



جمهورية العراق

وزارة التربية

المديرية العامة للتعليم المهني

التدريب العملي

صناعي- تكرير النفط ومعالجة الغاز

الاول

الدكتور المهندس

كاظم نوري عبد

المهندس أحمد جاسم محمد

السيدة ندى عبد الزهرة خدام

السيد سرمد خليل

السيد هاتف سالم محمود

1447 هـ - 2025 م

الطبعة الرابعة

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 أكثر تنوعاً 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 وتأكيد مهاراتهم ومعارفهم ومواهبهم وميولهم واتجاهاتهم العلمية وتوظيفها بالإضافة إلى تعزيز روح العمل الجماعي لديهم.

ويتضمن الكتاب مواضيع وتجارب متنوعة ومختلفة لها علاقة مباشرة بخواص النفط الخام ومشتقاته والعمليات التي تجري في مصافي النفط لإنتاج مشتقات نفطية لها استخدامات متنوعة في مجالات الصناعات البتروكيمياوية وأنواع الوقود والزيوت الخفيفة والثقيلة، كما أنه يتضمن محورا مهما هو السلامة المهنية في المنشآت النفطية وطرائق 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 أن 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 أجل تطوير مضامينه .. ومن الله التوفيق .

المؤلفون ...

المحتويات

3	المقدمة
4	المحتويات
11	الفصل الاول
11	قواعد ومواصفات السلامة في المختبرات
11	1-1 مقدمة الفصل
11	2-1 تمهيد
11	3-1 إرشادات السلامة في المختبر
12	4-1 المخاطر في المختبرات
13	1-4-1 التعامل مع المواد الكيميائية
14	5-1 إحتياطات السلامة من مخاطر استعمال المواد الكيميائية في المختبرات
15	1-5-1 الإرشادات الضرورية لسلامة مستخدمى المواد الكيميائية
16	2-5-1 طرائق حفظ بعض المواد الكيميائية
18	6-1 قواعد ومواصفات السلامة في المختبر
21	7-1 الأدوات الزجاجية أنواعها وطرائق استعمالها وتداولها
21	1-7-1 طرائق السلامة في ترتيب الأدوات الزجاجية و تخزينها
23	2-7-1 طرائق استخدام الأدوات الزجاجية وصيانتها
24	3-7-1 بعض الأدوات الزجاجية الشائعة الاستعمال في المختبر
30	8-1 مخاطر الغازات السامة على الصحة
30	1-8-1 تلوث الهواء
30	2-8-1 ملوثات الهواء
33	9-1 الوقاية من مخاطر الصناعة النفطية
34	10-1 مخاطر غاز كبريتيد الهيدروجين
35	1-10-1 اسباب مخاطر غاز كبريتيد الهيدروجين
35	2-10-1 طرق الكشف عن الغاز
36	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)
38	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
39	4-2-2 الأدوات والأجهزة المطلوبة
39	5-2-2 المواد الكيميائية المستعملة
39	6-2-2 خطوات العمل
40	7-2-2 بطاقة التمارين
40	2-3: تجربة عملية التكثيف
40	1-3-2 الهدف
40	2-3-2 النظرية
44	3-3-2 الأدوات والأجهزة المطلوبة
44	4-3-2 المواد المطلوبة
45	5-3-2 خطوات العمل
45	6-3-2 بطاقة التمارين
48	4-2 الترشيح البسيط - الترشيح بالتفريغ
48	1-4-2 الهدف
49	2-4-2 النظرية
49	3-4-2 المخاطر والأخطاء الناتجة من عملية الترشيح
50	4-4-2 الأدوات والأجهزة المستعملة
50	5-4-2 المواد المستعملة
50	6-4-2 خطوات عمل (الترشيح البسيط)
52	7-4-2 بطاقة التمارين
55	8-4-2 الأدوات المستعملة
55	9-4-2 خطوات العمل الترشيح بالتفريغ
58	10-4-2 بطاقة التمارين
61	2 - 5 عملية البلورة
61	1-5-2 الهدف
61	2-5-2 النظرية
61	3-5-2 الأدوات المستعملة
62	4-5-2 المواد المستعملة
62	5-5-2 خطوات العمل
63	6-5-2 بطاقة التمارين
67	2-6 اسم التجربة :إجراء عملية تعيين درجة الغليان
67	1-6-2 الهدف
67	2-6-2 النظرية
67	3-6-2 الفرق بين التبخر والغليان

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

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

123	6-1-3 القواعد
123	1-6-1-3 الهدف
124	2-6-1-3 النظرية
125	3-6-1-3 تفاعل القواعد مع الزيوت لإنتاج المنظفات (طريقة صنع الصابون)
125	4-6-1-3 تفاعل القواعد أو الأكاسيد القاعدية مع الحوامض لتكوين ملح وماء
126	7-1-3 الأملاح
126	1-7-1-3 الهدف
127	2-7-1-3 النظرية
128	خواص الأملاح
128	3-7-1-3 تحضير الأملاح:
128	4-7-1-3 الأدوات المستعملة
128	5-7-1-3 المواد المستعملة
128	6-7-1-3 خطوات العمل
129	2-3 اسم التجربة : تحضير محلول قياسي (حامضي – وقاعدي – وملحي)
129	1-1-3 الهدف
129	3-2-3 المحاليل الكيميائية
130	4-2-3 طرائق التعبير عن التركيز يوجد عدة طرائق للتعبير عن التركيز ومنها:
131	5-2-3 تحضير محلول (0.1N) من حامض الاوكزاليك ($H_2C_2O_4 \cdot 2H_2O$)
131	1-5-2-3 الهدف
131	2-5-2-3 الأدوات والمواد المطلوبة
132	3-5-2-3 خطوات العمل
133	6-2-3 بطاقة التمارين
137	7-2-3: تحضير محلول (0.1 N) من هيدروكسيد البوتاسيوم (KOH)
138	1-7-2-3 الهدف
138	2-7-2-3 الأدوات والمواد المستعملة
137	3-7-2-3 خطوات العمل
139	8-2-3 بطاقة التمارين
141	9-2-3 تحضير محلول (0.1 N) من كلوريد الصوديوم (NaCl) بحجم لتر واحد (1 L) 1000
141	1-9-2-3 الهدف
141	2-9-2-3 الأدوات والمواد المستعملة
141	3-9-2-3 خطوات العمل
142	10-2-3 بطاقة التمارين
146	3-3 اسم التجربة : تسحيح حامض مع قاعدة باستخدام احد الادلة
145	1-3-3 الهدف

145	2-3-3 النظرية
145	3-3-3 الأدوات والأجهزة المستعملة
146	4-3-3 المواد الكيميائية المستعملة
146	5-3-3 خطوات العمل
148	6-3-3 مثال :
148	7-3-3 بطاقة التمارين
151	4-3 اسم التجربة : تجربة قياس الحامضية والقاعدية
151	1-4-3 الهدف
151	2-4-3 النظرية
154	3-4-3 الأدوات والأجهزة المستعملة
153	4-4-3 المواد الكيميائية المطلوبة
154	5-4-3 معايرة الجهاز
154	6-4-3 خطوات العمل
155	7-4-3 بطاقة التمارين
157	5-3 اسم التجربة : تجربة تحضير غاز الأسيتيلين
157	1-5-3 الهدف
158	2-5-3 النظرية
159	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
160	7-5-3 الاختبارات
162	8-5-3 بطاقة التمارين
164	الفصل الرابع
164	تجارب النفط الخام ومشتقاته المختبرية
164	1-4 اسم التجربة: فصل مزيج من الماء والأسيتون باستخدام التقطير البسيط
164	1-1-4 الهدف
164	2-1-4 النظرية
165	3-1-4 الأجهزة والأدوات
165	4-1-4 المواد المستعملة
165	5-1-4 المخاطر
166	6-1-4 خطوات العمل
166	7-1-4 ملاحظات عند تركيب الجهاز
166	8-1-4 خطوات العمل

167	4-1-9 بطاقة التمارين
172	2-4: تعيين الكثافة النسبية للنفط الخام والمشتقات النفطية باستعمال المكثاف (الهيدروميتر)
172	1-2-4 الهدف
171	2-2-4 النظرية
172	3-2-4 المكثاف
173	4-2-4 الأدوات والأجهزة المستعملة
173	5-2-4 المواد المستعملة
173	6-2-4 خطوات عمل طريقة المكثاف (الهيدروميتر)
173	7-2-4 بطاقة التمارين
176	3-4 اسم التجربة : تعيين الكثافة والوزن النوعي للنفط الخام والمشتقات النفطية باستخدام قنينة الكثافة (البكنوميتر)
176	1-3-4 الهدف
176	2-3-4 النظرية
178	3-3-4 قنينة الكثافة (البكنوميتر)
177	4-3-4 الأجهزة والأدوات المستعملة
177	5-3-4 المواد الكيميائية المستعملة
178	6-3-4 خطوات العمل
179	7-3-4 الحسابات والنتائج
180	8-3-4 مثال:
180	9-3-4 بطاقة التمارين
182	4-4 تجربة تعيين اللون للمنتجات النفطية
183	1-4-4 الهدف
182	2-4-4 النظرية
183	3-4-4 الأجهزة والأدوات المستعملة
184	4-4-4 المواد المستعملة
183	5-4-4 اجزاء الجهاز
183	6-4-4 خطوات العمل
186	7-4-4 اسم التمرين : تعيين اللون للمشتقات النفطية
188	5-4 اسم التجربة : تحضير الوقود الصلب الهكسامين
188	1-5-4 الهدف
188	2-5-4 النظرية
189	3-5-4 الأدوات والأجهزة المستعملة
189	4-5-4 المواد المستعملة
190	5-5-4 خطوات العمل
191	6-5-4 بطاقة التمارين

الفصل الاول

قواعد ومواصفات السلامة في المختبرات

1-1 مقدمة الفصل

تُعد إرشادات السلامة في المختبرات الكيميائية من أهم محاور العمل، أذ إنّ تطبيقها بدقة عالية يؤدي إلى الحفاظ على الموارد البشرية والاقتصادية.

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

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

يتضمن الفصل معلومات عامة وتفصيلية في السلامة المهنية والمواد الكيميائية 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 اعتمادها 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 رصيذاً مضافاً 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 أهمية الالتزام بإرشادات السلامة المهنية في المختبر، مع التأكيد على التعامل مع المواد الكيميائية بكل حرص من خلال استخدام الكميات المقررة في التجربة، وإعادة حفظها في الأماكن المخصصة لها، كذلك فإن 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 آمناً غاية الأمان لو كان جيد التصميم وتتوافر فيه شروط الأمن والسلامة ليظل دائماً مصدر نفع ولا يكون مصدر ضرر لأي شخص.

إن العمل في المختبرات يتطلب وعياً كاملاً بأهمية المواد والأجهزة وخطورتها، إذ إن كثيراً من المواد تتصف بالسُمية أو كونها حارقة أو مهيجة أو قابلة للانفجار، 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

4-1 المخاطر في المختبرات

يمكن تقسيم المخاطر على النحو الآتي :

أولاً: مخاطر المواد الكيميائية.

ثانياً: مخاطر الزجاجيات.

ثالثاً: مخاطر الكهرباء والطاقة.

أولاً: احتياطات السلامة من مخاطر المواد الكيميائية

- 1- معرفة خصائص المادة الكيميائية من خلال العلامات الإرشادية على العبوة أو التعليمات الخاصة بها.
- 2- منع لمس المواد الكيميائية 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 الكيميائية داخل الطاولات وأرضيات ودواليب المختبر، بل يجب وضعها في أماكن تخزين خاصة، والشكل (1-2) يوضح التخزين غير الآمن للمواد الكيميائية مثل وجود قناني كبيرة إلى الأعلى وعدم تكديس المواد الكيميائية والقناني على الأرضيات أو على مناضد العمل، والخطأ الأكبر هو تخزينها في دواليب من خشب حيث لا يمكن معرفة النتائج في حالة تعرض هذه الخزانات إلى السقوط أو الانهيار.



شكل (2-1) تخزين غير آمن

- 6- التخلص من بقايا المواد الكيميائية 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 الاختبار ناحية الوجه أو توجيهها مقابل أو مجاور ناحية الطالب أثناء عملية التسخين.
- 9- أغلاق القناني الزجاجية للمواد الكيميائية بعد الانتهاء منها وعدم فتح عبوات متعددة لمواد كيميائية مختلفة في وقت واحد.

1-4-1 التعامل مع المواد الكيميائية

- 1- لا تلمس أي مادة كيميائية مباشرة بيدك ولا بد من استعمال الملاعة الخاصة بذلك.
- 2- استعمل الحمام المائي، أو الحمام الرملي أو حمام الماء الساخن لتسخين السوائل القابلة للاشتعال.
- 3- عند تخفيف الحوامض الكيميائية يضاف الحامض المركز إلى الماء المقطر وبعكس 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 الكيميائية في عبواتها الأصلية ولا يجوز استعمال 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 (3-1) مواد كيميائية مكدسة وقريبة إلى مكان العمل

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



شكل (4-1) تراكم المواد الكيميائية واغلاق مساحة العمل

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

- 1- يجب لبس الملابس الواقية قبل التعامل مع المواد الكيميائية والامتناع عن التدخين والأكل والشرب قربها في المختبر.
- 2- يجب تخزين المواد الكيميائية السامة والخطرة بعيداً 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 بعيداً من مصباح بنزن ونقاط الكهرباء.

4- يجب معرفة مدى سُمية المواد الكيميائية قبل التعامل معها بالاستعانة بعلامات ورموز الأمان الملصقة على القنينة ومعرفة خطورتها، وإمكانية توضيح نوع الخطر على كل عبوة من عبوات المواد الكيميائية .

5- يجب الإلتباه وأخذ الحيطة عند إضافة مادة كيميائية على أخرى، كذلك معرفة نواتج التفاعل قبل البدء بالتفاعل عند إجراء التفاعلات الكيميائية 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 كيميائية إلا أن يكون ذلك من ضمن خطوات التجربة وبإشراف المدرس المسؤول، كما يجب عدم استعمال الفم لسحب السوائل في الماصة .

7- وأخيراً وقبل مغادرة المختبر تُغسل الأدوات الزجاجية وتعاد المواد الكيميائية إلى أماكنها ثم ينظف مكان العمل والطاوله، وتُغسل اليدين بالماء والصابون عند الانتهاء من العمل.

1-5-1 الإرشادات الضرورية لسلامة مستخدمي المواد الكيميائية

عند حفظ المواد الكيميائية و تخزينها لابد من إتباع مجموعة من الارشادات الضرورية التي تساعد على سلامة مستخدمي تلك المواد وسلامة البناية ومنها:

1- أن يكون المستودع كبيراً وذو رفوف من حديد ولا يدخل في صناعتها الخشب، ويكون تداول المواد الكيميائية بعناية وحذر من سقوطها أو دحرجتها، وتُخزن في الأماكن المخصصة لها بطريقة تتلاءم مع طبيعة مخاطرها.

2- أن يكون المخزن جافاً وخالياً من الرطوبة مع الابتعاد من وضع المواد الكيميائية والأدوات الزجاجية المخزونة في الممرات والمخارج ولو بصورة مؤقتة.

3- التخزين المتجانس للمواد الخطرة وفصل المواد التي يمكن أن تُسبب خطورة عند اتصالها 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- تخزين المواد على رفوف ذات شفة أو حاجز للأعلى لمنع سقوطها على الأرض، وان لا تلامس زجاجيات التخزين بعضها، ويمنع أي شخص من اخذ مواد كيميائية خطيرة الا عن طريق المسؤول، كما يجب التخلص من المواد الكيميائية التي لا تستعمل حتى لا تكون سببا في وقوع الحوادث.



شكل (5-1) مختبر نموذجي

- 5- ان يكون المختبر جيد الإضاءة والتهوية، وأن يكون جهاز التكيف عاملاً حتى يضمن المسؤول أن المواد الكيميائية لن تتعرض للتلف كما في الشكل اعلاه (5-1).
- 6- ان يكون المختبر مجهزاً بأجهزة إطفاء الحريق المناسبة وتكون معلقة عند الباب بحيث يسهل تناولها عند الحاجة، ويكون المسؤول مدرباً فنياً على كيفية استعمالها.
- 7- أستخدم نظام الإضاءة المعزول بدلاً من الإضاءة المعروفة المباشرة، وأن تكون المواد السريعة التبريد أو الاشتعال والخطرة بعيدة وفي ظروف مؤمن عليها تماماً، كما في الشكل (6-1) نظام إضاءة غير مباشرة.



شكل (6-1) مختبر الإضاءة 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 أطفئت تلافياً لاحتمال وقوع الحوادث.

1-5-2 طرائق حفظ بعض المواد الكيميائية

- 1- **المواد القابلة للاشتعال:** تحفظ في مكان مظلم بعيداً عن أشعة الشمس وتغطي 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:** كالأملح فإنها توضع على الرفوف العليا وتصنف بحسب عناصرها (مجموعة الصوديوم، مجموعة النحاس وهكذا).
- 3- **الاحماض:** يجب أن توضع على الأرض غير مكدسة وفي حجرة بعيدة من الأملاح والمواد الكيميائية وتغطي أرضية المكان المخصص بطبقة سميكة من الرمل المغطى بطبقة من ملح كاربونات الصوديوم، وتوضع مادة ماصة للرطوبة مثل السليكا جيل في أكياس خاصة في جميع أجزاء المختبر، و يجب ان ألا يوضع بجانب الحوامض مادة الكليرين.
- 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

بالكبروسين أو الزيوت المعدنية التي تُبقيها محفوظة مدة طويلة جداً تمتد لسنوات، بالإضافة إلى ملاحظة استعمال ملعقة الصوديوم ذات الشبكة عند استعماله لمنع تناثر أجزائه في الهواء أو على الجسم فتحرقه.

5- **ثاني كبريتيد الكربون 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 نترت الامونيوم ومركبات النترو العضوية الأروماتية والاليفاتية.

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

10- **الايوكسجين والمواد المؤكسدة:** تساعد على الاشتعال وخطرة لأنها 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 الكيميائي الكبير اتجاه الماء والعديد من الكواشف العضوية، إذ تتفاعل مع الماء بعنف وتسبب انفجاراً واشتعالاً شديداً.

12- **المعادن الثقيلة ومركباتها:** تشمل المعادن الثقيلة التي لها وزن ذري مرتفع نسبياً مثل الكاديوم، الرصاص، الزئبق، المنغنيز، النحاس، الزرنيخ، الانتمون وغيرها، ومركبات جميع هذه العناصر سامة ولها صفة تراكمية في الخلايا، كما إنها تلوث المختبرات على شكل أتربة وغبار وأحياناً أبخرة مما يؤثر وتحدث أضرار على الجهاز التنفسي.

13- **البروم:** يحفظ في أنابيب مغلقة (أنبولات) 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 ويغلى بطبقة خفيفة من الفازلين. والشكل (1-7) يوضح مختبراً نموذجياً من ناحية المساحة، الإنارة الطبيعية والصناعية، توزيع المواد الكيميائية، مقاعد الطلبة المريحة، ونظافة المكان، الأرضية والطاولات المقاومة للمواد الكيميائية، توزيع الأدوات الزجاجيات، توزيع نقاط الكهرباء ومصادر الطاقة وكابينة طرد الغازات.



شكل (7-1) مختبر نموذجي

1-6 قواعد ومواصفات السلامة في المختبر:

- 1- يجب أن تكون مساحة المختبر تتناسب مع أعداد الطلاب لكي تسمح لهم بالحركة خلال إجراء التجارب بلا تزامم.
- 2- يجب ان يكون في قاعة المختبر بابان أحدهما للدخول والآخر للخروج منها وأن يكون اتجاه فتح الأبواب إلى الخارج لكي لا تُعيق 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 (8-1) يبين التوزيع الصحيح للمواد الكيميائية ووجود المسافات بين علب المواد، كما يوضح حفظ القناني الكبيرة في الأسفل، والأرضية المقاومة للمواد الكيميائية.



شكل (8-1) 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 (9-1) يظهر كابينة طرد الغازات وتُجهز بجميع مصادر الطاقة مفرغة هواء وبوابة متحركة أمامية تفتح وتغلق عند الحاجة، ويمكن عدّه مختبراً صغيراً.



شكل (9-1) 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 أعطية 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 للتأكد من سلامتها صلاحيتها.
- وعلى الطالب أن يدرك أن مختبر الكيمياء مكان له أهمية خاصة، لذا لا بد عند الدخول إلى المختبر أن يكون السلوك منضبطاً ومحسباً تسبقه لحظة تفكير، لأن أي عبث أو تصرف عشوائي أو الإمبالاة قد ينتج عنه مشاكل كبيرة لذا يجب إتباع التعليمات الآتية :
- أولاً:- إرشادات الأمن والسلامة في المختبر:**
- 1- الاستماع جيداً إلى إرشادات المعلم وتوجيهاته وتجنب إجراء التجارب أو البدء بها إلا بعد استشارته.
- 2- التأكد من أسماء المواد الكيميائية قبل استعمالها، والانتباه لأي تحذيرات حول استعمالها، 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 كيميائية إلا إذا كانت ضمن تعليمات التجربة وبحضور المعلم المسؤول.
- 4- عند استعمال اللهب يجب التأكد جيداً أن 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 فوراً 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 الأنبيب عند تسخين أي مادة في أنبوبة اختبار (ماسك خشبي أو معدني) مع مراعاة توجيه فوهة الأنبوبة إلى الجهة الخالية من الطلاب. والشكل (10-1) يوضح طريقة التسخين الصحيحة بأنبوبه الاختبار ويمكن مشاهدة الماسك الخاص بأنابيب الاختبار أثناء عملية التسخين وإتجاه الأنبوبة.



شكل (10-1) عملية تسخين المواد في الأنبوبة

- 6- عند تسخين أنابيب الاختبار يراعى تمريرها على اللهب من الأسفل إلى الأعلى بطريقة مستمرة ولا يُركّز 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، لا يضاف الماء إلى الحامض، بل يُضاف الحامض إلى الماء وبكميات قليلة مع رج المزيج وتحريكه ، في كل مرة رُج وحرك، وبرد المحلول عندما ترتفع درجة حرارته (للتقليل من حرارة التخفيف).
- 9- عند أخذ أي مادة كيميائية كعينة من قناني المواد، لا يُترك غطاء القنينة على طاولة المختبر بل أمسك الغطاء باليد وخذ 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 صب كمية كبيرة من الماء عليها، ومراعاة غسل اليدين جيداً بالماء فور الانتهاء من استخدام أي مادة كيميائية 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- تجنب الإسراف في استعمال المواد الكيميائية المستعملة وكذلك المياه والكهرباء والغاز.
- 14- تدوين الملاحظات والاستنتاجات أو النتائج عن التجربة.
- 15- تبليغ المسؤول في المختبر فور وقوع أي حادث حتى وإن كان بسيطاً ليتسنى تقديم المساعدة اللازمة فوراً.

ثانيا: احتياطات السلامة من مخاطر الكهرباء:

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



شكل (11-1) عملية التسخين ومسك الأنبوبة

7-1 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 الانتهاء من العمل وإعادتها إلى أماكنها المخصصة لها كذلك يجب اختيار الحجم المناسب والنوع الملائم من الزجاجيات لكل عمل عند إجراء التجارب.

1-7-1 طرائق السلامة في ترتيب الأدوات الزجاجية وخبزنها:

- 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 (12-1) الأدوات الزجاجية حُفظت في مكان غير آمن ولا ضمان لسلامتها.



شكل (12-1) 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 سلال، كما في الشكل (13-1) تنظم حسب النوع الواحد والأحجام المختلفة وتُرتب وفق ذلك داخل دواليب المختبر، ليسهل علينا استعمالها وارجاعها إلى مكانها المخصص بلا صعوبة.



شكل (13-1) ترتيب الأدوات الزجاجية في أماكنها 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 البايروكس تتحمل درجات الحرارة العالية والتسخين الشديد، وهناك أدوات تستعمل لقياس السوائل ونقلها، وأخرى لحفظ السوائل وليس للتسخين وتلك تصنع من الزجاج العادي الشفاف.

5- عند ربط الوصلات الزجاجية في منظومة التقطير أو الاستخلاص مثلاً يتكون أكثر من ثلاث قطع يجب توصيل وتثبيت هذه الأجزاء 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 والأداة الزجاجية لكي لا تتركز الحرارة في مكان واحد ويتسبب في كسرها.

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

1-7-2 طرائق استخدام الأدوات الزجاجية وصيانتها:

كل مختبر كيميائي يتواجد فيه أجهزة وأدوات ومعدات ومواد مختلفة، لذا يفترض على الطالب أن تكون له القدرة والإلمام بطريقة استعمالها والمحافظة عليها وكيفية التعامل معها وصيانتها.

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

وهناك أنواع عدة من الأدوات الزجاجية تستعمل لقياس حجوم السوائل مثل المخبر المدرج، الماصة بأنواعها، القناني الحجمية، والسحاحة وكل منها دقة معينة في قياس الحجم وأهمية تلك القياس وعلى ذلك القياس يُعتمد في دقة تحضير المحلول واستعمالاته 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 ما بين الوصلات (نتيجة التبخروتركيز المحلول أو البلورة) 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 التصاق صنور السحاحة أو صنوبر قمع الفصل، او غطاء قنينة الكثافة، وعدم التحرك والدوران أو التصاق غطاء قناني المحاليل وعدم قدرتنا على الفتح، ففي هذه الحالة تُسخن الماء إلى درجة الغليان ثم يغمر الجزء الزجاجي الملتصق لمدة ثلاث دقائق ونحاول تحريكه باليد، فاذا استجاب وتحرك الصنوبر 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

اولاً: أنبوبة الاختبار

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



شكل (14-1) انابيب الاختبار

ثانياً: الإسطوانة المدرجة (المخبار)

هو عبارة عن أنبوب اسطواني مدرّج من الأسفل إلى الأعلى وله قاعدة عريضة نوعاً ما يستقر عليها المخبار عندما نضع فيه السائل ويترك جانباً، الإسطوانة المدرجة مغلقة من الأسفل ومفتوحة من الأعلى، وعادة يصنع المخبار المدرج من الزجاج الشفاف السميك أو من البلاستيك المقوي وتُصنع المخابير المدرجة الكبيرة من مادة بولي البروبيلين لمقاومتها الكيميائية الممتازة أو مادة بولي الميثيل البننتين لشفافيتها، مما يجعلها أخف وزناً 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 الأعلى لسكب السائل المقاس بسهولة، كما أن للمخبار المدرج أشكال عدة فمنها برأس مفتوح والآخر يأتي برأس مغلق بسداد لغايات خلط السوائل أو للاحتفاظ بها مؤقتاً أو الاحتفاظ بالسوائل المتطايرة، وهناك شكل آخر يأتي برأس مصنفر لغايات توصيل المخبار مع الأدوات الزجاجية الأخرى، وحجم المخبار المدرج يتراوح ما بين (10 ml) ولغاية (2000 ml) وغيرها. ويستخدم المخبار لقياس حجوم السوائل إلى حد (ملتر ml تقريبية) من السائل لا تحتاج إلى دقة حيث تصل دقته (0.5 ml)، عند قراءة الحجم الموجود في الإسطوانة المدرجة ويجب الانتباه إلى القراءة السليمة، وهي النظر إلى أسفل منتصف تقعر السائل الموجود في الإسطوانة المدرجة، كما في الشكل (15-1) انواع من المخابير.



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

ثالثاً: الكأس الزجاجي (القدر)

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



شكل (16-1) انواع من الكؤوس مختلفة الاحجام

رابعاً: القمع الزجاجي

أداة تتكون من قسم علوي مخروطي واسع الشكل (فم القمع) ينتهي بقسم أسطواني ضيق. يستعمل القمع لسهولة عملية صب السوائل، ونظراً لأهميته وكثرة تعرضه للكسر فقد صُنِعَ من أنواع من اللدائن والمواد المقاومة للصدمات والمواد الكيميائية 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 (17-1) الذي يبين انواع مختلفة الاحجام ومختلفة في مواد الصنع والمواصفات.



شكل (17-1) انواع مختلفة من الاقماع

خامساً: 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 (18-1).



شكل (18-1) 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 التدرج من الأعلى صعوداً إلى الأسفل حيث يبدأ الصفر من الأعلى ويزداد نزولاً، كما في الشكل (19-1).



شكل (19-1) 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 حجومات تتراوح ما بين 1 ml ، 5ml ، 10ml ، إلى 100 ml و غيرها من الحجمات ويمتاز هذا النوع من الماصات بدقة الحجم.
- 2- **الماصات المدرجة:** وهي ماصات مدرجة يمكن من خلالها سحب أية كمية من السائل أذ يبدأ التدرج بالصف من القسم العلوي نزولاً إلى الحجم الكلي لها، وذلك اعتماداً على الحجم الأقصى للماصة. والماصات المدرجة لها أحجام عدة يتراوح ما بين 1 ml و لحد 100 ml وغيرها من الحجمات، كما في الشكل (20-1).



شكل (20-1) انواع مختلفة من الماصات

ثامناً : قنينة الغسل أو قارورة الغسل

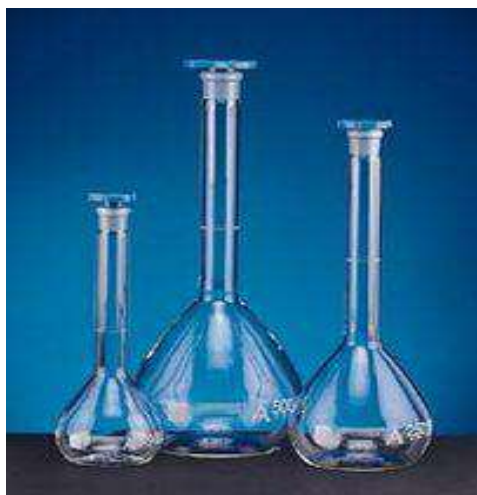
هي قنينة مزودة بغطاء للفوهة يخترقه أنبوب إلى الخارج، تستعمل لغسل الأدوات الزجاجية المخبرية وشطفها على اختلاف أنواعها، مثل أنابيب الاختبار، والدوائر الكروية وكذلك في عملية الترشيح، وفي عملية تحضير المحاليل. وتغطي القناني بغطاء لولبي محكم الغلق عند ضغط أو عصر القنينة باليد ينضغط السائل داخل القنينة فيندفع خارجاً عبر الفوهة تيار رفيع من السائل. وتصنع معظم قناني الغسل من البولي إثيلين، وهو مادة لدائنية مرنة ومقاومة للمذيبات العضوية ذات المصدر النفطي، ومعظم القناني تحتوي أنبوباً داخلياً يسمح باستعمال القنينة منتصباً. تملأ قناني الغسل بإحدى مذيبات المختبر المعروفة وفقاً للعمل المنجز في ذلك المختبر. وتشمل هذه المذيبات ماء مقطر، محاليل المنظفات والمذيبات المستعملة في الشطف مثل الأسيتون، كما في الشكل (21-1).



شكل (21-1) 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 وتستخدم في تحضير المحاليل العيارية الدقيقة وحفظها، وكذلك لتحضير المحاليل القياسية كونها دقيقة القياس، والشكل (22-1) يبين أنواعاً مختلفة من الدورق القياسية.



شكل (22-1) أنواع مختلفة من الدورق القياسية

عاشراً: زجاجة الساعة :

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



شكل (23-1) انواع مختلفة الحجم 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

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



شكل (24-1) أنواع مختلفة من قمع الفصل

ثاني عشر: الجفنة الخزفية أو المعدنية

تستعمل الجفن أو البوداق لغرض الحرق وتجفيف الرواسب، إذ تُوضع العينة القابلة للاحتراق فيها بعد معرفة وزنها ووزن العينة، ومن ثم تحرق إما بالهواء مباشرة 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 لايتترك رماداً.

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



شكل (25-1) 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 فضلاً 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 أكسيد الكربون (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 الإنسان ويتسبب في الشعور بالتعب وصعوبة في التنفس وطنين بالأذن، وفي حالة زياده تركيزه يؤدي ذلك إلى انخفاض في ضغط الدم وقصور في الرؤيا والسمع وارتخاء عضلات الجسم والإغماء ثم الوفاة.

2- غاز ثاني أكسيد الكربون (CO_2): يتكون هذا الغاز من احتراق المواد العضوية كالورق والحطب، والفحم، والهيدروكربونات، ومشتقات النفط الخام والكربوهيدرات، ويعدّ من أهم الملوثات الحديثة التي أدخلها الانسان على الهواء، ويسبب صعوبة في التنفس والشعور بالاحتقان مع تهيج الأغشية المخاطية وإلتهاب القصبات الهوائية.

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

4- غاز ثاني أكسيد 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 أكسيد الكبريت (SO_3) وتفاعله مع بخار الماء، ولكل من هذين الغازين تأثير خطير 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 (27-1) يوضح الأمطار الحامضية وتأثيرها على الأسماك والكائنات الحية في البحيرات.



شكل (27-1) 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 للمجري 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 (28-1) يوضح مدى التلوث الناتج من عوادم السيارات وحرق النفايات على البيئة وصحة الفرد.



شكل (28-1) انواع الملوثات على البيئة

6- **الرصاص Pb:** يخرج الرصاص من عوادم السيارات إلى الهواء محدثاً تلوثاً به وخاصة في المدن المزدحمة، وللرصاص أضراراً في غاية الخطورة على صحة الإنسان مثل الصداع، والضعف العام، وإفراز حامض اليوريك وتراكمه في المفاصل والكلى كما إنه يقلل من تكوين الهيموغلوبين في الدم ويحل محل الكالسيوم في أنسجة العظام ويؤدي إلى تشوه الجنين وإلى أجهاض الحوامل .

7- **الغبار والمواد العالقة:** كثير من مصانع تكرير النفط، والاسمنت، والاسمدة الكيماوية، 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 واضحاً حول المصانع وتحمله الرياح إلى أماكن 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 المداخل الخاصة بمعامل الاسمنت والاسمدة.



شكل (1-29) مداخل الاسمنت وتلوث البيئة

8- **غاز الميثان (CH₄):** مركب كيميائي عضوي، يُعد من أبسط الهيدروكربونات. أن الميثان النقي ليس له رائحة، ولكن حين يستخدم تجارياً 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 أكسيد الكربون يعدّ 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 الإنسان فقط بل على كوكب الأرض أيضاً، حيث يعاني من الاحتباس الحراري ويشكل تهديداً قوياً للحياة البشرية والثروة الحيوانية والنباتية. ويشكل غاز الميثان الخطر الأعظم والأشد على كوكب الأرض، إضافة إلى تلوث البيئة فهو يؤدي إلى الأضرار بطبقة الأوزون كونه يؤدي إلى الاختناق حتى الموت إذا 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 $20 - 30$ °C تحت الصفر وبذلك يسهل تخزينه والتعامل معه. ويعدّ غاز الكلور من الغازات التي تتلف وتخرّب المجاري التنفسية ويملأ الرئتين بكمية من السوائل التي تسبب انسداد قنوات التنفس، ولا يجوز التعرض لغاز الكلور والملابس مبتلة تجنباً لتكوين حامض الهيدروكلوريك الحارق عند اتحاد الغاز مع الماء على الملابس، ومن المعلوم أيضاً 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 وتصادد 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 لتأمين وسائل الوقاية وهذا ما يجب عمله أيضاً بالنسبة لمستودعات الغاز التي تجهز بوسائل الإطفاء الآلي والتلقائي على أن تكون بعيدة عن أماكن السكن والمدن مع مراقبتها مراقبة مستمرة وصيانتها تجنباً لتسرب الغازات وحوادث الأضرار بالبيئة والإنسان.

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

10-1 مخاطر غاز كبريتيد الهيدروجين

كبريتيد الهيدروجين: مركب كيميائي 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، إذ يُصدر إلى الخارج كمادة تجارية يدخل في صناعة الأدوية ويستعمل على نطاق واسع في الكشوفات الكيميائية والكيمياء النوعية والتحليل الكمي.

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

كبريتيد الهيدروجين عالي السمية وقابل للاشتعال، وهو غاز ثقيل مما يؤدي إلى بقاءه قريباً من سطح الأرض ولا يتطاير إلى الطبقات العليا، كما يبقى محصوراً ضمن المناطق قليلة التهوية وعلى الرغم من أن 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 فإنه يعدّ ذا مدى واسع من السمية 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 رؤية عندما يتسرب ولا يرى في الجو العاصف.
- 2- يتحرك الغاز كسحابة غير مرئية عادة مع اتجاه الرياح .
- 3- والغاز أثقل من الهواء، لذا يتواجد كغاز قاتل جداً في المناطق السفلية ويمكن شم رائحته في الجو خلال الدقائق الأولى أو عندما يكون التركيز منخفض، وفي حالة استمرار التعرض له يصبح من الصعب شمة أو إدراك المخاطر التي يمكن أن تتجم عنه.
- 4- يؤثر غاز كبريتيد الهيدروجين على الأنسجة المكشوفة مثل العيون، والانف، والفم والرئة عندما يمتصه الجسم، فيعمل كالسم الداخلي الذي يمكن أن يفسد الجهاز العصبي ويشل نظام التنفس .
- 5- عند إحتراق الغاز ينبعث غاز ثاني أكسيد 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 الكيميائية التي قد تنبعث منها روائح كريهة، والشكل (1-31) هو ملصق يثبت في كل مكان يتواجد فيه كبريتيد الهيدروجين.



شكل (31-1) ملصق تحذيري

2-10-1 طرق الكشف عن الغاز

1- يجب تقييم المناطق التي يمكن أن ينتج عنها تسرب الغاز على 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- استخدام 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 (32-1) جهاز يدوي سهل الحمل، يكشف غاز كبريتيد الهيدروجين ويشير إلى كميته الغاز المتسرب بالأرقام من خلال شاشة رقمية.



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

11-1 مخاطر غاز كبريتيد الهيدروجين H₂S وتأثيرها على الإنسان

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

- 1- حساسية دائمة للعين يرافقها ألم وتشويش الرؤية.
 - 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 (33-1) 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 (33-1) ملصقات تثبت قرب أماكن 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 ستعكس على جودة واقتصاد العمل من خلال:

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

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

- 1- يمتاز الغاز بأن له قابلية للذوبان في الماء وفي أغلب المحاليل الأيونية والكربونية مما يؤثر على البيئة بكامل عناصرها الإنسان، والهواء، والتربة.
- 2- يسبب تآكل الأنابيب والمعدات الأخرى ويتفاعل مع الفولاذ مكوناً كبريتيد الحديد القابل للاشتعال، ونتيجة تآكل الأنابيب فإنه 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 جداً في قناني غاز الطبخ المنزلي يؤدي إلى إتلاف الأنابيب وفوهات المشاعل، إذ تتآكل نتيجة الاشتعال وتضعف.

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

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

من متطلبات الأمن 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 وتَحْمَل إشارات الأمان القياسية .

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

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

أولاً: 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.

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

الفصل الثاني

تجارب الفيزياء المختبرية

1-2 تمهيد:

تُعد الدقة في العمل من أهم مقومات نجاح التجربة المختبرية، لذا فإن 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 رصيذا مضافا إلى مهارات الطالب وإمكانياته، إذ تظهر نتائجها الإيجابية عند ممارسة اختصاصه في ميدان العمل. وبناء على ما ذكر 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:

1-2-2 الهدف:

تمكين الطالب من إتقان الخطوات العملية لتجربة التبخير وتحقيق النتائج بما يعزز المفهوم الفيزيائي 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:

التبخير عملية 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.

إن 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، فإن الجسيمات تمتلك طاقة كافية لتغلبت من المادة السائلة وتصبح جسيماً حراً. وتستمر عملية التبخر طالما وجد السائل. ومن الجدير بالذكر أن السائل يبرد أثناء التبخير؛ إذ إن الطاقة التي استهلكت في عملية التبخير قد حصلت عليها الجسيمات من السائل نفسه فتتخفض درجة حرارته، وهذا يفسر البرودة التي نحسها عند وضع عطر كحولي على الوجه واليدين.

3-2-2 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 تساعد 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 مشبعاً ببخار الماء ولا يتمكن استيعاب المزيد منه .
- 5- **حركة الهواء (الرياح):** عندما تتزايد سرعة الهواء (الرياح) تتزايد سرعة التبخر.

4-2-2 الأدوات والأجهزة المطلوبة

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

5-2-2 المواد الكيميائية المستعملة

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

6-2-2 خطوات العمل

- 1- زن (10 g) من كلوريد الصوديوم (ملح الطعام) في ميزان حساس ثم ضعها في كأس زجاجي سعة (300 ml).
- 2- خذ (200 ml) ماءً مقطراً وإذا تعذر ذلك خذ ماءً عادياً من الحنفية بمخبر مدرج ثم ضعه فوق الملح .
- 3- ذوب الملح بالساق الزجاجي في المحلول إلى أن 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 أن يكون التسخين شديداً في البداية (للسراع في عملية التبخير) ثم قلل التسخين تدريجياً كلما قلت كمية المحلول بالطبق، اوقف التسخين عندما يتركز المحلول وتظهر بلورات الملح مجدداً.
- 7- ضع الطبق وما يحتويه في مجفف كهربائي عند درجة (100 °C) لمدة ساعة، ثم أخرج الطبق من المجفف وشاهد تخلف بلورات الملح مجدداً لأنها لا تتبخر، اترك الطبق يبرد .
- 8- زن الطبق مع بلورات الملح بعد التجفيف، يجب أن يكون وزنها مساوياً لمجموع وزن الملح + وزن الطبق = (w+ 10)، والشكل (1-2) يوضح عملية التبخير البسيط .
- 9- زن الطبق بعد التجفيف، للتأكد من الحصول على وزن المادة الصلبة الأصلي .



شكل (1-2) عملية التبخر في طبق التبخير

2-2- 7 بطاقة التمارين

اسم التمرين: عملية التبخير

أولاً : الاهداف التعليمية :

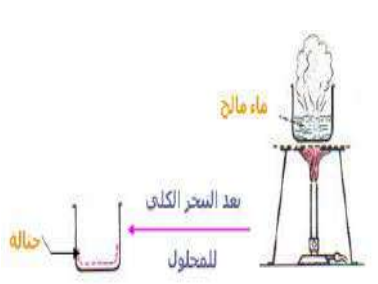
ليكون الطالب قادرا على إجراء عملية التبخير مختبريا ويشاهد كيف تتم، وما الفائدة العلمية والعملية من التجربة، ولماذا تُعد عملية التبخير أحد طرائق التنقية والفصل.

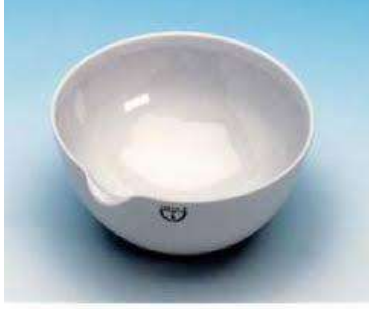
ثانياً : التسهيلات التعليمية (مواد، وعدد، وأجهزة)

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.	4
	5 زن طبق التبخير وهو فارغ ونظيف وجاف ثم سجل وزنه وليكن (w).	5
	6 ضع المحلول الملحي المحضر في طبق التبخير للإسراع في عملية التبخير، ثم استخدم مصباح بنزن مع حامل ثلاثي وشبكة اسبستوس وضع المحتويات عليه.	6
	7 ابدأ بعملية التسخين وبراى أن يكون التسخين شديدا في البداية (للاسرار بعملية التبخير) ثم قلل التسخين تدريجيا كلما قلت كمية المحلول بالطبق، وعندما تظهر بلورات الملح مجددا أو قف التسخين.	7
	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.	8



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 يتضمن 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

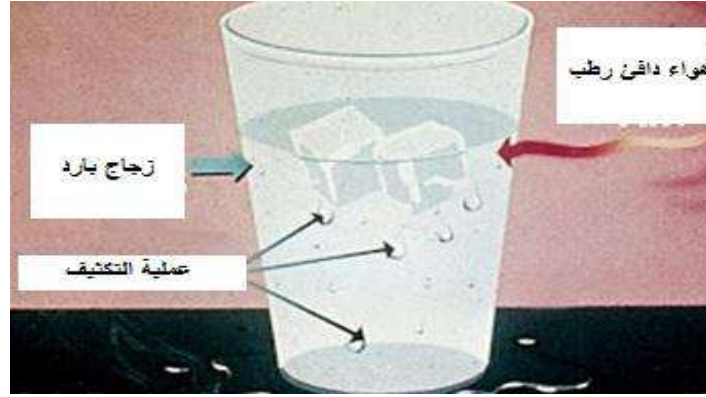
2-3-1 الهدف

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؛ إذ يتحول السائل إلى بخار.

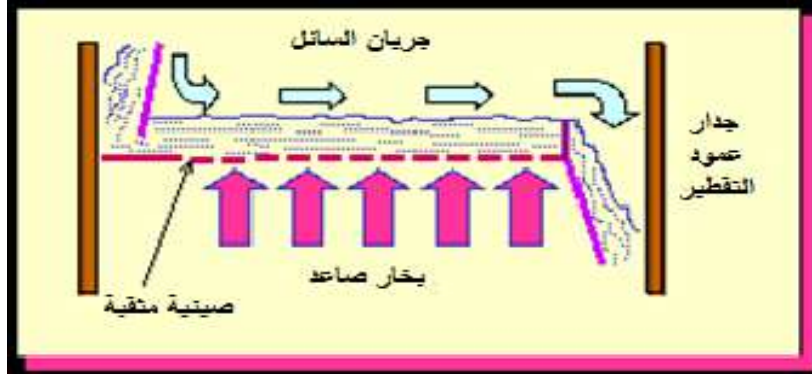
وخلال عملية التكثيف تترسب جزيئات الماء على السطوح المكشوفة التي تكون أبرد من الجو المحيط بها مثل أوراق النباتات والأشجار والألواح الزجاجية وغيرها. ويكون الراسب على هيئة قطيرات من الماء السائل يسمى الندى الذي يتكون عادة أثناء الليل حين يكون الجو خالياً من الغيوم، ويكون الهواء ساكناً أو تكون الرياح خفيفة. 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 أو الغاز، فان ذلك يؤدي إلى خفض الطاقة الحركية لجزيئاته، أي إن حركة هذه الجزيئات تقل فتقترب من بعضها، وباستمرار التبريد يزداد اقتراب هذه الجزيئات من بعضها بعضاً، ويشد التجاذب بينها، وتتحوّل إلى سائل. ويقال عندئذ إن البخار أو الغاز قد تكثّف إلى سائل. ويستفاد من عملية التكثيف في عمليات تحلية مياه البحر والمحيطات للحصول على مياه نقية وخالية من الأملاح 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.

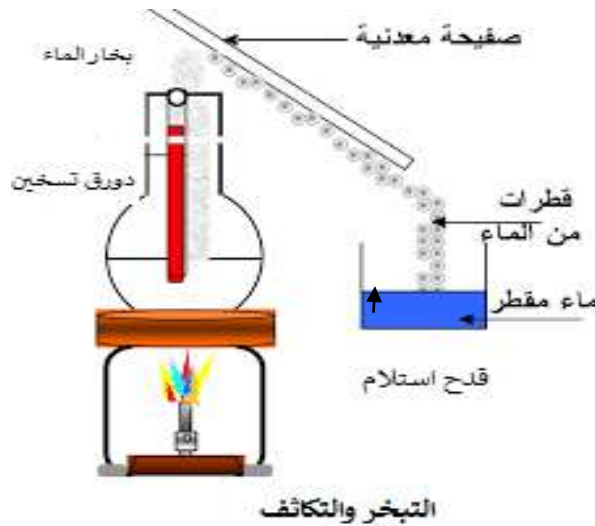
إن عملية تكثيف المشتقات النفطية تعتمد على كفاءة التبخر أثناء عملية التقطير، فكلما كانت العملية ذات كفاءة عالية كانت المنتجات على درجة عالية من النقاوة، وكلما كانت النقاوة عالية أزدادت كفاءة الاحتراق. الشكل (3-2) يبين عمليتي التبخر والتكاثف داخل برج التقطير.



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

3-3-2 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- ورق تسخين.



الشكل (4-2) تركيب الأدوات وعملية التكثيف

2-3-4 المواد المطلوبة

- 1- ماء مقطر، أو ماء حنفية عادي .

2-3-5 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 أخرى إلى اناء الاستلام.
- ولزيادة عملية التكثيف يمكن استعمال قطع من الثلج بوضعها على الصفيحة المعدنية.

2-3-6 بطاقة التمارين

اسم التمرين : إجراء عملية التكثيف

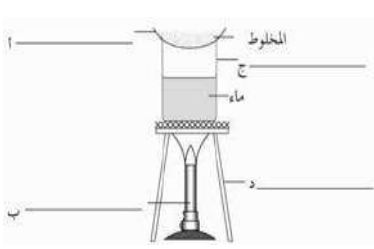
اولا : الأهداف التعليمية

بعد الانتهاء من إجراء التمرين يكون الطالب قادراً 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- كأس 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، ومعياري الاداء، والرسومات)

الرسومات	خطوات العمل مع النقاط الحاكمة	ت
	ارتد بدلة العمل ثم اغسل الأدوات الزجاجية المطلوبة مع تجهيز مصدر التسخين المتوافر.	1
	خذ كأس زجاجي للتسخين سعة 1000 ml (واحد لتر) فارغ ونظيف.	2
	ضع 500 ml من الماء المتوافر في المختبر في الكأس الزجاجي أعلاه.	3
	ضع الكأس الزجاجي والماء على مصدر حراري ويفضل مصباح بنزن.	4
	رتب مصباح بنزن مع حامل ثلاثي وشبكة اسبستوس .	5

	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 أخرى إلى الاناء. يمكن استعمال صفيحة معدنية بدلاً من زجاجة الساعة ثم ضع قطع جليد فوق الصفيحة المعدنية، وستلاحظ تزايد تجمع قطرات الماء المتكاثفة التي لا تلبث أن تتجمع في قذح الاستلام.
	8 وللحصول على السائل المتكثف، يمكن رفع زجاجة الساعة إلى الأعلى 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 نزولاً سريعاً.

الاسئلة:

- س1: عرف كلا من التكثيف – والندى – ونقطة الندى ؟
- س2: اذكر أو جه المقارنة والاختلاف بين التكثيف والتبخير ؟
- س3: ما التطبيقات الطبيعية (دورة المياه في الطبيعة) لعملية التبخر والتكثيف ؟
- س4: ما الغرض 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 ؟

2-4 الترشيح البسيط - الترشيح بالتفريغ

2-4-1 الهدف

تمكين الطالب من إتقان الخطوات العملية لتجربة الترشيح والفرق بين الترشيح البسيط والترشيح بالتفريغ وأن 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 وتصفيته 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 رجّ وتحريك المحلول (المادة الصلبة والسائل) لانتشار المادة وتجنب بقاءها في الأسفل، ثم صب الخليط في القمع والانتظار حتى ينزل كل السائل وإضافة 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 يصطيد الاوساخ بكيس القماش الداخلي، كما تستعمل المرشحات في أعلى المشاعل في مصافي النفط خلال عملية الاحتراق حيث يرشح العادم من الأعلى لاصطياد الرماد وذرات الكربون والتخلص من الغازات الضارة ومنع خروجها للحفاظ على البيئة من التلوث، ولا يمكن الاستغناء عن الترشيح في عملية تنقية المياه وتصفيته حيث تستعمل طبقات من الرمل والحصى للتخلص من الأطيان والمواد الصلبة غير الذائبة بحجزها ومنعها من المرور اما الماء النقي الخالي من الشوائب فيمرّ 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 محشوة بصوف زجاجي أو أستعمال أجهزة الطرد المركزي الخاصة بذلك، للتخلص من الشوائب والأتربة غير الذائبة.

وتتم عملية الترشيح بطريقتين:

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

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

أنواع ورق الترشيح: تصنع أوراق الترشيح من أنسجة سليولوزية ويجب أن تكون أوراق الترشيح المستعملة في التحاليل الكمية عديمة الرماد بعكس ورق الترشيح المستعمل في التحاليل النوعية بدرجات متفاوتة من النفاذية إذ 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) وغالباً ما يستعمل في التحليل النوعي

والكمي ويمتاز هذا الورق بأنه:

أولاً: لا يتأثر بالأحماض والقواعد.

ثانياً: كمية الرماد المتخلفة بعد عملية الحرق تكاد تكون معدومة أو أقل ما يمكن.

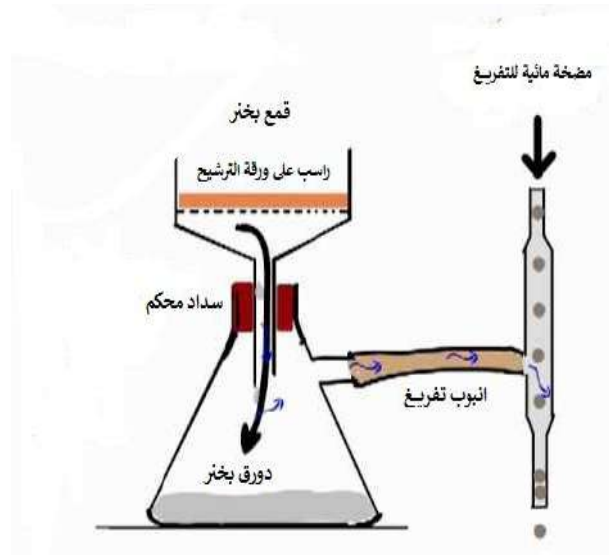
2-4-3 المخاطر والأخطاء الناتجة من عملية الترشيح

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

ثانياً: 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.

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

رابعاً: استعمال ورق ترشيح بحجم مناسب لقطر القمع ونوع الورق المطلوب للتجربة.



الشكل (2-5) قمع بوخنر مع مخطط يبين عملية التفريغ

أولاً: إجراء عملية الترشيح البسيط

2-4-4 الأدوات والأجهزة المستعملة

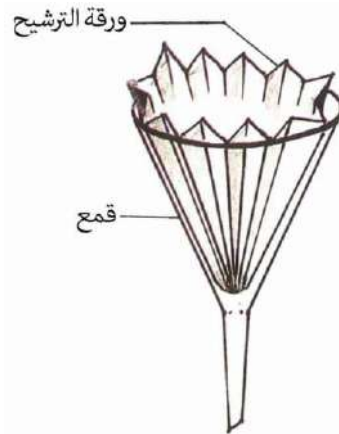
- 1- قمع ترشيح.
- 2- كأس زجاجي حجم 1000 ml .
- 3- دورق مخروطي.
- 4- ساعد أو ساق زجاجي.
- 5- قنينة غسيل للماء المقطر.
- 6- حامل حديدي مع ماسك جانبي.
- 7- ميزان حساس.

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 كاربونات 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 أن ينتقل المحلول من الكأس إلى القمع مع مراقبة نزول السائل المرشح إلى الدورق المخروطي (دورق الاستقبال) بحيث يكون محلولاً رائقاً وصافياً ولا يحتوي على أية 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 وزن 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

أولاً : الاهداف التعليمية

بعد الانتهاء من إجراء التجربة يكون الطالب قادراً 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).

ثانياً : التسهيلات التعليمية (مواد، وعدد، واجهزة)

1- كأس زجاجي سعته 500 ml

2- ساق زجاجي.

3- كأس زجاجي.

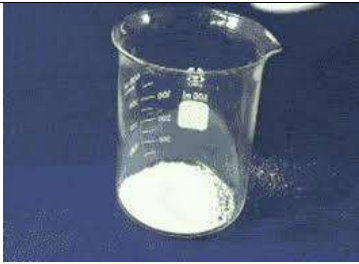
4- حامل حديدي.

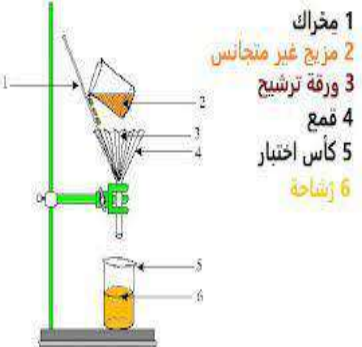
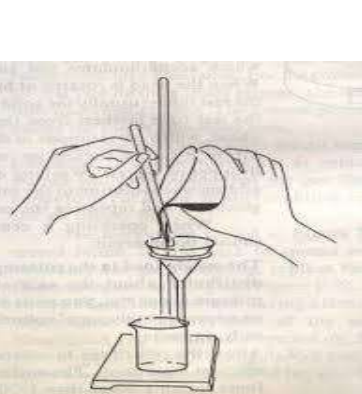
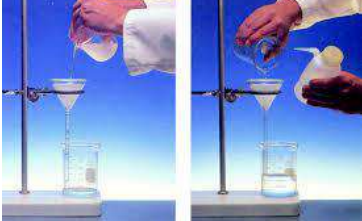
5- قمع ترشيح.

6- قنينة غسيل.

7- كاربونات الكالسيوم.

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

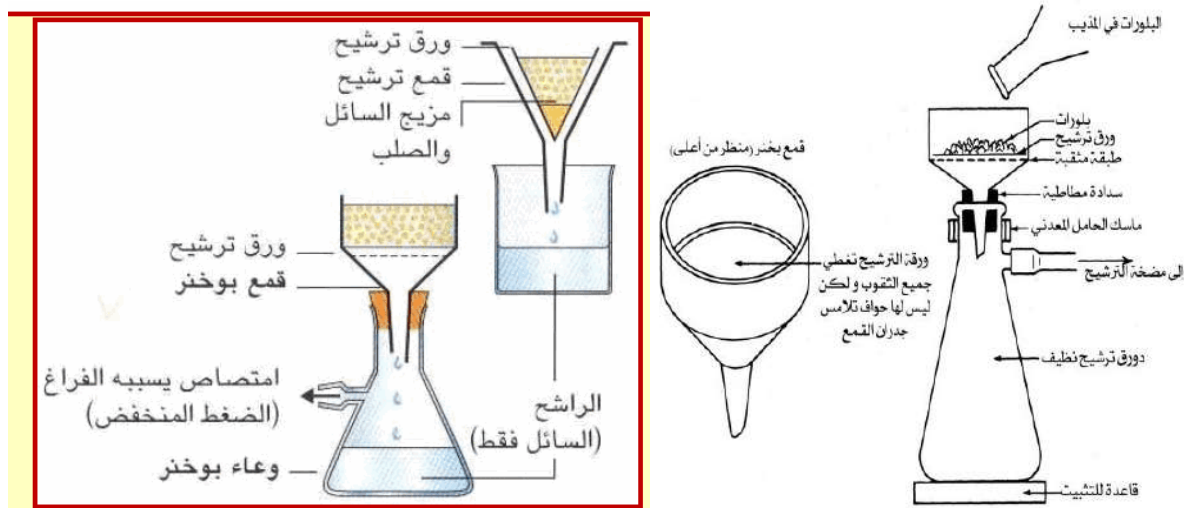
الرسومات	خطوات العمل (النقاط الحاكمة ، ومعيار الاداء)	
	ارتدي بدلة العمل ، ثم اغسل الأدوات المطلوبة، ثم حضر المواد المطلوبة الخاصة بالتجربة.	1
	زن (25 g) من كاربونات الكالسيوم في ميزان ثم ضعها في كأس زجاجي سعته (1 Lit).	2
	اضف إلى الكأس أعلاه (500 ml) ماء من الحنفية (ماء عادي) بحيث يصبح تركيز المحلول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

	خذ ورقة الترشيح الدائرية واثنيتها 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.	2
	رتب الأدوات كما موجود في الشكل المقابل.	3
	أسكب المحلول العالق بعد تحضيره من الكأس تدريجيا على ورقة الترشيح باستعمال الساعد الزجاجي . واحرص على إضافة المحلول بحيث يبقى مستوى السائل أوطى من حافة ورقة الترشيح	4
	استمر بعملية الترشيح حتى تنفصل جميع المادة الصلبة غير الذائبة ونحصل على محلول رائق .	5
	اغسل الكأس الحاوي على المحلول بالماء المقطر باستعمال قنينة الغسيل ثم أضفه إلى القمع لغرض الترشيح .	6

عملية الترشيح الترشيح فصل سائل عن صلب.. 	7 استمر بعملية الترشيح إلى أن ينتقل المحلول من الكأس إلى القمع، أضف إليه ماءً مقطراً لغرض الغسيل.
	8 اغسل الكأس الحاوي على المحلول أكثر من مرة بالماء المقطر باستعمال تقنية 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 ورق مخروطي يحتوي على فتحة جانبية متصلة إلى شفاط (مضخة مائية أو هوائية) وقمع بوختر مثبت بواسطة قطعة من المطاط على الدورق، وتجرى 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 محكماً ليمنع تسرب الهواء، والشكل (2-8) يوضح أجزاء الترشيح الفراغي



الشكل (2-8) مخطط لعملية الترشيح الفراغي بقمع بوختر

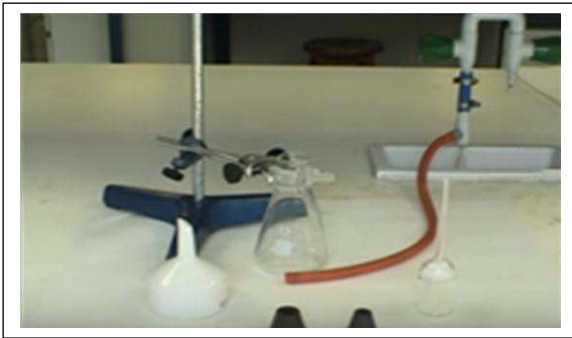
الاستخدام :

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

فضلاً عن عزل المادة الصلبة، فإن الترشيح هو أيضاً مرحلة للتنقية أذ نتخلص من الشوائب غير القابلة للذوبان في المحلول (السائل)، وغالباً 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 أيضاً من عملية الترشيح البسيطة بسبب أن هناك مزيداً من السوائل المستردة، ومن ثم تكون الانتاجية افضل .

8-4-2 الأدوات المستعملة

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



شكل (9-2)

9-4-2 خطوات العمل الترشيح بالتفريغ

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



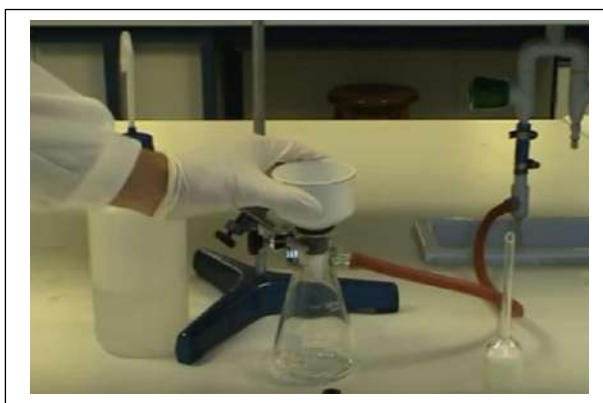
شكل (10-2)

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



شكل (11-2)

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



شكل (12-2)

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



شكل (13-2)

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



شكل (14-2)

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



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

شكل (15-2)



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

شكل (16-2)

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

أولاً - اسم التمرين : إجراء عملية الترشيح بالتفريغ

أولاً : 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) .

ثانياً :التسهيلات التعليمية (مواد ، وُعد ، وأجهزة)

1- كأس زجاجي سعته 500 ml .

2- ساعد زجاجي .

3- ورق مخروطي سعة 1 L .

4- حامل حديدي.

5- قمع بخنر.

6- قنينة غسيل .

7- كاربونات الكالسيوم .

8- مضخة تفريغ تعمل بجريان الماء

ثالثاً :خطوات عمل (النقاط الحاكمة، ومعيار الأداء، والرسومات)

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

	3 ثبت قمع بوخزر على فوهة قمع الترشيح بالاستعانة بمثبت حلقي مطاطي .
	4 ثبت ورقة الترشيح على الجزء المثقب من القمع بحيث يكون قطرها ملائماً 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 عالِقاً لمسحوق مادة صلبة غير ذائبة في الماء واخلطه جيداً بواسطة قضيب زجاجي، ثم اسكبه داخل القمع بعد فتح حنفية الماء لتوليد ضغط مخلخل.

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

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 الانتهاء 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 التبلور وإعادة البلورة وتحقيق النتائج بما يعزز المفهوم النظري للتجربة المتمثل بأهمية التبلور والبلورات 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 الكيميائية العضوية إلى الحصول على المواد الناتجة في حالة نقية بل توجد فيها بعض الشوائب نتيجة لتفاعلات ثانوية أو نتيجة لظروف التجربة ومن ثم 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 أو أي مذيب عضوي ساخن حتى الحصول على محلول مشبع من المادة، وتبريد المحلول ببطء فتتفصل المادة المذابة على صورة بلورات نقية تجمع بواسطة الترشيح .

2-5-3 الأدوات المستعملة

- 1- ورق مخروطي (عدد 2) سعة كل منهما 300 ml .
- 2- كاس زجاجي 300 ml.
- 3- قمع ترشيح .
- 4- مخبر 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- خذ مقدار (10 ml) من الماء الساخن بواسطة مخبر 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 وسدّ 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 (آخر) .
- 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°C ولمدة نصف ساعة، ثم زنّها بميزان حساس وليكن وزنها (w_1)

تحسب النسبة المئوية لحامض البنزويك النقي بتطبيق العلاقة الآتية :

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

$$= \frac{w_1}{w} \times 100$$

6-5-2 بطاقة التمارين

اسم التمرين : إجراء عملية البلورة

أولاً : الأهداف التعليمية

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

ثانياً :التسهيلات التعليمية (مواد، وعدد ، وأجهزة)

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

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

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

	3 زن (1 gm) من المادة المراد بلورتها ثم وضعها 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 مخبر 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 كرر إضافة نفس المقدار من الماء في الفقرة (4) وبالتدريج حتى تذوب المادة ذوباناً كاملاً ويصبح المحلول شفافاً.

	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 (آخر).
	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، **نلاحظ عليها بلورات المادة النقية.**



14 جفف البلورات بواسطة مجفف كهربائي وبدرجة 100°C ولمدة نصف ساعة، ثم قم بوزنها وليكن وزنها (w_1)

احسب النسبة المئوية لحامض البنزويك النقي بتطبيق العلاقة الآتية :

النسبة المئوية لحامض البنزويك النقي

$$= \frac{\text{وزن البلورات بعد التجفيف}}{\text{الوزن الأصلي للحامض}} \times 100$$

الاسئلة

- س 1: ما الهدف من بلورة المركبات العضوية؟
- س 2: اذكر اهم الشروط المطلوبة لإجراء عملية البلورة ؟
- 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: ما الغرض من الترشيح والمحلول ساخن؟

2-6 اسم التجربة :إجراء عملية تعيين درجة الغليان

2-6-1 الهدف

لتمكين الطالب من إتقان الخطوات العملية الصحيحة لقياس وتعيين درجة الغليان للسوائل وتحقيق النتائج بما يعزز المفهوم النظري للتجربة المتمثل بأهمية درجة الغليان وتحديدًا تحديدًا 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، وتوضيح العلاقة المتلازمة بين الضغط الجوي ودرجة الغليان، مع الأخذ بنظر الاعتبار أنّ درجة الغليان تتغير بتغير الظروف 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 ثم تكون درجة غليانها منخفضة والعكس في حالة المواد الأقل تطايراً ، لذلك تُعدّ درجة الغليان من الثوابت الفيزيائية المهمة للمواد الكيميائية.

2-6-3 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 دائماً على سطح السائل ولفهم عملية التبخر يجب أولاً 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 عليه، 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.

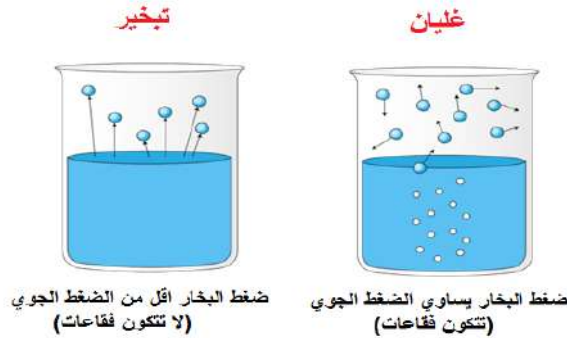
2- يحدث التبخر عند سطح السائل فقط فيما تحدث عملية الغليان في كامل السائل.

3- يمكن أن يحدث التبخر باستعمال الطاقة الداخلية للنظام، في حين يتطلب الغليان مصدراً خارجياً للحرارة.

4- تحدث عملية التبخر حدوثاً بطيئاً وتدرجياً فيما تحدث عملية الغليان حدوثاً سريعاً وقوياً.

وعند تسخين سائل ما تبدأ بعض فقاعات البخار في التكون 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 طويلاً، وتنهار قبل أن تصل إلى سطح السائل .

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



شكل (18-2) 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°C) عند مستوي سطح البحر، أي تحت ضغط جوي مقداره $1 = 1 \text{ atm} = (760 \text{ mmHg})$.

(ب) إذا انخفض الضغط الجوي عن ذلك فإن الماء يغلي عند درجة حرارة أقل من (100°C) فمثلاً يغلي عند (90°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 أنفا 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 ثم 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 تدريجياً. وعندئذ ترتفع نقطة غليان المزيج حتى يكاد البخار لا يحتوي إلا 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 الهيدروكربونية 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. ونظراً 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 قطرات (مشتقات)، تكوّن كل منها مجموعة مكونات هيدروكربونية، وذلك بتسخينه.

2-6-4 العوامل المؤثرة على درجة الغليان

أولا -الضغط : تتناسب درجة الغليان لوسائل تناسباً طردياً مع الضغط المسلط عليه، حيث تزداد درجة الغليان للوسائل كلما ازداد الضغط المسلط عليه وتقل درجة الغليان كلما قل الضغط.

ثانياً- التركيز : يتناسب التركيز تناسباً طردياً مع درجة الغليان للوسائل، فكلما ازداد التركيز ازدادت درجة الغليان وتبعاً لذلك تقل درجة الغليان كلما قل التركيز وهكذا، فالماء المقطر يغلي في درجة 100°C أما إذا اضيفت له كمية من الأملاح، فأنها سترفع من درجة الغليان.

2-6-5 الأدوات والأجهزة المستعملة

- 1- كأسزجاجي سعة 200 ، 500
- 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.

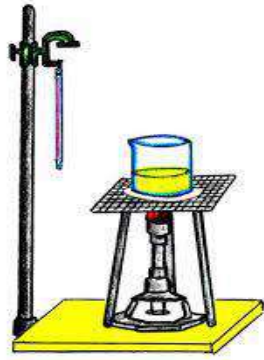
2-6-7 خطوات العمل

قبل البدء بتنفيذ خطوات العمل، يجب معرفة المحاليل التي سيجري تعيين درجة غليانها، إذ إن المحاليل العضوية والمشتقات النفطية غالباً 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، أما سائر المحاليل والسوائل غير القابلة للاشتعال فتعيين درجة غليانها باستعمال المسخنات كافة .

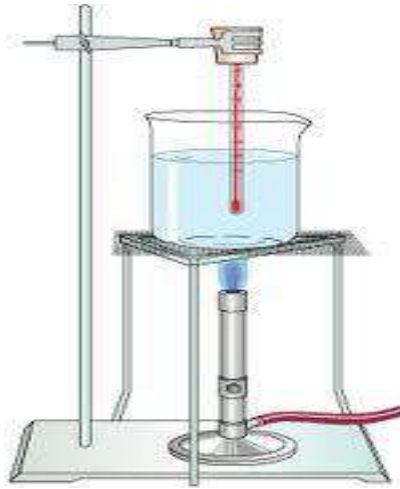
- 1- حضر الأدوات الزجاجية المطلوبة واغسلها وجففها وتأكد من تدرج المحرار اذ يجب ان يكون مناسباً للاختبار .
- 2- خذ (250 ml) من الماء المقطر ثم ضعها في كأس سعة (500 ml)، وإذا تعذر يمكن استعمال ماء اعتيادي من الحنفية .
- 3- رتب الأدوات الزجاجية، كما في الشكل (2-19) ثم ثبت المحرار بالماسك بحيث يكون مغموراً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

جدول النتائج

ت	الزمن / min دقيقة	درجة الحرارة $^{\circ}\text{C}$ / 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، أو مسخن 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 دقيقتين 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 يعد لهذا الغرض، ثم ارسم خطأً بيانياً يوضح العلاقة بين الزمن و درجة الحرارة، بعد ان تثبت أعلى درجة حرارة يصل إليها 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 والأختلاف .

ملاحظة مهمة :

عند قياس درجة غليان الكيروسين يستعمل محرار خاص أو محرار يقيس أكثر من 250°C ، لكون درجة غليان الكيروسين بحدود $140^{\circ}\text{C} - 250^{\circ}\text{C}$ ، كما في الشكل (2-20) وهناك 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 $^{\circ}\text{C}$	السائل	درجة الغليان $^{\circ}\text{C}$
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 : تعيين درجة الغليان

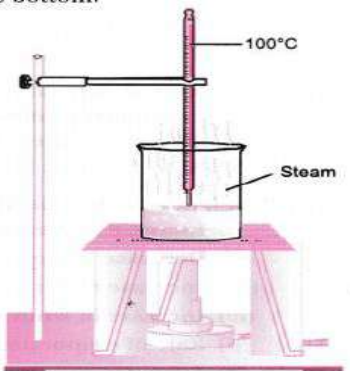
اولا : الاهداف التعليمية

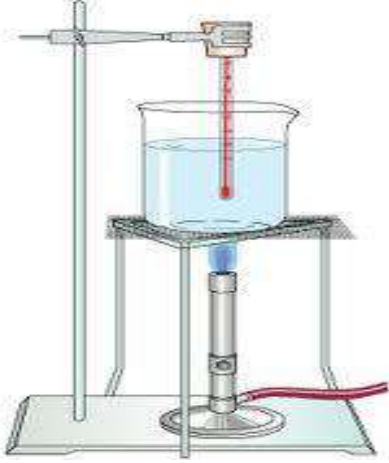
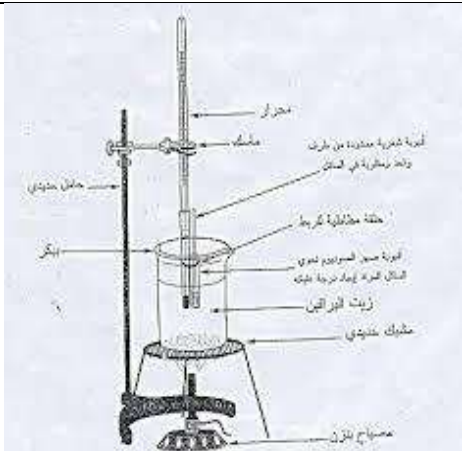
بعد الانتهاء من إجراء التجربة يكون الطالب قادرا على معرفة تعيين درجة الغليان للسوائل والكروسيين وقياسها ومعرفة العوامل التي تؤثر على درجة الغليان عمليا في المختبر.

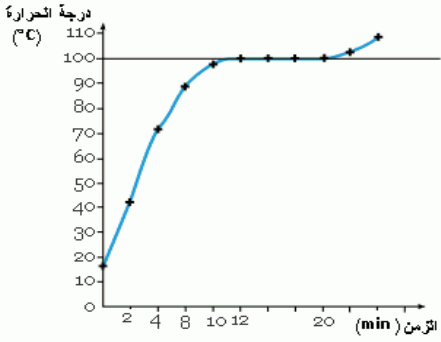
ثانيا : التسهيلات التعليمية (مواد، وعدد، وأجهزة)

- 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، ومعايير الاداء، والرسومات)

خطوات العمل، ومعايير الأداء، والنقاط الحاكمة	الرسومات
1 ارتد بدلة العمل (او صدرية) ثم حضر الأدوات والمواد الكيميائية المطلوبة لإجراء التجربة .	
2 حضر محلولاً مائياً في كأس زجاجي سعة 500 ml (خذ 250 ml من الماء المقطر ثم ضعها في الكأس، وإذا تعذر يمكن استعمال ماء عادي) ثم وضعها جانبا.	
3 رتب الأدوات الزجاجية كما في الشكل المقابل، وثبته 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 أدنى 110°C) ويفضل أن يكون تدرج 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 : حضر حماماً رملياً أو سخاناً كهربائياً لغرض القيام بعملية التسخين لقياس درجة غليانه. 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 دقيقتين ثم ضع النتائج في جدول لاحق يعد 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 .	8																
<table border="1"> <thead> <tr> <th>التسلسل</th> <th>المادة</th> <th>الزمن</th> <th>درجة الحرارة</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>الكيروسين</td> <td></td> <td>الحرارة الابتدائية</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>=</td> <td>2 دقيقة</td> <td></td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>=</td> <td>4 دقيقة</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	التسلسل	المادة	الزمن	درجة الحرارة	1	الكيروسين		الحرارة الابتدائية	2	=	2 دقيقة		3	=	4 دقيقة		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 .	9
التسلسل	المادة	الزمن	درجة الحرارة															
1	الكيروسين		الحرارة الابتدائية															
2	=	2 دقيقة																
3	=	4 دقيقة																
	10 من القراءات التي حصلت عليها ارسم العلاقة بين الزمن وارتفاع درجة الحرارة وستحصل على خط بياني يشبه المرسوم جانبا .	10																

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 أو القعر، 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 الازخطاء المحتملة أثناء إجراء خطوات العمل ؟
- س9: لماذا يُسخن الكيروسين وسائر المشتقات النفطية بطريقة غير مباشرة؟

7-2 اسم التجربة: تعيين نقطة الانصهار للمركبات العضوية

7-2-1 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) .

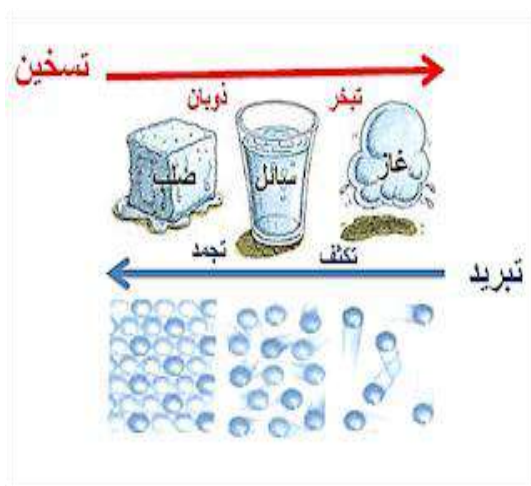
7-2-2 النظرية

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. وتعدّ درجة الانصهار مقياساً لدرجة نقاوة المادة، فالمادة النقية لا يكون 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 الانصهار للمادة الصلبة عموماً 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 غالباً لتأكيد نقاء المواد العضوية. وغالباً 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.



التجمد: تحوّل المادة من الحالة السائلة إلى الحالة الصلبة بالتبريد.

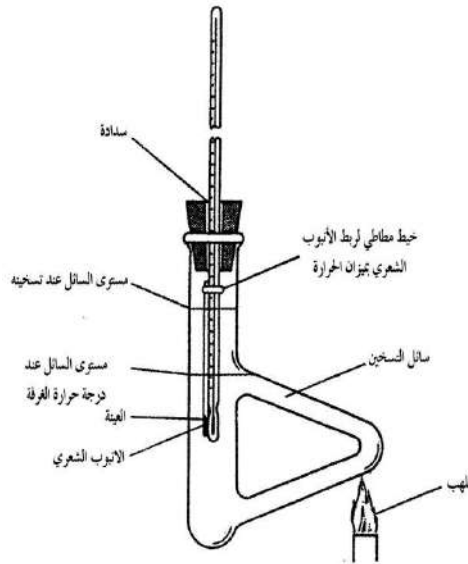
التجمد: • مادة سائلة + برودة = مادة متجمدة •



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

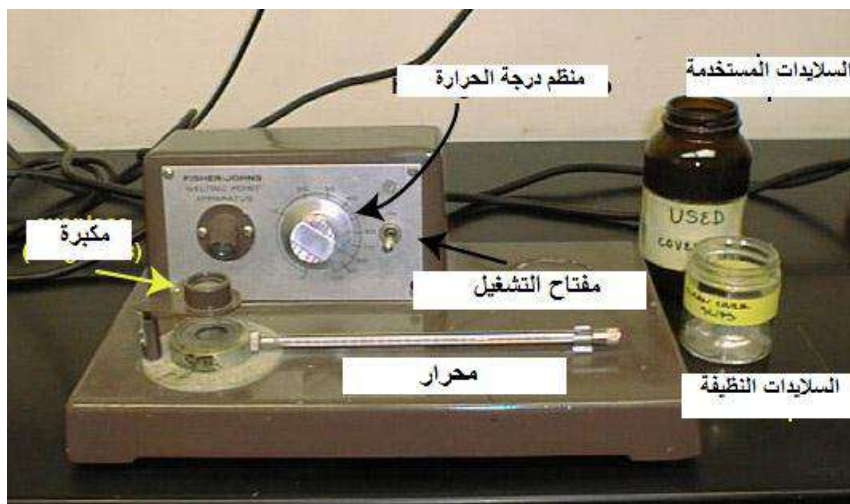
3-7-2 أجهزة قياس درجة الانصهار

أولاً : جهاز قياس درجة الانصهار الزجاجي (أنبوب ثيل): يتكون من أنبوب زجاجي له امتداد زجاجي جانبي حيث تربط الأنبوب الشعري بالمحارر 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 المحارر فوراً. كما في الشكل (22-2).



شكل (22-2) جهاز ثيل لقياس نقطة الانصهار

ثانياً : 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 نظيفاً دائماً و العمل على إبقائه بعيداً 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 بعيداً عن الكهربائية نظراً 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 جيداً و تجفف و في هذه الحالة لا بأس من حفظها مع الأجهزة الكهربائية.

وفي حالة تعذر وجود جهاز خاص لقياس درجة الانصهار فإن 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- أنبوبة شعرية (5-6 cm).
- 5- مسخن كهربائي .
- 6- ماسك
- 7- حامل حديدي.
- 8- ملعقة ، و صحن زجاجي.
- 9- خلاط مغناطيسي أو عمود زجاجي .

2-7-5 المواد المستعملة

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

2-7-6 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 (T_1) .
- 10 - استمر بالتسخين إلى أن ينصهر النفثالين انصهاراً كاملاً، سجل درجة الحرارة (T_2) .
- 11 - احسب درجة انصهار النفثالين من العلاقة الآتية :

$$\text{درجة الانصهار} = \frac{T_1 + T_2}{2}$$

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

7-7-2 بطاقة التمارين

اسم التمرين : تجربة تعيين درجة انصهار مادة صلبة

اولا : الأهداف التعليمية

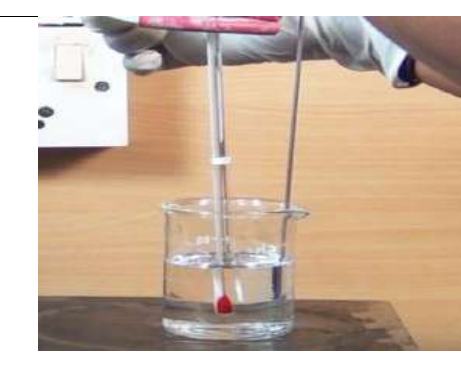
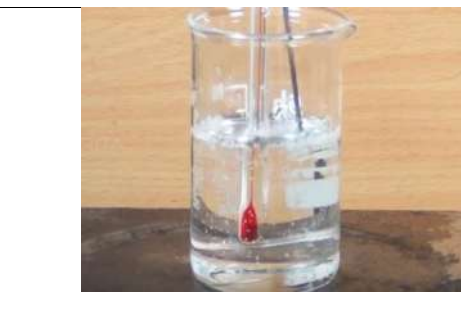
بعد الانتهاء من إجراء التجربة يكون الطالب قادرا على تعيين درجة الانصهار المادة صلبة وقياسها مثل الشمع الصناعي أو الطبيعي عمليا وتعيين درجة الانجماد لها.

ثانيا :التسهيلات التعليمية (مواد، وغدد، وأجهزة)

- 1- كأس حجم 100 ml . 2- مصباح بنزن (غازي). 3- محرار (100-110) . 4- أنبوبة شعيرية (5-6 cm) . 5- أنبوبة شعيرية (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)

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

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

	10 سجل درجة الحرارة عند بداية انصهار النفثالين ولتكن (T_1)	10
	11 استمر بالتسخين إلى أن ينصهر النفثالين انصهاراً كاملاً وسجل درجة الحرارة (T_2) .	11
	12 احسب درجة انصهار النفثالين من العلاقة الآتية: $\text{درجة الانصهار} = \frac{T_1 + T_2}{2}$ $= \frac{78 + 82}{2} = 80^{\circ}\text{C}$	12

الاسئلة:-

- س1: عرف درجة الانصهار وما الغرض من تحديدها ؟
- س2: ما النقاط الحاكمة في التجربة ؟
- س3: عدد أجهزة قياس درجة الانصهار؟ و اشرح الطريقة المختبرية المتبعة ؟
- س4 : مادة صلبة عند بداية انصهارها 60°C وعند اكمال الانصهار اصبحت درجة الحرارة 80°C . احسب درجة انصهار المادة ؟
- س5 : ما الهدف من تعيين 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 مرحلتين بالتسلسل الآتي:

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

2- تغير درجة حرارة الماء بنوبان 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 (مثلاً درجة حرارة انصهار الجليد 0°C) وبثبوت الضغط بالحرارة الكامنة للانصهار وتقاس بوحدات kJ / kg

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

كمية الحرارة اللازمة لانصهار المادة = الكتلة $\times$ الحرارة الكامنة للانصهار

$$Q = m \times L_f$$

أذ 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 $^{\circ}\text{C}$	الحرارة الكامنة للانصهار kJ / 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 (24-2).



شكل (24-2)

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



شكل (25-2)

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



شكل (26-2)

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



شكل (27-2)

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



شكل (28-2)

6 – ضع الماء الدافئ مع قطع الثلج في
القدر المصنوع من البوليستايرين،
وانتظر لحين ذوبان الجليد، كما في
الشكل (29-2) .



شكل (29-2)

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



شكل (30-2)

8- نظم جدولاً بالنتائج التي حصلت عليها كما في النموذج الآتي :

جدول (1)

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

9- احسب الحرارة الكامنة للانصهار على وفق الخطوات الآتية :

ΔT = تعني الفرق بين درجة حرارة الماء ودرجة حرارة خليط الماء والتلج .

C = الحرارة النوعية.

μ = كتلة المادة الصلبة.

4200 = هذه تمثل الحرارة الكامنة للماء .

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

$$= 0.153 \times 4200 \times 9.5$$

$$= 6104.7$$

$$Q_2 = 0.144 \times 4200 \times 16$$

$$= 9676.8$$

$$Q_3 = 0.160 \times 4200 \times 13.5$$

$$= 9075$$

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

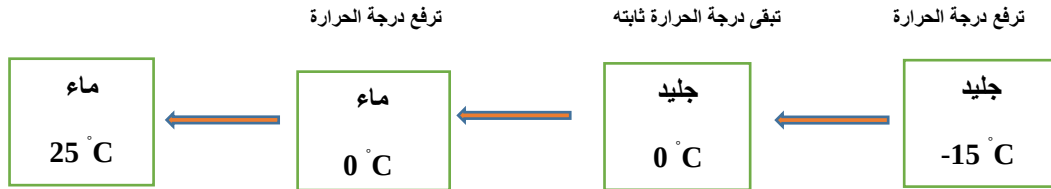
$$= \frac{6104}{16.78} = 363.8 \text{ J}$$

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

2-8-6 مثال(1):

أحسب كمية الحرارة اللازمة لتحويل 2 kg من الجليد بدرجة $^{\circ}\text{C}$ -15 إلى ماء بدرجة حرارة $^{\circ}\text{C}$ 25 علماً أن الحرارة النوعية للماء $4200 \text{ J/kg } ^{\circ}\text{C}$ والحرارة الكامنة لانصهار الجليد عند $^{\circ}\text{C}$ 0 هي 335 kJ/kg والحرارة النوعية للجليد تساوي $2093 \text{ J/kg } ^{\circ}\text{C}$.

لرفع درجة حرارة الجليد $^{\circ}\text{C}$ -15 إلى $^{\circ}\text{C}$ 0 يلزم تزويده بكمية من الحرارة مقدارها يساوي:



كمية الحرارة = الكتلة $\times$ الحرارة النوعية للجليد $\times$ فرق درجات الحرارة

$$\begin{aligned} Q_1 &= m C_{\text{ice}} \Delta T \\ &= 2 \times 2093 \times [0 - (-15)] \\ &= 2 \times 2093 \times 15 \\ &= 30 \times 2093 \end{aligned}$$

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

لتحويل الجليد إلى ماء عند حرارة $^{\circ}\text{C}$ 0 يلزمنا تزويده بكمية من الحرارة مقدارها يساوي:

كمية الحرارة = الكتلة $\times$ الحرارة الكامنة لانصهار الجليد

$$\begin{aligned} Q_2 &= m \times L_f \\ &= 2 \times 335 \text{ kJ/kg} \end{aligned}$$

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

ولرفع درجة حرارة الماء من $^{\circ}\text{C}$ 0 إلى $^{\circ}\text{C}$ 25 نزوده بكمية من الحرارة مقدارها يساوي :

كمية الحرارة = الكتلة $\times$ الحرارة النوعية للماء $\times$ فرق درجات الحرارة

$$\begin{aligned} Q_3 &= M \times C_{\text{water}} \times \Delta T \\ &= 2 \times 4200 \times (25-0) \\ &= 50 \times 4200 \end{aligned}$$

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

ولحساب كميات الحرارة التي زُود الجليد بها حتى أصبح ماء بدرجة حرارة $^{\circ}\text{C}$ 25 يساوي:

$$\begin{aligned} Q_{\text{water}} &= Q_1 + Q_2 + Q_3 \\ &= 62790 + 670000 + 210000 \\ Q_{\text{total}} &= 942790 \text{ Joule} \quad \text{كمية الحرارة الكلية} \end{aligned}$$

7-8-2 بطاقة التمارين

اسم التمرين : تعيين الحرارة الكامنة لانصهار الجليد

اولا : الأهداف التعليمية

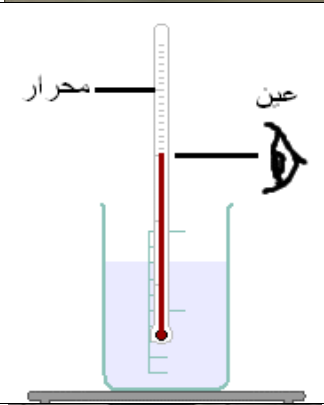
بعد الانتهاء من إجراء التجربة يكون الطالب قادراً على تعيين الحرارة الكامنة لانصهار الجليد باستخدام القدر أو المسعر عملياً في المختبر.

ثانياً:التسهيلات التعليمية (مواد ، وادوات ، وأجهزة)

مسعر، وماء، وجليد مكسر، وورق نشاف، ميزان حساس ، محرار ، قدر مصنوع من مادة البوليستيرين.

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

الرسومات	خطوات العمل، والنقاط الحاكمة، ومعيار الاداء	ت
	ارتد بدلة العمل ثم اغسل الأدوات وحضر الماء والثلج المطلوب .	1
	زن القدر المصنوع من البوليستيرين وهو فارغ وسجل وزنه.	2
	زن الكأس الزجاجي وهو فارغ وسجل وزنه.	3

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



8 سجل درجة حرارة الماء مع الجليد الذائب الموجودين في القدر وليكن T_2 .

9 نظم جدولاً بالنتائج التي حصلت عليها كما في النموذج الآتي :

واحسب الحرارة الكامنة للانصهار على وفق الخطوات الآتية :

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

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 علماً 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

1-9-2 الهدف

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 والأبراج في مصافي النفط، وتحقيق النتائج بما يعزز المفهوم النظري للتجربة .

2-9-2 النظرية

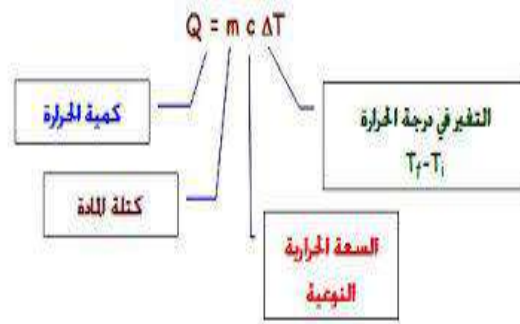
تُعرف الحرارة النوعية على انها الحرارة المطلوبة لرفع درجة حرارة واحدة غرام من المادة درجة مئوية واحدة.

الحرارية النوعية : لكي ترتفع درجة حرارة الجسم، فإن 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 متراسة 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 متراسة 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 يعني 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 الحرارة النوعية للمادة. وبناء على ذلك، عندما تنتقل كمية من الحرارة Q إلى كتلة قدرها m من المادة، سوف ترتفع درجة حرارة هذه الكتلة بمقدار ΔT ، وليكن ΔT . 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 الحرارة النوعية هي $^{\circ}\text{C} \cdot \text{J/kg}$ ، وتستخدم الوحدات $^{\circ}\text{C} \cdot \text{cal/g}$.

وتعني الإشارة الموجبة للكمية Q أن الحرارة تضاف إلى المادة، أما إذا كانت Q سالبة فذلك يعني أن المادة تُلْفِظ الحرارة خارجها. أما الرمز ΔT فيمثل التغير في درجة الحرارة نتيجة للانتقال الحراري. ويتضمن الجدول رقم (1) قيم الحرارة النوعية c النموذجية لبعض المواد. لاحظ أن $c = 1.000$ $^{\circ}\text{C} \cdot \text{cal/g}$ في حالة الماء. أن الحرارة النوعية تتغير تغيراً طفيفاً مع درجة الحرارة، ولكن يمكن عدُّ 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. $^{\circ}\text{C}$)	c (J / kg. $^{\circ}\text{C}$)
ماء	1.000	4184
جسم الإنسان	0.83	3470
كحول أثيلي (إيثانول)	0.55	2300
بارافين	0.51	2100
ثلج (0°C)	0.50	2100
بخار (100°C)	0.46	1920
ألومنيوم	0.21	880
زجاج	0.15	600
حديد	0.11	460
نحاس	0.093	390
زئبق	0.033	140
رصاص	0.031	130

2-9-3 الأدوات المستعملة

- 1 - كأس زجاجي عدد 2 .
- 2 - مخبر 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 .

2-9-4 المواد المستخدمة

ماء مقطر .

2-9-5 خطوات 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 (2-32)

شكل (2-31)

- 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 (34-2).



شكل (34-2)

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



شكل (36-2)

شكل (35-2)

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



شكل (37-2)

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 البوليستيرين، 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

20 °C	درجة الحرارة الأولية T_i
22 °C	درجة الحرارة النهائية T_f
$22 - 20 = 2$ °C	التغير في درجة الحرارة ΔT
90 g	الوزن

جدول معلومات الفلز

95 °C	درجة الحرارة الأولية T_i
22 °C	درجة الحرارة النهائية T_f
$95 - 22 = -73$ °C	التغير في درجة الحرارة ΔT
27.30 g	الوزن

أولاً - 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)

$$Q_{\text{الفلز}} = -753.12 \text{ J}$$

$$C_{\text{الفلز}} = Q / m \Delta T = -753.12 / 30.27 \times (-73) = 0.34 \text{ J / g. } ^\circ\text{C}$$

6-9-2 بطاقة التمارين

اسم التمرين: تعيين الحرارة النوعية لجسم صلب

أولاً : الاهداف التعليمية

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

ثانياً: التسهيلات التعليمية

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

ثالثاً : 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 جانباً.	
2	ضع 150 ml من الماء المقطر في كأس زجاجي ثم ضع الكأس على السخان الكهربائي.	 
3	زن الكرة الفلزية باستخدام ميزان حساس .	

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



9 حرك الماء في الكأس وسجل أعلى درجة حرارة يصل إليها 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 $900 \text{ J / kg} \cdot ^{\circ}\text{C}$ ؟
- س 5 : لماذا يستخدم قذح مصنوع من البوليستايرين في التجربة ؟

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

10-2-1 الهدف

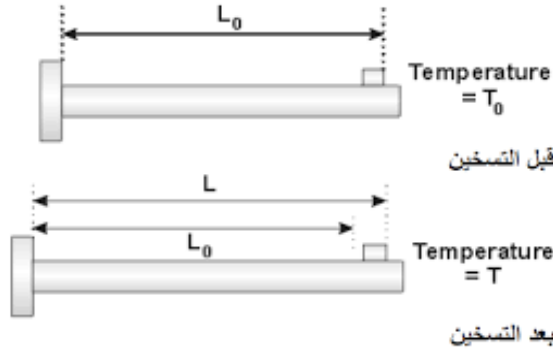
تمكين الطالب من إتقان الخطوات العملية لتجربة تعيين معامل التمدد الطولي لقضبان معدنية وتحقيق النتائج بما يعزز المفهوم النظري للتجربة المتمثل بأهمية معرفة معامل التمدد لكل معدن، أذ إن الاختلاف في معامل التمدد لأنابيب المبادلات الحرارية المستعملة في مصافي النفط باختلاف درجات الحرارة يؤدي إلى خلع الأنابيب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

10-2-2 النظرية

يحدث التمدد في كافة أبعاد الجسم: الطول والعرض والسمك، وتكون نسبة الزيادة حسب الأبعاد الهندسية للمادة ومقدار الزيادة يتناسب طردياً مع الطول الأصلي، لذا تكون الزيادة في الطول أكثر 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 ΔL 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 ΔL يتناسب طردياً مع التغير في درجة الحرارة ΔT ومع الطول الأصلي L_0 ، وعليه فإن معادلة حساب معامل التمدد الطولي بالحرارة كما يأتي :

$$\Delta L = \alpha L \Delta T$$

التغير في درجة الحرارة ΔT

الطول الأصلي L

معامل التمدد الطولي α

التغير في الطول ΔL

أذ إن :

ΔL = التغير في الطول cm .

ΔT = التغير في درجة الحرارة °C .

L_0 = الطول الأصلي cm .

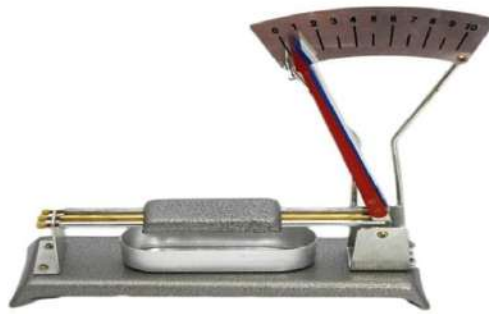
A = معامل التمدد الطولي 1 - °C .

إن وحدة قياس معامل التمدد الطولي (α) هي مقلوب درجة الحرارة ($1 / \text{degree}$)، مثلاً $1 / ^\circ\text{C}$. تتمدد جميع المواد بالحرارة، ولكل مادة معامل تمدد خاص بها، ويتوقف معامل التمدد الطولي على العوامل الآتية :

- 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 الآخر فيكون سائباً يلامس المؤشر، تتمدد القضبان عند التسخين وعندما تتمدد يندفع المؤشر ويسجل مقدار الزيادة الحاصلة.

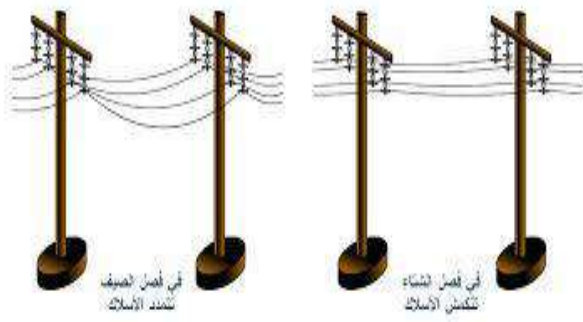


شكل (2-44) جهاز معامل التمدد الطولي

4-10-2 أجزاء جهاز معامل التمدد الطولي ومكوناته

- 1- يتكون الجهاز من قاعدة معدنية مثبت عليها ذراع أفقي أعلى القاعدة، وما بين القاعدة والذراع مكان مخصص لوضع مصدر حراري للتسخين يتخلله مجال لتحريك المصدر أسفل القضبان المعدنية المراد تعيين 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 ويقاس مقدار الزيادة الحاصلة التي تضاف إلى الطول الأصلي.

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



شكل (46-2) ظاهرة تمدد الاسلاك صيفا

شكل (45-2) الالتواء في سكة القطار

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 الآخر يلامس المؤشر عند نقطة الصفر.
 - 3- قس طول القضيب المعدني قبل عملية التسخين وليكن L .
 - 4- أوقد شعلة مسخن الجهاز وراقب حركة المؤشر ولوحة التدرج.
 - 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.

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

$$\alpha = \frac{\Delta L}{L_1 (\Delta t)}$$

أذ أن :

- α = معامل التمدد الطولي .
- L = طول القضيب المعدني .
- L_1 = طول القضيب بعد التمدد .
- t = درجة حرارة المختبر .
- t_1 = درجة حرارة القضيب المسخن .

6-10-2 مثال:

في تجربة لقياس معامل التمدد الطولي لقضيب من الألمنيوم في جهاز معامل التمدد الطولي، وجد أن طول القضيب الأصلي قبل التسخين 80 cm وعندما سخن إلى درجة 100° تمدد وثبت المؤشر عند 0.7 cm (يعني أصبح طوله 80.7 cm) علماً أن درجة حرارة المختبر تساوي 25° أثناء التجربة ؟

$$\alpha = \frac{\Delta L}{L_1(\Delta t)}$$

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

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

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

$$\alpha = 0.7/6052.5$$

$$\alpha = 0.00011565 \quad \text{معامل التمدد الطولي للألمنيوم}$$

7-10-2 بطاقة التمارين

اسم التمرين : تعيين معامل التمدد الطولي

اولا : الاهداف التعليمية

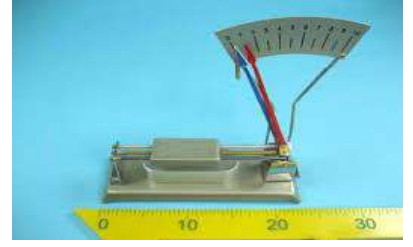
بعد الانتهاء من إجراء التمرين يكون الطالب قادراً على تعيين معامل التمدد الطولي والقياس لأنواع مختلفة من القضبان المعدنية عملياً في المختبر.

ثانياً: التسهيلات التعليمية

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

ثالثاً: (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.	2
	3 ثبت القضيب المعدني المراد تعيين معامل تمدده في الجهاز واترك الطرف الآخر يلامس المؤشر عند نقطة الصفر.	3
	4 قس طول القضيب المعدني قبل عملية التسخين وليكن L.	4
	5 أوقد شعلة مسخن الجهاز وراقب حركة المؤشر ولوحة التدرج	5
	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.	6
	7 سجل درجة حرارة القضيب المعدني بمحرار وهذا يمثل t_1.	7

	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 أثناء 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 وأنواعه وأهمية 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 المادة الثلاث ويتميز بقابليته على السريان وتغيير شكله حسب المكان الذي يوضع فيه، وعلى عكس السوائل فإن حجم الغازات غير ثابت وتختلف الغازات عن بعضها بعض بالكثافة، واللزوجة، والكتلة، إذ أن لكل غاز خصائص تميزه عن غيره .
 إن للغازات ضغط معين سواء كان الغاز مضغوطاً أو غير مضغوط ويمكن تفسير مفهوم ضغط الغاز بأنه متوسط القوة المسلطة عمودياً على وحدة المساحة ويُعبر عنه رياضياً بالتعبير الآتي :

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

إذ أن (P) هو الضغط و (F) هي القوة و (A) هي المساحة
 ويقاس الضغط بوحدات الباسكال (Pa) - 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 .
 يتأثر ضغط الغاز بعوامل عدة هي :

1- حجم الغاز يتناسب ضغط الغاز تناسباً عكسياً مع حجم الغاز، و كلما 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 كلما كان حجم الحيز أصغر كان ضغط الغاز أكبر .

3- درجة الحرارة : تتناسب درجة حرارة الغاز تناسباً طردياً مع ضغط الغاز، وذلك نتيجة لتمدد الغاز.

2-11-3 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 ونحصل عليه بواسطة مضخات خاصة .

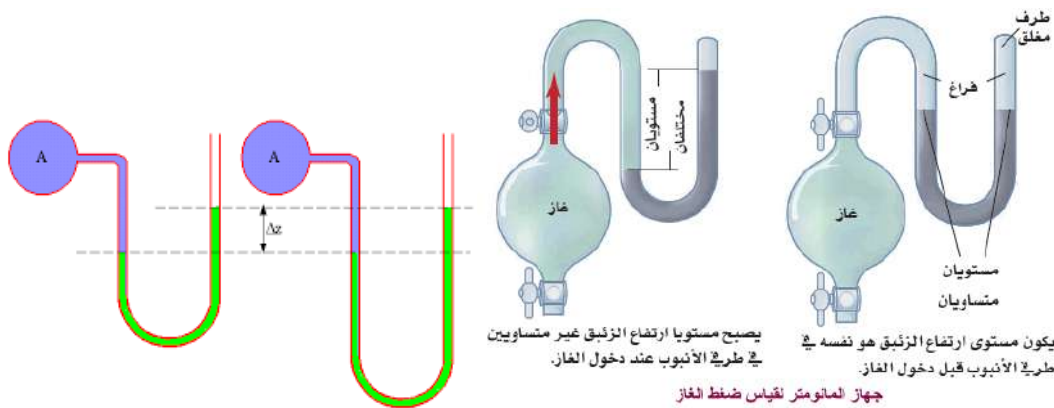
4- الضغط المطلق : وهو مجموع الضغط المسلط من المائع وضغط المحيط ويمكن حساب قيمته من حاصل جمع الضغط الجوي والضغط القياسي وتكون قيمته أعلى من الضغط الجوي أما في حالة التفريغ فتطرح قيمة الضغط القياسي من الضغط الجوي وبذلك يكون مقداره أقل من الضغط الجوي

$$\text{الضغط المطلق} = \text{الضغط الجوي} + \text{الضغط القياسي}$$

$$\text{الضغط المطلق} = \text{الضغط الجوي} - \text{الضغط الفراغي}$$

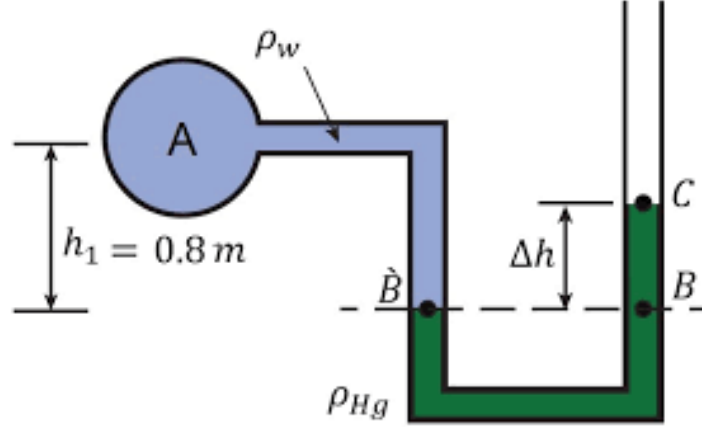
ويمكن قياس ضغط الغازات بمقاييس عدة، مثل جهاز بوردن، وجهاز الانارويد وجهاز المانوميتر

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)



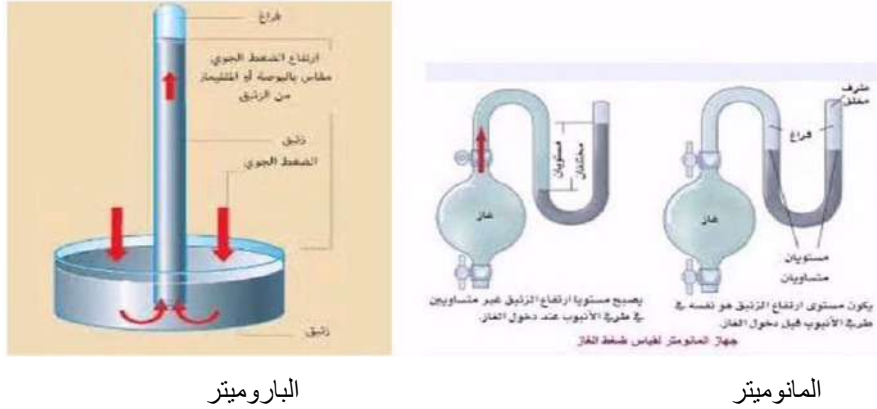
شكل (2-47) جهاز المانوميتر

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



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

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



الباروميتر

المانوميتر

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

4-11-2 حساب ضغط الغاز :

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

$$P_A = (p_{Hg})hg + P_0$$

إذ أن :

P_A : ضغط الغاز

p_{Hg} : 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- تأكد 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 .

$$P_A = (p_{Hg})hg + P_0$$

2-11-7 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/m³) ؟
الحل :

$$P_A = (p_{Hg})hg + P_0$$

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

$$P_A = 114641.6 \text{ pa}$$

$$P_A = 114.642 \text{ kpa}$$

2-11-8 بطاقة التمارين

اسم التمرين : قياس ضغط الغازات بواسطة المانوميتر

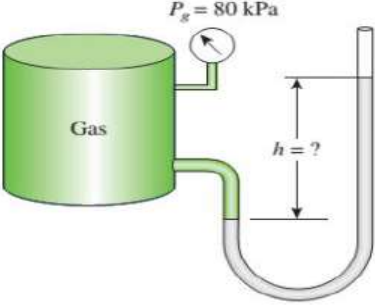
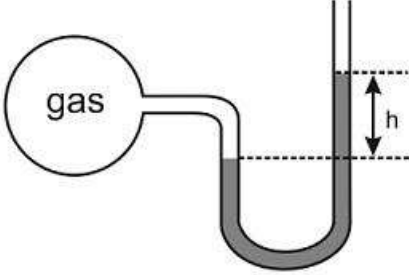
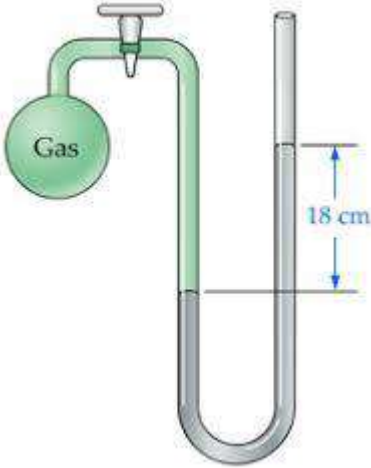
اولا : الاهداف التعليمية

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

ثانيا : التسهيلات التعليمية (مواد، وغدد، 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)

الرسومات	خطوات العمل، ومعيار الاداء ، والنقاط الحاكمة	ت
	ارتد بدلة العمل (الصدرية) ثم حضر الجهاز والأدوات والمواد المطلوبة لإجراء التجربة.	1
	اربط جهاز المانوميتر مع الخزان المراد قياس ضغط الغاز فيه ربطا جيدا بواسطة الوصلات المناسبة وسجل درجة المانوميتر الأولى .	2
	افتح صمام الغاز الموجود في الخزان وتأكد من عدم وجود أي تسريب للغاز من الوصلات التي رُبطت.	3
	سجل قياس الفرق في الارتفاع بين ذراعي المانوميتر وهذا الارتفاع يمثل قيمة (h) .	4

[illegible]

احسب ضغط الغاز (P_A) بتطبيق المعادلة.

5

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

1-12-2 الهدف

2-12-2 النظرية

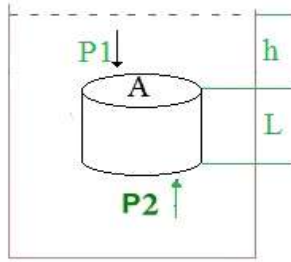
قوة الطفو = الوزن الحقيقي (خارج الماء) - الوزن الظاهري (داخل الماء)

$F = \text{القوة}$

$P = \text{ضغط السائل}$

$g = \text{تسارع الجاذبية الأرضية}$

$V = \text{حجم السائل المزاح}$



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:

$$F_1 = P_1 A = (P_a + \rho g h) A \dots\dots\dots (1)$$

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

$$F_2 = P_2 A = (P_a + \rho g (h + L)) A$$

$$F_2 = P_a A + \rho g h A + \rho g L A \dots\dots\dots (2)$$

ب طرح المعادلة (1) من (2) نحصل على محصلة القوتين F_1 ، F_2

$$F_2 - F_1 = \rho g L A \dots\dots\dots (3)$$

ويكون اتجاه المحصلة إلى أعلى وهي ما يدعى بقوة الطفو F_B

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

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

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 الأسفل.
 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 (ρ) هي كثافة السائل و (ρ_0) هي كثافة الجسم .

3-12-2 تطبيقات قاعدة أرخميدس

1 - السفينة :

كيف تطفو السفينة على سطح الماء وهي مصنوعة من الفولاذ في حين يغوص مسمار؟
تحتوي السفينة تجويفاً كبيراً 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 الأعماق 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 آخر وتكون على شكل كرات صغيرة الحجم وهو يطفو في السائل و مدرج من الأعلى لقياس كثافة السوائل، فكلما كانت كثافة السائل أقل نزل أو غمر الهيدروميتر في السائل أكثر.

4-12-2 الأدوات والمواد المستعملة

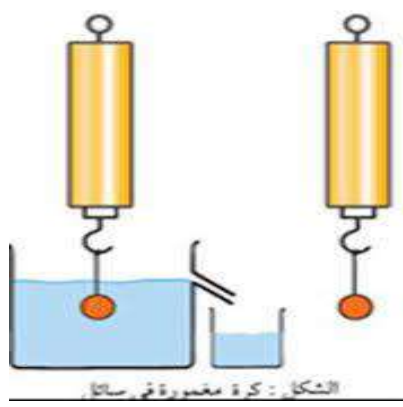
- 1- قبان حلزوني.
- 2- حامل حديدي .
- 3- ورق فيض شكل (2-51).
- 4- دوارق زجاجية.
- 5- أسطوانة مدرجة.
- 6- ميزان حساس.
- 7- خيوط لتعليق الأجسام الصلبة.
- 8- اجسام صلبة مختلفة الكثافة (نحاس ، وحديد ، والمنيوم و خشب) .

يمكن حساب واثبات قاعدة ارخميدس للأجسام المغمورة بطريقتين :

أولاً: الطريقة الاولى : حساب قوة الطفو

$$F_B = W - W_1$$

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

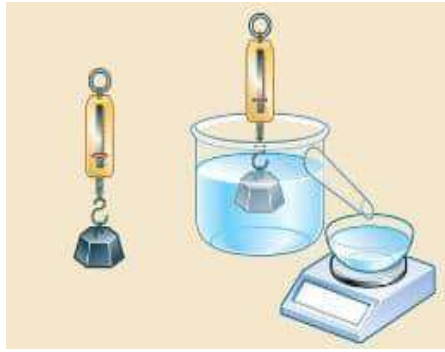


شكل (52-2) طريقة القياس

ثانياً : الطريقة الثانية

$$F = PVg$$

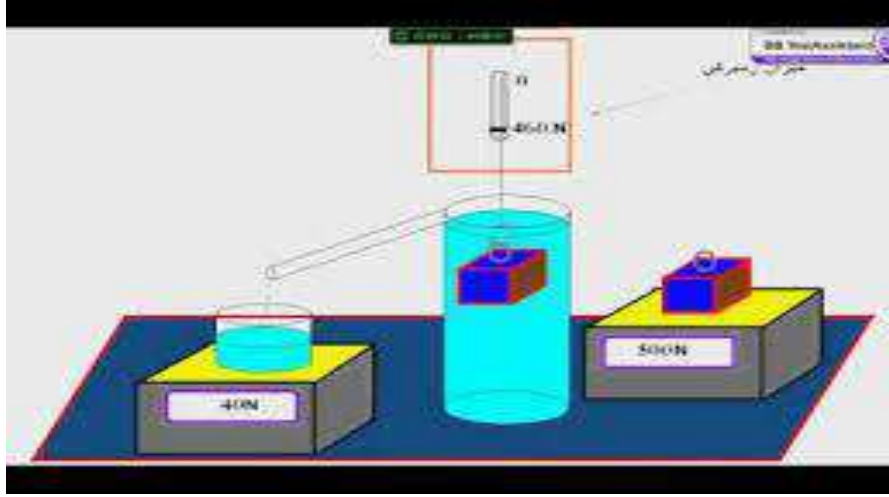
وتتم عن طريق حساب كمية (حجم) السائل المزاح الذي يمثل نفس وزن الجسم المغمور ويعوض في المعادلة .



شكل (51-2) يوضح القبان الحلزوني وائاء الفيض

5-15-2 خطوات العمل

- 1- علق الجسم الصلب بخيط في (القبان الحلزوني) شكل (52-2)
 - 2- زن الجسم (المنيوم مثلاً) في الهواء، كما في الشكل (52-2) وسجل الوزن وليكن (W) وثبت الوزن الناتج القيمة في جدول .
 - 3- املاً دورق الفيض بالماء إلى فتحة أنبوب الفيض .
 - 4- رتب الجهاز، كما موضح بالشكل (52-2) حيث يغمر الجسم الصلب كلياً في الماء وهو معلق بالقبان الحلزوني ويتم جمع الماء المزاح .
 - 5- اغمر الجسم 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 (53-2) يمثل قاعدة ارخميدس نظرياً ، وتطبيقها العملي



شكل (2-53) نظرية ارخميدس

5-12-2 الحسابات والنتائج

اكمل جدول الحسابات الآتي:

جدول رقم (1) لتثبيت النتائج والحسابات

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

6-12-2 بطاقة التمارين

اسم التمرين : تحقيق قاعدة ارخميدس.

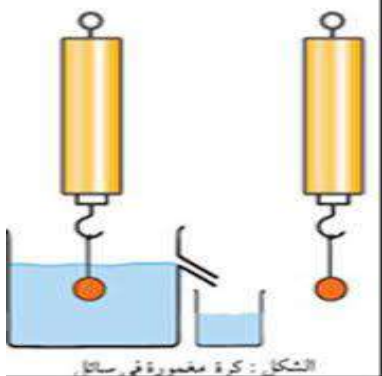
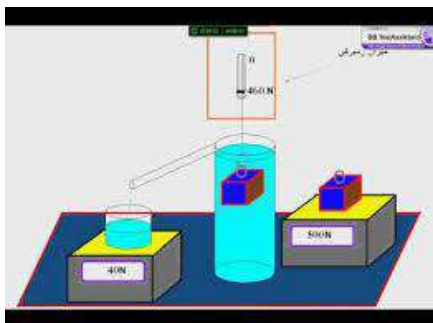
اولا : الاهداف التعليمية

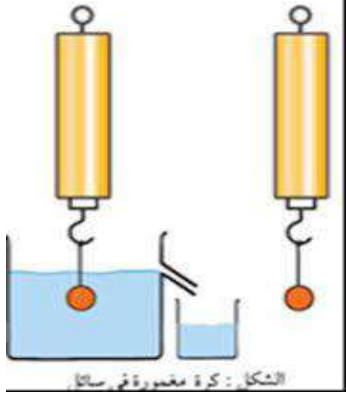
بعد الانتهاء من إجراء التمرين يكون الطالب قادراً على تحقيق ومعرفة قاعدة ارخميدس عملياً في المختبر .

ثانيا : لتسهيلات التعليمية (مواد، وغدد، واجهزة)

- 1 - قبان حلزوني - 2 - حامل حديدي - 3 - ورق 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، ومعايير الاداء، والرسومات)

الرسومات	خطوات العمل، معيار الاداء، النقاط الحاكمة	ت
	ارتد بدلة العمل (الصدرية) ثم جهز الأدوات الخاصة بالتجربة وحضر الميزان الحلزوني.	1
	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	2
	املا دورق الفيض بالماء إلى فتحة أنبوب الفيض	3
	ركب الجهاز، كما موضح بالشكل ((2-53) حيث يغمر الجسم الصلب كلياً) 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	4

	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 لو وزن 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 .

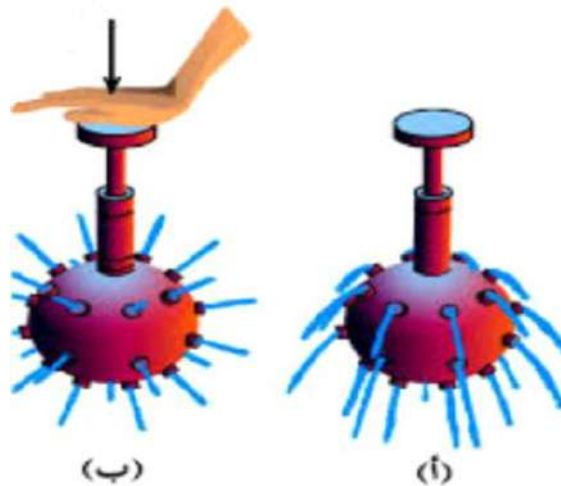
2-13-2 النظرية

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 إن القوة الخارجية التي يتعرض إليها المائع تتوزع توزيعاً منتظماً، وفي حالة عدم تسليط القوة الخارجية المؤثرة على المائع فإن المائع نفسه يؤثر بضغط يساوي قيمة وزنه، وبسبب الوزن الذي يُشكّله المائع في الوعاء فإن قيمة الضغط في القاع تكون أكبر بكثير من قيمة الضغط في أعلى الوعاء، ومن ثم يكون الضغط أكبر.

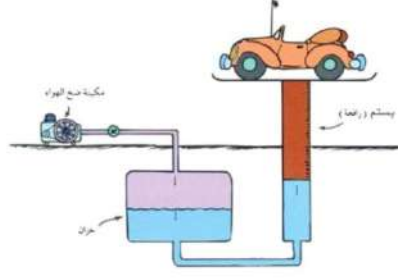
وفي الشكل (2-54-أ) يكون تدفق السائل من الثقوب غير متساوي بسبب اختلاف ارتفاع الثقوب فان الضغط في كل نقطة يعتمد على ارتفاعها وبذلك يكون غير متساوي، لكن عند الضغط على المكبس يتدفق الماء من ثقوب الدورق بالتساوي نتيجة لانتقال الضغط من المكبس إلى جزيئات السائل بالتساوي، كما في الشكل(2-54-ب).



شكل (2-54) قاعدة باسكال

3-13-2 تطبيقات قاعدة باسكال

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



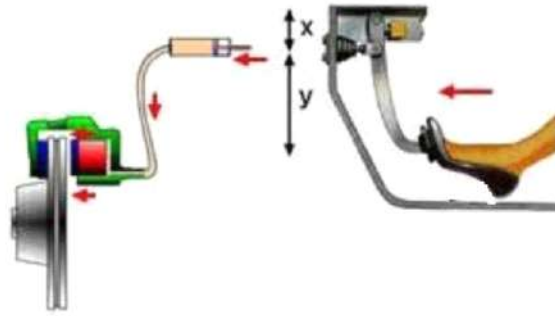
الشكل (2-55) يوضح المكبس

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 .

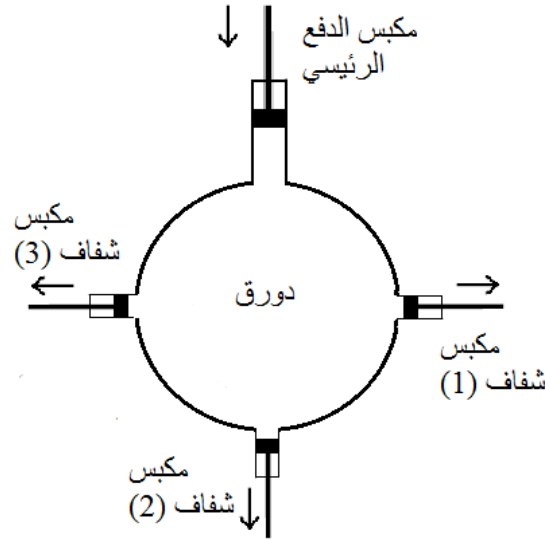
4- وصلات لتوصيل المكابس بالدورق .

5-13-2 خطوات العمل

- 1- اربط المكابس الشفافة بالدورق ربطاً جيداً مع إحكام وصلات الربط، كما في الشكل (2-58) على أن تكون إزاحة المكابس صفراً .
- 2- املأ الدورق بسائل (الماء مثلاً) .
- 3- اربط مكبس الدفع الرئيسي .
- 4- اضغط على مكبس الدفع الرئيسي ولاحظ إزاحة 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			



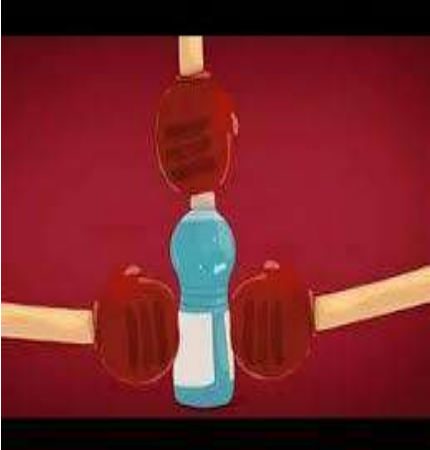
شكل (2-58) ربط المكابس بالدورق في تجربة تحقيق قاعدة باسكال

اولا : الأهداف التعليمية

ثانيا : التسهيلات التعليمية (مواد ، وُعدد ، وأجهزة)

- 1 - مكبس دفع رئيسي. 2 - مكابس شفافة عدد (3). 3 - دورق كروي يحتوي على 4 فتحات
5 - وصلات لتوصيل المكابس بالدورق .

الرسومات	خطوات العمل، ومعايير الأداء، والنقاط الحاکمة	ت
	ارتد بدلة العمل (الصدرية) ثم جهز الأدوات والعدد اللازمة لإجراء التجربة .	1
	اربط المكابس الشفافة بالدورق ربطاً جيداً مع احكام وصلات الربط على أن تكون إزاحة المكابس صفراً.	2
	املاً الدورق بسائل ((الماء)) مثلاً.	3
	اربط مكبس الدفع الرئيسي.	4
	أضغط على مكبس الدفع الرئيسي ولاحظ إزاحة المكابس الأخرى وسجل مقدار الإزاحة في الجدول.	5

	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 والأملاح

يعتمد الإنسان والكائنات الحية ككل على الحوامض والقواعد والأملاح في الكثير من المجالات ، في الغذاء، والصناعة، والزراعة، والصحة، وغيرها من المجالات، لذلك أصبحت دراسة خواصها واستعمالاتها أمراً هاماً، وذلك للتمكن من استغلالها والإستفادة منها على أحسن وجه، فضلاً عن تلافي أضرارها وأخطارها سواءً 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، والكربونات، 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 الآخر كما يتضح ذلك في الجدول، حيث نجد البوتاسيوم أكثر إستعداداً للإحلال بمحل غيرة في هذه السلسلة.



يتضح من هذه السلسلة بأن فلز البوتاسيوم يمكن أن يحل محل أي عنصر يقع إلى يمينه 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 مثلاً الإحلال محل العناصر الواقعة إلى يمينه فقط .

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



إن أيونات 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 (HNO₃)، وحامض الخليك (CH₃COOH)، فإنه يسمى احادي القاعدة، أما إذا أحتوى الجزيء الواحد من الحامض على ذرتي هيدروجين قابلتين للتأين والإبدال محل فلز، مثل حامض الكبريتيك (H₂SO₄)، فيسمى ثنائي القاعدة، وهكذا إذا أحتوى الجزيء على ثلاث ذرات من الهيدروجين قابلة للتأين والإبدال مثل حامض الفسفوريك (H₃PO₄).

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.



تمرين رقم (1) : تحضير محلول حامض الكبريتيك المخفف

- 1- خذ 10 ml حامض الكبريتيك المركز في مخبر مدرج ثم ضعها جانباً.
- 2- خذ 50 ml ماء مقطر ثم ضعها في كأس زجاجي سعة 200 ml ، أضيف الحامض من المخبر المدرج إلى الكأس تدريجياً مع تحريك المزيج بساق زجاجي للتجانس وعدم تركيز الحرارة الناتجة من التخفيف .
- 3- خذ أنبوبة اختبار 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 أيون (H⁺) و أيون (OH⁻) لينتج جزيئة ماء كما يتضمن تكوين ملح من تفاعل الأيونات الأخرى الموجودة في المحلول، مثلاً تفاعل حامض الهيدروكلوريك مع هيدروكسيد الصوديوم ينتج ملح كلوريد الصوديوم و ماء.



الماء كلوريد الصوديوم حامض الهيدروكلوريك هيدروكسيد الصوديوم

لا بد لنا أن نذكر بان أيون (H⁺) لا يوجد بشكل أيون منفرد حر في الماء فهو يتحد مع جزيئات المذيب (الماء) ويهدهدها لينتج أيون الهيدرونيوم (H₃O⁺).

تمرين رقم (2) : تفاعل حامض مع قاعدة

- 1- حضر محلول حامض الهيدروكلوريك المخفف وذلك بأخذ 10 ml حامض الهيدروكلوريك المركز في مخبر مدرج ثم ضعه جانباً.
- 2- خُذ كأس زجاجي سعة 200 ml ثم ضع فيه 50 ml ماء مقطر، أضف الحامض المركز من المخبر المدرج إلى الكأس تدريجياً مع التحريك بساق زجاجي ليمتزج الحامض مع الماء مزجاً جيداً، اكتب على اسم (الحامض) الهيدروكلوريك المخفف.
- 3- زن 5 gm من هيدروكسيد الصوديوم في ميزان حساس ثم ضعها في كأس سعة 200 ml، أضف إليها 100 ml ماء مقطر وذوب بالساق الزجاجي إلى أن تختفي المادة الصلبة بإذابتها جميعاً في السائل، اكتب على الكأس اسم (القاعدة) هيدروكسيد الصوديوم.
- 4- خذ 10 ml محلول هيدروكسيد الصوديوم ثم ضعها في كأس صغير حجم 100 ml، أضف إليه قطرتين من دليل الفينولفثالين، عندئذ يتلون المحلول بلون وردي.
- 5- خذ ماصة سعة 10 ml واملئها بمحلول حامض الهيدروكلوريك، أضف من الماصة قطرات من الحامض إلى الكأس 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 الكربونات

الكربونات في الكيمياء هو ملح حامض الكربونيك وله الصيغة (CO_3^{2-}) ، وله شحنة كهربائية مقدارها 2-.

تتفاعل جميع الحوامض المخففة مع جميع الكربونات مثل كربونات الصوديوم لتكوين أملاح هذه العناصر وحامض الكربونيك غير ثابت يتفكك آنياً إلى ماء وثاني أكسيد الكربون أي إنها تحرر غاز ثاني أكسيد الكربون.



سواءً كانت الأحماض قوية أم ضعيفة التأثير فإنها تتفاعل مع كل الكربونات، وكربونات الكالسيوم، وستتباين معدل سرعة التفاعل بحسب قوة الحامض، فالحامض القوي سيعطي تفاعلاً أسرع من الضعيف عند نفس التراكيز، فعندما تتفاعل كربونات 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:



تمرين رقم (3) :تفاعل الحوامض مع الكربونات

- 1- خذ 2 أنبوبة اختبار نظيفة وجافة ثم ضع في كلاً منها 2 gm كربونات الكالسيوم أو أية كربونات أخرى.
 - 2- خذ 2 أنبوبة اختبار نظيفة ثم ضع في الأنبوبة الأولى 5 ml حامض الهيدروكلوريك المركز وضع في الأنبوبة الثانية 5 ml محلول حامض الهيدروكلوريك المخفف.
 - 3- أضف الأنبوبة الأولى للحامض المركز إلى أحد الأنبوبتين الحاوية على الكربونات وشاهد ماذا يحدث سجل ملاحظاتك.
 - 4- أضف الأنبوبة الثانية للحامض المخفف إلى أنبوبة الكربونات المتبقية ولاحظ ماذا يحدث سجل ملاحظاتك ثم قارن شدة التفاعل وخروج الغاز بين الأنبوبتين (الحامض المركز ، والمخفف).
- نستنتج من ذلك بأن الحوامض المركزة والمخففة تفكك الكربونات إلى غاز ثاني اوكسيد الكربون والماء وتختلف شدة التفاعل والتفكك باختلاف تركيز الحامض.

3-1-6 القواعد

3-1-6-1 الهدف

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 وأهميتها 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 أيونات الهيدروكسيد (OH^-) السالبة الشحنة التي تعود إليها فعل القواعد وخواصها.

تتفكك القواعد القابلة للذوبان في الماء وتطلق أيون الهيدروكسيد السالب فضلاً عن أيون الفلز الموجب. ومن هذه القواعد ما هو قوي مثل محلول هيدروكسيد الصوديوم؛ لأن نسبة تأينه في الماء عالية، وبعضها ضعيف مثل هيدروكسيد الأمونيوم ؛ لأن نسبة تأينه في الماء منخفضة، تنقل محاليل القواعد التيار الكهربائي بالاعتماد على درجة تأينها 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 أيونات الهيدروجين . بمعنى آخر هو جذر لمركب أو مركب مانح إلكترون أو أكثر، عندما تتفاعل قاعدة مع حامض فهما يتعادلان كيميائياً 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 :

أولاً: أكاسيد أو هيدروكسيدات فلزات لا تذوب في الماء مثل أكسيد النحاس (CuO) وأكسيد الحديدوز (FeO) وكلوريد الحديدك (FeCl_3) .

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

ثالثاً: مواد ليست بأكاسيد ولا هيدروكسيدات ولكن لها نفس الخواص التي تتميز بها القواعد مثل كربونات الصوديوم و كربونات البوتاسيوم و بيكربونات الصوديوم و بيكربونات البوتاسيوم.

تُعد الصودا الكاوية أو هيدروكسيد الصوديوم NaOH أحد أهم القواعد و **أقواها** نظراً 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 طبقاً للمعادلة:



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 الكيماوية

وتعرف القاعدة بانها :

- 1- أحادية الحموضة: إذا احتوت الجزيئة الواحدة منها على أيون هيدروكسيد (OH^-) مثل NaOH
- 2- ثنائية الحموضة : إذا احتوت الجزيئة الواحدة منها على أيوني هيدروكسيد (OH^-) مثل هيدروكسيد الكالسيوم Ca(OH)_2 .
- 3- ثلاثية الحموضة: إذا احتوت الجزيئة الواحدة منها على ثلاث أيونات هيدروكسيد (OH^-) مثل هيدروكسيد الألمنيوم 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 100 و 200 و 500 ، ساق زجاجي ، مخبر مدرج

تمرين رقم (1) الطريقة الباردة:

1- زن 25 gm بدقة من هيدروكسيد الصوديوم في كأس زجاجي سعة 100 ml في ميزان حساس، مع الأخذ بنظر الاعتبار وزن الكأس وهو فارغ.

2- حضر محلول مركز من هيدروكسيد الصوديوم (NaOH) وذلك بأخذ (50 ml) ماء مقطر بمخبر مدرج ثم ضعه في كأس زجاجي اخر سعة 200 ml ، اضع هيدروكسيد 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 .

3-6-1-4 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 .



أوكسيد النحاس حامض الهيدروكلوريك كلوريد النحاس الماء

ثانياً: تفاعل الحامض و كاربونات المعادن والفلزات: يُنتج هذا التفاعل الملح والماء، بالإضافة إلى غاز ثاني أوكسيد الكربون، ومثال على ذلك يتفاعل حامض الهيدروكلوريك (HCl) مع كاربونات الصوديوم (Na₂CO₃) لينتج ملح كلوريد الصوديوم (NaCl) والماء، وغاز ثاني أوكسيد الكربون وحسب المعادلة الآتية:



الماء غاز ثاني كلوريد كاربونات حامض
اوكسيد الكربون الصوديوم الهيدروكلوريك

تمرين رقم (1) : تفاعل القواعد مع الحوامض

- 1- زَن على ورقة 2 gm كربونات الصوديوم في ميزان ثم ضعها في أنبوبة اختبار 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 كربونات الصوديوم، لاحظ حدوث فوران وأزيز وخروج غاز ثاني أوكسيد الكربون، استمر بالإضافة إلى أن ينتهي التفاعل (الفوران) ويخرج جميع الغاز ويتبقى الملح والماء.

ثالثاً: تفاعل الحامض مع أكاسيد المعادن: يُنتج هذا التفاعل الملح والماء، ومثال على ذلك يتفاعل حامض الهيدروكلوريك (HCl) مع أوكسيد الكالسيوم (CaO) لينتج ملح كلوريد الكالسيوم (CaCl₂) والماء، حسب المعادلة الآتية :



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- خذ 10 ml محلول حامض الهيدروكلوريك المخفف في ماصة.
- 3- أضف قطرات الحامض من الماصة تدريجياً إلى أنبوبة الاختبار فوق أوكسيد الكالسيوم ، لاحظ حدوث فوران وفرقة وارتفاع درجة حرارة الأنبوبة نتيجة التفاعل كونه تفاعل باعث للحرارة توقف عن الإضافة عندما يتوقف الفوران والفرقة.

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 كهربائياً، الملح قد يكون مركب عضوي أو غير عضوي. وعليه فان المواد الكيميائية في العموم تتكون من حوامض وقواعد واملاح ، فأى مادة كيميائية تحتوي على ايون الهيدروجين القابل للإحلال أو الإبدال محل فلز تكون حامض، وإذا كانت تحتوي على ايون الهيدروكسيد القابل للإحلال أو الإبدال محل لافلز تعبر قاعدية وفيما سواها من مواد كيميائية تعتبر من الاملاح.

خواص الأملاح

لونها قد يكون شفافاً (مثل ملح الطعام)، أو قاتماً أو حتى معدنياً أو ذو ألوان مميزة تعتمد خواص الملح على الحامض والقاعدة اللذان تكوّن منهما الملح وبالتالي تصنف الأملاح إلى:

- 1 - أملاح متعادلة . 2- أملاح حامضية . 3- أملاح قاعدية.
- إذا أذيت الأملاح في الماء فمحاليلها المائية قد تكون قاعدية أو حامضية أو متعادلة التأثير تبعاً لفعل الماء عليها أو تحللها المائي. أن التحلل المائي هو تحلل كيميائي يحصل بفعل الماء، وفي حالة الأملاح فإنه يمكن تصنيفها تبعاً لتحللها مائياً وتأثيرها فقد تكون قاعدية أو حامضية أو متعادلة.
- أن جميع الأملاح على العموم بخلاف تلك التي تتكون بفعل الحوامض القوية القواعد القوية، تعاني تحللاً مائياً في المحلول المائي، فالملح المتكون من قاعدة قوية وحامض ضعيف فإن محلوله المائي يكون قلوي، إما الملح المشتق أو المتكون من تفاعل حامض قوي وقاعدة ضعيفة فإن محلوله المائي يكون حامضي التأثير، إما الأملاح المتكونة من حوامض قوية وقواعد قوية فإن محاليلها المائية تكون متعادلة، وكذلك الأملاح المتكونة من حوامض ضعيفة وقواعد ضعيفة فغالبا ما تكون متعادلة أيضاً.

واهم الخواص للأملاح

- أولاً:** طعمها قد يكون مالحاً كما في ملح الطعام، سكري مثل خلات الرصاص السامة، حامضياً مثل بيكاربونات البوتاسيوم، مرّاً مثل كبريتات المغنيسيوم.
- ثانياً:** ليس لها رائحة إذا كانت من مركبات الأحماض والقواعد القوية، وتكون لها بعض الرائحة إذا كانت ناتجة عن مركبات حامضية وقواعد ضعيفة.

ثالثاً: وهناك أنواع من الأملاح يوصل التيار الكهربائي عند ذوبانها في الماء لأنها تتفكك إلى أيونات موجبة وإيونات سالبة وتعتبر مواد ناقلة للتيار الكهربائي ومثال عليها محلول ملح الطعام.

3-7-1-3 تحضير الأملاح:

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 (الخاصين) حيث يتشكل ملح كلوريد الزنك



غاز الهيدروجين كلوريد الخاصين حامض الهيدروكلوريك خاصين

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



كبريت الحديدوز الكبريت الحديد

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



غاز ثاني أكسيد الكربون ماء كلوريد الكالسيوم حامض الهيدروكلوريك كربونات الكالسيوم

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



تمرين رقم (1) : تحضير الاملاح

3-1-7-4 الادوات المستعملة

- 1- كأس زجاجي سعة 200 ml عدد 2 .
- 2- مخبر 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.

3-1-7-6 خطوات العمل

- 1- زن 5 gm هيدروكسيد الصوديوم وضعها في كأس زجاجي حجم 200 ml ثم اضع اليها 100 ml ماء مقطر، خذ 20 ml من محلول هيدروكسيد الصوديوم المحضر (NaOH) المخفف بمخبر مدرج، وضعها في دورق مخروطي سعة 300 ml وأضع اليه بضع قطرات من دليل الفينولفثالين إذ يتلون المحلول بلون أحمر وردي بعد ان كان عديم اللون .
- 2- خذ 25 ml حامض الهيدروكلوريك بمخبر مدرج ثم ضعها في كأس زجاجي سعة 200 ml، أضع 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 تَغْيِر لون المحلول بوضوح أثناء عملية التسحيح.
- 4- أفتح صنبور السحاحة تدريجياً لتدفع 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 أو نقطة الإنهاء.
- 6- سخن الدورق بما يحتويه على لهب مصباح بنزن الهادئ، إلى ان يتبخر جميع الماء، لاحظ تخلف بلورات بيضاء تجد لها طعماً مالحة 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 الكربونات. مع ذكر المعادلات.

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

1-1-3 الهدف

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 أقسام رئيسية هي الصلبة والسائلة والغازية؛ والمادة السائلة من أهم تقسيماتها المحاليل، فالمحاليل الكيميائية هي نوعٌ من أنواع المواد الكيميائية تنتج من عملية خلط أو إذابة لمادةٍ أو أكثر في مادةٍ أخرى. وتقسم المحاليل إلى ثلاثة أقسام رئيسية:

- 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 رجٍّ فإنه يترسب، والمحلول الغروي محلول وسطي بين الحقيقي والمُعلَّق، مثال الحليب ، الدم .

3-2-4 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 الكيميائي، ولكن في الغالب يقتصر هذا المفهوم على المحاليل المتجانسة، وفي هذه الحالة تشير إلى كمية المذاب في المذيب. توجد صيغ عدة للتعبير عن التراكيز منها المولية، والحجمية، والنظامية، والكسر المولي، والجزئية، والجزئية المولارية، والعيارية، وصيغ أخرى مختلفة وأهمها:-

1- **النسبة المئوية الوزنية:** عدد غرامات المذاب في مئة ملتر 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 ملتر 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- **الجزئية الوزنية (المولالية):** هي عبارة عن نسبة عدد مولات المذاب إلى 1000 gm من المذيب.

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

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

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

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

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

6- **الجزء في المليون (ppm) و الجزء 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 .

تُحضّر 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 وهو الأفضل 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 المقطر ثم يكمل الحجم المطلوب بالماء المقطر في الدورق الحجمي

ويمكن تحضير العديد من المواد بالطريقة المباشرة مثل حامض الأوكزاليك، بيكربونات الصوديوم أو البوتاسيوم، كلوريد الصوديوم أو البوتاسيوم، كربونات الصوديوم أو البوتاسيوم، 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 تعتبر ماصة للماء مثل هيدروكسيد الصوديوم أو البوتاسيوم أو المركبات 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 ($H_2C_2O_4 \cdot 2H_2O$)

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 ($H_2C_2O_4 \cdot 2H_2O$) .
- 5- ماء مقطر .
- 6- قنينة حجمية سعة (1000 ml) .
- 7- ميزان حساس .

3-5-2-3 خطوات العمل

1- احسب الوزن المكافئ لحمض 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 الاوكزاليك 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 المكافئ × 1 L

الوزن المطلوب (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- اصف 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 الأولية وتحديد الوزن المطلوب لتحضير المحلول العياري والحجم المطلوب في قنينة حجمية.

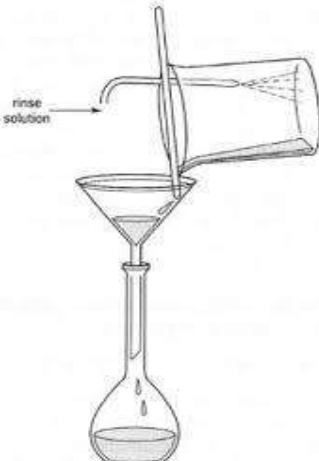
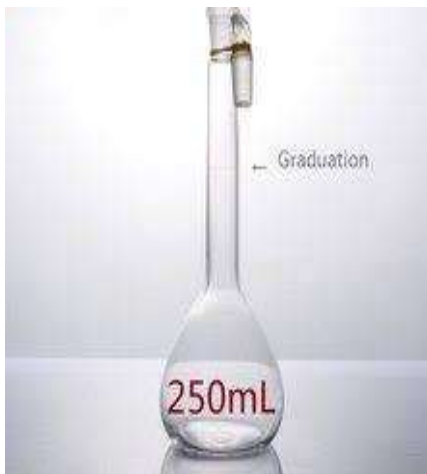
ثانيا : التسهيلات التعليمية (مواد ، وعدد ، وأجهزة)

- 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 .

ثالثاً : خطوات العمل (النقاط الحاكمة ، ومعايير 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 خطيرة، ثم حضر الأدوات الزجاجية المطلوبة واغسلها وجففها ثم حضر حامض الاوكزاليك، والماء المقطر.	
2	احسب الوزن المكافئ لحامض الاوكزاليك باستخدام القانون الاتي : الوزن المكافئ للحامض = <u>مجموع الاوزان الذرية لعناصر الحامض (الوزن الجزيئي)</u> عدد ذرات الهيدروجين القابلة للإبدال أو الإحلال محل فلز	باستخدام القانون التالي: الوزن المكافئ للحامض = مجموع الأوزان الذرية لعناصر الحامض/عدد ذرات الهيدروجين القابلة للإبدال 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 . الوزن المكافئ = $\frac{2+24+64+2(18)}{2} = 63$ الوزن = العيارية (N) × الوزن المكافئ × 1L الوزن المطلوب $0.1 \times 63 = 6.3 \text{ g}$ في قنينة حجمية سعة (1 L) 1000 ml.	6.3 g الوزن المطلوب لتحضير محلول 0.1N عياري من حامض الاوكزاليك في قنينة حجمية سعتها لتر واحداً. 

	4 زن الكمية المطلوبة من حامض الاوكزاليك في زجاجة ساعة بميزان حساس (6.3 g) ثم ضعها في كأس زجاجي سعة 100 ml .	
6.3 g	الوزن المطلوب $6.3 \text{ g} = 0.1 \times 63$	5
	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.	9
	10 اكمل الحجم المتبقي في القنينة بالماء المقطر إلى حدّ العلامة (1000 ml).	10
	11 اغلق القنينة بسدادة ورجها جيدا لمجانسة المحلول.	11

	12 ضع لاصقاً على القنينة وثبت عليه اسم الحامض وعياريته وتاريخ التحضير ثم احفظها في دولاب المواد.	12
	13 اغسل الأدوات الزجاجية وجففها وارجعها إلى مكانها المخصص ونظف مكان العمل.	13

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

1-7-2-3 الهدف

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

2-7-2-3 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) .

3-7-2-3 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: لمأ أن الوزن الذري للبوتاسيوم = 39 ، وللاوكسجين = 16 ، والهيدروجين = 1

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

الوزن المكافئ 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 $5.6g = 56 \times 0.1 \times \frac{1000}{1000}$.
- 7- زن الكمية المطلوبة من هيدروكسيد البوتاسيوم (5.6 g) وضعها في كأس زجاجي سعة 1000 ml.
- 8- اصف 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 بسلامة ورجها جيداً لكي يتجانس المحلول .
- 13- ضع لاصقاً على القنينة وثبت عليه اسم القاعدة وعيارياتها 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) بقتينة حجمية سعة واحد لتر (1000 L) .

اولا : الاهداف التعليمية

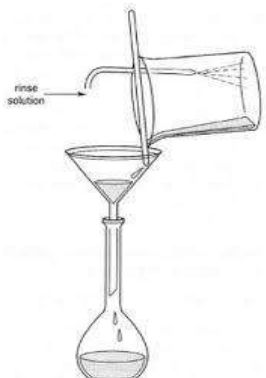
بعد الانتهاء من إجراء التمرين يكون الطالب قادرا على تحضير محاليل عيارية وقياسية من المواد القاعدية مثل هيدروكسيد البوتاسيوم (0.1 N) بحجم واحد لتر (1000 L) وبحجوم وعيارية مختلفة عمليا وفي المختبر.

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 الكيميائية المطلوبة بالعملية .	
2	احسب الوزن المكافئ لهيدروكسيد البوتاسيوم باستخدام القانون الآتي: الوزن المكافئ للقاعدة =مجموع الأوزان الذرية للعناصر المكونة للقاعدة ÷ عدد مجاميع OH القابلة للابتنال أو الالحال محل فلز	
3	الوزن المطلوب = العيارية (N) × الوزن المكافئ × 1 لتر (1000) الوزن = 5.6g = 0.1 × 56 × $\frac{1000}{1000}$	5.6 g الوزن المطلوب لتحضير محلول 0.1 N عياري في قنينة حجمية سعتها واحد لتر.

	4 احسب الوزن المطلوب من هيدروكسيد البوتاسيوم من القانون الوزن المطلوب = العيارية (N) × الوزن المكافئ × 1 لتر	
5.6 g الوزن المطلوب لتحضير محلول عياري 0.1 N في قنينة حجمية سعتها واحد لتر	الوزن المطلوب $0.1 \times 56 = 5.6 \text{ g}$	
	6 زن الكمية المطلوبة من هيدروكسيد البوتاسيوم (5.6) g وضعها في كأس زجاجي سعة 100 ml	
	7 اضع 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.	

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

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

1-9-2-3 الهدف

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

2-9-2-3 الأدوات والمواد المستعملة

- 1- كأس 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.

3-9-2-3 خطوات العمل

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

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

$$\text{الوزن المكافئ} = \frac{23 + 35.5}{1 \times 1} = 58.5 \text{ g}$$

لتحضير محلول كلوريد الصوديوم 1 عياري في قنينة حجمية سعتها لتراً واحداً، ولكن المطلوب هو (0.1N) .

- 3- احسب الوزن المطلوب من كلوريد الصوديوم من القانون

$$\text{الوزن} = \text{العيارية (N)} \times \text{الوزن المكافئ} \times 1 \text{ L} (1000)$$

$$\text{الوزن} = 5.85 \text{ g} = \frac{1000}{1000} \times 58.5 \times 0.1$$

الوزن المطلوب للتحضير 5.85g

- 4- زن الكمية المطلوبة من كلوريد الصوديوم (5.85 g) NaCl وضعها في كأس زجاجي سعة 100 ml .

- 5- اضع 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 بسلامة ورجها جيداً لكي يتجانس المحلول.

- 10- ضع لاصقاً على القنينة وثبت عليه اسم المحلول الملحي وعايريته وتاريخ التحضير واحفظ القنينة في دولااب 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) .

أولاً : الأهداف التعليمية

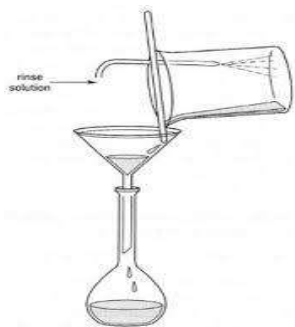
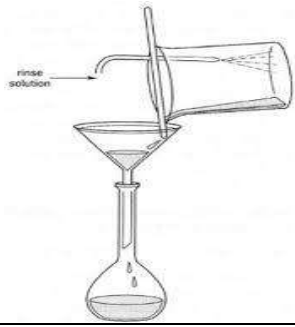
بعد الانتهاء من إجراء التمرين يكون الطالب قادراً على أن يحضر محلول (0.1N) من كلوريد الصوديوم (NaCl) بحجم واحد لتر (1000 ml) وكذلك تحضير محاليل ملحية مختلفة العيارية والحجوم عملياً وفي المختبر .

ثانياً : 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 الصوديوم .

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

ت	خطوات العمل، والنقاط الحاكمة، ومعايير الاداء	الرسومات
1	ارتد بدلة العمل صدرية و ارتد نظارة واقية وقفازات واقية وحضر الأدوات والمواد الكيميائية المطلوبة.	
2	احسب الوزن المكافئ لكلوريد الصوديوم باستخدام القانون الآتي: الوزن المكافئ للملح = مجموع الأوزان الذرية مجموع مجموع اللعناصر المكونة للملح / عدد ذرات الفلز في الملح $\times$ عدد تكاسد الفلز	
3	الوزن المكافئ = $35.5 + 23 / 1 \times 1 = 58.5 \text{ g}$ لتحضير محلول كلوريد الصوديوم الوزن المكافئ = $\frac{2 + 35.5}{1 \times 1} = 58.5 \text{ g}$ لتحضير محلول كلوريد الصوديوم	58.5 g

	4	احسب الوزن المطلوب من كلوريد الصوديوم من القانون الوزن = العيارية $\times$ (N) الوزن المكافئ $\times$ 1 L
	5	الوزن $0.1 \times 58.5 = 5.85 \text{ g}$
	6	زن الكمية المطلوبة من (5.85 g) NaCl 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 بسلامة 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 كيميائي 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 الكيميائية الخاصة بعمليات التسحيح، وكذلك إجراء الحسابات الكيميائية 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 تتوفر 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 كاملاً 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 مكافئاً كيميائياً لكمية المادة المجهولة ويمكن تحديد نقطة التكافؤ بواسطة دليل يتغير لونه عند نقطة النهاية، وتحدد نظرياً فقط ويصعب تحديدها بدقة متناهية عملياً .

نقطة النهاية: هي النقطة التي يظهر المحلول تغيراً ملموساً في لونه أثناء التسحيح والمعايرة، مما يشير إلى نهاية التفاعل، ومن الناحية النظرية يجب أن تكون هذه النقطة مماثلة ومطابقة تماماً لنقطة التكافؤ فيها، وانتهاء التفاعل وقد يحصل عملياً وذلك بحدوث تغير فيزيائي، كتغير لون المحلول أو ظهور راسب، ويجب أن يكون الفرق في نقطة التكافؤ قليلاً جداً بحيث يمكن إهماله.

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

3-3-3 الأدوات والأجهزة المستعملة

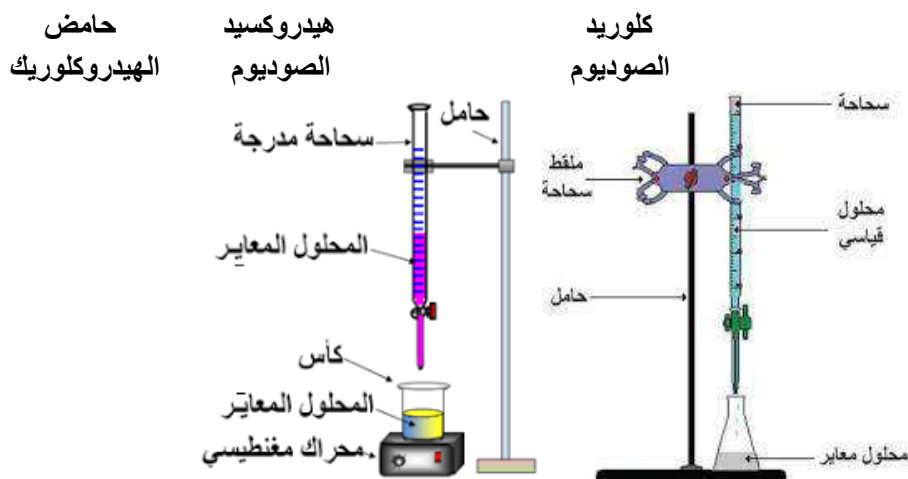
- 1- سحاحة .
- 2- حامل حديدي مع ماسك لتثبيت السحاحة .
- 3- قمع زجاجي لوضع الحامض في السحاحة من خلاله.
- 4- ورق مخروطي لإجراء عملية التسحيح فيه .
- 5- ماصة لقياس حجم المحلول القاعدي بدقة .

3-3-4 المواد الكيميائية المستعملة

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

3-3-5 خطوات العمل

- 1- اغسل الأدوات الزجاجية المراد استعمالها جيدا قبل البدء بعملية التسحيح بالماء العادي ثم بالماء المقطر .
 - 2- ثبت السحاحة عمودياً بالماسك المثبت 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 إن 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- اضع 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- اضع 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.
- وفقاً للمعادلة :



جد عيارية محلول هيدروكسيد الصوديوم (المجهولة) من القانون الآتي:-

$$V_1 \times N_1 = V_2 \times N_2$$

اذ إن :

V_1 = حجم المحلول القاعدي ب مللتر هيدروكسيد الصوديوم 10 ml (الحجم معلوم).

N_1 = عيارية المحلول القاعدي هيدروكسيد الصوديوم (العيارية مجهولة).

V_2 = حجم المحلول الحامضي (حامض الهيدروكلوريك) النازل من السحاحة 10.8 مللتر.

N_2 = عيارية حامض الهيدروكلوريك (محلول قياسي) معلومة 0.1N عياري.

النتائج

$$V_2 \times N_2 = V_1 \times N_1$$

بتطبيق القانون

$$10.8 \times 0.1 = 10 \times N_1$$

$$N_1 = \frac{0.1 \times 10.8}{10} = 0.108 \quad \text{عيارية هيدروكسيد الصوديوم}$$



شكل (1-3) عملية التسحيح

6-3-3 مثال :

جد عيارية محلول هيدروكسيد الصوديوم بعملية التسحيح مع محلول حامض الهيدروكلوريك 0.2 N عياري، وأخذ 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؟

$$V_2 \times N_2 = V_1 \times N_1$$

$$15 \times 0.2 = 10 \times N_2$$

$$N_1 = \frac{0.2 \times 15}{10} = 0.3 \quad \text{عيارية هيدروكسيد الصوديوم}$$

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(عيارى 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 - ورق مخروطي 3 - سحاحة 4 - حامل حديدي مع ماسك لتثبيت السحاحة 5 - مع زجاجي 6 - حامض الهيدروكلوريك المخفف 7 - هيدروكسيد الصوديوم 8 - دليل الفينولفثالين.

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 الصفرة 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 صَفِّر 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 .



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 وفقاً للمعادلة :



جد عيارية محلول هيدروكسيد الصوديوم (المجهولة) من القانون الاتي:-

اذ إن :

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 10.8 ml.

N_2 = عيارية حامض الهيدروكلوريك (محلول قياسي) معلومة 0.1N عياري.

النتائج

$$V_2 \times N_2 = V_1 \times N_1$$

بتطبيق القانون

$$10.8 \times 0.1 = 10 \times N_1$$

$$N_1 = \frac{0.1 \times 10.8}{10} = 0.3 \quad \text{عيارية هيدروكسيد الصوديوم}$$



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 : عرّف عملية التسحيح ؟ ووضح ما المحلول القياسي؟
- س2 : ما الإجراءات الواجب توفيرها لإجراء عملية التسحيح ؟
- س3 : ماذا تعني نقطة التكافؤ؟ وهل يوجد بينها وبين نقطة التعادل فرقاً؟
- س4 : عرّف 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

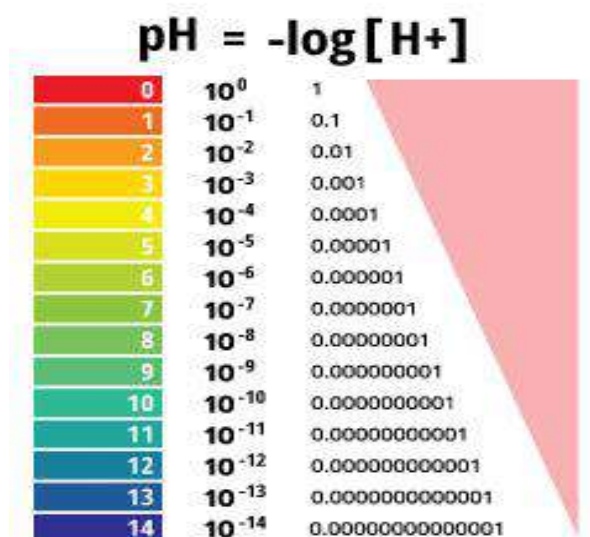
3-4-1 الهدف

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، فكل 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 لوغاريمية رياضية لقيم الأيونات الخاصة بالحوامض والقواعد وهي أيونات الهيدرونيوم H_3O^+ ، هذا المقياس الذي تُعرف به طبيعة الوسط المادي أحامضي هو أو قاعدي. والشكل (2-3) يوضح العلاقة ما بين pH واللوغاريتم لأيون الهيدروجين والقيمة العددية له.



شكل (2-3) العلاقة ما بين 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 أيون الهيدرونيوم H_3O^+ كما في المعادلة ادناه :

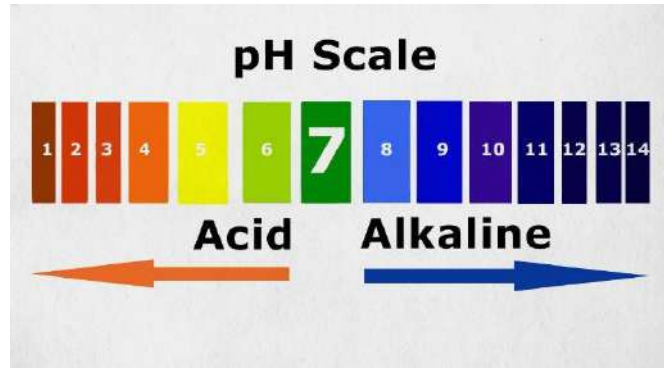
$$PH = -\text{Log } H_3O^+ \quad (pH = -\text{Log } H_3O^+) \quad pH = -\text{Log}_{10} \{H^+\}$$

والقيمة في المربع تعني تركيز أيون الهيدرونيوم ووحدة قياسها هي المول / لتر (mol / liter) والمول هي قياس كمية المادة وأيون الهيدرونيوم مؤشر على حامضية المادة ويكون ذلك من خلال معرفة قيمة الرقم الهيدروجيني، إذ إن الأرقام التي تقل قيمتها عن الرقم (7) تعني إن المادة حامضية، وهذا يعني أن تركيز أيون الهيدرونيوم عال وهو دليل حامضية المادة.

أما 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 أن 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 الكيميائية 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 عليه، 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 عليه 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

الآخر (3-5) يوضح معايرة الجهاز بوجود محاليل قياسية جاهزة بقناني خاصة مثبت عليها درجة الحمضية، تدعى بالمحاليل البفر أو المحاليل القياسية .



شكل (3-4) جهاز قياس الحمضية



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 تُقاس وتعرف درجة حامضية كلا منها من خلال مقياس الحامضية. اما الشكل (3-7) فيوضح طريقة الاختبار وغمر الجهاز بالكاس.



شكل (3-7) طريقة قياس الحامضية يدويا

شكل (3-6) يبين طريقة القياس في عدة محاليل

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 (الصفـر - 6) ، وكلما قلَّ 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 اغمر 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 تزيد 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

3-4-7 بطاقة التمارين

اسم التمرين : قياس الحامضية والقاعدية

اولا :الأهداف التعليمية

أن يكون الطالب قادرا على تعيين 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 ، ومعايير الاداء ،والرسومات)

ت	خطوات العمل مع النقاط الحاكمة	الرسومات
1	ارتد بدلة العمل ثم احضر جهاز الحامضية pH-meter وحضر الأدوات الزجاجية والمواد الكيميائية 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 قلَّ الرقم أو اقترب إلى الصفر تزايدت الحموضة للمحلول .
	5 اخرج القطب من الكأس الأول ثم اغسله بماء مقطر بطل الغسيل لإزالة محلول الحامض أو بقايا الحامض، ثم اغمر القطب أو الجهاز في الكأس الثاني ستظهر القراءة على شاشة الجهاز، ستكون القراءة ما بين - 14 pH 8 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 ملاحظتك؟ 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 الأس 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

1-5-3 الهدف

لتمكين الطالب من إتقان الخطوات العملية لإجراء تجربة تحضير غاز الأسيتيلين وتحقيق النتائج بما يعزز المفهوم النظري للتجربة المتمثل بأهمية غاز الأسيتيلين في عمليات الحرق واللحام وكما أنه أولية لتحضير كثير من المركبات الكيميائية تحضيراً بسيطاً وسهلاً، والاكتر 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 الأسيتيلين.



هيدروكسيد الكالسيوم غاز الأسيتيلين ماء كربيد الكالسيوم

2-5-3 النظرية

الأسيتيلين (إيثاين) هيدروكربون يتبع مجموعة الألكاينات، ويعد أبسط مركبات الألكاينات حيث يتكون من ذرتي هيدروجين وذرتي كربون مرتبطتين بأصره ثلاثية. الأسيتيلين غاز لا لون له، وصيغته الكيميائية هي (C₂H₂)، وغاز الأسيتيلين سام، كما أنه يكون مع الهواء أيضاً مزيجاً متفجراً. وغاز الأسيتيلين قابل للاشتعال يستعمل في اللحام بعد خلطة بالأكسجين ويدعى المزيج أوكسي اسيتيلين، والشكل (3-9) يبين مكونات شعلة الأوكسي اسيتيلين، حيث يتحرر الغاز عند الحاجة بإضافة الماء إلى الكربيد.



شكل (3-9) منظومة اللحام

عند خلط الأسيتيلين بالأكسجين يعطي لهباً تصل درجة حرارته إلى (3316 °C) ويستعمل هذا اللهب في لحام وقص المعادن وصهر الفلزات، ويدخل في صناعة البلاستيك وفي صناعة مركبات كلوريد الفينيل و خلاص الفينيل، ويستعمل في الصناعات الدوائية، وله استخدامات أخرى، وهو أقل كثافة من الهواء الجوي، وقليل الذوبان في الماء ولهذا يجمع بإزاحة الماء إلى الأسفل ويزوب 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 فإنه قابل للاشتعال بدرجة كبيرة، وهو مادة كيميائية فعالة .
- 3- أما التخزين ، فإنه يخزن تحت ضغط وأضافه 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 .



هيدروكسيد الكالسيوم غاز الأسيتيلين ماء كاربيد الكالسيوم

3-5-4 الأدوات والأجهزة المستعملة

- 1- مخبر مدرج لجمع الغاز عدد 3 .
- 2- ورق مخروطي حجم 500 ml عدد2.
- 3- أنبوب مقمع بصنبور للتحكم بنزول الماء.
- 4- أنابيب توصيل .
- 5- سدادات من المطاط .

3-5-5 المواد الكيميائية المستعملة

- 1- كاربيد الكالسيوم .
- 2- حامض الهيدروكلوريك المخفف .
- 3- كبريتات النحاس محلول .
- 4- حامض الكبريتيك .

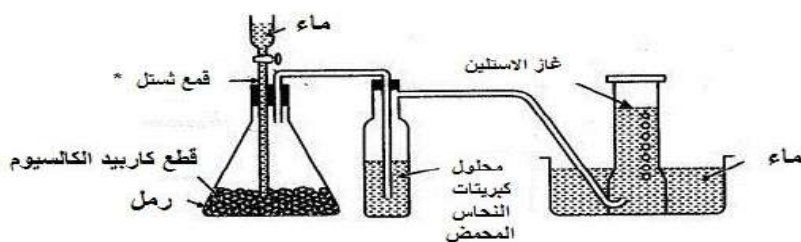
3-5-6 خطوات العمل

- 1- زن (15 g) من كاربيد الكالسيوم في ميزان ثم ضعها في ورق 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 الأسيتيلين 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 مملوء بالماء ينتهي بمخبر زجاجي مقلوب ومملوء بالماء وعندما يتحرر الغاز يزيح الماء الموجود بالمخبر ويحل محله.
- 3- افتح صنبور الأنبوب المقمع واسمح للماء بالنزول على شكل قطرات الواحدة تلو الأخرى على كاربيد 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 نقيًا خاليًا من الشوائب . اجمع الغاز الناتج في المخبر كما في الشكل (3-10) .
- 5- يجمع الغاز بإزاحة الماء إلى الأسفل وعندما يمتلئ المخبر الأول يخرج من الحوض ونضع مخبر آخر مملؤ بالماء في نهاية أنبوب توصيل الغاز.
- 6- كرر العملية للحصول على ثلاث أسطوانات مدرجة مملوءة بغاز الاستيلين.
- 7- افصل حوض الماء عن الجهاز وواصل التفاعل بإضافة كمية كبيرة من الماء لا نهاء التفاعل، ومن ثم اضع حامض الهيدروكلوريك المخفف لإذابة ما تبقى من المادة والمادة المتكلسة وتنظيف الدورق من التكلسات.

3-5-7 الاختبارات

- اختبار الاشتعال:** قَرِّبْ عود ثقاب مشتعل بحذر من فوهة أحد المخابير المملوءة بالغاز، ثم صف اللهب وشدة الاشتعال، وما هو استنتاجك لهذا ؟
- وعمليا يخلط** غاز الاستيلين 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

3-5-8 بطاقة التمارين

اسم التمرين : تحضير غاز الأسيتيلين

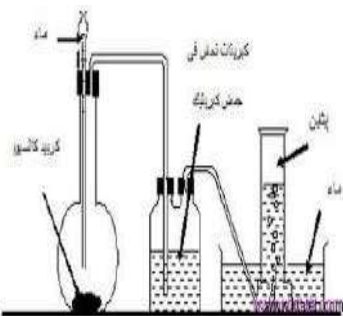
اولا : الاهداف التعليمية

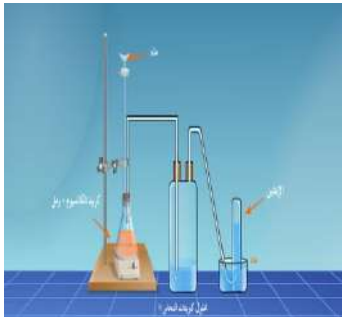
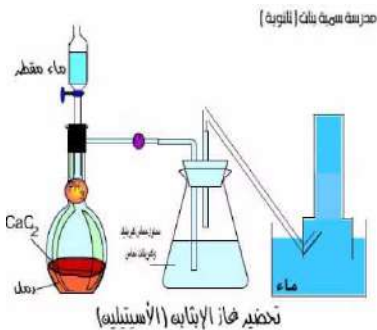
بعد الانتهاء من إجراء التجربة يكون الطالب قادرا على تحضير غاز الأسيتيلين وجمع الغاز ودراسة خواصه في المختبر.

ثانيا : التسهيلات التعليمية (مواد، وأدوات، وأجهزة)

- 1 - مخبر مدرج لجمع الغاز عدد (3). 2 - أنابيب توصيل. 3 - ورق 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 كربيد الكالسيوم في ميزان ثم ضعها في ورق 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 الأنبوب 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 مملوء بالماء ينتهي بمخبر زجاجي مقلوب ومملوء بالماء وعندما يتحرر الغاز يزيج الماء الموجود بالمخبر ويحل محله .	
4	افتح صنوبر 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 نقياً خالياً من الشوائب (لأنه مرر على خليط المحاليل) اجمع الغاز الناتج في المخبر.	
6	يجمع الغاز بإزاحة الماء إلى الأسفل وعندما يمتلئ المخبر الاول يخرج من الحوض ونضع مخبر آخر مملوء بالماء في نهاية أنبوب توصيل الغاز.	
7	كرر العملية للحصول على ثلاث أسطوانات مدرجة مملوءة بغاز الاسيتيلين .	



افصل حوض الماء عن الجهاز وواصل التفاعل بإضافة كمية كبيرة من الماء لإنهاء التفاعل ومن ثم اصف حامض الهيدروكلوريك المخفف لإذابة ما تبقى من المادة والمادة المتكلسة وتنظيف الدورق من الترسبات.

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 ومشتقاته المختبرية

1-4 اسم التجربة: فصل مزيج من الماء والأسيتون باستخدام التقطير البسيط

1-1-4 الهدف

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 إحدى طرائق تنقية المواد السائلة من الشوائب وبخاصة تنقية المواد العضوية السائلة من المواد الصلبة غير المتطايرة أو الفصل بين سائلين على أساس اختلاف درجة الغليان، وتطبيق التجربة عمليا في المختبر.

2-1-4 النظرية

التقطير عملية تنقية مزيج من سائلين أو أكثر 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، إذ 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 (التبخير 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.

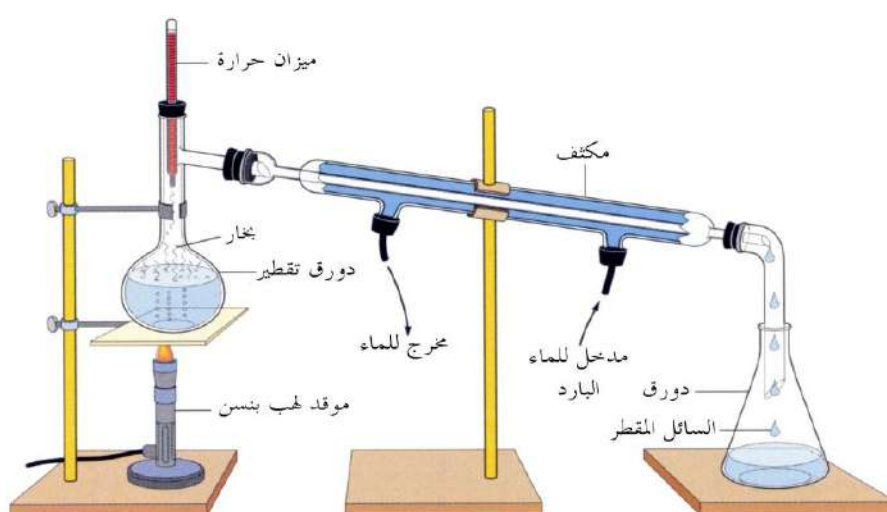
3-1-4 الأجهزة والأدوات

- 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- محرار زئبقي.
- 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 (1-4) يبين منظومة التقطير البسيط .



شكل (1-4) منظومة التقطير البسيط

5-1-4 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 تحسناً للعين وهي مادة شديدة الاشتعال ينبغي حفظها مسدودة بإحكام وتجنب تعريضها للهب المباشر.
- 4- التخلص من البقايا المترسبة من عملية التقطير.

4-1-6 خطوات العمل

وعند إجراء عملية التقطير يجب مراعاة النقاط الآتية :

- 1- يجب استخدام حجر الغليان للحصول على غليان منتظم لأن حجر الغليان عبارة عن خزف يحتوي على مسامات صغيرة فعندما يغلي السائل بفقااعات كبيرة تدخل الفقاعة داخل المسامات وتتحول إلى فقاعات صغيرة وفي حالة عدم إضافة الحجر فإن درجة غليان السائل ترتفع إلى ما فوق درجة غليانه مما يؤدي إلى الفوران المفاجئ وتناثره مما يؤدي إلى خروج السائل من المكثف وفقدان السيطرة عليه.
- 2- لا تستمر في عملية التقطير إلى جفاف المادة السائلة كلياً (أوقف التسخين قبل أن تجف المادة تماماً) .
- 3- يكون التبريد في المكثف بالماء إذا كانت درجة غليان السائل 140°C وفي حالة درجة الغليان الأعلى يكون التبريد بواسطة الهواء البارد أو سائل تبريد خاص.
- 4- يكون التسخين بواسطة حمام مائي ساخن في حالة السوائل ذات درجات الغليان الواطئة مثل الإيثير، أو ثاني كبريتيد الكربون، الكحول وغيرها. أما إذا كانت درجات غليان السوائل مثل رباعي كلوريد الكربون أو الأثيلين والنيتروبنزين وغيرها من المواد 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.

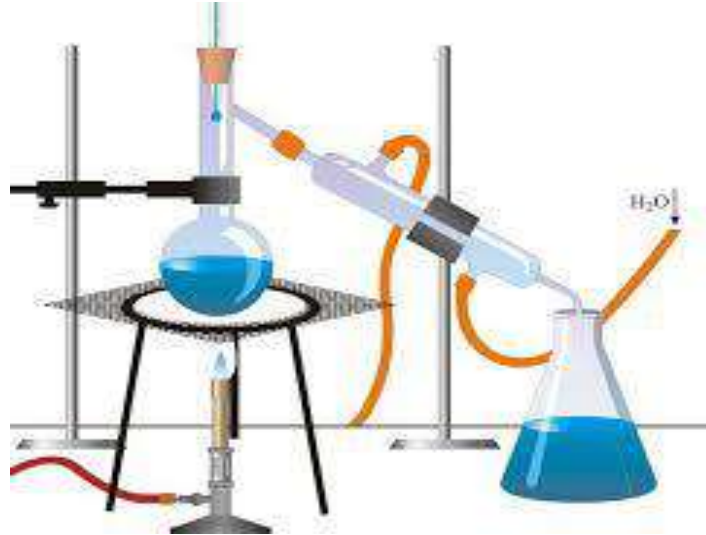
4-1-7 ملاحظات عند تركيب الجهاز

- 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 الزيت للمحرار (بصلة المحرار) امام الفتحة الجانبية المتصلة بالمكثف لانيوب مرور البخار .
- 3- يكون دخول الماء البارد إلى المكثف من الفتحة السفلى وخروجه من الفتحة العليا وذلك لتبريد المكثف تبريداً أفضل وتدرجياً ومن ثم يتكثف البخار تكثفاً أفضل، أما عند توصيل الماء بالمكثف بالصورة المعاكسة فانه سيمر بسرعة داخل المكثف نتيجة للجاذبية الأرضية وعدم امتلاءه بالماء امتلاءً 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 كفاءة .

4-1-8 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 وتناثر الخليط .

- 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 (2-4) ثم سخن الدورق بواسطة مسخن كهربائي (هيتز) 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 كلياً .
- 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 (2-4) جهاز التقطير البسيط

بطاقة التمارين 9-1-4

اسم التمرين : فصل مزيج من الماء والأسيتون باستخدام التقطير البسيط

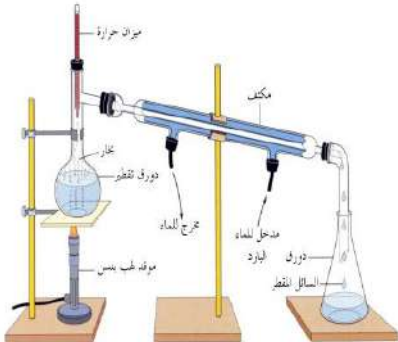
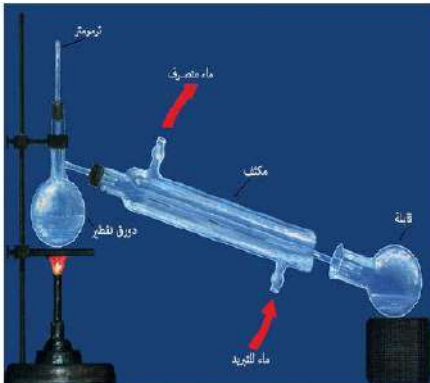
اولا : الاهداف التعليمية

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، وأدوات، 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.

ثالثاً: 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 جيداً 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. -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.	 جهاز التقطير المعتاد في المختبرات
4	ضع المحرار بحيث تقع البصلة بموازية الفتحة الجانبية وعمودية على المكثف حيث يمكن قياس درجة حرارة البخار.	



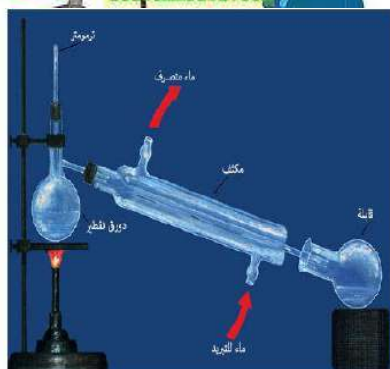
اربط الجهاز كما في الشكل

5



سخن الدورق بواسطة مسخن كهربائي (هيتير) أو غازي (مصباح بنزن) .

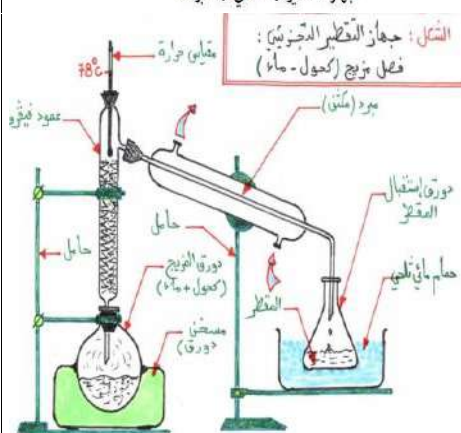
6



ضع دورقاً مخروطياً لاستلام المادة النقية من المكثف

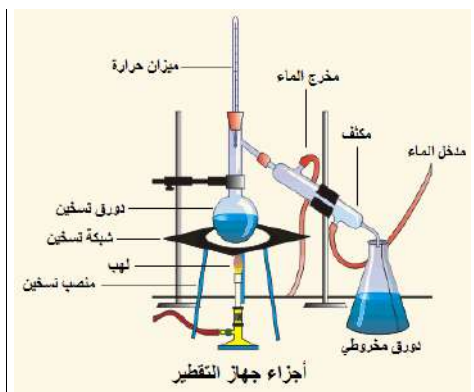
7

جهاز التقطير المعتاد في المختبرات



لا يجوز الاستمرار بعملية التسخين لحين جفاف المادة السائلة كلياً.

8

	9 سجل درجة الحرارة التي تبدأ عندها المادة بالتقطير (درجة الحرارة التي يبدأ عندها نزول القطرات في دورق الاستقبال) ..
	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)

4-2-1 الهدف

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 أسعار 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 مشتقاته، ففي مثل هذه الظروف الفيزيائية تتساوى الكثافة النسبية مع الوزن النوعي النسبي. إن معرفة كثافة النفط الخام مهمة جداً، إذ إن النفط الخام الذي يحتوي على مشتقات منخفضة الغليان تكون كثافته منخفضة وأسعاره 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 تُعدّ مقياساً لجودة النفط، ويُفحص 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 :

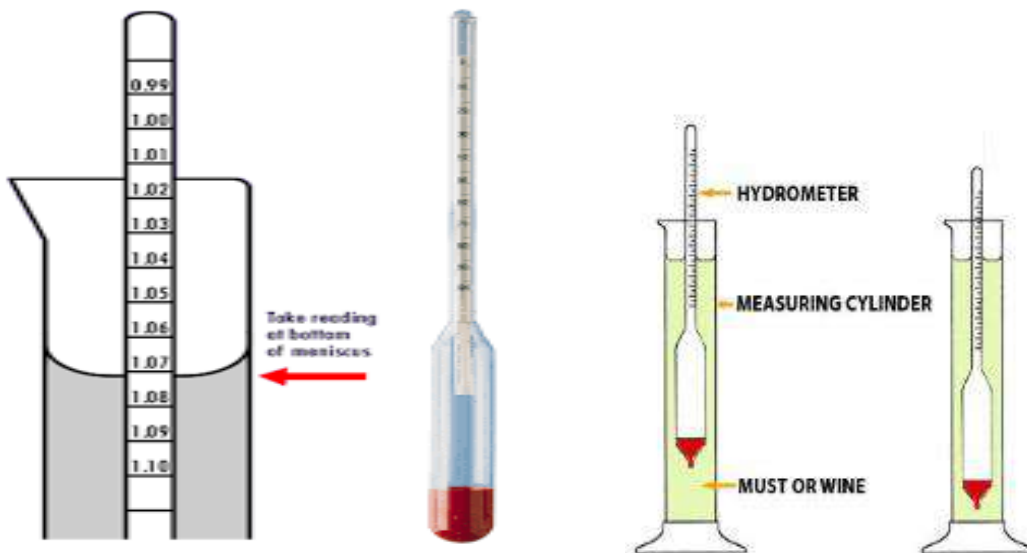
- 1 - نفط خام خفيف API أعلى من 31.1 .
 - 2 - نفط خام متوسط API بين 31 و 22.3 .
 - 3 - نفط خام ثقيل API أقل من 22.3 .
- تُعدّ الكثافة والوزن النوعي أهم خصائص النفط الخام والمنتجات النفطية ولهاتين الخاصيتين أهمية في حساب كتلة المنتجات النفطية ووزنها في الحالات التي يعين فيها حجم هذه المنتجات بالقياس المباشر.

وتقل كثافة النفط الخام والمنتجات النفطية بارتفاع درجة الحرارة وتوجد طرائق عدة لتعيين كثافة النفط الخام والمنتجات النفطية، ويعدّ المكثاف أبسط أنواع الأجهزة لتعيين الكثافة التقريبية ويجري بالنسبة للنفط الخام والمنتجات النفطية المتداولة السائلة وتعديل قراءات الكثافة عند درجة حرارة (60°F) ، وذلك باستعمال الجداول القياسية الدولية.

يعمل الهيدروميتر (المكثاف الزجاجي) على أساس قانون، أو قاعدة أرخميدس، إذ تُعين الكثافة والوزن النوعي مباشرة في الموقع.

والشكل (3-4) يمثل شكل الهيدروميتر وطريقة استعماله.

أما الشكل (4-4) فيوضح الهيدروميتر وطريقة القياس وأخذ القراءة الصحيحة له.



شكل(4-4) طريقة قراءة القياس السهم الاحمر

شكل (3-4) طريقة وضع المكثاف

3-2-4 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 الرئيسي، ويتصل مستودعه بساق زجاجي طويل ذي قطر صغير مدرج بوحدات الكثافة بحيث يشير التدرج السفلي إلى أعلى كثافة يقيسها الهيدروميتر، ويشير التدرج الأعلى إلى أدنى كثافة 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 وزناً، وإن النقص في الوزن يساوي وزن السائل الذي إزيج.

ويتكون المكثاف من زجاج **أسطوانى** ينتهي ببصلة (انتفاخ بصلي) ملئ بالرصاص. ويستفاد منه في قياس الوزن النوعي للمشتقات النفطية، إذ أن الوزن النوعي للبنزين تتراوح من 750-700 وللنفط 800-750 وللغاز 850-800 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 .

4-2-5 المواد المستعملة

- 1- نموذج نפט خام.
- 2- مشتق نفطي (زيت ديزل).

4-2-6 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 اسطوانة 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 أخرى مع إبقاء عمود الزئبق مغموراً، تُدون درجة حرارة النموذج ثم تسجل في التقرير القيمة النهائية للكثافة غم/لتر في درجة حرارة 15.6 °C والكثافة النسبية ودرجات API. نأخذ درجة الحرارة من المعادلة، وتُحوّل بالقانون في النقطة السابعة إلى فهرنهايت.
 - 7- ونطبق قانون تغير درجة الحرارة من الدرجة المئوية إلى الفهرنهايتية
- $$^{\circ} F = 1.8 ^{\circ} C + 32$$

4-2-7 بطاقة التمارين

اسم التمرين: تعيين الكثافة والوزن النوعي للنفط الخام والمشتقات النفطية باستخدام المكثاف (الهيدروميتر).

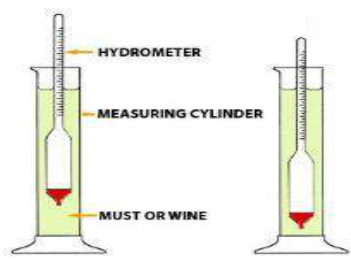
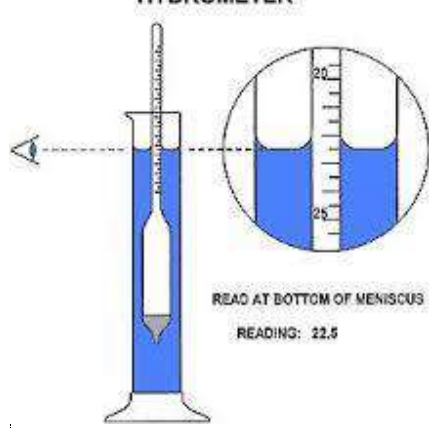
اولا : الأهداف التعليمية

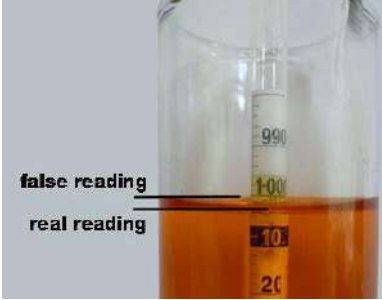
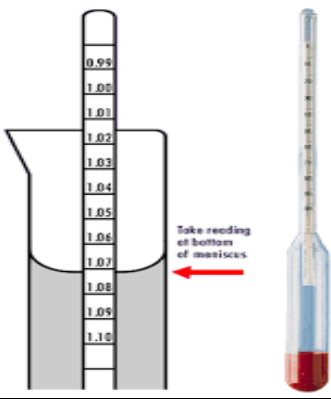
بعد الانتهاء من إجراء التجربة يكون الطالب قادراً على تعيين الكثافة والوزن النوعي للنفط الخام والمشتقات النفطية في موقع العمل باستخدام المكثاف (الهيدروميتر) وكذلك إجراء التمرين عملياً في المختبر.

ثانياً: التسهيلات التعليمية (مواد، وأدوات ، وأجهزة)

- 1- مكثاف 2 - أسطوانة للمكثاف 3 - محرار 4 - مخبر مدرج (أسطوانة مدرجة) 5 - نموذج نفط خام 6 - مشتق نفطي (زيت ديزل) 7- جداول تصحيح

ثالثاً: خطوات العمل (النقاط الحاكمة ، ومعيان الأداء ، والرسومات)

ت	خطوات العمل مع النقاط الحاكمة	الرسومات
1	ارتد بدلة العمل (الصدريّة) ثم اغسل الأدوات الزجاجية ثم اغسل المكثاف وجفف، وحضر النموذج المراد قياس وزنها النوعي.	
2	انقل النموذج إلى أسطوانة مكثاف نظيفة مع تجنب حدوث فقاعات هوائية، وأن حدثت فيجب إزالتها 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 ويؤخذ 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.	

	5 يدفع المكثاف إلى داخل السائل للنماذج ذات اللزوجة العالية فعند ترك الهيدروميتر يعطي حركة دورانية بسيطة لمساعدته ليستقر طافياً بعيداً عن جدران الأسطوانة. هذه الملاحظة لا تطبق على النفط الخام والديزل.
	6 عندما يستقر المكثاف بعيداً عن جدران الأسطوانة تُقرأ قراءة المكثاف إلى أقرب 0.001 للكثافة أو 0.05 للكثافة النسبية (الوزن النوعي) من درجات API.
	7 بعد ملاحظة قراءة مقياس المكثاف مباشرة يحرك النموذج بالمحرار بحذر مرة أخرى مع إبقاء عمود الزئبق مغموراً، تُدون درجة حرارة النموذج ثم تسجل في التقرير القيمة النهائية للكثافة غم/لتر في 15.6°C والكثافة النسبية ودرجات API. درجة الحرارة من المعادلة

الاسئلة

- س1 : اذكر الأخطاء المحتمل حدوثها عند إجراء خطوات التجربة .
- س2: يُعدّ 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 والمشتقات النفطية باستخدام قنينة الكثافة (البكنوميتر)

1-3-4 الهدف

تمكين الطالب من إتقان الخطوات العملية لتجربة تعيين 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، أذ تكون كثافتها منخفضة واحتواءه على راتنجات ذات كثافة مرتفعة. ان مقدار كثافة النفط الخام تبين تركيبة الكيماوي بشكل تقريبي مبدئي وتتراوح اغلب أنواع النفط الخام بين $0.82 - 0.9 \text{ g / ml}$ 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 بوحدة 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 فانه يكون عدد مجرد من الوحدات.

ويحسب الوزن النوعي للمادة باستخدام المعادلة الآتية :

$$\text{الوزن النوعي (بنفس درجة الحرارة)} = \frac{\text{وزن حجم معين من المادة (السائل)}}{\text{وزن نفس الحجم من الماء المقطر}}$$

$$\text{الوزن النوعي (بنفس درجة الحرارة)} = \frac{\text{كثافة المادة}}{\text{كثافة الماء}}$$

$$60^\circ\text{F} = 15.6^\circ\text{C}$$

3-3-4 قنينة الكثافة (البكنوميتر)

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 (5-4) .



شكل (5-4) قنينة الكثافة البكنوميتر

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 الكيميائية المستعملة

سوائل ومحاليل مختلفة مجهولة الكثافة، يراد قياس كثافتها تحدد بحسب المتوفر منها في المختبر مثل: ماء مقطر، أسيتون، كحول اثيلي، نפט 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°F (ما يعادل 15.5°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 جيداً 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 أدناه :

$$\text{الكثافة النسبية} = \frac{\text{كثافة المادة}}{\text{كثافة الماء}}$$

$$\text{الكثافة النسبية} = \frac{\text{كتلة المادة}}{\text{كتلة الماء}}$$

جدول رقم (1) حسابات والنتائج

النفط الخام	الكحول	الماء المقطر	أسم السائل أو المحلول
			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 الإشارة إلى أن قنينة الكثافة لها أشكال مختلفة وحجوم مختلفة وكذلك مصنوع من مواد ملدنة ومقاومة للصدمات والتآكل وتحمل 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:

$$\text{الكثافة} = \frac{\text{الكتلة}}{\text{الحجم}}$$

$$\begin{aligned} m &= 0.29974 - 0.2 \\ &= 0.09974 \text{ kg} \\ v &= 100 \text{ ml} = 0.0001 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} p &= 0.09974 / 0.0001 \\ p &= 997.4 \text{ kg/m}^3 \end{aligned}$$

$$\text{الوزن النوعي} = \frac{\text{كثافة الماء}}{\text{كثافة الماء المقطر}}$$

$$\text{الوزن النوعي} = \frac{\text{كتلة حجم من المادة}}{\text{كتلة نفس الحجم من الماء}} = \frac{997.4 \text{ kg/m}^3}{997.4 \text{ kg/m}^3} = 1$$

الوزن النوعي للماء المقطر = 1 (بدون وحدات) خالٍ من الوحدات.

لفك الاشتباه 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 فهذا تحتاج إلى قياس كثافة الماء المقطر المستخدم ويوضح في المعادلة والتجربة.

4-3-9 بطاقة التمارين

اسم التمرين : تعيين الكثافة والوزن النوعي للنفط الخام والمشتقات 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 الحقيقية 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 تملأ بالماء المقطر 4 - سائل مختلفة لتعيين الكثافة لها (كحول اثيلي، او نفط خام، أو كيروسين، أو اسيتون أو حسب المتوفر في المختبر والماء المقطر).

ثالثاً : 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 غسلاً جيداً 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 زنّها بغطائها، وسجل وزنها وليكن الوزن هو W_1	
4	املاً القنينة بالسائل المراد تعيين كثافته ثم ضع الغطاء حتى يمر السائل أو المحلول خلال الأنبوبة الشعرية الموجودة بالغطاء، وزنها ثم ضعها في حمام بدرجة حرارة 15.6°C أو 60°F	

	5 جفف القنينة من الخارج ثم زنّها وهي مملوءة بالسائل المراد قياس كثافته وليكن هذا الوزن W_2 هو 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																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
ثبت الأوزان (m_1 , m_2) في الجدول لتدأ إجراء حساب الكثافة والأوزان النوعي حسب المعادلات (١-١٦) و (٢-١٦) جدول الحسابات <table><tr><th>الخطوة</th><th>الكمية</th><th>البيانات</th><th>النتيجة</th></tr><tr><td>1</td><td>الوزن النوعي</td><td>m_1</td><td></td></tr><tr><td>2</td><td>الوزن النوعي مع السائل</td><td>m_2</td><td></td></tr><tr><td>3</td><td>الوزن النوعي مع السائل</td><td>$m = m_2 - m_1$</td><td></td></tr><tr><td>4</td><td>حجم السائل (V)</td><td></td><td></td></tr><tr><td>5</td><td>الكثافة النسبية</td><td></td><td></td></tr><tr><td>6</td><td>الكثافة النسبية</td><td></td><td></td></tr><tr><td>7</td><td>الكثافة النسبية</td><td></td><td></td></tr><tr><td>8</td><td>الكثافة النسبية</td><td></td><td></td></tr><tr><td>9</td><td>الكثافة النسبية</td><td></td><td></td></tr><tr><td>10</td><td>الكثافة النسبية</td><td></td><td></td></tr><tr><td>11</td><td>الكثافة النسبية</td><td></td><td></td></tr><tr><td>12</td><td>الكثافة النسبية</td><td></td><td></td></tr><tr><td>13</td><td>الكثافة النسبية</td><td></td><td></td></tr><tr><td>14</td><td>الكثافة النسبية</td><td></td><td></td></tr><tr><td>15</td><td>الكثافة النسبية</td><td></td><td></td></tr><tr><td>16</td><td>الكثافة النسبية</td><td></td><td></td></tr><tr><td>17</td><td>الكثافة النسبية</td><td></td><td></td></tr><tr><td>18</td><td>الكثافة النسبية</td><td></td><td></td></tr><tr><td>19</td><td>الكثافة النسبية</td><td></td><td></td></tr><tr><td>20</td><td>الكثافة النسبية</td><td></td><td></td></tr><tr><td>21</td><td>الكثافة النسبية</td><td></td><td></td></tr><tr><td>22</td><td>الكثافة النسبية</td><td></td><td></td></tr><tr><td>23</td><td>الكثافة النسبية</td><td></td><td></td></tr><tr><td>24</td><td>الكثافة النسبية</td><td></td><td></td></tr><tr><td>25</td><td>الكثافة النسبية</td><td></td><td></td></tr><tr><td>26</td><td>الكثافة النسبية</td><td></td><td></td></tr><tr><td>27</td><td>الكثافة النسبية</td><td></td><td></td></tr><tr><td>28</td><td>الكثافة النسبية</td><td></td><td></td></tr><tr><td>29</td><td>الكثافة النسبية</td><td></td><td></td></tr><tr><td>30</td><td>الكثافة النسبية</td><td></td><td></td></tr><tr><td>31</td><td>الكثافة النسبية</td><td></td><td></td></tr><tr><td>32</td><td>الكثافة النسبية</td><td></td><td></td></tr><tr><td>33</td><td>الكثافة النسبية</td><td></td><td></td></tr><tr><td>34</td><td>الكثافة النسبية</td><td></td><td></td></tr><tr><td>35</td><td>الكثافة النسبية</td><td></td><td></td></tr><tr><td>36</td><td>الكثافة النسبية</td><td></td><td></td></tr><tr><td>37</td><td>الكثافة النسبية</td><td></td><td></td></tr><tr><td>38</td><td>الكثافة النسبية</td><td></td><td></td></tr><tr><td>39</td><td>الكثافة النسبية</td><td></td><td></td></tr><tr><td>40</td><td>الكثافة النسبية</td><td></td><td></td></tr><tr><td>41</td><td>الكثافة النسبية</td><td></td><td></td></tr><tr><td>42</td><td>الكثافة النسبية</td><td></td><td></td></tr><tr><td>43</td><td>الكثافة النسبية</td><td></td><td></td></tr><tr><td>44</td><td>الكثافة النسبية</td><td></td><td></td></tr><tr><td>45</td><td>الكثافة النسبية</td><td></td><td></td></tr><tr><td>46</td><td>الكثافة النسبية</td><td></td><td></td></tr><tr><td>47</td><td>الكثافة النسبية</td><td></td><td></td></tr><tr><td>48</td><td>الكثافة النسبية</td><td></td><td></td></tr><tr><td>49</td><td>الكثافة النسبية</td><td></td><td></td></tr><tr><td>50</td><td>الكثافة النسبية</td><td></td><td></td></tr><tr><td>51</td><td>الكثافة النسبية</td><td></td><td></td></tr><tr><td>52</td><td>الكثافة النسبية</td><td></td><td></td></tr><tr><td>53</td><td>الكثافة النسبية</td><td></td><td></td></tr><tr><td>54</td><td>الكثافة النسبية</td><td></td><td></td></tr><tr><td>55</td><td>الكثافة النسبية</td><td></td><td></td></tr><tr><td>56</td><td>الكثافة النسبية</td><td></td><td></td></tr><tr><td>57</td><td>الكثافة النسبية</td><td></td><td></td></tr><tr><td>58</td><td>الكثافة النسبية</td><td></td><td></td></tr><tr><td>59</td><td>الكثافة النسبية</td><td></td><td></td></tr><tr><td>60</td><td>الكثافة النسبية</td><td></td><td></td></tr><tr><td>61</td><td>الكثافة النسبية</td><td></td><td></td></tr><tr><td>62</td><td>الكثافة النسبية</td><td></td><td></td></tr><tr><td>63</td><td>الكثافة النسبية</td><td></td><td></td></tr><tr><td>64</td><td>الكثافة النسبية</td><td></td><td></td></tr><tr><td>65</td><td>الكثافة النسبية</td><td></td><td></td></tr><tr><td>66</td><td>الكثافة النسبية</td><td></td><td></td></tr><tr><td>67</td><td>الكثافة النسبية</td><td></td><td></td></tr><tr><td>68</td><td>الكثافة النسبية</td><td></td><td></td></tr><tr><td>69</td><td>الكثافة النسبية</td><td></td><td></td></tr><tr><td>70</td><td>الكثافة النسبية</td><td></td><td></td></tr><tr><td>71</td><td>الكثافة النسبية</td><td></td><td></td></tr><tr><td>72</td><td>الكثافة النسبية</td><td></td><td></td></tr><tr><td>73</td><td>الكثافة النسبية</td><td></td><td></td></tr><tr><td>74</td><td>الكثافة النسبية</td><td></td><td></td></tr><tr><td>75</td><td>الكثافة النسبية</td><td></td><td></td></tr><tr><td>76</td><td>الكثافة النسبية</td><td></td><td></td></tr><tr><td>77</td><td>الكثافة النسبية</td><td></td><td></td></tr><tr><td>78</td><td>الكثافة النسبية</td><td></td><td></td></tr><tr><td>79</td><td>الكثافة النسبية</td><td></td><td></td></tr><tr><td>80</td><td>الكثافة النسبية</td><td></td><td></td></tr><tr><td>81</td><td>الكثافة النسبية</td><td></td><td></td></tr><tr><td>82</td><td>الكثافة النسبية</td><td></td><td></td></tr><tr><td>83</td><td>الكثافة النسبية</td><td></td><td></td></tr><tr><td>84</td><td>الكثافة النسبية</td><td></td><td></td></tr><tr><td>85</td><td>الكثافة النسبية</td><td></td><td></td></tr><tr><td>86</td><td>الكثافة النسبية</td><td></td><td></td></tr><tr><td>87</td><td>الكثافة النسبية</td><td></td><td></td></tr><tr><td>88</td><td>الكثافة النسبية</td><td></td><td></td></tr><tr><td>89</td><td>الكثافة النسبية</td><td></td><td></td></tr><tr><td>90</td><td>الكثافة النسبية</td><td></td><td></td></tr><tr><td>91</td><td>الكثافة النسبية</td><td></td><td></td></tr><tr><td>92</td><td>الكثافة النسبية</td><td></td><td></td></tr><tr><td>93</td><td>الكثافة النسبية</td><td></td><td></td></tr><tr><td>94</td><td>الكثافة النسبية</td><td></td><td></td></tr><tr><td>95</td><td>الكثافة النسبية</td><td></td><td></td></tr><tr><td>96</td><td>الكثافة النسبية</td><td></td><td></td></tr><tr><td>97</td><td>الكثافة النسبية</td><td></td><td></td></tr><tr><td>98</td><td>الكثافة النسبية</td><td></td><td></td></tr><tr><td>99</td><td>الكثافة النسبية</td><td></td><td></td></tr><tr><td>100</td><td>الكثافة النسبية</td><td></td><td></td></tr></table>	الخطوة	الكمية	البيانات	النتيجة	1	الوزن النوعي	m_1		2	الوزن النوعي مع السائل	m_2		3	الوزن النوعي مع السائل	$m = m_2 - m_1$		4	حجم السائل (V)			5	الكثافة النسبية			6	الكثافة النسبية			7	الكثافة النسبية			8	الكثافة النسبية			9	الكثافة النسبية			10	الكثافة النسبية			11	الكثافة النسبية			12	الكثافة النسبية			13	الكثافة النسبية			14	الكثافة النسبية			15	الكثافة النسبية			16	الكثافة النسبية			17	الكثافة النسبية			18	الكثافة النسبية			19	الكثافة النسبية			20	الكثافة النسبية			21	الكثافة النسبية			22	الكثافة النسبية			23	الكثافة النسبية			24	الكثافة النسبية			25	الكثافة النسبية			26	الكثافة النسبية			27	الكثافة النسبية			28	الكثافة النسبية			29	الكثافة النسبية			30	الكثافة النسبية			31	الكثافة النسبية			32	الكثافة النسبية			33	الكثافة النسبية			34	الكثافة النسبية			35	الكثافة النسبية			36	الكثافة النسبية			37	الكثافة النسبية			38	الكثافة النسبية			39	الكثافة النسبية			40	الكثافة النسبية			41	الكثافة النسبية			42	الكثافة النسبية			43	الكثافة النسبية			44	الكثافة النسبية			45	الكثافة النسبية			46	الكثافة النسبية			47	الكثافة النسبية			48	الكثافة النسبية			49	الكثافة النسبية			50	الكثافة النسبية			51	الكثافة النسبية			52	الكثافة النسبية			53	الكثافة النسبية			54	الكثافة النسبية			55	الكثافة النسبية			56	الكثافة النسبية			57	الكثافة النسبية			58	الكثافة النسبية			59	الكثافة النسبية			60	الكثافة النسبية			61	الكثافة النسبية			62	الكثافة النسبية			63	الكثافة النسبية			64	الكثافة النسبية			65	الكثافة النسبية			66	الكثافة النسبية			67	الكثافة النسبية			68	الكثافة النسبية			69	الكثافة النسبية			70	الكثافة النسبية			71	الكثافة النسبية			72	الكثافة النسبية			73	الكثافة النسبية			74	الكثافة النسبية			75	الكثافة النسبية			76	الكثافة النسبية			77	الكثافة النسبية			78	الكثافة النسبية			79	الكثافة النسبية			80	الكثافة النسبية			81	الكثافة النسبية			82	الكثافة النسبية			83	الكثافة النسبية			84	الكثافة النسبية			85	الكثافة النسبية			86	الكثافة النسبية			87	الكثافة النسبية			88	الكثافة النسبية			89	الكثافة النسبية			90	الكثافة النسبية			91	الكثافة النسبية			92	الكثافة النسبية			93	الكثافة النسبية			94	الكثافة النسبية			95	الكثافة النسبية			96	الكثافة النسبية			97	الكثافة النسبية			98	الكثافة النسبية			99	الكثافة النسبية			100	الكثافة النسبية			7 اكمل جدول الحسابات لجميع المواد المراد قياس كثافتها ووزنها النوعي. $\text{الكثافة النسبية} = \frac{\text{كثافة المادة}}{\text{كثافة الماء}}$ $\text{الكثافة النسبية} = \frac{\text{كتلة المادة}}{\text{كتلة الماء}}$
الخطوة	الكمية	البيانات	النتيجة																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
1	الوزن النوعي	m_1																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
2	الوزن النوعي مع السائل	m_2																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
3	الوزن النوعي مع السائل	$m = m_2 - m_1$																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
4	حجم السائل (V)																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
5	الكثافة النسبية																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
6	الكثافة النسبية																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
7	الكثافة النسبية																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
8	الكثافة النسبية																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
9	الكثافة النسبية																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
10	الكثافة النسبية																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
11	الكثافة النسبية																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
12	الكثافة النسبية																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
13	الكثافة النسبية																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
14	الكثافة النسبية																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
15	الكثافة النسبية																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
16	الكثافة النسبية																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
17	الكثافة النسبية																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
18	الكثافة النسبية																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
19	الكثافة النسبية																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
20	الكثافة النسبية																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
21	الكثافة النسبية																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
22	الكثافة النسبية																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
23	الكثافة النسبية																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
24	الكثافة النسبية																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
25	الكثافة النسبية																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
26	الكثافة النسبية																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
27	الكثافة النسبية																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
28	الكثافة النسبية																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
29	الكثافة النسبية																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
30	الكثافة النسبية																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
31	الكثافة النسبية																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
32	الكثافة النسبية																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
33	الكثافة النسبية																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
34	الكثافة النسبية																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
35	الكثافة النسبية																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
36	الكثافة النسبية																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
37	الكثافة النسبية																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
38	الكثافة النسبية																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
39	الكثافة النسبية																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
40	الكثافة النسبية																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
41	الكثافة النسبية																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
42	الكثافة النسبية																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
43	الكثافة النسبية																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
44	الكثافة النسبية																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
45	الكثافة النسبية																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
46	الكثافة النسبية																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
47	الكثافة النسبية																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
48	الكثافة النسبية																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
49	الكثافة النسبية																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
50	الكثافة النسبية																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
51	الكثافة النسبية																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
52	الكثافة النسبية																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
53	الكثافة النسبية																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
54	الكثافة النسبية																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
55	الكثافة النسبية																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
56	الكثافة النسبية																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
57	الكثافة النسبية																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
58	الكثافة النسبية																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
59	الكثافة النسبية																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
60	الكثافة النسبية																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
61	الكثافة النسبية																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
62	الكثافة النسبية																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
63	الكثافة النسبية																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
64	الكثافة النسبية																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
65	الكثافة النسبية																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
66	الكثافة النسبية																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
67	الكثافة النسبية																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
68	الكثافة النسبية																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
69	الكثافة النسبية																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
70	الكثافة النسبية																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
71	الكثافة النسبية																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
72	الكثافة النسبية																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
73	الكثافة النسبية																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
74	الكثافة النسبية																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
75	الكثافة النسبية																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
76	الكثافة النسبية																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
77	الكثافة النسبية																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
78	الكثافة النسبية																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
79	الكثافة النسبية																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
80	الكثافة النسبية																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
81	الكثافة النسبية																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
82	الكثافة النسبية																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
83	الكثافة النسبية																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
84	الكثافة النسبية																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
85	الكثافة النسبية																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
86	الكثافة النسبية																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
87	الكثافة النسبية																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
88	الكثافة النسبية																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
89	الكثافة النسبية																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
90	الكثافة النسبية																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
91	الكثافة النسبية																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
92	الكثافة النسبية																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
93	الكثافة النسبية																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
94	الكثافة النسبية																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
95	الكثافة النسبية																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
96	الكثافة النسبية																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
97	الكثافة النسبية																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
98	الكثافة النسبية																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
99	الكثافة النسبية																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
100	الكثافة النسبية																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				

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: أي طريقة من الطرائق فحص الكثافة النسبية (الوزن النوعي) اسرع وأبها أدق؟

4-4 اسم التجربة: تعيين اللون للمنتجات النفطية

4-4-1 الهدف

تمكين الطالب من إتقان الخطوات العملية لتعيين 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.

4-4-2 النظرية

يُعدُّ اللون خاصية فيزيائية مميزة للمشتقات النفطية المختلفة ويقاس 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 يشمل 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، أو الأخضر، أو الأحمر، أو البرونزي، وتشير الاختلافات في لون النفط إلى اختلاف المركبات الكيميائية التي تدخل في تركيبه 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 الراتنج 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 التزيت، وزيوت التسخين، وزيوت وقود الديزل، والشموع النفطية وغيرها.

يفحص هذا الجهاز درجة اللون للمشتقات النفطية المختلفة داكنة اللون مثل زيوت التزيت 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 التزيت يوضع (50 ml) في وعاء النموذج (السائل النفطي) الذي يراد تعيين لونه، فإذا كان النموذج غير لائق عندئذ يسخن إلى درجة 46°C ويعين اللون في تلك الدرجة، أما إذا 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 إذا 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 إذا 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 ألوان زجاجية قياسية ووعائين مع غطاء وعدسة لملاحظة اللون، كما في الشكل (7-4).



الشكل (7-4) 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 والمرآيا 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:

اولاً: فحص اللون للنماذج فاتحة اللون نختار سابولت Saybolt ويستخدم خلية النموذج ذات طول 100 mm للثبث على هذه الطريقة نضغط على السهم الايسر وحسب ASTM156 وبعكسه نضغط على Next.

ثانياً: فحص اللون للنماذج داكنة اللون نختار ASTM Color ويستخدم خلية النموذج ذات طول 33 mm للثبث على هذه الطريقة نضغط على السهم الايسر وحسب ASTM1500 وبعكسه نضغط على Next.

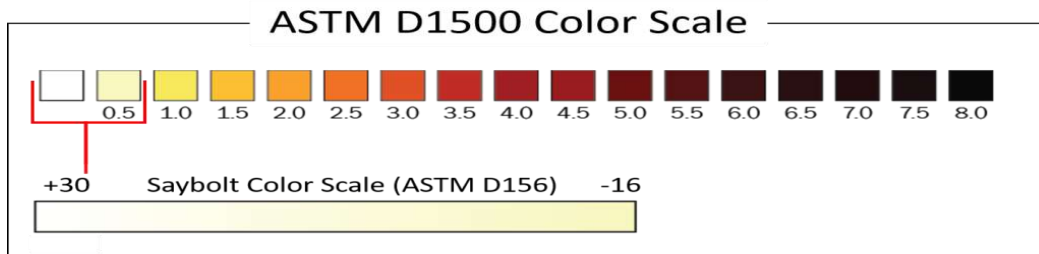
ثالثاً: فحص النفاذية للمشتقات النفطية Transmission للثبث على هذه الطريقة نضغط على السهم الأيسر وبعكسه نضغط على Next للوظائف الأخرى.

3- نضع خلية البلاستيك (خلية النموذج فارغة) المناسبة للفحص أعلاه في المكان المخصص للفحص بالجانب الأيمن ثم يغلق باب الجهاز ونضغط مفتاح ZERO، لتفسير قراءة الجهاز، كما في الشكل (4-12) والشكل (4-13).

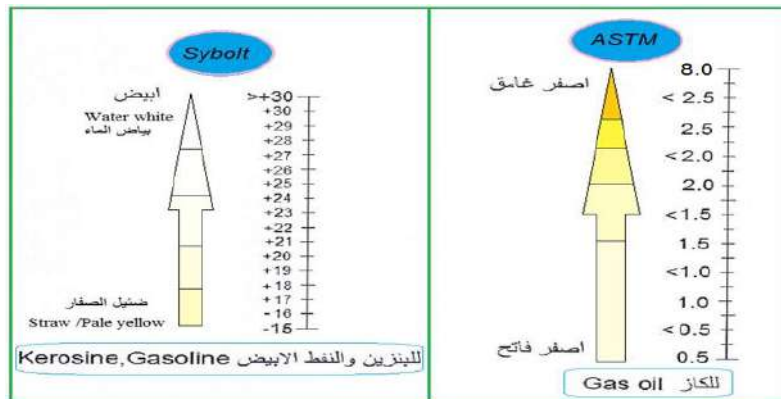
4- يوضع النموذج المراد فحصه داخل الخلية المناسبة للفحص لحد ثلاثة أرباع الخلية مع مراعاة عدم لمس جوانب الخلية الشفافة ثم توضع خلية النموذج داخل الجهاز في المكان المخصص للفحص وبالجانب الأيمن أيضاً ويغلق باب الجهاز ونضغط مفتاح READ. كما في الشكل (4-11).

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) تدرج اخر لقياس اللون للمنتجات النفطية.



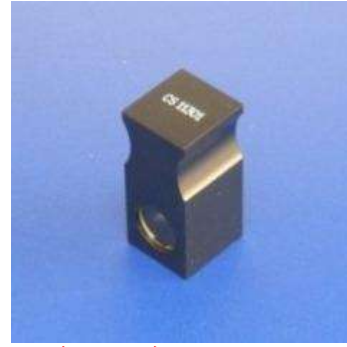
شكل (4-8) التدرج والالوان لجهاز قياس اللون



شكل (4-9) التدرج اللوني بطريقة سابولت

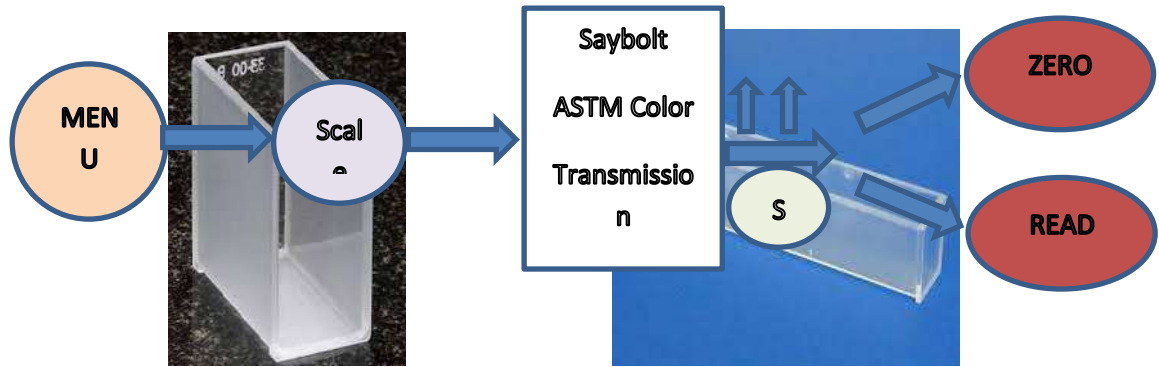


شكل (11-4) جهاز قياس اللون وعلب النماذج



شكل (10-4) خلية القياسية

مختصر طريقة العمل



شكل (13-4) خلية 33 ml

شكل (12-4) خلية النموذج 100 ml

MENU مفتاح الجهاز	Scale اختيار وضائف الفحص	Saybolt جدول تدرج الألوان	ASTM Color تدرج اللون المعتم او الداكن
Transmission فحص النفادية	Se النموذج	ZERO غلق الجهاز الصفر	READ مفتاح الغلق بعد وضع النموذج

4-4-7 اسم التمرين : تعيين اللون للمشتقات النفطية

أولا : الاهداف التعليمية

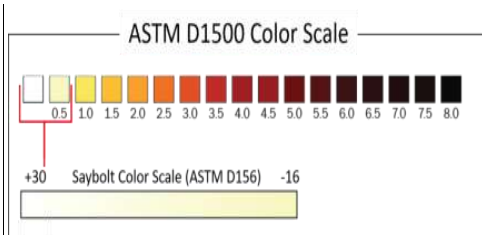
بعد الانتهاء من إجراء التجربة يكون الطالب قادرا على تعيين اللون للمشتقات النفطية في المختبر.

ثانيا : التسهيلات التعليمية (مواد ، وادوات ، واجهزة)

جهاز قياس اللون يحتوي على مصدر ضوئي ولوحة ألوان زجاجية قياسية ووعائين مع غطاء وعدسة لملاحظة اللون، عبوات نماذج، وماء مقطر، ومصباح بنزن، وزيت تزييت، وشمع ، وكيروسين.

ثالثا : خطوات العمل (النقاط الحاكمة، ومعايير 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 الأيسر أسفل الشاشة نضغط على Scale، من الاسهم نضغط Next و Previous لاختيار وظائف الفحص الآتية: أولاً: فحص اللون للنماذج فاتحة اللون نختار سابولت Saybolt ويستخدم خلية النموذج ذات طول 100 mm للتنبيت على هذه الطريقة نضغط على السهم الأيسر وحسب ASTM D156 وبعكسه نضغط على Next. ثانياً: فحص اللون للنماذج داكنة اللون نختار ASTM Color ويستخدم خلية النموذج ذات طول 33 mm للتنبيت على هذه الطريقة نضغط على السهم الأيسر وحسب ASTMD1500 وبعكسه نضغط على Next.	



ثالثاً: فحص النفاذية للمشتقات النفطية Transmission للتثبيت على هذه الطريقة نضغط على السهم الايسر وبعبسه نضغط Next للوظائف الأخرى.



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.



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.

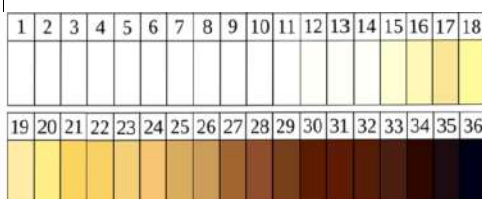
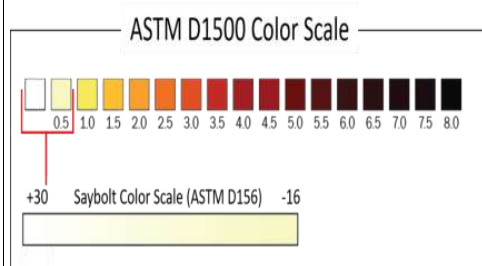


Fig. 1. Von Luschan's Chromatic Scale.



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 سابلت.
س3: وضح خصائص خلية النموذج داكنة اللون؛ ثم اذكر عملية وضع خلية بلانك الفارغة.
س4: ما مكونات جهاز تعيين اللون للمشتقات النفطية . ثم عدد مراحل تشغيل 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، سهولة التحضير، ذات قيمة حرارية عالية، آمن عند الاشتعال، ووقود نظيف غير ملوث للبيئة، وكما مادة أساسية في وقود الصواريخ، ويستعمل للطبخ والتدفئة في المنظمات الإنسانية.

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 $263^{\circ}C$ 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 $100^{\circ}C$.
- 4- استعماله وقوداً صلباً في الصواريخ.
- 5 - تفاعله مع الفينول لإنتاج (ريزن) البولي الفينول فورمالدهيد (لدائن الفورمالدهايد).
- 6 - تفاعله مع اليوريا أيضاً 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 (14-4) أقراص حرق عديمة الدخان، ولها كثافة نارية مرتفعة، احتراقها وتميعها لا يترك الرماد.



شكل (14-4) أقراص الهكسامين الصلب

يُعد هذا الوقود آمن وذلك لسهولة تخزينه واستخدامه لأنه لا يتسرب عند حفظه كالسوائل والغازات ومن ثم، فلا ضرر منه على العاملين عالية أو على 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 :



الهكسامين ماء امونيا فورمالديهايد

4-5-3 الأدوات والأجهزة المستعملة

- 1- مخبر 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%.

4-5-5 خطوات العمل

- 1- خذ 50 ml من مادة الفورمالدهايد 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- اضع الفورمالدهايد (الفورمالين) على محلول الأمونيا 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 الأمونيا 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 هادئة 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 وخائفة لذا ينبغي وجود تهوية جيدة في المختبر اثناء التفاعل أو عملية التجفيف ويفضل ان يتم ذلك في دولا ب 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 المذكورة آنفاً.



270 ml + 490.1 ml 137 gm

4-5-6 بطاقة التمارين

اسم التمرين تحضير الوقود الصلب الهكسامين

اولا :الاهداف التعليمية

جعل الطالب قادرا على تحضير الوقود الصلب (الهكسامين) من إضافة 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- مخبر 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) . مع نظارات لحماية العين مع كمادات.	
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 اضع 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؟ وما نوع التفاعل؟
- س6: اذكر الأخطاء المحتملة اثناء تنفيذ خطوات التجربة .