الظرف والمكان.

### 2-6-2 النظرية

درجة الغليان هي درجة الحرارة التي يغلي عندها السائل بسبب تساوي ضغط بخار الجزيئات المكونة له مع ضغط البيئة المحيطة به مما يؤدي لتكوين فقاعات على سطح السائل ثم تبخيرها عند زيادة درجة الحرارة. وتعتمد درجة الغليان على الضغط الجوي, فكلما انخفض الضغط الخارجي تنخفض درجة الغليان والعكس صحيح. والحق أن السوائل المتطايرة يكون ضغطها البخاري عالٍ ومن ثمّ تكون درجة غليانها منخفضة والعكس في حالة المواد الأقل تطايرا ، لذلك تُعدُّ درجة الغليان من الثوابت الفيزيائية المهمة للمواد الكيميائية.

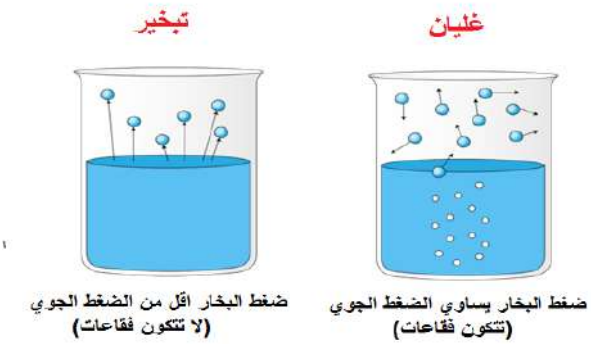
### 3-6-2 الفرق بين التبخر والغليان

التبخر والغليان طريقتان يمكن أن يتحول بهما السائل إلى غاز ولمعرفة الفرق بين التبخر والغليان لا بد من تعريف كل حالة ومعرفة كيفية حدوثها، فالتبخر هي ظاهرة تحدث دائمًا على سطح السائل ولفهم عملية التبخر يجب أولًا التطرق إلى تعريف الضغط البخاري، والضغط البخاري هو الضغط الذي يمارسه بخار السائل على السائل نفسه في وضع الاتزان عند درجة حرارة معينة، ويتم تحقيق الاتزان بين الحالة السائلة والغازية عند تحقيق توازن بين معدلات التبخر والتكثيف، وعندما يكون الضغط الجزئي للسائل أقل من الضغط البخاري عند درجة حرارة معينة يحدث التبخر، أما الغليان فيحدث عندما يتساوى ضغط بخار سائل مع الضغط الجوي المسلط علية, ويؤدي هذا إلى استمرار السائل في التبخر حتى يصل إلى حالة الاتزان بين الحالات، ولكن ذلك لا يحدث لأنه لا توجد كمية كافية من البخار يمكن أن تملأ البيئة المحيطة بأكملها، وتوضح النقاط الآتية الفرق بين التبخر والغليان:

1- يحدث التبخر عند أي درجة حرارة في حين يحدث الغليان عند درجة حرارة محددة وهي درجة الغليان.
2- يحدث التبخر عند سطح السائل فقط فيما تحدث عملية الغليان في كامل السائل.
3- يمكن أن يحدث التبخر باستعمال الطاقة الداخلية للنظام، في حين يتطلب الغليان مصدرًا خارجيًا للحرارة.
4- تحدث عملية التبخر حدوثاً بطيئاً وتدريجياً فيما تحدث عملية الغليان حدوثاً سريعاً وقوياً.

وعند تسخين سائل ما تبدأ بعض فقاعات البخار في التّكون في وسط السائل، وتحتوي كل فقاعة من هذه الفقاعات على ملايين من جزيئات السائل على هيئة بخار، وبناء عليه، عندما يكون ضغط البخار في هذه الفقاعات منخفضاً، فإنها لا تصمد طويلا، وتنهار قبل أن تصل إلى سطح السائل .

يمكن توضيح عملية الغليان والتبخير من رؤية، الشكل (2-18) ومشاهدة حركة الجزيئات وكميتها وطريقة خروج الجزيئات من السائل.




**شكل (2-18) تأثير الضغط على عملية الغليان**

أما إذا كان ضغط البخار في هذه الفقاعات مثل الضغط الجوي الواقع على سطح السائل، فإنها تصعد إلى سطح السائل وتتصاعد منها جزيئات البخار إلى الهواء، وعليه يمكن القول بأن السائل يغلي عندما يصبح ضغط بخاره مساوياً للضغط الجوي الواقع على سطحه، ولهذا نجد أن:

(أ) الماء يغلي عند درجة حرارة (100 $^{o}$C) عند مستوي سطح البحر، أي تحت ضغط جوي مقداره 1 =1 atm =( 760 mmHg).

(ب) إذا انخفض الضغط الجوي عن ذلك فإن الماء يغلي عند درجة حرارة أقل من (100 $^{o}$C) فمثلاً يغلي عند (90 $^{o}$C) فقط على قمة جبل ارتفاعه نحو ثلاثة كيلومترات.

ان درجة الغليان للسوائل النقية ثابتة ومعلومة وتتأثر بوجود مواد ذائبة أو شوائب تؤدي إلى الزيادة بدرجة الغليان. إن الأساس العلمي لعملية التقطير هي درجة الغليان إذ تُفصل المواد حسب درجة غليانها .

وقد ذكر آنفا إن الماء يغلي في درجة معينة تعرف بـ"نقطة الغليان" ويغلي خليط من سائلين قابلين للامتزاج عند درجة تقع بين نقطتي غليان كل منهما. ولكن السائل ذا درجة الغليان المنخفضة يتبخر أسرع من السائل الآخر، ومن ثمّ تكون نسبته المئوية في البخار أكثر من نسبته المئوية في المزيج السائل. وعند تكثيف بخار الخليط ينتج مزيج تزيد فيه نسبة السائل ذي نقطتي الغليان المنخفضة. وباستمرار عملية غليان المزيج، تقل فيه نسبة السائل ذي نقطة الغليان المنخفضة تدريجيًا. وعندئذ ترتفع نقطة غليان المزيج حتى يكاد البخار لا يحتوي الا على السائل ذي نقطة الغليان المرتفعة.

وهذه العملية يطلق عليها "التقطير" وبواسطتها يمكن تقسيم المزيج تقريباً إلى المادتين اللتين يتكون منهما. وهذه هي الطريقة التي تتبع في التقطير الابتدائي للنفط الخام بهدف فصله إلى المجموعات الهيدروكاربونية التي يتكون منها.

وتُعد هذه العمليات الخطوة الأولى التي تستخدم في معامل التكرير, لاستخلاص وتنقية النفط الخام إلى مكوناته الأساسية. ولكل مجموعة من المواد الهيدروكربونية مدى غليان محدد. ونظرًا لأن النفط الخام يتكون من جزيئات هيدروكربونية بعضها صغير ذو درجات غليان منخفضة، وبعضها الآخر كبير ذو درجات غليان مرتفعة، فإنه يمكن تجزئة النفط الخام إلى قطفات (مشتقات)، تكوّن كل منها مجموعة مكونات هيدروكربونية، وذلك بتسخينه.

### 2-6-4 العوامل المؤثرة على درجة الغليان

**اولا -الضغط :** تتناسب درجة الغليان لسائل تناسبا طرديا مع الضغط المسلط عليه, حيث تزداد درجة الغليان للسائل كلما ازداد الضغط المسلط علية وتقل درجة الغليان كلما قل الضغط.

**ثانيا- التركيز :** يتناسب التركيز تناسبا طرديا مع درجة الغليان للسائل, فكلما ازداد التركيز ازدادت درجة الغليان وتبعا لذلك تقل درجة الغليان كلما قل التركيز وهكذا, فالماء المقطر يغلي في درجة $^{\circ}C$ 100 أما اذا اضيفت له كمية من الأملاح, فأنها سترفع من درجة الغليان.

### 2-6-5 الأدوات والأجهزة المستعملة

1- كأسزجاجي سعة 500 , 200 ml
2- حامل حديدي.
3- حامل ثلاثي.
4- شبكة اسبستوس.
5- مصباح بنزن.
6- ميزان حساس.
7- محرار زئبقي (110-150) مئوي.
8- ساعة توقيت.
9- حمام رملي , أو مسخن كهربائي.

### 2-6-6 المواد المستعملة

1- ماء مقطر.
2- كيروسين.

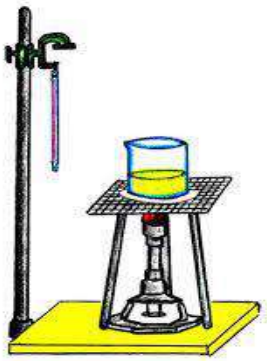
### 2-6-7 خطوات العمل

قبل البدء بتنفيذ خطوات العمل، يجب معرفة المحاليل التي سيجري تعيين درجة غليانها، إذْ إن المحاليل العضوية والمشتقات النفطية غالبا ما تكون قابلة للاشتعال، لذلك لا يمكن استخدام اللهب في التجربة . ومعرفة ذلك تتم عن طريق حاسة الشم لتلك المحاليل أو قراءة الخواص على العلبة, وفي حالة الجهل بخواص تلك السوائل خذ عينة بسيطة منها واختبرها باللهب, لذا يجب استعمال مسخنات كهربائية غير مباشرة، حمامات مائية، وحمام رملي، اما سائر المحاليل والسوائل غير القابلة للاشتعال فتعيين درجة غليانها باستعمال المسخنات كافة .

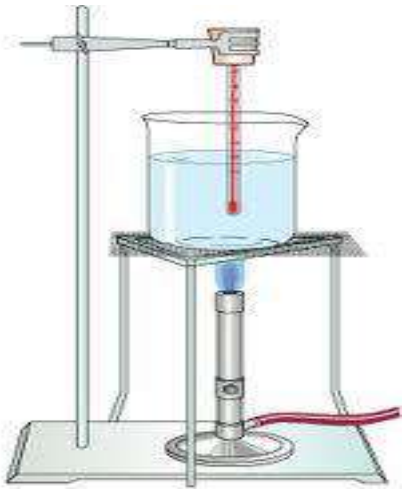
1- حضر الأدوات الزجاجية المطلوبة واغسلها وجففها وتأكد من تدريج المحرار اذ يجب ان يكون مناسبا للاختبار .
2- خذ (250 ml) من الماء المقطر ثم ضعها في كأس سعة (500 ml)، وإذا تعذر يمكن استعمال ماء اعتيادي من الحنفية .
3- رتب الأدوات الزجاجية، كما في الشكل ( 2-19) ثم ثبت المحرار بالماسك بحيث يكون مغمورا بالسائل للمنتصف ولا يلامس الجدار الداخلي للأناء أو القعر .

**جدول النتائج**

| ت | الزمن / min دقيقة | درجة الحرارة °C / اسم المحلول |
|---|---|---|
| | | |



تحضير الأدوات المختبرية وتركيبها



الشكل (2-19) ترتيب الأدوات وطريقة قياس درجة الغليان

4- سخن المحلول وراقب صعود عمود الزئبق في المحرار (يتطلب الانتباه إلى تدرج المحرار المستعمل في التجربة يكون أكثر من (100 °C), سجل درجة الحرارة الابتدائية للمحلول قبل التسخين.

5- استمر بمراقبة عمود الزئبق بالمحرار وسجل كل دقيقتين درجة حرارة المحلول باستعمال ساعة توقيت , إلى أن تثبت القراءة ويستقر عمود الزئبق أكثر من دقيقتين متتاليتين في نفس الدرجة, مع حدوث فوران للسائل وخروج كميات كبيرة من الأبخرة. سجل درجة الحرارة وهذه تمثل درجة غليان السائل. اطفئ مصباح بنزن, أو أبعد المصدر الحراري، وثبت القراءة النهائية في الجدول.

6- خذ القراءات من الجدول وارسم العلاقة البيانية بين الزمن وارتفاع درجة الحرارة في المحلول سوف تحصل على خط بياني يمثل ارتفاع درجة الحرارة خلال مدة زمنية محددة.

### 2-6-8 قياس درجة غليان المشتقات النفطية الكيروسين

1- خذ 200 ml من الكيروسين ثم ضعها في كأس زجاجي سعة 500 ml .

2- حضر حماماً رملياً, أومسخن كهربائي لتسخين الكيروسين وقياس درجة غليانه .

3- ضع الكأس المذكور اعلاه في الحمام الرملي ثم ضع بصلة المحرار في المحلول بعد تثبيته بالماسك.

4- سجل درجة حرارة الكيروسين الابتدائية من المحرار المغمور في السائل, وحضر ساعة توقيت لتسجل ارتفاع درجة حرارة الكيروسين لكل دقيقتين من المحرار .
5- سخن الكيروسين وراقب صعود عمود الزئبق في المحرار, ثم اضبط ساعة التوقيت لكل دقيقتين لحساب ارتفاع درجة حرارة الكيروسين مع الاستمرار بعملية التسخين (تثبيت الزمن مع تسخين مستمر وأخذ القراءة كل دقيقتين) .
6- سجل القراءات لدرجات الحرارة أعلاه في جدول, إلى أن تثبت درجة حرارة الكيروسين لمدة دقيقين متتاليتين مع استمرار التسخين( ثبوت القراءة واستقرارها لأكثر من أربع دقائق في نفس درجة الحرارة) أبعد التسخين, وهذه تمثل درجة غليان الكيروسين ضع النتائج في جدول لاحق يعدُّ لهذا الغرض, ثم ارسم خطاً بيانياً يوضح العلاقة بين الزمن و درجة الحرارة, بعد ان تّثبت أعلى درجة حرارة يصل أليها الكيروسين.
7- سجل البيانات التي حصلت عليها في جدول وقارن بينها وبين درجة غليان الماء وقارن ايضا بين ارتفاع درجة الحرارة لكل دقيقتين لكلا السائلين وماذا تستنتج من ذلك الارتفاع بدرجات الحرارة .
8- من القراءات التي حصلت عليها قارن بين العلاقة البيانية بين الزمن وارتفاع درجة الحرارة لكل من الماء والكيروسين ووجه التشابه والأختلأف .

**ملاحظة مهمة :**

عند قياس درجة غليان الكيروسين يستعمل محرار خاص أو محرار يقيس أكثر من 250°C , لكون درجة غليان الكيروسين بحدود 140 °C - 250°C، كما في الشكل (2-20) وهنالك أنواع أخرى من المحارير وتسمى أيضا بميزان الحرارة وعلى اشكال مختلفة.

**شكل (2-20) محرار خاص لقياس درجة الغليان العالية**

**الجدول التالي يبين درجة الغليان لعدد من السوائل كثيرة الإستخدام**

| السائل | درجة الغليان °C | السائل | درجة الغليان °C |
|---|---|---|---|
| $CH_4$ | - 161 | $H_2O$ | 100 |
| $C_2H_6$ | - 89 | $NH_3$ | - 33 |
| $C_3H_8$ | - 30 | HCl | - 84 |
| $C_4H_{14}$ | 0 | HBr | - 70 |
| $C_6H_{14}$ | 68 | HF | 17 |
| $C_8H_{18}$ | 125 | HI | - 37 |
| | | $Br_2$ | 59 |
| | | $Cl_2$ | - 34.9 |
| | | $F_2$ | - 188 |

**جدول (2-20-1) لدرجات غليان بعض السوائل**

## 9-6-2 بطاقة التمارين

**اسم التمرين : تعين درجة الغليان**

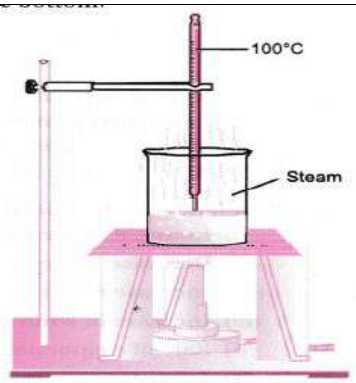
**اولا : الاهداف التعليمية**

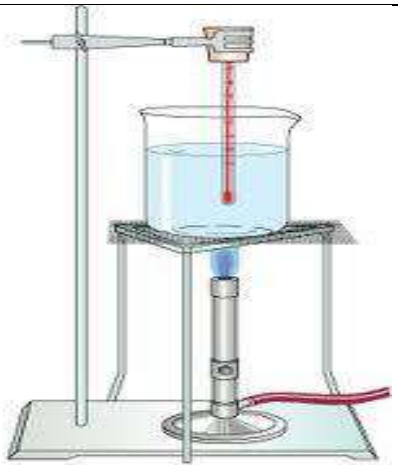
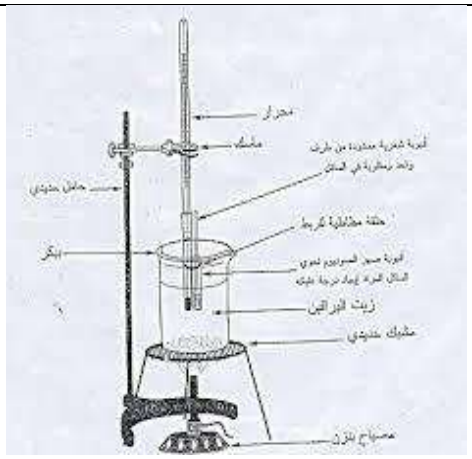
بعد الانتهاء من إجراء التجربة يكون الطالب قادرا على معرفة تعين درجة الغليان للسوائل والكيروسين وقياسها ومعرفة العوامل التي تؤثر على درجة الغليان عمليا في المختبر.

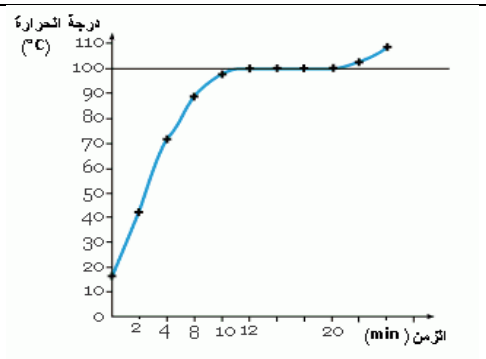
**ثانيا :التسهيلات التعلمية ( مواد، وعدد، وأجهزة )**

1- كأس زجاجي سعة 500 ml. 2- حامل حديدي مع ماسك. 3- حامل ثلاثي. 4- شبكة اسبستوس. 5- مصباح بنزن (غازي). 6- كأس زجاجية سعة 200 ml. 7- ساعة توقيت. 8- محرار. 9- حمام رملي, او مائي. 10- ماء مقطر. 11- كيروسين.

**ثالثا : خطوات العمل (النقاط الحاكمة, ومعيار الاداء, والرسومات)**

| | خطوات العمل،ومعيار الأداء، والنقاط الحاكمة | الرسومات |
|---|---|---|
| 1 | ارتد بدلة العمل (او صدرية ) ثم حضّر الأدوات والمواد الكيميائية المطلوبة لإجراء التجربة . | |
| 2 | حضر محلولاً مائياً في كأس زجاجي سعة 500 ml (خذ 250 ml مل من الماء المقطر ثُمّ ضعها في الكاس, واذا تعذر يمكن استعمال ماء عادي ) ثم ضعها جانبا. | |
| 3 | رتب الأدوات الزجاجية كما في الشكل المقابل, **وثبتة المحرار بالماسك بحيث يكون مغمورا بالسائل ولا يلامس جدار الإناء أو القعر.** |  |

| | | |
|---|---|---|
| 4 | ابدأ بعملية التسخين وراقب صعود عمود الزئبق في المحرار (يجب الانتباه إلى تدرج المحرار المستعمل في التجربة، لكون درجة غليان الماء 100 °C لذا يتطلب الانتباه, استخدام محرار كحد ادنى 110 °C) ويفضل أن يكون تدريج المحرار إلى 150 فما فوق ليكون الطالب له القدرة على مراقبة المحرار ومنع تعرضه للكسر نتيجة ارتفاع درجة الحرارة. |  |
| 5 | استمر بملاحظة ارتفاع عمود الزئبق بالمحرار إلى أن **تثبت القراءة ويستقر الزئبق عند درجة حرارة أكثر من دقيقتين متتاليتين مع حدوث فوران للسائل نتيجة الغليان وخروج كميات كبيرة من الأبخرة. سجل درجة الحرارة وهذه تمثل درجة غليان السائل**, اطفئ مصباح بنزن، أو ابعد المصدر الحراري ثم دون القراءة . |  |
| 6 | **الكيروسين :**<br>حضر حماماً رملياً أو سخاناً كهربائياً لغرض القيام بعملية التسخين لقياس درجة غليانه.<br>ضع الكأس الزجاجي المذكور اعلاه في الحمام الرملي أو المسخن الكهربائي ثم اغمر المحرار في المحلول بعد تثبيته بالماسك. | |
| 7 | سخن الكيروسين، **ثم خذ ساعة توقيت واحسب ارتفاع درجة الحرارة لكل دقيقتين من المحرار المغمور فيه.** بعد تثبيت درجة حرارة الكيروسين الابتدائية، اقرأ وسجل درجة الحرارة للكيروسين كل دقيقين ثم ضع النتائج في جدول لاحق يعدُّ لهذا الغرض، بعدها ارسم خطاً بيانياً يوضح العلاقة بين الزمن و درجة الحرارة إلى أن تصل إلى أعلى درجة حرارة. | |

| | | |
|---|---|---|
| 8 | ابعد التسخين بعد أن **تثبت القراءة لمدة أربع دقائق (دقيقتين متتاليتين) وهذه تمثل درجة غليان الكيروسين .** | |
| 9 | سجل البيانات التي حصلت عليها في جدول وقارن بينها وبين درجة غليان الماء ثم قارن بين ارتفاع درجة الحرارة كل دقيقتين في كلا السائلين وماذا تستنتج من ذلك الارتفاع بدرجات الحرارة . | |
| 10 | من القراءات التي حصلت عليها **ارسم العلاقة بين الزمن وارتفاع درجة الحرارة** وستحصل على خط بياني يشبه المرسوم جانبا . |  |

| التسلسل | المادة | الزمن | درجة الحرارة |
|---|---|---|---|
| 1 | الكيروسين | | الحرارة الابتدائية |
| 2 | = | 2 دقيقة | |
| 3 | = | 4 دقيقة | |



**الاسئلة**

س1 : ما العلاقة بين درجة الغليان والضغط الجوي ؟

س2: ما الفرق بين الغليان والتبخر ؟

س3 :ما العوامل المؤثرة على درجة الغليان ؟

س4 : عند عملية قياس درجة الغليان لا يجوز وضع المحرار ملامساً لجدار الإناء أوالقعر, بين سبب ذلك ؟

س5 : ايهما ترتفع درجة حرارته أسرع الماء أم الكيروسين خلال زمن ثابت؟

س6 :كيف تقياس درجة غليان المحاليل العضوية القابلة للاشتعال والمحاليل غير القابلة للاشتعال ؟

س7 : ما تأثير درجة الغليان على عملية تقطير النفط الخام ؟

س8: ما الاخطاء المحتملة أثناء إجراء خطوات العمل ؟

س9: لماذا يُسخين الكيروسين وسائر المشتقات النفطية بطريقة غير مباشرة؟

## 7-2 اسم التجربة: تعيين نقطة الانصهار للمركبات العضوية

### 1-7-2 الهدف

تمكين الطالب من إتقان الخطوات العملية لتجربة تعيين نقطة الانصهار لمادة صلبة عضوية قابلة للانصهار من خلال اتباع خطوات العمل الصحيحة وباستخدام أجهزة مختلفة وتحقيق النتائج بما يعزز المفهوم النظري للتجربة المتمثل بأهمية درجة الانصهار بوصفها خاصية فيزيائية مهمة في تشخيص المواد الصلبة التي تشمل بعض المنتجات في الشحوم والشمع والهلام النفطي (الفازلين) .

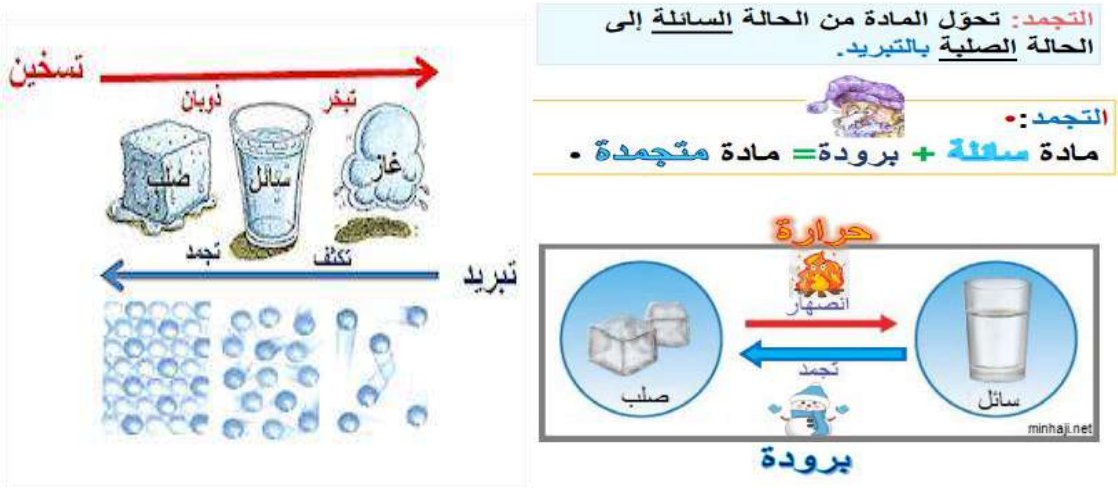
### 2-7-2 النظرية

درجة الانصهار لمادة هي الدرجة التي يكون فيها الطورين الصلب والسائل في حالة اتزان ديناميكي وكذلك تعرف بأنها أقل درجة حرارة تتحول عندها تلك المادة من الحالة الصلبة إلى الحالة السائلة وهي من الثوابت الفيزيائية للمادة التي بواسطتها يمكن تمييزها عن أي مادة أخرى. وتعدُّ درجة الانصهار مقياساً لدرجة نقاوة المادة، فالمادة النقية لايكون هناك فرق في درجة حرارة انصهارها وانجمادها على الأكثر؛ أما في حالة المادة غير النقية -التي تحتوي على شوائب- فإن الفرق يكون كبيراً.

تُعد **نقطة الأنصهار** للمادة الصلبة عمومًا هي نفسها **نقطة الانجماد** للمادة السائلة. وقد يتجمد السائل وفق أنظمة بلورية مختلفة ، ولأن الشوائب تخفض درجة حرارة التجمد، فالواقع يفرض أن تكون درجة حرارة التجمد ليست مساوية لدرجة حرارة الانصهار. ومن ثم لتعيين هوية المادة يلجأ إلى درجة حرارة الانصهار.

يمكن تعريف نقطة الانصهار على أنها درجة الحرارة التي تتغير بها المادة من الحالة الصلبة إلى الحالة السائلة. وعند نقطة الانصهار، تكون الحالة الصلبة والسائلة للمادة في حالة توازن. تعتمد نقطة انصهار المادة على عوامل عديدة مثل الضغط والحجم وشكل جزيئات المادة وعلى مقدار قوة الروابط بين جزيئات المادة نفسها، وعادة ما تتحدد نقطة الانصهار عند الضغط القياسي الذي يساوي (1 ضغط جوي) ويمكن مشاهدة حالات المادة، كما في الشكل (2-21).

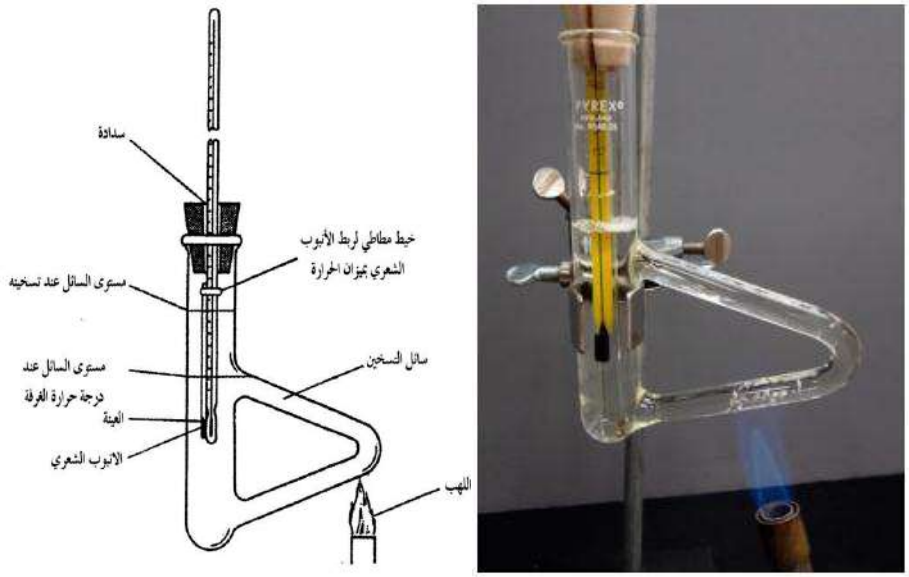
والمركبات العضوية لها درجات انصهار منخفضة مقارنة مع المركبات غير العضوية التي لها درجات انصهار عالية .ولهذا فإن درجة حرارة الانصهار تُستخدم غالبا لتأكيد نقاء المواد العضوية. وغالبا ما تكون نقطة انصهار المادة النقية أعلى من المادة غير النقية. فعند خلط مادتين تكون درجة حرارة الانصهار أقل من درجة انصهار كليهما. ونسبة الخلط التي تحقق أقل درجة حرارة انصهار تسمى **نقطة تصلد**.




شكل (2-21) تحول المادة الصلبة إلى الحالة السائلة عند الانصهار

## 3-7-2 أجهزة قياس درجة الانصهار

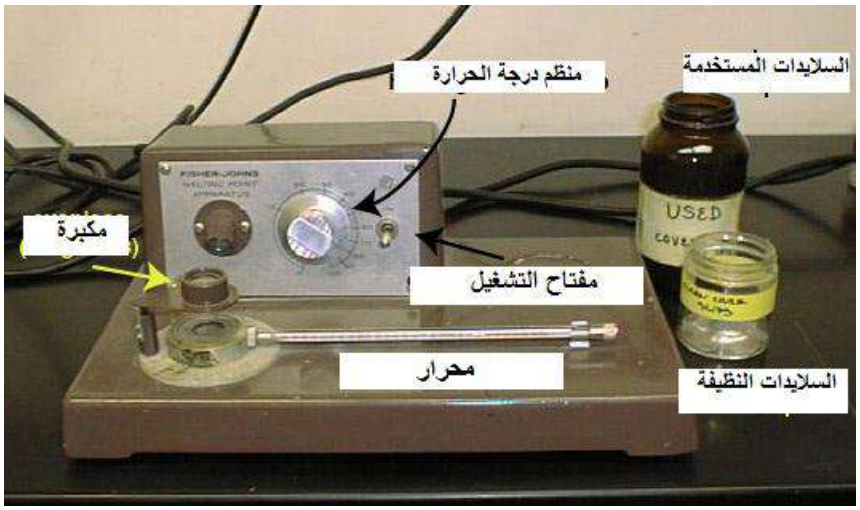
**أولا** : جهاز قياس درجة الانصهار الزجاجي(انبوب ثيل): يتكون من أنبوب زجاجي له امتداد زجاجي جانبي حيث تربط الأنبوب الشعري بالمحرار ويغمران معا في الأنبوب الزجاجي الذي يحتوي على سائل يتحمل درجات الحرارة العالية , أما عملية التسخين للمحلول فتتم من المنطقة الجانبية البارزة من الأنبوب وذلك حتى لتجنب التسخين المباشر للمادة الصلبة. وعند انصهار المادة الصلبة تُقرأ الدرجة الظاهرة على المحرار فوراً. كما في الشكل (2-22).




شكل (2-22) جهاز ثيل لقياس نقطة الانصهار

**ثانيا** : جهاز قياس درجة الانصهار الكهربائي: هو عبارة عن قطعة معدنية مزودة بمحرار و فتحة لإدخال الأنبوب الشعري. يُسخن بالكهرباء و التحكم بعملية التسخين تكون بواسطة مفتاح تحكم. والقطعة

المعدنية محكمة الاغلاق بحيث تشير قراءة درجة الحرارة إلى درجة حرارة القطعة المعدنية التي ذابت عندها المادة الصلبة، كما في الشكل (2-23).




**شكل (2-23) جهاز قياس نقطة الانصهار الكهربائي**

**ان** اجهزة قياس درجة الانصهار حساسة فعند التعامل معها يجب أخذ الحيطة والحذر. فالجهاز الزجاجي يجب تنظيفه من حين لآخر والتأكد من خلوه من أية عيوب صناعية أو تشققات، كذلك يجب القيام بعملية التسخين من المنطقة المخصصة فقط والعمل على استبدال السائل الموضوع في الأنبوب من حين لآخر.

أما جهاز قياس درجة الانصهار الكهربائي يراعى أن يكون نظيفا دائما و العمل على إبقائه بعيدا عن المواد الكيميائية, و لكلا الجهازين يجب التأكد من أن الأنبوب الشعري محكم الإغلاق من الأسفل و مقاوم للحرارة. و عند استخدام المحرار يراعى أن يكون مداه يتعدى مدى المادة المراد قياس درجة انصهارها.

وعند حفظ أجهزة قياس درجة الانصهار يراعى أن تُحفظ في خزانات (دواليب) نظيفة غير رطبة، ويفضل حفظ أجهزة قياس درجة الانصهار الزجاجية بعيدا عن الكهربائية نظرا لما تحتويه الأولى من سائل. و عند حفظ الأولى يراعى أن تحفظ عمودياً إن كانت تحتوي على سائل، أما في حالة الحفظ الطويل الأمد فيجب إفراغ السائل من الأنبوب و تغسل جيدا و تجفف و في هذه الحالة لا بأس من حفظها مع الأجهزة الكهربائية.

**وفي حالة تعذر وجود جهاز خاص لقياس درجة الانصهار فان التجربة الحالية تتضمن خطوات بناء منظومة لقياس درجة الانصهار .**

### 2-7-4 الأدوات المستعملة

1- كأس حجم 100 ml.
2- مصباح بنزن.
3- محرار (100- 110).

4- انبوبة شعرية (5-6 cm ).
5- مسخن كهربائي .
6- ماسك
7- حامل حديدي.
8- ملعقة , وصحن زجاجي.
9- خلاط مغناطيسي أو عمود زجاجي .

### 5-7-2 المواد المستعملة

1- زيت البرافين.
2- النفثالين.
3- خيط أو رباط مطاطي.

### 6-7-2 خطوات العمل

1 – خذ أنبوبة شعرية طولها يتراوح من (5-6 cm ) واغلق احدى النهايتين بواسطة تسخين أحد طرفي الأنبوب الشعري على لهب مصباح بنزن حد الانصهار.
2– استخدم الملعقة لعمل كومة من مسحوق النفثالين في الصحن الزجاجي .
3 - ادفع النهاية المفتوحة للأنبوبة الشعرية داخل الكومة، فان جزءاً من مسحوق النفثالين سوف يدخل إلى الأنبوبة .
4 – اطرق النهاية المغلقة للأنبوبة الشعرية على سطح الصحن الزجاجي برفق إلى أن يصبح ارتفاع النفثالين داخلها 2 – 3 cm .
5 – اربط الأنبوبة الشعرية إلى المحرار بواسطة الخيط أو رابط مطاطي .
6 – ضع البرافين في كأس زجاجي سعة 100 ml ثم ضعه على سطح المسخن الكهربائي.
7 – ثبت المحرار والأنبوبة على الحامل الحديدي بواسطة الماسك واغمرهما في البرافين .
8– استمر بعملية الخلط بهدوء لضمان التسخين المنتظم .
9– سجل درجة الحرارة عند بداية انصهار النفثالين ولتكن ( $\mathbf{T_1}$ ) .
10 – استمر بالتسخين إلى أن ينصهر النفثالين انصهاراً كاملاً, سجل درجة الحرارة ( $\mathbf{T_2}$ ) .
11 – احسب درجة انصهار النفثالين من العلاقة الاتية :

$$\text{درجة الانصهار} = \frac{T1 + T2}{2}$$

$$= \frac{78 + 82}{2} = 80\ ^{\circ}C$$

## 7-7-2 بطاقة التمارين

## اسم التمرين : تجربة تعيين درجة انصهار مادة صلبة

### اولا : الأهداف التعليمية

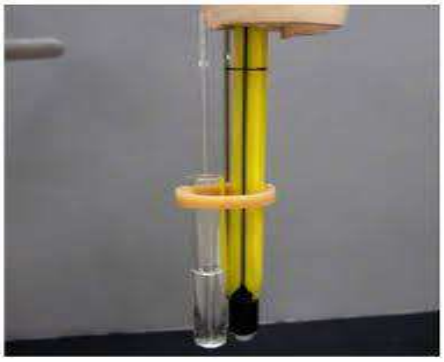
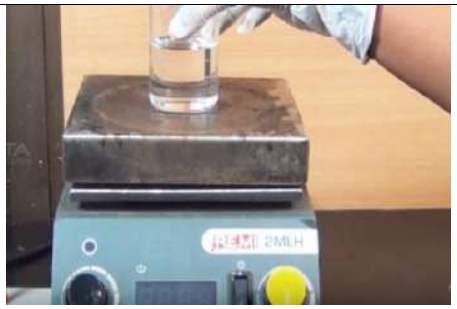
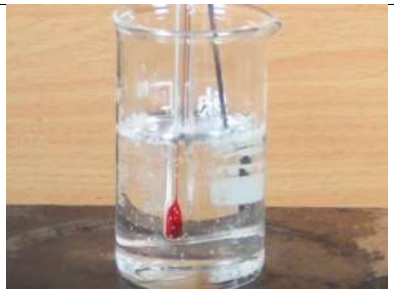
بعد الانتهاء من إجراء التجربة يكون الطالب قادرا على تعيين درجة الانصهار المادة صلبة وقياسها مثل الشمع الصناعي أو الطبيعي عمليا وتعيين درجة الانجماد لها.

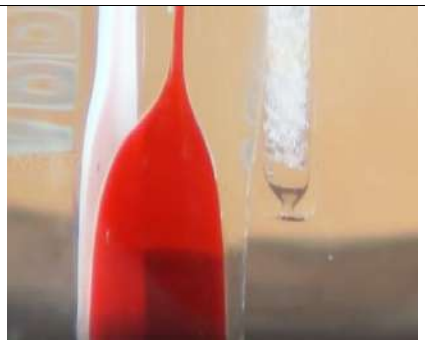
### ثانيا :التسهيلات التعليمية ( مواد، وعُدد، وأجهزة)

1- كأس حجم 100 ml. 2- مصباح بنزن (غازي). 3- محرار (100-110) . 4- انبوبة شعرية (5-6 cm ). 5- انبوبة شعرية (5-6 cm ). 6- ماسك, حامل حديدي . 7- ملعقة , صحن زجاجي. 8- خلاط مغناطيسي أو عمود زجاجي. 9- زيت البرافين , 10- والنفثالين، 11- وخيط أو رباط مطاطي

### ثالثا :خطوات العمل (النقاط الحاكمة, ومعيار الاداء, والرسومات )

| | خطوات العمل , ومعيار الاداء , والنقاط الحاكمة | الرسومات |
|---|---|---|
| 1 | ارتد بدلة العمل أو (صدرية) ثم حضر الأدوات الزجاجية المطلوبة بعد غسلها, ثم هيئ الأنابيب الشعرية بعد تقطيعها أو تكون مقطعة ثم حضر المواد الكيمياوية المراد استخدامها. | |
| 2 | خذ أنبوبة شعرية طولها يتراوح من (5-6 cm) واغلق إحدى النهايتين بواسطة تسخين أحد طرفي الأنبوب الشعري على لهب مصباح بنزن إلى حد الانصهار . | |
| 3 | استخدم الملعقة لعمل كومة من مسحوق النفثالين في الصحن الزجاجي. | |
| 4 | ادفع النهاية المفتوحة للأنبوبة الشعرية داخل الكومة، فان جزءاً من مسحوق النفثالين سوف يدخل إلى الانبوبة. | |

| | | |
|---|---|---|
| 5 | اطرق النهاية المغلقة للأنبوبة الشعرية على سطح الصحن الزجاجي برفق إلى أن يصبح ارتفاع النفثالين داخلها 2 – 3 cm. | |
| 6 | اربط الأنبوبة الشعرية إلى المحرار بواسطة الخيط أو بواسطة رباط مطاطي. |  |
| 7 | ضع كمية من البرافين في كأس زجاجي سعة 100 ml ثم ضعه على سطح المسخن الكهربائي. |  |
| 8 | ثبت المحرار والأنبوبة على الحامل الحديدي بواسطة الماسك واغمرهما في البرافين . | |
| 9 | استمر بعملية الخلط بهدوء لضمان التسخين المنتظم. |  |

| | | |
|---|---|---|
| 10 | سجل درجة الحرارة عند بداية انصهار النفثالين ولتكن ( $T_1$ ) |  |
| 11 | استمر بالتسخين إلى أن ينصهر النفثالين انصهاراً كاملاً وسجل درجة الحرارة ( $T_2$ ) . | |
| 12 | احسب درجة انصهار النفثالين من العلاقة الآتية:<br>**درجة الانصهار** = $\frac{T1 + T2}{2}$<br>$= \frac{78 + 82}{2} = 80\ °C$ | |

**الاسئلة:-**

س1: عرف درجة الانصهار وما الغرض من تحديدها ؟

س2: ما النقاط الحاكمة في التجربة ؟

س3:عدد أجهزة قياس درجة الانصهار؟ واشرح الطريقة المختبرية المتبعة ؟

س4 : مادة صلبة عند بداية انصهارها 60 $^{\circ}C$ وعند اكمال الانصهار اصبحت درجة الحرارة 80 $^{\circ}C$. احسب درجة انصهار المادة ؟

س5 : ما الهدف من تعين درجة الانصهار؟ وما علاقتها بنقاوة المادة , وضح ذلك؟

س6 : لديك خليط جاف من ملح الطعام والرمل, كيف تفصل أحدهما عن الآخر مما تعلمت؟

س7: ما الاخطاء المحتملة أثناء إجراء التجربة ؟

## 8-2 اسم التجربة : تعيين الحرارة الكامنة لانصهار الجليد

### 1-8-2 الهدف

تمكين الطالب من إتقان الخطوات العملية لتجربة تعيين الحرارة الكامنة لانصهار الجليد وتحقيق النتائج بما يعزز المفهوم النظري للتجربة المتمثل بمعرفة تأثير الحرارة على تغير حالة المادة وتحولها من الصلبة إلى الحالة السائلة.

### 2-8-2 النظرية

يتحقق الاتزان الحراري عندما يذوب الجليد ويتحول من الحالة الصلبة إلى الحالة السائلة, حتى يصل إلى حالة الاتزان على مرحلتيين بالتسلسل الآتي:

1- انصهاره تغير الحالة من الصلبة إلى السائلة عند درجة حرارة صفر بطاقة حرارية للأنصهار طاقة كامنة في الجليد.

2- تغير درجة حرارة الماء بذوبان الثلج كلياً.

أن لكل مادة نقية درجة انصهار خاصة بها. وأن الأنواع المختلفة من المواد تحتاج إلى كميات مختلفة من الحرارة لانصهار الكتل المتساوية منها .

وتسمى كمية الحرارة اللازمة لتحويل وحدة الكتل من حالة الصلابة إلى حالة السيولة وبدرجة الحرارة نفسها (مثلا درجة حرارة انصهار الجليد 0 °C) وبثبوت الضغط بالحرارة الكامنة للانصهار وتقاس بوحدات k J / kg

ويمكن حساب كمية الحرارة اللازمة لصهر كتلة معينة من مادة معينة وعند درجة انصهارها على وفق العلاقة الاتية:

كمية الحرارة اللازمة لانصهار المادة = الكتلة x الحرارة الكامنة للانصهار

$$Q = m \times L_f$$

أذْ إن :

Q = كمية الحرارة اللازمة لانصهار المادة الصلبة وتقاس بالجول J.

M = تمثل كتلة الجسم وتقاس ب kg كغم.

$L_f$ = تمثل الحرارة الكامنة للانصهار وتقاس بوحدات J/kg بالجول/ كغم .

الجدول الآتي يبين درجة انصهار بعض المواد وكذلك الحرارة الكامنة لانصهارها .

| المادة | درجة الانصهار °C | الحرارة الكامنة للانصهار k J /kg |
|---|---|---|
| جليد | 0 | 340 |
| المنيوم | 658.7 | 321 |
| نحاس | 1083 | 175 |
| حديد | 1535 | 96 |

### 3-8-2 الأدوات والأجهزة المستعملة

1 – ميزان حساس .
2 – محرار.
3 – قدح مصنوع من مادة البوليستايرين.
4 – كأس زجاجي سعة 500 ml .

### 4-8-2 المواد المستعملة

1 – ماء مقطر .
2 – قطع من الجليد .

### 5-8-2 خطوات العمل

1 – زن القدح المصنوع من البوليستارين وهو فارغ، كما في الشكل (2-24).

شكل (2-24)

2 – زن الكأس الزجاجي وهو فارغ، كما في الشكل (2-25) .

شكل (2-25)

3 – خذ وزناً معيناً من ماء دافئ في الكأس الزجاجي ثم زن الكأس والماء، كما في الشكل (2-26) وسجل الوزن.

شكل (2-26)

4- ضع ماءً دافئاً في الكأس الزجاجي ثم سجل درجة حرارته, وليكن $T_1$ , كما في الشكل (2-27).

شكل (2-27)

5 – خذ قطعاً من الجليد وليكن وزنها (15 g) تقريبا, ثم ضعها في الكأس كما في الشكل (2-28).

شكل (2-28)

6 – ضع الماء الدافيء مع قطع الثلج في القدح المصنوع من البوليستايرين, وانتظر لحين ذوبان الجليد, كما في الشكل (2-29) .

شكل (2-29)

7- سجل درجة حرارة الماء مع الجليد الذائب الموجودين في القدح بغمر المحرار في الماء لحظة ذوبان الجليد, كما في الشكل (2-30).

شكل (2-30)

8- نظم جدولا بالنتائج التي حصلت عليها كما في النموذج الاتي :

**جدول (1)**

| فرق درجة الحرارة | درجة حرارة الماء مع الجليد الذائب | درجة حرارة الماء | وزن الجليد | وزن القدح مع الماء والجليد | وزن الماء | وزن الماء القدح مع الماء | وزن القدح |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **9.5** | **43.5** | **53** | **16.78** | **173.37** | **153.51** | **156.59** | **3.08** |
| **16** | **42.5** | **58.5** | **12.57** | **160.72** | **144.81** | **148.15** | **3.34** |
| **13.5** | **35.5** | **49** | **16.48** | **179.92** | **160.24** | **163.44** | **3.20** |

9- احسب الحرارة الكامنة للانصهار على وفق الخطوات الاتية :

$\Delta T$ = تعني الفرق بين درجة حرارة الماء ودرجة حرارة خليط الماء والثلج .

C = الحرارة النوعية.

$\mu$ = كتلة المادة الصلبة.

4200= هذه تمثل الحرارة الكامنة للماء .

$Q_1 = M \times C \times \Delta T$

$= 0.153 \times 4200 \times 9.5$

$= 6104.7$

$Q_2 = 0.144 \times 4200 \times 16$

$= 9676.8$

$Q_3 = 0160 \times 4200 \times 13.5$

$= 9075$

**الحرارة الكامنة لانصهار الجليد =** $\frac{\text{الحرارة اللازمة لانصهار الجليد}}{\text{كتلة الجليد المذاب}}$

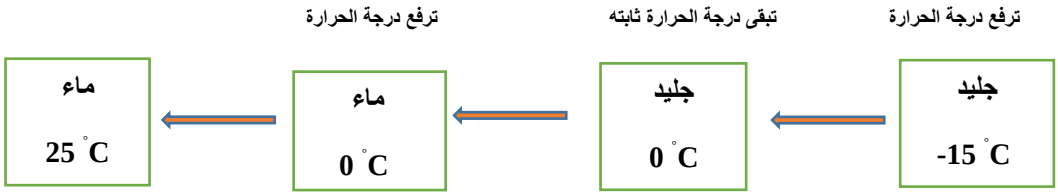
$$= \frac{6104}{16.78} = 363.8 \text{ J}$$

(وهي نتيجة مقاربة إلى القيمة المثالية (340 J ) .

**6-8-2 مثال(1):**

أحسب كمية الحرارة اللازمة لتحويل 2 kg من الجليد بدرجة -15 °C إلى ماء بدرجة حرارة 25 °C علما أن الحرارة النوعية للماء 4200 J\kg °C والحرارة الكامنة لانصهار الجليد عند 0 °C هي 335 kJ\kg والحرارة النوعية للجليد تساوي 2093J kg °C .

لرفع درجة حرارة الجليد -15 °C إلى 0 °C يلزم تزويده بكمية من الحرارة مقدارها يساوي:




**كمية الحرارة = الكتلة x الحرارة النوعية للجليد x فرق درجات الحرارة**

$$Q_1 = m\, C_{ice}\, \Delta T$$

$$= 2 \times 2093 \times [0 - (-15)]$$

$$= 2 \times 2093 \times 15$$

$$= 30 \times 2093$$

$$Q_1 = 62790 \text{ Joule}$$

لتحويل الجليد إلى ماء عند حرارة 0 °C يلزمنا تزويده بكمية من الحرارة مقدارها يساوي:

**كمية الحرارة = الكتلة x الحرارة الكامنة لانصهار الجليد**

$$Q_2 = m \times L_f$$

$$= 2 \times 335 \text{ kJ\kg}$$

$$Q_2 = 670000 \text{ Joule}$$

ولرفع درجة حرارة الماء من 0 °C إلى 25 °C نزوده بكمية من الحرارة مقدارها يساوي :

**كمية الحرارة = الكتلة x الحرارة النوعية للماء x فرق درجات الحرارة**

$$Q_3 = M \times C_{water} \times \Delta T$$

$$= 2 \times 4200 \times (25-0)$$

$$= 50 \times 4200$$

$$Q_3 = 210000 \text{ Joule}$$

ولحساب كميات الحرارة التي زُود الجليد بها حتى أصبح ماء بدرجة حرارة 25 °C يساوي:

$$Q_{water} = Q_1 + Q_2 + Q_3$$

$$= 62790 + 670000 + 210000$$

$Q_{total} = 942790$ Joule كمية الحرارة الكلية

## 7-8-2 بطاقة التمارين

## اسم التمرين : تعين الحرارة الكامنة لانصهار الجليد

### اولا : الأهداف التعليمية

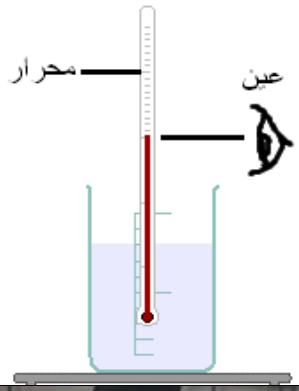
بعد الأنتهاء من إجراء التجربة يكون الطالب قادراً على تعيين الحرارة الكامنة لانصهار الجليد باستخدام القدح أو المسعر عملياً في المختبر.

### ثانياً:التسهيلات التعليمية (مواد , وادوات , وأجهزة )

مسعر, وماء، وجليد مكسر، وورق نشاف، ميزان حساس ، محرار، قدح مصنوع من مادة البوليستايرين.

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

| ت | خطوات العمل, والنقاط الحاكمة, ومعيار الاداء | الرسومات |
|---|---|---|
| 1 | ارتد بدلة العمل ثم اغسل الأدوات وحضر الماء والثلج المطلوب . | |
| 2 | زن القدح المصنوع من البوليستارين وهو فارغ وسجل وزنة. | |
| 3 | زن الكأس الزجاجي وهو فارغ وسجل وزنة. | |

| | | |
|---|---|---|
| 4 | خذ وزناً معيناً من ماء دافئ وسجل وزنه وليكن.... . | |
| 5 | ضع ماء دافئاً في كأس ثم سجل درجة حرارته وسجل وزنة وليكن ..... |  |
| 6 | خذ قطعاً من الجليد وليكن وزنها (15 g) تقريبا. | |
| 7 | ضع الماء الدافيء مع قطع الثلج في القدح المصنوع من البوليستايرين وانتظر لحين ذوبان الجليد . | |

| | | |
|---|---|---|
| 8 | سجل درجة حرارة الماء مع الجليد الذائب الموجودين في القدح وليكن $T_2$. | |
| 9 | نظم جدولا بالنتائج التي حصلت عليها كما في النموذج الاتي :<br><br>واحسب الحرارة الكامنة للانصهار على وفق الخطوات الاتية :<br><br>$\mathbf{Q_1 = M \times C \times \Delta T}$ | |

**الاسئلة**

س1 : عرف الحرارة الكامنة للانصهار؟

س2 : ما القانون العام لحساب الحرارة الكامنة للانصهار ؟

س3 : احسب كمية الحرارة اللازمة لتحويل قطعة من الجليد كتلته 25 gm بدرجة 0 °C علما بأن الحرارة الكامنة لانصهار الجليد 335 J.

س4 : عدد الأخطاء المحتمل وقوعها أثناء تنفيذ خطوات التجربة ؟

س5 : ماذا يمثل انصهار الجليد, عندما يتحول الجليد من الصلب إلى سائل؟

## 9-2 اسم التجربة : تجربة تعيين الحرارة النوعية لجسم صلب

### 1-9-2الهدف

تمكين الطالب من إتقان الخطوات العملية لتجربة تعيين الحرارة النوعية لجسم صلب بوصفها خاصية فيزيائية تؤثر في اختيار نوع المعدن الذي تصنع منه انابيب المبادلات الحرارية وأجزاء المفاعلات, والانابيب, والخزانات وألابراج في مصافي النفط، وتحقيق النتائج بما يعزز المفهوم النظري للتجربة .

### 2-9-2 النظرية

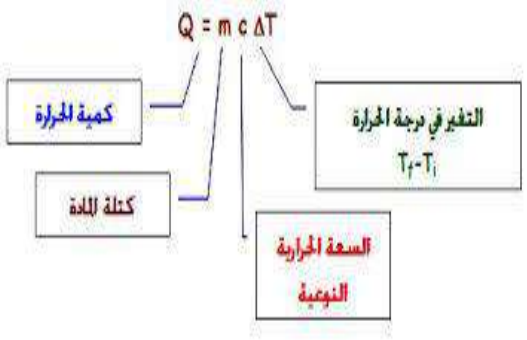
تُعرف الحرارة النوعية على انها الحرارة المطلوبة لرفع درجة حرارة واحدة غرام من المادة درجة مئوية واحدة.

**الحرارية النوعية** : لكي ترتفع درجة حرارة الجسم، فأن ذلك يستوجب زيادة الطاقة الحرارية لجزيئاته، ويمكن تحقيق ذلك بالسماح للحرارة بأن تنساب إلى هذا الجسم من جسم آخر أكثر سخونة. وبالمثل، إذا أردنا تبريد جسم ما فإننا نستطيع ذلك بالسماح للحرارة بأن تنساب من هذا الجسم إلى جسم آخر أكثر برودة. ولكي يمكننا وصف عمليات التسخين والتبريد هذه وصفاً كمياً يجب معرفة كمية الحرارة اللازمة لتغيير درجة حرارة الجسم.

وسبب اختلاف الحرارة النوعية من مادة إلى أخرى يعود إلى مدى تراص وترابط ذرات المادة ومن ثم قدرتها على توصيل الحرارة. فعلى سبيل المثال: ذرات الحديد تكون متراصة تراصاً جيداً بحيث عند تسخينه تنتقل الحرارة بين أجزائه بسرعة ومن ثم ترتفع درجة حرارته بسرعة أيضاً، أما في حالة الماء فان جزيئات الماء ليست مترابطة بنفس الشدة ولا هي متراصة بل تتحرك بحرية كبيرة لذلك يكون توصيل الحرارة فيما بينها أضعف وتحتاج إلى قدر أكبر من الحرارة.

فإذا أخذنا كتلتين متساويتين من الماء والزيت وقمنا بتسخينهما لمدة متساوية بنفس اللهب فإننا نلاحظ بعد فترة أن درجة الحرارة الماء تكون أقل بكثير من درجة حرارة الزيت وهذا يعنى أن للماء سعة حرارية أكبر من السعة الحرارية للزيت. ولذلك نقول أن الحرارة النوعية للماء أكبر من الحرارة النوعية للزيت. وتُعرف كمية الحرارة التي يجب أن تنساب من وحدة الكتلة من المادة حتى تتغير درجة حرارتها بمقدار درجة واحدة باسم الحرارية النوعية للمادة. وبناء على ذلك، عندما تنتقل كمية من الحرارة Q إلى كتلة قدرها m من المادة، سوف ترتفع درجة حرارة هذه الكتلة بمقدار ما، وليكن $\Delta T$. ومن التعريف يمكن كتابة قانون انتقال الحرارة الاتي :

$$Q = m\,C\,\Delta T$$



**Q** = كمية الحرارة.

**C** = السعة الحرارية النوعية .

**M** = كتلة المادة .

**ΔT**= التغير في درجة الحرارة $T_2 - T_1$

ويمكننا أن نرى من التعريف أن وحدات الحرارية النوعية هي J/kg. ℃، وتستخدم الوحدات cal/g. ℃ .

وتعنى الإشارة الموجبة للكمية Q أن الحرارة تضاف إلى المادة، اما إذا كانت Q سالبة فذلك يعني أن المادة تلفظ الحرارة خارجها. اما الرمز ΔT فيمثل التغير في درجة الحرارة نتيجة للانتقال الحراري.

ويتضمن الجدول رقم (1) قيم الحرارة النوعية c النموذجية لبعض المواد. لاحظ أن c =1.000 cal/g. ℃ في حالة الماء. أن الحرارية النوعية تتغير تغيراً طفيفاً مع درجة الحرارة، ولكن يمكن عَدُّ أن القيم المعطاة بالجدول ثابتة بالقرب من درجة حرارة الغرفة. ويلاحظ أنه إذا كانت قيمة c كبيرة فذلك يعني أن المادة تحتاج إلى كمية كبيرة نسبياً من الحرارة لكل غرام كي تتغير درجة حرارتها بمقدار معين. كذلك فإن صغر قيمة c يعني أن درجة حرارة المادة T تتغير بمقدار كبير عندما تمتص المادة كميات صغيرة نسبياً من الحرارة.

**جدول رقم 1 السعة الحرارية لبعض المواد**

| المادة | c ( cal/g. ℃ ) | c (J / kg. ℃) |
|---|---|---|
| ماء | 1.000 | 4184 |
| جسم الإنسان | 0.83 | 3470 |
| كحول أثيلي ( إيثانول) | 0.55 | 2300 |
| بارافين | 0.51 | 2100 |
| ثلج ( 0 $^{o}$C ) | 0.50 | 2100 |
| بخار ( 100 $^{o}$C) | 0.46 | 1920 |
| ألمنيوم | 0.21 | 880 |
| زجاج | 0.15 | 600 |
| حديد | 0.11 | 460 |
| نحاس | 0.093 | 390 |
| زئبق | 0.033 | 140 |
| رصاص | 0.031 | 130 |

### 3-9-2 الأدوات المستعملة

1 – كأس زجاجي عدد 2 .
2 – مخبار مدرج عدد 2 .
3 – محرار .
4 – ماسك .
5 – كرة فلزية (يمكن استعمال أي شكل اخر غير الكرة).
6 – قدح بوليستايرين.
7 – ميزان حساس.
8 – سخان .

### 4-9-2 المواد المستخدمة

ماء مقطر .

### 5-9-2خطوات العمل

1 – ضع 150 ml من الماء المقطر في كأس زجاجي ثم ضع الكأس على السخان الكهربائي، كما في الشكل (2-31) و (2-32).

شكل (2-31)

شكل (2-32)

2– زن الكرة الفلزية باستخدام ميزان حساس ثم سجل وزنها، كما في الشكل (2-33).

شكل(2-33)

3– امسك قطعة الفلز بحذر بالملقط وضعها في الكأس التي على السخان، كما في الشكل (2-34).

شكل (2-34)

4– ضع 90 ml من الماء المقطر في كأس البوليستايرين وضعه في الكأس الزجاجي، كما في الشكل (2-35) والشكل (2-36).

شكل(2-35)  شكل(2-36)

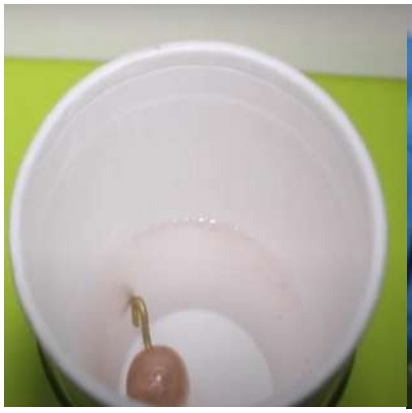
5– سجل درجة حرارة الماء باستعمال المحرار, كما في الشكل (2-37).

شكل (2-37)

6– عندما يبدأ الماء الموجود في الكأس التي على السخان الكهربائي في الغليان، سجل درجة الحرارة الأولية للفلز,كما في الشكل (2-38).

شكل (2-38)

7– امسك قطعة الفلز الساخنة بحذر باستعمال الملقط وضعها في الماء البارد الموجود في كأس البوليستايرين، كما في الشكل (2-39) والشكل (2-40).



شكل(2-40)

شكل (2-39)

8– حرك الماء في الكأس وسجل أعلى درجة حرارة يصل إليها بعد إضافة الفلز كما في الشكل (2-41).

شكل (2-42)

## الحسابات

القراءات المثبتة في الجداول تخص هذه التجربة وهي تمثل نموذجاً يمكن اعتماده في إجراء التجربة في ظروف مختلفة .

### جدول معلومات الماء

| | |
|---|---|
| درجة الحرارة الأولية $T_i$ | 20 °C |
| درجة الحرارة النهائية $T_f$ | 22 °C |
| التغير في درجة الحرارة $\Delta T$ | 22 – 20 = 2 °C |
| الوزن | 90 g |

### جدول معلومات الفلز

| | |
|---|---|
| درجة الحرارة الأولية $T_i$ | 95 °C |
| درجة الحرارة النهائية $T_f$ | 22 °C |
| التغير في درجة الحرارة $\Delta T$ | 95 – 22 = - 73 °C |
| الوزن | 27.30 g |

أولا – حساب كمية الحرارة التي اكتسبها الماء

الحرارة النوعية للماء 4.184 J/g. °C

$$Q = C \times m \times \Delta T$$

$$= 4.184 \times 90 \times 2$$

$$= 753.12 \text{ J}$$

Q (كمية الحرارة التي يفقدها الفلز) = Q (كمية الحرارة التي اكتسبها الماء)

الفلز Q = - 753.12 J

الفلز C = Q / m $\Delta$T = -753.12 / 30.27 × (-73) = **0.34 J / g.°C**

## 6-9-2 بطاقة التمارين

**اسم التمرين: تعين الحرارة النوعية لجسم صلب**

**اولا : الاهداف التعليمية**

بعد الانتهاء من إجراء التجربة يكون الطالب قادراً على تعيين الحرارة النوعية لجسم صلب عمليا في المختبر .

**ثانياً: التسهيلات التعليمية**

1 – كأس زجاجي عدد 2 . 2- مخبار مدرج عدد 2. 3- محرار. 4- ماسك. 5- كرة فلزية (يمكن استعمال أي شكل اخر غير الكرة). 6- قدح بوليستايرين . 7- ميزان حساس . 8- سخان. 9– ماء مقطر .

**ثالثا : خطوات العمل(النقاط الحاكمة, معيار الأداء, الرسومات)**

| ت | خطوات العمل , النقاط الحاكمة, معيار الاداء | الرسومات |
|---|---|---|
| 1 | ارتد بدلة العمل (الصدرية) ثم اغسل الأدوات المطلوبة والجهاز وضعها جانبا. | |
| 2 | ضع 150 ml من الماء المقطر في كأس زجاجي ثم ضع الكأس على السخان الكهربائي. | <br> |
| 3 | زن الكرة الفلزية باستخدام ميزان حساس . | |

| | | |
|---|---|---|
| **4** | امسك قطعة الفلز بحذر بالملقط وضعها في الكأس التي على السخان . | |
| 5 | ضع 90 ml من الماء المقطر في كأس البوليستايرين وضعه في الكأس الزجاجي .<br><br>باستخدام المحرار | |
| 6 | سجل درجة حرارة الماء. | |
| 7 | عندما يبدأ الماء الموجود في الكأس التي على السخان الكهربائي في الغليان، سجل درجة الحرارة الأولية للفلز. | |
| 8 | امسك قطعة الفلز الساخنة بحذر باستخدام الملقط وضعها في الماء البارد الموجود في كأس البوليستايرين. | |

| | | |
|---|---|---|
| 9 | حرك الماء في الكأس وسجل أعلى درجة حرارة يصل اليها بعد إضافة الفلز . | |

**الاسئلة**

س 1 : اذكر القانون الرياضي لحساب الحرارة النوعية.

س 2 : اذكر الاحتياطات الواجب اتخاذها عند إجراء التجربة.

س 3 : ما الأخطاء المحتملة اثناء تنفيذ خطوات التجربة ؟

س 4 : ما مقدار الطاقة الحرارية اللازمة لرفع درجة حرارة 3 kg من الالمنيوم من 15 °C إلى 25°C ، علما بان الحرارة النوعية للالمنيوم 900 J / kg . °C ؟

س 5 : لماذا يستخدم قدح مصنوع من البوليستايرين في التجربة ؟

## 10-2 اسم التجربة : تجربة تعيين معامل التمدد الطولي الحراري

### 1-10-2 الهدف

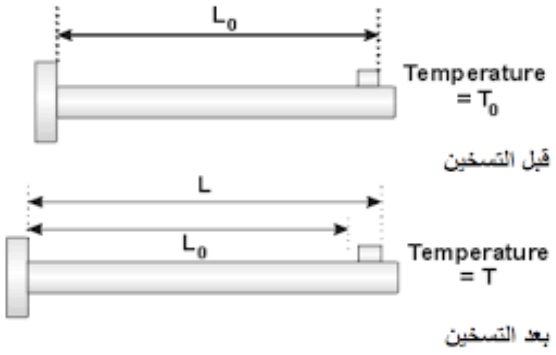
تمكين الطالب من إتقان الخطوات العملية لتجربة تعيين معامل التمدد الطولي لقضبان معدنية وتحقيق النتائج بما يعزز المفهوم النظري للتجربة المتمثل بأهمية معرفة معامل التمدد لكل معدن, أذْ إنَ الاختلاف في معامل التمدد لأنابيب المبادلات الحرارية المستعملة في مصافي النفط باختلاف درجات الحرارة يؤدي إلى خلع الأنابيب من أماكن تثبيتها. وإنْ التمدد الحراري له دور كبير في حماية الاسلاك الكهربائي وقضبان السكك الحديدية إذ إن تمددها يؤدي إلى إبعاد المخاطر بعد ترك المسافات الكافية للتمدد.

### 2-10-2 النظرية

يحدث التمدد في كافة أبعاد الجسم: الطول والعرض والسمك، وتكون نسبة الزيادة حسب الابعاد الهندسية للمادة ومقدار الزيادة يتناسب طردياً مع الطول الأصلي، لذا تكون الزيادة في الطول اكثر منها في العرض أو السمك.

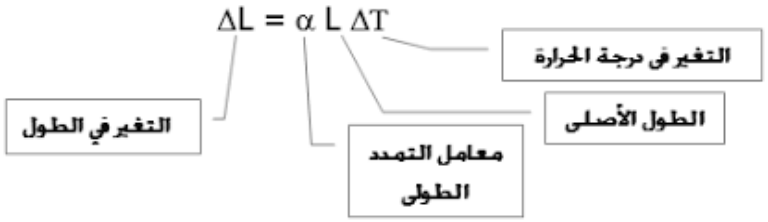
عند عدّ الجسم الصلب هو سلك معدني، ومع ارتفاع في درجة الحرارة يتزايد طول هذا السلك.

ليكن $L_0$ هو طول السلك عند درجة حرارة مقدارها $T_0$ ، وبعد تسخين السلك إلى درجة الحرارة T يصبح طوله L ، أي يتغير طوله بمقدار $\Delta L$ الذي يمثل مقدار تمدد السلك، كما في الشكل (2-43).




شكل (2-43) مخطط يبين عملية التمدد الطولي

لقد اثبتت التجارب أن التغير في الطول $\Delta L$ يتناسب طرديا مع التغير في درجة الحرارة $\Delta T$ ومع الطول الأصلي $L_0$ ، وعليه فان معادلة حساب معامل التمدد الطولي بالحرارة كما يأتي :




أذْ إن :

$\Delta L$= التغير في الطول cm .
$\Delta T$= التغير في درجة الحرارة °C .
$L_0$= الطول الأصلي cm .
A= معامل التمدد الطولي $1 - °C$ .

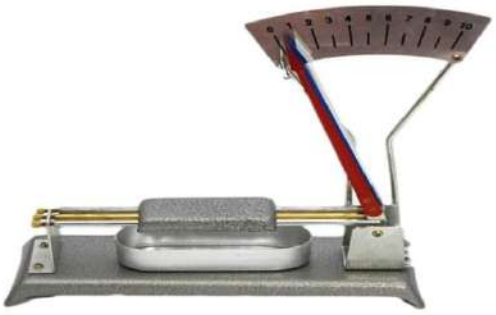
إن وحدة قياس معامل التمدد الطولي ( α ) هي مقلوب درجة الحرارة ( 1 /degree )، مثلا C 1 /°C . تتمدد جميع المواد بالحرارة، ولكل مادة معامل تمدد خاص بها، ويتوقف معامل التمدد الطولي على العوامل الاتية :

1 – الطول الأصلي للجسم.
2 – مقدار الارتفاع في درجة حرارة الجسم.
3 – نوع مادة الجسم.

## 3-10-2 الأدوات والأجهزة المستعملة

1- جهاز معامل التمدد الطولي.
2- قضبان معدنية مختلفة (نحاس، وألمنيوم، وحديد).
3- مصدر تسخين.

الشكل (2-44) يبين جهاز معامل التمدد الطولي وتظهر فيه القضبان المعدنية وهي مثبتة من طرف, أما الطرف الأخر فيكون سائباً يملامس المؤشر, تتمدد القضبان عند التسخين وعندما تتمدد يندفع المؤشر ويسجل مقدار الزيادة الحاصلة.



شكل (2-44) جهاز معامل التمدد الطولي

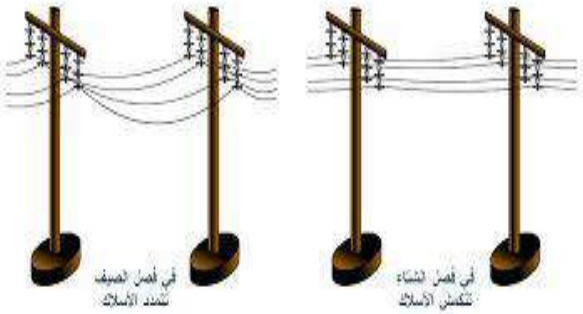
## 4-10-2 أجزاء جهاز معامل التمدد الطولي ومكوناتة

1- يتكون الجهاز من قاعدة معدنية مثبت عليها ذراع افقي أعلى القاعدة، وما بين القاعدة والذراع مكان مخصص لوضع مصدر حراري للتسخين يتخلله مجال لتحريك المصدر أسفل القضبان المعدنية المراد تعين معامل تمددها انظر إلى الشكل (2-45).

2- عند عملية القياس يثبت القضيب المعدني من طرف بلولب يمنعه من الحركة ومن الطرف الثاني يُترك سائب يلامس المؤشر عند نقطة الصفر، ففي حالة تسخينه يتمدد القضيب المعدني ويندفع الطرف السائب مما يؤدي إلى دفع المؤشر ويقيس مقدار الزيادة الحاصلة التي تضاف إلى الطول الأصلي.

الشكل (2-45) يوضح سكة القطار عندما لا يوجد فواصل كيف تتقوس أما الشكل (2-46) يبين أسلاك الكهرباء لنفس الأعمدة صيفا وشتاءا".

شكل (2-45) الالتواء في سكة القطار



شكل(2-46) ظاهرة تمدد الاسلاك صيفا

### 2-10-5 خطوات العمل

1- ضع الجهاز على سطح مستوي وثابت في مكان آمن.
2- ثبت القضيب المعدني المراد تعيين معامل تمدده في الجهاز واترك الطرف الأخر يلامس المؤشر عند نقطة الصفر.
3- قِس طول القضيب المعدني قبل عملية التسخين وليكن L.
4- أوقد شعلة مسخن الجهاز وراقب حركة المؤشر ولوحة التدريج.
5- تابع حركة المؤشر إلى أن يثبت لمدة 3 دقيقة من غير زيادة، وسجل مقدار الزيادة (التمدد)، ثم أضفها إلى الطول الأصلي, وهذا يمثل $L_1$ ثم أبعد اللهب.
6- سجل درجة حرارة القضيب المعدني بمحرار وهذا يمثل $t_1$.
7- سجل درجة حرارة المختبر وهذه تمثل t, الحرارة الابتدائية.

من النتائج التي حصلت عليها طبق القانون بالتعويض وأكمل الحسابات، ستحصل على معامل التمدد الطولي لهذا المعدن.

$$\Delta L=\alpha L_1(\Delta t)$$

$$\alpha = \frac{\Delta L}{L1(\Delta t)}$$

أذً أن :

**$\alpha$ = معامل التمدد الطولي .**
**L = طول القضيب المعدني .**
**$L_1$= طول القضيب بعد التمدد .**
**t = درجة حرارة المختبر .**
**$t_1$ = درجة حرارة القضيب المسخن .**

### 2-10-6 مثال:

في تجربة لقياس معامل التمدد الطولي لقضيب من الالمنيوم في جهاز معامل التمدد الطولي, وجدأان طول القضيب الاصلي قبل التسخين 80 cm وعندما سخن إلى درجة 100° تمدد وثبت المؤشر عند 0.7 cm (يعني اصبح طوله 80.7 cm) علما أن درجة حرارة المختبر تساوي 25° اثناء التجربة ؟

$$\alpha = \frac{\Delta L}{L1(\Delta t)}$$

$$\alpha = \frac{(80.7-80)}{80.7(100-25)}$$

$$\alpha = \frac{0.7}{80.7(100-25)}$$

$$\alpha = \frac{0.7}{80.7(75)}$$

$\alpha$ =0.7/6052.5

$\alpha$ =0.00011565 معامل التمدد الطولي للألمنيوم

## 7-10-2 بطاقة التمارين

**اسم التمرين : تعين معامل التمدد الطولي**

**اولا : الاهداف التعليمية**

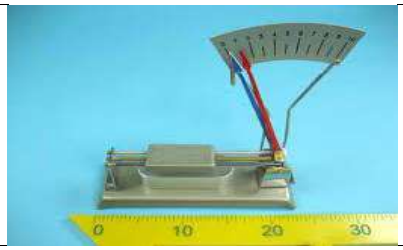
بعد الانتهاء من إجراء التمرين يكون الطالب قادراً على تعيين معامل التمدد الطولي والقياس لأنواع مختلفة من القضبان المعدنية عملياً في المختبر.

**ثانياً: التسهيلات التعليمية**

1- جهاز قياس معامل التمدد الطولي.
2- قضبان معدنية مختلفة (نحاس، أو ألمنيوم، أوحديد).
3- مصدر تسخين.

**ثالثا :(النقاط الحاكمة، ومعيار الأداء، والرسومات)**

| ت | خطوات العمل مع النقاط الحاكمة | الرسومات |
|---|---|---|
| 1 | ارتد بدلة العمل( الصدرية ) ثم نظف الجهاز ولاحظ الوقود ثم نظف القضبان المعدنية المراد قياس معامل التمدد لها. | |
| 2 | ضع الجهاز على سطح مستوي ثابت وفي مكان آمن. | |

| | | |
|---|---|---|
| 3 | ثبت القضيب المعدني المراد تعيين معامل تمدده في الجهاز واترك الطرف الأخر يلامس المؤشر عند نقطة الصفر. | |
| 4 | قِس طول القضيب المعدني قبل عملية التسخين وليكن L. |  |
| 5 | أوقد شعلة مسخن الجهاز وراقب حركة المؤشر ولوحة التدريج | |
| 6 | تابع حركة المؤشر إلى أن يثبت لمدة 3 دقيقة من دون زيادة .سجل مقدار التمدد ،ثم أضفها إلى الطول الأصلي وهذا يمثل $L_1$ ثم أبعد اللهب. | |
| 7 | سجل درجة حرارة القضيب المعدني بمحرار وهذا يمثل $t_1$. | |
| 8 | سجل درجة حرارة المختبر وهذه تمثل t الحرارة الابتدائية. | |

**الاسئلة**

س 1 :ما الأدوات والأجهزة المستعملة؟ وهل لمعامل التمدد فائدة في حياتنا اليومية ؟

س 2 : اذكر قانون معامل التمدد الطولي؟

س 3: ما الهدف من تعيين معامل التمدد الطولي؟

س 4 :عدد أجزاء ومكونات جهاز معامل التمدد الطولي ؟

س 5 :ما التطبيقات العلمية والهندسية لمعامل التمدد الطولي ؟

س 6 : اذكر احتمالات الخطأ اثناء تنفيذ خطوات العمل.

## 11-2 اسم التجربة : قياس ضغط الغازات بواسطة المانوميتر

### 1-11-2 الهدف

تمكين الطالب من إتقان الخطوات العملية لتجربة المانوميتر لقياس ضغط الغازات وتحقيق النتائج بما يعزز المفهوم النظري للتجربة المتمثل بمعرفة الضغط وانواعه واهمية قياسه للغازات لمعرفة الضرر الناتج من زيادة الضغط أو المشاكل الناتجة من انخفاض الضغط في العمليات الانتاجية وخاصة عمليات التقطير والامتصاص والاستخلاص وعمليات النقل والخزن للنفط الخام والمشتقات النفطية والغاز.

### 2-11-2 النظرية

الغاز هو أحد حالات المادّة الثلاث ويتميّز بقابليته على السريان وتغيير شكله حسب المكان الذي يوضع فيه، وعلى عكس السوائل فإنّ حجم الغازات غير ثابت وتختلف الغازات عن بعضها بعض بالكثافة، واللزوجة، والكتلة، إذ أنّ لكل غاز خصائص تميّزه عن غيره .

إن للغازات ضغط معين سواء كان الغاز مضغوطا أو غير مضغوط ويُمكن تفسير مفهوم ضغط الغاز بانه متوسّط القوّة المسلطة عموديا على وحدة المساحة ويُعبر عنه رياضيا بالتعبير الآتي :

$$P = \frac{F}{A}$$

إذ أن ( P) هو الضغط و (F) هي القوة و (A) هي المساحة

ويقاس الضغط بوحدات الباسكال (Pa) $kg/cm^2$ - البار (bar) - الجو (atmo) - ملم زئبق (mm Hg) وإن أكثر الوحدات المستخدمة لقياس ضغط الغاز هي البار (bar) ويمكن تحويل قيمة الضغط من وحدة إلى أخرى .

يتاثر ضغط الغاز بعوامل عدة هي :

1- **حجم الغاز** يتناسب ضغط الغاز تناسباً عكسياً مع حجم الغاز, و كلّما زاد حجم الغاز قلّ ضغطه, وذلك نتيجةً لزيادة المسافة بين الجزيئات على وحدة السطح .
2- **حجم الحيز** يتناسب ضغط الغاز تناسباً عكسياً مع الحيز, و كلّما كان حجم الحيز أصغر كان ضغط الغاز أكبر .
3- **درجة الحرارة :** تناسب درجة حرارة الغاز تناسباً طردياً مع ضغط الغاز, وذلك نتيجة لتمدد الغاز.

### 3-11-2 انواع الضغط:

**1- الضغط الجوي** وهو الضغط الناتج من وزن كتلة الهواء المحيط بالارض, وتختلف قيمته بحسب ارتفاع المنطقة عن سطح الأرض، إذ يقل الضغط كلما ارتفعنا عن مستوى سطح البحر ودرجة الحرارة، حيث يزداد الضغط في المناطق الحارة , ويقل في المناطق الباردة ,علماً أن القيمة الثابتة عند مستوى سطح البحر(101.3 Kpa - 760 mmHg - 1 atm - 1 bar)

**2- الضغط القياسي :**وهو الضغط الناتج عن المائع (سائل أو غاز) المحصور في حيز مغلق كالخزانات ويمكن قراءته بواسطة أجهزة قياس الضغط .

**3- الضغط الفراغ** : هو الضغط المسلط على المائع ويكون أقل من الضغط الجوي ونحصول عليه بواسطة مضخات خاصة .

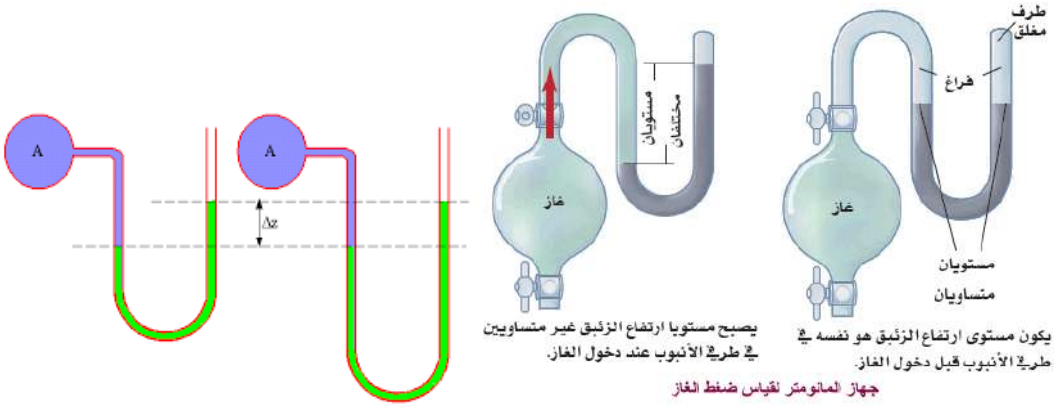
**4- الضغط المطلق :** وهو مجموع الضغط المسلط من المائع وضغط المحيط ويمكن حساب قيمته من حاصل جمع الضغط الجوي والضغط القياسي وتكون قيمته أعلى من الضغط الجوي أما في حالة التفريغ فتطرح قيمة الضغط القياسي من الضغط الجوي وبذلك يكون مقداره أقل من الضغط الجوي

**الضغط المطلق = الضغط الجوي + الضغط القياسي**

**الضغط المطلق = الضغط الجوي - الضغط الفراغي**

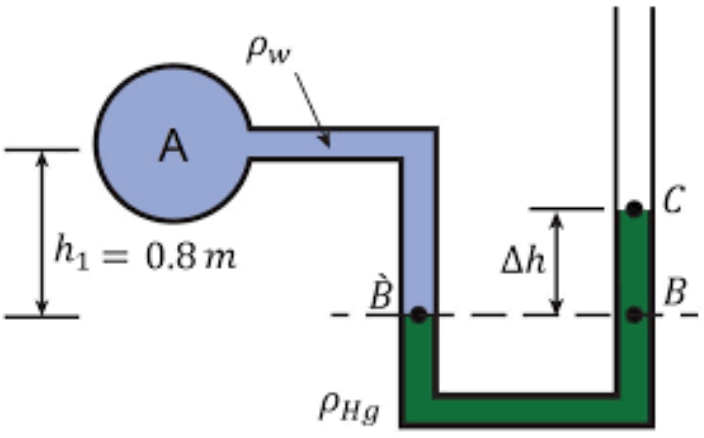
**ويمكن قياس ضغط الغازات بمقاييس عدة, مثل جهاز بوردن، وجهاز الانارويد وجهاز المانوميتر**

**المانوميتر :** وهو عبارة عن انبوب زجاجي على شكل حرف **U** مفتوح من الطرفين يحتوي بداخله على سائل ذي كثافة عالية مثل الزئبق يخضع كل من طرفيه إلى ضغط معين وباجراء موازنة الضغط بين الذراعين يمكن تحديد فرق الضغط واحتساب الضغط المطلوب . كما مبين في الشكل (2-47)



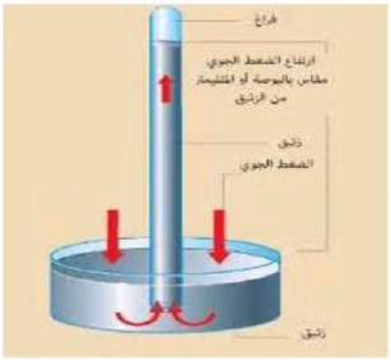

**شكل (2-47) جهاز المانوميتر**

ويُربط المانوميتر بالخزان أو قنينة الغاز، كما مبين في الشكل (2-48) ادناه




**شكل (2-48) طريقة ربط المانوميتر بخزان يحتوي على غاز مضغوط**

ويربط المانوميتر في الكثير من التطبيقات بالأنابيب الناقلة للغازات لقياس ضغطها، كما في الشكل (2-49) أدناه.



البارومیتر

المانومیتر

**شكل (2-49) ربط المانوميتر بأنبوب غاز مضغوط والبارومیتر مغمور بالسائل**

### 2-11-4 حساب ضغط الغاز :

يحسب ضغط الغاز عند استعمال جهاز المانوميتر عن طريق موازنة الضغط على طرفي المانوميتر كما في المعادلة الآتية:

$$P_A = (pHg)hg + P_0$$

إذ أن :

$P_A$ : ضغط الغاز

pHg: كثافة الزئبق

h: الارتفاع ( الفرق في ارتفاع الزئبق على طرفي المانوميتر)

G : التعجيل الأرضي

$P_0$ : الضغط الجوي

### 2-11-5 الأدوات والمواد المستعملة

1- جهاز مانوميتر .

2- خزان أو قنينة مزودة بصمام تحتوي على غاز مضغوط .

3- وصلات لربط المانوميتر بالقنينة .

### 2-11-6 خطوات العمل

1- ارتد بدلة العمل والقفازات المناسبة .

2- اربط جهاز المانوميتر مع الخزان المراد قياس ضغط الغاز فيه ربطا جيدا بواسطة الوصلات المناسبة، كما في الشكل (2-49) .

3- افتح صمام الغاز الموجود في الخزان .

4- تاكد من عدم وجود أي تسريب للغاز من الوصلات التي رُبطت.

5- سجل قياس الفرق في الارتفاع بين ذراعي المانوميتر وهذا الارتفاع يمثل قيمة ( h ) .

6- احسب ضغط الغاز ( $P_A$) بتطبيق المعادلة .

$$P_A = (pHg)hg + P_0$$

### 7-11-2 مثال:

احسب ضغط الغاز في خزان مربوط به جهاز مانوميتر إذا علمت أن الفرق في الارتفاع بين طرفي المانوميتر هو (10 cm) وكان السائل المستخدم في المانوميتر هو الزئبق كثافة الزئبق ( $13600\ kg/m^3$ ) ؟

الحل :

$P_A = (p\ Hg)\ h\ g + P_0$

$P_A = (13600 \times 10/100 \times 9.81) + 101.3 \times 1000$

$P_A = 114641.6\ pa$

$P_A = 114.642\ kpa$

### 8-11-2 بطاقة التمارين

**اسم التمرين : قياس ضغط الغازات بواسطة المانوميتر**

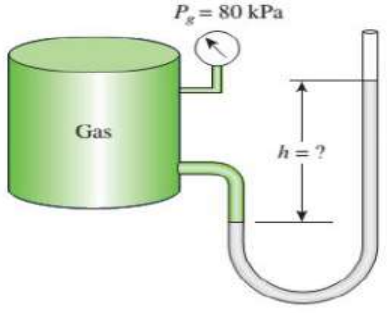
**اولا :الاهداف التعليمية**

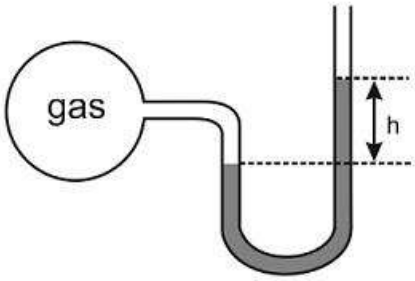
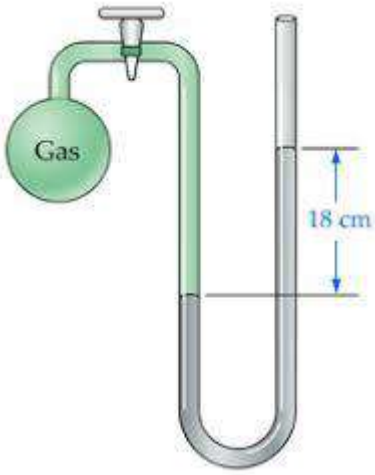
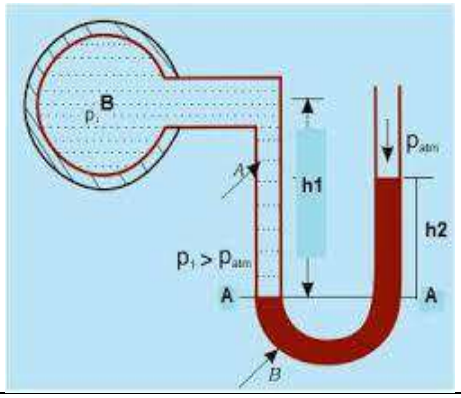
بعد الانتهاء من إجراء التمرين يكون الطالب قادرا على تعيين ضغط الغازات وقياسها بواسطة المانوميتر.

**ثانيا : التسهيلات التعليمية ( مواد، وعُدد، وأجهزة )**

1 - جهاز مانوميتر 2 - خزان أو قنينة مزودة بصمام تحتوي على غاز مضغوط 3 - وصلات لربط المانوميتر بقنينة الغاز المضغوط .

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

| ت | خطوات العمل، ومعيار الاداء ، والنقاط الحاكمة | الرسومات |
|---|---|---|
| 1 | ارتد بدلة العمل (الصدرية ) ثم حضر الجهاز والأدوات والمواد المطلوبة لإجراء التجربة. | |
| 2 | اربط جهاز المانوميتر مع الخزان المراد قياس ضغط الغاز فيه ربطا جيدا بواسطة الوصلات المناسبة وسجل درجة المانوميتر الأولى . |  |

| | | |
|---|---|---|
| 3 | افتح صمام الغاز الموجود في الخزان وتاكد من عدم وجود أي تسريب للغاز من الوصلات التي رُبطت. |  |
| 4 | سجل قياس الفرق في الارتفاع بين ذراعي المانوميتر وهذا الارتفاع يمثل قيمة (h) . |  |
| 5 | احسب ضغط الغاز ( $P_A$) بتطبيق المعادلة.<br>$P_A = (p\ Hg)\ h\ g + P_0$ |  |

**الاسئلة**

س1 : كيف يمكن الحصول على الضغط الفراغي ؟ وضح ذلك ؟
س2 : ما العوامل المؤثرة على ضغط الغاز؟ وكيف يكون تاثيرها؟
س3 : لماذا نستخدم كثافة الزئبق في معادلة حساب الضغط وليس كثافة الغاز؟
س4 : ما العوامل المؤثرة على الضغط الجوي ؟
س5 : هل يوجد أنواع أخرى للمانوميتر ؟ ابحث عن ذلك ؟
س6 : اذكر الأخطاء المحتملة أثناء تنفيذ خطوات التجربة .

## 12-2 اسم التجربة: تحقيق قاعدة ارخميدس

### 1-12-2 الهدف

لتمكين الطالب من إتقان الخطوات العملية لتجربة ارخميدس وتحقيق النتائج بما يعزز المفهوم النظري للتجربة المتمثل بأهمية قاعدة ارخميدس في التطبيقات العلمية والعملية والاستخدامات العظيمة لها في البحار وفي التطبيقات الصناعية من رافعات ومكابس وغيرها.

### 2-12-2 النظرية

ينص مبدأ ارخميدس على أن الجسم المغمور كلياً أو جزئياً في مائع سائل أو غاز يكون مدفوعاً بقوة إلى أعلى، ومقدار هذه القوة يساوي وزن المائع الذي يزيحه الجسم . و تعرف قوة الطفو على أنها قوة دفع السائل للاجسام المغمورة فيه كليا أو جزئيا وتتجه شاقوليا نحو الاعلى .

**قوة الطفو = الوزن الحقيقي (خارج الماء) – الوزن الظاهري (داخل الماء)**

يمكن التعبير رياضيا عن قاعدة ارخميدس من موازنة القوى المؤثرة على جسم اسطواني منتظم طوله (L) ومساحة مقطعه العرضي (A) مغمور كليا في الماء وكثافة الماء (ρ) بصورة عمودية وارتفاع السائل فوق الجسم المغمور هو (h)، كما موضح في الشكل (2-50) .

القوة = الضغط × العمق × التعجيل

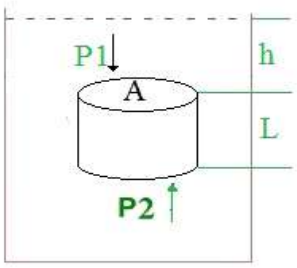
L= ارتفاع الصندوق

F= القوة

P= ضغط السائل

g= تسارع الجاذبية الأرضية

V= حجم السائل المزاح




**الشكل (2-50)**

فتكون القوى المؤثرة على الجسم :

اولا : قوة تؤثر على السطح العلوي من الجسم ($F_1$) رأسية إلى أسفل كما في المعادلة التالية:

$$F_1 = P_1A = (P_a + \rho gh)A \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots(1)$$

ثانيا: قوة تؤثر على السطح السفلي من الجسم ($F_2$) رأسية إلى الاعلى كما في المعادلة التالية:

$$F_2 = P_2A = (P_a + \rho g(h + L))A$$

$$F_2 = P_aA + \rho ghA + \rho gLA\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots(2)$$

بطرح المعادلة (1) من (2) نحصل على محصلة القوتين $F_2$ ، $F_1$

$$F_2 - F_1 = \rho gLA\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots(3)$$

ويكون اتجاه المحصلة إلى أعلى وهي ما يدعى بقوة الطفو $F_B$

وباعتبار المقدار (LA) يساوي حجم الجسم (V) وعليه فإن :

$$F_B = \rho g V \ldots\ldots(4)$$

حيث إن :

P: قوة الطفو
ρ: كثافة السائل
g: تسارع التعجيل الأرضي
V: حجم السائل المزاح

نستنتج بأنه يكون هناك ثلاث حالات للجسم الموجود في السائل:

1. إذا كانت كثافة الجسم أكبر من كثافة السائل $(\rho < \rho_0)$ فإن الجسم يغوص إلى الاسفل.
2. إذا كانت كثافة الجسم تساوي كثافة السائل $(\rho = \rho_0)$ فإن الجسم يبقى معلقاً في السائل.
3. إذا كانت كثافة الجسم أقل من كثافة السائل $(\rho > \rho_0)$ فإن الجسم يطفو على سطح السائل.

حيث $(\rho)$ هي كثافة السائل و $(\rho_0)$ هي كثافة الجسم .

## 2-12-3 تطبيقات قاعدة ارخميدس

### 1 - السفينة :

كيف تطفو السفينة على سطح الماء وهي مصنوعة من الفولاذ في حين يغوص مسمار؟
تحوي السفينة تجويفاً كبيرا ولذلك يكبر الحجم وتقل الكثافة وتكون هذه الكثافة أقل من كثافة الماء وتطبيقاً لقاعدة أرخميدس فإنها تطفو فوق سطح الماء.

### 2- الغواصة :

تحتوي الغواصات خزانات كبيرة يُدخل الماء إليها أو يُخرج منها وإذا أرادت الغواصة أن تهبط إلى الإعماق تملأ الخزانات بالماء بحيث تزداد كثافة الغواصة لتصبح أكبر من كثافة الماء وإذا أرادت أن ترتفع للأعلى تقوم بتفريغ الخزانات، وعندما تعلق في الماء تتساوى كثافة الغواصة مع كثافة الماء.

### 3- (المكثاف ) الهيدروميتر:

أداة تستخدم لقياس كثافة السوائل، هو عبارة عن أنبوب زجاجي في نهايته انتفاخ يحوي قطع من مادة الرصاص أو معدن اخر وتكون على شكل كرات صغيرة الحجم وهو يطفو في السائل و مدرج من الاعلى لقياس كثافة السوائل، فكلما كانت كثافة السائل أقل نزل أوغُمر الهيدروميتر في السائل أكثر.

## 2-12-4 الأدوات والمواد المستعملة

1- قبان حلزوني.
2- حامل حديدي .
3- دورق فيض شكل (2-51).
4- دوارق زجاجية.
5- أسطوانة مدرجة.

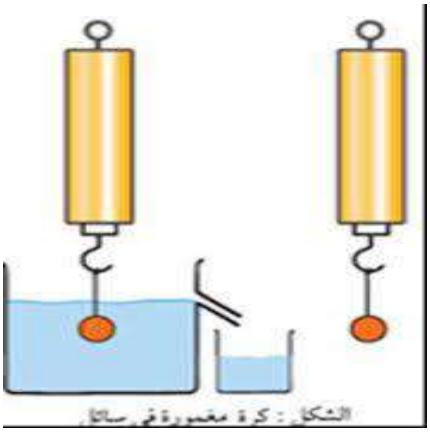
6- ميزان حساس.
7- خيوط لتعليق الأجسام الصلبة.
8- اجسام صلبة مختلفة الكثافة ( نحاس ، وحديد ، والمنيوم و خشب) .

يمكن حساب واثبات قاعدة ارخميدس للاجسام المغمورة بطرقتين :

**اولاً: الطريقة الاولى : حساب قوة الطفوٴ**

$$F_B = W - W_1$$

وتتم عن طريق حساب فرق الوزن بين الجسم المعلق في الهواء بواسطة قبان حلزوني وبين وزن الجسم المغمور في السائل .

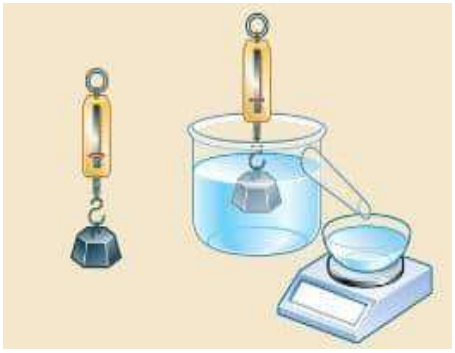


شكل (2-52) طريقة القياس

**ثانياً : الطريقة الثانية**

$$F = PVg$$

وتتم عن طريق حساب كمية ( حجم ) السائل المزاح الذي يمثل نفس وزن الجسم المغمور ويعوض في المعادلة .



شكل (2-51) يوضح القبان الحلزوني واناء الفيض

## 5-15-2 خطوات العمل

1- علق الجسم الصلب بخيط في (القبان الحلزوني ) شكل (2-52)
2- زن الجسم (المنيوم مثلا) في الهواء، كما في الشكل (2-52) وسجل الوزن وليكن (W) وثبت الوزن الناتج القيمة في جدول .
3- املأ دورق الفيض بالماء إلى فتحة أنبوب الفيض .

4- رتب الجهاز، كما موضح بالشكل (2-52) حيث يغمر الجسم الصلب كليا في الماء وهو معلق بالقبان الحلزوني ويتم جمع الماء المزاح .

5- اغمرالجسم بالماء وسجل الوزن وليكن ( W' ) وثبت الوزن الناتج القيمة في الجدول .

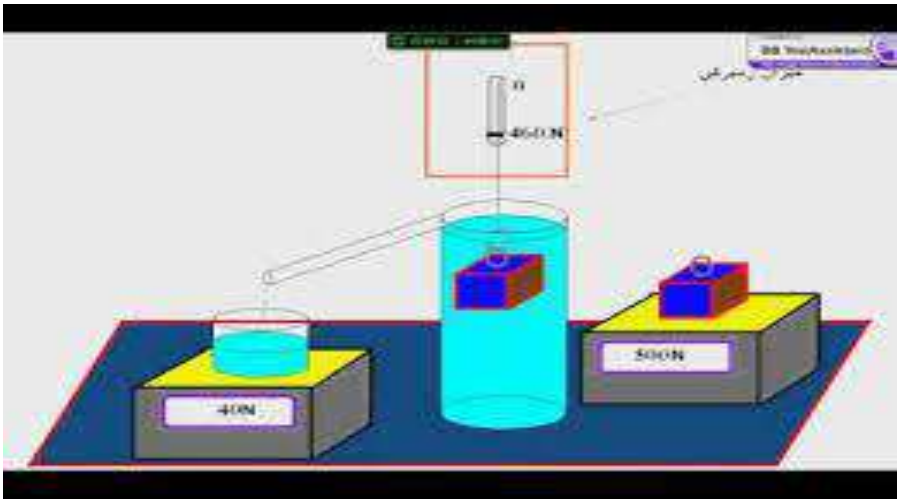
6- احسب حجم الماء المزاح بواسطة أسطوانة مدرجة وليكن (V) وثبت القيمة في الجدول.

7- احسب وزن الماء المزاح من العلاقة ( $W_1 = P_w V g$ ) .

8- احسب قوة الطفو من العلاقة ( $F_B = W - W'$ ) .

9- اعد الخطوات لجميع الاجسام الصلبة .

والشكل (2-53) يمثل قاعدة ارخميدس نظريا ، وتطبيقها العملي




**شكل (2-53) نظرية ارخميدس**

## 2-12-5 الحسابات والنتائج

اكمل جدول الحسابات الآتي:

جدول رقم (1) لتثبيت النتائج والحسابات

| الجسم الصلب | الوزن في الهواء (W) | الوزن عندما يكون الجسم مغموراً ( W ' ) | حجم الماء المزاح (V) | وزن الماء المزاح ($W_1$) | قوة الطفو ($F_B$) |
|---|---|---|---|---|---|
| المنيوم | | | | | |
| نحاس | | | | | |
| حديد | | | | | |
| خشب | | | | | |

## 6-12-2 بطاقة التمارين

**اسم التمرين : تحقيق قاعدة ارخميدس.**

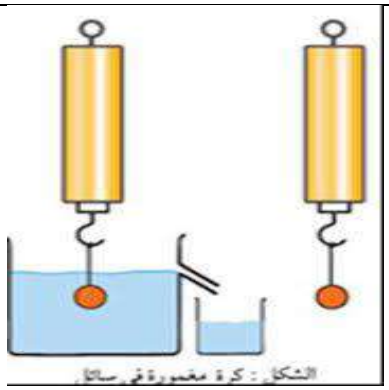
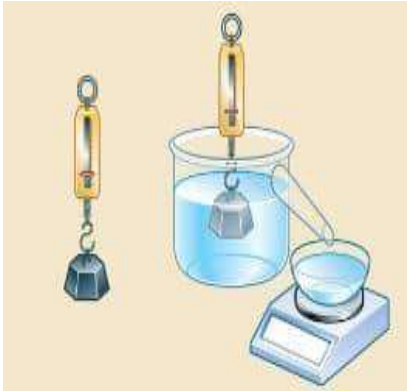
**اولا : الاهداف التعليمية**

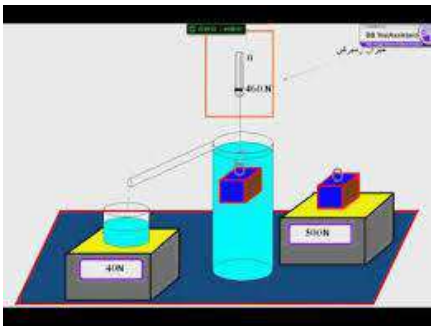
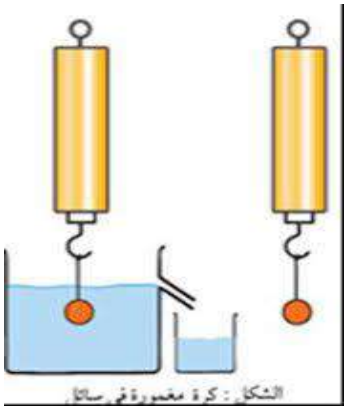
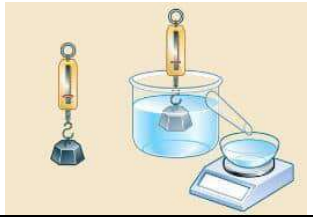
بعد الانتهاء من إجراء التمرين يكون الطالب قادرا على تحقيق ومعرفة قاعدة ارخميدس عمليا في المختبر .

**ثانيا : لتسهيلات التعليمية ( مواد, وعُدد, واجهزة )**

1 - قبان حلزوني 2 - حامل حديدي 3 - دورق فيض 4 - دوارق زجاجية 5 - أسطوانة مدرجة 6 - ميزان حساس 7 - خيوط لتعليق الاجسام الصلبة 8 - أجسام صلبة مختلفة الكثافة ( نحاس، أو حديد، أو المنيوم، أو خشب).

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

| ت | **خطوات العمل**, معيار الاداء, النقاط الحاكمة | **الرسومات** |
|---|---|---|
| 1 | ارتد بدلة العمل (الصدرية ) ثم جهز الأدوات الخاصة بالتجربة وحضر الميزان الحلزوني. | |
| 2 | علق الجسم الصلب بخيط في القبان الحلزوني كما في الشكل ثم قس وزن الجسم ( المنيوم مثلا ) في الهواء وسجل الوزن وليكن (W) وثبت القيمة في جدول الحسابات |  |
| 3 | املأ دورق الفيض بالماء إلى فتحة أنبوب الفيض |  |

| | | |
|---|---|---|
| 4 | ركب الجهاز، كما موضح بالشكل ((2-53) حيث يغمر الجسم الصلب كليا)) في الماء وهو معلق بالقبان الحلزوني وتُجمع الماء المزاح في كأس زجاجي وسجل الوزن بعد غمر الجسم بالماء وليكن (W') وثبت القيمة في جدول الحسابات |  |
| 5 | احسب حجم الماء المزاح بواسطة اسطوانة مدرجة وليكن (V) وثبت القيمة في جدول الحسابات. |  |
| 6 | احسب وزن الماء المزاح من العلاقة ( $W_1 = P_w V g$ ) |  |
| 7 | احسب قوة الطفو من العلاقة ( $F_B = W-W'$ ) | |
| 8 | اعد الخطوات لجميع الاجسام الصلبة واكمل جدول الحسابات . | |

**الاسئلة**

س1 : ما هو نص قاعدة أرخميدس؟

س2 : ماذا يحدث لوزن الجسم عند غمره بالماء؟ وضح ذلك.

س3 : ما أهم تطبيقات قاعدة أرخميدس؟

س4 : قارن قوة الطفو ($F_B$) مع وزن حجم الماء المزاح ($W_1$) لكل جسم صلب . ماذا تستنتج؟

س5 : قارن بين قوة الطفو لكل جسم صلب مع الأجسام الأخرى .ماذا تستنتج؟

س6 : اذكر الأخطاء المحتملة عند تنفيذ خطوات التجربة ؟

## 13-2 اسم التجربة : تحقيق قاعدة باسكال

### 1-13-2 الهدف

تمكين الطالب من إتقان الخطوات العملية لتجربة باسكال وتحقيق النتائج بما يعزز المفهوم النظري للتجربة الذي يتضمن، أن أي تغير في الضغط في جزء من المائع ينتقل من غير حدوث أي نقصان في الأجزاء الأخرى منه، وأهمية مبدأ باسكال في تطبيقات كثيرة منها؛ المكبس الهيدروليكي، والرافعة الهيدروليكية، ورافعة السيارات، وأجهزة توقف السيارة، والأنظمة الهيدروليكية الأخرى, وتصح هذه القاعدة للسوائل غير قابلة للانضغاط ولا تصح للغازات .

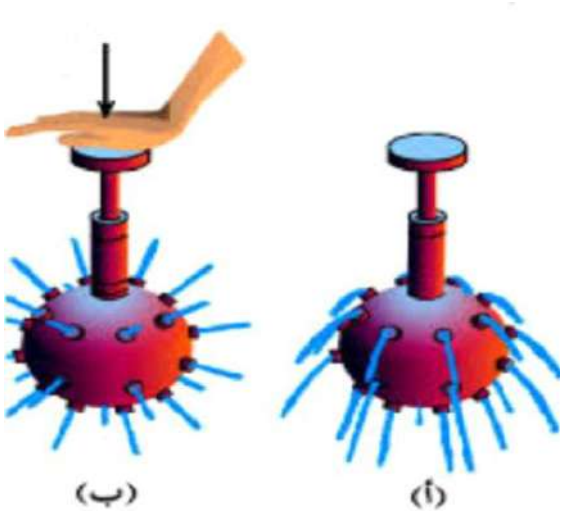
### 2-13-2 النظرية

تنص قاعدة باسكال على أن:

**((الضغط المسلط على سائل محصور ينتقل إلى جميع أجزاء السائل وكذلك لجدار الوعاء الذي يحتويه بالتساوي ))** . فعلى سبيل المثال لو ارتفع الضغط في محطة ضخ الماء إلى المدينة إلى (5) وحدات فإن الضغط سيرتفع بالمقدار نفسه في جميع الأنابيب المرتبطة بالمحطة .

لتطبيق قاعدة باسكال يجب أن يكون الوعاء الذي يشغله المائع محدوداً ، أي لا يوجد مكان آخر يمكن للموائع أن تذهب إليه، كما إنّ القوة الخارجية التي يتعرّض إليها المائع تتوزّع توزيعاً منتظماً، وفي حالة عدم تسليط القوة الخارجيّة المؤثّرة على المائع فإنّ المائع نفسه يؤثّر بضغط يساوي قيمة وزنه، وبسبب الوزن الذي يُشكّله المائع في الوعاء فإنّ قيمة الضغط في القاع تكون أكبر بكثير من قيمة الضغط في أعلى الوعاء، ومن ثمّ يكون الضغط أكبر.

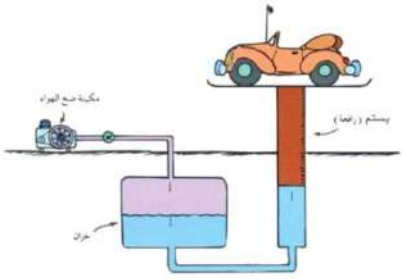
وفي الشكل (2-54أ ) يكون تدفق السائل من الثقوب غير متساوي بسبب اختلاف ارتفاع الثقوب فان الضغط في كل نقطة يعتمد على ارتفاعها وبذلك يكون غير متساوي، لكن عند الضغط على المكبس يتدفق الماء من ثقوب الدورق بالتساوي نتيجة لانتقال الضغط من المكبس إلى جزيئات السائل بالتساوي، كما في الشكل(2-54- **ب**).




شكل (2-54) قاعدة باسكال

## 3-13-2 تطبيقات قاعدة باسكال

1- رافعة السيارات في محطات الغسل والصيانة كما في الشكل (2-55) ادناه .

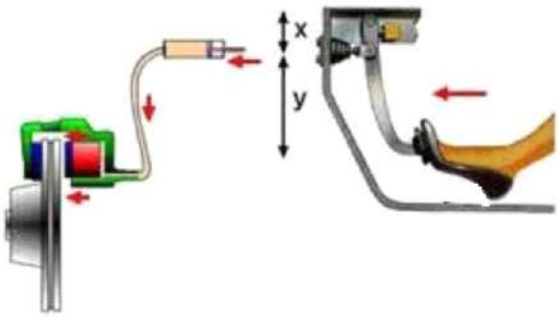


الشكل (2-55) يوضح المكبس

2- أداة رفع السيارة في ورش التصليح، كما في الشكل (2-56) ادناه .

الشكل (2-56) يوضح الرافعة

3- مكابح السيارة، كما في الشكل (2-57) ادناه .




شكل (2-57) يوضح مكابح السيارة

4- الرافعات الهيدروليكية التي تستعمل على نطاق واسع في الحمولات الثقيلة .

5- نافورات الماء.

6- نقل الماء إلى المدن وتوزيع الماء على المنازل .

## 4-13-2 الأدوات والأجهزة المستخدمة

1- مكبس دفع رئيسي .

2- مكابس شفافة عدد (3) .

3- دورق كروي يحتوي على (4) فتحات .

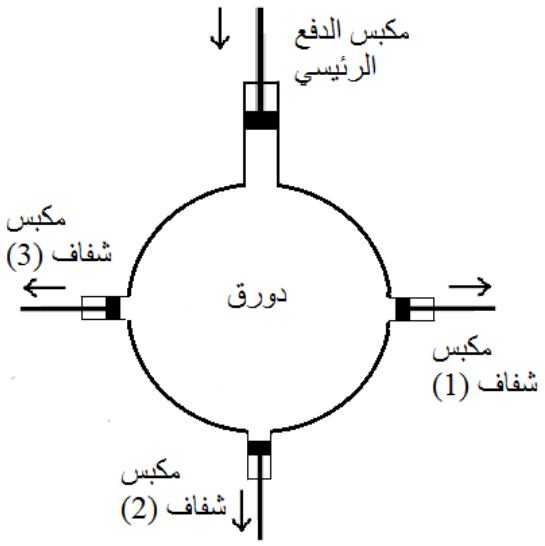
4- وصلات لتوصيل المكابس بالدورق .

## 5-13-2 خطوات العمل

1- اربط المكابس الشفافة بالدورق ربطا جيدا مع إحكام وصلات الربط، كما في الشكل (2-58) على أن تكون إزاحة المكابس صفراً .
2- املأ الدورق بسائل ( الماء مثلا ) .
3- اربط مكبس الدفع الرئيسي .
4- اضغط على مكبس الدفع الرئيسي ولاحظ أزاحة المكابس الأخرى وسجل مقدار الإزاحة في جدول القراءات .
5- زد الضغط على المكبس لثلاثة مراحل ,وسجل مقدار إزاحة كل مكبس في الجدول لكل مرحلة.
6- اكمل جدول القراءات.

### جدول القراءات

| الضغط | إزاحة المكبس ( 1) | إزاحة المكبس(2 ) | إزاحة المكبس(3 ) |
|---|---|---|---|
| 1 | | | |
| 2 | | | |
| 3 | | | |
| 4 | | | |




شكل (2-58) ربط المكابس بالدورق في تجربة تحقيق قاعدة باسكال

## 6-13-2 بطاقة التمارين

**اسم التمرين : تحقيق قاعدة باسكال**

**اولا : الأهداف التعليمية**

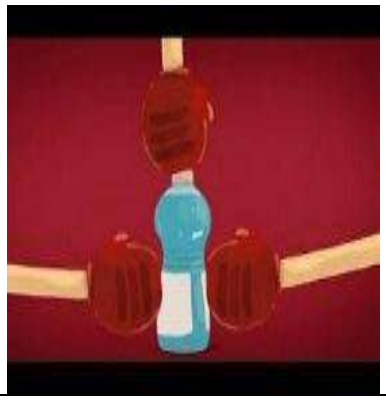
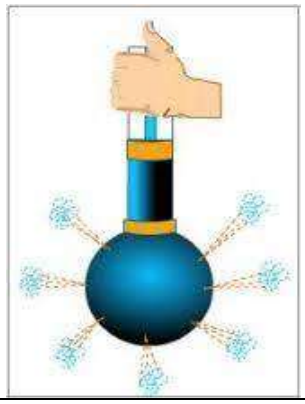
بعد الانتهاء من التمرين يكون الطالب قادرا على تحقيق قاعدة باسكال عمليا وفي المختبر .

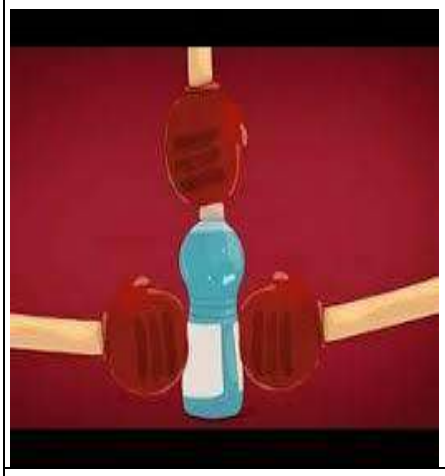
**ثانيا : التسهيلات التعليمية ( مواد ، وعُدد ، وأجهزة )**

1 - مكبس دفع رئيسي. 2 - مكابس شفافة عدد (3). 3 - دورق كروي يحتوي على 4 فتحات

5 - وصلات لتوصيل المكابس بالدورق .

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

| ت | خطوات العمل، ومعيار الأداء، والنقاط الحاكمة | الرسومات |
|---|---|---|
| 1 | ارتد بدلة العمل (الصدرية ) ثم جهز الأدوات والعدد اللازمة لإجراء التجربة . | |
| 2 | اربط المكابس الشفافة بالدورق ربطا جيدا مع احكام وصلات الربط على أن تكون إزاحة المكابس صفراً. |  |
| 3 | املأ الدورق بسائل ((الماء )) مثلا. | |
| 4 | اربط مكبس الدفع الرئيسي. | |
| 5 | أضغط على مكبس الدفع الرئيسي ولاحظ إزاحة المكابس الأخرى وسجل مقدار الإزاحة في الجدول. |  |

| | | |
|---|---|---|
| 6 | أبدأ بزيادة الضغط على المكبس لثلاثة مراحل وسجل مقدار إزاحة كل مكبس في الجدول لكل مرحلة. |  |
| 7 | كمل جدول القراءات. | |

**الاسئلة**

س1 : ما نص قانون باسكال ؟

س2 : هل تحصل إزاحة للمكابس عند الضغط على مكبس الدفع الرئيسي ؟ وهل الإزاحة متساوية لجميع المكابس؟ ما سبب ذلك ؟

س3 : هل تتزداد إزاحة المكابس عند تزايد الضغط على المكبس الرئيسي ؟ وهل الإزاحة متساوية لجميع المكابس ؟ ناقش ذلك؟

س4 : هل يمكن تطبيق قانون باسكال على الغازات ؟ ولماذا ؟ إبحث عن ذلك ؟

س5 : عند وضع سائل في وعاء من غير تسليط قوة خارجية عليه ، هل يكون الضغط عند سطح السائل مساويا للضغط عند قاع الوعاء ؟ وضح ذلك مع ذكر سبب ذلك؟

س6 : اذكر الأخطاء المحتملة اثناء تنفيذ خطوات التجربة .

# الفصل الثالث
# التجارب المختبرية الكيميائية

## 1-3 الحوامض والقواعد والاملاح

يعتمد الإنسان والكائنات الحية ككل على الحوامض والقواعد والاملاح في الكثير من المجالات ، في الغذاء، والصناعة، والزراعة، والصحة، وغيرها من المجالات، لذلك أصبحت دراسة خواصها واستعمالاتها أمراً هاماً، وذلك للتّمكن من استغلالها والإستفادة منها على أحسن وجه، فضلاً عن تلافي أضرارها وأخطارها سواءاً في المجالات الصناعية أو المختبرية .

### 1-1-3 الهدف

تمكين الطالب من معرفة الصيغة الجزيئية للحوامض ودراسة الخواص الفيزيائية والكيميائية والتأثير الحامضي لمحاليلها المائية، وتفاعلاتها مع الفلزات، والكاربونات، والهيدروكسيدات، ولتعزيز المفهوم النظري بالتجارب لإكساب الطالب المهارات العملية في التخفيف، والتحضير، والتفاعلات الخاصة بها .

### 2-1-3 النظرية

الحوامض: وهي إما أن تكون حوامض معدنية كحامض الكبريتيك، والهيدروكلوريك، والنتريك والفسفوريك، أو حوامض عضوية كحامض الخليك، الأوكزاليك، البنزويك، والبوريك.

تمتاز الحوامض بأن لمحاليلها المائية طعماً حامضياً، وبأنها تؤثر في ألوان الأدلة الكيميائية وبعض الأصباغ النباتية فتحول لون ورق عباد الشمس الزرقاء إلى حمراء, وبأنها تتفاعل مع بعض الفلزات محررة غاز الهيدروجين اعتماداً على السلسلة الكهروكيميائية أو جدول الإحلال ومن دراسة تفاعلات الفلزات المختلفة أمكن ترتيبها بالنسبة إلى درجة إستعدادها للإحلال بمحل الهيدروجين في الحوامض المخففة أو إحلال بعضها محل بعض الأخر كما يتضح ذلك في الجدول, حيث نجد البوتاسيوم أكثر إستعداداً للإحلال بمحل غيرة في هذه السلسلة.

**K Na Mg Al Zn Fe Pb { H } Cu Ag Au**

يتضح من هذه السلسلة بأن فلز البوتاسيوم يمكن أن يحل محل أي عنصر يقع إلى يمينة في هذه السلسلة بينما الذهب الذي يقع أقصى السلسلة لا يستطيع أن يحل محل أي عنصر يقع إلى يساره, ونستنتج من هذا بأن للبوتاسيوم قابلية أكبر من أي عنصر آخر يليه في السلسلة في تفاعلات الإحلال, بينما يستطيع الخارصين مثلا الإحلال محل العناصر الواقعة إلى يمينه فقط .

تشترك جميع الحوامض المعروفة في إحتوائها على الهيدروجين وتتأين جميع الحوامض عند إحلالها في الماء إلى أيونات الهيدروجين موجبة الشحنة (يتحد آيون الهيدروجين مع جزيئة ماء لتكوين آيون الاوكسونيوم (الهيدرونيوم $H_3O^+$) وآيونات سالبة .

$$H + H_2O = H_3O^+$$

إن آيونات الهيدروجين الموجبة هذه هي السبب في حموضة طعم الحامض وخواصه الأخرى من فعالية وتفاعلات وتفكك. فإذا أحتوى الجزيء الواحد من الحامض على ذرة هيدروجين واحدة قابلة للإبدال أو الإحلال محل فلز, مثل حامض الهيدروكلوريك (HCl)، وحامض النتريك($HNO_3$)، وحامض الخليك ($CH_3COOH$)، فأنه يسمى احادي القاعدة، أما إذا أحتوى الجزيء الواحد من الحامض على ذريتي هيدروجين قابلتين للتأين والإبدال محل فلز, مثل حامض الكبريتيك ($H_2SO_4$)، فيسمى ثنائي القاعدة، وهكذا إذا أحتوى الجزئي على ثلاث ذرات من الهيدروجين قابلة للتأين والإبدال مثل حامض الفسفوريك ($H_3PO_4$).

### 3-1-3 تفاعلات الحوامض

1- تفاعل الحامض مع الفلزات

وهو إحلال عنصر محل آخر في مركب كتفاعل المغنسيوم مع حامض الكبريتيك المخفف حيث يحل المغنسيوم محل الهيدروجين الداخل في تركيب الحامض.

$$\underset{\text{المغنسيوم}}{Mg} + \underset{\text{حاض الكبريتيك}}{H_2SO_4} \rightarrow \underset{\text{كبريتات المغنسيوم}}{MgSO_4} + \underset{\text{غاز الهيدروجين}}{H_2}$$

**تمرين رقم (1) : تحضير محلول حامض الكبريتيك المخفف**

1- خُذ 10 ml حامض الكبريتيك المركز في مخبار مدرج ثم ضعها جانباً.

2- خُذ 50 ml ماء مقطر ثم ضعها في كأس زجاجي سعة 200 ml , أضف الحامض من المخبار المدرج إلى الكأس تدريجياً مع تحريك المزيج بساق زجاجي للتجانس وعدم تركيز الحرارة الناتجة من التخفيف .

3-خُذ أنبوبة أختبار نظيفة وجافة ثم ضع فيها 10 ml من محلول الحامض المحضر, أسقط قطعة صغيرة من فلز شريط المغنسيوم فيها, لاحظ خروج فقاعات هوائية من قطعة المغنسيوم هذه الفقاعات هي غاز الهيدروجين المتحرر من التفاعل , وللتأكد من ذلك قرب عود ثقاب مشتعل إلى فوهة الأنبوبة، ستلاحظ احتراق الغاز المتحرر بلهب أزرق باهت .

### 4-1-3 تفاعل الحوامض مع القواعد

يسمى التفاعل بين الحامض والقاعدة بتفاعل التعادل ( Neutralization reaction) وهو يتضمن تفاعل بين آيون ($H^+$) و آيون ($OH^-$) لينتج جزيئة ماء كما يتضمن تكوين ملح من تفاعل الآيونات الآخرى الموجودة في المحلول، مثلا تفاعل حامض الهيدروكلوريك مع هيدروكسيد الصوديوم ينتج ملح كلوريد الصوديوم و ماء.

$$\underset{\text{هيدروكسيد الصوديوم}}{NaOH} + \underset{\text{حامض الهيدروكلوريك}}{HCl} = \underset{\text{كلوريد الصوديوم}}{NaCl} + \underset{\text{الماء}}{H_2O}$$

لابد لنا أن نذكر بان آيون ($H^+$) لا يوجد بشكل آيون منفرد حر في الماء فهو يتحد مع جزيئات المذيب ( الماء) ويهدرجها لينتج آيون الهيدرونيوم( $H3O^+$ ).

**تمرين رقم (2) : تفاعل حامض مع قاعدة**

1- حضر محلول حامض الهيدروكلوريك المخفف وذلك بأخذ 10 ml حامض الهيدروكلوريك المركز في مخبار مدرج ثم ضعه جانباً.

2- خُذ كأس زجاجي سعة 200 ml ثم ضع فيه 50 ml ماء مقطر, أضف الحامض المركز من المخبار المدرج إلى الكأس تدريجياً مع التحريك بساق زجاجي ليمتزج الحامض مع الماء مزجاً جيداً, اكتب علية اسم (الحامض) الهيدروكلوريك المخفف.

3- زن 5 gm من هيدروكسيد الصوديوم في ميزان حساس ثم ضعها في كأس سعة 200 ml, أضف اليها 100 ml ماء مقطر وذوب بالساق الزجاجي إلى ان تختفي المادة الصلبة بإذابتها جميعاً في السائل, اكتب على الكاس أسم (القاعدة) هيدروكسيد الصوديوم .

4- خذ 10 ml محلول هيدروكسيد الصوديوم ثم ضعها في كاس صغير حجم 100 ml, أضف الية قطرتين من دليل الفينولنفثالين, عندئذٍ يتلون المحلول بلون وردي .

5- خذ ماصة سعة 10 ml واملئها بمحلول حامض الهيدروكلوريك, أضف من الماصة قطرات من الحامض إلى الكاس أعلاه , قطرة تلو قطرة إلى أن تصل إلى قطرة واحدة تغير لون المحلول القاعدي من اللون الوردي إلى عديم اللون هذه القطرة تمثل نقطة التعادل أو التكافؤ حيث يتعادل الحامض النازل من الماصة مع هيدروكسيد الصوديوم ونتيجة لذلك يتكون ملح وماء .

### 3-1- 5 تفاعل الحوامض المخففة مع الكاربونات

**الكاربونات** في الكيمياء هو ملح حامض الكاربونيك وله الصيغة ($CO^{-3}$)، وله شحنة كهربائية مقدارها 2- .

تتفاعل جميع الحوامض المخففة مع جميع الكاربونات مثل كاربونات الصوديوم لتكوين أملاح هذه العناصر وحامض الكاربونيك غير ثابت يتفكك آنيا إلى ماء وثاني اوكسيد الكاربون أي إنها تحرر غاز ثاني اوكسيد الكاربون.

$$Na_2CO_3 + 2HCl \rightarrow 2NaCl + H_2O + CO_2$$

كاربونات الصوديوم — حامض الهيدروكلوريك — كلوريد الصوديوم — الماء — غاز ثاني اوكسيد الكاربون

سواءً كانت الأحماض قوية أم ضعيفة التأثير فإنّها تتفاعل مع كل الكاربونات، وكاربونات الكالسيوم، وستتباين معدل سرعة التفاعل بحسب قوة الحامض، فالحامض القوي سيعطي تفاعلاً أسرع من الضعيف عند نفس التراكيز، فعندما تتفاعل كاربونات الكالسيوم مع الأحماض فإنّ محصلة التفاعل ستكون ملح الكالسيوم والماء و ثاني أكسيد الكربون (كربونات الكالسيوم + حامض الهيدروكلوريك ← كلوريد الكالسيوم + ماء + ثاني أكسيد الكربون)، كما في المعادلة الكيميائية الموزونة لتفاعل كربونات الكالسيوم وحمض الهيدروكلوريك فأنها كما يلي:

$$CaCO_3 + 2HCl \rightarrow CaCl_2 + H_2O + CO_2$$

كاربونات الكالسيوم — حامض الهيدروكلوريك — كلوريد الكالسيوم — الماء — ثاني اوكسيد الكاربون

**تمرين رقم ( 3) :تفاعل الحوامض مع الكاربونات**

1- خذ 2 أنبوبة أختبار نظيفة وجافة ثم ضع في كلاً منها 2 gm كاربونات الكالسيوم أو أية كاربونات أخرى.
2- خذ 2 انبوبة اختبار نظيفة ثم ضع في الانبوبة الاولى 5 ml حامض الهيدروكلوريك المركز وضع في الأنبوبة الثانية 5 ml محلول حامض الهيدروكلوريك المخفف.
3- أضف الأنبوبة الأولى للحامض المركز إلى أحد الانبوبتين الحاوية على الكاربونات وشاهد ماذا يحدث سجل ملاحظاتك.
4- أضف الانبوبة الثانية للحامض المخفف إلى أنبوبة الكاربونات المتبقية ولاحظ ماذا يحدث سجل ملاحظاتك ثم قارن شدة التفاعل وخروج الغاز بين الانبوبتين (الحامض المركز , والمخفف ).

نستنتج من ذلك بأن الحوامض المركزة والمخففة تفكك الكاربونات إلى غاز ثاني اوكسيد الكاربون والماء وتختلف شدة التفاعل والتفكك بأختلاف تركيز الحامض.

## 3-1-6 القواعد

### 3-1-6-1الهدف

تمكين الطالب من إتقان الخطوات الاساسية لمعرفة القواعد وتأثيرها، ومخاطرها، وتفاعلاتها فضلاً عن دراسة خواصها الكيميائية والفيزيائية وأهميتها في الصناعة وتحقيق النتائج بما يعزز المفهوم النظري للتجارب المتمثل بأهمية القواعد في حياتنا اليومية واهميتها كمادة كيميائية تستعمل في عمليات التنظيف وفي العديد من الصناعات المهمة .

### 3-1-6-2 النظرية

تتصف القواعد القابلة للذوبان في الماء بأنها مواد حارقة للجسم وذات ملمس دهني, وطعم مر لاذع وبتأثيرها في الوان الأصباغ النباتية والأدلة الكيميائية, فمحاليل القواعد تغير لون ورق عباد الشمس الأحمر إلى الأزرق وكذلك تلون صبغة الفينولفثالين عديمة اللون بلون وردي أحمر في المحلول القاعدي يختفي في المحيط الحامضي والمتعادل . تشتمل القواعد على كافة المواد التي تتعادل مع الحوامض لتكوين ملح وماء.

تحتوي محاليل القواعد على آيونات الهيدروكسيد ($OH^-$) السالبة الشحنة التي تعود اليها فعل القواعد وخواصها.

تتفكك القواعد القابلة للذوبان في الماء وتطلق آيون الهيدروكسيد السالب فضلاً عن آيون الفلز الموجب. ومن هذه القواعد ما هو قوي مثل محلول هيدروكسيد الصوديوم؛ لأن نسبة تأينُه في الماء عالية، وبعضها ضعيف مثل هيدروكسيد الأمونيوم ؛ لأن نسبة تآينه في الماء منخفضة، تنقل محاليل القواعد التيار الكهربائي بالاعتماد على درجة تآينها في الماء فمحاليل القواعد القوية مثل هيدروكسيد الصوديوم ناقلة جيدة للتيار الكهربائي بينما محاليل القواعد الضعيفة مثل هيدروكسيد الأمونيوم ناقل ضعيف للكهرباء.

**القاعدة** هي أي مركب كيميائي يمكنه الاتحاد مع آيونات الهيدروجين . بمعنى آخر هو جذر لمركب أو مركب مانح إلكترون أو أكثر, عندما تتفاعل قاعدة مع حامض فهما يتعادلان كيميائيا وينتجان مركبا جديدا وماء. فنقول تعادلت القاعدة مع الحامض.

تتفاعل القواعد مع الأحماض فتكوّن ملحاً وماء، ويحتوي محلول القاعدة المائي على أيونات الهيدروكسيد ($OH^-$) السالبة الشحنة.

من صفات القواعد أنها دهنية الملمس وتنقسم القواعد إلى ثلاث أقسام هي :

اولا: أكاسيد أو هيدروكسيدات فلزات لا تذوب في الماء مثل أوكسيد النحاس ($CuO$) وأوكسيد الحديدوز ($FeO$) وكلوريد الحديديك ($FeCl_3$) .

ثانيا: أكاسيد وهيدروكسيدات فلزات تذوب في الماء مثل هيدروكسيد الصوديوم ($NaOH$) وهيدروكسيد البوتاسيوم ($KOH$) وأوكسيد الصوديوم ($Na_2O$) وأوكسيد البوتاسيوم ($K_2O$) ويسمى هذا القسم أو النوع باسم **القلويات**.

ثالثا: مواد ليست بأكاسيد ولا هيدروكسيدات ولكن لها نفس الخواص التي تتميز بها القواعد مثل كاربونات الصوديوم و كاربونات البوتاسيوم و بيكاربونات الصوديوم و بيكاربونات البوتاسيوم.

تُعد الصودا الكاوية أو هيدروكسيد الصوديوم NaOH أحد أهم القواعد و **أقواها** نظرا لخصائص الصوديوم. فيستعمل هيدروكسيد الصوديوم في المختبرات الكيميائية للكشف عن مركبات أخرى في التحليل الكيميائي .ويدخل في كثير من الصناعات مثل صناعة الصابون وصناعة النسيج وتحضير مركب كربونات الصوديوم ($Na_2CO_3$) المستخدم في إزالة عسر الماء.

كما يمكن استخدامها في التمييز بين المشتقات القاعدية في الأملاح مثل أملاح كلوريد الحديد وكبريتات النحاس وأملاح الأمونيوم، إذ إما يترسب براسب لونه مميز من هيدروكسيد الفلز الذي لا يذوب في الماء، أو يتصاعد غاز مميز برائحة كما في حال أملاح الأمونيوم حيث يتصاعد غاز الأمونيا (النشادر) ذو الرائحة النفاذة. كما أنها كسائر القواعد تتفاعل مع الحوامض حيث يتحد أيون الهيدروكسيد السالب منها مع أيون الهيدروجين الموجب من الحامض ويتكون الماء وهو ما يعرف بتفاعل التعادل وبذلك تختفى خواص الحامض والقاعدة، حيث تتحد طبقا للمعادلة:

**$H(aq)+OH(aq) <==> H_2O$**

مكونة الماء، وهو متعادل.

ومن القواعد الأخرى هيدروكسيد الكالسيوم $Ca(OH)_2$ الذي يستخدم في البناء كما يستعمل في صناعة الإسمنت ؛ ومحلول النشادر (هيدروكسيد الأمونيوم ) الذي يستعمل في صناعة الأسمدة الكيمياوية

وتعرف القاعدة بانها :

1- أحادية الحموضة:اذا احتوت الجزيئة الواحدة منها على آيون هيدروكسيد ($OH^-$) مثل NaOH
2- ثنائية الحموضة : اذا احتوت الجزيئة الواحدة منها على آيوني هيدروكسيد ($OH^-$) مثل هيدروكسيد الكالسيوم $Ca(OH)_2$.
3- ثلاثية الحموضة: أذا احتوت الجزيئة الواحدة منها على ثلاث آيونات هيدروكسيد ($OH^-$) مثل هيدروكسيد الالمنيوم $Al(OH)_3$ .

### 3-6-1-3 تفاعل القواعد مع الزيوت لإنتاج المنظفات (طريقة صنع الصابون)

**المواد:**

زيت زيتون، وهيدروكسيد الصوديوم , وماء مقطر

**الأدوات**

ميزان حساس, وكأس زجاجي سعة 100و 200 و 500 , ساق زجاجي , مخبار مدرج

**تمرين رقم (1)** **الطريقة الباردة**:

1- زن 25 gm بدقة من هيدروكسيد الصوديوم في كاس زجاجي سعة 100 ml في ميزان حساس، مع الاخذ بنظر الاعتبار وزن الكأس وهو فارغ.
2- حضّر محلول مركز من هيدروكسيد الصوديوم (NaOH) وذلك بأخذ (50 ml) ماء مقطر بمخبار مدرج ثم ضعه في كأس زجاجي اخر سعة 200 ml ، اضف هيدوكسيد الصوديوم الى الماء بشكل تدريجي مع التحريك المستمر للمحلول بأستعمال الساق الزجاجي لغرض إتمام الأذابة والحصول على محلول هيدروكسيد الصوديوم المركز، لاحظ ارتفاع درجة حرارة الكاس نتيجة الأذابة اتركه ليبرد.
3- زن (200 gm ) زيت الزيتون (او 225 ml من زيت الزيتون) في كأس زجاجي سعته (500 ml).
4- أضف محلول هيدروكسيد الصوديوم المحضر بعد أن يبرد دفعة واحدة إلى كأس الزيت ثم ابدأ بتحريك المزيج بساق زجاجي لمدة 20 دقيقة إلى أن يصبح المزيج غليظ القوام تدعى هذه العملية بالصوبنة.
5- أضف ملعقة كوب مادة عطرية ثم أضف الصبغة أو اللون الخاص بالصابون للحصول على صابون ملون وذو عطر, صب المزيج في قوالب بغطاء بلاستيك وأتركه كي يتصلب وتُفرغ من القوالب بعد مرور يومين, يترك لمدة اسبوعين لتجف قبل الاستعمال .

### 4-6-1-3 تفاعل القواعد أو الاكاسيد القاعدية مع الحوامض لتكوين ملح وماء

اولاً: الأوكسيد القاعدي هو ذلك الاوكسيد الذي يتفاعل مع الحامض مكونا ملح وماء فقط، مثل اوكسيد النحاس وأوكسيد الكالسيوم وأوكسيد الرصاص .

$$\underset{\text{أوكسيد النحاس}}{CuO} + \underset{\text{حامض الهيدروكلوريك}}{2HCl} = \underset{\text{كلوريد النحاس}}{CuCl_2} + \underset{\text{الماء}}{H_2O}$$

ثانيا: تفاعل الحامض وكاربونات المعادن والفلزات: يُنتِج هذا التفاعل الملح والماء، بالإضافة إلى غاز ثاني أوكسيد الكاربون، ومثال على ذلك يتفاعل حامض الهيدروكلوريك (HCl) مع كاربونات الصوديوم ($Na_2CO_3$) ليَنتج ملح كلوريد الصوديوم (NaCl) والماء، وغاز ثاني أوكسيد الكربون وحسب المعادلة الآتية:

$$\underset{\text{حامض الهيدروكلوريك}}{HCl} + \underset{\text{كاربونات الصوديوم}}{Na_2CO_3} \rightarrow \underset{\text{كلوريد الصوديوم}}{NaCl} + \underset{\text{غاز ثاني اوكسيد الكاربون}}{CO_2\uparrow} + \underset{\text{الماء}}{H_2O}$$

**تمرين رقم (1) : تفاعل القواعد مع الحوامض**

1- زَن على ورقة 2 gm كاربونات الصوديوم في ميزان ثم ضعها في انبوبة أختبار جافة ونظيفة.
2- حضر محلول مخفف من حامض الهيدروكلوريك % 20 , (20 ml حامض الهيدروكلوريك المركز تضاف إلى 100 ml ماء مقطر), تخلط في كاس زجاجي حجم 200 ml ثم خذ 10 ml منه في ماصة.
3- أضف الحامض من الماصة على شكل قطرات إلى أنبوبة الاختبار فوق كاربونات الصوديوم, لاحظ حدوث فوران وأزيز وخروج غاز ثاني اوكسيد الكاربون, استمر بالإضافة إلى أن ينتهي التفاعل (الفوران) ويخرج جميع الغاز ويتبقى الملح والماء.

ثالثا: تفاعل الحامض مع أكاسيد المعادن: يُنتِج هذا التفاعل الملح والماء، ومثال على ذلك يتفاعل حامض الهيدروكلوريك (HCl) مع أوكسيد الكالسيوم (CaO) ليَنتج ملح كلوريد الكالسيوم ($CaCl_2$) والماء، حسب المعادلة الآتية :

$$2\,HCl + CaO \rightarrow CaCl_2 + H_2O$$

حامض الهدروكلوريك — اوكسيد الكالسيوم — كلوريد الكالسيوم — الماء

**تمرين رقم (2) تفاعل الحوامض مع الاكاسيد القاعدية**

1- زن 2 gm من أوكسيد الكالسيوم في ميزان حساس بورقة ترشيح ثم ضعها في أنبوبة اختبار نظيفة وجافة.
2- خُذ 10 ml محلول حامض الهيدروكلوريك المخفف في ماصة.
3- أضف قطرات الحامض من الماصة تدريجياً إلى أنبوبة الأختبار فوق أوكسيد الكالسيوم , لاحظ حدوث فوران وفرقعة وارتفاع درجة حرارة الأنبوبة نتيجة التفاعل كونه تفاعل باعث للحرارة توقف عن الإضافة عندما يتوقف الفوران والفرقعة.

## 7-1-3 : الاملاح

### 1-7-1-3 الهدف

تمكين الطالب من إتقان الخطوات الاساسية ومعرفة الاملاح وتكوينها والمحاليل المائية لها ومعرفة تأثيرها على الادلة وعلى الفلزات بالإضافة إلى دراسة خواصها الكيميائية والفيزيائية وأهميتها في الصناعة وتحقيق النتائج بما يعزز المفهوم النظري للتجارب المتمثل بأهميتها وتفاعلاتها كونها مادة كيميائية تستخدم في حياتنا اليومية.

### 2-7-1-3 النظرية

**الملح** هو المركب الكيميائي الذي ينتج من تفاعل تعادل بين فلز ولا فلز أو أوكسيد فلزي وأوكسيد لا فلزي أو حامض وقاعدة بحيث يكون متعادل كهربائيا، الملح قد يكون مركب عضوي أوغير عضوي. وعليه فان المواد الكيميائية في العموم تتكون من حوامض وقواعد واملاح , فأي مادة كيمياوية تحتوي على ايون الهيدروجين القابل للإحلال أو الإبدال محل فلز تكون حامض, واذا كانت تحتوي على ايون الهيدروكسيد القابل للإحلال أو الابدال محل لافلز تعبر قاعدية وفيما سواها من مواد كيميائية تعتبر من الاملاح.

## خواص الأملاح

لونها قد يكون شفافا (مثل ملح الطعام)،أو قاتما أو حتى معدنيا أو ذو الوان مميزة تعتمد خواص الملح على الحامض والقاعدة اللذان تكوّن منهما الملح وبالتالي تصنف الأملاح إلى:

1 - أملاح متعادلة . 2- أملاح حامضية . 3- أملاح قاعدية.

اذا أُذيبت الاملاح في الماء فمحاليلها المائية قد تكون قاعدية أو حامضية أو متعادلة التأثير تبعا لفعل الماء عليها أوتحللها المائي. أن التحلل المائي هو تحلل كيمياوي يحصل بفعل الماء, وفي حالة الاملاح فأنه يمكن تصنيفها تبعا لتحللها مائيا وتأثيرها فقد تكون قاعدية أو حامضية أو متعادلة.

أن جميع الاملاح على العموم بخلاف تلك التي تتكون بفعل الحوامض القوية القواعد القوية , تعاني تحللاً مائياً في المحلول المائي, فالملح المتكون من قاعدة قوية وحامض ضعيف فان محلوله المائي يكون قلوي, إما الملح المشتق أو المتكون من تفاعل حامض قوي وقاعدة ضعيفة فان محلولة المائي يكون حامضي التأثير, إما الاملاح المتكونة من حوامض قوية وقواعد قوية فأن محاليلها المائية تكون متعادلة, وكذلك الاملاح المتكونة من حوامض ضعيفة وقواعد ضعيفة فغالبا ما تكون متعادلة ايضا.

## واهم الخواص للاملأح

اولا: طعمها قد يكون مالحاً كما في ملح الطعام، سكري مثل خلات الرصاص السامة، حامضياً مثل بيكاربونات البوتاسيوم، مراً مثل كبريتات المغنيسيوم.

ثانيا: ليس لها رائحة إذا كانت من مركبات الأحماض والقواعد القوية، وتكون لها بعض الرائحة إذا كانت ناتجة عن مركبات حامضية وقاعدية ضعيفة.

ثالثا:وهناك أنواع من الاملاح يوصل التيار الكهربائي عند ذوبانها في الماء لأنها تتفكك إلى ايونات موجبة وايونات سالبة وتعتبر مواد ناقلة للتيار الكهربائي ومثال عليها محلول ملح الطعام.

## 3-7-1-3 تحضير الاملاح:

يمكن تحضير الأملاح بطرق متعددة من أهمها:

1- إزاحة الهيدروجين من حامض بواسطة فلز يقع فوق الهيدروجين في جدول الاحلال مثل تفاعل حامض هيدروكلوريك مع فلز الزنك (الخارصين) حيث يتشكل ملح كلوريد الزنك

$$Zn + 2HCl \rightarrow ZnCl_2 + H_2$$

خارصين حامض الهيدروكلوريك كلوريد الخارصين غاز الهيدروجين

2- الاتحاد المباشر بين فلز ولا فلز كما في تحضير كبريتيد الحديدوز.

$$Fe + S \rightarrow FeS$$

الحديد الكبريت كبريت الحديدوز

3- يزيح الحامض القوي الحامض الضعيف من أملاحه. على سبيل المثال حامض هيدروكلوريك أقوى من حامض الكربونيك، فيزيح حامض الهيدروكلوريك من الكاربونات ( أملاح حامض الكاربونيك)، ويتشكل كلوريد الكالسيوم.

$$CaCO_3 + 2HCl \rightarrow CaCl_2 + H_2O + CO_2$$

كاربونات الكالسيوم حامض الهيدروكلوريك كلوريد الكالسيوم ماء غاز ثاني اوكسيد الكاربون

4- تفاعل القواعد مع الحوامض مثل تفاعل حامض الهيدروكلوريك المخفف مع هيدروكسيد الصوديوم لتحضير كلوريد الصوديوم ( ملح الطعام).

$$NaOH + HCl \rightarrow NaCl + H_2O$$

هيدروكسيد الصوديوم — حامض الهيدروكلوريك — كلوريد الصوديوم — الماء

## تمرين رقم (1) : تحضير الاملاح

### 3-1-7-4 الادوات المستعملة

1- كأس زجاجي سعة 200 ml عدد 2 .
2- مخبار مدرج, ودورق مخروطي سعة 300 ml.
3- سحاحة, وحامل حديدي, وحامل ثلاثي, وشبكة اسبستوس, ومصباح بنزن, وطبق تبخير.

### 3-1-7-5 المواد المستعملة

حامض الهيدروكلوريك, وهيدروكسيد الصوديوم, وماء مقطر, ودليل الفينولفثالين.

### 3-1-7-6خطوات العمل

1- زن 5 gm هيدروكسيد الصوديوم وضعها في كأس زجاجي حجم 200 ml ثم اضف اليها 100 ml ماء مقطر, خذ 20 ml من محلول هيدروكسيد الصوديوم المحضر (NaOH) المخفف بمخبار مدرج, وضعها في دورق مخروطي سعة 300 ml وأضف اليه بضع قطرات من دليل الفينولفثالين إذ يتلون المحلول بلون أحمر وردي بعد ان كان عديم اللون .
2- خذ 25 ml حامض الهيدروكلوريك بمخبار مدرج ثم ضعها في كأس زجاجي سعة 200 ml, أضف 100 ml ماء مقطر فوق الحامض, ثبت السحاحة على الحامل الحديدي ثم أملاءها بحامض الهيدروكلوريك المخفف المُحضر أعلاه.
3- ضع الدورق المخروطي تحت السحاحة ثم ضع تحت الدورق ورقة بيضاء لكي ترى تَغير لون المحلول بوضوح أثناء عملية التسحيح.
4- أفتح صنبور السحاحة تدريجياً لتدع قطرات الحامض تنزل إلى الدورق, استمر بإضافة الحامض مع الرج وتحريك المحلول في الدورق باليد الثانية,
5- تجد قطرة واحدة من الحامض تغير لون صبغة المحلول من الوردي إلى عديم اللون, تدعى هذه العملية بالتسحيح أما الحد الذي عنده يتغير اللون فتسمى نقطة التعادل أونقطة الإنتهاء.
6- سخن الدورق بما يحتويه على لهب مصباح بنزن الهادئ, إلى ان يتبخر جميع الماء, لاحظ تخلف بلورات بيضاء تجد لها طعما مالحا عند تذوقها, هي بلورات ملح الطعام.

**الاسئلة:-**

س1: مالمقصود بتفاعل التعادل؟
س2: اشرح طريقة صناعة الصابون؟
س3: ماهي خواص الحوامض؟
س4: اذكر اهم خواص الاملاح.
س5: ما طريقة تفاعل الحوامض مع الكاربونات. مع ذكر المعادلات.

## 2-3 أسم التجربة : تحضير محلول قياسي ( حامضي – وقاعدي – وملحي )

### 1-1-3الهدف

تمكين الطالب من إتقان الخطوات العملية لتحضير محاليل قياسية, حامضية ، قاعدية, ملحية ومحاليل عيارية, بتراكيز مختلفة وبحجوم مختلفة في قناني حجمية قياسية وتعزيز المفهوم النظري للتجربة المتمثل بمعرفة حسابات العيارية والمولارية والنسب الحجمية لمكونات المحاليل ومعرفة مفهوم المول وقياس الحامضية .

### 2-2-3 النظرية

تعرف المحاليل القياسية على أنها محاليل يحتوي الحجم المعين منها على وزن معين من المادة المذابة .وعليه تكون ذات درجة تركيز معلومة ودقيقة.,وتحضر المحاليل القياسية بإذابة وزن مضبوط بدقة عالية من مادة تكون على درجة عالية من النقاوة والثبات، وتسمى بالمادة القياسية في حجم معين من المذيب لتعطي التركيز اللازم بالضبط، ويشترط في المادة القياسية المستخدمة لتحضير المحلول القياسي شروط عدة, وهي كما يأتي :

1- أن تكون ذات تركيب معروف، ويسهل الحصول عليها بدرجة عالية من النقاوة أو من السهل تنقيتها بعد معرفة الشوائب التي يجب ألا تتجاوز 0.2% كما يسهل تجفيفها وحفظها في حالة نقية .
2- أن تكون المادة غير متميعة (لا تمتص الماء) كما يجب أن لا تكون قابلة لأي تغير فيها في أثناء عملية الوزن.
3- يجب أن يكون وزنها المكافئ كبيراً حتى تصبح أخطاء الوزن في حدود الإهمال.
4- يجب أن تكون المادة سهلة الذوبان في الماء تحت الظروف التي تستعمل فيها.
5- إن كانت ممتصة للماء فيجب أن تكون معلومة الرطوبة (محتوى الماء ) .
6- يجب أن لا تتأثر بالضوء ودرجات الحرارة.

### 3-2-3 المحاليل الكيميائية

المحاليل الكيميائية في علم الكيمياء؛ تُقسم المادة إلى ثلاثة أقسامٍ رئيسيةٍ هي الصلبة والسائلة والغازية؛ والمادة السائلة من أهم تقسيماتها المحاليل, فالمحاليل الكيميائية هي نوعٌ من انواع المواد الكيميائية تنتج من عملية خلط أو إذابة لمادةٍ أوأكثر في مادةٍ أخرى.

وتقسم المحاليل إلى ثلاثة أقسامٍ رئيسة:

1- **المحلول المُعلَّق:** هو محلولٌ غير متجانس، ينتج من إذابة مادة في أخرى بحيث تكون جزيئات المادة المذابة كبيرة ويمكن تمييزها بالعين المجردة، وتُفصل بالترشيح أو الترويق؛ مثال الكبريت في الماء، النشا في الماء.
2- **المحلول الحقيقي:** محلول متجانس الجزيئات، جزيئاته صغيرة الحجم لا تشاهد بالعين المجردة ويفصل باستخدام الطرائق الكيميائية مثل التبخير أو التقطير، ومثاله محلول الملحي الناتج من إذابة الملح في الماء.
3- **المحلول الغروي:** محلول متجانس جزيئاته صغيرة جداً يستخدم المجهر لمشاهدتها، ولا تُفصل بالطرائق العادية من الترشيح والترويق، وإذا تُرك المحلول الغروي بلا رجّ فإنّه يترسب، والمحلول الغروي محلول وسطي بين الحقيقي والمُعلَّق، مثال الحليب , الدم .

### 4-2-3 طرائق التعبير عن التركيز يوجد عدة طرائق للتعبير عن التركيز ومنها:

في الكيمياء، التركيز عبارة عن تعبير معين يدل على مقياس كمية مادة بالنسبة إلى أخرى في المخلوط .

وهذا يمكن أن يطبق على أي نوع من أنواع المخلوط الكميائي، ولكن في الغالب يقتصر هذا المفهوم علي المحاليل المتجانسة، وفي هذه الحالة تشير إلى كمية المذاب في المذيب.

توجد صيغ عدة للتعبيرعن التراكيز منها المولية, والحجمية، والنظامية، والكسرالمولي, والجزئية, والجزئية المولارية, والعيارية, وصيغ أخرى مختلفة واهمها:-

1- النسبة المئوية الوزنية: عدد غرامات المذاب في مئة مللتر من المحلول، فمحلول مائي تركيزه مثلاً 2% وزناً؛ هذا يعني أن كتلة المذاب 2 gm في 100 ml من المحلول من خلال التطبيق الآتي:

$$\%2 = \frac{100}{2} \times 100\ \% = \%100 \times (100/2)$$

2- النسبة المئوية الحجمية: هي عبارة عن حجم المذاب في مئة مللتر من المحلول، فمحلول مائي تركيزه مثلاً 3% حجماً؛ هذا يعني أن حجم المذاب يساوي 3 ml مذابة في 100 ml من المحلول من خلال التطبيق الآتي:

$$\%3 = \frac{100}{3} \times 100\% = 100\ \% \times (100/3)$$

3- الجزيئية الوزنية (المولالية): هي عبارة عن نسبة عدد مولات المذاب إلى 1000 gm من المذيب.

**المولالية =** $\frac{\text{عدد مولات المذاب}}{\text{1000 غم من المذيب}}$ ، ويمكن حساب عدد مولات المذاب بالقانون الآتي:

**عدد المولات=** $\frac{\text{وزن المادة المذابة بالغرام}}{\text{الوزن الجزيئي للمادة المذابة}}$

4- الجزيئية الحجمية (المولارية): هي عدد مولات المذاب في 1000 ml من المحلول.

**المولارية=** $\frac{\text{عدد مولات المادة المذابة}}{\text{1000 مللتر من المحلول}}$ ، وعدد المولات تُحسب بنفس الطريقة المذكورة آنفاً.

5- العيارية: هي عبارة عن عدد المكافئ الغرامي للمادة المذابة في حجم محلول مقداره لترٌ واحدٌ.
العيارية = عدد المكافىء الغرامي/ حجم المحلول باللتر يحسب المكافىء الغرامي من خلال حساب عدد المولات للمادة المذابة مقسوماً على تكافؤ الكيميائي للمادة المذابة أي عدد الإلكترونات المفقودة أو المكتسبة، وإذا كانت المادة حامضاً أو قاعدة تُقسم على درجة الحموضة( عدد ذرات الهيدروجين القابلة للابدال أو الاحلال محل فلز) أو القاعدة(عدد مجاميع الهيدروكسيل القابلة للابدال أو الإحلال محل لافلز).

6- الجزء في المليون (ppm) و ألجزء في البليون (ppb) :هي طريقة قياس تركيز المذاب القليلة جداً في المحلول وتستخدم هذه الطريقة في القياسات الدقيقة ولاسيما في مصانع الأدوية، فمحلول تركيزه 2 جزء في المليون؛ يعني أن كل مليون جزء من المحلول يحتوي على 2 جزء من المذاب .

**تُحضر المحاليل القياسية بطريقتين وفقا لطبيعة المادة القياسية المستعملة في التحضير وكما يأتي :**

**اولا : الطريقة المباشرة**

تستعمل هذه الطريقة لتحضير المحاليل القياسية للمواد التي تنطبق عليها شروط المادة القياسية المذكورة سابقا وطريقة التحضير تتلخص بما يأتي :

تجفف المادة القياسية لطرد آثار الرطوبة التي تحتويها وهوالأفضل أو تؤخذ الرطوبة والشوائب الأخرى بعين الاعتبار عند حساب وزن الكمية اللازمة للتحضير، ثم تليها عملية الوزن وتتم بواسطة ميزان تحليلي حساس, ويجب الانتباه إلى دقة الوزن بعدها تحل المادة المذابة في الماء المقطرثم يكمل الحجم المطلوب بالماء المقطر في الدورق الحجمي

ويمكن تحضير العديد من المواد بالطريقة المباشرة مثل حامض الأوكزاليك، بيكربونات الصوديوم أوالبوتاسيوم، كلوريدالصوديوم أو البوتاسيوم، كربونات الصوديوم أوالبوتاسيوم، نترات الفضة وغيرها.

**ثانيا :الطريقة غير المباشرة**

وتستعمل لتحضير المحاليل القياسية للمركبات الكيميائية التي لا تتوفر فيها شروط المادة القياسية السابقة الذكر، وبهذه الطريقة يمكن تحضير المحاليل القياسية للمركبات النقية الصلبة مثل القلويات التي تعتبرماصة للماء مثل هيدروكسيد الصوديوم أوالبوتاسيوم أوالمركبات السائلة الموجودة في محاليل مائية مثل حامض الهيدروكلوريك و حامض الكبريتيك و حامض النتريك أو المواد القابلة للتفكك مثل فوق أكسيد الهيدروجين و كذلك المواد المتسامية السهلة التطاير مثل اليود ،والكافور والنفثالين .

ومما يجب الانتباه إليه اثناء تحضير المحاليل القياسية هو أن يكون العمل بدقة أثناء عملية التحضير لأن هذه المحاليل القياسية تستعمل لاحقا لمعايرة المحاليل المجهولة وتحديد عياريتها وتراكيزها بعملية التسحيح بوجود أحد الأدلة .

## 5-2-3 تحضير محلول ( 0.1N ) من حامض الاوكزاليك ( $H_2C_2O_4 .2H_2O$ )

### 1-5-2-3 الهدف

تمكين الطالب من إتقان الخطوات العملية لتحضير محلول 0.1N عياري من حامض الاوكزاليك وإجراء الحسابات الخاصة بالتجربة .

### 2-5-2-3 الأدوات والمواد المطلوبة

1- كاس زجاجي سعة 100 ml .
2- قنينة غسل, ساعد زجاجي .
3- قمع, زجاجة ساعة, أو ورقة ترشيح (للوزن) .
4- حامض الاوكزاليك ( $H_2C_2O_4.2H_2O$ ) .
5- ماء مقطر .
6- قنينة حجمية سعة (1000 ml ) .
7- ميزان حساس .

### 3-5-2-3 خطوات العمل

1- احسب الوزن المكافئ لحامض الاوكزاليك باستخدام القانون الآتي :

$$\text{الوزن المكافئ للحامض} = \frac{\text{مجموع الأوزان الذرية لعناصر الحامض(الوزن الجزيئي)}}{\text{عدد ذرات الهيدروجين القابلة للإبدال أو الإحلال محل فلز}}$$

2- احسب الوزن المطلوب من حامض الاوكزإليك من القانون أعلاه إذا علمت أن الأوزان الذرية للعناصر :H= 1 , O= 16 , C= 12 .

$$\text{الوزن المكافئ} = \frac{2+24+64+2(18)}{2} = 63$$

الوزن = العيارية (N) × الوزن المكافيء × 1 L

الوزن المطلوب **(63×0.1=6.3 g)** في قنينة حجمية سعة (1 L) 1000 ml.

3- زن الكمية المطلوبة من حامض الاوكزاليك في زجاجة ساعة بميزان حساس (6.3 g) ثم ضعها في كأس زجاجي سعة 100 ml .

4- اضف الماء المقطر إلى الحامض للإذابة مع التحريك المستمر بالساعد الزجاجي، لاكمال عملية الذوبان إلى أن تذوب جميع جزيئات الحامض .

5- حضر قنينة حجمية سعة 1000 ml وضع قمع على فوهتها .

6- انقل الحامض المذاب إلى القنينة الحجمية ثم اغسل الكأس بالماء المقطر لإزالة جميع جزيئات الحامض وصب محتويات الكأس في القنينة الحجمية .

7- اكمل الحجم المتبقي بالماء المقطر في القنينة إلى حدّ العلامة (1000 ml) .

8- اغلق القنينة بسدادة ورجها جيدا ليتجانس المحلول .

9- ضع لاصقاً على القنينة وثبت عليه اسم الحامض وعياريته وتاريخ التحضير،احفظ القنينة في دولاب المواد ثم اغسل الأدوات الزجاجية وجففها وارجعها إلى مكانها ثم نظف ورتب مكان العمل في المختبر .

### 3-2-6 بطاقة التمارين

**اسم التمرين : تحضير محلول عياري ( 0.1N ) من حامض الاوكزاليك في قنينة حجمية سعتها واحد لتر (1000 ml ).**

**اولا : الأهداف التعليمية**

بعد الانتهاء من إجراء التمرين يكون الطالب قادرا على ان يحضر محاليل عيارية مختلفة التراكيز والحجوم من الحوامض عمليا بعد إجراء الحسابات الاولية وتحديد الوزن المطلوب لتحضير المحلول العياري والحجم المطلوب في قنينة حجمية.

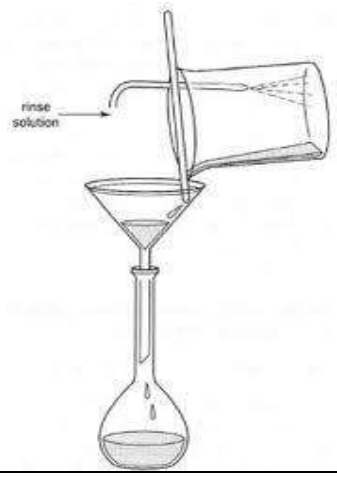
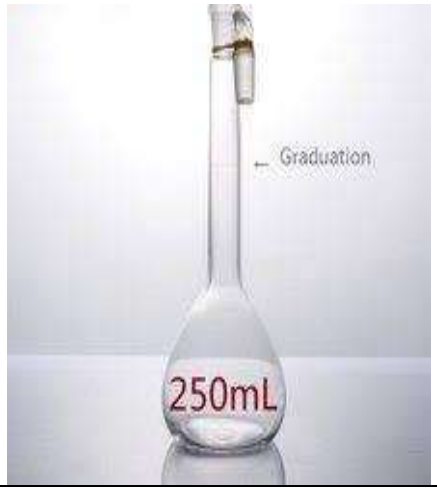
**ثانيا : التسهيلات التعليمية ( مواد ، وعدد ، وأجهزة )**

1 – كأس زجاجي سعة 100 ml. 2 - قنينة غسيل. 3 - قمع ترشيح. 4 - قنينة حجمية سعة 1000 ml. 5 - ساعد زجاجي للإذابة. 6 - ماء مقطر. 7 - حامض الاوكزاليك. 8 - لاصق ورقي. 9- ميزان حساس. 10- زجاجة ساعة .

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

| ت | خطوات العمل, النقاط الحاكمة, معيار الاداء | الرسومات |
|---|---|---|
| 1 | ارتد بدلة العمل (صدرية) ويجب أن تكون مناسبة لقياس الطالب وارتد نظارة واقية والقفازات الواقية لأن الحوامض مواد خطرة، ثم حضر الأدوات الزجاجية المطلوبة واغسلها وجففها ثم حضر حامض الاوكزاليك, والماء المقطر. | |
| 2 | احسب الوزن المكافئ لحامض الاوكزاليك باستخدام القانون الاتي :<br>**الوزن المكافئ للحامض =**<br>مجموع الاوزان الذرية لعناصر الحامض(الوزن الجزيئي )<br>عدد ذرات الهيدروجين القابلة للإبدال أو الإحلال محل فلز | باستخدام القانون التالي:<br>**الوزن المكافئ للحامض = مجموع الأوزان الذرية لعناصر الحامض/عدد ذرات الهيدروجين القابلة للابدال أو الإحلال محل فلز** |
| 3 | احسب الوزن المطلوب من حامض الاوكزاليك من القانون اعلاه إذا علمت أن الاوزان الذرية للعناصر H=1 , O= 16 , C= 12 .<br>الوزن المكافئ = $\frac{2+24+64+2(18)}{2}$ = 63<br>الوزن المطلوب = العيارية (N) × الوزن المكافيء × 1L<br>الوزن المطلوب 63 x 0.1 = **6.3 g** في قنينة حجمية سعة (1 L) 1000 ml. | **6.3 g**<br>الوزن المطلوب لتحضير محلول 0.1N عياري من حامض الاوكزاليك في قنينة حجمية سعتها لتر واحداً.<br> |

| | | |
|---|---|---|
| 4 | زن الكمية المطلوبة من حامض الاوكزاليك في زجاجة ساعة بميزان حساس (6.3 g) ثم ضعها في كأسزجاجي سعة 100 ml . | |
| 5 | الوزن المطلوب 63 × 0.1 = 6.3 g | **6.3 g** |
| 6 | زن الكمية المطلوبة من حامض الاوكزاليك ( 6.3 g) وضعها في كأس زجاجي سعة 100 ml | |
| 7 | اضف الماء المقطر إلى الحامض لإذابته مع الاستمرار بعملية التحريك إلى أن تذوب جميع جزيئات الحامض. | |
| 8 | حضر قنينة حجمية سعة 1000 ml وضع قمعاً على فوهتها | |

| | | |
|---|---|---|
| 9 | انقل الحامض المذاب إلى القنينة الحجمية ثم اغسل الكأس بالماء المقطر لازالة جميع جزيئات الحامض وصب محتويات الكأس في القنينة الحجمية. |  |
| 10 | اكمل الحجم المتبقي في القنينة بالماء المقطر إلى حدّ العلامة (1000 ml). |  |
| 11 | اغلق القنينة بسدادة ورجها جيدا لمجانسة المحلول. | |

| | | |
|---|---|---|
| 12 | ضع لاصقاً على القنينة وثبت عليه اسم الحامض وعياريتة وتاريخ التحضيرثم احفظها في دولاب المواد. | |
| 13 | اغسل الأدوات الزجاجية وجففها وارجعها إلى مكانها المخصص ونظف مكان العمل. | |

### 3-2-7-3: تحضير محلول ( 0.1 N ) من هيدروكسيد البوتاسيوم ( KOH )

#### 3-2-7-1الهدف

تمكين الطالب من إتقان الخطوات العملية لتحضير محلول 0.1 N من هيدروكسيد البوتاسيوم وإجراء الحسابات الخاصة بالتجربة .

#### 3-2-7-2 الأدوات والمواد المستعملة

1- كاس زجاجي سعة 100 ml .
2- قنينة غسل , ساق زجاجي.
3- قمع ترشيح .
4- هيدروكسيد البوتاسيوم KOH .
5- ماء مقطر, ميزان حساس .
6- قنينة حجمية سعة (1000 ml) .

#### 3-2-7-3 خطوات العمل

1- ارتد بدلة العمل ( صدرية) ويجب أن تكون مناسبة لقياس الطالب.
2- ارتد نظارة واقية و ارتد القفازات الواقية .
3- احسب الوزن المكافئ لهيدروكسيد البوتاسيوم باستخدام القانون الآتي: لماً أن الوزن الذري للبوتاسيوم = 39 , وللاوكسجين= 16 , والهيدروجين = 1

$$\text{الوزن المكافئ للقاعدة} = \frac{\text{مجموع الاوزان الذرية للعناصر المكونة للقاعدة}}{\text{عدد مجاميع OH القابلة للابدال أو الاحلال محل فلز}}$$

$$\text{الوزن المكافئ} = \frac{1+16+39}{1} = 56\ \text{gm}$$

**لتحضير محلول 1 N هيدروكسيد البوتاسيوم في قنينة حجمية سعتها 1L لتر واحد.**

4- احسب الوزن المطلوب من هيدروكسيد البوتاسيوم من القانون اعلاه.
5- الوزن المطلوب = العيارية (N) × الوزن المكافئ × 1 L (1000 ml).
6- الوزن $\frac{1000}{1000} \times 0.1 \times 56 = 5.6\text{g}$ .
7- زن الكمية المطلوبة من هيدروكسيد البوتاسيوم (5.6 g ) وضعها في كأس زجاجي سعة 1000 ml.
8- اضف الماء المقطر إلى القاعدة لا ذابتها مع التحريك المستمر بواسطة الساق الزجاجي حتى تذوب جميع جزيئات هيدروكسيد البوتاسيوم.
9- حضر قنينة حجمية نظيفة وجافة سعة 1000 ml وضع قمعاً في فوهتها .
10-انقل المحلول المذاب إلى القنينة الحجمية ثم اغسل الكأس بالماء المقطر لإزالة جميع جزيئات القاعدة وصب محتويات الكأس من عملية الغسل في القنينة الحجمية .
11-اكمل الحجم في القنينة الحجمية بالماء المقطر إلى حد العلامة (1000 ml)
12-اغلق القنينة بسدادة ورجها جيدا لكي يتجانس المحلول .
13-ضع لاصقاً على القنينة وثبت عليه اسم القاعدة وعياريتها,وتاريخ التحضير واحفظ القنينة مع المحلول في دولاب المواد .
14-اغسل الأدوات الزجاجية وجففها وارجعها إلى مكانها ورتب مكان العمل.

### 8-2-3 بطاقة التمارين

**اسم التمرين : تحضير محلول ( 0.1 N ) من هيدروكسيد البوتاسيوم (KOH ) بقنينة حجمية سعة واحد لتر ( 1000 L) .**

**اولا : الاهداف التعليمية**

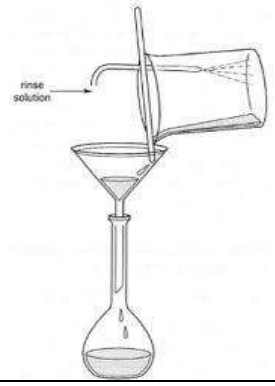
بعد الانتهاء من إجراء التمرين يكون الطالب قادرا على تحضير محاليل عيارية وقياسية من المواد القاعدية مثل هيدروكسيد البوتاسيوم (0.1 N) بحجم واحد لتر(1000 L) وبحجوم وعيارية مختلفة عمليا وفي المختبر.

**ثانيا : التسهيلات التعليمية**

1 – كأس زجاجي سعة (100 ml ) 2 - قنينة غسيل 3 - قمع ترشيح 4 - ساق زجاجي 5 - قنينة حجمية سعة واحد لتر 6 - ماء مقطر 7 - ميزان حساس 8 - هيدروكسيد الصوديوم .

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

| ت | خطوات العمل, ومعيار الاداء, والنقاط الحاكمة | الرسومات |
|---|---|---|
| 1 | ارتد بدلة العمل (صدرية ) و ارتد نظارة واقية و القفازات الواقية لأن القواعد مواد خطرة ,ثم حضر الأدوات الزجاجية المطلوبة بعد غسلها وتنظيفها ،ثم حضر المواد الكيمياوية المطلوبة بالعملية . | |
| 2 | احسب الوزن المكافئ لهيدروكسيد البوتاسيوم باستخدام القانون الآتي:<br>**الوزن المكافئ للقاعدة =مجموع الأوزان الذرية للعناصر المكونة للقاعدة \ عدد مجاميع OH القابلة للابدال أو الاحلال محل فلز** | |
| 3 | الوزن المطلوب = العيارية (N) × الوزن المكافيء × 1 لتر (1000)<br>**الوزن $\frac{1000}{1000} \times 0.1 \times 56 = 5.6g$** | **5.6 g**<br>الوزن المطلوب لتحضير محلول 0.1 N عشر عياري في قنينة حجمية سعتها واحد لتر. |
| 4 | احسب الوزن المطلوب من هيدروكسيد البوتاسيوم من | |

| | | |
|---|---|---|
| | القانون<br>الوزن المطلوب = العيارية (N)× الوزن المكافئ ×<br>1لتر | |
| 5 | الوزن المطلوب<br>**0.1 × 56 = 5.6 g** | **5.6 g**<br>الوزن المطلوب لتحضير محلول عياري<br>**0.1 N** في قنينة حجمية سعتها واحد لتر |
| 6 | زن الكمية المطلوبة من هيدروكسيد البوتاسيوم<br>(5.6) g وضعها في كأس زجاجي سعة 100 ml | |
| 7 | اضف الماء المقطر إلى القاعدة لإذابتها مع التحريك المستمر بواسطة الساعد الزجاجي إلى أن تذوب جميع جزيئات هيدروكسيد البوتاسيوم | |
| 8 | حضر قنينة حجمية سعة 1000 ml وضع قمعاً على فوهتها | |
| 9 | انقل المذاب إلى القنينة الحجمية ثم اغسل الكأس بالماء المقطر لإزالة جميع جزيئات القاعدة وصب محتويات الكأس من عملية الغسل في القنينة الحجمية. |  |

| | | |
|---|---|---|
| 10 | اكمل الحجم في القنينة بالماء المقطر إلى حد العلامة (1000 ml) | |
| 11 | اغلق القنينة بسدادة ورجها جيدا لمجانسة المحلول | |
| 12 | ضع لاصقاً على القنينة وثبت عليه اسم القاعدة وعياريتها ،وتاريخ التحضير واحفظ القنينة في دولاب المواد. | |
| 13 | اغسل الأدوات الزجاجية وجففها وارجعها إلى مكانها ورتب مكان العمل. | |

## 3-2-9 : تحضير محلول (0.1N ) من كلوريد الصوديوم (NaCl ) بحجم واحد لتر (1 L) 1000

### 3-2-9-1 الهدف

تمكين الطالب من إتقان الخطوات العملية لتحضير محلول 0.1 N من كلوريد الصوديم وإجراء الحسابات الخاصة بالتجربة .

### 3-2-9-2 الأدوات والمواد المستعملة

1- كاس زجاجي سعة 100 ml.
2- قنينة غسل.
3- قمع, وميزان حساس.
4- كلوريد الصوديوم NaCl .
5- ماء مقطر.
6- قنينة حجمية سعة (1000 ml ) .
7- ساق زجاجي , وزجاجة ساعة.

### 3-2-9-3 خطوات العمل

1- احسب الوزن المكافئ لكلوريد الصوديوم باستخدام القانون الآتي:علماً أن الوزن الذري للصوديوم =23 , وللكلور = 35.5 ,

2- الوزن المكافئ للملح = $\frac{\text{مجموع الاوزان الذرية للعناصر المكونه للملح}}{\text{عدد ذرات الفلز في الملح} \times \text{عدد تأكسد الفلز}}$

**الوزن المكافئ =** $\frac{23+35.5}{1x1}$ **= 58.5 g** لتحضير محلول كلوريد الصوديوم 1عياري في قنينة حجمية سعتها لتراً واحداً,
ولكن المطلوب هو (0.1N ) .

3- احسب الوزن المطلوب من كلوريد الصوديوم من القانون

الوزن = العيارية (N)× الوزن المكافئ × 1L (1000)

الوزن المطلوب للتحضير = 0.1 × 58.5 × $\frac{1000}{1000}$ = 5.85 g الوزن

5.85g

4- زن الكمية المطلوبة من كلوريد الصوديوم (**5.85 g** ) NaCl وضعها في كأس زجاجي سعة 100 ml .
5- اضف الماء المقطر إلى الملح لأذابته مع التحريك المستمر بواسطة الساق الزجاجي إلى ان تذوب جميع جزيئاته .
6- حضر قنينة حجمية سعة 1000 ml وضع قمع ترشيح في فوهتها .
7- انقل المحلول الملحي إلى القنينة الحجمية ثم اغسل الكأس بالماء المقطر لإزالة جميع جزيئات الملح وصب محتويات الكأس من عملية الغسل في القنينة الحجمية .
8- اكمل الحجم في القنينة بالماء المقطر إلى حد العلامة (1000 ml) .
9- اغلق القنينة بسدادة ورجها جيدا لكي يتجانس المحلول.
10-ضع لاصقاً على القنينة وثبت عليه اسم المحلول الملحي وعياريته وتاريخ التحضير واحفظ القنينة في دولاب المواد .
11-اغسل الأدوات الزجاجية وجففها وأرجعها إلى مكانها ورتب مكان العمل .

### 10-2-3 بطاقة التمارين

**اسم التمرين : تحضير محلول (0.1N ) من كلوريد الصوديوم (NaCl) في قنينة حجمية سعتها لتر واحد (1000ml) .**

**اولا : الأهداف التعليمية**

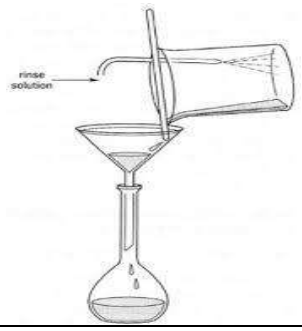
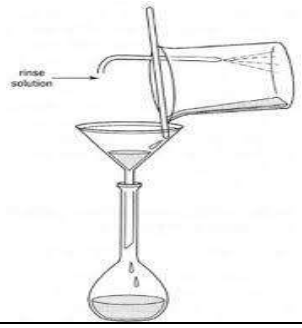
بعد الانتهاء من إجراء التمرين يكون الطالب قادرا على أن يحضر محلول (0.1N ) من كلوريد الصوديوم (NaCl) بحجم واحد لتر (1000 ml) وكذلك تحضير محاليل ملحية مختلفة العيارية والحجوم عمليا وفي المختبر .

**ثانيا : التسهيلات التعليمية (مواد ، وعدد ، وأجهزة )**

1 – كأس زجاجي. 2 - قنينة غسيل. 3 - قمع ترشيح. 4 - ساق زجاجي. 5 - قنينة حجمية قياسية سعتها لتراً واحداً . 6 - ماء مقطر. 7 - كلوريد الصودوم .

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

| ت | **خطوات العمل**، والنقاط الحاكمة، ومعيار الاداء | **الرسومات** |
|---|---|---|
| 1 | ارتد بدلة العمل صدرية و ارتد نظارة واقية وقفازات واقية وحضر الأدوات والمواد الكيمياوية المطلوبة. | |
| 2 | احسب الوزن المكافيء لكلوريد الصوديوم باستخدام القانون الآتي:<br>الوزن المكافئ للملح = مجموع الأوزان الذرية مجموع مجموع اللعناصر المكونة للملح / عدد ذرات الفلز في الملح × عدد تاكسد الفلز | |
| 3 | الوزن المكافئ = 35.5+ 23 / 1×1 = 58.5 g لتحضير محلول كلوريد الصوديوم | 58.5 g |

| | | |
|---|---|---|
| | الوزن المكافئ = $\frac{23+35.5}{1\times1}$ = 58.5 g لتحضير محلول كلوريد الصوديوم | |
| 4 | احسب الوزن المطلوب من كلوريد الصوديوم من القانون<br>الوزن = العيارية (N) × الوزن المكافئ × 1 L | |
| 5 | الوزن 5.85 g = 58.5 × 0.1 | الوزن المطلوب **5.85 g** |
| 6 | زن الكمية المطلوبة من NaCl ( 5.85 g) وضعها في كأس زجاجي سعة 100 ml | |
| 7 | اضف الماء المقطر إلى الملح لأذابته مع التحريك المستمر بواسطة الساق الزجاجي إلى ان تذوب جميع جزيئاته. | |
| 8 | حضر قنينة حجمية سعة 1000 ml وضع قمع في فوهتها |  |
| 9 | انقل المحلول الملحي إلى القنينة الحجمية ثم اغسل الكأس بالماء المقطر لإزالة جميع جزيئات الملح وصب محتويات الكأس من عملية الغسل في القنينة الحجمية. |  |
| 10 | اكمل الحجم في القنينة بالماء المقطر إلى حدّ العلامة (1000 ml). | |

| | | |
|---|---|---|
| 11 | اغلق القنينة بسدادة ورجها جيدا لكي يتجانس المحلول. | |
| 12 | ضع لاصقاً على القنينة وثبت عليه اسم المحلول الملحي وعياريته وتاريخ التحضير واحفظ القنينة في دولاب المواد. | |
| 13 | اغسل الأدوات الزجاجية وجففها وارجعها إلى مكانها ورتب مكان العمل. | |

**الاسئلة**

س1 : ما المحلول القياسي؟ وما الفائدة منه؟

س2 : ما شروط المادة القياسية المستخدمة في تحضير المحلول القياسي؟

س3 : في المواد الممتصة للماء كيف نتخلص من الرطوبة لضمان دقة الحسابات؟

س4 : لماذا يجب ان يكون الوزن المكافئ للمادة القياسية كبيراً؟

س5 : احسب الوزن اللازم من حامض الهيدروكلوريك لتحضير محلول (0.3 N) من حامض HCl في قنينة حجمية سعتها 500 ml.

س6 : احسب الوزن اللازم من هيدروكسيد الصوديوم لتحضير محلول (0.4 N ) من قاعدة NaOH في قنينة حجمية سعتها 250 ml .

س7 : احسب الوزن اللازم من كربونات الصوديوم لتحضير محلول (0.5 N ) من كربونات الصوديوم في قنينة حجمية سعتها 1000 ml.

س8 : اذكر الأخطاء المحتملة اثناء تنفيذ خطوات التجربة ؟

## 3 -3 اسم التجربة : تسحيح حامض مع قاعدة باستخدام احد الادلة

### 1-3-3 الهدف

تمكين الطالب من إتقان الخطوات العملية لعملية تسحيح (معايرة) حامض مع قاعدة بوجود دليل وتحقيق النتائج بما يعزز المفهوم النظري للتجربة المتمثل بأهمية التسحيح كعملية تفاعل كيمياوي سريع, والتسحيح عملية مختبرية أساسية في التحليل الحجمي يُعرف بها تركيز محلول حامضي مجهول بواسطة إضافة محلول قاعدي تركيزه معلوم، أو العكس. بالإضافة إلى إكساب الطالب المهارة في استخدام الأدوات الزجاجية والأجهزة والمواد الكيمياوية الخاصة بعمليات التسحيح، وكذلك إجراء الحسابات الكيمياوية وتطبيق القوانين الخاصة بالتجارب.

### 2-3-3 النظرية

التسحيح أو المعايرة تعرف بأنها العملية التي يضاف بها محلول قياسي إضافة بطيئة من السحاحة لمحلول مادة مجهولة العيارية والمراد تحليلها أو معادلتها ويحدث التفاعل بصورة كاملة وسريعة، ويجب أن تتوافر شروطاً لإجراء عملية التسحيح هي كما يأتي :

1- تمثيل التفاعل بمعادلة كيميائية موزونة .
2- أن يكون التفاعل سريعاً .
3- أن لا تكون هنالك تفاعلات جانبية .
4- أن يكون التفاعل كاملا تتحول فيه المتفاعلات لنواتج معلومة .
5- أن يُستدل على نهاية التفاعل بتغير مرئي في أحد خصائص المحلول كتغير لون أو تكوين راسب أو غيرها .

**نقطة التعادل (التكافؤ):** هي النقطة التي يكون عندها حجم المحلول القياسي المضاف من السحاحة مكافئا كيميائيا لكمية المادة المجهولة ويمكن تحديد نقطة التكأفؤ بواسطة إضافة دليل يتغير لونة عند نقطة النهاية, وتحدد نظريا فقط ويصعب تحديدها بدقة متناهية عمليا .

**نقطة النهاية**: هي النقطة التي يظهرالمحلول تغيرا ملموسا في لونة أثناء التسحيح والمعايرة ,مما يشير إلى نهاية التفاعل, ومن الناحية النظرية يجب أن تكون هذه النقطة مماثلة ومطابقة تماما لنقطة التكافؤ فيها, وانتهاء التفاعل وقد يحصل عمليا وذلك بحدوث تغير فيزيائي، كتغير لون المحلول أو ظهور راسب، ويجب أن يكون الفرق في نقطة التكافؤ قليلاً جدا بحيث يمكن اهماله.

**الادلة :**هي المواد اللازمه لتحديد نقطة التكافؤ وهي عباره عن مواد كيميائية او نباتية تضاف إلى المحلول أثناء المعايره ويحدث تغيراً في لون المحلول أو خواصه عند نقطه النهاية .

### 3-3-3 الأدوات والأجهزة المستعملة

1- سحاحة .
2- حامل حديدي مع ماسك لتثبيت السحاحة .
3- قمع زجاجي لوضع الحامض في السحاحة من خلاله.
4- دورق مخروطي لاجراء عملية التسحيح فيه .
5- ماصة لقياس حجم المحلول القاعدي بدقة .

### 4-3-3 المواد الكيمياوية المستعملة

1- محلول قياسي من حامض الهيدروكلوريك المخفف .
2- محلول من هيدروكسيد الصوديوم مجهول العيارية .
3- دليل الفينولفثالين .

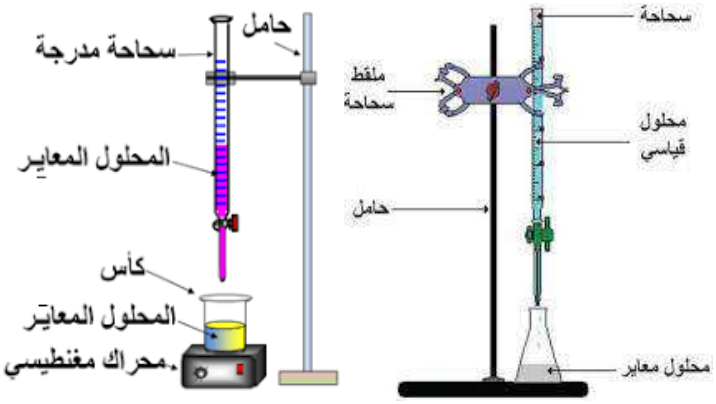
### 5-3-3 خطوات العمل

1- اغسل الأدوات الزجاجية المراد استعمالها جيدا قبل البدء بعملية التسحيح بالماء العادي ثم بالماء المقطر .
2- ثبت السحاحة عمودياً بالماسك المثبيت على الحامل الحديدي ويكون تدريج السحاحة إلى الأمام لمشاهدة الصفر الحجمي، ثم اغلق صنبور السحاحة قبل ملئها بالحامض و ضع قمع ترشيح في فوهة السحاحة من الاعلى .
3- ضع محلول حامض الهيدروكلوريك القياسي (0.1 N ) بالسحاحة، وتجنب سكب الحامض، ثم صفر السحاحة وتخلص من الحامض الزائد في السحاحة إنْ وجد بوضع كأس زجاجي أسفل السحاحة, والتحكم بنزولة من الصنبور.
4- انقل (10 ml) من محلول هيدروكسيد الصوديوم بالماصة إلى الدورق المخروطي مجهول العيارية.
5- اضف إلى الدورق (2) قطرة من دليل صبغة الفينولفثالين ولاحظ تحول لون المحلول من عديم اللون إلى اللون الوردي، ثم ضع ورقة بيضاء تحت الدورق لمشاهدة تغير اللون بوضوح عند إضافة الحامض, وتسجيل نقطة التعادل .
6- اضف الحامض من السحاحة تدريجياً إلى الدورق المخروطي ولاحظ تغير اللون واليد على صنبور السحاحة، فعند مشاهدتك سقوط قطرة واحدة من الحامض تغير اللون من الوردي إلى عديم اللون اغلق الصنبور، وارفع الدورق المخروطي، وسجل حجم حامض الهيدروكلوريك النازل من السحاحة وليكن (10.8 ml) ، كما في الشكل (3-1) . ان اختفاء اللون يمثل نقطة التعادل (او نقطة التكافؤ)، فقد تعادل الحامض النازل مع القاعدة الموجودة في الدورق، وما حدث هو تفاعل ما بين حامض الهيدروكلوريك مع هيدروكسيد الصوديوم والتفاعل سريع وتام.

وفقا للمعادلة :

7- $HCl + NaOH \longrightarrow NaCl + H_2O$

| حامض الهيدروكلوريك | هيدروكسيد الصوديوم | كلوريد الصوديوم |
|---|---|---|



**جد عيارية محلول هيدروكسيد الصوديوم (المجهولة) من القانون الاتي:-**

$$V_1 \times N_1 = V_2 \times N_2$$

اذ إنْ :

$V_1$= حجم المحلول القاعدي ب مللترهيدروكسيد الصوديوم 10 ml ( الحجم معلوم ).

$N_1$= عيارية المحلول القاعدي هيدروكسيد الصوديوم ( العيارية مجهولة).

$V_2$ = حجم المحلول الحامضي(حامض الهيدروكلوريك) النازل من السحاحة 10.8مللتر.

$N_2$= عيارية حامض الهيدروكلويك (محلول قياسي ) معلومة 0.1N عياري.

**النتائج**

$$V_2 \times N_2 = V_1 \times N_1$$

بتطبيق القانون

$$10.8 \times 0.1 = 10 \times N_1$$

$$N_1 = \frac{0.1 \times 10.8}{10} = 0.108$$ عيارية هيدروكسيد الصوديوم

**شكل (3-1) عملية التسحيح**

### 6-3-3 مثال :

جد عيارية محلول هيدروكسيد الصوديوم بعملية التسحيح مع محلول حامض الهيدروكلوريك 0.2 N عياري, وأُخذ 10 ml من هيدروكسيد الصوديوم بالماصة, ووضعت في دورق مخروطي,وقمنا بإضافة قطرتين من دليل الفينولفثالين إلى محلول الدورق, وبعد إجراء عملية التسحيح والوصول إلى نقطة التعادل بتغير لون المحلول من الوردي إلى عديم اللون, اغلقنا صنبور السحاحة, وسجلنا حجم حامض الهيدروكلوريك النازل من السحاحة,فوجد ان 15 ml منه تعادلت مع الهيدروكسيد ,جد عيارية هيدروكسيد الصوديوم؟

$$V_2 \times N_2 = V_1 \times N_1$$

$$15 \times 0.2 = 10 \times N_2$$

$$N_1 = \frac{0.2 \times 15}{10} = 0.3$$ عيارية هيدروكسيد الصوديوم

عند إجراء عملية التسحيح لايجاد عيارية مادة مجهولة يجب إجراء العملية أكثر من مرة أو مرتين أو ثلاث مرات للتأكيد, وفي حالة وجود فرق واضح في النتائج تؤخذ القراءات جميعا ونستخرج معدل هذه القراءات. فالغرض من عملية التسحيح هو ايجاد تركيز و(عياري هيدروكسيد الصوديوم) بدلالة مادة محلول معلومة التركيز (العيارية), بعد أن تظهر نقطة التعادل ويتغير لون المحلول وانتهاء التسحيح تؤخذ النتائج وتجرى الحسابات اللازمة لذلك .

### 7-3-3 بطاقة التمارين

## اسم التمرين :تسحيح حامض مع قاعدة باستخدام أحد الأدلة

### اولا :الأهداف التعليمية

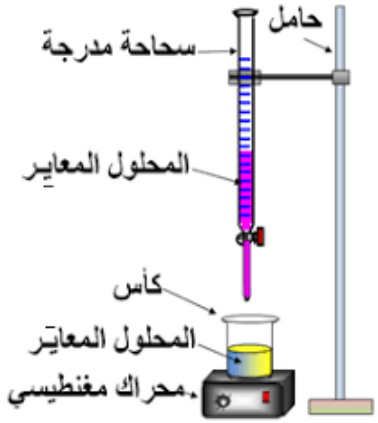
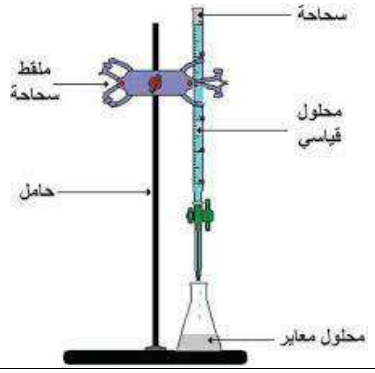
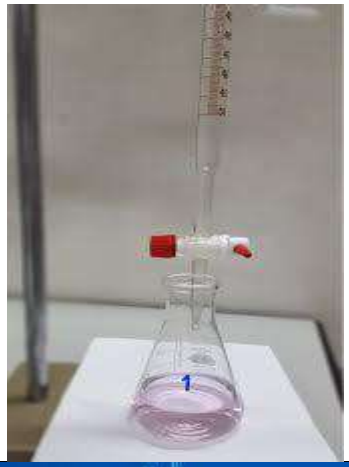
بعد الانتهاء من إجراء التجربة يكون الطالب قادرا على تثبيت الأدوات واستخدام السحاحة وإجراء عملية التسحيح باستخدام الأدلة عمليا في المختبر.

### ثانيا :التسهيلات التعليمية (ادوات ,ومواد ,واجهزة )

1 - ماصة .2 - دورق مخروطي 3 - سحاحة 4 - حامل حديدي مع ماسك لتثبيت السحاحة 5 - مع زجاجي 6 - حامض الهيدروكلوريك المخفف 7 - هيدروكسيد الصوديوم 8 - دليل الفينوللفثالين.

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

| ت | خطوات العمل مع النقاط الحاكمة | الرسومات |
|---|---|---|
| 1 | ارتد بدلة العمل ثم حضر الأدوات والمواد المطلوبة ونظف واخلي مكان العمل. | |
| 2 | اغسل الأدوات الزجاجية المراد استعمالها جيدا قبل البدء بعملية التسحيح بالماء العادي ثم بالماء المقطر. | |

| | | |
|---|---|---|
| 3 | ثبت السحاحة عمودياً بماسك الحامل الحديدي ويكون تدريج السحاحة إلى الأمام لمشاهدة الصفر الحجمي, ثم اغلق صنبور السحاحة قبل ملئها بالحامض ثم ضع قمع ترشيح في فوهة السحاحة من الاعلى . |  |
| 4 | ضع محلول حامض الهيدروكلوريك القياسي (0.1 N ) بالسحاحة، وتجنب سكب الحامض، ثم صفّر السحاحة وتخلص من الحامض الزائد في السحاحة إن وجد بوضع كأس زجاجي أسفل السحاحة, والتحكم بنزولة من الصنبور. |  |
| 5 | انقل ( 10 ml ) من محلول هيدروكسيد الصوديوم مجهول التركيز والعيارية بالماصة إلى الدورق المخروطي . |  |
| 6 | اضف إلى الدورق (2) قطرة من دليل صبغة الفينولفثالين, ستلاحظ تحول لون المحلول من عديم اللون إلى اللون الوردي, ثم ضع ورقة بيضاء تحت الدورق لمشاهدة تغير اللون بوضوح عند إضافة الحامض, وتسجيل نقطة التعادل . | |

| | | |
|---|---|---|
| 7 | اضف الحامض من السحاحة تدريجياً قطرة قطرة إلى الدورق المخروطي, ولاحظ تغير اللون ويدك على صنبور السحاحة, فعند مشاهدتك سقوط قطرة واحدة من الحامض تغير اللون من الوردي إلى عديم اللون اغلق الصنبور, وارفع الدورق المخروطي, وسجل حجم الحامض النازل وكان حجم الحامض 10.8 ml من السحاحة, هذه القطرة هي نقطة التعادل, فقد تعادل الحامض النازل مع القاعدة الموجودة في الدورق, وما حدث هو تفاعل ما بين حامض الهيدروكلوريك مع هيدروكسيد الصوديوم والتفاعل سريع وتام وفقا للمعادلة :<br><br>$$HCL + NaOH \rightarrow NaCl + H_2O$$<br><br>**جد عيارية محلول هيدروكسيد الصوديوم (المجهولة) من القانون الاتي:-**<br><br>اذ إنْ :<br>$V_1$= حجم المحلول القاعدي ب مللتر هيدروكسيد الصوديوم 10 ml ( الحجم معلوم ).<br>$N_1$= عيارية المحلول القاعدي هيدروكسيد الصوديوم (العيارية مجهولة).<br>$V_2$ = حجم المحلول الحامضي(حامض الهيدروكلوريك) النازل من السحاحة 10.8 ml.<br>$N_2$= عيارية حامض الهيدروكلويك (محلول قياسي ) معلومة 0.1N عياري.<br><br>**النتائج**<br><br>$$V_2 \times N_2 = V_1 \times N_1$$<br>بتطبيق القانون<br>$$10.8 \times 0.1 = 10 \times N_1$$<br><br>عيارية هيدروكسيد الصوديوم $N_1 = \frac{0.1 \times 10.8}{10} = 0.3$ | |

| | | |
|---|---|---|
| 8 | عندما يتعادل الحامض مع القاعدة بوجود دليل الفينولفثالين فان لون المحلول يتغير من الوردي إلى عديم اللون ،هذا من ناحية ،أما من ناحية أخرى فقد تغيرت طبيعة المواد المتفاعلة وكان ناتج التفاعل هو ملح وماء، وهذا الملح هو كلوريد الصوديوم (ملح الطعام) وبإمكان الطالب أن يتذوقه ولو جُفف هذا المحلول بعملية التبخير لحصلنا على بلورات ملح الطعام . | |

**الاسئلة**

س1 : عَرف عملية التسحيح ؟ ووضح ما المحلول القياسي؟
س2 : ما الإجراءات الواجب توفيرها لإ جراء عملية التسحيح ؟
س3 : ماذا تعني نقطة التكافؤ؟ وهل يوجد بينها وبين نقطة التعادل فرقاً؟
س4 : عَرف نقطة النهاية بعملية التسحيح ؟ ثم اذكر اهم التغيرات التي تحدث فيها؟
س5 : ما الإجراءات المتبعة في المختبر لإجراء عملية التسحيح ؟
س6 : اذكر الأخطاء المحتملة أثناء تنفيذ خطوات التجربة .

## 3-4 اسم التجربة : تجربة قياس الحامضية والقاعدية

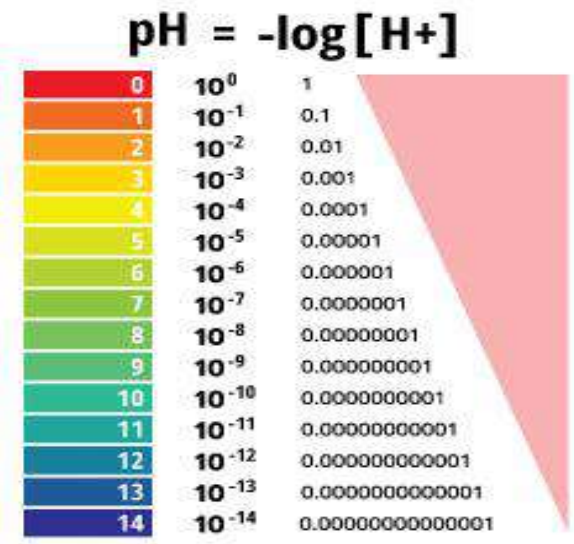
### 3-4-1 الهدف

تمكين الطالب من إتقان الخطوات العملية لإجراء تجربة قياس الحامضية والقاعدية وتحقيق النتائج بما يعزز المفهوم النظري للتجربة المتمثل بمعرفة الرقم الهيدروجيني بوصفه القيمة الرياضية التي تحتسب، وهو المقياس والمؤشر على حامضية المادة أو قاعديتها. بالإضافة إلى التدريب على استعمال جهاز قياس الحامضي Ph – meter في قياس حامضية أو قاعدية المحاليل .

### 3-4-2 النظرية

للمواد من حولنا في الطبيعة خواص تميزها عن غيرها، فلكل مادة خواص فيزيائية وكيميائية نستطيع التمييز والتفريق بينهما من خلال دراسة كل مادة على حدة، وان إحدى الصفات الكيميائية للمواد هي مقياس الحامضية والقاعدية .

ولقياس هذه النسبة فقد اعتمدت صيغة لوغاريتمية رياضية لقيم الأيُونات الخاصة بالحوامض والقواعد وهي أيونات الهيدرونيوم $H_3O^+$،هذا المقياس الذي تُعرف به طبيعة الوسط المادي أحامضي هو أو قاعدي. والشكل (3-2) يوضح العلاقة مابين pH واللوغاريتم لأيون الهيدروجين والقيمة العددية له.




**شكل (3-2) العلاقة مابين pH واللوغاريتم لأيون الهيدروجين والقيمة العددية له**

إن الرقم الهيدروجيني هو القيمة الرياضية التي يُحتسب من خلال المعادلة الرياضية اللوغاريتمية (وهي المقياس المؤشر على حامضية المادة أو قاعديتها ) والمعادلة تحسب القيمة السالبة للوغاريتم تركيز ايون الهيدرنيوم $H_3O^+$ كما في المعادلة ادناه :

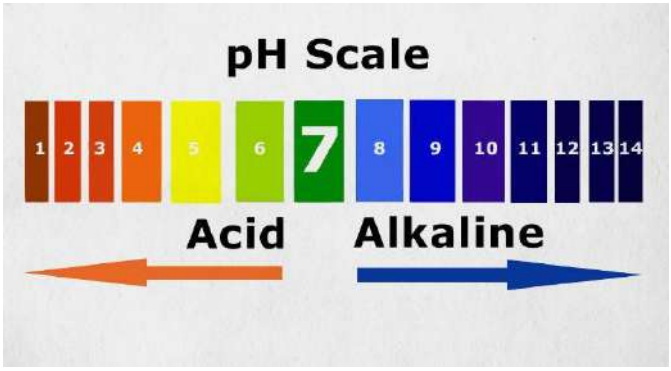
$$PH=-Log\ \ H_3O^+ \qquad (pH = -Log\ H_3O+ ) \qquad pH = -Log_{10}\{H^+\}$$

والقيمة في المربع تعني تركيز أيون الهيدرونيوم ووحدة قياسها هي المول /لتر (mol / liter) والمول هي قياس كمية المادة وأيون الهيدرنيوم مؤشر على حامضية المادة ويكون ذلك من خلال معرفة قيمة الرقم الهيدروجيني، إذْ إن الأرقام التي تقل قيمتها عن الرقم (7) تعني إن المادة حامضية، وهذا يعني أن تركيز أيون الهيدرنيوم عال وهو دليل حامضية المادة.

اما المؤشر على قاعدية المادة فهو عندما تكون قيمة الرقم الهيدروجيني pH أكبر من الرقم (7) فهي تعني أن تركيز أيون ( $OH^-$ ) هو الأكبر، وهو المؤشر على ان المادة قاعدية .

وللماء الصفة المتعادلة بين الحامضية والقاعدية فالرقم (7) هو قيمة الرقم الهيدروجيني pH للمادة دليل على تعادل بيئة الماء ولاسيما الماء المقطر .

والرقم الهيدروجيني يبدأ من الرقم صفر وينتهي بالرقم 14 ، والقيمة التي تقل عن الرقم 7 حتى تصل إلى الصفر هي دليل القيمة الحامضية للمادة، فكلما قلت قيمة الرقم كانت نسبة الحموضة اكبر ووصفت المادة عندها بأنها مادة حامضية ، وكلما زادت عن الرقم 7 وباتجاه الرقم 14 كانت المادة قاعدية، والشكل (3-3) يبين قيمة pH الحامضي والقاعدي والمتعادل بالأرقام والألوان .




شكل (3-3) مؤشر المواد الحامضية والقاعدية

### 3-4-3 الأدوات والأجهزة المستعملة

1- جهاز قياس الحامضية والقاعدية pH-meter .
2- كاس زجاجي سعة 200 ml عدد 4 .
3- قنينة غسيل .
4- قناني صغيرة الحجم ذات غطاء عدد 2 لوضع سائل المعايرة القياسي بعد التحضير والاحتفاظ به لاستخدامه في كل معايرة .
5- ساعد زجاجي للذوبان والتحريك .

### 4-4-3 المواد الكيمياوية المطلوبة

1- محلول حامض هيدروكلوريك 5% .
2- محلول قاعدي هيدروكسيد الصوديوم تركيز 5% .
3- محلول ملح كلوريد الصوديوم تركيز 5% .
4- ماء مقطر .
5- محلول قياسي (بفر).

### 5-4-3 معايرة الجهاز

يجب معايرة الجهاز وبخاصة المستعمل لأول مرة قبل إجراء أي اختبار للتأكد من دقة القياس, وذلك بغمر قطب الجهاز بمحلولين منظمين (قياسي معروف حامضية وقاعدية كل منهما ) كلا منها على الانفراد، الأول ذو حامضية قياسية معلومة ، والمحلول الثاني ذو قاعدية قياسية معلومة ، فالشركات الصانعة تضع مغلفين (محكم الغلق) كلا منها يحتوي مسحوق صلب حامضي وقاعدي ومثبت على الغلاف رقم pH وعند ذوبانه في الماء المقطر إذابة تامة وبحجم مثبت معلوم نحصل على محلول قياسي دقيق يمكن الاعتماد علية ، فقد يكون هناك محلولين حامضي وقاعدي قياسان جاهزان للاختبار ،فعند(فحص) معايرة الجهاز، يغمر قطب الجهاز بأحد المحاليل وعندما تكون القراءة مطابقة يُخرج القطب ويغمر بالماء المقطر، ويعاد غمره في المحلول القياسي الثاني وعندما تكون القراءة مطابقة يعد الجهاز معايراً وبالإمكان الاعتماد علية بالقراءة وأخذ النتائج . أما إذا كانت القراءات للمحاليل القياسية غير مطابقة، فيعد غير معاير، وعليه يمكن التحكم بلولب جانبي عن طريق المفك الخاص المزود مع الجهاز، فيضبط بالفتح واللف على أساس الرقم القياسي لمحاليل الاختبار. الشكل (3-4) فيمثل جهاز الحامضية مع اكياس مسحوق البودر القياسي والمفك الخاص والجهاز يستخدم لأول مرة ، والشكل

الاخر (3-5) يوضح معايرة الجهاز بوجود محاليل قياسية جاهزة بقناني خاصة مثبت عليها درجة الحامضية ,تدعى بالمحاليل البفر أو المحاليل القياسية .

**شكل (3-4) جهاز قياس الحامضية**

**شكل (3-5) قياس محلول البفر (القياسي )**

يجب الاحتفاظ بالمحاليل القياسية بعد تحضيرها داخل قنينة ذات غطاء محكم, فقد يحتاج الجهاز إلى معايرة كل يوم، وهناك بعض الأجهزة الحديثة الصنع يمكنها الاحتفاظ بالمعايرة لمدة شهر. وتتعدد الأجهزة منها البسيطة والمعقدة والمركبة .

### 3-4-6 خطوات العمل

1- خذ أربعة كؤوس زجاجية نظيفة حجم كلا منها 200 ml، ثم ضع في الكأس الأول رقم (1) 100 ml من محلول حامض الهيدروكلوريك تركيز 5% ، و ضع في الكأس الثاني رقم ( 2 ) 100 ml من محلول هيدروكسيد الصوديوم تركيز 5% .

2- ضع في الكأس الثالث رقم ( 3 ) 100 ml من محلول كلوريد الصوديوم تركيز 5% ثم ضع في الكأس رقم (4) 100 ml من الماء المقطر، وهذه الكؤوس جميعا سيجري عليها الاختبار.

والشكل (3-6) يبين الكؤوس الأربعة التي تحتوي على المحاليل التي تُقياس وتعرف درجة حامضية كلا منها من خلال مقياس الحامضية. اما الشكل (3-7) فيوضح طريقة الاختبار وغمر الجهاز بالكاس.

شكل(3-6) يبين طريقة القياس في عدة محاليل  شكل(3-7)طريقة قياس الحامضية يدويا

3- خذ جهاز pH-meter لقياس الحامضية، بعد التأكد من البطارية، ومعايرة الجهاز, اغمر الجهاز أو القطب في الكأس الأول رقم 1 ستلاحظ ظهور رقم على شاشة الجهاز، سجل القراءة وهذه تشير إلى درجة حامضية المحلول ما بين (الصفر - 6) ,وكلما قّل الرقم أو اقترب إلى الصفر ازدادت حموضة المحلول .

4- اخرج القطب من الكأس الأول ثم اغسله بماء مقطر بقنينة الغسل لإزالة محلول الحامض أو بقايا الحامض ، ثم أغمر القطب أو الجهاز في الكأس الثاني ستظهر القراءة على شاشة الجهاز, سجل القراءة وهي تشير إلى درجة القاعدية ما بين 8 – 14 pH وكلما تزيد الرقم تزيدت القاعدية .

5- اخرج القطب من الكاس، واغسله بماء مقطر لإزالة ما تبقى من المحلول القاعدي، ثم اغمر القطب في الكأس الثالث وستلاحظ الرقم يكون ما بين 6 – 8 pH أو ( 7 -pH ) ، كرر العملية على الكأس الرابع, واتبع نفس الخطوات عندئذ ستكون القراءة في الكأس رقم 4 محصورة بالرقم – pH 7 سجل جميع القراءات التي حصلت عليها في جدول وناقش تلك النتائج .وقراءة الأس الهيدروجيني للمحلول، كما في الشكل (3-8) من شاشة الجهاز الرقمية.

شكل (3-8) أنواع من الأجهزة وطرائق القياس

### 7-4-3 بطاقة التمارين

## اسم التمرين : قياس الحامضية والقاعدية

**اولا :الأهداف التعليمية**

أن يكون الطالب قادرا على تعين الحامضية والقاعدية للمحاليل السائلة باستخدام جهاز pH-meter وتحديد قاعدية أو حامضية المحلول عمليا وفي المختبر .

**ثانيا :التسهيلات التعليمية (مواد ، وأدوات ، وأجهزة )**

1 - جهاز قياس الحامضية pH-meter 2 – كأس زجاجي سعة 200 ml عدد 4 . 3 - قناني صغيرة الحجم ذات غطاء عدد 2 لوضع سائل المعايرة القياسي بعد التحضير والاحتفاظ به عند كل معايرة . 4 - ساعد زجاجي للتحريك والذوبان. 5 - قنينة غسيل . 6 - محلول حامضي محضر. 7- محلول قاعدي محضر. 8- محلول ملحي مع ماء مقطر .

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

| ت | خطوات العمل مع النقاط الحاكمة | الرسومات |
|---|---|---|
| 1 | ارتد بدلة العمل ثم احضر جهاز الحامضية pH-meter وحضر الأدوات الزجاجية والمواد الكيمياوية اللازمة لإجراء الاختبار،ثم اغسل الأدوات وحضر المحاليل . | |
| 2 | خذ اربعة كؤوس زجاجية نظيفة حجم كلا منها 200 ml ، ثم ضع في الكأس الاول 100 ml من حامض الهيدروكلوريك تركيز 5% ، و ضع في الكأس الثاني رقم ( 2 ) 100 ml من محلول هيدروكسيد الصوديوم تركيز 5% . | |
| 3 | ضع في الكأس الثالث رقم ( 3 ) 100 ml من محلول كلوريد الصوديوم تركيز 5% ثم ضع في الكأس رقم (4) 100 ml من الماء المقطر وهذه الكؤوس جميعا سيجري عليها الاختبار. | |

| | | |
|---|---|---|
| 4 | خذ جهاز pH-meter لقياس الحامضية بعد التأكد من البطارية ومعايرة الجهاز، ثم اغمر الجهاز أو القطب في الكأس الاول رقم 1 ستلاحظ ظهور رقم على شاشة الجهاز، سجل القراءة وهذه تشير إلى درجة حامضية المحلول ما بين الصفر - 6 وكلما قلّ الرقم أو اقترب إلى الصفر تزايدت الحموضة للمحلول . | |
| 5 | اخرج القطب من الكأس الأول ثم اغسله بماء مقطر ببطل الغسيل لإزالة محلول الحامض أو بقايا الحامض، ثم اغمر القطب أو الجهاز في الكأس الثاني ستظهر القراءة على شاشة الجهاز، ستكون القراءة ما بين 8 – 14 pH وكلما تزايد الرقم تزايدت القاعدية . | |
| 6 | اخرج القطب من الكأس واغسله بماء مقطر لإزالة ما تبقى من المحلول القاعدي، ثم اغمر القطب في الكأس الثالث وستلاحظ الرقم يكون ما بين 6 – 8 pH أو ( 7 -pH )، كرر العملية على الكأس الرابع وسجل ملاحظاتك؟ واتبع نفس الخطوات عندئذ ستكون القراءة في الكأس رقم 4 محصورة بالرقم 7– pH سجل جميع القراءات التي حصلت عليها في جدول وناقش تلك النتائج، وقراءة الأس الهيدروجيني للمحلول. | |
| 7 | لاحظ الرقم الهيدروجيني(الأس الحامضية أو القاعدية) على الشاشة الرقمية للجهاز. | |

**الاسئلة**

س1 :ما الغرض من استخدام جهاز قياس الحامضية pH-meter؟ اذكر أهم ملحقات الجهاز.

س2 : لماذا يجب معايرة الجهاز قبل البدء بقياس حامضية المحاليل ؟

س3 : اذكر تقسيم الآس الهيدروجيني للمحاليل الحامضية والقاعدية والمتعادلة ؟

س4 : لديك محلول مجهول, ما الخطوات المتبعة لقياس ومعرفة حامضية ذلك المحلول ؟

س5 : لديك جهاز pH-meter يستعمل لأول مرة كيف تتم معايرته ؟

س6 : اذكر الأخطاء المحتملة أثناء تنفيذ خطوات التجربة ؛

## 5-3 اسم التجربة : تجربة تحضير غاز الأسيتيلين

### 1-5-3الهدف

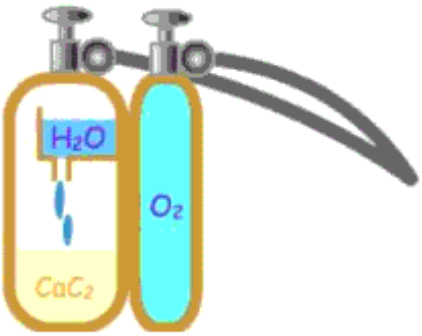
لتمكين الطالب من إتقان الخطوات العملية لإجراء تجربة تحضير غاز الاسيتيلين وتحقيق النتائج بما يعزز المفهوم النظري للتجربة المتمثل بأهمية غاز الاسيتيلين في عمليات الحرق واللحام وكمادة أولية لتحضير كثير من المركبات الكيمياوية تحضيراً بسيطاً وسهلاً, والاكثر من ذلك من مواد متوفرة ورخيصة الثمن, والذين يعملون على تحضيره وإنتاجه لا يبالون بمخاطر هذا الغاز وما يصاحبه من غازات قاتلة لهذا سنوضح ذلك في الإرشادات, والمخاطر. والشكل (3-10) رسم تخطيطي لتحضير الاسيتيلين.

$$CaC_2 + H_2O \longrightarrow C_2H_2 + Ca(OH)_2 \ldots\ldots\ldots(1)$$

كاربيد الكالسيوم ماء غاز الاسيتيلين هيدروكسيد الكالسيوم

### 2-5-3 النظرية

الأسيتيلين (إيثاين) هيدروكاربون يتبع مجموعة الألكاينات، ويعدُّ أبسط مركبات الألكاينات حيث يتكون من ذرتي هيدروجين وذرتي كاربون مرتبطين بأصره ثلاثية. الأسيتيلين غاز لا لون له، وصيغته الكيميائية هي ($C_2H_2$)، وغاز الأسيتيلين سام، كما أنه يكوِّن مع الهواء أيضًا مزيجًا متفجرًا. وغاز الاسيتيلين قابل للاشتعال يستعمل في اللحام بعد خلطة بالأوكسجين ويدعى المزيج أوكسي اسيتيلين، والشكل (3-9) يبين مكونات شعلة الاوكسي اسيتيلين، حيث يتحرر الغاز عند الحاجة بإضافة الماء إلى الكاربيد.



شكل (3-9) منظومة اللحام

عند خلط الأسيتيلين بالأوكسجين يعطي لهباً تصل درجة حرارته إلى (3316 ˚C ) ويستعمل هذا اللهب في لحام وقص المعادن وصهر الفلزات، ويدخل في صناعة البلاستك وفي صناعة مركبات كلوريد الفينيل وخلات الفينيل، ويستعمل في الصناعات الدوائية، وله استخدامات أخرى، وهو اقل كثافة من الهواء الجوي، وقليل الذوبان في الماء ولهذا يجمع بإزاحة الماء إلى الاسفل ويذوب في المذيبات العضوية ومنها الأسيتون .

### 3-5-3 المخاطر الصحية والسلامة من غاز الأسيتيلين

1- يؤثر غاز الأسيتيلين على الصحة عند استنشاقه وقد يسبب الدوار وعدم الاتزان وفقدان الوعي، والتعرض لهذا الغاز بدرجة كبيرة يقلل كمية الأوكسجين في الجو ويسبب الاختناق والموت .
2- أما فعاليته فإنة قابل للاشتعال بدرجة كبيرة، وهو مادة كيميائية فعالة .
3- أما التخزين ، فإنه يخزن تحت ضغط وأضافة ماده كيميائية للمحافظة على خصائصه وفي مكان بارد جيد التهوية وبعيدا عن الحرارة والشرر واللهب، ويحظر استعمال اللهب في مكان استعمال الغاز، فعندما يتسرب الغاز إخلي المنطقة الخطرة واعمل على تهويتها .
4- في حالة استنشاق شخص للغاز، فينقل بعيدا عن المصدر والبدء بعملية المساعدة على التنفس واحذر من ملامسة العين والجلد مع استبعاد الملابس الملوثة وغسل اليدين والجسم بكمية كبيرة من الماء .

$$CaC_2 + H_2O \longrightarrow C_2H_2 + Ca(OH)_2 \ldots\ldots\ldots(2)$$

كاربيد الكالسيوم ماء غاز الأسيتيلين هيدروكسيد الكالسيوم

### 4-5-3 الأدوات والأجهزة المستعملة

1- مخبار مدرج لجمع الغاز عدد 3 .
2- دورق مخروطي حجم 500 ml عدد2.
3- أنبوب مقمع بصنبور للتحكم بنزول الماء.
4- أنابيب توصيل .
5- سدادات من المطاط .

### 5-5-3 المواد الكيميائية المستعملة

1- كاربيد الكالسيوم .
2- حامض الهيدروكلوريك المخفف .
3- كبريتات النحاس محلول .
4- حامض الكبريتيك .

### 6-5-3 خطوات العمل

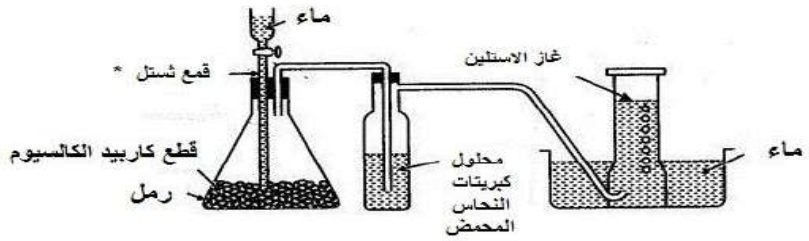
1- زن (15 g) من كاربيد الكالسيوم في ميزان ثم ضعها في دورق مخروطي نظيف وجاف تماما.
2- سد فوهة الدورق بسداد مطاطي يخترقه أنبوبان أحدهما مقمع يملأ بالماء ينزل إلى الأسفل يحتوي على صنبور يغلق ويفتح ليتحكم بنزول الماء، والأنبوب الآخر يخرج ويمر على قنينة عبر سداد القنينة الثانية، ويدخل هذا الأنبوب أسفل هذه القنينة التي تحتوي على محلول كبريتات النحاس مع محلول حامض الكبريتيك المخفف لتنقية غاز الأستيلين من الشوائب (لان الغاز الناتج حديثا يحتوي على شوائب الفسفور والكبريت لذا يجب إمرار الغاز على قنينة خليط المحاليل لغرض التنقية وإذابة الشوائب فيها)، ثم يخرج أنبوب التوصيل من هذه القنينة عبر السداد المطاطي إلى الخارج في حوض مملؤة بالماء ينتهي بمخبار زجاجي مقلوب ومملؤة بالماء وعندما يتحرر الغاز يزيح الماء الموجود بالمخبار ويحل محله.
3- افتح صنبور الأنبوب المقمع واسمح للماء بالنزول على شكل قطرات الواحدة تلو الأخرى على كربيد الكالسيوم, ستلاحظ حدوث تفاعل مباشر وخروج غاز. الغاز المتحرر هو غاز الأسيتيلين ولكن هذا الغاز غير نقي 100% لكونه يحتوي على شوائب .

4- الغاز المتحرر من التفاعل عندما يصل إلى حوض الماء سوف يكون نقيا خاليا من الشوائب . اجمع الغاز الناتج في المخبار كما في الشكل (3-10) .
5- يجمع الغاز بإزاحة الماء إلى الأسفل وعندما يمتلئ المخبار الاول يخرج من الحوض ونضع مخبار آخر مملؤ بالماء في نهاية أنبوب توصيل الغاز.
6- كرر العملية للحصول على ثلاث أسطوانات مدرجة مملؤة بغاز الاسيتيلين.
7- افصل حوض الماء عن الجهاز وواصل التفاعل بإضافة كمية كبيرة من الماء لا نهاء التفاعل، ومن ثم اضف حامض الهيدروكلوريك المخفف لإذابة ما تبقى من المادة والمادة المتكلسة وتنظيف الدورق من التكلسات.

### 7-5-3 الاختبارات

**اختبار الاشتعال:** قرِّب عود ثقاب مشتعل بحذر من فوهة أحد المخابير المملؤة بالغاز, ثم صف اللهب وشدة الاشتعال, وماهو استنتاجك لهذا ؟

وعمليا يخلط غاز الاسيتيلين مع الاوكسجين النقي عند عملية الاحتراق للحصول على شعلة نقية وحرارة عالية جدا، كما في الشكل (3-11).




*قمع شتل: عبارة عن أنبوب زجاجي يحتوي في أعلاه على خزان

**شكل (3-10) تحضير غاز الاستيلين**

**شكل (3-11) عملية الخلط والاحتراق**

## 8-5-3 بطاقة التمارين

## اسم التمرين : تحضير غاز الأسيتيلين

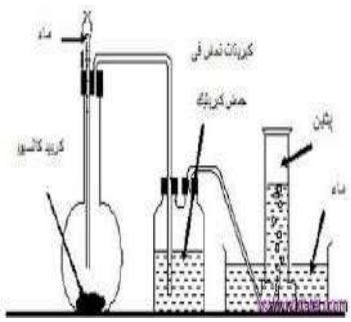
### اولا :الاهداف التعليمية

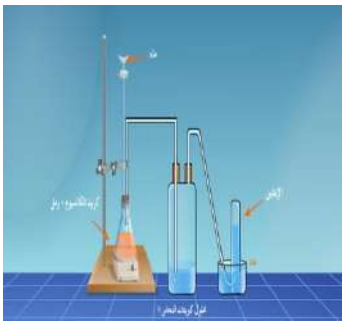
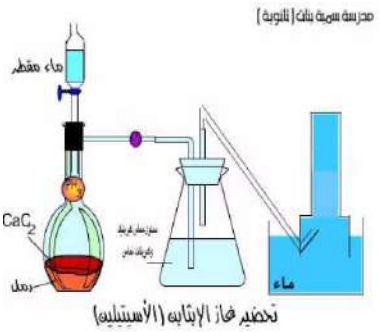
بعد الانتهاء من إجراء التجربة يكون الطالب قادرا على تحضير غاز الأسيتيلين وجمع الغاز ودراسة خواصه في المختبر.

### ثانيا :التسهيلات التعليمية (مواد ،وأدوات، وأجهزة )

1 - مخبار مدرج لجمع الغاز عدد (3). 2 - أنابيب توصيل. 3 - دورق مخروطي حجم كبير عدد (2). 4 - أنبوب مقمع بصنبور. 5 - سدادات من المطاط . 6 - كربيد الكالسيوم. 7 - حامض الهيدروكلوريك المخفف. 8 - كبريتات النحاس. 9 - حامض الكبريتيك. 10 - ماء مقطر .

### ثالثا :خطوات العمل (النقاط الحاكمة، ومعيار الأداء، والرسومات )

| ت | خطوات العمل مع النقاط الحاكمة | الرسومات |
|---|---|---|
| 1 | ارتد بدلة العمل ثم حضر المواد, والأدوات المطلوبة للتجربة واغسلها غسلا جيدا ثم جففها . | |
| 2 | زن ( 15 g) من كاربيد الكالسيوم في ميزان ثم ضعها في دورق مخروطي نظيف وجاف تماما. | |
| 3 | سد فوهة الدورق بسداد مطاطي يخترقه أنبوبان أحدهما مقمع يملأ بالماء وينزل إلى الاسفل ويحتوي على صنبور يغلق ويفتح ليتحكم بنزول الماء، والأنبوب الآخر يخرج ويمر على قنينة عبر سداد القنينة الثانية ويدخل هذا الانبوب أسفل هذه القنينة التي تحتوي على محلول كبريتات النحاس مع محلول حامض الكبريتيك المخفف لتنقية غاز الأسيتيلين من الشوائب (لأن الغاز الناتج حديثا يحتوي على شوائب الفسفور والكبريت لذا يجب إمرار الغاز على قنينة خليط المحاليل لغرض التنقية واذابة الشوائب فيها)، ثم يخرج أنبوب التوصيل من هذه القنينة عبر السداد المطاطي إلى |  |

| | | |
|---|---|---|
| | الخارج في حوض مملؤة بالماء ينتهي بمخبار زجاجي مقلوب ومملؤة بالماء وعندما يتحرر الغاز يزيح الماء الموجود بالمخبار ويحل محله . | |
| 4 | افتح صنبور الأنبوب المقمع واسمح للماء بالنزول على شكل قطرات الواحدة تلو الأخرى على كربيد الكالسيوم ، ستلاحظ حدوث تفاعل مباشر وخروج غاز . الغاز المتحرر هو غاز الأسيتيلين ولكن هذا الغاز غير نقي 100% لكونه يحتوي على شوائب . |  |
| 5 | الغاز المتحرر من التفاعل عندما يصل إلى حوض الماء سوف يكون نقيا خاليا من الشوائب (لأ نه مرر على خليط المحاليل) اجمع الغاز الناتج في المخبار. |  |
| 6 | يجمع الغاز بإزاحة الماء إلى الأسفل وعندما يمتلئ المخبار الاول يخرج من الحوض ونضع مخبار آخر مملؤ بالماء في نهاية أنبوب توصيل الغاز. | |
| 7 | كرر العملية للحصول على ثلاث أسطوانات مدرجة مملؤة بغاز الاسيتيلين . | |

| | | |
|---|---|---|
| 8 | افصل حوض الماء عن الجهازوواصل التفاعل بإضافة كمية كبيرة من الماء لإنهاء التفاعل ومن ثم اضف حامض الهيدروكلوريك المخفف لإذابة ما تبقى من المادة والمادة المتكلسة وتنظيف الدورق من التكلسات. | |

**الاسئلة**

س1 : ما الخواص الفيزيائية لغاز الأسيتيلين ؟ وما تأثير الغاز على الانسان والجهاز التنفسي؟

س2 : لماذا يمرر غاز الأسيتيلين على خليط محلول كبريتات النحاس وحامض الكبريتيك المخفف ؟ وضح ذلك ؟

س3 : كيف يحضر غاز الأسيتيلين تجاريا ؟ ثم اكتب معادلة التفاعل ؟

س4 : كيف يحفظ غاز الأسيتيلين عند الخزن ؟ ثم اذكر اهميته في الصناعات الطبية ؟

س5 : اذكر اهمية غاز الاسيتيلين صناعيا واستخدامه في قص المعادن ؟

س6 : اذكر الأخطاء المحتملة اثناء تنفيذ خطوات التجربة ؟

# الفصل الرابع
# تجارب النفط الخام ومشتقاتة المختبرية

## 4-1اسم التجربة: فصل مزيج من الماء والأسيتون باستخدام التقطير البسيط

### 4-1-1الهدف

الغرض من هذه التجربة إكساب الطالب مهارة تركيب جهاز التقطير وإتباع الطرائق المناسبة التي تمكنه من فصل سائلين مثل الماء والأسيتون باستخدام التقطير البسيط. وكذلك فهم عملية التقطير البسيط باعتبارها احدى طرائق تنقية المواد السائلة من الشوائب وبخاصة تنقية المواد العضوية السائلة من المواد الصلبة غير المتطايرة أوالفصل بين سائلين على أساس اختلاف درجة الغليان، وتطبيق التجربة عمليا في المختبر.

### 4-1-2 النظرية

التقطير عملية تنقية مزيج من سائلين أوأكثر وذلك بتسخينها إلى درجة غليان أحد السوائل ثم السماح بتجميعها في دورق أو قناني النموذج تتغير تبعا لتغير درجة الغليان التي تشير إلى تغير المادة إلى أخرى.

وتتوقف عملية التقطير على الضغط البخاري للسائلين الممتزجين، الذي يتناسب مع نسبة المكونين، 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). ان درجة الغليان خاصية فيزيائية ثابتة للسوائل وتعرف بأنها الدرجة التي يتساوى عندها الضغط البخاري للمادة مع الضغط الجوي المسلط عليه، وتستعمل درجة الغليان للفصل بين السوائل بعملية التقطير البسيط .

تستعمل طريقة التقطير البسيط للفصل بين السوائل وتنقيتها ، وتعتمد على اختلاف درجات الغليان للسوائل المراد فصلها، إذْ تُسخن تلك السوائل في دورق لتحويل المادة السائلة إلى بخار ثم تكثيف البخار وذلك بملامسته لسطح بارد (المكثف) إلى سائل نقي مرة ثانية. أو تسخين السائل إلى الدرجة الحرارية التي يتحول عندها إلى بخار ثم تكثيف البخار ليعود إلى سائل مرة أخرى واستقباله في جزء آخر من الجهاز أي تحدث عمليتين في ان واحد (التبخر والتكثيف). التبخر يحدث عند تسخين السائل والتبريد يتم في جزء من الجهاز يدعى بالمكثف.

عند تسخين مادة في دورق التقطير بلهب ضئيل فالضغط البخاري للسائل (وهو قابلية الجزيئات على الإفلات من سطح سائل) سوف يزداد حتى يتساوى مع الضغط الخارجي وباستمرار التسخين يجهز حرارة تسخين كافية لتحويل التقطير وعندما نسخن رقبة الدورق تخرج الأبخرة من خلال الفتحة الجانبية لدورق التقطير ثم تمر عبر المكثف إلى إناء جمع المادة ويستمر التقطير حيث يكون بمعدل قطرة أو قطرتين كل ثانية.

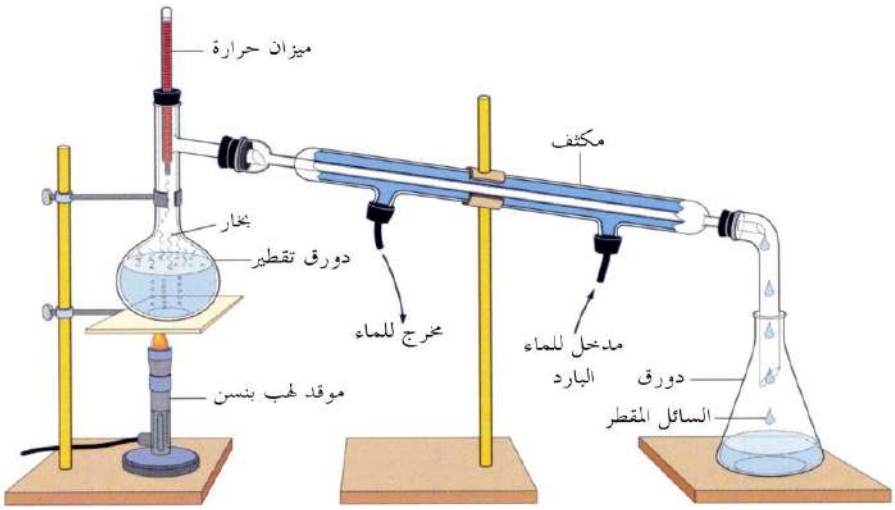
### 4-1-3 الأجهزة والأدوات

1- دورق دائري القعر بحجم مناسب.
2- سدادات من الفلين
3- دورق مخروطي , وأسطوانة مدرجة.
4- حامل مع ماسك , ومصدر تسخين.
5- مكثف زجاجي.
6- محرارزئبقي.
7- توصيلات زجاجية
8- حجر غليان

### 4-1-4 المواد المستعملة

1- ماء مقطر.
2- أسيتون.

يُركب الطالب الجهاز الذي يراعى فيه أن يكون حجم الدورق ضعف حجم السائل المراد فصله، وأن تكون السدادات محكمة، وتركيب الجهاز سليم، بحيث نضمن الفصل بنجاح، ونتجنب المخاطر. الشكل (4-1) يبين منظومة التقطير البسيط .




شكل (4-1) منظومة التقطير البسيط

### 4-1-5 المخاطر

1- سهولة كسر المواد الزجاجية نتيجة لعدم التثبيت الجيد واستخدام ماسك منفصل لكل جزء.
2- الغليان الإندفاعي لهذا يضاف حجر الغليان.
3- الأسيتون يسبب تحسساً للعين وهي مادة شديدة الاشتعال ينبغي حفظها مسدودة بإحكام وتجنب تعريضها للهب المباشر.
4- التخلص من البقايا المترسبة من عملية التقطير.

### 6-1-4 خطوات العمل

**وعند إجراء عملية التقطير يجب مراعاة النقاط الاتية :**

1- يجب استخدام حجر الغليان للحصول على غليان منتظم لأن حجر الغليان عبارة عن خزف يحتوي على مسامات صغيرة فعندما يغلي السائل بفقاعات كبيرة تدخل الفقاعة داخل المسامات وتتحول إلى فقاعات صغيرة وفي حالة عدم إضافة الحجر فان درجة غليان السائل ترتفع إلى ما فوق درجة غليانه مما يؤدي إلى الفوران المفاجئ وتناثرة مما يودي إلى خروج السائل من المكثف وفقدان السيطرة علية.

2- لا تستمر في عملية التقطير إلى جفاف المادة السائلة كليا (أوقف التسخين قبل أن تجف المادة تماما) .

3- يكون التبريد في المكثف بالماء اذا كانت درجة غليان السائل 140 °C وفي حالة درجة الغليان الأعلى يكون التبريد بواسطة الهواء البأرد أو سائل تبريد خاص.

4- يكون التسخين بواسطة حمام مائي ساخن في حالة السوائل ذات درجات الغليان الواطئة مثل الإيثر, أو ثاني كبريتيد الكاربون، الكحول وغيرها. أما اذا كانت درجات غليان السوائل مثل رباعي كلوريد الكاربون أوالاثيلين والنتروبنزين وغيرها من ألمواد غير القابلة للاشتعال فيكون التسخين مباشرة بمسخن كهربائي أو حمام رملي.

5- الغسل بالماء المقطر يكفي للتخلص من البقايا المترسبة.

6- إذا حدث كسر لجزء من أجزاء الجهاز أثناء التركيب فيجب وضعها في أكياس النفايات.

### 7-1-4 ملاحظات عند تركيب الجهاز

1- قبل توصيل القطع الزجاجية لمنظومة التقطير ببعضها يجب دهن نهاية الأسطح الخارجية والداخلية بكمية قليلة من الفازلين وذلك لمنع التحام الزجاج ببعض عند التسخين .

2- ان يكون مستودع الزئبق للمحرار(بصلة المحرار) امام الفتحة الجانبية المتصلة بالمكثف لانبوب مرور البخار .

3- يكون دخول الماء البارد إلى المكثف من الفتحة السفلى وخروجه من الفتحة العليا وذلك لتبريد المكثف تبريداً أفضل وتدريجيا ومن ثمَّ يتكثف البخار تكثفاً أفضل, أما عند توصيل الماء بالمكثف بالصورة المعاكسة فانة سيمر بسرعة داخل المكثف نتيجة للجاذبية الأرضية وعدم امتلاءه بالماء امتلأء مستمراً مما يؤدي إلى وجود فراغات تقلل من كفاءة التبريد والتكثيف, والعملية لا تتم بصورة جيدة .

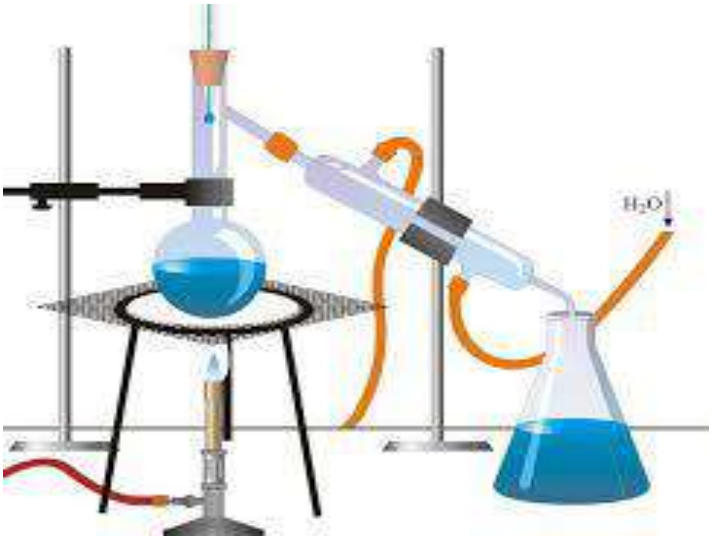
4- أن يكون المكثف في وضع مائل ليسهل خروج الأبخرة المتكثفة وتجمع القطرات تجمعاً أكثر كفاءه .

### 8-1-4 خطوات العمل

1- ركب جهاز التقطير من الأدوات المذكورة أعلاه، كما هو موضح في الشكل (4-2 )على أن تكون جميع المفاصل مسدودة بإحكام، وأن يكون حجم الدورق ضعف حجم المحلول المراد فصله، وأن يكون مستودع المحرار مقابل أسفل الفتحة الجانبية.

2- ضع (50 ml) من المزيج المراد تقطيره في دورق التقطير ويضاف إليه عدداً من حجر الغليان ليساعد على تنظيم عملية الغليان حيث يوزع الحرارة على السائل ويمتص حدة فوران وتناثرالخليط .

3- ضع المحرار بحيث تقع البصلة بموازاة الفتحة الجانبية وعمودية على المكثف حيث يمكن قياس درجة حرارة البخار المار إلى المكثف .
4- اربط الجهاز، كما في الشكل (4-2) ثم سخن الدورق بواسطة مسخن كهرائي (هيتر) أو غازي (مصباح بنزن).
5- سجل درجة الحرارة لحظة نزول أول قطرة من السائل المتكثف في الدورق المخروطي وهي تمثل المادة الأقل درجة غليان ثم سجل الحجم .
6- ضع دورقاً مخروطياً لاستلام المادة النقية من المكثف ثم سجل درجة الحرارة لحظة تغير وصعود درجة الغليان واستبدل وعاء الاستلام بدورق آخر ثم سجل الحجم المستلم. .
7– لا يجوز الاستمرار بعملية التسخين لحين جفاف المادة السائلة كليا .
9 – احسب حجم كل من الماء والأسيتون المفصولين وقارن بكمية كل سائل في الخليط قبل عملية الفصل.
10 – اغلق السخان عند الانتهاء من التجربة وفكك الجهاز واعد جميع الأدوات والمواد إلى أماكنها المخصصة.




**شكل (4-2) جهاز التقطير البسيط**

## بطاقة التمارين 4-1-9

**اسم التمرين : فصل مزيج من الماء والأسيتون باستخدام التقطيرالبسيط**

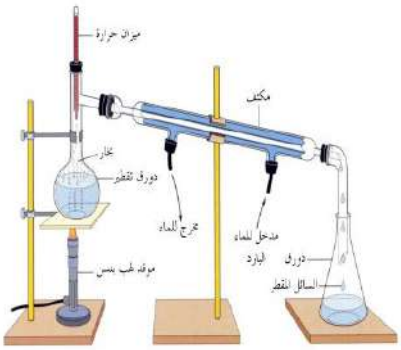
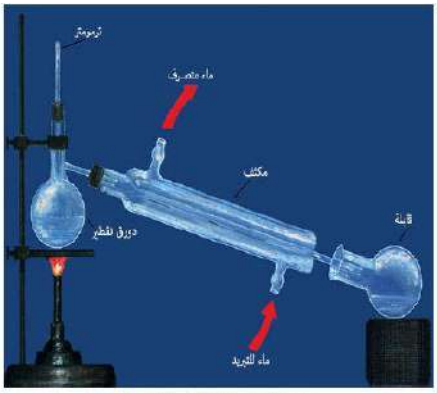
**اولا : الاهداف التعليمية**

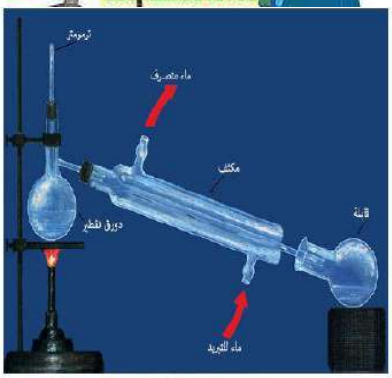
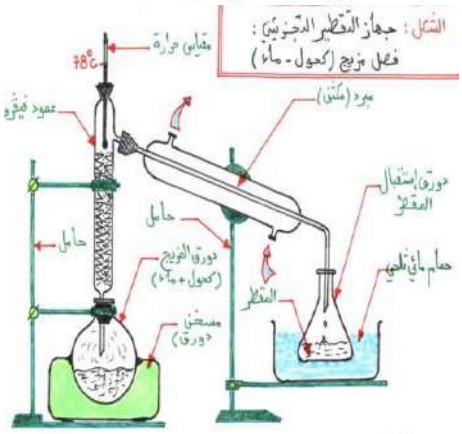
بعد الانتهاء من إجراء التمرين يكون الطالب قادراً على إجراء عملية التقطير البسيط ومشاهدة عملية التقطير والسائل المقطر الناتج من عملية التقطير عملياً في المختبر.

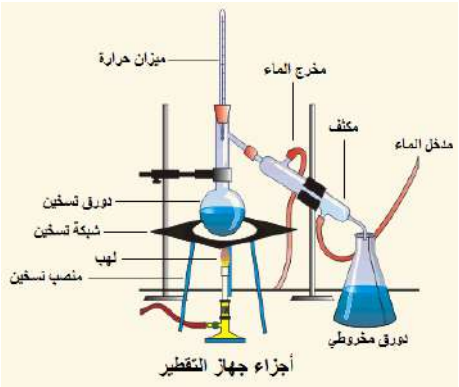
**ثانيا :التسهيلات التعليمية (مواد, وادوات, وأجهزة)**

1- دورق تقطير, 2- مكثف ارجاع بسيط , 3- حامل حديدي عدد 2 مع المواسك , 4 - ودورق استقبال, 5- وحجر غليان, 6- محرار (ثرموميتر) 7- سدادات من المطاط , 8- وكأس زجاجي لوضع المحلول, 9 – وميزان.

## ثالثا: خطوات العمل (النقاط الحاكمة ,و معيار الأداء , والرسومات )

| ت | خطوات العمل مع النقاط الحاكمة, ومعيار الاداء | الرسومات |
|---|---|---|
| 1 | ارتد بدلة العمل ثم حضر الأدوات الخاصة بالتجربة ثم اغسلها جيدا قبل البدء بتركيبها . | |
| 2 | ركب جهاز التقطير من الأدوات المذكورة أعلاه كما هو موضح في الشكل التوضيحي على أن تكون جميع المفاصل مسدودة بإحكام، وأن يكون حجم الدورق ضعف حجم المحلول المراد فصله، وأن يكون مستودع المحرار أسفل الفتحة الجانبية. |  |
| 3 | تأكد من تثبيت الجهاز تثبيتاً جيداً، ثم تفحص التوصيلات الزجاجية على أن تكون مغلقة بإحكام.<br>-ضع (50 ml) من المزيج المراد تقطيره في دورق التقطير ويضاف اليه عدد من حجر الغليان ليساعد على تنظيم عملية الغليان حيث يوزع الحرارة على السائل ويمتص حدة فوران الخليط. |  <br>جهاز التقطير المعتاد في المختبرات |
| 4 | ضع المحرار بحيث تقع البصلة بموازاة الفتحة الجانبية وعمودية على المكثف حيث يمكن قياس درجة حرارة البخار. | |

| | | |
|---|---|---|
| **5** | اربط الجهاز كما في الشكل | |
| 6 | سخن الدورق بواسطة مسخن كهرائي (هيتر) أو غازي (مصباح بنزن) . | |
| 7 | ضع دورقاً مخروطياً لاستلام المادة النقية من المكثف |  <br>جهاز التقطير المعتاد في المختبرات |
| 8 | لا يجوزالاستمرار بعملية التسخين لحين جفاف المادة السائلة كليا. |  |

| | | |
|---|---|---|
| 9 | سجل درجة الحرارة التي تبدأ عندها المادة بالتقطير(درجة الحرارة التي يبدأ عندها نزول القطرات في دورق الاستقبال) .. |  <br>أجزاء جهاز التقطير |
| 10 | احسب حجم كل من الماء والأسيتون المفصولين, وقارن بكمية كل سائل قبل عملية امتزاجها (قبل الفصل.) | |
| 11 | اغلق مصدر التسخين(أبعد الحرارة) عند الانتهاء من التجربة وفكك الجهاز وارجع جميع الأدوات والمواد إلى أماكنها المخصصة . | |

## الاسئلة

س 1 : اشرح تجربة لفصل سائلين ممتزجين بالتقطير البسيط.

س 2 :انتظام التسخين له أهمية كبيرة في عملية الفصل بالتقطير وضح ذلك؛ مبينا كيف يمكن التحكم في عملية التقطير؟

س 3 : لماذا يكون دخول السائل إلى المكثف من الأسفل؟

س 4 :لماذا يكون مستوى المحرار مع مستوى المكثف في التوصيلة الزجاجية ؟

س 5 : لماذا تتخلف مادة لونها بني على جدران دورق التقطير ؟

س 6 : هل يمكن فصل الماء عن الأسيتون فصلاً كاملاً ؟ بين ذلك.

س 7: ما الاخطاء المحتملة أثناء تطبيق خطوات العمل للتجربة ؟

## 4-2: تعيين الكثافة النسبية للنفط الخام والمشتقات النفطية باستعمال المكثاف (الهيدروميتر)

### 4-2-1الهدف

تمكين الطالب من إتقان الخطوات العملية لإيجاد الوزن النوعي (الكثافة النسبية) للمشتقات النفطية بطريقة المكثاف (الهيدروميتر) وتحقيق النتائج بما يعزز المفهوم النظري للتجربة المتمثل بأهمية الوزن النوعي للنفط الخام في معرفة مدى التجانس عند عملية الإنتاج والتصفية ، كما أن اسعار النفط الخام تتوقف على مقدار الكثافة والوزن النوعي له .

### 4-2-2 النظرية

تتعدد المصطلحات المستخدمة للتعبير عن الكثافة والوزن النوعي، وهي في مجملها تشير إلى النسبة بين كتلة الجسم (وزنه) إلى حجمه، فالكثافة النسبية تدل على نسبة كتلة المادة المختبرة (النفط الخام) في درجة حرارة 15.6 ˚C إلى كثافة الماء في تعيين درجة أو مشتقاتة، ففي مثل هذه الظروف الفيزيائية تتساوى الكثافة النسبية مع الوزن النوعي النسبي. إن معرفة كثافة النفط الخام مهمة جدا، إذ إن النفط الخام الذي يحتوي على مشتقات منخفضة الغليان تكون كثافته منخفضة واسعارة عالية، ويؤدي وجود الراتنجات والمواد الاسفلتية إلى زيادة كثافة النفط، وتتراوح كثافة النفط في الغالب بين 0.82 g/cm$^3$ و 0.9 g/ cm$^3$ وقد تنخفض إلى 0 .75 g/ cm$^3$ وقد تصل 1 g/ cm$^3$ ، وتدل كثافة النفط على تركيبه بشكل تقريبي .

بصورة عامة يقل الوزن النوعي كلما قلت الكثافة وبالعكس. يقل الوزن النوعي بزيادة عمق آبار النفط ويرجع ذلك إلى زيادة نسبة الغازات المذابة فيه نتيجة الضغط العالي في باطن الأرض.

ويدخل الوزن النوعي في معادلة معهد البترول الأمريكي API التي تَعدُّ مقياساً لجودة النفط, وتُفحص بدرجة حرارة 15.6 ˚C أو 60 °F.

$$\text{API Degree} = \frac{141.5}{\text{sp.Gr } 60^\circ \text{F}} - 131.5$$

**حسب هذه المعادلة يُصنف النفط إلى ما يأتي :**

1 – نفط خام خفيف API أعلى من 31.1 .
2 – نفط خام متوسط API بين 31 و 22.3 .
3 – نفط خام ثقيل API أقل من 22 .3 .

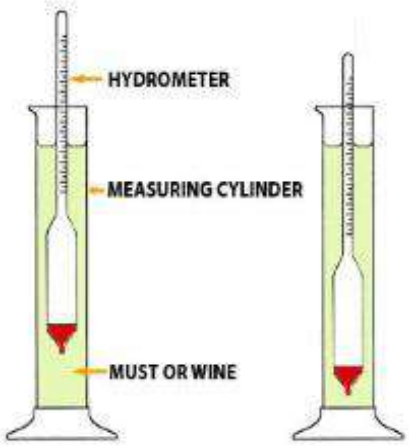
تُعدَ الكثافة والوزن النوعي أهم خصائص النفط الخام والمنتجات النفطية ولهاتين الخاصيتين أهمية في حساب كتلة المنتجات النفطية ووزنها في الحالات التي يعيين فيها حجم هذه المنتجات بالقياس المباشر.

وتقل كثافة النفط الخام والمنتجات النفطية بارتفاع درجة الحرارة وتوجد طرائق عدة لتعيين كثافة النفط الخام والمنتجات النفطية, ويعدُ المكثاف أبسط أنواع الأجهزة لتعيين الكثافة التقريبية ويجري بالنسبة للنفط الخام والمنتجات النفطية المتداولة السائلة وتعدل قراءات الكثافة عند درجة حرارة (60 °F ) , وذلك باستعمال الجداول القياسية الدولية.

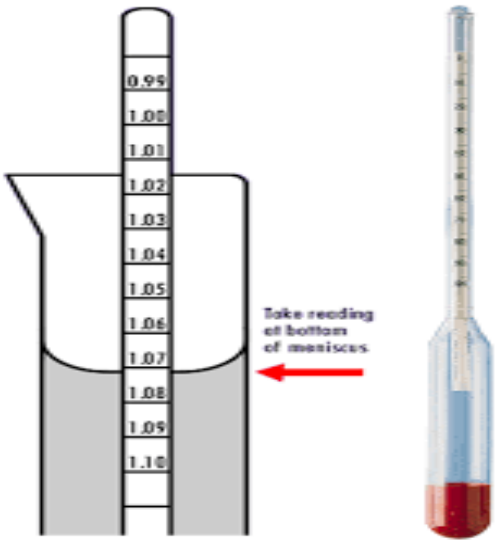
يعمل الهيدروميتر (المكثاف الزجاجي) على أساس قانون, أو قاعدة أرخميدس، إذ تُعيين الكثافة والوزن النوعي مباشرة في الموقع.

والشكل (4-3) يمثل شكل الهيدروميتر وطريقة استعماله.

أما الشكل (4-4) فيوضح الهيدروميتر وطريقة القياس وأخذ القراءة الصحيحة له.




شكل (4-3) طريقة وضع المكثاف




شكل(4-4) طريقة قراءة القياس السهم الاحمر

### 4-2-3 المكثاف

وهو جهاز لقياس كثافة السوائل والأساس العلمي له هو طفو الجسم الصلب على سطح سائل وهو يتركب من مستودع زجاجي يوجد فيه كرات من الرصاص تساعد على الإتزان الرئسي, ويتصل مستودعه بساق زجاجي طويل ذي قطر صغير مدرج بوحدات الكثافة بحيث يشير التدريج السفلي إلى أعلى كثافة يقيسها الهيدروميتر, ويشير التدريج الأعلى إلى أدنى كثافه يقيسها الهيدروميتر.

ويُستعمل المكثاف لتحديد كثافة السوائل والنفط الخام والمشتقات النفطية, ويعتمد تصميمه على نظرية أرخميدس التي تقول إن وضع أي جسم في سائل ما يجعله أخف وزنًا، وإن النقص في الوزن يساوي وزن السائل الذي إزيح.

ويتكون المكثاف من زجاج أسطواني ينتهي ببصلة (انتفاخ بصلي) ملئ بالرصاص. ويستفاد منه في قياس الوزن النوعي للمشتقات النفطية, إذ أن الوزن النوعي للبنزين تتراوح من 700-750 وللنفط 750-800 وللكاز 800-850 وللزيت 850-900 وللزيوت الأثقل 900-950 .

### 4-2-4 الأدوات والأجهزة المستعملة

1- مكثاف.
2- أسطوانة المكثاف.
3- محرار مئوي أو فهرنهايتي.
4- مخبار مدرج.
5- جداول تصحيح .

### 5-2-4 المواد المستعملة

1- نموذج نفط خام.
2- مشتق نفطي (زيت ديزل).

### 6-2-4 خطوات عمل طريقة المكثاف (الهيدروميتر)

1- ينقل النموذج إلى اسطوانة المكثاف على ان تكون نظيفة مع مراعاة منع حدوث فقاعات هوائية, وإن حدثت فيجب إزالتها بلمسها بقطعة نظيفة من ورق الترشيح.
2- توضع إسطوانة المكثاف مع النموذج في وضع شاقولي في مكان خالٍ من التيارات الهوائية.
3- إدلي المكثاف بلطف في النموذج ويُؤخذ الحذر لتلافي تبلل ساق المكثاف فوق المستوى الذي سيغمر في السائل.

يُحرك النموذج تحريكاً مستمراً بواسطة المحرار مع العناية ببقاء عمود الزئبق مغموراً كلياً وحال الحصول على قراءة ثانية تدون درجة الحرارة للنموذج ثم يرفع المحرار.

4- يدفع المكثاف إلى داخل السائل للنماذج ذات اللزوجة العالية فعند ترك الهيدروميتر, يعطي حركة دورانية بسيطة لمساعدته ليستقر طافياً بعيداً عن جدران الأسطوانة.
5-عندما يستقر المكثاف بعيداً عن جدران الأسطوانة تُقرأ قراءة المكثاف إلى أقرب 0.001 للكثافة أو الكثافة النسبية (الوزن النوعي ) 0.05 من درجات API.
6- بعد ملاحظة قراءة مقياس المكثاف مباشرة يحرك النموذج بالمحرار بحذر مرة أُخرى مع إبقاء عمود الزئبق مغموراً, تُدَون درجة حرارة النموذج ثم تسجل في التقرير القيمة النهائية للكثافة غم/لتر في درجة حرارة 15.6 $^{o}C$ والكثافة النسبية ودرجات API. نأخذ درجة الحرارة من المعادلة, وتُحويل بالقانون في النقطة السابعة إلى فهرنهايتي.
7- ونطبق قانون تغير درجة الحرارة من الدرجة المئوية إلى الفهرنهاتية

$$^{\circ} F = 1.8\ ^{\circ}C + 32$$

### 7-2-4 بطاقة التمارين

**اسم التمرين: تعيين الكثافة والوزن النوعي للنفط الخام والمشتقآت النفطية باستخدام المكثاف (الهيدروميتر).**

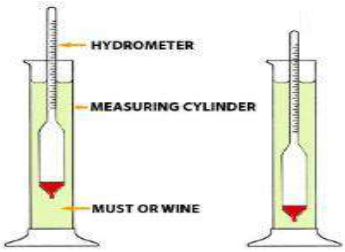
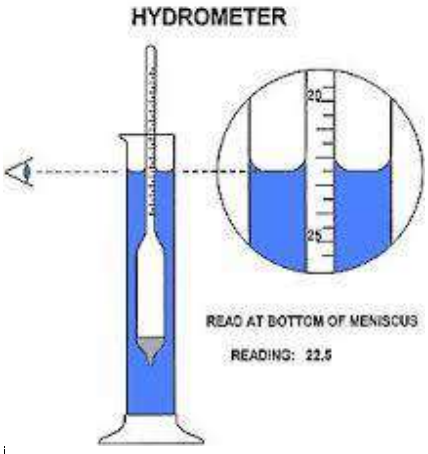
**اولا : الأهداف التعليمية**

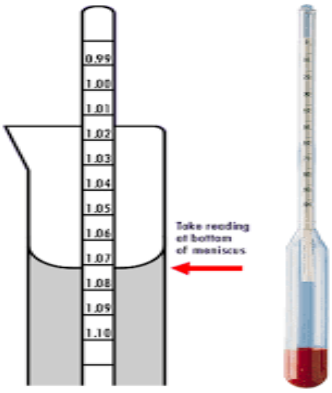
بعد الانتهاء من إجراء التجربة يكون الطالب قادراً على تعيين الكثافة والوزن النوعي للنفط الخام والمشتقات النفطية في موقع العمل باستخدام المكثاف (الهيدروميتر) وكذلك إجراء التمرين عمليا في المختبر.

**ثانيا: التسهيلات التعليمية ( مواد, وأدوات , وأجهزة )**

1- مكثاف 2 - أسطوانة للمكثاف 3 - محرار 4 - مخبار مدرج (أسطوانة مدرجة ) 5 - نموذج نفط خام 6 - مشتق نفطي (زيت ديزل) 7- جداول تصحيح

## ثالثا :خطوات العمل (النقاط الحاكمة ، ومعيار الأداء ،والرسومات)

| ت | خطوات العمل مع النقاط الحاكمة | الرسومات |
|---|---|---|
| 1 | ارتد بدلة العمل (الصدرية) ثم اغسل الأدوات الزجاجية ثم اغسل المكثاف وجفف، وحضر النماذج المراد قياس وزنها النوعي. | |
| 2 | انقل النموذج إلى أسطوانة مكثاف نظيفة مع تجنب حدوث فقاعات هوائية، وأن حدثت فيجب وإزالتها بلمسها بقطعة نظيفة من ورق الترشيح. |  |
| 3 | توضع أسطوانة النموذج في وضع شاقولي في مكان خالٍ من التيارات الهوائية. |  |
| 4 | إدلي المكثاف بلطف في النموذج ويُؤخذ الحذر لتلافي تبلل ساق المكثاف فوق المستوى الذي سيغمر في السائل.<br>يُحرك النموذج تحريكاً مستمراً بواسطة المحرار مع العناية ببقاء عمود الزئبق مغموراً كلياً وحال الحصول على قراءة ثانية تدون درجة الحرارة للنموذج ثم يرفع المحرار. | |

| | | |
|---|---|---|
| 5 | يدفع المكثاف إلى داخل السائل للنماذج ذات اللزوجة العالية فعند ترك الهيدروميتر يعطي حركة دورانية بسيطة لمساعدته ليستقر طافياً بعيداً عن جدران الأسطوانة.<br>هذه الملاحظة لا تطبق على النفط الخام والديزل. | |
| 6 | عندما يستقر المكثاف بعيداً عن جدران الأسطوانة تُقرأ قراءة المكثاف إلى أقرب0.001 للكثافة أو 0.05 للكثافة النسبية (الوزن النوعي ) من درجات API. | |
| 7 | بعد ملاحظة قراءة مقياس المكثاف مباشرة يحرك النموذج بالمحرار بحذر مرة أُخرى مع إبقاء عمود الزئبق مغموراً, تُدَون درجة حرارة النموذج ثم تسجل في التقرير القيمة النهائية للكثافة غم/لتر في 15.6 $^{o}C$ والكثافة النسبية ودرجات API. درجة الحرارة من المعادلة |  |

**الاسئلة**

س1 : اذكر الأخطاء المحتمل حدوثها عند إجراء خطوات التجربة .

س2: يُعدُّ الهيدروميتر جهازاً مهماً في قياس الكثافة ، ما سبب ذلك ؟

س3:عرف درجة معهد النفط الخام الأمريكي.

س4 : ما الخصائص المستخدمة عند دراسة النفط الخام؟

س5 : ما علاقة الوزن النوعي والكثافية النسبية للنفط الخام بأسعاره ؟

س6: عدد الاخطاء المحتملة وقوعها اثناء تنفيذ خطوات العمل ؟

س7: ماالعلاقة بين درجة الحرارة والكثافة النسبية ؟

## 3-4 اسم التجربة : تعيين الكثافة والوزن النوعي للنفط الخام والمشتقآت النفطية باستخدام قنينة الكثافة( البكنوميتر )

### 1-3-4 الهدف

تمكين الطالب من إتقان الخطوات العملية لتجربة تعين الكثافة والوزن النوعي للنفط الخام والمشتقات النفطية وتحقيق النتائج بما يعزز المفهوم النظري للتجربة المتمثل بأهمية تعيين الكثافة والوزن النوعي للمشتقات النفطية ومعرفتها, لما له من ضرورة في تحديد السعر وتحديد قوام النفط الخام وكذلك تحديد هوية المشتقات النفطية من معرفة الكثافة والوزن النوعي.

### 2-3-4 النظرية

يُعد الوزن النوعي والكثافة اهم الخصائص المستخدمة عند دراسة النفط الخام والمنتجات النفطية، حيث تعتمد الكثافة على احتواء النفط الخام المحتويات المنخفضة الغليان، أذْ تكون كثافتها منخفضة واحتواءه على راتنجات ذات كثافة مرتفعة. ان مقدار كثافة النفط الخام تبين تركيبة الكيمياوي بشكل تقريبي مبدئي وتتراوح اغلب أنواع النفط الخام بين 0.82 – 0.9 g / ml وفي بعض الأحيان تنخفض الكثافة إلى 0 .75 g /ml.

وتعتمد كثافة المنتجات النفطية أيضا على تركيبها الكيميائي وهي تتراوح في الحدود الاتي تقريبا :

| المنتج النفطي | الكثافة النسبية |
|---|---|
| البنزين | 0.700 - 0.750 |
| الكيروسين | 0.850 - 0.800 |
| وقود الديزل | 0.950 - 0.900 |
| الزيت | 0.900 - 0.850 |

وتعرف **الكثافة** على أنها كتلة وحدة الحجم للمادة ووحداتها الدولية هي ($kg/m^3$) ويمكن أن تكون بوحدات أخرى (g/ml) ، (g/L) ويرمز لها بالرمز (ρ) ويقرأ (رو) ولا تتأثر بالجاذبية لكن تتأثر بدرجات الحرارة.

يعرف **الوزن النوعي (الكثافة النسبية)** على أنه وزن وحدة حجم معين من المادة على وزن نفس وحدة الحجم من الماء ، او هو نسبة بين كثافة المادة إلى كثافة الماء بنفس درجة الحرارة، ولكون الوزن النوعي لأي مادة نسبة بين كثافة المادة إلى كثافة الماء، لذا فانة يكون عدد مجرد من الوحدات.

**ويحسب الوزن النوعي للمادة باستخدام المعادلة الآتية :**

$$\text{الوزن النوعي (بنفس درجة الحرارة)} = \frac{\text{وزن حجم معين من المادة(السائل)}}{\text{وزن نفس الحجم من الماء المقطر}}$$

$$\text{الوزن النوعي (بنفس ادرجة الحرارة)} = \frac{\text{كثافة المادة}}{\text{كثافة الماء}}$$

60 °F = 15.6 °C

### 3-3-4 قنينة الكثافة (البيكنوميتر)

هي أداة زجاجية مجوفة ذات عنق قصير مصنوعة من الزجاج الشفاف ذات انتفاخ لها فوهة صغيرة بسداد زجاجي مثقوب من المنتصف طولياً لإخراج السائل الزائد عن الحجم بعد غلق القنينة, ويدعي (ثقب التطاير). وعادة ما تحسب دقة الحجم بعد غلق السداد للقنينة وخروج السائل الزائد ، ولقنينة الكثافة أحجام وسعات مختلفة مكتوب عليها وأشكال مختلفة مثل $100\ cm^3$ - $50\ cm^3$ - $25\ cm^3$ كما مبين في الشكل (4-5) .

شكل (4-5) قنينة الكثافة البيكنوميتر

### 4-3-4 الأجهزة والادوات المستعملة

1- قنينة كثافة عدد 2.
2- ميزان حساس.
3- قنينة غسيل بلاستيكية تملأ بالماء المقطر.
4- حمام مائي.

### 5-3-4 المواد الكيمياوية المستعملة

سوائل ومحاليل مختلفة مجهولة الكثافة, يراد قياس كثافتها تحدد بحسب المتوفر منها في المختبر مثل: ماء مقطر، أسيتون، كحول اثيلي، نفط خام....

### 6-3-4 خطوات العمل

1- اغسل قنينة الكثافة جيداً بالماء العادي والصابون ثم جفف, بالكحول.
2- جفف القنينة بقطعة من قماش قطني إذا لم يتوفر كحول ثم زنها بغطائها وسجل وزنها وليكن الوزن هو W .
3- املأ القنينة بالسائل المراد تعيين كثافته ثم ضع الغطاء حتى يمر السائل أو المحلول خلال الأنبوبة الشعرية الموجودة بالغطاء ويخرج السائل الزائد. ضع قنينة الكثافة (البكنوميتر) في حمام مائي لمدة 20 min . حتى تصل درجة الحرارة للنموذج إلى 60 $^{\circ}F$ ( ما يعادل 15.5 $^{\circ}C$ وهي درجة حرارة الفحص مع السماح للفقاعات بالصعود إلى سطح السائل ومن ثم الخروج من فتحة سدادة البكنوميتر.
4- جفف القنينة من الخارج ثم زنها وهي مملوءة بالسائل المراد قياس كثافته وسجل وزنها وليكن هذا الوزن هو $W_1$ .
5- كرر الخطوات السابقة مع الماء المقطر مع مراعاة غسل قنينة الكثافة بالماء ثم بالكحول وتجفيفها جيدا قبل كل عملية . ثم زنها وليكن ( $W_2$).

### 7-3-4 الحسابات والنتائج

ثبت الأوزان $W$ , $W_1$ ، $W_2$ في الجدول رقم (1) أدناه لغرض حساب الكثافة والوزن النوعي حسب المعادلات المثبتة في الجدول ادناه :

$$\text{الكثافة النسبية} = \frac{\text{كثافة المادة}}{\text{كثافة الماء}}$$

$$\text{الكثافة النسبية} = \frac{\text{كتلة المادة}}{\text{كتلة الماء}}$$

**جدول رقم (1) حسابات والنتائج**

| أسم السائل أو المحلول | الماء المقطر | الكحول | النفط الخام |
|---|---|---|---|
| كتلة القنينة و السائل ($W_1$) | | | |
| كتلة السائل $W=W_1-W$ | | | |
| حجم السائل (v) | | | |
| كثافة السائل المطلقة $\rho = W/v$ | | | |
| الكثافة النسبية للسائل $\rho = W_1/W_2$ (النسبية) (الماء) (السائل) | | | |

في مواقع العمل نحتاج قياس الكثافة أو الوزن النوعي ومعرفتها معرفة سريعة ومتواصلة وعلية يتطلب استعمال قناني كثافة سهلة الملئ والاستخدام, ومقاومة للصدمات والسقوط, كما في الشكل (4-6). وتجدر الاشارة إلى أن قنينة الكثافة لها أشكال مختلفة وحجوم مختلفة وكذلك مصنوع من مواد ملدنة ومقاومة للصدمات والتآكل وتتحمل السقوط أثناء العمل وهذه القناني تستخدم في المعامل الانتاجية الكبيرة وفي موقع العمل.

شكل (4-6) انواع من قناني الكثافة

### 4-3-8 مثال:

احسب الكثافة والوزن النوعي للماء المقطر إذا علمت أن وزن القنينة فارغة (0.2 kg ) ووزنها مع الماء المقطر (0.29974 kg ) وحجم القنينة (100 ml)

الحل:

$$\text{الكثافة} = \frac{\text{الكتلة}}{\text{الحجم}}$$

$$m = 0.29974 - 0.2$$
$$= 0.09974 \ kg$$
$$v = 100 \ ml = 0.0001 \ m^3$$

$$p = 0.09974 \ / 0.0001$$
$$p = 997.4 \ kg/m^3$$

$$\text{الوزن النوعي} = \frac{\text{كثافة الماء}}{\text{كثافة الماء المقطر}}$$

$$\text{الوزن النوعي} = \frac{\text{كتلة حجم من المادة}}{\text{كتلة نفس الحجم من الماء}} = \frac{997.4 \ kg/m^3}{997.4 \ kg/m^3} = 1$$

الوزن النوعي للماء المقطر 1 = ( بدون وحدات)خالٍ من الوحدات.

لفك الاشتباة بين مفهومي الكثافة والكثافة النسبية, الكثافة تعني الكتلة / الحجم, لأي مادة تحتوي وحدات الوزن أو الكتلة إلى الحجم.

الكثافة النسبية هي كثافة أي مادة نسبة إلى كثافة الماء المقطر فهنا تحتاج إلى قياس كثافة الماء المقطر المستخدم ويوضح في المعادلة والتجربة.

### 4-3-9 بطاقة التمارين

**اسم التمرين :تعيين الكثافة والوزن النوعي للنفط الخام والمشتقآت النفطية باستخدام قنينة الكثافة (البكنوميتر )**

**اولا : الاهداف التعليمية**

بعد الانتهاء من إجراء التمرين يكون الطالب قادرا على أن يعين الكثافة والوزن النوعي للسوائل بدقة باستعمال قنينة الكثافة (البكنوميتر) وإجراء الحسابات وتطبيق القوانين والحصول على نتائج لكل سائل ويمكن معرفة دقة العمل من خلال مقارنة النتائج مع النتائج الحقيقة في الجداول الأساسية لكثافة السوائل، ويتم ذلك عمليا وفي المختبر.

**ثانيا : التسهيلات التعليمية ( مواد ، وأدوات ،وأجهزة )**

1 - قنينة كثافة 2 - ميزان حساس 3 - قنينة غسيل تملاء بالماء المقطر 4 - سوائل مختلفة لتعين الكثافة لها ( كحول اثيلي، او نفط خام، أو كيروسين، أو اسيتون أو حسب المتوفر في المختبر والماء المقطر).

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

| ت | خطوات العمل ومعيار الاداء والنقاط الحاكمة | لرسومات |
|---|---|---|
| 1 | ارتد بدلة العمل (الصدرية) ثم اغسل الأدوات الزجاجية الخاصة واغسل قنينة الكثافة غسلا جيدا وحضر السوائل والمحاليل المراد قياس كثافتها | |
| 2 | اغسل قنينة الكثافة جيداً بالماء المقطر ثم بالكحول لغرض إزالة الزيوت أو المواد العضوية أن وجدت, والإسراع بعملية التجفيف . | |
| 3 | جفف القنينة بقطعة قماش قطنية ,ثم زنها بغطائها، وسجل وزنها وليكن الوزن هو $W_1$ | |

| | | |
|---|---|---|
| 4 | املأ القنينة بالسائل المراد تعيين كثافته ثم ضع الغطاء حتى يمر السائل أو المحلول خلال الأنبوبة الشعرية الموجودة بالغطاء, وَزِنْها ثم ضعها في حمام بدرجة حرارة 15.6 ˚C أو 60 °F | |
| 5 | جفف القنينة من الخارج ثم زنها وهي مملوءة بالسائل المراد قياس كثافته وليكن هذا الوزن هو $W_2$<br>كرر الخطوات السابقة مع الماء المقطر. | |
| 6 | كرر الخطوات السابقة مع السوائل والمحاليل الأخرى المراد قياس كثافتها مع مراعاة غسل قنينة الكثافة بالماء ثم بالكحول وتجفيفها جيدا قبل كل عملية | |
| 7 | اكمل جدول الحسابات لجميع المواد المراد قياس كثافتها ووزنها النوعي.<br>الكثافة النسبية= $\frac{\text{كثافة المادة}}{\text{كثافة الماء}}$<br>الكثافة النسبية = $\frac{\text{كتلة المادة}}{\text{كتلة الماء}}$ | |

**الاسئلة**

س1: ما الفائدة من تعيين الكثافة والوزن النوعي للنفط ومشتقاته ؟

س2: اذكر الأخطاء المحتملة اثناء تنفيذ خطوات التجربة .

س3: هل تتأثر كثافة المواد بالحرارة؟ وضح ذلك؟

س4: ما سبب وجود القناة الشعرية في غطاء قنينة الكثافة ( البيكنوميتر) ؟

س5: لماذا تستعمل قنينة الكثافة في قياس الوزن النوعي والكثافة للسوائل ؟

س6: أيٌ طريقة من الطرائق فحص الكثافة النسبية (الوزن النوعي) اسرع وايًها أدق؟

## 4-4 اسم التجربة: تعيين اللون للمنتجات النفطية

### 1-4-4 الهدف

تمكين الطالب من إتقان الخطوات العملية لتعين اللون للمشتقات النفطية وتحقيق النتائج بما يعزز المفهوم النظري للتجربة المتمثل بأهمية اللون للمشتقات النفطية في معرفة نقاوتها وكمية الشوائب فيها لتكون ملائمة للاستعمال في العمليات الانتاجية وفي عمليات الاحتراق وغيرها.

### 2-4-4 النظرية

يُعدُّ اللون خاصية فيزياوية مميزة للمشتقات النفطية المختلفة ويقياس بمقارنته بألوان قياسية أو باستخدام مقياس اللون المعروف.

**لون النفط :** يُعرف النفط بأنه خليط معقد من الهيدروكربونات تتشكل في باطن الأرض، وعادة يُطلق مصطلح النفط على الصورة السائلة من هذا الخليط، ولكن كمصطلح تقني فإن مسمى النفط يشتمل أيضاً على الحالات الأخرى لهذا الخليط؛ كالغاز الطبيعي أو البيتومين وهو الصورة الصلبة للنفط، وتشكل الحالة السائلة والغازية للنفط أهم أنواع الوقود. وعادة, يكون النفط الخام ذا لون أسود أو بني داكن وفي بعض الأحيان قد يكون مائلاً إلى اللون الأصفر، أوالأخضر، أو الأحمر، أو البرونزي، وتشير الاختلافات في لون النفط إلى اختلاف المركبات الكيميائية التي تدخل في تركيبة النفط الخام، فعلى سبيل المثال يكون لون النفط الذي يحتوي على القليل من المعادن أو الكبريت مائلاً أكثر لأن يكون أفتح وأكثر صفاء. وللون النفط أهمية خاصة في معرفة نسبة الراتنجات والاسفلتينات في النفط الخام، ويتراوح لون النفط الخام من اللون البني الغامق حتى اللون الأسود وذلك في الأنواع التي تحتوي على نسبة مرتفعة من الإسفلت والمركبات الكبريتية. ويُقدر لون النفط بواسطة جهاز قياس الشدة اللونية، حيث يُقارن عينة النفط .

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

يفحص هذا الجهاز درجة اللون للمشتقات النفطية المختلفة داكنة اللون مثل زيوت التزييت وزيوت التسخين وزيوت الوقود أو الكاز والمشتقات فاتحة اللون مثل الوقود المتطاير (الكازولين) والكيروسين والمذيبات وبعض أنواع الشمع النفطي

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

أما بالنسبة للشموع النفطية، فيسخن النموذج إلى 17 °C أعلى من درجة تجمد الشمع ويعين اللون في تلك الدرجة، أما اذا كان النموذج اغمق من (لون 8) عندئذ يمزج 15 حجم من النموذج المذاب مع 85 حجم من الكيروسين ويسخن إلى نفس الدرجة ويختبر اللون في تلك الدرجة.

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

### 3-4-4 الأجهزة والادوات المستعملة

1- جهاز قياس اللون يحتوي على مصدر ضوئي ولوحة الوان زجاجية قياسية ووعائين مع غطاء وعدسة لملاحظة اللون، كما في الشكل (4-7).

**الشكل (4-7) جهاز قياس اللون للمشتقات النفطية**

2- عبوات نماذج.
3- مصباح بنزن.

### 4-4-4 المواد المستعملة

1- ماء مقطر.
2- زيت تزييت.
3- شمع.
4- كيروسين.

### 5-4-4 اجزاء الجهاز

1- مصدر الضوء: مصباح الضوء المرئي تنكستن.
2- موحد اللون.
3- مجموعة من العدسات والمرايا العاكسة.
4- خلية (حاوية) النموذج: تكون بنوعين 33 mm و 100 mm.
5- الخلية القياسية: لمعايرة الجهاز.
6- الكاشف: لتحويل الطول الموجي النافذ إلى إشارة رقمية.
7- شاشة العرض: لغرض عرض البيانات وقراءة الجهاز.
8- لوحة المفاتيح.

### 6-4-4 خطوات العمل

1- يشغل الجهاز من مفتاح Power الموجود في الواجهة الخلفية للجهاز، ثم ننتظر لمدة نصف ساعة ليستقر الجهاز.
2- نضغط على مفتاح Menu الموجود في لوحة مفاتيح الجهاز، من السهم الأيسر أسفل الشاشة نضغط على Scale، من الاسهم نضغط Next و Previous لأختيار وظائف الفحص الآتية:

اولا: فحص اللون للنماذج فاتحة اللون نختار سابولت Saybolt ويستخدم خلية النموذج ذات طول 100 mm للتثبيت على هذه الطريقة نضغط على السهم الايسر وحسب ASTMD156 وبعكسه نضغط على Next.

ثانيا: فحص اللون للنماذج داكنة اللون نختارASTM Color ويُستخدم خلية النموذج ذات طول 33 mm للتثبيت على هذه الطريقة نضغط على السهم الايسر وحسب ASTMD1500 وبعكسه نضغط Next.

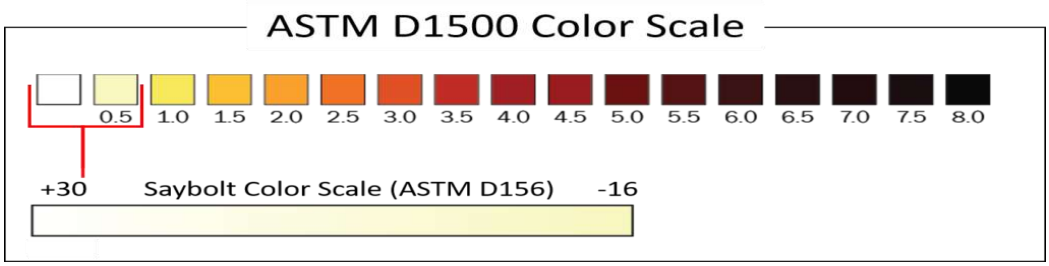
ثالثا: فحص النفاذية للمشتقات النفطية Transmission للتثبيت على هذه الطريقة نضغط على السهم الأيسر وبعكسه نضغط Next للوظائف الأخرى.

3- نضع خلية البلانك (خلية النموذج فارغة) المناسبة للفحص أعلاه في المكان المخصص للفحص بالجانب الايمن ثم يغلق باب الجهاز ونضغط مفتاح ZERO، لتصفير قراءة الجهاز، كما في الشكل (4-12) والشكل (4-13).

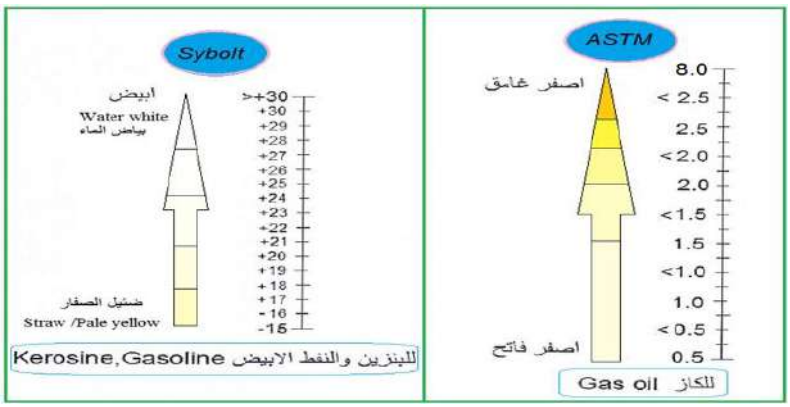
4- يوضع النموذج المراد فحصه داخل الخلية المناسبة للفحص لحد ثلاثة أرباع الخلية مع مراعاة عدم لمس جوانب الخلية الشفافة ثم توضع خلية النموذج داخل الجهاز في المكان المخصص للفحص وبالجانب الأيمن أيضا ويغلق باب الجهاز ونضغط مفتاح READ. كما في الشكل (4-11).

5- تسجل قراءة الجهاز لكل نموذج.

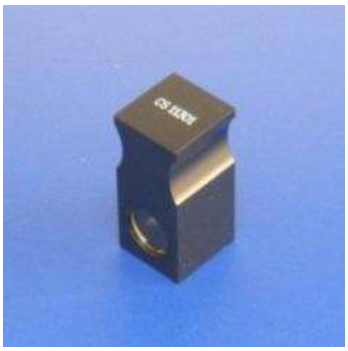
6- يكون التدرج اللوني بطريقة Saybolt (من 16- داكن إلى 30+ شفاف) اما طريقة ASTM Color فيكون تدرج اللون (من 0.5 أصفر فاتح إلى 8.0 معتم أو داكن) والصورة الآتية توضح تدرج اللون بالطريقتين. كما في الشكل (4-8), والشكل (4-9) تدريج اخر لقياس اللون للمنتجات النفطية.




شكل (4-8) التدريج والالوان لجهاز قياس اللون



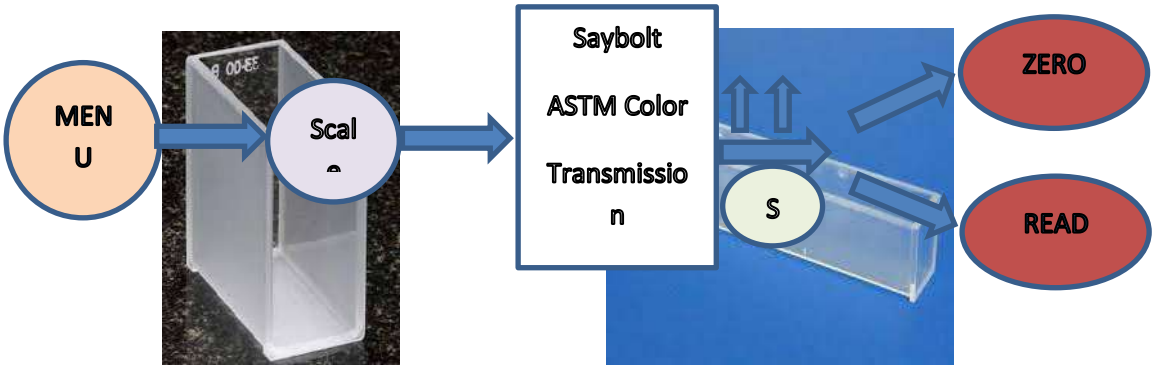

شكل (4-9) التدرج اللوني بطريقة سابولت



شكل (4-10) خلية القياسية

شكل (4-11) جهاز قياس اللون وعلب النماذج

## مختصر طريقة العمل




شكل (4-12) خلية النموذج 100 ml

شكل (4-13) خلية 33 ml

| | | | |
|---|---|---|---|
| MENU مفتاح الجهاز | Scale اختيار وضائف الفحص | Saybolt جدول تدرج الألوان | ASTM Color تدرج اللون المعتم او الداكن |
| Transmission فحص النفاذية | Se النموذج | ZERO غلق الجهازالصفر | READ مفتاح الغلق بعد وضع النموذج |

## 7-4-4 اسم التمرين : تعين اللون للمشتقات النفطية

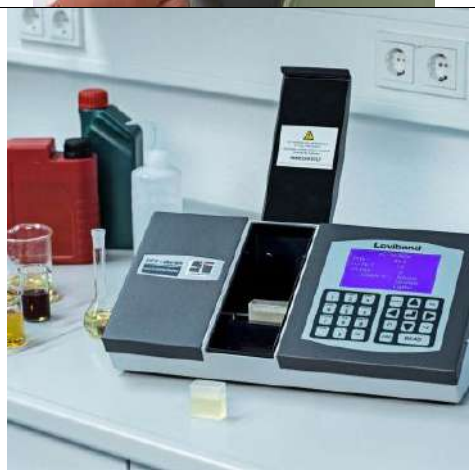
### اولا : الاهداف التعليمية

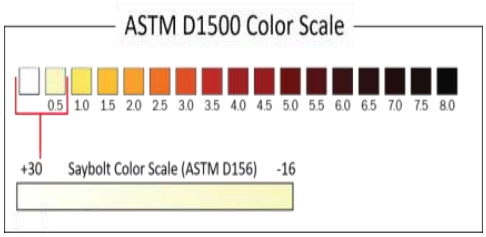
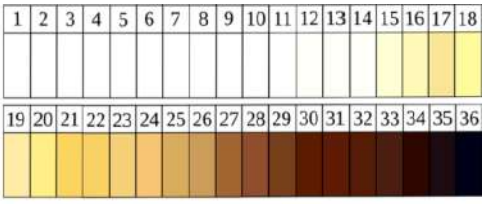
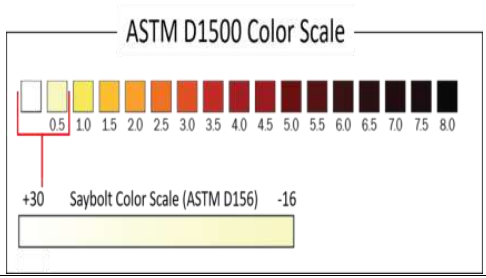
بعد الانتهاء من إجراء التجربة يكون الطالب قادرا على تعين اللون للمشتقات النفطية في المختبر.

### ثانيا : التسهيلات التعليمية (مواد ,وادوات, واجهزة )

جهاز قياس اللون يحتوي على مصدر ضوئي ولوحة الوان زجاجية قياسية ووعائين مع غطاء وعدسة لملاحظة اللون, عبوات نماذج, وماء مقطر, ومصباح بنزن, وزيت تزييت, وشمع , وكيروسين.

### ثالثا : خطوات العمل (النقاط الحاكمة, ومعيار الاداء, والرسومات )

| ت | خطوات العمل مع النقاط الحاكمة | الرسومات |
|---|---|---|
| 1 | ارتد بدلة العمل (الصدرية). | |
| 2 | يشغل الجهاز من مفتاح Power الموجود في الواجهة الخلفية للجهاز، ثم ننتظر لمدة نصف ساعة ليستقر الجهاز. | |
| 3 | نضغط على مفتاح Menu الموجود في لوحة مفاتيح الجهاز، من السهم الأيسرأسفل الشاشة نضغط على Scale، من الاسهم نضغط Next و Previous لاختيار وظائف الفحص الآتية:<br>أولا: فحص اللون للنماذج فاتحة اللون نختار سابولت Saybolt ويستخدم خلية النموذج ذات طول 100 mm للتثبيت على هذه الطريقة نضغط على السهم الأيسر وحسب ASTM D156 وبعكسه نضغط على Next.<br>ثانيا: فحص اللون للنماذج داكنة اللون نختارASTM Color ويستخدم خلية النموذج ذات طول 33 mm للتثبيت على هذه الطريقة نضغط على السهم الأيسر وحسب ASTMD1500 |  |

| | | |
|---|---|---|
| | وبعكسه نضغط Next.<br>ثالثا: فحص النفاذية للمشتقات النفطية Transmission للتثبيت على هذه الطريقة نضغط على السهم الايسر وبعكسه نضغط Next للوظائف الأخرى. |  |
| 4 | نضع خلية البلانك (خلية النموذج فارغة) المناسبة للفحص أعلاه في المكان المخصص للفحص بالجانب الايمن ثم يغلق باب الجهاز ونضغط مفتاح ZERO، لتصفير قراءة الجهاز. | |
| 5 | يوضع النموذج المراد فحصه داخل الخلية المناسبة للفحص إلى ثلاثة أرباع الخلية مع مراعاة عدم لمس جوانب الخلية الشفافة ثم توضع خلية النموذج داخل الجهاز في المكان المخصص للفحص وبالجانب الأيمن أيضا ويغلق باب الجهاز ونضغط مفتاح READ. | |
| 6 | تسجل قراءة الجهاز لكل نموذج. |  <br>Fig. 1. Von Luschan's Chromatic Scale. |
| 7 | يكون التدرج اللوني بطريقة سابولت Saybolt (من 16- داكناً إلى 30+ شفاف) اما طريقة ASTM Color فيكون تدرج اللون (من 0.5 اصفر فاتح إلى 8.0 معتم أو داكن) والصورة الآتية توضح تدرج اللون بالطريقتين. |  |

الاسئلة س1 :ما الفائدة من معرفة لون المنتجات النفطية؟

س2 : اذكر مواصفات خلية النموذج أثناء عملية فحص النموذج ب سابولت.
س3 : وضح خصائص خلية النموذج داكنة اللون؛ ثم اذكر عملية وضع خلية بلانك الفارغة.
س4 : ما مكونات جهاز تعين اللون للمشتقات النفطية . ثم عدد مراحل تشتغيل الجهاز.
س5 : ماذا تختار عند فحص النفاذية للمشتقات النفطية؟
س6 : اذكر الأخطاء المحتملة أثناء تنفيذ التجربة .

## 5-4 اسم التجربة : تحضير الوقود الصلب الهكسامين

### 1-5-4 الهدف

تمكين الطالب من إتقان الخطوات العملية لتجربة تحضير الوقود الصلب (الهكسامين) وتحقيق النتائج بما يعزز المفهوم النظري للتجربة المتمثل بأهمية الوقود الصلب بوصفه مادة رخيصة الثمن، سهلة التحضير، ذات قيمة حرارية عالية، آمن عند الاشتعال، ووقود نظيف غير ملوث للبيئة، وكمادة أساسية في وقود الصواريخ، ويستعمل للطبخ والتدفئة في المنظمات الأنسانية.

### 2-5-4 النظرية

الهكسامين، مادة عضوية غير متجانسة صلبة بلورية عديمة اللون والرائحة، صيغتها الكيميائية $C_6H_{12}N_4$، وزنها الجزيئي 140.19 ، كثافتها $1.331g/cm^3$ ، تتسامى عند درجة حرارة 263°C درجة. قابلة للذوبان في الماء الكلوروفورم والميثانول والإيثانول.

الهكسامين سداسي ميثيلين رباعي أمين $C_6H_{12}N_4$ هو مركب عضوي حلقي غير متجانس )، من أسمائه أيضاً ميثامين أو الميثين أمين أو "ميثيلين" أو "ميثينامين" أو "تترامين" أو "بوتروبين" أو ديورين أو روتروبين. من استعمالاته:

1 - مطهر للمجاري البولية ومزيل للالتهاب منها.
2 - معقم ومسمد للبيوت البلاستيكية , حيث يتفكك إلى مكونيه: الفورمالدهايد الذي يعقم التربة, وإلى الأمونيا العنصر السمادي الهام.
3 - مصدر للطاقة حيث تبلغ طاقته الحرارية حوالي 80.000 سعرة أي أكثر بعشرة مرات من الطاقة الحرارية للفحم والمشتقات النفطية ( الكيروسين والمازوت والنفثا ) التي تبلغ حوالي 8.000 سعرة , فالعشرة غرام منه كافية لرفع درجة حرارة لتر ماء من الدرجة 20 مئوية إلى الدرجة مئوية 100 °C.
4- استعماله وقوداً صلباً في الصواريخ.
5 - تفاعله مع الفينول لإنتاج (ريزن) البولي الفينول فورمألدهيد (لدائن الفورمالدهايد).
6 - تفاعله مع اليوريا أيضا لإنتاج ريزن اليوريا فورمالدهيد (لدائن اليوريا فورمالدهايد).
7 - تفاعله مع بيروكسيد الهيدرجين (الأوكسجين ) لإنتاج مادة الهكسامين بيروكسيد الشديدة الانفجار.

قرص وقود الهيكسامين هو شكل من أشكال الوقود الصلب في شكل أقراص أو مكعبات.كما في

الشكل (4-14) أقراص حرق عديمة الدخان، ولها كثافة نارية مرتفعة، احتراقها وتميعها لا يترك الرماد.

**شكل (4-14) اقراص الهكسامين الصلب**

يُعد هذا الوقود آمن وذلك لسهولة تخزينه واستخدامه لأنه لا يتسرب عند حفظه كالسوائل والغازات ومن ثم, فلا ضرر منه على العاملين علية أوعلى البيئة. وتستعمل الأقراص لإشعال نار للطبخ في المعسكرات والجيش ومنظمات الإغاثة. وهي كثيرا ما تستعمل مع مواقد المعدن القابل للتصرف التي ضُمنت في الحزم التموينية للميدان, الجوالون هم المعنيون بالتزود بمعدات خفيفة جدا تميل إلى جعلهم يتخلون عن شراء المواقد الجاهزة الثقيلة واستبدالها بالخفيفة المبتكرة. ويمكن من جعل مستوعبات الألمنيوم للمشروبات الغازية كموقد، ويكون ذلك بقطع الجزء السفلي من علبة الألمنيوم للمشروبات الغازية، وبقلبها رأسا على عقب لدعم قرص الوقود.
والتفاعل يجري وفق المعادلة الآتية :

$$6HCOH + 4NH_3 \rightarrow 6H_2O + C_6H_{12}N_4 \quad .....(1)$$

**فورمالديهايد  امونيا  ماء  الهكسامين**

### 3-5-4 الأدوات والأجهزة المستعملة

1- مخبار مدرج .
2- كأس زجاجي سعة 500 ml .
3- كأس زجاجي سعة 200 ml عدد 2 .
4- طبق تبخير .
5- حامل ثلاثي .
6- شبكة اسبستوس .
7- محرار, ميزان حساس .
8- موقد بنزن أو حمام رملي .
9- حمام مائي ,و مجفف كهربائي .

### 4-5-4 المواد المستعملة

**1- الفورمالديهايد (الفورمالين) تركيز 36%.**
**2- الامونيا أو هيدروكسيد الأمونيوم (النشادر) تركيز 25%.**

### 5-5-4 خطوات العمل

1- خذ 50 ml من مادة الفورمالديهايد ثم ضعها في كأس زجاجي حجم 250 ml .
2- خذ 28 ml من الأمونيا ثم ضعها في كأس زجاجي آخر سعة 400 ml فارغ ونظيف وجاف.
3- اضف الفورمالدهايد (الفورمالين)على محلول الامونيا الموجودة في الكأس الزجاجي أعلاه وعلى شكل ثلاث دفعات الدفعة الأولى والثانية 10 ml لكل دفعة وبشكل تدريجي. (لاحظ ارتفاع درجة الحرارة الإناء نتيجة التفاعل الذي حصل ما بين الامونيا والفورمالدهايد مما يدل على أن التفاعل باعث للحرارة ).
4- سخن المحتويات لمدة أكثر من ساعة في حمام مائي مع ملاحظة درجة الحرارة على أن لا تزيد عن 55 °C (ويمكن التسخين على لهب بنزن وعلى نار هادئه بعد وضع أكثر من شبكة اسبستوس على الحامل الثلاثي لتجنب الحرارة الشديدة ).
5- اترك الكأس الزجاجي لمدة ساعة لغرض إتمام التفاعل ثم جفف بعملية التبخير بلهب خفيف لمصباح بنزن ( وتجنب عملية الغليان حتى لا يحترق الهكسامين ويفسد) ويمكن تسخينه فوق حمام رملي عند درجة 65 °C .
6- يمكن استخدام المجفف الكهربائي في عملية التجفيف عند درجة 55 °C لحين تبخير السائل وظهور مادة ملحية بيضاء اللون كمسحوق .
7- ارفع المصدر الحراري أو اخرج العينة من المجفف الكهربائي .
8- وفي حالة تحول المحلول إلى اللون الأخضر أثناء التسخين فهذا يدل على بداية تحلل الهكسامين. والسبب شدة الحرارة لذا يجب تخفيف اللهب وتجفيفه بالمجفف الكهربائي عند درجة 55 °C .
9- اما اذا كانت الكمية المحضرة كبيرة فيمكن تجفيفه بوضع المادة في صينية ووضعه في مجفف كهربائي ذي الصواني.
10- عند الانتهاء من التحضير وحصولك على الهكسامين يجب وضعه في وعاء محكم لأنه مادة ماصة للرطوبة (أي تتأثر برطوبة الجو وتتحول إلى مادة متميعة (سائلة)) .

**ملاحظة:- رائحة الهكسامين مميزة وخلال عملية التسخين تصدر عنها روائح غير مرغوبة وخانقة لذا ينبغي وجود تهوية جيدة في المختبر اثناء التفاعل أو عملية التجفيف ويفضل ان يتم ذلك في دولاب الغازات .**

**لتحضير الهكسامين مختبريا: وبكمية محددة وتحضيراً دقيقاً .**
**ولتحضير وزن معلوم من الهكسامين يمكن الاعتماد على هذه الكميات لانها حسبت بدقة :**

**المواد المطلوبة**

490.1 ml من مادة الفورمالين ( وتسمى أيضا الفورمالدهايد ) تركيز 36 % .
270 ml من النشادر (ويسمى هيدروكسيد الأمونيوم أو الأمونيا ) تركيز 25 % .
الكمية الناتجة النظرية 137 gm بعد عملية التجفيف, اما طريقة **العمل فهي نفس خطوات العمل المذكوة آنفاً.**

$$4NH_3 + 6HCOH \rightarrow C_6H_{12}N_4 + 6H_2O \ldots\ldots\ldots(2)$$

270 ml + 490.1 ml 137 gm

## 6-5-4 بطاقة التمارين

## اسم التمرين تحضير الوقود الصلب الهكسامين

### اولا :الاهداف التعليمية

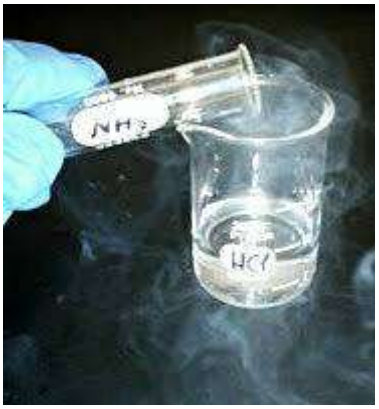
جعل الطالب قادرا على تحضير الوقود الصلب (الهكسامين) من أضافة الفورمالدهايد إلى النشادر(الامونيا) بشكل تدريجي وتجفيف المادة الناتجة بعد انتهاء التفاعل على حرارة أو تسخين لا يتجاوز 60 °C مختبريا وإجراء الاختبار على المادة بعد عملية التجفيف.

### ثانيا :التسهيلات التعليمية ( مواد , وأدوات , وأجهزة )

1- مخبار مدرج . 2- كأس زجاجي سعة 500 ml عدد 1 وسعة 200 ml عدد 2.
3- حامل ثلاثي , وشبكة اسبستوس ومصباح بنزن . 4- طبق تبخير. 5- محرار. 6- ميزان حساس.
7- حمام مائي و رملي . 8- مجفف كهربائي. 9- فورمالين بتركيز 37% . 10- أمونيا بتركيز 25% .

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

| ت | خطوات العمل مع النقاط الحاكمة | الرسومات |
|---|---|---|
| 1 | ارتد بدلة العمل (الصدرية) .<br>مع نظارات لحماية العين مع كمامات. | |
| 2 | خذ 50 ml من مادة الفورمالديهايد ثم ضعها في كأس زجاجي حجم 250 ml . | |
| 3 | خذ 28 ml من الأمونيا ثم ضعها في كأس زجاجي آخر سعة 400 ml فارغ ونظيف وجاف. | |

| | | |
|---|---|---|
| 4 | اضف الفورمالين على الأمونيا الموجودة في الكأس أعلاه تدريجياً مع التحريك المستمر, امسك الكأس ولاحظ ما يحدث. (لاحظ ارتفاع درجة الحرارة في الاناء نتيجة التفاعل الذي حصل ما بين الأمونيا والفورمالدهايد مما يدل على أن التفاعل باعث للحرارة ). |  |
| 5 | سخن المزيج لمدة ساعة عند درجة 55 °C واتركه لمدة ساعة أخرى لإتمام التفاعل . | |
| 6 | ضع المزيج أعلاه في طبق تبخير ثم جفف على نار هادئة على أن لا تزيد درجة حرارة المزيج عن 65 °C. | |
| 7 | انقل المحتويات مع طبق التبخير إلى المجفف الكهربائي مع تثبيت درجة الحرارة عند 55 °C ولمدة من 4-6 ساعة أو عندما تظهر بلورات بيضاء صلبة . | |

| | | |
|---|---|---|
| 8 | اخرج الطبق من المجفف الكهربائي بعد تحول المادة من الحالة السائلة إلى الحالة الصلبة بعد ظهور بلورات بيضاء اللون . | |
| 9 | خذ كمية من المادة الصلبة البيضاء بعد الانتهاء من عملية التجفيف لغرض الاختبار . | |
| 10 | قرب المادة إلى مصدر لهب ولاحظ ماذا يحدث للمادة (ستلاحظ انها تشتعل بلهب أحمر مزرق مع استمرار عملية التوهج واثناء ذلك لا تترك رماد بعد عملية الحرق) . | |

الاسئلة

س1:ما استخدامات الهكسامين؟
س2: لماذا يعتبر الهكسامين وقود آمن؟
س3: هل توجد مخاطر في استخدام الهكسامين كوقود للصواريخ؟ ولماذا؟
س4: ماذا يعني ظهور لون أخضر أثناء عملية التسخين؟
س5:لماذا يضاف الفورمالين إلى الامونيا تدريجياً؟ ومانوع التفاعل؟
س6 : اذكر الأخطاء المحتملة اثناء تنفيذ خطوات التجربة .