

تجارب الوقود و الزيوت



محمد عبد الله الحسن العلي



تجارب الوقود و الزيوت في كلية الهندسة التقنية بطرطوس





التقديم

وزارة التعليم العالي

• الجمهورية العربية السورية

كلية الهندسة التقنية

• جامعة تشرين



• الدكتور عليّ عليّ

عميد الكلية

• الدكتور محمد محمد

رئيس القسم

• الدكتور عليّ عليّ

أستاذ المقرّر

• المهندس علاء منصور

المدرّس المشرف

• محمد الحسن الفليّ

الطالب المقدم

فهرس المحتويات



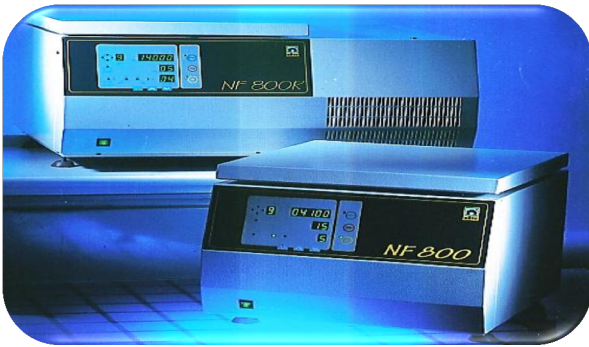
تجربة الكثافة

- 1.1. الغاية من التجربة ... الصفحة 1
- 2.1. الكثافة ... الصفحة 1
- 3.1. الكثافة النسبية ... الصفحة 1
- 4.1. بعض طرق قياس الكثافة ... الصفحة 1
- 5.1. قياس الكثافة باستخدام البيكنومتر ... الصفحة 1
- 6.1. قياس الكثافة باستخدام طريقة الرسم البياني ... الصفحة 1
- تطبيق عملي ... الصفحة 2



تجربة قرينة الانكسار

- 1.2. الغاية من التجربة ... الصفحة 3
- 2.2. الأجهزة والأدوات المستخدمة ... الصفحة 3
- 3.2. فكرة نظرية ... الصفحة 3
- 4.2. وصف الجهاز ... الصفحة 3
- 5.2. مبدأ عمل الجهاز ... الصفحة 3
- 6.2. تشغيل الجهاز ... الصفحة 4
- 7.2. مثال عملي ... الصفحة 4
- تطبيق عملي ... الصفحة 5



تجربة المثقلة

- 1.3. الغاية من التجربة ... الصفحة 6
- 2.3. وصف الجهاز ... الصفحة 6
- 3.3. المحل ... الصفحة 6
- 4.3. العينة ... الصفحة 7
- 5.3. طريقة العمل ... الصفحة 7
- 6.3. الحساب و التقرير ... الصفحة 7
- تطبيق عملي ... الصفحة 7



تجربة المرمدة

- 1.4. الغاية من التجربة ... الصفحة 8
- 2.4. ملخص التجربة ... الصفحة 8
- 3.4. وصف الجهاز ... الصفحة 8
- 4.4. طريقة العمل ... الصفحة 8
- 5.4. الحساب و التقرير ... الصفحة 8
- تطبيق عملي ... الصفحة 9



تجربة الـ (PH)

- 1.5|| الغاية من التجربة ... الصفحة 10
- 2.5|| فكرة نظرية عن الـ (PH) ... الصفحة 10
- 3.5|| بعض طرق قياس حموضة المحاليل ... الصفحة 10
- 4.5|| الأوراق الكاشفة ... الصفحة 10
- 5.5|| المسرى الزجاجي ... الصفحة 11
- 6.5|| طريقة عمل الجهاز ... الصفحة 11
- تطبيق عملي ... الصفحة 11



تجربة اللزوجة

- 1.6|| مقدمة ... الصفحة 12
- 2.6|| الغاية من التجربة ... الصفحة 12
- 3.6|| اللزوجة الكينماتيكية (التحريكية) ... الصفحة 12
- 4.6|| اللزوجة الديناميكية (الحركية) ... الصفحة 12
- 5.6|| العوامل المؤثرة على اللزوجة ... الصفحة 12
- 6.6|| مراحل إجراء التجربة ... الصفحة 13
- تطبيق عملي ... الصفحة 13



تجربة الـ (elementar)

- 1.7|| مقدمة ... الصفحة 14
- 2.7|| الغاية من التجربة ... الصفحة 14
- 3.7|| الأجهزة و الأدوات المستخدمة مع الجهاز ... الصفحة 14
- 4.7|| الأجزاء التي يتألف منها الجهاز ... الصفحة 14
- 5.7|| وظيفة الجهاز ... الصفحة 15
- 6.7|| وظائف كل قسم من أقسام الجهاز ... الصفحة 15
- 7.7|| مبدأ عمل الجهاز ... الصفحة 16
- 8.7|| طريقة العمل ... الصفحة 16
- تطبيق عملي ... الصفحة 17



تجربة نقطة الأنيلين

- 1.8|| الغاية من التجربة ... الصفحة 18
- 2.8|| نقطتي الأنيلين و الأنيلين المختلطة ... الصفحة 18
- 3.8|| طرق تعيين نقطة الأنيلين ... الصفحة 18
- 4.8|| التجربة ... الصفحة 18
- 5.8|| ملخص التجربة ... الصفحة 19
- 6.8|| أجهزة قياس الأنيلين و عناصرها ... الصفحة 19
- 6.8|| طريقة العمل لنقطة الأنيلين ... الصفحة 20
- 6.8|| طريقة العمل لنقطة الأنيلين المختلطة ... الصفحة 20
- 9.8|| الحساب و التقرير ... الصفحة 20
- تطبيق عملي ... الصفحة 20

تجربة الكثافة

|| 1.1 || الغاية من التجربة :

تعيين كثافة المشتقات النفطية .

ملاحظة :

نلاحظ أنّ قطعة الجليد تطفو على سطح الماء و كذلك قطعة الخشب ، كما نلاحظ كيف أنّ البنزين يطفو على سطح الماء فما سبب ذلك ؟ إنّ هذا ناتج عن اختلاف المواد بعضها عن بعضها الآخر بالكثافة (أي عدم تساوي كثافة المواد) ، فلكل مادة كثافتها الخاصة بها ، و المواد الأقل كثافة تطفو على ذات الكثافة الأعلى، فما هي الكثافة ؟

|| 2.1 || الكثافة :

هي كتلة واحدة الحجم من المادة في درجة حرارة معينة ، حيث تحسب قيمتها كحاصل قسمة كتلة المادة على حجمها ، كما في العلاقة :

$$\left| \begin{array}{l} \text{الكثافة} \\ \frac{\text{الكتلة}}{\text{الحجم}} = \text{الكثافة} \end{array} \right| \quad \left| \begin{array}{l} \text{Density} = \frac{\text{mass}}{\text{Volume}} \\ d = \frac{m}{V} \end{array} \right|$$

تقاس الكثافة في الجملة السغئية بالوحدات التالية (t/m³) & (kg/m³) & (g/cm³) ، أما في الجملة الدولية (IS) فتقاس بوحدة (kN/m³) .

|| 3.1 || الكثافة النسبية :

هي نسبة كتلة حجم معين من المادة عند درجة حرارة القياس إلى كتلة نفس الحجم من الماء في الدرجة (4 °C) ، (و ليس لها واحدة) .

|| 4.1 || بعض طرق قياس الكثافة :

1. باستخدام البيكومتر .
2. باستخدام الهيدرومتر .
3. باستخدام طريقة الرسم البياني (سحاحة ، أسطوانة ، ميزان إلكتروني حسّاس) .
4. باستخدام أجهزة كهربائية تعمل باستخدام أشعة بطول موجة محدد .

|| 5.1 || قياس الكثافة باستخدام البيكومتر :

■ الأجهزة و الأدوات المستخدمة :

1. ميزان إلكتروني بدقة قياس (0.1 mg) .
2. زجاجة قياس الكثافة (بيكومتر) معلومة الحجم (V) .
3. حمام مائي مجهز بمنظم حراري قادر على ضبط درجة الحرارة بحدود (± 0.2 °C) .

■ خطوات العمل :

1. نظّف البيكومتر و نجّفه ثم نقوم بوزنه و هو فارغ (m₁) .
2. نملأ البيكومتر بالسائل المدروس مع التأكد من عدم بقاء فقاعات هوائية (البيكومتر ذو حجم V) .
3. نضع البيكومتر المملوء بالسائل في حمام مائي ذي درجة حرارة (25 °C) و لمدة من الزمن قدرها (30 min) .
4. بعد ذلك نخرج البيكومتر من الحمام المائي و نجّفه من الخارج ثم نقوم بوزنه (m₂) .
5. نحسب وزن السائل (m) : m = m₂ - m₁ .
6. نحسب كثافة السائل (d) : d = $\frac{m}{V}$.

|| 6.1 || قياس الكثافة باستخدام طريقة الرسم البياني :

■ الهدف :

تعيين رياضي و بياني لكثافة سائل غير معلوم .

■ الأجهزة والأدوات المستخدمة :

1. سحاحة .
2. أسطوانة أو أنبوب .
3. ميزان إلكتروني .

■ خطوات العمل :

1. نأخذ أنبوب جاف و نظيف ثم نقوم بوزنه و هو فارغ (m_0) .
2. باستخدام السحاحة نضع في الأنبوب حجم معين من السائل (V_1) ثم نقوم بوزن الأنبوب و هو مملوء بالسائل (m'_0) .
3. نحسب وزن السائل المدروس (m_1) : $m_1 = m'_0 - m_0$.
4. نقوم بتكرار الخطوات السابقة (1 , 2 , 3) عدة مرات مستخدمين في كل مرة حجم جديد مختلف من السائل المدروس .
5. ثم ننظم الجدول التالي :

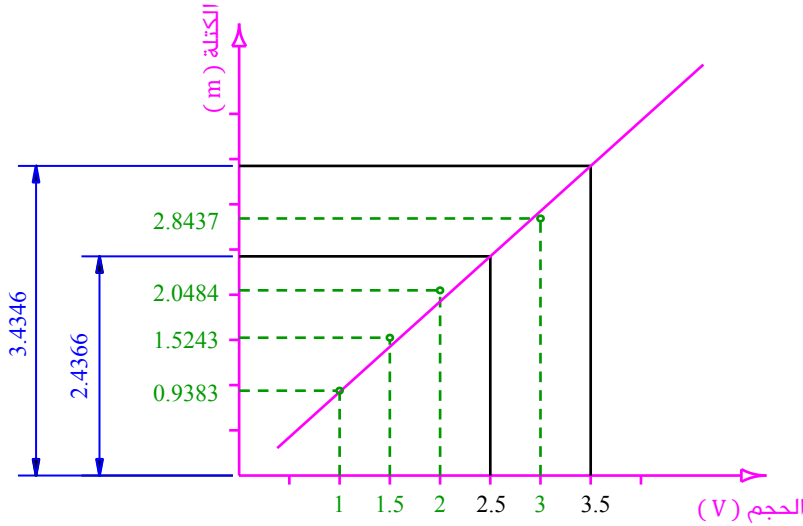
رقم الاختبار	1	2	3	...	n
حجم السائل المدروس V	V_1	V_2	V_3	...	V_n
وزن السائل المدروس m	m_1	m_1	m_3	...	m_n

6. نرسم المنحني البياني (بدلالة الكتلة و الحجم) .
7. نحدد نقطتين على الخط البياني (N_1) & (N_2) و ذلك لتحديد ميل الخط البياني كما يلي : $N_1(V_1, m_1)$ و $N_2(V_2, m_2)$.
8. وبالتالي فإن ميل الخط البياني يعبر عن كثافة السائل : $d = \frac{\Delta m}{\Delta V} = \frac{m_2 - m_1}{V_2 - V_1}$.



تطبيق عملي

رقم الاختبار	1	2	3	4
m_0 وزن الأنبوب وهو فارغ [g]	19.9853	73.5071	71.9246	26.1453
V حجم الأنبوب وهو مملوء بالسائل [cm ³]	1	1.5	2	3
m'_0 وزن الأنبوب وهو مملوء بالسائل [g]	20.9236	75.0314	73.9730	28.9890
m = $m'_0 - m_0$ وزن السائل المدروس [g]	0.9383	1.5243	2.0484	2.8437



نأخذ أربعة أنابيب مختلفة ، و نقوم بوزنهن و هن فارغات ، ثم نملأ كلاً منهن بحجم معين من السائل المدروس (الماء) يختلف من أنبوب لآخر ، ثم نقوم بوزن هذه الأنابيب و هن مملوءات بالسائل ، و بعد ذلك نحسب وزن السائل المدروس لكل من الأنابيب الأنفة الذكر ، و نرتبها وفق جدول كما هو مبين أعلاه .

بعد ذلك نقوم برسم منحني بياني بدلالة الحجم (V) و وزن السائل المدروس (m) للاختبارات الأربعة كما هو مبين بالشكل المجاور .

نحدد نقطتين (لا على التعيين) على محور الحجم و لتكونا على سبيل المثال ($V_1 = 2.5$) و ($V_2 = 3.5$) ، ثم نسقطهما على الخط البياني ، و من نقاط تقاطعهما بالخط البياني نرسم مستقيمين موازيين لمحور الحجم فيتقاطعا مع محور الكتلة بإحداثيات هي : ($m_1 = 2.4366$) و ($m_2 = 3.4346$) .

و بالتالي فإن ميل الخط البياني يعبر عن كثافة السائل :

$$d = \frac{\Delta m}{\Delta V} = \frac{m_2 - m_1}{V_2 - V_1} = \frac{3.4346 - 2.4366}{3.5 - 2.5} = 0.9980 \text{ g/cm}^3$$

إذاً فإن كثافة الماء المدروس (0.9980 g/cm^3) و هو المطلوب .

تجربة قرينة الانكسار

|| 1.2 || الغاية من التجربة :

التعرف نظرياً وعملياً على مقياس قرينة الانكسار وطريقة استخدامه لمعرفة تركيز مادة ما مجهولة التركيز .

|| 2.2 || الأجهزة والأدوات المستخدمة :

1. جهاز قياس قرينة الانكسار .
2. سحاحة .
3. أنابيب اختبار .
4. عينات الاختبار (محلول البنزن مع الأسيتون) .

|| 3.2 || فكرة نظرية :

- عندما يمر شعاع ضوئي من وسط إلى وسط آخر مختلف عنه (هواء - زجاج ، سائل - زجاج ، هواء - سائل ، ...) . فإن هذا الشعاع يعاني انحرافاً عن خط سيره الأول ، فإذا ورد الشعاع الضوئي بزاوية مقدارها (α) بالنسبة إلى الشاقول ، فإنه في الوسط الثاني سينحرف صانعاً مع الشاقول زاوية (β) .
- تعتمد قرينة الانكسار على طبيعة الوسطين اللذين يخترقهما الشعاع الضوئي والضغط والحرارة وعلى طول الموجة الضوئية ، وفي المحاليل فإن قرينة الانكسار تعتمد بالإضافة لما سبق على تركيز المحاليل ، وهذه الحقيقة يمكن استخدامها من أجل معرفة تركيز محلول ما مجهول التركيز .
- تعرف ظاهرة قرينة الانكسار (n) بالعلاقة التالية :

$$n = \frac{\sin\alpha}{\sin\beta}$$

حيث :

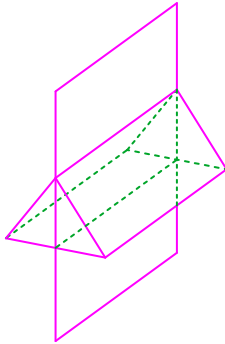
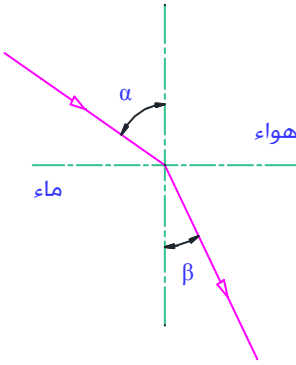
α = زاوية الورود .

β = زاوية الانحراف (الانكسار) .

تقاس عادة قرينة الانكسار في درجة الحرارة (25 °C) & (20 °C) ويرمز لهما (n_D^{25}) & (n_D^{20}) .

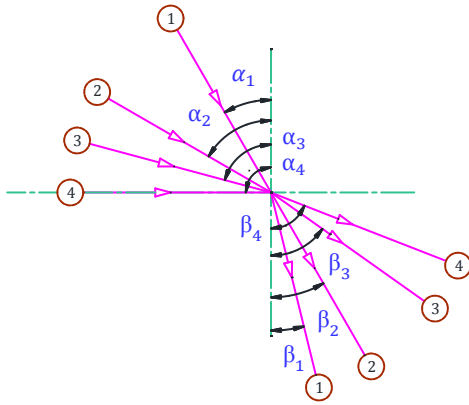
|| 4.2 || وصف الجهاز :

1. موشور زجاجي مشطور إلى قسمين متناظرين ثابت و متحرك :
 2. منفع ضوئي :
 3. منظار :
 4. قرص ضبط :
 5. شاشة عرض :
- تظهر عليها قيمة قرينة الانكسار عند درجة الحرارة الموافقة .



|| 5.2 || مبدأ عمل الجهاز :

- إذا سارت مجموعة من الأشعة الضوئية (حزمة ضوئية) في وسطٍ ما وعبرته إلى وسط آخر أكثر كثافة وذلك من نقطة واحدة (أي تجتمع الأشعة من الوسط الأول في نقطة واحدة على الحد الفاصل بين الوسطين وتعبّر من خلالها إلى الوسط الثاني) .



- فإن زاوية انتشارها في الوسط الثاني الأكثر كثافة ستكون أقل منها في الوسط الأول ، وبالتالي فإن المنطقة المضاءة في الوسط الثاني أقل من المنطقة المضاءة في الوسط الأول (أي المنطقة المظلمة في الثاني أكبر من المظلمة في الأولى) .
- فبملاحظة الشكل المبين وفي حال كانت زاوية ورود الشعاع تتناهي إلى (90°) أي على اعتباره منطبقاً على الحد الفاصل بين الوسطين ، كما هو حال الشعاع (4) حيث تكون (90° → α₄) وبالتالي فإن قرينة الانكسار تصبح كما يلي :

$$n = \frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = \frac{1}{\sin \beta}$$

وفي هذه الحالة يمكن تعيين قرينة الانكسار (n) بمجرد معرفة زاوية الانكسار (β) .

6.2 || تشغيل الجهاز :

1. نتأكد من نظافة الموشور وذلك بتحريك الشطر العلوي المتحرك من الموشور ورفعها عن الشطر السفلي الثابت وتنظيفه بمواد طيارة (مع التحذير من عدم غسله بالماء أو غسله بأية مواد غير طيارة أو حتى مسحه بالقماش) .
2. نزود الجهاز بالطاقة الكهربائية (on) .
3. نضع العينة على الشطر الثابت من الموشور (بضع قطرات صغيرة) بحيث تشكل طبقة رقيقة بين شطري الموشور .
4. نحكم إغلاق شطري الموشور على بعضهما ثم نقوم بتوجيه المنبع الضوئي بشكل مناسب على الشطر العلوي من الموشور ثم نلاحظ من خلال المنظار كل من المنطقتين المظلمة والمضاءة .
5. نقوم بضبط الحد الفاصل بين المنطقتين (المضاءة والمظلمة) على نقطة تقاطع المحورين الظاهريين في المنظار بحيث يصبح (—X—) وذلك باستخدام قرص الضبط (التعديل) الموجود على يمين الجهاز .
6. نضغط على زر (Read) ونلاحظ شاشة الجهاز حيث تظهر النتيجة .
7. نرفع الشطر المتحرك ونقوم بتنظيف شطري الموشور كما سبق ونكرر الخطوات السابقة عند القيام باختبار آخر .

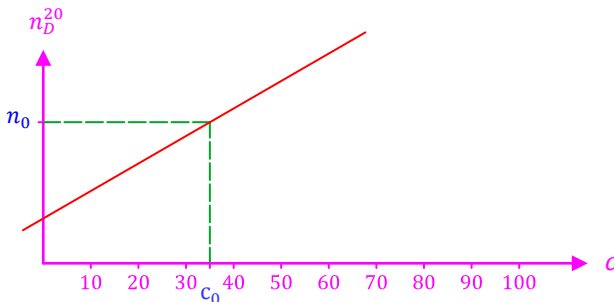
7.2 || مثال عملي :

نقوم به لمعرفة تراكيز محلول (البنزن مع الأسيتون) .

1. نحضر خليطاً من البنزن والأسيتون بنسب حجمية وفق الجدول التالي :

أسيتون	00	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
بنزن	100	90	80	70	60	50	40	30	20	10	00

2. نقوم بتعيين قرينة الانكسار لكل من التراكيز السابقة وذلك عند درجة حرارة واحدة .
3. نرسم المنحني البياني لقرينة الانكسار (n) كتابع للتركيز (c) أي $n = f(c)$.
4. نعين قرينة انكسار المحلول ذو التركيز المجهول (n₀) .
5. نحدد (n₀) على محور القرينة (n) ثم نرسم منها عموداً على هذا المحور فيكون مواز لمحور التراكيز فيتقاطع مع $n = f(c)$ في نقطة نزل منها عموداً على محور التراكيز فيتقاطع معه في نقطة (c₀) و بالتالي يمكن معرفة تركيز هذا المحلول .



ملاحظات :

- يمكن اتباع هذه الطريقة تعيين نسبة الماء في خليط من الماء والكحول أو خليط الأسيتون مع الكحول ، وبالتالي دراسة محلول الخليط لأي سائلين نقيين قابلين للامتزاج .

- باستخدام قيم الانكسار (التي تعتبر دقيقة جداً) يمكن الحصول على معلومات مفيدة حول تركيب مادة ما ولهذا الغرض يستخدم التعبير (الانكسار الجزئي) والمعروف بالعلاقة التالية :

$$R_m = \frac{n^2 - 1}{n^2 + 2} \cdot \frac{M}{d}$$

حيث :

$$R_m = \text{الانكسار الجزئي} . \quad d = \text{الكثافة (g/cm}^3 \text{)} .$$

$$M = \text{الوزن الجزئي للمادة} . \quad n = \text{قرينة الانكسار} .$$



تطبيق عملي

نقوم بتحضير خليطاً من البنزن والأسيتون بنسب حجمية وفق الجدول التالي :

بنزن	100	75	50	25	0
أسيتون	0	25	50	75	100

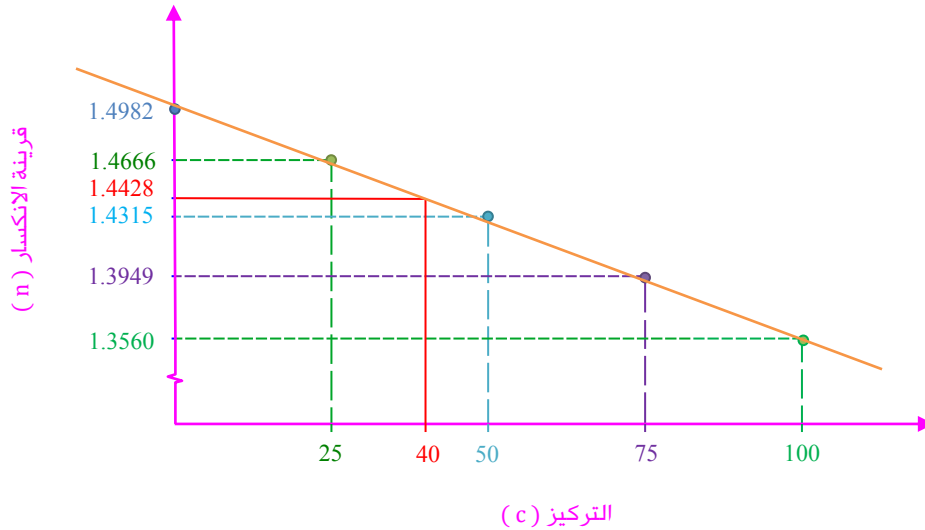
نقوم بتعيين قرينة الانكسار لكل من التراكيز السابقة وذلك عند درجة حرارة واحدة من خلال جهاز قرينة الانكسار :

بنزن	100	75	50	25	0
أسيتون	0	25	50	75	100
قرينة الانكسار	1.4982	1.4666	1.4315	1.3949	1.3560

نرسم المنحني البياني لقرينة الانكسار (n) كتابع للتركيز (c) أي : $n = f(c)$.

ثم نقوم بتحضير خليطاً من البنزن والأسيتون بنسب حجمية لا على التعيين ، فنجد أن قرينة الانكسار للعينة المختبرة (1.4428) .

نحدد (1.4428) على محور القرينة (n) ثم نرسم منها عموداً على هذا المحور فيكون مواز لمحور التراكيز فيتقاطع مع $n = f(c)$ في نقطة ، ثم ننزل منها عموداً على محور التراكيز (c) فيتقاطع معه في نقطة هي (40) .



إذا تركيز الأسيتون (40 %) ، وعليه فإن تركيز البنزن (60 %) وهو المطلوب .

تجربة المثفلة

|| 1.3 || الغاية من التجربة :

قياس كمية الماء و الرواسب في النفط الخام و في المشتقات النفطية باستخدام طريقة القوة النابذة (جهاز المثفلة) ، و تطبق هذه الطريقة عندما يكون تماسك المستحلب المشكل من الماء و النفط ضعيفاً ، أما عندما يكون قوياً فقد لا تنفع هذه الطريقة ، لذلك نلجأ إلى طرق الاستخلاص (طريقة دين ستارك مثلاً) .

|| 2.3 || وصف الجهاز :

1. جهاز القوة النابذة :

يستطيع حمل أنبوبان أو أكثر على الرأس الدوار حيث تكون سرعة دوران المحرك قابلة للتعديل لتعطي قوة نابذة نسبية (rcf) التي تتراوح بين (500 - 800) في رأس الأنبوب الحامل المثبت على الرأس الدوار .

- و يجب أن يمسك الرأس الدوار بالأنابيب بقوة كافية لتثبيتها أثناء الدوران .
- و يجب أن يكون جهاز الدوران موضوع ضمن هيكل معدني (صندوق) ليخفف من الأخطار إذا ما حصل كسر في مكان ما .

وتحسب سرعة دوران الرأس الدوار من العلاقة :

$$\text{rpm} = 265 \sqrt{\frac{\text{rcf}}{d}}$$

حيث :

rcf = القوة النابذة النسبية .

d = قطر التآرجح ، و يقاس بالمسافة بين رأس الأنبوب الأول و الثاني الواقع أمامه في وضع الدوران ، و يقدر بـ (cm) .

2. أنبوب القوة النابذة :

- له شكل مخروطي .
- و أبعاده قياسية .
- و مصنوع من الزجاج المقاوم الصافي .
- و عليه خطوط تدريج يجب أن تكون واضحة .
- و فوهته مصنوعة بشكل يمكن سدها بواسطة سدادة فلين .
- و سلمه معاير بالنسبة إلى حجم الماء (أسفل التقعر) في الدرجة (20 °C) .

3. حمام :

يستخدم فيه مائع ، أو يمكن أن يكون من المعدن الذي فيه تجويف بحيث يتسع للأنبوب العياري و يغمس فيه حتى العلامة (100 mm) و يجب أن يسخن إلى الدرجة (49±1 °C) و (60±1 °C) .

|| 3.3 || المحل :

• التولوين :

- مواصفته محددة في (ASTM D-362) و هو من النوع الصناعي التجاري و يستخدم كمُحل .
- المحل يجب أن يكون مشبعاً بالماء في الدرجة العادية من الحرارة ، و يتم إشباعه بإضافة (2 mm) من الماء إلى (1000 mm) من المحل .
- و يجب خلطهما بشكل جيد بواسطة الخض ، ثم يتركا للرقود وقت مناسب للتأكد من أن المحل الآن خالي من الماء المعلق قبل استخدامه (يجب أن يذوب الماء في التولوين تماماً) .

• ملاحظة :

بعض زيوت النفط قد تتطلب نوعاً واحداً من المحل أو نوعين لإزالة (فض) المستحلب ، و هذا يمكن أن يتم بناء على اتفاق مسبق بين البائع والشاري المهتمون بمواصفات المنتج .

|| 4.3 || العينة :

- يجب أن تكون مماثلة لكمية النفط الخام التي يتوجب تحديد نسبة الماء فيها .
- كما يجب خض العينة بشدة قبل وضعها في أنبوب القوة النابذة .
- كما يكمن تسخينها قليلاً لتسهيل خلطها .

|| 5.3 || طريقة العمل :

1. نملأ كلا أنبوبي القوة النابذة بكمية (50 mm) من المحل ، و بعدها نصب فوراً العينة المخضوضعة بشكل جيد حتى العلامة (100 mm) ، ثم نسد الأنبوبين بسدادتي فلين ، ثم نخضهما بشكل جيد و بشدة حتى تمتزج مكونات كل أنبوب .
2. نضع الأنبوبين في حمام درجة حرارته (49 ± 1 °C) و نغمرهما حتى العلامة (100 mm) و لمدة عشر دقائق .
3. نأخذ الأنبوبين و نحرکہما بقلبهما رأساً على عقب لخلط مكونات كل منهما بشكل جيد .
4. نضع الأنبوبين على الرأس الدوار في الجهاز ، و بحيث يكونان في وضع متقابل (من أجل التوازن) ، ثم نغلق غطاء الصندوق و نقفله بإحكام .
5. نشغل الجهاز لمدة عشر دقائق بمعدل سرعة يحسب من العلاقة سالفة الذكر أي من العلاقة ($rpm = 265 \sqrt{\frac{rcf}{d}}$) ، و بحيث تكون كافية لإعطاء قوة نابذة نسبية (rcf) التي تتراوح بين (500 - 800) على رأس الأنبوب .
6. نقرأ أو نسجل حجم الماء و الرواسب في قعر كل أنبوب :
 - < بدقة (0.05 mm) في المجال (0.1 - 1 mm) .
 - < و بدقة (0.1 mm) لأكثر من (1 mm) .
 - < و بدقة (0.025 mm) لأقل من (0.1 mm) .
7. نُعيد الأنبوبين إلى جهاز القوة النابذة بدون خضهما ، و نشغله لمدة عشر دقائق أخرى بنفس معدل السرعة ، ثم نكرر هذه الخطوة حتى يبقى حجم الماء و الرواسب ثابتاً لمرتين متتاليتين ، و عادة لا يتطلب أكثر من مرتين .

🔍 ملاحظة :

إذا لاحظنا أن الشمع يساهم في كمية الماء و الرواسب ، يسخن مزيج العينة و المحل للدرجة (60 °C) قبل وضعهم في جهاز القوة النابذة .

|| 6.3 || الحساب و التقرير :

1. نقرأ الحجم النهائي للماء و الرواسب في كل أنبوب ، فنكتب النتيجة على أساس أنها نسبة مئوية ، و القيم التي تقل عن (0.05) تعطى على أساس الصفر أو كما هي (0.05) .
2. نذكر المُحل المستخدم (إذا كان غير التولوين) ، و كذلك اسم و كمية المادة المخربة للمستحلب و درجة حرارة الحمام .

**تطبيق عملي**

- 👉 يجب على الطالب التعرّف على الجهاز و عمله .
- 👉 يجب على الطالب التدرّب على تحضير العينات .
- 👉 يجب على الطالب معرفة أخذ القراءات و حساب النتائج .



تجربة المرمدة

|| 1.4 || الغاية من التجربة :

تحديد نسبة الرماد في النفط ومشتقاته مثل النفط الخام ، نواتج عملية التقطير ومخلفاتها ، زيت التزيت ، الشموع ومنتجات النفط الأخرى والتي تحوي مواد مشكلة للرماد وغير مرغوب بوجودها أو أنها ضارة (الرماد ينتج عن المركبات المعدنية التي توجد في النفط الخام ومنتجاته أو على شكل إضافات بما في ذلك المركبات العطرية) .

|| 2.4 || ملخص التجربة :

توضع العينة في بوتقة مناسبة وتحرق ، ومنتظر حتى يتم إحراق معظم العينة ويتبقى فيها بعضاً من الرماد و الكربون ، والمخلفات الكربونية تحرق في فرن كهربائي يسخن للدرجة (775 °C) ، وتبرد البوتقة بعدها ثم توزن ثانية .

|| 3.4 || وصف الجهاز :

- وعاء احتراق أو بوتقة مصنوعة من البلاتين أو السيلكا أو البورسلين ولها السعة (90 - 120 mm) .
- فرن كهربائي يستطيع المحافظة على درجة الحرارة (775±25 °C) ، وله جهاز مناسب في مقدمته ومؤخرته بحيث يسمح بانسياب تيار هوائي عبر الحجرة الداخلية للفرن .

|| 4.4 || طريقة العمل :

1. نكلس البوتقة الفارغة في الفرن الكهربائي في الدرجة (700 - 800 °C) ولمدة (10) دقائق أو أكثر وذلك بوضع البوتقة داخل الفرن ومن ثم تشغيله بعد تعبيره على الدرجة المطلوبة حيث تبقى البوتقة في هذه الدرجة لمدة (10) دقائق أو أكثر ومن ثم تؤخذ من الفرن وتوضع في مبرد زجاجي (حاوي على مواد ماصة للرطوبة) حتى تبرد إلى الدرجة العادية من الحرارة ثم توزن فارغة باستخدام ميزان حساس وبدقة (0.1 mg) .
2. إن كمية العينة التي تؤخذ للاختبار تعتمد على مقدار الرماد الممكن وجوده فيها ، نزن في البوتقة كمية من العينة كحد أقصى (100 g) بحيث ينتج عنها (20 mg) كحد أقصى ، ومن أجل المواد التي تتطلب كمية أكبر من العينة (أكبر من عبوة واحدة البوتقة) ، نستخدم بوتقة مناسبة ونحسب الوزن من الفرق بين وزنها البدائي والنهائي .
ثم نزن العينة بدقة (0.1 mg) ثم نسخن البوتقة حتى تشتعل مكوناتها مشكلة لها ، ونحافظ على هذا الوضع بحيث تتابع العينة احتراقها وبشكل متجانس ومعتدل وحتى يتبقى منها الرماد والفحم .

☞ ملاحظة :

1. إذا حوت العينة على كمية كافية من الرطوبة بحيث تسبب تدهيماً وفقداناً للمادة ، نهمل العينة ولا نتابع العمل بها ، وإلى كمية أخرى من العينة نضيف من (1 - 2 mm) الكحول الأيزوبروبيلي قبل تسخينها وإذا لم تكن هذه الكمية كافية نضيف (10 mm) من خليط البنزين والكحول الأيزوبروبيلي ونمزجه مع العينة جيداً ثم نضع بداخلها بعض قطع ورق الترشيح عديم الرماد ونسخن ، وعندما يبدأ ورق الترشيح بالاحتراق فإن القسم الأكبر من الماء سوف يُطرد .
3. نضع البوتقة مع المخلفات في فرن كهربائي ونسخنه حتى الدرجة (775±25 °C) وحتى تختفي كل المخلفات الكربونية ، ثم نبرد العينة إلى الدرجة العادية وذلك باستخدام مجفف زجاجي حاوي على مواد ماصة للرطوبة وبعدها نزن البوتقة ثانية .
4. نكرر ما سبق في (2 - 3) وذلك بتسخين البوتقة إلى الدرجة (775±25 °C) ولمدة (20 - 30) دقيقة أخرى ثم نبرد ، ونزن البوتقة مرة ثانية ، نكرر العمل للمرة الثالثة وحتى يصبح وزن البوتقة ثابتاً أو لا يختلف لمرتين متتاليتين عن (0.5 mg) .

|| 5.4 || الحساب و التقرير :

1. نحسب النسبة المئوية الوزنية للرماد في العينة كما يلي :

$$\text{Ash \%} = \frac{w}{W} \times 100$$

حيث :

$$w = \text{وزن الرماد بـ (g)} .$$

$$W = \text{وزن العينة بـ (g)} .$$

2. نقدم تقريراً معطياً النتيجة إلى أقرب رقمين بعد الفاصلة وعلى أساس أن الاختبار تم وفق الطريقة (ASTM D 482 - IP 4) موضحاً العينة المستخدمة في التجربة .

3. دقة العمل :

- نشك في صحة النتائج إذا اختلفت النتائج في تجربتين لنفس العينة ومن قبل نفس الشخص المجرب بأكثر من القيم التالية :

الفرق عند التكرار	محتوى الرماد / وزنا
0.002	0.002 - 0.15

- نسبة الرماد المحددة من قبل مختبرين مختلفين ولنفس العينة يجب أن لا تزيد عن القيم التالية :

الفرق عند التكرار (مختبرين)	محتوى الرماد / وزنا
0.004	0.002 - 0.15



تطبيق عملي

نكّس بوتقة فارغة باستخدام الفرن الكهربائي وذلك بوضعها فيه وتسخينه حتى الدرجة (700 - 800 °C) ولمدة (10) دقائق ، بعد ذلك نخرج البوتقة من الفرن ونضعها في مبرد زجاجي حتى تبرّد إلى درجة الحرارة العادية (درجة حرارة المخبر) ، ثم نزن البوتقة وهي فارغة (m_0) باستخدام ميزان إلكتروني حساس .

نملأ البوتقة بالسائل المدروس ثم نقوم بوزنها (m'_1) .

نحرق البوتقة ومنتظر حتى يتم احتراق العينة المدروسة ، فيبقى في البوتقة الرماد و مخلفات الاحتراق الكربونية .

نضع البوتقة مع المخلفات في فرن كهربائي ونسخنه حتى الدرجة (775 ± 25 °C) ولمدة (20 - 30) دقيقة حتى تختفي كل المخلفات الكربونية ، بعد ذلك نخرج البوتقة من الفرن ونضعها في مبرد زجاجي حتى تبرّد إلى درجة الحرارة العادية (درجة حرارة المخبر) ، ثم نزن البوتقة (m'_2) .

و هكذا نضع البوتقة في الفرن ثم نبردها و نقوم بوزنها حتى يصبح وزن البوتقة ثابتاً أو لا يختلف لمرتين متتاليتين عن (0.5 mg) .

نورد النتائج في جدول كما يلي :

m_0 وزن البوتقة وهي فارغة [g]	56.0140
m'_1 وزن البوتقة وهي مملوء بالسائل [g]	124.6825
m'_2 وزن البوتقة بعد إجراء التجربة [g]	56.0150
$W = m'_1 - m_0$ وزن السائل المدروس [g]	68.6685
$w = m'_2 - m_0$ وزن الرماد [g]	0.0010

نحسب النسبة المئوية الوزنية للرماد في العينة كما يلي :

$$\text{Ash \%} = \frac{w}{W} \times 100 = \frac{0.0010}{68.6685} \times 100 = 0.0015 \%$$

إذاً النسبة المئوية للرماد في العينة المدروسة هي (0.0015 %) وهو المطلوب .



تجربة الـ (PH)

||1.5|| الغاية من التجربة :

قياس درجة حموضة المحاليل ، أي تحديد الـ (PH) و ذلك باستخدام جهاز إلكتروني يعمل مع مسرى زجاجي خاص لقياس حموضة المحاليل في المجال (0 → 14) .

||2.5|| فكرة نظرية عن الـ (PH) :

- نعلم بأن حموضة محلول ما ، إنما هي مرتبطة مباشرة بتركيز شوارد الهيدروجين (H⁺) في المحلول ، و أن قلوية محلول ما إنما هي مرتبطة بتركيز شوارد الهيدروكسيد (OH⁻) .
- و مهما كانت طبيعة المحلول (حمضي أم أساسي) فإن :

$$[H^+] \cdot [OH^-] = 10^{-14} \text{ (g-ion/leter) } \dots (\star)$$

- الماء المقطر عند درجة الحرارة (25 °C) تكون فيه تركيز شوارد الهيدروجين (H⁺) و شوارد الهيدروكسيد (OH⁻) على الشكل التالي :

$$[H^+] = [OH^-] = 10^{-7}$$

- فإذا أضفنا لهذا الماء عدة قطرات من حمض ، فإن شوارد الهيدروكسيد (OH⁻) ينقص تركيزها و يزداد تركيز شوارد الهيدروجين (H⁺) بحيث يبقى جداءهما ثابتاً ، و كذلك عند إضافة الأساس للماء (المحلول) فإن تركيز شوارد (OH⁻) تزداد و ينقص تركيز شوارد (H⁺) .
- بالعودة إلى العلاقة (★) و بأخذ لوغاريتم الطرفين نجد أنّ :

$$\log ([H^+] \cdot [OH^-]) = \log (10^{-14})$$

$$\log ([H^+]) + \log ([OH^-]) = - 14$$

لكن باعتبار أن تركيز شوارد الهيدروجين تبلغ المقدار :

$$[H^+] = 10^{-PH} \dots (\star\star)$$

و بأخذ لوغاريتم الطرفين للعلاقة (★★) ينتج :

$$\log ([H^+]) = \log ([10^{-PH}])$$

$$PH = -\log ([H^+])$$

- و بالتالي فإن قيمة الـ (PH) المصطلحة للدلالة على حموضة المحاليل (أو أساسيتها) سوف تتراوح في المجال (0 → 14) و بالتالي يمكن الحكم على أي محلول بدلالة الـ (PH) على الشكل التالي :

$$PH < 7 \quad \leftarrow \text{الوسط حمضي}$$

$$PH > 7 \quad \leftarrow \text{الوسط قلوي (أساسي)}$$

$$PH = 7 \quad \leftarrow \text{الوسط متعادل}$$

||3.5|| بعض طرق قياس حموضة المحاليل :

1. باستخدام الأدوات الكاشفة .
2. باستخدام المسرى الزجاجي .

||4.5|| الأوراق الكاشفة :

كان يتم الاعتماد على الأوراق الكاشفة لقياس حموضة المحاليل و ذلك من خلال تلونها بألوان مختلفة باختلاف قيمة الـ (PH) ، إذ أنها مشربة ببعض الأصبغة الخاصة و التي تتغير لونها عند تراكيز معينة من شوارد الهيدروجين (H⁺) و شوارد الهيدروكسيد (OH⁻) المحددة مسبقاً ، (أي التعرف على درجة حموضة المحاليل بدلالة اللون) .

|| 5.5 || المسرى الزجاجي :

بعد التطور الكبير في مجال الكيمياء الكهربائية و الإلكترونيات ، فقد تم التوصل إلى استخدام مسرى زجاجي خاص مرتبط مع جهاز إلكتروني معاير مسبقاً يقوم بقياس الـ (PH) للمحاليل ، و ذلك عند غمس المسرى الزجاجي في المحلول المدروس ، و نقرأ القيمة مباشرة على مقياس أو شاشة إلكترونية ، و تكون الدقة في القياس باستخدام المسرى الزجاجي أكبر بكثير من القياس بالأوراق الكاشفة ، و العملية تتم بسرعة أكبر .

■ وصف المسرى الزجاجي :

- هو عبارة عن أنبوب من الزجاج المعالج بطرق خاصة ، حيث أن تركيب مادته يؤثر كثيراً على دقة القياس .
- يوجد في الأنبوب الزجاجي ما يلي :

1. حساس حراري :

لمعرفة درجة حرارة المحلول المدروس .

2. سلك معدني في داخل الأنبوب :

مغمور في محلول ذي درجة حموضة محددة بدقة (و يشكل هذا السلك أحد أقطاب خلية كهربائية) .

3. سلك معدني آخر يصل إلى نهاية الأنبوب :

ليستشعر حالة المحلول المدروس (و يشكل هذا السلك القطب الثاني للخلية الكهربائية) .

- يتشكل لدينا خلية كهربائية قطبيها على تماس مع محلولين مختلفي التركيز ، فتنشأ فيها قوة محركة كهربائية يمكن قياسها ، وهذه القوة لا تنتج عن انتقال الإلكترونات بل عن انتقال شوارد الهيدروجين من و إلى المسرى و ذلك حسب تركيز هذه الشوارد في المحلول المدروس .
- قيمة فرق الكمون الناتجة عن الخلية تساق إلى دارة تضخيم إلكترونية و تعالج ضمن وحدة المعالجة للجهاز بحيث تعبر عن قيمة فرق الكمون بقيمة الـ (PH) .

|| 6.5 || طريقة عمل الجهاز :

1. ننزع السدادة المطاطية (أو أنبوب الحماية) .
2. نغسل المسرى الزجاجي بشكل جيد بالماء المقطر .
3. نغذي الجهاز بالتيار الكهربائي (Power) .
4. نعاير الجهاز باستخدام محاليل المعايرة المرفقة مع الجهاز .
5. نضع العينة المدروسة في وعاء ملائم (بيشر أو أنبوب اختبار) .
6. نغمس الأنبوب الزجاجي (حتى أعلى الحبابة السفلية) ضمن العينة المدروسة .
7. نضغط (Enter) ثم نضغط (Enter) مرة ثانية ، فنلاحظ أن رمز الـ (PH) يومض بشكل متواصل على الشاشة ، بعد ذلك ننتظر حتى يستقر رمز الـ (PH) ، و عندما يستقر تكون القيمة الظاهرة على الشاشة هي قيمة الـ (PH) للمحلول المدروس و ذلك عند درجة حرارة القياس الظاهرة على الشاشة أيضاً .

🔍 ملاحظة :

يجب غسل المسرى الزجاجي بشكل جيد بعد كل قياس نقوم به .

**تطبيق عملي**

- 👉 نشغل الجهاز ونعايره .
- 👉 نحضر العينة المدروسة في بيشر .
- 👉 نغمس الأنبوب الزجاجي للجهاز في البيشر الحاوي على العينة المدروسة بشكل جيد (أي حتى أعلى الحبابة السفلية) .
- 👉 ثم ننتظر قليلاً حتى يثبت رمز الـ (PH) على الشاشة .
- 👉 و عند ثبات رمز الـ (PH) نأخذ القراءة من الشاشة .
- 👉 فنجد أن درجة حموضة العينة المدروسة الـ (PH) هي (8.49) و ذلك عند درجة الحرارة (25.5 °C) و هو المطلوب .

تجربة اللزوجة

|| 1.6 || مقدمة :

كل مائع (سائل) لزوجته يمكن إحساس شدتها عند حركة أصابع اليد المغموسة بذلك السائل ، و القوة الناتجة منها عند حركة جسم في ذلك السائل أشبه بقوة الاحتكاك الناتجة من حركة جسمين على بعضهما .

|| 2.6 || الغاية من التجربة :

تعيين اللزوجة الديناميكية و الكينماتيكية للمنتجات النفطية السائلة .

|| 3.6 || اللزوجة الكينماتيكية (التحريكية) :

- هي المقاومة التي يبديها السائل للتدفق تحت تأثير الجاذبية (أي هي ممانعة السائل للحركة) ، و يمكن قياسها باستخدام مقياس اللزوجة [Viscometer (أنبوب شعري معاير لهذه الغاية)] .
- و تحسب بقياس الزمن اللازم بالثواني للانتساب الحر لحجم معين من السائل من خلال أنبوب شعري (مقياس الكثافة) مضروباً بثابت الأنبوب الشعري .
- واحدة اللزوجة الكينماتيكية هي الستوكس (Stokes) حيث :

$$\text{Stokes} = \frac{\text{cm}^2}{\text{sec}}$$

- ويرمز لها بـ (st) و أجزاءه هي : السنطي ستوكس (cst) حيث (1st=100 cst) ، و الميلي ستوكس (mst) حيث (1st=1000 mst) .
- كما يمكن قياس اللزوجة الكينماتيكية باستخدام جهاز قياس اللزوجة ذي القرص الدوار المعتمد على ميزة الاحتكاك بين السائل والقرص الناتج عن اللزوجة .

|| 4.6 || اللزوجة الديناميكية (الحركية) :

- هي أيضاً مقياس لمدى مقاومة سائل ما للتدفق تحت تأثير الجاذبية ، و تسمى أحياناً باللزوجة المطلقة ، و تحسب بضرب قيمة اللزوجة الكينماتيكية بكثافة السائل مقاسة في نفس درجة الحرارة .
- واحدة اللزوجة الديناميكية هي البواز (Poise) حيث :

$$\text{Poise} = \frac{\text{dyne} \cdot \text{cm}}{\frac{\text{cm}}{\text{sec}} \cdot \text{cm}^2} = \frac{\text{dyne} \cdot \text{sec}}{\text{cm}^2} = \frac{\text{gr}}{\text{cm} \cdot \text{sec}}$$

- ويرمز لها بـ (p) و أجزاءه هي : السنطي بواز (cp) حيث (1p=100 cp) ، و الميلي بواز (mp) حيث (1p=1000 mp) .

|| 5.6 || العوامل المؤثرة على اللزوجة (لزوجة السوائل) :

1. درجة الحرارة :
تقل اللزوجة بارتفاع درجة حرارة السوائل .
2. الوزن الجزيئي :
تزداد اللزوجة بازدياد حجم الجزيء (أي الوزن الجزيئي) في المركبات المتجانسة .
3. قوى التجاذب :
تُعتبر قوى الجذب بين الجزيئات مبدئي للزوجة السوائل ، حيث كلما ازداد قوى التجاذب بين الجزيئات تزداد صعوبة حركة جزيئات السائل و بالتالي تزداد اللزوجة .
4. وجود مواد ذائبة في السائل :
بعض هذه المواد يزيد اللزوجة و بعضها الآخر ينقصها .
5. الضغط :
زيادة الضغط على السائل تؤدي إلى ازدياد قوى التجاذب بين جزيئات السائل و بالتالي تزداد اللزوجة بعض الشيء .
6. شكل الجزيء و تركيبه :
السوائل ذات الجزيئات الكبيرة و غير المنتظمة في الشكل تكون أكثر لزوجة من السوائل ذات الجزيئات الصغيرة و المتماثلة في الشكل .

|| 6.6 || مراحل إجراء التجربة :

1. نضع حجم مناسب من العينة المدروسة في وعاء مناسب (بيشر) .
2. نقوم بتثبيت محور أحد الأقراص الدوارة (R₂ , R₃ , R₄ , R₅ , R₆ , R₇) على الجهاز .
3. نغمس القرص الدوار في السائل حتى علامة التضييق .
4. نغمس الحساس الحراري في السائل (أي في العينة المدروسة) .
5. نضبط أفقية الجهاز .
6. نقوم بتشغيل الجهاز (أي وصل الطاقة الكهربائية إليه) .
7. نضغط (Enter) ، ثم ندخل رقم القرص المستخدم (R₂ , R₃ , R₄ , R₅ , R₆ , R₇) و نضغط (Enter) ، ثم ندخل سرعة الدوران المطلوبة (rpm) و نضغط (Enter) ، و بعد ذلك نضغط (Start) ، حيث زيادة و إنقاص القيم المدخلة يتم باستخدام الزرين (up , down) .
8. فيظهر على الشاشة : النسبة المئوية للاستفادة (الملائمة) و قيمة اللزوجة المقاسة في درجة الحرارة الظاهرة على الشاشة .
9. نقوم بتعديل سرعة الدوران بما يعطي أعلى نسبة استفادة (ملائمة) .
10. نقوم بتبديل القرص بقرص آخر و نكرر نفس الخطوات السابقة حتى نحصل على اللزوجة المطلوبة .



تطبيق عملي

رقم الاختبار	القرص	السرعة [rpm]	النسبة المئوية للملائمة [%]	قيمة اللزوجة [mp]
1	R ₃	0.3	0.0	-
2	R ₃	3	0.0	-
3	R ₃	10	0.0	-
4	R ₃	20	8.3	410
5	R ₃	30	12.6	420
6	R ₃	50	21.1	420
7	R ₃	60	52.2	420
8	R ₃	200	85.5	420
9	R ₅	0.3	0.0	-
10	R ₅	20	0.0	-
11	R ₅	50	0.0	-
12	R ₅	60	6.4	430
13	R ₅	100	10.5	420
14	R ₅	200	12.0	420
15	R ₂	0.3	0.0	-
16	R ₂	6	0.0	-
17	R ₂	20	18.7	379
18	R ₂	50	47.7	383
19	R ₂	60	57.4	383
20	R ₂	100	91.4	387

نُتبت بداية أحد الأقراص المرافقة للجهاز و هي عبارة عن ستة أقراص (R₂ , R₃ , R₄ , R₅ , R₆ , R₇) ، مع التنبيه أن للخبرة دور في ذلك ، و ذلك لاختصار الوقت الذي نحن بأمس الحاجة إليه .

نحضر العينة المدروسة في بيشر .

نغمس القرص الدوار في السائل حتى علامة التضييق ، بالإضافة إلى غمس الحساس الحراري في العينة المدروسة ، ثم نضبط أفقية الجهاز .

نشغل الجهاز ، و ندخل رقم القرص الذي قمنا بتركيبه على الجهاز ، و سرعة دوران القرص ثم نعطيه أمر أبدأ ، فيبدأ القرص بالدوران ضمن العينة المدروسة .

فتظهر على الشاشة نتائج الاختبار من : النسبة المئوية للملائمة ، و درجة الحرارة الموافقة لذلك ، و قيمة اللزوجة إن وجدت (فربما الجهاز لا يستطيع استشعار قيمة اللزوجة وذلك إذا وردنا للجهاز قرص و سرعة دوران له غير ملائمين نسبياً) أي أن النسبة المئوية للملائمة معدومة ، علماً أن الجهاز يصدر صفير إنذار إذا تجاوزنا المعقول في توريدينا للبيانات .

بعد ذلك نغير سرعة الدوران بالتدريج حتى نحصل على أعلى نسبة مئوية للملائمة والتي يجب أن تشارف من أعتاب المئة أو بالقرب من ذلك أي في بحر التسعينات ، و إلا نغير القرص ونضبط السرعة المختلفة له حتى الحصول على ذلك .

نشكّل جدول ، فنجد أن أعلى نسبة مئوية للملائمة هي (91.4 %) و عليها تكون لزوجة العينة المدروسة هي (387 mp) وهو المطلوب .



تجربة الـ (elementar)

|| 1.7 || مقدمة :

- تعددت طرق تحليل المركبات العضوية حيث كان التحليل فيها يتم بشكل يدوي و بعد التطورات من الناحية العلمية و التصنيعية ظهرت مجموعة من الأجهزة المختصة بتحليل عنصر محدد أو أكثر من عنصر .
- ويعتبر جهاز الـ (elementar) جهاز مختص بتحليل العناصر { C ; H ; S ; N ; O } الكربون و الهيدروجين و الكبريت و النيتروجين بالإضافة إلى الأوكسجين .

|| 2.7 || الغاية من التجربة :

التعرف نظرياً و عملياً على جهاز الـ (elementar) و كيفية استخدامه لمعرفة نسب كلاً من { C ; H ; S ; N ; O } في العينة المدروسة .

|| 3.7 || الأجهزة والأدوات المستخدمة مع الجهاز :

1. أسطوانة غاز الهيليوم [ذات النقاوة (% 99.999)] .
2. أسطوانة غاز الأوكسجين [ذات النقاوة (% 99.999)] .
3. ميزان حساس من أجل وزن العينة قبل وضعها في الجهاز .
4. جهاز حاسب منصّب فيه البرنامج الخاص بالجهاز حيث يتم الوصل بين الحاسب وجهاز الـ (elementar) عن طريق هذا البرنامج .
5. مجموعة من الأدوات من أجل تحضير العينات المدروسة .

|| 4.7 || الأجزاء التي يتألف منها الجهاز :

1. صينية العينات :
حيث تتسع لـ (80) عينة دفعة واحدة .
2. الفرن الداخلي :
الذي يسمح بالوصول لدرجة الحرارة المناسبة (1100 - 1200 °C) .
3. أنبوب الحرق :
ضمنه يتم إحراق العينة المدروسة .
4. أنبوب الإرجاع :
ضمنه يتم إرجاع العناصر المحترقة .
5. أنبوب الوصل :
يصل بين أنبوبي الحرق و الإرجاع .
6. كبسولات خاصة لمنع الرطوبة :
مملوءة بمادة القطن الصناعي الحراري و مواد ماصة للرطوبة .
7. الكاشف (TCD) :
وظيفته كشف غاز الهيليوم مع ما يحمله من غازات .
8. مفتاح ضبط تدفق الأوكسجين :
يعمل على زيادة أو انقاص تدفق الأوكسجين المار للفرن .
9. المصائد الثلاث :
وظائفها اصطياد الغازات .

|| 5.7 || وظيفة الجهاز :**■ يقوم الجهاز بتحديد نسب كل من العناصر التالية :**

1. (C) : نسبة الكربون كنسبة مئوية .
2. (H) : نسبة الهيدروجين كنسبة مئوية .
3. (N) : نسبة النترجين أو الأزوت كنسبة مئوية .
4. (S) : نسبة الكبريت كنسبة مئوية .
5. (O) : نسبة الأوكسجين كنسبة مئوية { (% + H % + S % + N %) - C % = 100 % } .

• وظيفة الجهاز في التغذية :

لدراسة الغش في المواد التصنيعية ، مثلاً المواد الغذائية التي تغلف بأكياس نايلون حيث يتم دراسة كمية المواد التي تنتقل للمواد الغذائية من كيس التغليف (أو مادة التغليف أيّاً كان نوعها) إلى المادة الغذائية المغلفة و بالتالي تحديد نسبة صلاحية هذه المادة لتغليف المواد الغذائية .

• وظيفة الجهاز في الطب :

تحديد نسب العناصر العضوية الداخلة في صناعة الأدوية و مدى صلاحيتها و مدى احتوائها على الفيتامينات أو على المضادات الحيوية .

• وظيفة الجهاز في الجيولوجيا :

يستخدم في تحديد عمر الصخور و الأحجار المرافقة لعمليات الحفر عن طريق معرفة نصف عمر المادة المشعة .

• بالإضافة إلى وظيفته في علوم البيئة .**|| 6.7 || وظائف كل قسم من أقسام الجهاز :****■ وظيفة غاز الهيليوم :**

1. غاز خامل لا يؤثر على عمليتي الحرق أو الإرجاع .
2. غاز حامل للمواد المرجعة [(CO₂) و (H₂) و (SO₂) و (N₂)] .
3. يعمل على تنظيف جوف الجهاز الداخلي و الفرن و الأنابيب من نواتج عمليات القياس السابقة .
4. يمر بالجهاز عبر طريقتين هما :
الطريق الأول :
عبر أنبوب الإرجاع و يعمل على حمل المواد المرجعة إلى المصائد الثلاث [مصيدة (SO₂) و مصيدة (H₂) و مصيدة (CO₂)] .
- الطريق الثاني :
عبر الجهاز إلى الكاشف مباشرة دون أن يحمل أي مادة (لكي يُعتبر كمادة مرجعية للجهاز) .

■ وظيفة غاز الأوكسجين :

1. يعمل على رفع حرارة الفرن و حرارة أنبوب الاحتراق إلى الدرجة (1100 - 1200 °C) .
2. يعمل على إبقاء الجهاز قيد الاستخدام و التشغيل عن طريق عملية الإسبات حيث يتحقق الحدود الدنيا من تدفق غاز الأوكسجين للجهاز و بالتالي المحافظة على درجة حرارة معينة محددة من قبل مستخدم الجهاز [مثلاً أنهينا عملنا على الجهاز و نريد إبقائه قيد التشغيل ، نعمل له عملية إسبات مع تحديد درجة حرارة (200 °C) فيتحقق تدفق الأوكسجين ضمن الجهاز بنسبة (25 %) و بالتالي أبقينا الجهاز قيد التشغيل مع توفير في نسبة الأوكسجين المستهلكة] .
3. يعمل على توفير تدفق الأوكسجين عبر أنبوب الاحتراق لمدة كافية [(10 sec) تقريباً] لضمان حرق العينة بالشكل الكامل .

■ وظيفة أنبوبي الحرق و الإرجاع :

هذان الأنبوبان مملوءان بمجموعة مواد تشكل جميعها ما يسمى أنبوب الاحتراق و أنبوب الإرجاع حيث تحوي على مواد مساعدة على الوصول لكمالية عملية الحرق و كمالية عملية الإرجاع و بسرعة كبيرة و بالتالي اختصار للوقت اللازم لعملية القياس ، هذان الأنبوبان متصلان ببعضهما البعض من الأسفل عن طريق قاعدة تحوي على أنبوب بشكل حرف (U) يضمن انتقال للعناصر المحترقة من أنبوب الحرق إلى أنبوب الإرجاع و ليس بالعكس بسبب وجود صمام ضغط حراري يسمح بالمرور للعناصر بجهة واحدة فقط و ذلك عن طريق ضغط غاز الهيليوم الذي يمر بالجهاز بالطريق الأول .

■ وظيفة الكبسولات الماصة للرطوبة :

تحوي على قطن حراري صناعي ذو جودة عالية بالإضافة لمادة حبيبية ماصة و شرهة للرطوبة تمنع دخول الرطوبة لداخل الجهاز و بالتالي منع عمليات الصدأ أو أي عملية أكسدة لأي قسم من أقسام الجهاز .

■ وظيفة الميزان الحساس :

هو ميزان يعطينا أوزان من درجة الملي غرام أي أنه حساس جداً ، يجب الانتباه إلى الدقة في العمل أثناء وزن العينة حيث يعتبر الوزن الدقيق شرط أساسي لإعطاء نتائج صحيحة .

■ وظيفة جهاز الحاسب :

يوجد عليه البرنامج الذي نستطيع من خلاله إدخال قيم الأوزان للعينات ودرجة تعرضها للأوكسجين وتحديد تدفق الهيليوم و ترتيب العينات داخل صينية العينات و كلما كان العمل دقيقاً حصلنا على نتائج واقعية و بالتالي الحكم على المادة المقاسة بالإيجاب أو النفي .

■ المصائد الثلاث :

1. مصيدة (SO₂) : تحدد نسبة الكبريت في العينة المدروسة .
2. مصيدة (H₂) : تحدد نسبة الهيدروجين في العينة المدروسة .
3. مصيدة (CO₂) : تحدد نسبة الكربون في العينة المدروسة .

■ الكاشف (TCD) :

يستقبل هذا الكاشف نوعين من غاز الهيليوم هما :

• النوع الأول :

غاز هيليوم نقي يعمل على تفسير الحساب على أساسه أي هذا القياس بمثابة قاعدة مرجعية للجهاز .

• النوع الثاني :

غاز هيليوم محمل بعنصر الأزوت بعد استخلاص غاز الكبريت و الهيدروجين و الكربون عن طريق المصائد ، و عن طريق طرح قياس الهيليوم النقي من الهيليوم المحمل بالأزوت ينتج كمية الأزوت في المادة المقاسة .

||7.7|| مبدأ عمل الجهاز :

لابد من توفر الشروط التالية لكي يعمل الجهاز بشكل صحيح :

1. توفر مكان فارغ في صينية القياس (العينات) أي لا نضع فيه أي مادة بل نتركه فارغاً ويسمى بالبلانك (BLANK) و هذه المرحلة ضرورية من أجل ضمان تدفق غاز الهيليوم والأوكسجين ضمن الجهاز ، و بالتالي القيام بعملية تنظيف لجوف الجهاز الداخلي بكافة أقسامه و تخليصه من نواتج عمليات القياس السابقة .
2. توفر مادة قياسية و هي الستاندر (STANDER) : و هي عبارة عن مادة معروفة نسب العناصر المكونة لها مثل [Sulfanilic Acid) السولفانك أسيد] حيث تحوي على نسب معروفة من الكربون و الهيدروجين و الكبريت و النتروجين ، و تفيد هذه المادة من التأكد من عمل الجهاز بشكل صحيح ، فمثلاً السولفانك أسيد (Sulfanilic Acid) يحوي على (% 8.090 N) و على (% 41.610 C) و على (% 4.070 H) و على (% 18.500 S) ، و للتأكد من صحة عمل الجهاز نضع هذه المادة في صينية العينات و نقيسها و يجب أن تظهر النسب السابقة ضمن النتائج التي سنحصل عليها و مسموح نسبة خطأ (% 0.02) فقط .
3. توفر تدفق من غاز الهيليوم بمقدار (2.2 – 2 ml\min) من الأسطوانة وفي البرنامج يجب توفر مقدار جريان (230 ml\min) .
4. توفر ضغط أسطوانة غاز الأوكسجين (2.2 – 2 ml\min) و في البرنامج بحدود (% 35 - 38) .
5. أن تصل درجة حرارة أنبوب الحرق إلى (1100 - 1200 °C) تقريبا و حرارة أنبوب الإرجاع إلى (650 °C) تقريبا .
6. التدفق الكلي في الجهاز يكون بحدود (1200 - 1250 mbar) .
7. حرارة الكاشف (TCD) : حوالي (60 °C) .
8. يجب أن يكون التفاعل سريعاً أو يمكن إسرعه .
9. يجب أن يكون التفاعل تاماً (% 99.8) .
10. يجب أن يكون التفاعل اتحادياً (تساوي نسبي بين كميات المتفاعلات و النواتج في التفاعل الكيميائي الموزون) .
11. يجب أن يكون التفاعل انتقائي (Selective) أو مميز (Specific) .
12. يجب أن يكون التفاعل خال من التفاعلات الجانبية .
13. يجب أن يكون هناك دلائل على تمام التفاعل و اكتماله .

||8.7|| طريقة العمل :

1. نفتح صمامي الأوكسجين و الهيليوم .
2. نقوم بتشغيل جهاز الـ (elementar) .
3. نشغل الحاسب و نشغل البرنامج الخاص بالجهاز ، و نضبط ضغط كل من تدفقي غاز الهيليوم و غاز الأوكسجين .
4. نزن العينات و نحضرها ريثما تصل درجة حرارة الأجهزة إلى درجة الحرارة المطلوبة و تتم خلال [(45 min) تقريبا] .

5. نحضر العينات و ذلك بوزنها و وضعها في إنبولات خاصة من الفضة يتم خلالها عمليات إحكام إقفال هذه الإنبولات بشكل جيد و تصغيرها و طيها حتى تصل إلى أصغر حجم ممكن و هذا بالنسبة للعينات الصلبة ، أما العينات السائلة فيتم وضعها في إنبولات أسطوانية خاصة من الفضة و يتم إقفالها من الجهة العلوية فقط .
6. نترك مكان العينة (1) و العينة (2) في صينية العينات فارغاً لضمان عملية تنظيف جوف الجهاز عن طريق غازي الهيليوم والأوكسجين .
7. نضع في مكان العينة (3) العينة القياسية (STANDER) في صينية العينات للتأكد من صحة عمل هذا الجهاز .
8. نضع العينات المختبرة في أي مكان من صينية العينات دون ترتيب لكن مع حفظ أماكن كل عينة .
9. ندخل هذه البيانات للحاسب من وزن العينات وأماكن توضعها ، و يفضل إدخال بيان كل عينة قبل وضعها في صينية العينات .
10. بعد وصول الحرارة إلى درجة حرارة الاحتراق نعطيه بدأ التشغيل .
11. في نهاية اختبار كل عينة تظهر النتائج في الحقول المخصصة لها ضمن البرنامج .



تطبيق عملي

- 👉 يجب على الطالب التعرف على الجهاز و عمله .
- 👉 يجب على الطالب التدريب على تحضير العينات .
- 👉 يجب على الطالب معرفة أخذ القراءات و حساب النتائج .



النهاية

تجربة نقطة الأنيلين

|| 1.8 || الغاية من التجربة :

تعيين نقطة الأنيلين و نقطة الأنيلين المختلطة للمنتجات البترولية و المحلات الهيدروكربونية .

|| 2.8 || نقطتي الأنيلين و الأنيلين المختلطة :

• نقطة الأنيلين :

هي درجة الحرارة الدنيا للسائل الخليط في التوازن و المؤلف من حجمين متساويين من الأنيلين و العينة المختبرة .

• نقطة الأنيلين المختلطة :

هي درجة الحرارة الدنيا للسائل الخليط في التوازن و المؤلف من حجمين من الأنيلين و حجم من العينة المختبرة و حجم من نظامي الهيتان النقي (و هي تستخدم للعينات التي لها نقطة أنيلين تحت درجة الحرارة التي يتبلور عندها الأنيلين في خلاطه) .

|| 3.8 || طرق تعيين نقطة الأنيلين :

1. الطريقة (A) :

تُناسب العينات الشفافة .

2. الطريقة (B) :

تُناسب العينات ذات اللون الداكن .

3. الطريقة (D & C) :

تُناسب العينات التي تتبخر بكميات معتبرة في نقطة الأنيلين ، و الطريقة (D) تكون مُناسبة بشكل خاص عندما تكون كمية العينة قليلة .

4. الطريقة (E) :

تُستخدم لتحديد نقطة الأنيلين المختلطة .

🔍 ملاحظة :

لكل من الطرق السابقة أجهزة خاصة للقياس [عينات الديزل تُناسبها الطريقة (B)] .

|| 4.8 || التجربة :

• يُشكّل الأنيلين (الطور الأول) و خلاط المواد الهيدروكربونية (الطور الثاني) خليطاً متجانساً (طوراً واحداً) ، و يتوقف ذلك على درجة الحرارة (تبعاً لتركيبة الطور الثاني) ، و عند درجة حرارة محددة ينفصل الطوران عن بعضهما ليُشكّل طورين غير قابلين للامتزاج (درجة تلك الحرارة هي نقطة الأنيلين) .

• يستخدم اختبار تحديد نقطة الأنيلين غالباً لتقدير كمية المواد الهيدروكربونية العطرية في خليط المادة الهيدروكربونية ، كما تعتبر هذه الطريقة مُناسبة لوصف المواد الهيدروكربونية النقية و في تحليل خلاطها .

• المركبات العطرية يكون لها نقطة أنيلين منخفضة ، أمّا المركبات البارفينية فيكون لها نقطة أنيلين عالية ، و أمّا المركبات الحلقية المشبعة و الأوليفينات فيكون لها نقطة أنيلين واقعة ما بين نقطة أنيلين المركبات العطرية و البارفينية .

• و الترتيب التصاعدي للمركبات الهيدروكربونية وفق درجة الأنيلين :

1. المركبات العطرية .

2. الأوليفينات الخطية .

3. الأوليفينات الحلقية .

4. البارفينات الحلقية المشبعة .

5. المركبات البارافينية .

• نقطة الأنيلين تزداد للمشتق النفطي مع زيادة الوزن الجزيئي ، و هي تستخدم مع الثوابت الفيزيائية الأخرى لوصف المادة .

⚠ تحذير :

الأنيلين مادة سامة جداً لذلك يجب عدم استخدام الماصة الفموية بل الماصة المجهزة بإجاصة ماصة ، كما أنه سام عند لمسه للجلد لذلك ينبغي تداوله بحذر شديد .

|| 5.8 || ملخص التجربة :

■ نأخذ حجوم محددة من الأنيلين و العينة [أو الأنيلين و العينة مضافاً لهما نظامي الهبتان (في حالة تحديد نقطة الأنيلين المختلطة)] ، ثم بعد ذلك يتم خلطها مع التسخين بمعدل (3 - 1 °C/min) حتى يمتزج الطوران ويشكلان سائلاً متجانساً .
ثم نبرد الخليط بالتدريج بمعدل (1 - 0.5 °C/min) حتى ينفصل الطوران ، و درجة الحرارة التي ينفصل عندها الطوران عن بعضهما نسجلها ، و تكون هي نقطة الأنيلين أو الأنيلين المختلطة .

■ المواد الكيميائية اللازمة للتجربة :

1. كبريتات الكالسيوم اللامائية .
 2. كبريتات الصوديوم اللامائية .
 3. نظامي الهبتان النقي جداً .
 4. الأنيلين .
- الأنيلين المستخدم في التجربة يجب أن يكون قد تمّ تقطيره وتخضيره في نفس يوم القيام بالتجربة ، أو أن يكون قد حُضِرَ قبل ذلك وُحفظ في حبابات (إمبولات) زجاجية مفرغة من الهواء ومقفلة أو مملوءة بالأزوت و تُقفل بشكل جيد ، و بهذا الشكل يمكن حفظها لمدة تزيد عن ستة أشهر .

■ تحضير الأنيلين :

نَجفّف كمية من الأنيلين النقي و ذلك بمزجه مع حبات من ماءات البوتاسيوم لفترة زمنية ثم نفصل حبات الماءات بواسطة الإبانة ، و بعد ذلك نقتط الأنيلين بحيث نهمل (10 %) الأولى و الأخيرة من القطارة .
و عندما نخبر نقطة الأنيلين للقطارة الناتجة مع نظامي الهبتان فيجب أن تكون (69.3 ± 0.2 °C) و ذلك بأخذ متوسط قراءتين في تجربتين مفصلتين .

■ تحضير العينة المراد إجراء التجربة لها :

- نجفف العينة و ذلك بخضها بشدة لمدة (3 - 5 min) مع عامل تجفيف مناسب مثل كبريتات الكالسيوم اللامائية (أو كبريتات الصوديوم اللامائية) و ذلك بنسبة (10 %) من حجم العينة .
- ثم نسخن العينة للزجة إلى درجة حرارة بحيث لا تفقد المواد الطيارة أو الماء من العامل المجفف و إذا حوت العينة مواد معلقة نرشحها عبر ورق ترشيح ، و إذا وُجد ماء في العينة فصله بطريقة القوة النابذة .

|| 6.8 || أجهزة قياس الأنيلين و عناصرها :

يوجد نوعان من الأجهزة لقياس درجة الأنيلين هما :

1. النوع الأول :

- يتكون من الأقسام التالية :
- أنبوب اختبار العينة :
- يصنع من الزجاج الذي يقاوم الحرارة ، و يبلغ قطره (25 mm) و طوله (150 mm) .
- وعاء زجاجي خارجي يحتوي على سائل التسخين :
- يصنع من الزجاج المقاوم ، و يبلغ قطره (37 - 42 mm) و طوله (175 mm) .
- خلائط تصنع من سلاك فولاذي :
- يبلغ قطر السلك (2 mm) .

2. النوع الثاني :

- هو جهاز قياس درجة الوميض بطريقة الغشاء الرقيق ، و هو يتكون من أقسام عدة و قاعدة أساسية ذات ثلاث مفاتيح هي :
- المفتاح الأيمن : لتشغيل المصباح .
- المفتاح الأوسط : للتحكم بشدة الإضاءة .
- المفتاح الأيسر : لتشغيل الخلائط .
- كما يوجد سخان كهربائي ذو مفتاح للتحكم بسرعة التسخين .

|| 7.8 || طريقة العمل لنقطة الأنيلين :

1. نحضّر الجهاز بحيث يكون نظيفاً و جافاً .
2. نضع [(10 mm) من الأنيلين و (10 mm) من العينة] في أنبوب العينة الزجاجية الذي يحوي المضخة و ميزان الحرارة ، [وإذا كانت العينة لزجة نقوم بوزن كمية مُعابِلة لحجم (10 mm)] .
3. نتأكد من وضع ميزان الحرارة في أنبوب العينة ، و كذلك المضخة بحيث يكون سن المضخة السفلي مغموراً في السائل .
4. نجهّز الجهاز بحيث يكون جاهزاً للعمل .
5. نعيّر المضخة بحيث تنقط فوق زجاجة المصباح بشكل مستمر و تُشكّل طبقة رقيقة (غشائية) فوق الزجاج .
6. نعيّر توتر مصباح الإضاءة بحيث نلاحظ نوراً كافياً من خلال طبقة الخليط فوقه .
7. نرفع درجة الحرارة بمعدل (1 - 2 °C/min) و نستمر بذلك حتى ملاحظة نقطة الأنيلين و تجاوزها ، و نستدل على ذلك من خلال زيادة شدة الإضاءة التي نلاحظها على المصباح أو من ملاحظة اختفاء العتامة و تحول لون السائل إلى الشفافية .
8. نوقف التسخين و نعدّل وضع توتر إضاءة المصباح بحيث نلاحظ فتيل المصباح بوضوح مع عدم توجهه بشدة بحيث يضايق العين .
9. نبدأ بالتبريد بمعدل (0.5 - 1 °C/min) .
10. نسجل نقطة الأنيلين و ذلك عندما نلاحظ اختفاء توهج الفتيل بوضوح و ظهور طور واحد عاتم يخفف من الإضاءة التي كانت سابقاً في المصباح .
11. نكرّر ملاحظة نقطة الأنيلين بتسخين الخليط ثانية و من ثم تبريده و تسجيل نقطة الأنيلين (و أخيراً نأخذ متوسط القراءات) .

|| 8.8 || طريقة العمل لنقطة الأنيلين المختلطة :

نضع [(10 mm) من الأنيلين و (5 mm) من نظامي الهبتان و (5 mm) من العينة] في الجهاز النظيف و الجاف ، ثم نكمل العمل كما في تحديد نقطة الأنيلين .

|| 9.8 || الحساب و التقرير :

1. إذا لم يكن الفرق في القراءة بين ثلاث مرات متتالية لنقطة الأنيلين أكثر من (0.1 °C) لأجل السوائل الفاتحة اللون ، و إذا لم يكن أكثر من (0.2 °C) لأجل السوائل العاتمة (الداكنة) ، فنأخذ متوسط القراءات الثلاث و نقرب النتيجة لأقرب (0.05 °C) لنقطة الأنيلين .
 2. إذا كانت الفروق في خمس قراءات متتالية أكبر من القيم المبينة في (1) نكرر التجربة مستخدمين عينة أنيلين طازجة و نتأكد من نظافة و جفاف الجهاز ، فإذا بقيت الفروق في خمس قراءات متتالية أكبر نقدم النتيجة على أساس أن الطريقة غير صالحة للعينة المدروسة .
- العلاقة التي تعطي النسبة المئوية الوزنية للمركبات العطرية في العينة المدروسة :

$$A = K_A (T_2 - T_1)$$

حيث :

- = A النسبة المئوية للمركبات العطرية في العينة .
- = K_A ثابت الأنيلين .
- = T_2 درجة الأنيلين للجزء المخلص من المركبات العطرية .
- = T_1 درجة الأنيلين للجزء الأصل من العينة .

ملاحظات :

- نقطة الانصباب :
- هي أدنى درجة حرارة يلاحظ عندها تحرك السائل عندما يتم تبريده بمعدل معين .
- نقطة التغييم :
- هي درجة الحرارة التي يبدأ عندها زيت التزييت بإبداء مظهر غيمي بسبب تشكل بلورات شمعية .

**تطبيق عملي**

✍ يجب على الطالب التعرّف على الجهاز و عمله .

✍ يجب على الطالب التدرّب على تحضير العينات .

✍ يجب على الطالب معرفة أخذ القراءات و حساب النتائج .