



منشورات جامعة دمشق
كلية الصيدلة

الكيمياء الفيزيائية

الجزء الثاني

الدكتور
وليد غنيمة

استاذ مساعد في كلية الصيدلة
جامعة دمشق

الدكتور
محمد نبيل الشريف

استاذ في كلية الصيدلة
جامعة دمشق

القائمة بالأعمال

نزي السمان

كلية الصيدلة - جامعة دمشق

جامعة دمشق

١٤٣٧ - ١٤٣٨ هـ
٢٠١٦ - ٢٠١٧ م

المقدمة

يمالج هذا الجزء من كتاب الكيمياء الفيزيائية مجموعة من التجارب والتطبيقات العملية التي تفيد الطالب الصيدلي في مراحل دراسته الجامعية وكذلك أثناء ممارسته لمهنته في العمل أو المخبر أو الصيدلية .

لقد تم اختيار التجارب لتؤمن احتياجات الطالب الصيدلي في مخبره ومعمله ، وتم توزيع هذه التجارب على عدة موضوعات أساسية تنسجم مع المقرر النظري .

ومن أجل الربط بين القسم النظري والعمل قامنا بتعديل بعض التجارب العملية الواردة في الكتاب السابق كما أضفنا تجارب عملية جديدة تعطي بعداً تطبيقياً للقوانين النظرية التي يدرسها الطالب وضمن هذه الغاية اوردنا تجارب تتعلق بالحركة الكيميائية ودارسة التفاعلات وحرارتها ، وكذلك اوضحنا في تجارب أخرى أهمية الكيمياء الكهربائية في التطبيقات العملية الصناعية الصيدلانية مما يساعد الصيدلي على مواكبة النهضة الصناعية الصيدلانية التي تشهدها مختلف المؤسسات والمعامل .

وإن الهدف التربوي من وضع الكتاب بعلمته الجديدة هو السعي الى رفع السوية للطالب بحيث يجني الفائدة المرجوة من دراسته لمقرر الكيمياء الفيزيائية بشقيه النظري والعملية .

ونأمل ان تحقق الطبعة الجديدة الفائدة المرجوة والله الموفق .

المؤلفون

الفصل الأول

طرق القياس الفيزيائية

- ١ - تحديد درجة الانصهار والتجمد والظيان .
- ٢ - تحديد كثافة السوائل والأجسام الصلبة .
- ٣ - تحديد الدرجة الفولية لسائل صيدلاني .

١ - تحديد درجة الانصهار والتجمد والفليان

١ - درجة الانصهار

POINT DE FUSION

تحديد درجة الانصهار بطريقة الأنبوب الشعري

المبدأ :

درجة الانصهار هي الدرجة التي تنتقل فيها المادة من الحالة الصلبة إلى الحالة السائلة .

يتم هذا التغير بالحالة بالنسبة لمعظم الأجسام الصلبة النقية بالدرجة نفسها من الحرارة (بتقريب درجة واحدة) على شرط أن ترتفع درجة الحرارة بهدوء وأن لا يكون الجسم المفحوص قابلاً للتخرب بدرجة حرارة القياس .

إن تأثير الضغط الجوي في نقطة الانصهار ضئيل يمكن إهماله لأن هذه الدرجة لا تتغير بأكثر من ٠.٠٠٧٥° من الدرجة مع كل ضغط جوي واحد .

يمكن لدرجة الانصهار أن تحدد بطرائق متعددة أسهلها تناولاً واستعمالاً طريقة الأنبوب الشعري والتي يتم فيها إدخال المادة المفحوصة المجففة جيداً والمسحوق ناعماً داخل أنبوب شعري جاف طوله ٦-٨ سم وقطره الداخلي قريب من ١ مم وذو جدران رقيقة ومغلق من نهايته السفلى . يجعل ارتفاع المادة داخل الأنبوب الشعري بما يقارب ٣ مم بعد ذلك يثبت بربطه على خزان ميزان حرارة زئبقي مناسب . ويفس الجميع داخل أنبوب يحوي سائلاً درجة غليانه أعلى من درجة انصهار المادة المدروسة . يغطس الأنبوب داخل السائل نفسه موجوداً ضمن بالون بقياس مناسب .

يسخن البالون ببطء وتراقب درجة الحرارة والبلورات الموجودة داخل الأنبوب الشعري ويثابر على التسخين إلى أن تقترب درجة الانصهار من الدرجة المتوقعة بعشر درجات وعندها ينظم التسخين بهدوء وبشكل ترتفع معه درجة الحرارة بسعدل درجتين بالدقيقة الواحدة ويتابع ذلك إلى أن تنقلب المادة إلى سائل وعندها تسجل درجة الحرارة .

من الضروري أن يعاد العمل مرتين على الأقل أو ثلاث ويؤخذ المتوسط الحسابي لنتائج هذه القياسات .

خطة العمل :

أ - تحضير الأنايب الشعرية :

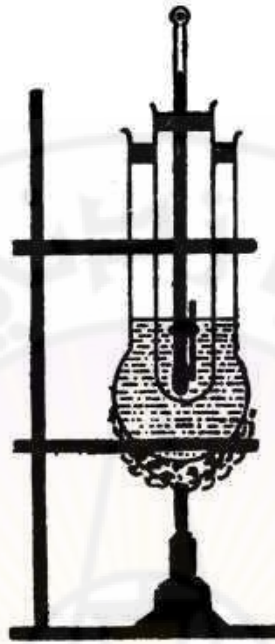
تؤخذ قطعة بطول ١٠ - ١٥ سم من أنبوب زجاجي بسيط وتسخن من منتصفها على اللهب مع تدويرها بانتظام حتى تتلين وعندها تبعد عن اللهب وتحب ببطء حتى الحصول على أنابيب شعرية بالقطر المرغوب . تترك جانبا حتى تبرد ثم يقطع القسم الشعري بنشار صغير إلى أقسام بطول ٦ - ٨ سم تسد من أحد أطرافها بتعريضها فترة وجيزة من الطرف المراد إغلاقه على اللهب .

ب - إدخال المادة داخل الأنبوب وعملية القياس :

يوضع قليل من المادة المفحوصة المجففة والمسحوقة داخل زجاجة ساعة نظيفة وبعد ذلك نغمر فيها نهاية الأنبوب الشعري المفتوحة فتعلق بها كمية قليلة من المادة . يقلب الأنبوب ويعمل بالطرق الخفيف على إدخال المادة إلى نهاية الأنبوب ، تعاد هذه العملية عدة مرات حتى يصل ارتفاع المادة داخل الأنبوب إلى ٢ ملم تقريبا .

يثبت الأنبوب بربطه على خزان ميزان الحرارة الزئبقي بوساطة سلك معدني رقيق ويدخل الجميع داخل أنبوب الجهاز .

يبدأ بالتسخين ببطء مع مراقبة المادة داخل الأنبوب الشعري ودرجة حرارة



شكل رقم (١)

الميزان بأن واحد • وعندما تتحول المادة إلى سائل شفاف تقرأ درجة الحرارة وتسجل •

يجري تدل مادة قياسان على الأقل يؤخذ متوسطهما الحسابي • يعطي الجدول التالي درجات انصهار بعض المواد المستخدمة في الصيدلة •

يتوجب على الطالب تحديد درجة انصهار مادة على الأقل وذلك بإجراء قياسين وأخذ متوسطهما الحسابي •

المادة	درجة انصهارها	المادة	درجة انصهارها
الأسبيرين	°١٣٢	حمض الليمون	°١٥٣ م
الفلوكوز	°١٤٦ م	حمض الطرطر	°١٧٠ م
حمض الصفصاف	°١٥٦ م	الره زورسين	°١١٠ م

الادوات اللازمة :

البالون مع أنبوبة ومقياس الحرارة - زجاجات ساعة - أنابيب زجاج بسيطة
مع منشار صغير - أسلاك رقيقة .

ب - تحديد درجة الانجماد أو التصلب

POINT DE CONGELATION

تحديد درجة انجماد حموض زيت القطن النسمة

المبدأ :

إن درجة التصلب Solidification أو التجمد هي نظرياً عكس درجة الانصهار أي الدرجة من الحرارة التي تنتقل فيها المادة من الطور السائل إلى الطور الصلب . وهي صفة فيزيائية هامة في تحقيق ذاتية المواد والتعرف على نقاوتها .

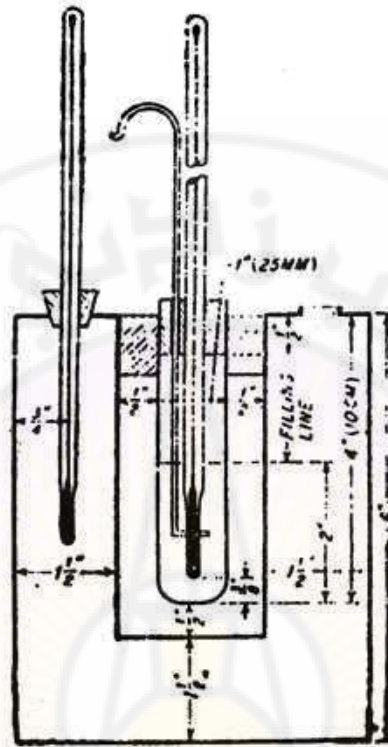
خطـة العمل :

يستخدم الجهاز الموضح بالشكل المرفق :

يتألف الجهاز من أنبوب زجاجي كبير القطر توضع به المادة المدروسة وبشكل يصل معه ارتفاعها إلى ٥ سم تقريباً . للأنبوب سدادة ذات ثقبين ينفذ من أحدهما ميزان حرارة مناسب التدريجات ومن الأخرى محرك زجاجي معقوف ، يعلق الأنبوب إن دعت الحاجة بملقط معدني متصل بحامل ويفطس داخل وعاء اشباع ذي سعة مناسبة عبر سدادة فلينية . ويلعب مبدئياً هذا الوعاء دور حمام مائي . أو هوائي حسب الحاجة .

يفطس جميع ما سبق داخل حمام خارجي تقاس حرارته بميزان حرارة خاص به .

في تحديد درجة الانجماد أو التصلب إما أن تكون المادة سائلة مسبقاً في درجة الحرارة العادية ولا بد هنا من استعمال مزيج مبرد لخفض درجة الحرارة حتى الدرجة المناسبة لانجمادها . وإما أن تكون المادة صلبة في درجة الحرارة



شكل رقم (٢)

العادية وهنا يستعمل حمام مائي حرارته أعلى من حرارة انصهارها بقليل فتتصلب المادة ومع تبرد الوعاء التدريجي يعود للمادة قوامها الصلب وتحدد بذلك درجة انجمادها .

وفي كلتا الحالتين المذكورتين آنفاً يترك الجهاز على حاله حتى تهبط درجة الحرارة بمقدار درجة أو درجتين عن درجة الانجماد المتوقعة وعندما يبدأ بالتحريك الجيد أو بدعك جدران الوعاء الداخلية أو بإضافة عدة بلورات صلبة للمادة وذلك لإحداث التصلب والتجمد . وعند حدوثه ترتفع درجة الحرارة وتثبت على ارتفاعها وعندها تسجل وتؤخذ على أنها درجة الانجماد المبحوث عنها .

سنعمد في جلستنا العملية هذه على تحديد درجة حرارة تصلب الحموض
الدمية النقية الموجودة في زيت القطن . وللحصول على هذه الحموض الدمية
بدءاً من زيت القطن تتبع الخطوة التالية :

يسخن ٧٥ مل من الفليسول البوتاسي (المضر إذابة ٢٥ غ من البوتاس الكاوي
في ١٠٠ مل من الفليسول) داخل وعاء إشباع سعته ٨٠٠ مل الى الدرجة ١٥٠° م
ويضاف عليه مع التحريك ٥٠ مل من زيت القطن الرائق . يسخن مع التحريك
المستمر وبشكل لا ترتفع معه درجة الحرارة على ١٥٠° م لمدة ١٥ دقيقة
ويتابع حتى يتم التصبن الذي يعرف حدوثه عندما يصبح المحلول رائقاً
متجانساً . وفي هذه العملية نكون قد قمنا بتصبين زيت القطن بالبوتاس
الكاوي وتشكل معنا ملح بوتاسي للحموض الدمية وتحرر الفليسول .

يسكب على المزيج الحاصل ٥٠٠ مل من الماء المقطر شبه الغالي ويحرك
جيداً لتنام الانفلال وبعد التبريد يضاف للجميع ٥٠ مل من محلول حمض
الكبريت الثلاثي ويحرك جيداً مع التسخين فيتخرب الصابون وتحرر الحموض
الدمية وتنفصل على السطح بشكل طبقة شفافة تترك لتصلب ثم تجمع وتفصل
داخل وعاء إشباع من ٢٥٠ مل مراراً بالماء المقطر لإزالة بقايا الحمض والفليسول
وكبريتات البوتاسيوم منها بعد ذلك تصهر وهي في وعاء الإشباع على حمام
مائي غال وترشح على ورقة ترشيح جافة فوق وعاء إشباع آخر . تجفف
الحموض الدمية الرائقة التي حصل عليها داخل محم بدرجة ١٠٠° م لمدة ٢٠ دقيقة .
تخرج وتترك تبرد وتحفظ .

عندما يراد تحديد درجة انجمادها يدخل داخل أنبوب الجهاز مقدار يسمح
بالحصول على ارتفاع قدره ٥ سم بالحموض الدمية . يثبت الأنبوب في مكانه
ويسد بسدادته ويحرك قليلاً بالقضيب الزجاجي للتجانس ، ويفطس ميزان الحرارة
جيداً في منتصف الكتلة الدمية .

يوضع في الوعاء الخارجي ماء مقطر حرارته أعلى بعشر درجات من درجة

الانجماد المتوقعة (٣١ - ٣٥) ويحرك جيداً حتى تمام الانصهار . يتابع التحريك مع مراقبة ميزان الحرارة كل ٣٠ ثانية تقريباً مع مراقبة المزيج وعندما تهبط درجة الحرارة بمقدار درجة أو درجتين عن نقطة الانجماد المتوقعة يحرك جيداً فيلاحظ تصلب الكتلة وارتفاع درجة الحرارة وثبوتها على الدرجة الجديدة . تسجل هذه الدرجة من الحرارة .

تعاد العملية مرة ثانية ويؤخذ متوسط النتائج .

الأدوات اللازمة :

بيشر سعة ٨٠٠ مل $\frac{\text{عدد}}{٢}$ - سخاحة ماء مقطر .

جهاز تحديد نقطة الانجماد كاملاً - غليسرول بوتاسي .

زيت القطن - حمض الكبريت الثلثي - قضبان زجاجية للتحريك

$\frac{\text{عدد}}{٢}$ - قمع زجاجي .

بيشر سعة ٢٥٠ مل $\frac{\text{عدد}}{٢}$ - ميجرة سعة ١٠٠ مل $\frac{\text{عدد}}{٢}$.

ج - تحديد درجة غليان السوائل النقية

POINT D'EBULLITION

المبدأ :

تعرف درجة غليان سائل بأنها الدرجة التي يصبح فيها ضغط بخاره معادلاً للضغط الجوي .

درجة الغليان صفة مميزة للسوائل وتعطي فكرة واضحة عن ذاتيتها ودرجة نقاوتها . وإن أهم الصعوبات التي تعترض تحقيقها هي تغيرها بتغير الضغط الجوي والاحتياطات الواجب أخذها لتجنب الحصول على نتائج مغلوطة .
إذا غطسنا ميزان حرارة داخل سائل يغلي نوجدنا أن نقطة الغليان المشاهدة

لهذا السائل أكثر شيئاً قليلاً من درجة غليانه الحقيقية وذلك بسبب تشكل فقاعات من البخار تحت سطح السائل محدثة ضغطاً يختلف عن الضغط الجوي يؤدي إلى اختلاف درجة حرارة الغليان ، هذا بالإضافة إلى ظواهر فوق التسخين المؤدية إلى تأخر الغليان والتي يمكن تلافيها كما نعلم باستعمال حجارة الخزان أو اللدليء الزجاجية .

ولكل ما سبق ينصح دوماً لغطس ميزان الحرارة داخل بخار السائل المخصوص مما يؤدي إلى تغطية خزان الزئبق بطبقة رقيقة من السائل متماسة مع بخاره فيكون القياس صحيحاً قدر الإمكان ، كما أننا بهذه الحالة نكون قد أبعدنا عمود الزئبق عن حوادث التسخين بالإشعاع الآتية من المنبع الحروري .

إن درجة الغليان يجب أن تحدد بالنسبة إلى ضغط جوي واحد أي ٧٦٠ ملمتراً زئبقياً فإذا أجريت في ضغط جوي مختلف كان لا بد من إجراء تصحيح متعامد حسب العلاقة :

$$\Delta t = C T_0 (b - 760)$$

حيث Δt هو التصحيح الواجب إضافته أو طرحه .

T_0 درجة الغليان الناقمية بالدرجات المطلقة .

C عامل قيمته الوسطى ١٢.٠٠٠٠ر .

وعموماً ان مقدار التصحيح هو (٠.١) عشر درجة مئوية لدى تفسير الضغط بمقدار ٢٧ ملمتراً زئبقياً حيث يطرح عشر الدرجة اذا ارتفع الضغط على ٧٦٠ ملمتراً زئبقياً وتجمع إذا نقص عن ذلك .

كما يلجأ أحياناً إلى إضافة تصحيح آخر يعود للخطأ الناتج عن وجود جزء من عمود ميزان الزئبق خارج منطقة البخار وفق العلاقة :

$$\Delta t = + 0,00016 (t - t_a) N$$

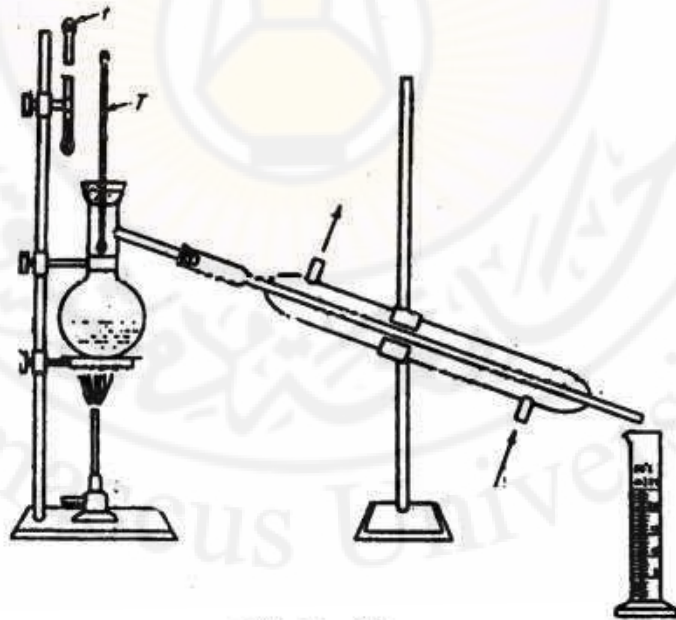
حيث t هي درجة الحرارة الملاحظة بالدرجات المئوية .

t_a درجة حرارة ميزان زئبقي موضوع في الخارج .

N عدد درجات عمود الزئبق للميزان خارج البالون .

يستخدم في تحقيق درجة غليان السوائل النقية الجهاز الموضح بالشكل المرفق ، وهو يتألف من بالون ذي شعبة جانبية سعة ١٠٠ - ١٥٠ مل . يتصل بمبرد مائل ومسدود بسدادة مثقوبة بثقبه ينفذ منها ميزان حرارة مناسب التدريجات . توضع تحت البالون وفوق المنصب المعدني شبكة اميات مثقوبة من وسطها بثقب قطره ٣ - ٥ سم حتى تصل الحرارة بتجانس إلى البالون وتخفف من الحرارة الناتجة عن الاشعاع .

يثبت ميزان الحرارة داخل سدادة البالون بشكل يصبح معه خزانه



شكل رقم (٣)

الرئبقي في منتصف مسافة عنق البالون وهو الوضع الأكثر جودة لإبعاد تأثيرات المنبع الحروري ولإقلال الخطأ .

خطة العمل :

يركب جهاز التقطير كاملاً كما هو موضح بالرسم وينتبه إلى وضع شبكة الاميات تحت بالون التقطير وكذلك إلى وضع ميزان الحرارة الصحيح .

يسكب داخل البالون مقدار ٢٥ - ٥٠ مل من السائل المراد تحديد درجة غليانه . تركيب سدادة البالون بشكل جيد بعد أن يضاف داخل البالون عدة لآلىء زجاجية تنظم الغليان وتمنع الانقذافات كما تمنع أيضاً ظواهر فوق التسخين .

يمرر تيار الماء داخل المبرد ويبدأ في التسخين بهدوء ويلاحظ ارتفاع درجة الحرارة التدريجي إلى أن يحدث الغليان وعندها تثبت هذه الدرجة طوال مدة التقطير .

يجب أن يكون التقطير بمعدل ٤ - ٥ مل في الدقيقة الواحدة ويحصل على ذلك بتنظيم حرارة المنبع الحروري بشكل مناسب .

تسجل درجة حرارة الغليان الملاحظة . وتجري عليها التصحيحات الضرورية بعد معرفة الضغط الجوي في اليوم الذي تجري فيه التجربة .
تعاد التجربة مرة ثانية ويؤخذ متوسط النتائج .

الادوات اللازمة :

جهاز التقطير كاملاً - سخاحة ماء مقطر .

ميجرة مدرجة من ٥٠ مل - وعاء اشباع من ٢٥٠ مل - نموذج سائل لتحديد درجة غليانه .

٢ - تحديد كثافة السوائل والأجسام الصلبة

١ - تحديد كثافة السوائل

DENSITE DES LIQUIDES

١ - دورق الكثافة Pycnomètre .

٢ - ميزان وستفال Balance De Westphal .

المبدأ :

تعرف الكثافة النوعية *Masse Specifique* لجسم بأنها حاصل قسمة كتلة هذا الجسم على الحجم الذي تشغله هذه الكتلة في شروط محددة من الضغط ودرجة الحرارة .

$$M. S. = \frac{M}{V}$$

وفي وحدات الجملة السغوية يعبر عن الكثافة النوعية بالغرام الوزني على السم^٣ .

أما الكثافة *Densite* فهي النسبة ما بين وزن حجم معين من المادة على وزن الحجم نفسه من مادة عيارية بحيث يكون :

$$d = \frac{P_1}{P_2}$$

وعليه فلا توجد وحدة للكثافة .

إن كثافة السوائل يجب أن تقاس في الدرجة + ٤° وبما أن التحديد العملي لها يوجب علينا العمل بدرجات حرارة مختلفة عن ذلك هي درجة حرارة

المخابر ، كان من المناسب إدخال تصحيح على القياسات المجراة للعودة بالكثافة إلى الدرجة + °٤ . وعليه فالكثافة المطلقة D. Absolue هي النسبة ما بين وزن حجم معين من المادة في الدرجة t على الحجم نفسه من الماء المقطر بالدرجة + °٤ :

$$d_t^t = \frac{P_t}{W_t}$$

أما الكثافة الظاهرية D. Apprrante فهي النسبة ما بين وزن حجم معين من المادة في الدرجة t ووزن الحجم نفسه من الماء المقطر في الدرجة t أيضاً :

$$d_t^t = \frac{P_t}{W_t}$$

ويكتفي بالكثافة الظاهرية هذه إذا لم تتوخ دقة تزيد عن الرقم العشري الثالث . إذا أريد حساب الكثافة الحقيقية بدءاً من الكثافة الظاهرية يكفي أن تضرب الكثافة الظاهرية بـ Q وهو كثافة الماء في درجة الحرارة التي حددت فيها الكثافة الظاهرية فيكون لدينا :

كثافة الماء المقطر بالدرجة t :

$$Q = \frac{W_t}{W_t} \quad d_t^t = Q \frac{P_t}{W_t}$$

ونظراً لعدم القيام بوزن الأجسام في الفراغ يدخل عند الحاجة تصحيح آخر على الكثافة بموجب العلاقة :

$$d_t^t = Q \frac{P}{W} + \left(1 - \frac{P}{W}\right) \lambda$$

حيث P هي وزن حجم معين من السائل بدرجة حرارة t وضغط 760 ملم .

W وزن الحجم نفسه من الماء بالدرجة t وضغط 760 ملم .

λ كثافة الهواء بالنسبة إلى الماء . وتعادل 0.0012 .

خطة العمل بدور الكثافة :

تستخدم بطريقة القياس هذه دوارق كثافة من نموذج Weld (انظر الشكل) يجب أن تكون منظفة بعناية بحلول الماء المائي لإزالة الأوساخ والدم ثم بالماء العادي فالماء المقطر فالغول فالأثير وبمدها مجففة بتيار من الهواء الحار .

يوزن الدورق في البدء وليكن وزنه P_1 .

يسلأ بمدها بهدوء بالماء المقطر الجيد المغلي والمبرد . ثم يسد بسدادته المصنفة ذات الثقب الشعري . ينتبه جيداً لعدم ترك أية فقاعة هوائية .

يترك بجو المخبر مدة $10 - 15$ دقيقة بعد تجفيفه جيداً من الخارج بقطعة قماش نظيفة حتى يتوازن حرارياً (أو يفسس وهو الأفضل داخل مثبتة للحرارة بدرجة 20° وبشكل يغطس فيه حتى العنق) .

بمدها يتأكد من ملء الثقب الشعري تماماً وألا تملأ بقاء له حرارة الماء السابق تنسها بوساطة أنبوب مذاق النهاية (مصص بسيط) .

يخرج الدورق من مثبتة الحرارة ويجفف جيداً بقطعة القماش مع الحذر عند مسكه الأيدي ثلثا يسخن من حرارتها .

يوزن الدورق مجدداً وليكن P_2 وزنه مساوياً بالماء المقطر .

تعاد العملية السابقة بجميع خطواتها وذلك بإبدال السائل المراد تحديد كثافته بالماء المقطر وليكن P_3 الوزن الجديد للدورق مملوءاً بالسائل .

تحسب الكثافة بالعلاقة :

$$d = \frac{P_3 - P_1}{P_2 - P_1}$$



شكل رقم (٤)
دورق الكثافة

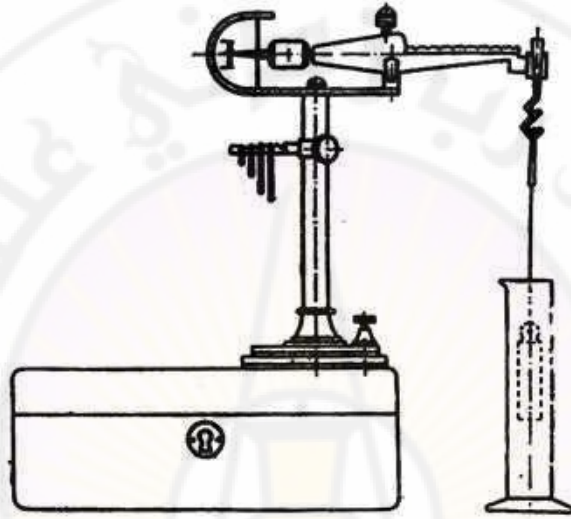
تدرس كثافة السوائل المقدمة في المخبر ويجرى لكل سائل قياسان . وتحسب الكثافة بالدرجة + ° أيضاً .

خطـة العمل بميزان وستفال :

إن العمل بميزان وستفال يقوم على مبدأ أرخيدس في دفع الأجسام المغمورة في السائل ، ويستعمل هذا الميزان لتحديد كثافة السوائل بنوعيتها اللزجة والعادية .

من أجل العمل بالجهاز تتبع المراحل التالية :

- ١ - ينظف الثقل الطواف والميجرة بشكل جيد جداً .
- ٢ - يعلق الثقل الطواف بسكانه ثم يفس داخل الماء المقطر مثبت الحرارة على



شكل رقم (٥)

ميزان وستفال

الدرجة ٢٠ م والموجود داخل الميجرة الخاصة بالجهاز .

٣ - تبديل الرواكب Cavaliers على عاتق الميزان الواحد تلو الآخر حتى
نصل إلى الكثافة ٩٩٨٢. وهي كثافة الماء المقطر بالدرجة ٢٠ م وعندها
نضبط وضعية التوازن تماماً بواسطة اللولب الخاص مع ملاحظة أن
يكون الثقل الطواف حراً في وضعيته أي ألا يمس لا جدران الميجرة
ولا قعرها بتاتاً .

٤ - تفرغ الميجرة وتجفف هي والثقل الطواف ، تملأ من جديد بالسائل المراد

تحديد كثافته توضع الميجرة في المكان المناسب وينطس الجسم الطواف بهدوء ثم يؤخذ بتبديل سلسلة الرواكب حتى الحصول على التوازن من جديد . وعندها تقرأ الكثافة مباشرة على العاقل بحسب الراكب المستخدم . لا بد أن يكون السائل المراد تحديد كثافته مثبت الحرارة على الدرجة ٢٠° م مبيتاً .

الأدوات اللازمة :

دورق الكثافة - مثبتة حرارة - ميزان وستفال مع قطعه كاملة . ممص عادي مزلق النهاية - ماء مقطر منقي ومبرد .

* * *

جدول يعطي كثافة بعض المركبات الصيدلانية

كثافة في الدرجة ٢٠	اسم المركب الصيدلاني
٠.٧١٥ ر - ٠.٧١٧ ر	Ether الاثير المخدر
٠.٧٧٨ ر - ٠.٧٧٨ ر	Cyclohexane السيكلو هزان
٠.٧٩٢ ر - ٠.٧٩١ ر	Methanol الفول الميثلي
٠.٧٨٩ ر - ٠.٧٩٢ ر	Acetone الخطون
٠.٧٨٩ ر	Ethanol Absolu الفول الايتلي المطلق
٠.٨١١ ر	الفول الايتلي ٩٥٪
٠.٨٤٢ ر - ٠.٨٥٠ ر	Essence D'orange عطر البرتقال
٠.٨٧٨ ر	Essence de Citron عطر الليمون
٠.٩١٣ ر - ٠.٩١٥ ر	Huile D'olive زيت الزيتون
١.٠٥١ ر	Acide Acetique حمض الخل
١.٢٥٦ ر	Glycerol الغليسروول
١.٤٨٠ ر - ١.٤٨٤ ر	Chloroform الكلوروفورم
١٣.٥٩٥ ر	Mercure الزئبق

ب - كثافة الأجسام الصلبة

DENSITE DES SOLIDES

تحديد كثافة صلب أخف من الماء وآخر أثقل منه

المبدأ :

يستند هذا القياس الى غطس الجسم الصلب داخل سائل ومن قسمة وزن الجسم الصلب على وزن السائل المزاح به نحصل على كثافة هذا الصلب .

٢ - تحديد كثافة كبريتات الباريوم :

إن كبريتات الباريوم $BaSO_4$ نموذج لجسم صلب غير منحل في الماء كما أنه أثقل منه .

يوزن مقدار ١٠ غ من كبريتات الباريوم فنحصل على الوزن P_1 .
يوزن بدقة بالون معاير من ٥٠ سم^٣ مملوء لخط العيار بماء مقطر مغلي ومبرد بالدرجة ٢٠° (مثبتة حرارة) . وليكن P_2 هو هذا الوزن .

يسكب الماء وتدخل مادة كبريتات الباريوم الموزونة بدقة مع العناية لعدم إضاعة أي جزء منها وذلك بوساطة قمع جاف . يستخدم ماء مقطر مغلي ومبرد وحرارته ٢٠° م في إدخال المادة ثم يملأ البالون المعاير من جديد حتى خط العيار مع العناية بعدم ترك أية فقاعة هوائية محبوسة داخل مسحوق كبريتات الباريوم .

يوزن البالون مجدداً فنحصل على الوزن P_3 .

إن وزن حجم الماء المزاح بكبريتات الباريوم هو :

$$P_1 + P_2 = P_3$$

وتكون كثافة الجسم الصلب :

$$d = \frac{P}{P_2}$$

ب - تحديد كثافة الكافور :

إن الكافور هو جسم صلب لا ينحل في الماء وهو أخف منه .

يوزن مقدار من الكافور بدقة بين ٢ - ٤ غ . فنحصل على الوزن P .

توزن حجارة صغيرة معلقة بسلسلة على عاتق ميزان وذلك بغطسها داخل ماء بدرجة ٢٠° موجود في وعاء إشباع سعة ٢٥٠ مل ويعتنى إلى أن لا تسس الحجارة جدران وعاء الإشباع الداخلية . وتغطس دوماً الحجارة حتى حدود الحلقة الأولى من السلسلة . ليكن وزن الحجارة هو P_1 .

توضع قطع الكافور الموزونة سابقاً P داخل الحجارة ويعاد وزنها مغطوسة داخل الماء في الدرجة ٢٠° وليكن الوزن P_2 .

وزن الكافور في الهواء + وزن الحجارة في الماء = $P + P_1$.

وزن الكافور في الماء + وزن الحجارة في الماء = P_2 .

$$P_3 = (P + P_1) - P_2$$

وهي وزن حجم الماء المزاح .

وتكون كثافة الكافور هي :

$$d = \frac{P}{P_3}$$

تحدد كثافة كبريتات الباريوم مرتين وكذلك كثافة الكافور .

يعطي الجدول التالي كثافة بعض الأجسام الصلبة المستخدمة في الصيدنة .

الأدوات اللازمة :

بيشر سعة ٢٥٠ - بالون معاير سعة ٥٠ مل ،

ميزان حساس مع حجارة وسلسلة - كبريتات الباريوم .

كافور - ماء مقطر مغلي ومبرد بالدرجة ٢٠° م .

* * *

جدول كثافة بعض الاجسام الصلبة

الكثافة	المركب	الكثافة	المركب
٣٥٠٤	فحمات المغنيزيوم	٥٩٠	البارافين
٣١٣	يودور البوتاسيوم	١٢٧	الجهلاتين
٣٢٠	برومور الصوديوم	١٣٠	حمض الجاوي
٣٦٥	اوكسيد المغنيزيوم	١٥٠	السلفاديازين
٤٣٥	تترات الفضة	١٦٠	السكراروز
٤٩٠	تحتازونات البزموت	١٦٨	كبريتات المغنيزيوم
٥٤٤	كلورور الزئبق	١٩٨	كلورور البوتاسيوم
٥٥٩	اوكسيد التوتياء	٢٠٠	الكبريت
٧١٥	كلورور الزئبقي	٢١٦	كلورور الصوديوم
١١١	اوكسيد الزئبق	٢٢-٢٣	الكاواين
		٢٢٩	فحمات البوتاسيوم
		٢٧٥	برومور البوتاسيوم
		٢٦-٢٨	التالك

٣ - الدرجة الفولية

DEGRE ALCOOLIQUE

تحديد الدرجة الفولية لسائل صيدلاني

المبدأ :

تعرف الدرجة الفولية بأنها عدد السم^٢ من الفول الايتلي الموجودة في ١٠٠ سم^٢ من السائل .

يتألف الجهاز المستخدم من بالون مستدير القمر A سم ٥٠٠ مل متصل بوصلة خاصة B متصلة بالمبرد C الموضوع كما يبدو من الشكل بصورة عمودية .

يتصل بالمبرد من نهايته أنبوب مستدق D يغطس داخل بالون معاير من ١٠٠ مل . والبالون المعاير نفسه يغطس خلال عملية التقطير داخل مزيج من الماء والتلج موضوعاً في وعاء إشباع مناسب E .

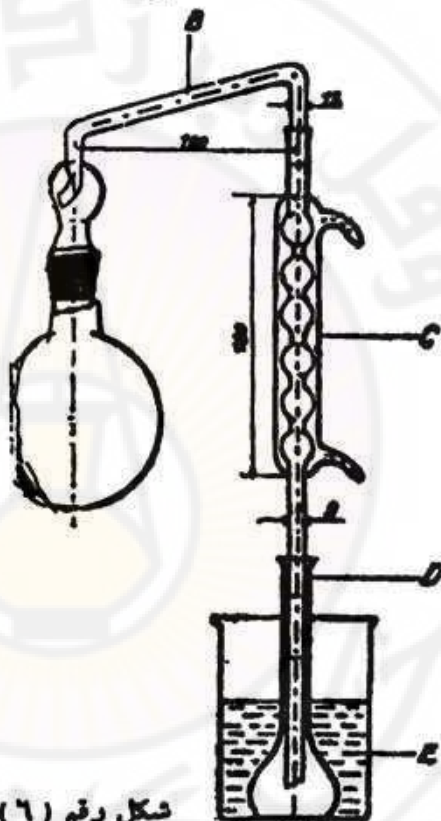
تستعمل شبكة من الاميات أسفل بالون التقطير A مثقوبة بثقب قطره ٦ سم مما يمنع حدوث أي تعحم على جدران البالون الداخلية من الحرارة التي قد تصل بنون تجانس إلى البالون .

خطـة العمل :

يوضع ٢٥ مل من السائل المدروس (خلاصة سيالة Extrait Fluide أو صبغة Teinture) في بالون التقطير A ، يضاف لها ١٠٠ - ١٥٠ مل من الماء المقطر وبمض قطع حجارة الخفان أو عدة لآلىء زجاجية . يثبت المبرد مع الوصلة ويسخن بهدوء حتى الحصول على ٩٠ مل من القطارة داخل البالون المعاير .

تثبت درجة حرارة قمع محتوى البالون على الدرجة 20°C داخل مثبتة للحرارة
وبعدها يجعل حجمه على ١٠٠ مل بالماء المقطر مثبت الحرارة مسقياً على
 20°C .

تحدد كثافة السائل الناتج بواسطة دورق الكثافة بالطريقة المعروفة ثم



شكل رقم (٦)

ت حسب نسبة الغول الموجود في القطارة باستخدام الجداول الغولية المرفقة .

كما تحسب الدرجة الغولية للسائل الأصلي وذلك بضرب القيمة الحاصلة
بنسبة تمديد السائل .

تجري تجربة أخرى وتؤخذ القياسة الوسطى ، كما تجمع للنتائج الحاصلة
في الجدول التالي :

الدرجة الغولية	مقدار الفول ح/ح %	الكثافة بالدرجة ٢٠	رقم التجربة
-----	-----	-----	١
-----	-----	-----	٢

الادوات اللازمة :

- جهاز التقطير كاملاً - بالون معاير من ١٠٠ مل
- دورق كثافة - ميخنة مدرجة من ٥٠ مل
- خلاصة سيالة أو صبغة صيدلانية

* * *

جدول الدرجة الفولية
TABLE ALCOOMETRIQUE

20° 20°	20° 4°	TEMPERATURE EN C ₂ H ₅ OH			20° 20°	20° 4°	TEMPERATURE EN C ₂ H ₅ OH		
		P/P	V/V	P/V			P/P	V/V	P/V
0,90345	0,90485	54	61,8	48,94	0,95301	0,95212	31	37,3	29,36
0,90772	0,90711	53	60,8	48,16	0,95551	0,95382	30	36,2	29,46
0,91197	0,90936	52	59,8	47,37	0,95717	0,95548	29	35,1	29,55
0,91622	0,91160	51	58,8	46,57	0,95880	0,95710	28	33,9	29,64
0,92047	0,91384	50	57,8	45,77	0,96037	0,95867	27	32,7	29,92
0,92472	0,91604	49	56,8	44,96	0,96190	0,96020	26	31,6	29,00
0,92897	0,91823	48	55,8	44,15	0,96339	0,96166	25	30,4	29,07
0,93322	0,92041	47	54,7	43,33	0,96483	0,96312	24	29,2	29,15
0,93747	0,92257	46	53,7	42,51	0,96624	0,96453	23	28,1	29,22
0,94172	0,92472	45	52,6	41,68	0,96763	0,96582	22	26,9	29,28
0,94597	0,92685	44	51,5	40,85	0,96901	0,96729	21	25,7	29,34
0,95022	0,92897	43	50,5	40,01	0,97036	0,96864	20	24,5	29,40
0,95447	0,93107	42	49,5	39,17	0,97169	0,96997	19	23,3	29,45
0,95872	0,93314	41	48,4	38,32	0,97301	0,97129	18	22,1	29,51
0,96297	0,93518	40	47,4	37,47	0,97431	0,97259	17	20,9	29,56
0,96722	0,93720	39	46,3	36,61	0,97560	0,97387	16	19,7	29,60
0,97147	0,93919	38	45,2	35,75	0,97687	0,97514	15	18,5	29,65
0,97572	0,94114	37	44,1	34,88	0,97816	0,97643	14	17,3	29,69
0,97997	0,94306	36	43,0	34,01	0,97948	0,97775	13	16,1	29,73
0,98422	0,94494	35	41,9	33,13	0,98084	0,97910	12	14,8	29,77
0,98847	0,94679	34	40,7	32,24	0,98221	0,98047	11	13,5	29,80
0,99272	0,94860	33	39,6	31,35	0,98361	0,98187	10	12,4	29,83
0,99697	0,95038	32	38,5	30,46	0,98505	0,98331	9	11,2	29,86

جدول الدرجة الفولية (تتمة)
TABLE ALCOOMETRIQUE

d 20° 20°	d 20° °	TEMPERATURE CH C ₂ H ₅ OH			d 20° 20°	t 20° °	TEMPERATURE LN C ₂ H ₅ OH		
		p/p	v/v	p/v			p/p	v/v	p/v
0,7907	0,78934	100,0	100,0	79,07	0,85230	0,85079	77	83,0	55,52
0,79393	0,79243	99	99,3	78,58	0,85473	0,85322	76	82,1	54,42
0,79686	0,79545	98	98,7	78,09	0,85716	0,85564	75	81,2	53,32
0,79908	0,79846	97	98,1	77,58	0,85958	0,85806	74	80,4	52,22
0,80280	0,80138	96	97,4	77,06	0,86200	0,86047	73	79,5	51,12
0,80567	0,80424	95	96,7	76,53	0,86440	0,86287	72	78,6	50,02
0,80948	0,80705	94	96,1	75,99	0,86680	0,86527	71	77,8	48,92
0,81127	0,80983	93	95,4	75,44	0,86920	0,86766	70	76,9	47,82
0,81401	0,81257	92	94,7	74,88	0,87158	0,87004	69	75,0	46,72
0,81674	0,81529	91	94,0	74,32	0,87396	0,87241	68	75,1	45,62
0,81942	0,81797	90	93,2	73,74	0,87632	0,87477	67	74,2	44,52
0,82207	0,82062	89	92,5	73,16	0,87869	0,87713	66	73,3	43,42
0,82469	0,82323	88	91,8	72,57	0,88104	0,87948	65	72,4	42,32
0,82729	0,82583	87	91,0	71,97	0,88339	0,88183	64	71,5	41,22
0,82987	0,82840	86	90,2	71,36	0,88574	0,88417	63	70,5	40,12
0,83242	0,83095	85	89,5	70,75	0,88807	0,88650	62	69,6	39,02
0,83496	0,83348	84	88,7	70,13	0,89040	0,88882	61	68,6	37,92
0,83747	0,83599	83	87,9	69,51	0,89271	0,89113	60	67,7	36,82
0,83997	0,83848	82	87,1	68,87	0,89502	0,89344	59	66,8	35,72
0,84245	0,84096	81	86,2	68,23	0,89733	0,89574	58	65,9	34,62
0,84494	0,84344	80	85,4	67,59	0,89962	0,89803	57	64,9	33,52
0,84740	0,84590	79	84,6	66,94	0,90191	0,90031	56	63,8	32,42
0,84985	0,84835	78	83,8	66,28	0,90418	0,90258	55	62,8	31,32

جدول الدرجة الفولية (تتمة)

TABLE ALCOOMETRIQUE

d 20°	d 20°	TENEUR EN C ₂ H ₅ OH		
		P/P	V/V	P/V
0,93653	0,98478	8	10,0	7,89
0,98802	0,98627	7	8,7	6,91
0,98955	0,98780	6	7,5	5,93
0,99113	0,98938	5	6,2	4,95
0,99279	0,99103	4	5,0	3,97
0,99451	0,99275	3	3,8	2,98
0,99629	0,99453	2	2,5	1,99
0,99813	0,99636	1	1,3	0,99

الفصل الثاني

مقياس الانكسار

REFRACTOMETRIE

- ٥ - جهاز الانكسار الفاطس .
- ٤ - جهاز انكسار آبه .

مقياس الانكسار

REFRACTOMETRIE

٤ - مقياس انكسار ABBE

قياس قرائن الانكسار - تحديد تراكيز المحاليل

تمييز الانكسار الجزيئي

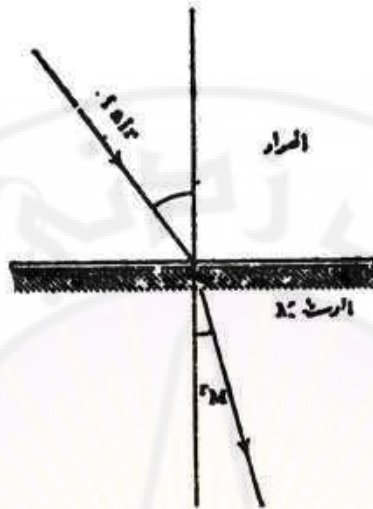
المبدأ :

عندما يمر شعاع ضوئي من الوسط m الى الوسط الآخر M ذي كثافة ضوئية مختلفة عن كثافة الوسط الأول يغير هذا الشعاع من سرعته ومن اتجاهه (بخاصة اذا لم يسقط عمودياً على سطح الفصل ما بين الوسطين) وتكون علامة أو قرينة انكسار الوسط M بالنسبة الى الوسط m موافقة للنسبة مابين جيب زاوية الورود على جيب زاوية الانكسار ، فاذا كان الوسط الأول m هو الهواء تصبح قرينة انكسار الوسط M بالنسبة الى الهواء مساوية :

$$n = \frac{\sin i \text{ air}}{\sin r \text{ M}}$$

يحسب الانكسار النوعي بدءاً من قرينة الانكسار للمادة المدروسة وذلك بتطبيق علاقة Loren et Lorentz التالية :

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



شكل رقم (٧)

حيث n هي قرينة الانكسار و d الكثافة .

ولحساب الانكسار الجزيئي يضرب الانكسار النوعي بالوزن الجزيئي للمادة:

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

وهو يفيد في تعيين البنية الجزيئية .

بصورة عامة إن الانكسار النوعي لمزيج يساوي مجموع قيم الانكسار النوعي لمركبات هذا المزيج كما أن الانكسار الجزيئي لجزيء ما يساوي الانكسار العائد للشوارد والذرات والروابط المشكلة لهذا الجزيء .

تتعلق قرينة الانكسار بطول موجة الضوء المستعمل كما تتغير مع الحرارة ويستخدم عادة كشماع ضوئي شماع الصوديوم الأصفر D وإذا تعذر تستخدم جبلة مواشير تكافؤ بعلمها الشماع D . أما تثبيت درجة الحرارة على درجة معينة فيتم باستخدام مثبتة للحرارة Thermostat .

مقياس انكسار ABBE

يتألف هذا الجهاز من ثلاثة أقسام رئيسة هي: موشور القياس : منظار الإحكام ومجهر القراءة .

يتألف موشور القياس من موشورين متقابلين أولهما ذو سطح غير مصقول هو موشور الانارة ، والثاني مصقول الوجه وهو موشور الانكسار بالخاصة . يمكن لهذين الموشورين أن يتعدا عن بعضهما مما يسهل وضع قطرات المادة المفحوصة بينهما يحيط بالموشورين جريان ماء يساعد على العمل بدرجة حرارة معينة وثابتة .

أما منظار الإحكام فله عينية في ساحتها شبكية دائرية ذات قطرين عليها بوساطة مرآة عاكسة ذات توجه محدب وآخر مستو . يرى تبدد الضوء على خط الفصل ما بين المنطقتين النيرة والعاتمة ملوفاً بإياه بألوان الطيف ويزال هذا التبدد بوساطة لولب إحكام صغير موجود على يمين منظار الإحكام مما يؤدي إلى الحصول على خط فصل عديم اللون وواضح كل الوضوح .

أما مجهر القراءة فلعينته قرص دائري وفي ساحة شبكيتها سلم مدرج مباشرة بقرائن الانكسار ما بين ١٣٠ - ١٧٠ ويشرف على حركة هذا القرص لولب الإحكام الكبير الموجود على يسار مجهر القراءة .

طريقة العمل بالجهاز

١- الإحكام :

لا بد قبل العمل بجهاز آبه من التأكد من صحة تدريجاته وذلك بالنسبة إلى قرينة انكسار موشور عياري يرفق بالجهاز عادة ، ولهذه الغاية يوضع الموشور العياري على موشور الانكسار ويلصق عليه باستخدام عدة قطرات من أول بروم



شكل رقم (٧ مكرر)

« عينية مجهر القراءة »

« عينية منظار الأحكام »

النفثلين بعد ذلك يدار قرص مجهر القراءة حتى تشير قرينة الانكسار في الجهاز على القرينة المسجلة على المؤشور العياري ، ثم ينظر في منظار الأحكام ويزال التبدد بلولب الأحكام الصغير ، فإذا كان خط الفصل ماراً في مركز الخطين المتصالبين كان الجهاز مضبوطاً وإلا فيجب ضبطه بتحريك خط الفصل حتى يصل الى مركز تقاطع الخطين المتصالبين وذلك بواسطة لولب صغير خاص .

٢ - القياس :

٢ - يبدأ بتشغيل مثبتة الحرارة على درجة حرارة مناسبة (٣٠ درجة مثلاً) ثم توصل مواشير المقياس بالمثبتة وينتظر حتى يشير ميزان حرارة المقياس الى الدرجة المطلوبة .

ب - يتعرف على أقسام الجهاز، ثم يفتح المؤشوران بواسطة اللولب الخاص بذلك ويدار الجهاز حتى يصبح سطح المؤشور الثابت أفقياً ، عندها توضع عينة من السائل المفحوص (قطرة) بواسطة نهاية قضيب زجاجي على سطح المؤشور وذلك بعد تنظيفه جيداً بالقطن أو بورق الترشيح ، يطبق المؤشوران على بعضهما من جديد ويغلقتان بلولبيهما الخاص .

ج - توجه المرآة توجيهاً مناسباً على المنبع الضوئي رينظر في منظار الأحكام بالاستمارة بلولب الأحكام الصغير يزال تبدد الطيف في خط الفصل ما بين المنطقتين النيرة والعائمة .

د - يحرك لولب الإحكام الكبير حتى يمر خط الفصل من مركز تقاطع الخطتين المتصالبين .

هـ - ينظر في مجهر القراءة وتقرأ قرينة الانكسار مباشرة وتسجل مع درجة الحرارة الموافقة .

و - يفتح المشوران من جديد وينظفان جيداً بورق الترشيح أو بالقطن ثم توضع قطرة من المحلول المفحوص التالي . ويماد النمل كما مر سابقاً .

تعيين قرينة انكسار الغول الايتيلي وكل من انكساره النوعي والجزئي :

تعيين كما مر سابقاً انكسار الغول الايتيلي ٩٥٪ بالدرجة ٣٠ م وحسب استناداً إليها كل من الانكسار النوعي للغول الايتيلي والانكسار الجزئي . علماً بأن الوزن الجزئي للغول الايتيلي يوافق ٤٦.٠٧ ، وكثافته ٠.٨٨٦ .

تعيين تركيز سائل غولي :

لهذه الغاية لا بد من إنشاء خط بياني عياري لتحولات قرينة انكسار الغول الايتيلي بالنسبة الى تركيزه . ويتم ذلك بتحضير المحاليل والتمديدات المذكورة بالجدول التالي وقياس قرائن انكسارها الواحدة تلو الأخرى .

غول ٩٥٪ سم ٢	١٠	٢	٤	٨	٠.٠
ماء مقطر سم ٢	٠.٠	٨	٦	٢	٢

تحضر هذه التمديدات داخل أنابيب زجاجية نظيفة كل منها يحبل رقماً يشير إلى تمديده (١٠٠٪ ، ٨٠٪ ، ٦٠٪ ، ٤٠٪ ، ٢٠٪ ، ٠.٠٪) وبعد وضع كميات الغول والماء يمزج جيداً ويبدأ بفحص قرائن الانكسار الواحدة تلو الأخرى .

يرسم الخط البياني بأخذ قرائن الانكسار على محور العينات وأخذ تراكيز الغول على محور السينات .

تقاس قرينة انكسار المحلول الغولي مجهول التركيز بالشروط نفسها ودرجه الحرارة نفسها ثم تقابل القيمة الناتجة على الخط البياني العياري حيث يحسب تركيز المحلول الغولي المنحوص .

ملاحظات هامة :

- ١ - يجب على الطالب أن يكون منتبهاً أثناء استعمال الجهاز لتلا تلفه أو يتلف أي جزء منه .
- ٢ - يجب أخذ الاحتياطات اللازمة أثناء وضع المادة على المواشير لكي لا تصاب بأذى .
- ٣ - أن يحافظ جيداً على نظافة المقياس وبخاصة مواشيريه . وأن تسمح دوماً ما بين القياسات جيداً بالقطن أو بقطع ورق الترشيح .

الادوات اللازمة :

مقياس انكسار آبي - يشر (وعاء إشباع) سعة ٢٥٠ سم^٣ - قضبان زجاجية مستديرة النهايات - مصات مدرجة من ١٠ سم^٣ - حامل ألياف مع أليافه - قصاصات ورق ترشيح أو قطن جذوب - مثبتة حرارة - سحاحة ماء مقطر .

* * *

٥ - مقياس الانكسار الفاطس

REFRACTOMETRIE : A IMMERSION

قياس قرائن الانكسار وتحديد تراكيز المحاليل

المبدأ :

مقياس الانكسار الفاطس :

نظراً لسهولة استعمال هذا الجهاز ولشدة دقته شاع استعماله بكثرة وبنجاح في تعيين قرائن الانكسار وتحديد تراكيز محاليل الكثير من المواد وهو يتألف أساسياً من :

١ - مؤشر الانكسار بالخاصة .

٢ - لولب الإحكام الكبير والصغير .

٣ - عينية ومنظار القراءة .

١ - مؤشر الانكسار :

الجهاز مـزود بعشرة مواشير قابلة للتبديل لكل منها مجال في حقل قرائن الانكسار لا يستخدم إلا فيه وهذه المواشير تقيس الانكسار من ١.٣٢٥٤ الى ١.٦٤٧٠ . وتميز هذه المواشير عن بعضها بحروف وأرقام كما هي مقسمة الى مجموعتين كبيرتين تقيد أولاهما في تعيين قرائن انكسار المواد في درجة حرارة لا تزيد على ٥٠ درجة مئوية في حين تستعمل أفراد المجموعة الثانية للعمل في درجات حرارة أكثر من الدرجة المذكورة . وفحن في جلسات العملية سوف نكتفي بالعمل بأحد أفراد المجموعة الأولى وهو مؤشر يحمل الرقم L . ويعين قرائن الانكسار ما بين ١.٣٢٥٤ الى ١.٣٦٦٤ .

٢ - لولب الإحكام :

اللولب الكبير ويبدو كخاتم على جسم المنظار ، والثاني الصغير ويوجد بالقرب من العينية وتحريكهما يفيد في إزالة تبدد الطيف والحصول على خط فصل واضح ما بين المنطقة النيرة والمنطقة العاتمة من سلم التدرج .

٢ - عينية ومنظار القراءة :

عند النظر في عينية المقياس تبدو لعين المشاهد كسلم التدرج والتي هي مستطيل يشتمل على ١١٠ تدرجات متساوية « من - ٥ الى + ١٠٥ » . ومن الهام أن نشير الى أن هذه التدرجات لا تعطي قرائن الانكسار وإنما لا بد من النظر الى جداول خاصة مرفقة بالجهاز وذلك لتحويل هذه القراءة الى ما يقابلها من قرينة الانكسار وذلك بحسب كل مؤشر على حدة .

وكمقياس انكسار آبه Abbe عند القراءة تشاهد منطقتان نيرة وعاتمة تقسمان سلم التدرج الى قسمين وخط الفصل ما بين هاتين المنطقتين هو الذي يحدد لنا القراءة المناسبة وذلك بعد إزالة تبدد الضوء بواسطة اللولب الخاصة بالإحكام . وفي حالة وقوع هذا الخط ما بين تدرجتين متاليتين يتسمان بالقرينة الموجودة بجوار العينية وذلك لضبط القراءة وتحديد أعشار الدرجات .

ملاحظة :

يلحق بالجهاز حوض من البورسلين المطلبي يحتوي على مايلي وهو :

١ - حامل ذو ثقب توضع فيه الأنوعية الحاوية على المادة المدروسة .

٢ - ميزان حرارة مثبت على حامل خاص به .

٣ - حامل لمقياس الانكسار يسمح بثبتيته بشكل مناسب .

٤ - جريان مائي يؤمن سهولة استخدام مثبتات الحرارة .

طريقة العمل بالجهاز :

- يتتقى المؤشور المناسب للمقياس ويثبت في نهاية المقياس .

— يمرر التيار المائي ما بين مثبتة الحرارة وحوض المقياس ويتنظر حتى يشير ميزان الحرارة الى الدرجة المرغوبة .

— تملأ أوعية الجهاز وحتى الإشارة المحكوكة عليها من— الخارج بالمادة المدروسة .

— يحمل المقياس بلطف كبير وينتبه جيداً الى عدم تعريضه لأية صدمة لأن الموشور سريع الانكسار ويثبت بهدوء على حامله الخاص ويدخل رأس الموشور داخل الوعاء الحاوي على المادة .

— ينظر من العينة ويحاول بواسطة لولاب الإحكام إزالة تبدد الطيف وجعل خط الفصل ما بين المنطقتين النيرة والعاتمة واضحاً تماماً وعندها تقرأ التدريجات على سلم التدرج ويستعان بالقرنية لتحديد أعشار الدرجات ثم تحول القراءة بالجدول الخاص الى قرينة الانكسار .

ملاحظة :

حين العمل لتحديد تراكيز المحاليل المفحوصة لا حاجة هنا لتحديد قرينة الانكسار وإنما يكفي بالقراءة المثوية مباشرة ونقلها الى خط بياني مع مايقابلها من التراكيز .

تهيئة الخط البياني المعياري لمحاليل كلورور الصوديوم :

تبدأ بالوزن الدقيق ثلاثة محاليل من كلورور الصوديوم بتراكيز ٥ و ١٠ و ١٥ غ من كلورور الصوديوم في ١٠٠ مل من الماء المقطر « بالوفات مطايرة من ١٠٠ مل » .

تملأ ثلاثة أوعية من أوعية الجهاز كل بمحلول من هذه المحاليل وذلك حتى الإشارة المحكوكة عليه . بعد ذلك يقاس كسرهما للضوء بالتتابع وتسجل النتيجة مع ملاحظة غسل موشور الجهاز ما بين كل قياس والذي يليه بقليل من الماء المقطر بهدوء وانتباه شديدين .

تمثل النتيجة على خط بياني وذلك بأخذ تراكيز كلورور الصوديوم غ/غ/ على محور السينات وقراءات سلم للتدرج المئوية على محور اللينات .
بعد رسم الخط البياني العياري يقاس المحلول مجهول التركيز ثم يحسب تركيزه استناداً إلى الخط العياري الناتج .

المحاليل والأدوات اللازمة :

- ١ - مسحوق كلورور للصوديوم النقي .
- ٢ - بالونات معايرة من ١٠٠ مل عدد ٣ .
- ٣ - وعاء إشباع سعة ٢٥٠ مل .
- ٤ - سحاحة ماء مقطر .

* * *

الفصل الثالث

الاستقطاب الضوئي

POLARIMETRIE

٦ - دراسة جهاز الاستقطاب وتحديد القدرة التصويرية النوعية .

٦ - دراسة جهاز الاستقطاب

وتحديد القدرة التدويرية النوعية

قياس القدرة التدويرية النوعية وتحديد تراكيز محاليل المواد الفعالة ضوئياً
المبدأ :

يقوم مقياس الاستقطاب على تحديد الانحراف الذي يعانيه مستوى اهتزاز الضوء المستقطب « وهو الضوء الذي لا يتم اهتزازه في جميع المستويات المارة بخط انتشاره وإنما في مستوى معين واحد منها » بمد أن يمر خلال وسط فعال ضوئياً .

تعرّف القدرة التدويرية النوعية لجسم من الأجسام بأنها الزاوية بالدرجات التي ينحرف بها النور المستقطب عندما يجتاز دسم « ديسيمتر » واحد من محلول هذا الجسم بتركيز قدره ١ غ/سم^٢ .

$$[a]_{\lambda}^t = \frac{\alpha \cdot 100}{L \cdot C}$$

حيث « : تمثل الزاوية بالدرجات التي انحرف بها الضوء .

L : طول الأنبوب الحاوي على محلول المادة بالديسمتر .

C : تركيز الجسم غ/١٠٠ سم^٢ من المحلول .

تتعلق القدرة التدويرية بتركيز المادة وبمسك المسافة التي يجتازها الضوء وبطول موجة الضوء المستخدم . إن السماكة العيارية للسوائل هي الديسمتر ، وكضوء وحيد اللون يستخدم شعاع الصوديوم الأصفر « ٥٩٠ ميلي ميكروناً » .

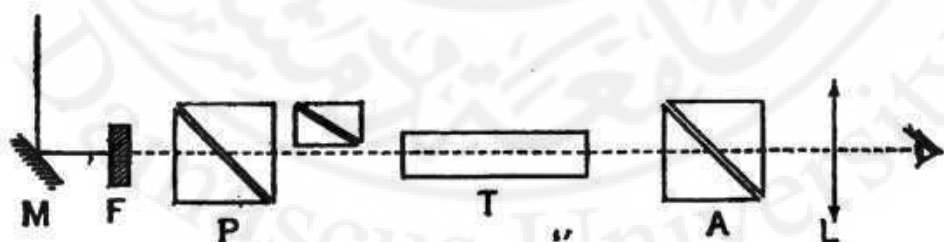
مقياس الاستقطاب :

يتم تحديد القدرة الدورانية باستخدام مقياس الاستقطاب ، وهو يتألف

من مرآة عاكسة للضوء M ومن صفيحة من ثاني لرومات البوتاسيوم F تقوم بدور مرشحة ضوئية تمتص جميع شعاعات المنبع الضوئي ما عدا الأشعة الصفراء فتقوم بذلك مقام منبع ضوئي وحيد اللون ، ومن موشور نيكول Nicol المقطب P الذي يولد استقطاب الضوء الوارد ومن موشور نيكول محلل A يقيس زلوية دوران مستوى الاستقطاب ان الموشور المقطب غير متحرك في حين أن الموشور المحلل يتحرك ويدور حول المحور الضوئي للجهاز وتقاس زلوية دورانه على قرص مدرج بالدرجات .

إن الموشور المقطب يتألف عادة من - موشورين يغطي أحدهما نصف الحقل الضوئي فقط ولهذا نرى حقل الرؤية في العدسة العينية مقسوماً إلى قسمين أحدهما مضيء والآخر مظلم وبدوران الموشور المحلل يمكن انقاص شدة إضاءة أحدهما وزيادة إضاءة الآخر حتى التساوي فيصبح بذلك حقل الرؤية متجانساً وفي هذه الحالة يدل تدريج الجهاز على الصفر بخطاً لا يتجاوز عشر الدرجة .

فاذا وضعنا داخل أنبوب الجهاز T محلولاً لمادة فعالة ضوئياً نحصل من جديد على عدم تساوي بالإضاءة يلزم معه لإعادة التساوي تدوير الموشور المحلل بزوايا معينة تساوي زلوية دوران مستوى الاستقطاب . وتعطى قرينة Vernier المرفقة بالجهاز أعشار الدرجات أو تعطي الدقائق وذلك بحسب الأجهزة .



شكل رقم (٨)

تعيين القدرة التدويرية النوعية للسكروروز :

يوزن بدقة ٥ غ من السكروروز النقي وتذاب بمقدار قليل من الماء المقطر ثم تنقل كميأ إلى بالون معاير من ١٠٠ سم^٣ ويكمل بالفسالات إلى ١٠٠ سم^٣ .
يخض للتجانس ثم يملأ أنبوب الجهاز بحذر لعدم ترك فقاعات هوائية داخله .

بضغط صفر القرص على سنر القرنية وتعرض المرأة جيداً نحو المنبع الضوئي وينظر في عينة المقياس ويجب إذا كان الجهاز مضبوطاً أن يكون قسما الشبكية بدرجة واحدة من الإضاءة .

يوضع الأنبوب بمكانه من الجهاز وينظر من جديد إلى ساحة الشبكية فيشاهد اختلاف في الإضاءة فيدار القرص نحو اليمين أو نحو اليسار تبعاً لجهة انحراف النور حتى تصبح الإضاءة واحدة تماماً في نصفي الشبكية .
أو الدقائق بواسطة القرنية .

تحسب القدرة التدويرية للسكروروز بدرجة حرارة المخبر . وذلك بتطبيق العلاقة :

$$[\alpha]_{\lambda}^t = \frac{\alpha \cdot 100}{C \cdot L}$$

تعيين تركيز محلول السكروروز :

يفصل أنبوب الجهاز جيداً بعد تفرينه بالماء العادي ثم بالماء المقطر وبتلييل من المحلول المفحوص ثم يملأ بهذا المحلول ويراعى عدم ترك أية فقاعة هوائية يجنف الأنبوب من الخارج ويعاد العمل كما مر سابقاً . تقاس زاوية الدوران ، ويحسب تركيز المحلول المجهول بالسكروروز بتطبيق الدستور :

$$C = \frac{\alpha \cdot 100}{[\alpha] \cdot L}$$

**جدول القدرة التدويرية النوعية
لبعض المركبات الصيدلانية**

القدرة التدويرية	المحل	التركيز غ/١٠٠ مل	اسم المركب
٢١٥-٢٠٥ +	ماء	١٠	فيتامين C
٤٣-٤١ +	غول	١٠	الكافور
٥٣-٥٢٥ +	ماء	١٠	سكر العنب
١٥٦-١٥٠ +	ديوكسان	١	هيدروكورتيزون
٥٢٥-٥٢٢ +	ماء	١٠	اللاكسوز
١٠٩-١٠٧ -	ماء	٢	كبريتات المورفين
١١٥-١١٢٥ -	ماء	٢	كبريتات الكودئين
٦٥٩ +	ماء	٢٦	الحكاروز

حيث أن للسكراروز هي + ٦٦٥ بالدرجة ٢٠ م . وذلك باستعمال الماء المقطر كحل .

ملاحظات :

- ١ - إن طول أنبوب جهاز الاستقطاب المستخدم يكون مسجلاً عليه .
- ٢ - إن مقياس السكر Saccharimètre أو ما يدعى بمقياس استقطاب لوران Laurent له تدريجات خاصة تدعى بالدرجات السكرية بحيث أن :
١٠٠ درجة سكرية = ٢١ درجة و ٤٠ دقيقة من الدرجات العادية .
ودرجة سكرية واحدة = ٢١٦٦٧ ر . درجة عادية .

يجب المحافظة على سلامة الجهاز بخاصة أنبوبه وذلك بوضعه برفق في مكانه أثناء القياس والحذر من سقوط سداده الزجاجية ووجوب وضعها برفق .
الأدوات اللازمة :

مقياس استقطاب - منبع ضوئي - وعاء إشباع سعة ١٠٠ سم^٣ . سحاحة ماء مقطر - زجاجات ساعة - بالون معاير سعة ١٠٠ سم^٣ .



الفصل الرابع

التوتر السطحي

TENSION SUPERFICIELLE

- ٧ - تحديد التوتر السطحي بالطريقة الشعرية .
- ٨ - دراسة تغير التوتر السطحي بتغير تركيز السوائل
بالمواد الفاعلة في السطوح .
- ٩ - تحديد التوتر السطحي بمقياس القطرات .

٧ - تعيين التوتر السطحي استناداً الى الخاصية الشعرية

المبدأ :

إن طريقة الأنبوب الشعري طريقة شلى لتحديد التوتر السطحي للسوائل النقية وهي تقوم على قانون Jurin التالي :

$$\gamma = \frac{1}{2} h d g r$$

حيث r تمثل التوتر السطحي •

h تمثل ارتفاع السائل في الأنبوب الشعري •

d كثافة السائل •

g تسارع الثقالة الأرضية •

r نصف قطر الأنبوب الشعري •

ينطبق هذا القانون على السوائل التي تبلل الزجاج وهي الحامض الأكثر أهمية من الناحية العملية وسوف تقتصر عليها •

من الممكن تحديد نصف قطر الأنبوب الشعري أي r وبذلك يتوصل إلى تحديد التوتر السطحي بصورة مطلقة ولكن بما أن هذا التحديد صعب نسبياً ياجأ لتحديد التوتر السطحي للسائل المدروس بالنسبة إلى التوتر السطحي لسائل آخر معلوم التوتر السطحي • ولهذا إذا استخدم الأنبوب الشعري نفسه أو أنبوب له نصف القطر نفسه فيكون لدينا في حالة المادة المعلومة التوتر السطحي :

$$\gamma_1 = \frac{1}{2} h_1 d_1 g r$$

وبالنسبة إلى المادة المجهولة التوتر السطحي :

$$\gamma_2 = \frac{1}{2} h_2 d_2 g r$$

وبما أن g , r ثابتان يصبح لدينا :

$$\frac{\gamma_1}{\gamma_2} = \frac{h_1 d_1}{h_2 d_2}$$

وبما أن γ_1 , h_1 , d_1 , d_2 معلومة يمكن بسهولة حساب γ_2 المجهولة .
خطه العمل :

يثبت الأنبوب الشعري النظيف الجاف داخل سدادة من القلن تثبت نفسها على حامل معدني « أو يسك بملقط معدني جيد » بعد ذلك يغمس طرف الأنبوب الشعري السفلي بالسائل موضوعاً داخل جفنة صغيرة من البورسلين ويقاس ارتفاع السائل داخل الأنبوب بواسطة مسطرة مناسبة أو ورق ميليمتري . يكرر القياس عدة مرات ويؤخذ متوسط ارتفاع السائل المعلوم داخل الأنبوب الشهري وبذلك تعرف قيمة h_1 .

يجري قياس ثان بالطريقة نفسها وباستعمال أنبوب شعري له نصف القطر نفسه للسائل المجهول وبذلك تحدد قيمة h_2 . بعد ذلك وبعد معرفة كفة كل من السائل الأول والسائل الثاني والتوتر السطحي للسائل الأول يمكن حساب التوتر السطحي للسائل الثاني المجهول .

يعين التوتر السطحي للسائل المقطر والخلون وذلك استناداً إلى التوتر السطحي - للبنزن الذي يعادل ٢٨,٨ دينة/سم .

إن الأوزان النوعية للسائل والبنزن والخلون هي على الترتيب :

$$١ \text{ ، } ٨٧٩ \text{ ، } ٧٩٣$$

ملاحظات :

١ - يجب استعمال قطع من أنبوب شعري منتظم المقطع ليكون المقطع واحدا في كل القياسات .

٢ - يجب ألا يستعمل الأنبوب الشعري إلا لسائل واحد وذلك لأن الشوائب تؤثر بدرجة عظيمة في التوتر السطحي .

الأدوات اللازمة :

أنابيب شعرية منتظمة المقطع - جننات بورسلين صغيرة - فلين - حامض معدني مع ملقط - مسطرة جيدة التدريج أو ورق ميليمتري .

جدول التوتر السطحي لبعض السوائل

في الدرجة ٢٠°م

اسم المركب	التوتر السطحي دينه/سم
الماء	٧٢٫٨
البنزول	٢٨٫٩
التولوين	٢٨٫٤
رابع كلور الزئبق	٢٦٫٩
الخلول	٢٣٫٧
الميتانول	٢٢٫٦
الفول الايتاي	٢٢٫٣
الاثير الايتلي	١٦٫٩

٨ - دراسة تغير التوتر السطحي للماء

بتغير تركيزه بكبريتات اللوريل الصودية

المبدأ :

انظر مبدأ التجربة العملية الرابعة بالتفصيل .

خطة العمل :

يحضر محلول أم من كبريتات اللوريل الصودية Sodium Lauryl sulfate بنسبته ١٪ وتحضر منه تراكيز مختلفة بالمادة الفعالة محصورة ما بين ٠.٠٢-٠.٣٢٪ وذلك حسب الجدول التالي :

رسم الانبوب	١	٢	٣	٤	٥	٦
ماء مقطر مل	١٠٨	١٠٦	١٠٢	٨٤	٦٨	
التركيز الموافق	٠.٠٢	٠.٠٤	٠.٠٨	٠.١٦	٠.٣٢	
المحلول الأم مل	٠.٢	٠.٤	٠.٨	١.٦	٣.٢	
كثافة المحلول	١.٠٠٢	١.٠٠٤	١.٠٠٨	١.٠١٦	١.٠٣٢	

يقاس ارتفاع السوائل المحضرة داخل أنابيب شعرية متساوية القطر بالتتابع وبعدها يقاس ارتفاع مادة عيارية هي البنزول كما يقاس ارتفاع الماء المقطر النقي .
تجسب التوترات السطحية للماء المقطر النقي وللحاليل المحضرة استناداً الى أن التوتر السطحي للبنزول هو ٢٢ دينة/سم وكثافته هي ٨٧٩ .

يرسم الجدول التالي للنتائج :

رقم الأنبوب	١	٢	٣	٤	٥	٦
الارتفاع مم						
استوكور السطحي دقيقة / سم						

يرسم في ختام العمل خط بياني مثل لتخيرات التوتر السطحي للباء المقطر بتغير تركيزه بزيادة كبريتات اللوريل الصودية وذلك بأخذ التراكيز على محور السينات وقيم التوتر السطحي على محور الميئات .

المواد والمحاليل اللازمة :

- مص مصدج من ١٠ مل عدد ١
- مص مصدج من ٢ مل عدد ١
- جفئات بوسلين صغيرة عدد ٧
- أنابيب شعرية متساوية القطر عدد ٧
- ماء مقطر
- محلول كبريتات اللوريل الصودية أم بتركيز ١٪
- أنابيب تجربة مع حامل عدد ٦
- بنزله نقي
- أوراق ملليمترية

٩ - تحديد التوتر السطحي بقياس القطرات

المبدأ :

نستخدم في هذه التجربة طريقة القطرات لتحديد التوتر السطحي وهي كما نعلم طريقة هامة في الصيدلة .

إن التوتر السطحي لسائل ما يتعلق مباشرة بوزن القطرة المثالية منه والتي تسقط بحرية من نهاية مذقة لأنبوب قطره والذي يعطى بالعلاقة :

$$W = 2 \pi r \sigma$$

حيث W هو وزن القطرة .

إن القطرة لا تسقط من نهاية الأنبوب المستدقة إلا عندما تصل إلى وزنها الحرج . ومع ذلك فهي عندما تسقط لا تنفصل كلياً ولأجل ذلك يدخل تصحيح خاص للعودة بوزن القطرة إلى صورته المثالية كما يلي :

$$W = 2 \pi r \sigma f \left(\frac{r}{V^{1/3}} \right)$$

حيث V هو حجم القطرة و $f \left(\frac{r}{V^{1/3}} \right)$ هو العامل التصحيحي لوزن القطرة .

بما أن الوزن يساوي :

$$W = m \cdot g$$

يسكننا أن نكتب :

$$m \cdot g = 2 \pi r \sigma f \left(\frac{r}{V^{1/3}} \right)$$

ومنه نحسب قيمة التوتر السطحي σ :

$$\sigma = \frac{mg}{2\pi r} / f \left(\frac{r}{V^{1/3}} \right) = \frac{mg}{r} = F$$

حيث F هي تابع لـ $\frac{r}{V^{1/3}}$:

يستخدم في هذه الدراسة مقياس قطرات من نموذج Traube حيث يقاس فيه عدد القطرات التي تسقط بحرية من نهاية الأنبوب وذلك من حجم معلوم من السائل .

إذا استخدمنا سائلاً عيارياً وقسنا بعد القطرات التي يعطيها حجم الجهاز ، فيمكننا حساب التوتر السطحي لسائل مجهول من العلاقة :

$$\frac{\sigma_1}{\sigma_2} = \frac{m_1 g F_1}{m_2 g F_2} = \frac{V_1 d_1 F_1}{V_2 d_2 F_2}$$

حيث d_1, d_2 هي كثافة السائل المعلوم والمجهول .

● V_1, V_2 هي حجومات القطرات المتشكلة . وكون حجومات القطرات المتشكلة تبقى ضمن حدود التجربة ثابتة تقريباً يمكن أن نكتب :

$$\frac{\sigma_1}{\sigma_2} = \frac{V_1 d_1}{V_2 d_2}$$

وبما أن الحجم الخاص بالسائل ثابت يبقى لدينا متحول واحد هو عدد القطرات وبشكل يكون معه :

$$\frac{\sigma_1}{\sigma_2} = \frac{n_2 d_1}{n_1 d_2}$$

حيث n_1, n_2 هي عدد القطرات من كل سائل والتي يعطيها نفس الحجم . ومن معرفة التوتر السطحي للسائل العياري وعدد قطرات كل من السائلين وكثافة كل منهما يمكن حساب التوتر السطحي المجهول .

خطة العمل :

يفصل الجهاز بشكل جيد بالمزيج السلفوكرومي . وبالماء الج
وبعد بالفول فلاثير حتى يكون نظيفاً تماماً .

يملأ الجهاز بالماء المقطر وبشكل يكون معه مستواه أعلى
ويغرس بعدها داخل مثبتة الحرارة بالدرجة ٢٠م° وينتظر مدة ٥
توصل نهاية القياس العلوية بقطعة مطازية منتهية بأنبو
بشكل نسح معه بالحصول على ١٠ قطرات بالدقيقة من الناحية
(حتى لا يكون السقوط سريعاً) .

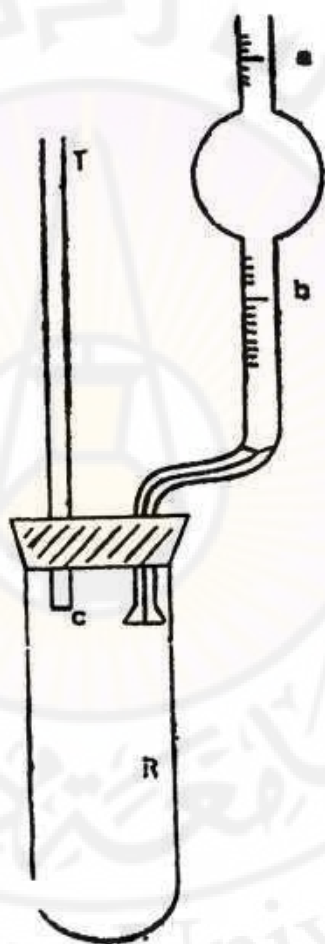
يترك السائل بعد ثبات درجة الحرارة يسيل وتعد القطرات
الماء المقطر ما بين الخط a والخف b . وتكرر هذه العملية .
رقم مقارب ويسجل عدد القطرات .

تحضر بدءاً من محلول أم من مادة كبريتات اللو
Sodium Lauryl sulfate نسبه ١٪ في الماء المقطر محاليلاً
ما بين ٠.٠١ و ٠.٥٠٪ من كبريتات اللوريل الصودية . كم
جانبية كثافة كلاً من السوائل المحضرة وتسجل .

تعد التجربة المجرأة مع الماء المقطر مع كل السوائل المحضرة
ويحدد عدد القطرات الناتجة عن كل منها وتجسج النتائج في الجد

المحاليل	عدد القطرات	التوتر السطحي دينه/سم

من النتائج الحاصلة يرسم خط بياني يعطي تغير التوتر السطحي مع تغير تركيز الماء بمادة كبريتات اللوريل الصودية . حيث تستنبط منه تأثير هذه المادة في التوتر السطحي للماء .



شكل رقم (٩)

مقياس قطرات Traube

الأدوات اللازمة :

• حامل أنابيب مع ستة أنابيب - جهاز Traube

ممسح مدرج من ١٠ سم^٢ $\frac{\text{عدد}}{٢}$ - ممسح مدرج من ٢ سم^٢ $\frac{\text{عدد}}{٢}$

ممسح مدرج من ٥ سم^٢ $\frac{\text{عدد}}{٢}$ - سحاحة ماء مقطر •

بالون معاير من ١٠٠ سم^٢ $\frac{\text{عدد}}{١}$ - كبريتات اللوريل الصودية •

الفصل الخامس

اللزوجة وانسياب السوائل

- ١٠ - تحديد اللزوجة بجهاز استوالد .
- ١١ - تحديد اللزوجة بجهاز هوبلر .
- ١٢ - دراسة تغير اللزوجة بتغير درجة الحرارة .

١٠ - تحديد اللزوجة بجهاز استوالد

VISCOSITÉ

المبدأ :

- انظر مبدأ تحديد اللزوجة بطريقة سقوط الكرات .
- يعتمد تحديد اللزوجة بجهاز استوالد على مرور السوائل داخل الأنابيب الشعرية ويخضع لقانون بوازوي التالي Poiseuille .

$$V = \frac{\pi P t r^4}{8 L \eta}$$

حيث V هو حجم السائل الذي يجتاز الأنبوب الشعري .

١) الضغط « ثابت »

٢) زمن الانسياب .

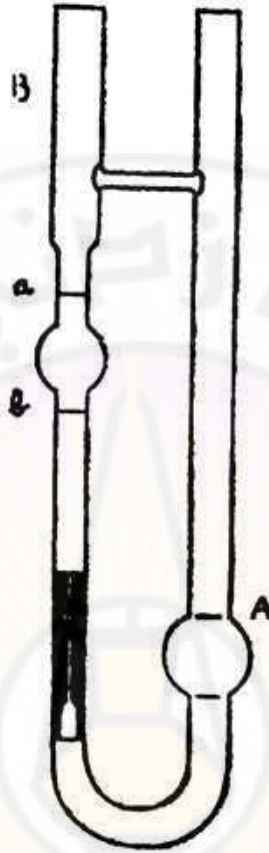
المسافة التي يقطعها السائل .

٣) قطر الأنبوب الشعري .

٤) اللزوجة .

وبما أن تحديد اللزوجة المعلقة نسبياً صعب ويتطلب معرفة الثوابت المذكورة - سابقاً بدقة - يلجأ إلى تحديد اللزوجة النسبية وذلك بالنسبة إلى لزوجة سائل معروف .

إن جهاز استوالد المستعمل موضح بالشكل التالي :



الشكل رقم (١٠)
جهاز استواء

يعطي الضغط الذي يسيل به السائل داخل الأنبوب الشعري بالملاقة :

$$P = h \cdot d \cdot g$$

حيث d هي كثافة السائل .

h هو فرق المستويات بين شعبي مقياس اللزوجة .

g تسارع الثقالة الأرضية .

فإذا جعل فرق المستوى h ثابتاً في جميع العمليات يكون لدينا :

بالنسبة للمحلول المعلوم الأول :

$$P_1 = K d_1$$

وبالنسبة للمحلول المجهول :

$$P_2 = K d_2$$

وإذا حدد زمن انسياب السائل الأول t_1 وزمن انسياب السائل الثاني t_2

بالمقياس نفسه وبالشروط نفسها تصبح اللزوجة النسبية :

$$\frac{\eta_1}{\eta_2} = \frac{d_1 t_1}{d_2 t_2}$$

ومنه :

$$\eta_2 = \eta_1 \frac{d_2 \cdot t_1}{d_1 \cdot t_2}$$

وبما أن السائل العياري هو الماء يكون :

$$\eta_2 = 0,01 \frac{d_2 \cdot t_2}{t_1}$$

خطة العمل :

ينظف مقياس اللزوجة جيداً بالماء الملحي ، ثم جيداً بالماء ، فالماء المقطر
فالقول ثم الاثير .

يثبت بعدها داخل مثبتة الحرارة بالدرجة ٢٠° م يدخل بعدها بوساطة ممص
معاير ٥ مل بالضبط من الماء المقطر وبحذر داخل الحبابة A للجهاز ويترك حتى
تثبت الحرارة بين ١٥ - ٣٠ دقيقة .

بعدها وبوساطة أنبوب مطاطي مثبت على النهاية B يمسح السائل حتى
يصل سطحه أعلى بـ ١ سم من الخط a . يترك السائل يسيل وعند وصوله إلى
الخط a يحدد الزمن اللازم حتى يقطع السائل المسافة مابين a ، b
تكرر هذه العملية ثلاث مرات ويؤخذ متوسط الزمن .

تعاد العمليات السابقة جميعاً ولكن باستخدام السائل المراد تحديد لزوجته •
ويحدد الزمن •

ومن كثافة السائل المدروس وزمن انسياب الماء والسائل تحسب اللزوجة
النسبية للسائل بالنسبة للماء المقطر بالدرجة ٢٠ ° م •

ويحقق الجدول التالي :

المادة	زمن الانسياب الوسط	الكثافة بالدرجة ٢٠ ° م اللزوجة
ماء		
المادة الأولى		
المادة الثانية		

الأدوات اللازمة :

جهاز لزوجة أو ستوالد -- مسعر معاير من ٥ مل -- سحاحة ماء مقطر •

١١ - تحديد اللزوجة المطلقة بطريقة سقوط الكرات

مقياس لزوجة هوبلر HOPPLER

المبدأ :

تعرف لزوجة سائل بالمقاومة التي تمتاز ارتحال جزء من كتله بالنسبة إلى جزء آخر منها .

إن وحدة القوة اللزوجة المطلقة *Viscosité Absolue Dynamique* حسب نظام الوحدات القياسية الدولية هي البوازوي Poiseuille وتمثل لزوجة سائل يجب أن تطبق عليه قوة قدرها نيوتن *Newton* على المتر المربع للحصول على اختلاف بالسرعة قدره متر بالثانية ما بين سطحين منه يبعدان عن بعضهما متراً واحداً .

إن وحدة هذه القوة اللزوجة المطلقة بحسب وحدات الجملة السغية تدعى البواز Poise وتمثل لزوجة سائل يجب أن تطبق عليه قوة قدرها دينة الستتر المربع وذلك للحصول على اختلاف بالسرعة قدره سم/ثا ما بين سطحين يبعدان عن بعضهما ستتراً واحداً يستخدم عادة جزء البواز المذعو سانتى بواز Centipoise .

أما وحدة اللزوجة المطلقة الحركية *V. A. Cinematique* بحسب نظام الجملة السغية فهي الستوكس Stokes وتعبر عن اللزوجة المطلقة الحركية لسائل قوته اللزوجة المطلقة بواز واحد وكتلته النوعية غ/سم^٣ . وبمعنى آخر يحصل على اللزوجة المطلقة الحركية بقسمة القوة اللزوجة المطلقة للسائل المدروس على كثافته . إن جزء الستوكس المستعمل هو الساتى ستوكس Centistokes .

هناك طرائق وأجهزة كثيرة لقياس اللزوجة تستند إما إلى تحديد سرعة الانسياب داخل أنبوب شعري ، وأما إلى تصرف السائل المدروس موضوعاً داخل اسطوانتين متحركتين داخل بعضهما بعضاً أولاً متحركة والثانية ثابتة ، وإما أخيراً إلى تحديد سرعة سقوط جسم صلب كروي ، وسوف نهتم بهذه الطريقة الأخيرة ونطبقها باستخدام جهاز هوبلر Hoppler المصمم لهذا الغرض .

أن نخضع سرعة سقوط الجسم الكروي داخل السائل لقانون ستوكس :

$$V = \frac{2 r^2 (d_1 - d_2) g}{9 \eta}$$

حيث V = هي سرعة سقوط الجسم .

r = نصف قطره .

d_1 = كثافته .

d_2 = كثافة السائل .

g = تسارع الثقالة الأرضية .

η = اللزوجة .

ومنه تحسب اللزوجة :

$$\eta = \frac{2 r^2 (d_1 - d_2) g}{9 V}$$

فعندما يستخدم دوماً الجسم الكروي نفسه ويمكن السقوط نفسه يمكن حساب اللزوجة بكل بساطة بالعلاقة :

$$\eta = K (d_1 - d_2) t$$

حيث K هي ثابتة الجهاز التجريبية والجسم الكروي .

d_1 كثافة الجسم الصلب .

d_2 كثافة السائل •

t زمن السقوط بالثواني

و

فإذا حسب d_1, d_2 ب غ/سم^٣ و t بالثواني كانت η بالساتي بواز •

خطـة العمل :

٢- وصف الجهاز :

يتألف الجهاز من قاعدة وجسم • القاعدة معدنية وفيد في تثبيت جسم الجهاز القابل للدوران حول محور خاص مثبت على القاعدة • يثبت الجسم على القاعدة ويحرر منها بفضل لولب خاص موجود على جسم القاعدة يستطيع سحبه نحو الخارج تحرير الجسم والعكس بالعكس •

أما الجسم بالخاصة فيتألف من قسم داخلي هو أنبوب القياس ومن قسم خارجي ملحق •

يتألف أنبوب القياس من أنبوب زجاجي بسبك مناسب عليه ثلاث علامات: علوية ووسطى وسفلية ؛ تحدد المسافة التي يؤخذ السقوط ما بينها • للأنبوب سدادتان معدنيتان علوية وسفلية قابلتان للستر بإحكام • توجد تحت العلوية منها قطعة معدنية ذات نهاية مقعرة تحوي ثقباً ينتهي إلى تجويف فيها بسح بل • الجهاز بدقة دون ترك أية ففاعات هوائية • تبلغ المسافة ما بين العلامة العلوية والسفلية ١٠٠ ملم • (مسافة السقوط) •

يتألف القسم الخارجي من قفص زجاجي يحيط بأنبوب القياس مزود بسجى مائي يسكن أن يوصل بشبـة الحرارة ؛ وفيه أيضاً جهاز تسخين كهربائي يسح بالعمل بدرجات حرارة مرتفعة ودون استعمال مثبتة للحرارة كما انه مزود بـيزان الحرارة ذي غطاء معدني مدرج ما بين صفر - ٢٥°م • الجهاز برفق بست كرات الأربع الأولى منها زجاجية والأخيرة معدنية • يعني الجدول التالي كل خصائصها :

رقم الكرة	قطرها ملم ٢٠ م	وزنها غ	كثافتها ٢٠ م	K
١	١٥٨٠.٣	٤٩٧٨.٠	٢٤٠.٩	٠.٠٩٣٢٧
٢	١٥٦٣.٠	٤٨١٤.٦	٢٤٠.٨	٠.٧٤٦٥
٣	١٥١٤.٨	٤٣٨٧.١	٢٤١.١	٠.٨٠٥٨
٤	١٤١٥.٠	٣٥٧٣.٢	٢٤٠.٩	٥٣.٧
٥	١٣٥٠.٠	١.٠٤٢٦٣	٨٠.٩	١.٦
٦	١.٠٠٠	٤٢٨٦.٧	٨١.٩	٤١.٦

ب - استعمال الجهاز :

يوضع الجهاز على الوضعية الأفقية بضبط لواب قاعدته المعدنية على التربة الموجودة في أعلى القاعدة (النفاعة الهوائية) . بعد ذلك يفتح غطاء أنبوب الجهاز العلوي وتخرج القطعة المعدنية المثقوبة ذات النهاية المقعرة ويفصل الأنبوب والكرة المنتفخة بالماء العادي فبالألماء المقطر فبالغول ثم الاثير حتى ينكف تماماً ثم يترك يجف وبعدها يفصل بقليل من السائل المراد تحديد لزوجته .

يسكب داخل الأنبوب وبوساطة مسص مناسب كمية من السائل المفحوص حتى يصل مستواه إلى قرب نهاية الأنبوب تقريباً وعندها تسك الكرة بملقطها الخاص وتدخل داخل الأنبوب وتترك تسقط فيه . ثم توضع القطعة المعدنية المثقوبة ويضاف من السائل حتى يمتلئ الأنبوب تماماً ولا تبقى أية فقاعة هوائية يسد الأنبوب بسدادته ويحكم الغطاء جيداً .

يحرر جسم الجهاز عن قاعدته بسحب اللولب الخاص إلى الخارج قليلاً ثم يدار الجسم حتى يقلب رأساً على عقب ومنتظر سقوط الكرة ووصولها إلى نهاية الأنبوب .

يقاب الجسم بسرعة ويعاد تثبيته بأوليه ويسك مقياس الزمن بيد ويراقب

سقوط الكرة حتى تصل وتمس بالخط الطوي أو العلامة العلوية المرسومة على أنبوب المقياس عندها وبسرعة يضغط مقياس الزمن (كرونومتر) وتراقب الكرة حتى تصل وتمس الخط السفلي (العلامة الثالثة أو الأخيرة) وعندها يوقف مقياس الزمن ويسجل عدد اثواني اللازمة لسقوط الكرة ما بين العلامتين العلوية والسفلية .

تعاد هذه العملية كما مرّ مرتين أيضاً ويؤخذ المتوسط الحسابي وتحسب لزوجة السائل من العلاقة المذكورة آفاً مع مراعاة كثافة الكرة وكثافة السائل و ثابتة الجهاز والكرة .

تحتسب لزوجة الماء الماطر ولزوجة الفول علماً بأن كثافة الماء والفول هي على الترتيب ١ و ٨١٦ . وتعطى قيمة القوة الزوجية المطلقة بالساتي بواز واللزوجة المطلقة الحركية لكل منها بالساتي ستوكس .

ملاحظات :

- ١ - يتم اختيار الكرات وفق القاعدة التالية : تستعمل الكرة رقم ١ (وهي كرة زجاجية) إذا كان زمن السقوط ٦٠ ثانية على الأقل . وفيما عدا ذلك تستخدم الكرات الباقية .
- ٢ - يكتفى بانجلمسات فعلية بل ، قسم الوعاء الخارجي الملحق بالماء الممطر فقط وذلك لعزل أنبوب المقياس قدر الإمكان عن التغيرات الحرارية . أما إذا أريد العمل بدقّة فلا بد من استعمال مثبتة لحرارة .
- ٣ - يوضع عند تفريغ أنبوب الجهاز وعاء اشباع مناسب تحته وذلك لجمع السائل داخله . وينتبه هنا جيداً إلى انتقال الكرة للزجاجية باليد لتلا نفع ونفسر .
- ٤ - يراعى العمل بهدوء ونقاوة واتباه ننلا يصاب الجهاز بعطب أو كسر .

الأدوات اللازمة :

- مقياس لزوجة ذو الكرات مع الكرة الزجاجية رقم ١ - وعاء اشباع سعة ٢٥٠ سم^٣ عدد ٢ - مقياس زمن .

جدول لزوجة بعض المركبات الصيدلانية

بالدرجة ٢٠م

اللزوجة سنتي بواز

اسم المركب

١٧٨ر	حمض النمل
١٢٢ر	حمض الخل
٠٤٥ر	خلات الاتيل
٠٣٢ر	الخلون
٠٦٥ر	البنزهدن
١٠٠٢ر	الماء المقطر
١٧١ر	الفول الايتلي
٠٢٣ر	الاتير الايتلي
٠٣٢ر	الهكزان
٠٩٧ر	رابع كلور الفحم
٣٦٠٠ر	تري تروغليسرين
٤٣٧ر	الفول الايزواميلي
٦٤ر	الفول البنزيلي

١٢ - دراسة تغير اللزوجة بتغير درجة الحرارة

باستخدام جهاز لزوجة هوبلر

المبدأ :

انظر التجربة الخاصة بتحديد اللزوجة بجهاز سقوط الكرات .

كما نعلم أن سقوط جسم كروي داخل سائل يخضع لقانون سبوكس Stokes التالي :

$$V = \frac{2}{9} \cdot \frac{r^2 (d_1 - d_2) g}{\eta}$$

حيث V هي سرعة السقوط ، r نصف قطر الجسم الكروي ، d_1 كثافة الجسم d_2 : كثافة السائل ، g تسارع الثقالة الأرضية و « اللزوجة . وبجعل سافة السقوط ثابتة ومن معرفة قطر الجسم الكروي يمكن لنا كتابة :

$$\eta = K (d_1 - d_2) t$$

حيث t هو زمن السقوط ، فيكفي معرفة ثابتة الجهاز بالنسبة للكرة المستخدمة ومعرفة زمن السقوط وكثافة كل من السائل والجسم الكروي حتى نحسب اللزوجة .

إن تغير اللزوجة بتغير درجة الحرارة يعطى بالعلاقة :

$$\eta = A \cdot e^{E/RT}$$

حيث A هي ثابتة خاصة . e : هو أساس اللوغاريتم الطبيعي ، E

هي قدرة التشييط $E_{\text{activation}}$ وتعين القدرة اللازمة للتغلب على قوى التجاذب ما بين الجزيئات والتي تدعى بقوى فان در فالس $R \cdot Van der Waals$ ثابتة الغازات الكاملة و R درجة الحرارة المطلقة .

والعلاقة السابقة يسكن أن تبسط وتحسب باللوغاريتم العشري بالصورة

$$\text{Log } \eta = \frac{E}{2.303 RT} + \text{Log } A$$

خطه العمل :

يجب مراجعة التجربة الخاصة بتحديد اللزوجة بسقوط الكرات من أجل وصف الجهاز ووضعه في وضعية العمل .

لا بد من تنظيف الجهاز ، وبخاصة أنبوب السقوط : تنظيفاً جيداً بالماء النعدي ، مع استعمال الفرشة الخاصة به . ثم الغطون بعد ذلك بالماء المقطر ثم بالغون لتقي وبعبها بالاتيـر ويزال هذا الأخير بتيار من الهواء الحار .

يسأ أنبوب الجهاز بالسائل المدروس بدون ترك أي فقاعة غازية ، وبخاصة حو الكرة . يغلـق الأنبوب جيداً ثم يوصل الجهاز بشبه الحرارة ويترك مدة ٣٠ دقيقة حتى الثبات الحروري وبعدها يجري القياس بتحديد زمن السقوط ثلاث مرات ويؤخذ متوسط الزمن .

تغير من جديد درجة الحرارة في مشبه الحرارة وينتظر مدة ١٥ دقيقة حتى تثبت درجة الحرارة وتصل إلى المحلول الداخلي ويجري القياس كما سبق . تعاد هذه العملية مع جميع درجات الحرارة المطلوبة .

تحدد بدراسة جانبية كثافة السائل المدروس وذلك بـ ٥ درجات حرارة مختلفة ٣٠ ، ٣٥ ، ٤٠ ، ٤٥ ، و ٥٠ درجة مئوية وذلك بطرق الكثافة المعروفة .

تؤخذ ثابتة الجهاز بالنسبة للكرة المستخدمة من الجدول المذكور في تجربة جهاز هوبار أو تحسب بالنسبة للجليسرول Glycerol وذلك من المعطيات التالية :

بالدرجة ٢٥°م أعطت التجربة ما يلي :

• كثافة الغليسول هي ٢٦٢٣٩ غ/مل

• لزوجة الغليسول ٦٩٨ سنتي بواز

• زمن سقوط الكرة ١٦ دقيقة و ٤٢ ثانية

• كثافة الكرة ٨١١ غ/مل

تجمع النتائج بالجدول التالي :

الزمن	درجة الحرارة T	$\frac{1}{T}$	الكثافة	η	$\text{Log } \eta$

يرسم الخط البياني الممثل لتغيرات $\text{Log } \eta$ بالنسبة إلى قيمة $\frac{1}{T}$ ، كما
ت حسب قيمة الثابتة A باحدى درجات الحرارة .

الأدوات اللازمة :

• جهاز لزوجة هوبلر - مقياس زمن - غليسول .

الفصل السادس

طرائق القياس الضوئية – الامتصاص الضوئي

- ١٣ - السلاسل اللونية القياسية .
- ١٤ - جهاز لون دوبوسك - معايرة الحديد .
- ١٥ - جهاز الضوء والخلايا الكهروضوئية .
- ١٦ - جهاز الطيف الضوئي في المرئي .
- ١٧ - جهاز الطيف الضوئي فيما فوق البنفسجي
- ١٨ - جهاز الطيف الضوئي فيما تحت الأحمر .

١٣ - تهيئة السلسل اللونية العيارية

المعايير اللونية عياناً وبجهاز المقارنة

التفاعل اللوني لشاردتي اليورانيوم والفروسيانور

المبدأ :

تعطي شاردة اليورانيوم عند معالجتها بشاردة الفروسيانور لوناً بنياً يتناسب مع تركيز اليورانيوم ويصلح للمعايرة اللونية .

لتهيئة سلسلة عيارية لونية يؤخذ رجيل من الأنابيب المتماثلة بالطول والقطر وبنوع الزجاج وتوضع فيها كميات معلومة ومتزايدة من المادة ويضاف لكل منها الحجم نفسه من الكاشف ويجعل حجم الجميع واحداً . فيحصل على تدرج لوني يتناسب مع التركيز .

المحاليل اللازمة :

١ - محلول اليورانيوم العياري المحتوي على ١ غ من اليورانيوم في اللتر : ويعضر بإذابة ٢.١٠٩ غ من تترات اليورانيوم ذات ٦ ذرات ماء بلوري في لتر من الماء المقطر .

٢ - محلول فروسيانور البوتاسيوم ٥٪ .

تهيئة السلسلة العيارية :

توضع داخل رجيل من الأنابيب الكميات التالية من محلول اليورانيوم العياري : ٠.٢٣ ، ٠.٤ ، ٠.٦ ، ٠.٨ ، ١ مل وهي تقابل التراكيز التالية : ٢٠٠ ، ٤٠٠ ، ٦٠٠ ، ٨٠٠ ، ١٠٠٠ ميكروغرام من اليورانيوم . يكمل حجم كل إنبوب إلى ٥ مل بالماء المقطر (٠.٤٨ ، ٠.٤٦ ، ٠.٤٤ ، ٠.٤٢ و ٤ مل) يمزج جيداً ثم يضاف لكل

أنبوب ٢ مل من محلول فروسيانور البوتاسيوم ٥٪ يمزج جيداً يبدو لون بني متدرج في الشدة من الأنبوب الأول حتى الأنبوب الخامس . ويكون قد أصبح حجم المحلول الكلي في كل أنبوب ٧ مل .

يؤخذ داخل أنبوب مماثل لأنابيب السلسلة ١ مل من المحلول المجهول ويضاف لها ٤ مل من الماء المقطر يمزج جيداً ويضاف ٢ مل من محلول فروسيانور البوتاسيوم ٥٪ يمزج فيبدو اللون البني المماثل للون السلسلة ولكن بتركيز مجهول .

حساب تركيز محلول اليورانيوم المجهول :

٢ - بالطريقة المباشرة :

يحمل الأنبوب المجهول باليد ويقارن لونه مع ألوان السلسلة العيارية . ويحدد الأنبوب القريب للون أو المطابق بلونه للون الأنبوب المجهول « فإذا حدث تطابق مع أحد أنابيب السلسلة باللون عد تركيز المجهول معادلاً لتركيز المعلوم . ويجرى الحساب على الصورة التالية :

لتفرض أن التطابق حصل مع أنبوب السلسلة الثالث فيكون :

كل ١ مل من محلول اليورانيوم المجهول يحوي ٦٠٠ ميكروغرام من يورانيوم فكل ١٠٠٠ مل منه تحوي :

$$\text{س} = \frac{600 \times 1000}{1} \text{ ميكروغرام يورانيوم في لتر من المحلول} .$$

أما إذا لم يحدث تطابق كامل يؤخذ من أنابيب السلسلة العيارية الأنبوب الذي لونه أعلى من الأنبوب المجهول . وتضاف له حجوم صغيرة من الماء المقطر (أي يسد قليلاً قليلاً) ومعلومة إلى أن يصل أنبوب السلسلة بلونه إلى لون المجهول . يحسب مقدار الماء المقطر المضاف ومنه يحسب تركيز الأنبوب المجهول كما يلي :

لنفرض أننا أضفنا ٢٥ مل من الماء المقطر حتى حدوث تطابق الألوان بين الأنبوب المجهول والأنبوب المطوم فيكون حجم الأنبوب المطوم قد أصبح :

$$ح = ٢٥ + ٧ = ٩٥ \text{ مل}$$

إن ٩٥ مل تحتوي ٦٠٠ ميكروغرام يورانيوم .

ف ٧ مل تحتوي س .

$$س = \frac{٦٠٠ \times ٧}{٩٥} = ٤٤٢١ \text{ ميكروغراماً من اليورانيوم في } ٧ \text{ مل وهو تركيز}$$

المحلول المجهول .

إذاً إن كل ١ مل من المحلول المجهول يحتوي ٤٤٢١ ميكروغراماً يورانيوماً

ف ١٠٠٠ مل من المحلول المجهول تحتوي س .

$$س = \frac{٤٤٢١ \times ١٠٠٠}{١} = \text{ميكروغراماً من اليورانيوم في لتر من}$$

المحلول المجهول .

هذا مبيناً إذا مددنا الأنبوب الثالث من السلسلة .

ب - طريقة المقارنة بجهاز المقارنة :

جهاز المقارنة المستخدم هو وسيلة تسكن المحلل من التحديد العياني . للتركيز

اللونى بدقة أكبر ، من المقارنة العيانية المباشرة .

يتألف جهاز المقارنة من قطعة خشبية بشكل متوازي المستطيلات محفور

على سطحها العلوي ستة ثقوب دائرية تسكن فيها الأنابيب المدروسة ، وعلى

وجهها الجانبي ثلاثة شقوق أو نوافذ طولية تخترقها من الجانبين مما يسمح برؤية

الأنابيب الموجودة داخل الثقوب العلوية .

للفحص بجهاز المقارنة يوضع في الثقب الأوسط الأمامي الأنبوب المجهول

التركيز وفي الثقب الأيمن الأمامي الأنبوب المعلوم والأقل تركيزاً من المجهول وفي الثقب الأيسر الأمامي الأنبوب المعلوم والأكثر تركيزاً .

يوضع في الثقوب الثلاثة الخلنية ثلاثة أنابيب مملوءة بالماء المقطر .

ينظر للأنابيب عبر الشقوق الجانبية ويقارن . ويلجأ هنا أيضاً إما إلى طريقة الحساب المباشرة إذا تم التطابق تماماً بين الأنبوب المجهول وأحد أنابيب السلسلة المعلومه ، وإما إلى طريقة التسديد إذا لم يحصل التطابق .

الادوات اللازمة :

حامل أنابيب مع ستة أنابيب متائلة بالطول والتطر ونوع الزجاج .

جهاز المقارنة اللونية .

عدد	ممص مدرج من ١ مل
٢	

عدد	ممص مدرج من ٢ مل
١	

عدد	ممص مدرج من ٥ مل
١	

سحاحة ماء مقطر .

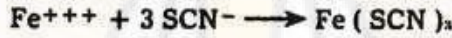
١٤ - جهاز لون دوبوسك

COLORIMÈTRE DUBOSQ

معايرة الحديد لونياً بتحويله الى سلفوسيانات الحديد

المبدأ :

تستند هذه الدراسة إلى التفاعل ما بين شاردة الحديد الأعظم Fe^{+++} وشاردة السلفوسيانور SCN^- المؤدي إلى تكوين سلفوسيانات الحديد ذات اللون الأحمر الذي يمكن استخدامه في المعايرة اللونية .



إن مبدأ جهاز لون دوبوسك وخطة العمل به مذكورة بالتفصيل في الجئة العملية السادسة .

خطة العمل :

المحاليل اللازمة :

- محلول مضبوط الحيار من الحديد تركيزه ١٠٠ مغ من الحديد في اللتر وهو يهياً بحل ٤٩٧٨ر غ من كبريتات الحديدي النقية ذات سبع ذرات من ماء التبلر $FeSO_4 \cdot 7H_2O$ في لتر من الماء المقطر .
- محلول حمض الآزوت $\pm 2N$.
- محلول سلفوسيانات الأمونيوم أو البوتاسيوم ٢٥٪ .

تهيئة المحاليل اللازمة :

يهياً في ثلاثة بالونات من ٢٥ مل الجدول التالي :

رقم البالون	١	٢	٣
المحلول العياري مل	١	٢	—
المحلول المجهول مل	—	—	١
محلول حمض الآزوت مل ≈ 2 ن	٥	٥	٥
محلول سلفوسيافات الامونيوم ٢٥٪/مل	٥	٥	٥

يكمل إلى خط العيار بالماء المقطر يمزج بعدها جيداً للتجانس التام .
يؤخذ قليل من محتوى البالون الأول (معلوم التركيز ١ ر. مغ من الحديد)
ويوضع في المخفف الأول للجهاز ثم يؤخذ قليل من محتوى البالون الثالث (المجهول
العيار) ويوضع في المخفف الثاني . يجعل ارتفاع المحلول المعلوم ثابتاً ويغير ارتفاع
المجهول حتى تتساوى شدة اللون في نصفي عينية الجهاز وعندها يحسب التركيز
استناداً للعلاقة :

$$\frac{C_1}{C_2} = \frac{L_2}{L_1}$$

حيث C_1 : تركيز المحلول المعلوم و C_2 : تركيز المحلول المجهول
و L_1 : ارتفاع المحلول المعلوم و L_2 : ارتفاع المحلول المجهول .
تعاد العملية السابقة نفسها مع المحلول المعلوم العيار الثاني (٢ ر. مغ من
الحديد) ويجري الحساب وتعطى النتيجة مغ من الحديد في لتر من المحلول
المفحوص .

الادوات اللازمة :

- (١) بالون معاير سعة ٢٥ مل عدد ٣ .
- (٢) ممص مطاير من ٥ عدد ٢ .
- (٣) ممص مدرج من ٥ مل عدد ٢ .
- (٤) سحاحة ماء مقطر .
- (٥) جهاز دوبوسك مع محافده .

١٥ - جهاز الضوء والخلايا الكهروضوئية

دراسة التفاعل اللوني لـ P. S. P. مع الضوء

المبسطة :

انظر مبدأ التجربة الخاصة بجهاز الطيف الضوئي •

يعطى الفسول سلفون فتاليتين P. S. P. Phenol ? Sulfone - Phtaleine في بيئة قلوية لونا أحمر كرزياً يسمح بالدراسة اللونية بجهاز الضوء Photomctre الذي يعزل جزءاً من شعاعات الضوء المرئي بوساطته المرائش الملونة •

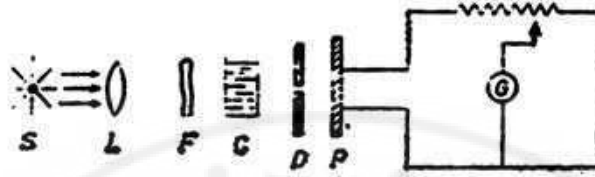
إن المرشحة هي جسم شفاف ملون عندما يجتازه شعاع ضوئي أبيض يمتص جزءاً منه ويسمح بمرور الجزء المتسم للجزء الذي امتص •

يعطي الجدول التالي ألوان الضوء المرئي وأطوال شعاعاتها بالنانومتر:

• n. m.

٤٠٠ - ٤٤٦ نم	اللون البنفسجي
٤٤٦ - ٤٦٤ نم	اللون الأزرق النيلي
٤٦٤ - ٥٠٠ نم	اللون الأزرق السماوي
٥٠٠ - ٥٧٨ نم	اللون الأخضر
٥٧٨ - ٥٩٢ نم	اللون الأصفر
٥٩٢ - ٦٢٠ نم	اللون البرتقالي
٦٢٠ - ٧٢٠ نم	اللون الأحمر

يتألف جهاز الضوء بصورته المبسطة مما يلي (انظر الشكل المرفق) :



شكل رقم (١١)

منبع ضوئي S يعطي لوناً أبيض • عدسة مجمعة L مرشحة قابلة للتبديل
F تسح باختبار العزمة الضوئية المناسبة للامتصاص الأعظمي للمادة الملونة
المدرسة • C أنبوب يحتوي على المادة الملونة • D حظار ذو فتحة قابلة
للتغيير • و P خلية كهروضوئية متصلة بمقياس غلفاني ذو إبرة •

وصف جهاز الضوء المستخدم :

يشل جهاز الضوء المستخدم مرحلة تفويرية في سلسلة الأجزاء المستخدمة
في المعايرات اللونية لأنه يقوم على استخدام المراشح الملونة لعزل جزء من شعاعات
الضوء الأبيض ولأنه يستخدم الخلايا الكهروضوئية لقياس شدة تلوون المحاليل •
وبذلك يدخل الميزتين التاليتين :

أ - التخلص من استعمال الضوء الأبيض الكامل •

ب - التخلص من خطأ العامل الشخص باستخدام الخلايا الكهروضوئية •

إن الجهاز المستخدم هو نموذج رقم VIII من صنع B. Lange ويقالف من
غاية معدنية عليها مايلي :

١ - على الوجه الخلفي :

توجد فتحة معدنية مغطاة بغطاء قابل للرفع ما يسمح برؤية المنبع
الضوئي للجهاز والممثل بمصباح شدته ٦ فولطات • وتشاهد على جانبي المنبع
الضوئي فوهتا دخول الشعاعات الضوئية تتركز على كل منها مراشح قابلة

للتبديل ألوانها : حراء وخضراء وزرقاء يسكن استعمالها حسب ألوان المحاييل
لموضحة في الجدول التالي :

لون المرشحة المستخدمة	لون المحلول
الزرقاء	أحمر برتقالي أصفر وردي
الخضراء	بنفسجي أحمر كرزى
الحراء	أزرق أخضر بنفسجي ارجواني

يسقط الضوء الذي يخترق المراشح على خليتين كهروضوئية ، ويقاس التيار
النتائج عن التفاضل فيما بينها بقياس غلفاني ذي إبرة •

٢ - الوجه العلوي الخلفي :

يوجد عليه غطاء ان معدنيان قابلان للفتح يغطي كل منها حجرة توجد بداخلها
حوامل الأنابيب الخاصة بالجهاز والمصنوعة من الزجاج الجيد مع علامة عليها
تحدد حجتها • يجب إغلاق الأغشية المعدنية عند كل قياس حتى لا يحدث تشوش
نسوي من الأشعة الضوئية الخارجية •

٣ - الوجه العلوي الامامي :

يوجد عليه في المنتصف سلم التدرج مع إبرته وهو قرص مدرج بتدريجين

علوي لوغاريتمي وسفلي مثوي • كما توجد على هذا الوجه أزرار ضبط إبرة
الجهاز أثناء القياس ، الزر الأيمن هو زر ضبط الإحكام الكبير والزر الأيسر هو
زر ضبط الإحكام الدقيق •

٤ - الوجه الأيمن :

يوجد عليه من الخلف نحو الأمام :

آ - زر العمل بخلية كهروضوئية واحدة •

ب - مأخذ كهربائية خاصة •

د - زر تشغيل تيار القياس •

٥ - الوجه الأيسر :

يوجد من الأعلى ثولب معدني كبير يفيد في القراءات بحساسيات للجهاز
مختلفة (يوضع دوماً على التدريج صفر) •

ويوجد من الأسفل زر تشغيل الجهاز

وضع الجهاز في وضعية العمل :

يتبع في وضع للجهاز في موضع العمل وقراءة الألوان التسلسل التالي :

آ - يوصل مأخذ الجهاز الكهربائي بمنبع التغذية لتيار المدينة
٢٢٠ فولت •

ب - يدار زر التشغيل الموجود على اليسار والأسفل فتلاحظ إضاءة مصباح
الجهاز من الخلف •

ج - تثبت المراسح المختارة في مكانها من الفتحة الخلفية •

د - يملأ أنبوبان من أفابيب الجهاز بالماء المقطر حتى العلامة المرسومة عليهما
ويدخلان في حجرتهما على الأيمن والأيسر بمد رفع الأغشية المعدنية وإغلاقها •
يدار زر تيار القياس الموجود على اليمين وامام فتتحرف إبرة المقياس الغلفاني دالة

على مرور التيار ، يحاول بواسطة لولب الإحكام الكبير ولولب الإحكام الدقيق من وضع إبرة المقياس على التدرج ١٠٠٪. تقاذ • يفلق بعدها زر تشغيل تيار المقياس ويرفع الأنبوب الأيسر فقط ويترك الأنبوب الأيمن في مكانه • يسكب الماء المقطر الموجود فيه ويسلا بالسائل المراد قراءة امتصاصه الضوئي • ويعاد إلى حجرته ويفتح تيار المقياس ويقرأ النفاذ ثم تعاد هذه العملية بدقة واتباء أثناء جميع القراءات •

يفلق زر تيار المقياس وزر تشغيل الجهاز وتسحب الأنايب من حجراتها وتنظف جيداً •

تحوّل قراءات النفاذ إلى كثافة ضوئية إما من الجدول المرفق أو بالطريقة الحسابية •

طرق المقياس والحساب :

يسكن أن يجري الحساب والمقياس حسب طريقتين يتم في أولها حساب عامل الانطفاء K للحلول المدروس المعلوم التركيز وبعدها يحسب تركيز المحلول المجهول • وفي الطريقة الثانية يرسم خط بياني عياري لسلسلة من التراكيز المعلومه للسادة المدروسة ويقارن عليه التركيز المجهول •

الطريقة الأولى :

بعد ضبط الجهاز (نقطة الصفر ونقطة المائة باستخدام الماء المقطر) يتأس نأاذ أحد المحاليل المعلومه التركيز للسادة المدروسة وليكن تركيزه C_1 فنحصل على ما يلي عند تطبيق قانون لامبير - بير Lambert - Beer :

$$\text{Log} \frac{I_0}{I_1} = K \cdot C_1 \cdot L$$

إن I_0 هي دواء ١٠٠ و I_1 يحصل عليها أثناء القياس و L معلومة بالنسبة للأنايب المستخدمة (١سم) C_1 معلومة ومن كل ماسبق يحسب K :

$$K = \frac{1}{C_1 L} \cdot \text{Log} \frac{I_0}{I_1}$$

وفي قياس ثان وبالشروط نفسها يقرأ نفاذ المجهول التركيز C_2 وليكن I_2 وبما أن K معلومة يمكن حساب C_2 بكل سهولة من العلاقة :

$$C_2 = \frac{1}{KL} \text{Log} \frac{I_0}{I_2}$$

كما يمكن إجراء الحساب حسب هذه الطريقة دون المرور بحساب عامل الانطفاء K وذلك بالاستناد إلى تطبيق النسبة الثلاثية على قيمة الكثافة الضوئية $Densite\ Optique$ للسلوم والمجهول .

من المعروف أن الكثافة الضوئية هي :

$$D = \text{Log} \frac{I_0}{I} = K \cdot C \cdot L$$

فاذا بقيت المادة واحدة لم تتغير وكانت L ثابتة فإن D تتبدل خطياً مع C .

وعليه فاذا حصلنا على قيسة D_1 بالنسبة للتركيز المءاورم C_1 وحصلنا على قيسة D_2 للمجهول فنحسب تركيزه بالنسبة الثلاثية التالية :

إذا كانت D_1 توافق تركيزاً قدره C_1 .

فإن D_2 توافق تركيزاً C_2 هو :

$$C_2 = \frac{D_2 \cdot C_1}{D_1}$$

الطريقة الثانية :

تحضر بموجب هذه الطريقة سلسلة من الأنابيب بتركيز معلومة متزايدة من المادة ويضاف لها الحجم نفسه من الكاشف .

ويجعل الحجم في جميع أنابيب السلسلة واحداً فيحصل على تدرج لوني يقرأ بالجهاز باستخدام المرشحة المناسبة للامتصاص اللوني الأعظمي وذلك بعد ضبط صفر الجهاز والمائة . ومن قيم النفاذ الحاصلة تحسب الكثافات الضوئية المقابلة لها ويرسم الخط البياني العياري بأخذ قيم الكثافة الضوئية على محور المعينات وقيم التركيز على محور السينات . فيحصل عند انطباق قانون لامبير - بير على مستقيم .

يعامل المحلول المجهول التركيز معاملة السلسلة نفسها بإضافة حجم الكواشف ويقرأ لونه بالشروط نفسها ومن قيمة كثافته الضوئية يلجأ إلى الخط البياني العياري السابق لمعرفة تركيزه .

دراسة التفاعل اللوني لـ P.S.P. مع الصود الكاوي :

٢ - تهيئته لسلسلة العيارية :

يؤخذ داخل ثلاثة أنابيب مناسبة الكميات التالية من محلول الفول سلفون فتاليتين ٢٥ مغ / ١٠٠ مل : ٠.٢ ، ٠.٤ ، ٠.٦ . مل ويكسل حجم كل منها إلى ٥ مل بالماء المقطر . يمزج جيداً ويضاف لكل منها ٥ مل من محلول الصود الكاوي ١٠٪ فيبدو لون أحمر كرزي .

يصنع أنبوب ناصع بأخذ ٥ مل من الماء المقطر ومزجها مع ٥ مل من الصود الكاوي ١٠٪ ويستعمل في ضبط نقطة المائة في الجهاز أي نفاذ ١٠٠٪ .

يؤخذ من محلول الـ P.S.P. المجهول العيار ٥ مل ويضاف لها ٥ مل من الماء المقطر و ٥ مل من صود الكاوي ١٠٪ . يمزج جيداً .

يقرأ امتصاص جميع المحاليل المستخدمة آنفاً باستعمال جميع أزواج المراسح المقدمة مع الجهاز وتجسب النتائج في الجدول التالي :

المرشحة الثالثة		المرشحة الثانية		المرشحة الأولى		رقم الأبواب
O.D.	T%	O.D.	T%	O.D.	T%	
						١
						٢
						٣
						المجهول

يَبْن تأثير المراسح الأفضل • وتجري الحسابات حسب الطرائق المذكورة
آخذاً أي بعد حساب عامل الانطفاء وحسب الكثافة الضوئية وبعد رسم الخط
البياني العياري •

الأدوات اللازمة :

حامل أنابيب مع ستة أنابيب - جهاز الضوء كاملاً •

مراسح الجهاز كاملة - ممص مدرج من ٥ سم $\frac{\text{عدد}}{٢}$

ممص مدرج من ١ سم $\frac{\text{عدد}}{٢}$ - سخاحة ماء مقطر •

١٦ - جهاز الطيف الضوئي في المرئي

دراسة تغير الامتصاص الضوئي مع تغير الموجة ومع تغير التركيز

دراسة الطيف الامتصاصي للفنولفتالين ومعايرته لونياً

المبدأ :

عندما تجتاز حزمة ضوئية وحيدة اللون محلول مادة أو معلقها فإما أن تنتشر أو تنعكس أو تمتص جزئياً أو كلياً . ويخضع الامتصاص الضوئي لقانون لامبير Lambert Beer التالي :

$$\text{Log } \frac{I_0}{I} = K \cdot L \cdot c$$

حيث I_0 شدة الشعاع الواردة و I شدة الشعاع النافذة و c التركيز و L سم الطبقة التي اجتازتها الحزمة الضوئية . أما K فهي عامل الانطفاء الذي يتعلق بطول موجة الضوء المستعمل وبطبيعة الوسط .

يستعمل الحرف E لدلالة على ما يسمى عامل الانطفاء النوعي ، وهو عامل انطفاء محمول يحوي على غرام من المادة في السم^٢ . إن النسبة $\text{Log } \frac{I_0}{I}$ تدعى بالكثافة الضوئية Densité optique ويرمز لها بـ D :

$$D = \text{Log } \frac{I_0}{I} = K \cdot C \cdot l$$

أما مقلوب هذه النسبة فهو النفاذ ويرمز له بـ T . إن الامتصاص الضوئي يوافق إلى $(1 - T)$.

يستخدم في هذه الدراسة مقياس طيف ضوئي نموذج بوش ولومب
Speretrophotomètre bausch et lomb يتألف أساسياً من الأقسام التالية :

- ١ - منبع ضوئي .
 - ٢ - معطي الشعاعات وحيدة اللون أو مستفرد اللون Monochromateur .
 - ٣ - أنابيب بقطر وسك ولون زجاج متماثل .
 - ٤ - وسيلة تكن من قياس شدة الضوء قبل وبعد مروره من المحلول المنصوص « خلايا كهروضوئية ومقياس غلفاني » .
- يحتوي الجهاز في مقدمته الأمامية قرصاً عليه سلم مدرج بتدرجين علوي وسفلي . التدرج العلوي منتظم من الصفر إلى المائة ولعطي النفاذ الضوئي والتدرج السفلي تدرج لوغاريتمي يعطي الكثافة الضوئية . تشير إلى هذه التدرجات إبرة المقياس الغلفاني .
- يوجد إلى يمين الجهاز زران زر علوي يعطي أطوال الأمواج الضوئية بالميلي ميكرون ، وزر سفلي هو زر أحكام نقطة المائة أما إلى يسار الجهاز فيوجد في الأعلى ثقب مزود بغطاء يدخل فيه الأنبوب الحاوي على السائل المطلوب فحصه وفي الأسفل يوجد زر ضبط نقطة الصفر . إن أنابيب الجهاز تحوي على أحد أطرافها إشارة محكوكة تبين جهة إدخال الأنبوب ويقابل هذه الإشارة علامة خاصة على جانب الثقب .

نقطة العمل :

٢ - استعمال الجهاز :

- ١ - يوصل مأخذ الجهاز الكهربائي بمنبع التغذية لتيار المدينة ويدار زر أحكام نقطة الصفر فيبدأ الجهاز بالعمل ، يترك على ما هو عليه مدة ٢-٥ دقائق حتى تتوازن مصابيح .

٢ - يضبط صفر الجهاز بتحريك زر احكام نقطة الصفر حتى تقع الابرة على الصفر تماماً .

٣ - يضبط تدريج المائة في حالة دراسة تغير الامتصاص الضوئي مع التركيز بأخذ أحد أنابيب الجهاز وملئه بالماء المقطر (أو بالمحل نقياً) ثم يدخل في ثقب الجهاز ويحرك زر احكام نقطة المائة إلى أن تصل الابرة إلى التدريج ١٠٠ وذلك بعد اختيار طول الموجة المناسبة .

٤ - أما في حالة دراسة تغير الامتصاص الضوئي مع تغير طول الموجة فيتم العمل بقراءة النفاذ أو الكثافة الضوئية للمحلول الملون المقحوص وذلك بجميع أطوال الأمواج مع ضبط نقطة المائة على المحل نقياً في كل طول موجة جديدة (مثلاً يؤخذ طول موجة ٤٢٠) ثم تضبط نقطة الصفر بزر ضبط نقطة الصفر ثم يملأ الأنبوب بالمحل وتضبط نقطة المائة بزر ضبط نقطة المائة وبعدها يقرأ امتصاص الأنبوب المدروس وتسجل النتيجة وتكرر هذه العملية مع كل موجة جديدة حتى يتم قراءة جميع أطوال الأمواج المرغوبة (ويرسم الخط البياني بأخذ قيم أطوال الأمواج على محور السينات وقيم النفاذ أو الكثافة الضوئية على محور العيّنات وتبدو على الخط الناتج مناطق امتصاص أعظمي ومناطق امتصاص أصغر تعد بمجموعها من مميزات المادة المدروسة وتفيد في التفرقة على هويتها .

٥ - وإذا أريد دراسة تغير الامتصاص الضوئي مع التركيز وتهيئة خط بياني عياري نبعد ضبط صفر الجهاز وتدرج المائة كما مرّ سابقاً « صفر الجهاز بواسطة زر احكام نقطة الصفر ومائه الجهاز على أنبوب يحوي المحل نقياً - ماء مقطراً مثلاً - » تحضر السلسلة العيارية اللونية من أنابيب تحوي تراكيز معلومة ومتزايدة من المادة وبحجم متماثل ، ثم تمرر هذه الأنابيب الواحد تلو الآخر على الجهاز ويقاس امتصاصها الضوئي بطول موجة يوافق الامتصاص الأعظمي للمادة المدروسة وينتبه إلى أخذ قياسين على الأقل لكل

الأنبوب دفعة للخطأ وإلى ضبط صفر الجهاز والمائة ما بين كل قياسين. ويبحث نتائج القياس الجدول التالي :

الكثافة الضوئية	النفاذ		الأنبوب
	القياس الثاني	القياس الأول	
			الأول
			الثاني
			الثالث
			الرابع
			الخامس
			المجهول

بعد ذلك يرسم الخط البياني بأخذ قيم الكثافة الضوئية على محور العينات وقيم التراكيز على محور السينات فيحصل على خط مستقيم وبمقارنة قيمة الكثافة الضوئية للمحلول المجهول مع هذا الخط يتوصل إلى حساب تركيزه .

ب - تهيئة السلسلة العيارية :

في رجيل أو سلسلة من البالونات المعايرة سعة ١٠٠ مل يوضع من محلول الفينولفتالين الغولي ٠.٠٥٪ الكميات التالية : ٠.٢٥ ، ٠.٥٠ ، ١.٠ ، ١.٢٥ ، ١.٥٠ سم^٣ ، يضاف إلى كل منها ١٠ سم^٣ من محلول فحمات الصوديوم ١٠٪ / ١٠٪ ويكمل الحجم بالماء المقطر إلى ١٠٠ سم^٣ يمزج للتجانس ثم يقرأ الجميع بطول موجة ٥٢٠ nm باستخدام الماء المقطر كشاهد ويرسم الخط البياني بعد تحويل قراءات النفاذ إلى كثافة ضوئية .

تؤخذ من المحلول المجهول كمية مناسبة « ٥٠ سم^٣ تقريباً » وتعامل

المعاملة السابقة نفسها وتحسب القيمة استناداً إلى الخط البياني المعياري ، وتقدر بـ غ/سم^٢ .

يؤخذ من محتوى البالون الثالث وذلك للقيام بدراسة تغير الامتصاص الضوئي مع طول الموجة ويتم العمل كما ذكر آنفاً . ويرسم الخط البياني الموافق وتحدد عليه أطوال الأمواج الموافقة للامتصاص الضوئي الأعظمي والأصغري .

ملاحظات :

- ١ - يحافظ على سلامة الجهاز وأنايبه وذلك بالاتباع الكامل اثناء العمل .
- ٢ - يغسل الأنبوب المستخدم في القياس كل مرة بقليل من المحلول المفحوص كما يسح من خارجه قبل إدخاله إلى مكانه من الجهاز ،

الأدوات اللازمة :

- مقياس طيف ضوئي - حامل أنابيب مع ١٢ أنبوب - وعاء اشباع سعة ٢٥٠ سم^٣ عدد ٢ - مصب بسيط عدد ٢ - ممص مدرج من ٢ سم^٣ عدد ٢ - ممص مدرج سعة ١٠ سم^٣ عدد ٢ - بالونات معايرة سعة ١٠٠ سم^٣ عدد ٦ .

الحالة الغازية

ETAT GAZEUX

تعيين لوزن الجزيئي لمادة قابلة للتبخّر

بطريقة دوماس DUMAS

المبدأ :

عندما تتحول المادة إلى بخار قريب بصفاته من صفات الغازات الكاملة ،
يمكننا أن نطبق عليه المعادلة العامة للغازات :

$$P V = n R T$$

حيث P هو الضغط و V الحجم و n عدد الجزيئات و R ثابت الغازات
و T درجة الحرارة المطلقة .

وبما أن :

$$n = \frac{g}{M}$$

حيث M هو الوزن الجزيئي و g وزن المادة الغرامية .
وبتبديل قيمة n في العلاقة العامة نصل إلى :

$$P V = \frac{g}{M} R T$$

ومنه نحسب قيمة M :

$$M = \frac{g \cdot R T}{P V}$$

فبحسب هذه الطريقة يكون لدينا الضغط والحرارة معلومين ، أما وزن البخار أو الغاز فيقاس خلال التجربة ، وكذلك الحجم فلا يبقى من المجهول إلا الوزن الجزئي فيحدد .

تؤخذ حوجلة أو بالون حجمه V وعنقه طويل مزود إما بسدادة محكمة أو يكون مستديراً قابلاً للإغلاق بالحرارة . يدخل بها مقدار من المادة المدروسة المراد تحديد وزنها الجزئي وتحول بالتسخين إلى بخار وعندما تبخر المادة تطرد أولاً الهواء الموجود فيها وبعد تمام انطلاق الهواء تعلق إما بالسدادة وإما بالتمريض على اللب . ومن وزنها يعرف وزن الغاز أو البخار الموجود بداخلها .

ولكيفية تحقيق ما سبق عملياً تتبع الخطوات التالية :

أ - توزن الحوجلة التي حجمها ٢٥٠ مل تماماً بعد تجفيفها جيداً بحجم درجة حرارته ١١٠ - ١٢٠ ويحدد وزنها وهي فارغة . بعدها يوضع بها عدة غرامات لا على التعيين من المادة المراد تحديد وزنها الجزئي . وتنفس داخل حمام مائي وبشكل يكون فيه عنقها خارج ماء الحمام حتى يتم تبخر المادة وبعد طرد الهواء كافة من الحوجلة وخروج بخار المادة فقط تسد جيداً وتخرج من الحمام .

(يجب أن تكون درجة الحمام المائي أعلى بـ ٢٠° م من درجة غليان المادة) .
تترك الحوجلة تبرد ثم تجفف جيداً وتوزن من جديد .

ليكن W_1 هو وزن الحوجلة فارغة . W_2 هو وزنها مع بخار المادة .
يعين حجم الحوجلة بدقة وذلك بنمساها داخل الماء وفتح فوهتها . وبعد تسام الماء المائي تخرج الحوجلة وتجفف من جديد ثم توزن وليكن الوزن الجديد W_3 .

ويكون وزن الماء = $W_3 - W_1$.

وبما أن وزن الماء يعادل إلى حجمه لأن كثافته هي ١ .

يكون :

$$V = W_2 - W_1$$

حيث V هو الحجم الحقيقي •

ويكون وزن المادة g :

$$= W_2 - (W_1 - V_{air})$$

حيث W_2 هو الوزن مع بخار المادة • و W_1 وزن احجيم الهوائي
أي حجم الحوجة $V \times$ الوزن النوعي للهواء في درجة حرارة المخبر
• 1.293 م^3

ومن كل ما تقدم يمكن معرفة الوزن الجزيئي من العلاقة :

$$M = \frac{g \cdot R \cdot T}{P \cdot V}$$

حيث R تساوي 82.06 لتر/جو/درجة / جزيء و T بالدرجات
فاذا كانت درجة الحمام المائي 100°م تكون T 373 درجة •

M الوزن الجزيئي بالفرامات •

P الضغط الجوي بالضغط الجوية •

V الحجم بالتر •

g وزن المادة بالفرامات •

الادوات اللازمة :

الحوجة مع سداتها - حمام مائي •

ميزان مع علة أوزان - المادة المراد معرفة وزنها الجزيئي •

١٧ - جهاز الطيف الضوئي فيما فوق البنفسجي

الامتصاص الضوئي في المرئي وما فوق البنفسجي

جهاز بكمان BECKMANN

وصف القطع المختلفة من الجهاز :

يمتاز جهاز الطيف الضوئي نموذج بكمان عن مثيله نموذج بوش ولومب بكونه يسمح بأعمل في مجالات من الطيف أوسع تمتد حتى الاشعاعات فوق البنفسجية وبأنه يستخدم شعاعتين ضوئيتين Double-beam احدهما تخترق المحلول المنحوص وتخترق الثانية المحل نقياً مما يؤدي الى التخلص من كثير من أسباب الخطأ .

يوجد على الوجه الأمامي للجهاز قرص مدرج بالمجناز المثوي وبالكثافة الضوئية . يوجد على يسار هذا القرص زر العمل والذي يمكنه أن يأخذ أربعة أوضاع مختلفة : ١ - الوضعية الأولى Off وهي وضعية الراحة وعدم عمل الجهاز ، ٢ - الوضعية الثانية وهي وضعية جعل الجهاز تحت التوتر IDLE ٣ - الوضعية الثالثة ON وهي وضعية القياس بالخاصة ، ٤ - الوضعية الرابعة SCAN وهي وضعية القياس الآلي مع التسجيل وفيها يتم تغيير طول الموجة آلياً .

على يمين القرص زر ضبط نقطة المائة ومشار اليه بـ REF .

في أسفل القرص ومنتصفة يوجد زر دائري يستخدم لضبط إحكام نقطة الصفر .

يوجد في أسفل الوجه الأمامي مقبض متحرك له ثلاثة أوضاع : الوضعية ١ والوضعية ٢ والوضع اليدوي MANUAL فالوضع اليدوي يستخدم حين العمل بحزمة ضوئية واحدة Single-beam في حين أن أجده الوضعين ١ أو ٢ يستخدم

حين المل بحزمتين ضوئيتين • بالقرب من هذا المقبض يوجد لولب يفيد في تغيير الفتحة التي تمر منها الحزمة الضوئية SLITS وهو يستخدم حين العمل بحزمة ضوئية واحدة •

يوجد على سطح الجهاز العلوي مقبض محرك المرآة وهو يفيد في توجيهها إما باتجاه مصباح التفتين عندما يراد العمل في مجال الاشعاعات المرئية ($320 \text{ nm} >$) أو جهة مصباح الهيلوجين عندما يراد العمل في مجال الاشعاعات فوق البنفسجية ($320 \text{ nm} <$) •

يوجد في الأعلى والأيسر غطاء حجرة القياس وعند رفعه يشاهد مثبت المحافد الحاوي على صفيحات ضاغطة تثبت المحافد في أمكتتها كما تشاهد حجيرة الشاهد R وحجيرة المحلول المفحوص S •

يرفخ بالجهاز عمود مربع أسود اللون يستخدم حين ضبط صفر الجهاز كما توجد حافد من الكوارتز بعرض 1 سم ذات غطاء يستعمل حين العمل بحلات طيلورة ولها وجهان صقيلان وآخران شافان يقبض بالأصابع على المحافد من الأوجه الشافة فقط كما يمتنى بها عناية كبيرة حين العمل بها لئلا تتعرض للتلف كما تسمح الأوجه الصقيلة جيداً قبل كل قياس ويستخدم لملئها ممص مناسب وبذلك يتحاشى انسكاب السائل خارجاً أو انسدادها خلال عملية الملء هذه •

يحتوي الوجه الخلفي للجهاز ومن اليسار على مايلي وهي :

أ . زر تغير الكمون المطبق على المصاييح حين العمل بحزمة ضوئية واحدة •

ب - زر ذو وضعيتان الأولى تستعمل حين العمل بحزمة ضوئية واحدة

ويشار إليها بـ FLAME والثانية للعمل بحزمتين ضوئيتين ومشار إليها بـ NORMAL •

ج - مكان اتصال أقطاب السجل الآلي •

- د - مأخذ المسجل الآلي •
- هـ - مدخل التيار الكهربائي •
- و - فاصلة منصهرة •
- ز - زر تحديد سرعة تغير طول الموجة آلياً (١٠-٥٠ نم/د) •
- ح - مداخل تقود لحجيرة النموذج المعروض للتحليل تفيد في العمل بدرجات حرارة معينة •
- ط - زر لتشغيل مصباح التفستين الخاص بالعمل وإضاءته في مجال الاشعاعات المرئية •

منبع تيار مصباح الهيدروجين :

يستعمل كمثبت للتيار وكممنع يعطي بالوقت نفسه القدرة الكافية لعمل مصباح الهيدروجين المرفق بالجهاز والذي يزود هذا الأخير بالأشعة فوق البنفسجية •

يوجد على الوجه الأمامي ومن اليسار الى اليمين ما يلي :

- أ - مصباح صغير تشير إضاءته الى أن الجهاز في وضعية العمل
- ب - قاطعة لوضع الجهاز في وضعتي العمل والراحة •
- ج - زر يؤمن وصل التيار ما بين الجهاز ومصباح الهيدروجين وهو لا يوضع موضع العمل قبل مرور ٣٠ ثانية على وصول التيار بالقاطعة السابقة •
- د - مصباح صغير يشير إلى مرور التيار ما بين المنبع ومصباح الهيدروجين • على الوجه الخلفي يشاهد :
- آ - قاطعة تفيد في اختيار وضعية مصباح الهيدروجين أو الديتيريوم أو مصباح أبخرة الزئبق •

ب - مأخذ يوصل ما بين مصباح الهيدروجين أو غيره في جهاز الطيف الضوئي وما بين المنبع الكهربائي •

ج - فاصلة منصهرة •

د - مدخل لتيار التغذية •

المسجل الآلي :

يحتوي المسجل الآلي في وجهه الأمامي ومن الأعلى الى الأسفل على :

أ - آلية تحريك قلم الكتابة رفعاً أو خفضاً •

ب - آلية تغيير سرعة الأسطوانة الحاملة لورق التسجيل •

ج - زر ضبط نقطة الصفر •

د - زر التسجيل الخطي أو اللوغاريتمي •

هـ - زر تغيير حساسية التسجيل (١ ، ١٠ ، ١٠٠ ميلي فولت) •

و - زر تشغيل السجل •

ز - زر التسجيل وله ثلاث وضعيات : وضعية القلم PEN وفيها يمكن

تحريك القلم دون تسجيل أو التسجيل آلياً عن طريق جهاز الطيف الضوئي •

وضعية التوقف وعدم العمل • ثم وضعية التسجيل وهي تستخدم في حالة

استعمال المسجل مع جهاز آخر غير جهاز الطيف الضوئي هذا •

أما من الوجه الخلفي فنجد :

أ - مدخل لتيار التغذية الكهربائي •

ب - مدخل للاتصال بجهاز الطيف الضوئي •

ج - مأخذ للأقطاب •

د - مستودع للحبر من البلاستيك يصل الحبر منه الى القلم عن طريق

أنبوب رفيع من البلاستيك •

خطه العمل :

يوصل كل من جهاز الطيف الضوئي ومنبع مصباح الهيدروجين وانسجل الآلي بمنبع التغذية الكهربائي .

بعد ذلك يوصل منبع تيار مصباح الهيدروجين والمسجل الآلي بجهاز الطيف الضوئي حسب مأخذ كل منها والمذكورة بالتفصيل في النشرة المرفقة بالجهاز .

إذا أريد العمل في مجال الإشعاعات المرئية يضاء مصباح التنفستين ويوضع محرك المرآة على الوضعية $320 \text{ nm} >$.

أما إذا أريد العمل في مجال الإشعاعات فوق البنفسجية فيضأ مصباح التنفستين ويوضع محرك المرآة على الوضعية $320 \text{ nm} <$ ثم يضغط على الزر الأول الأيسر لمنبع تيار مصباح الهيدروجين ويضاء بذلك المصباح الصغير الأيسر وبعد ٣٠ ثانية يضغط على الزر أو القاطعة الثانية فيضاء المصباح الصغير الثاني مشيراً إلى وهج مصباح الهيدروجين .

إذا أريد التسجيل يوضع زر العمل على وضعية العمل في المسجل ويتابع كما سيأتي ذكره في ما بعد .

يوضع زر العمل في جهاز الطيف الضوئي على الوضعية الثانية IDLE ثم يفتح غطاء حجرة القياس ويوضع العمود الأسود في الحجرة S ثم يتأكد من أن الجهاز يعمل بحزمتين ضوئيتين (الزر الخلفي على الوضعية NORMAL والمقبض على الوضعية ١ أو ٢ ولولب تغيير الفتحات على التدريج صفر ٠) . يوضع زر تغير طول الموجة على الوضعية ٥٠ نم/د . يفتح الغطاء ويوضع زر العمل على الوضعية الثالثة ON وتضبط ابرة الجهاز على تدريج الصفر بواسطة اللولب الموجود في أسفل قرص التدريج وفي منتصفه . يعاد زر العمل على الوضعية الثانية ثم يسحب العمود الأسود .

يسلا محفدا الجهاز التنظيفان بالماء المقطر (أو بالمحل نقياً) ويوضع أحدهما في الحجرة S والآخر في الحجرة R . يفتح الغطاء ثم يوضع زر العمل مجدداً

على الوضعية الثالثة ويضبط تدريج المائة بواسطة زر ضبط إحكام نقطة المائة .
يعاد زر الجهاز على الوضعية الثانية ثم يسحب المحفد الأيمن S ويفرغ منه المحل
ويغسل قليلاً بالمحلول المفحوص ثم يملأ به باستخدام مصص مناسب يعاد بعدها إلى
مكانه نظيفاً تماماً وممسوحاً وبخاصة وجوهه الشفافة يغلق الغطاء ويقرأ بعد وضع
زر العمل على الوضعية

في حالة العمل في مجال الاشعاعات المرئية يستقرأ الامتصاص الضوئي مابين
٩٠٠ إلى ٤٠٠ نم أما في حالة فوق البنفسجي فيتم العمل مابين ٤٠٠ - ٢٠٠ نم .

في حالة العمل بالمسجل يضبط تدريج المائة عند طول الموجة الموافق لذلك
أقل امتصاص للمادة المفحوصة (تقريباً طول الموجة ٧٠٠ في المرئي و ٤٠٠ في
ما فوق البنفسجي) . وتختار الحساسية الموافقة الى ١٠٠ ميلي فولت والسرعة
الثالثة ، وعند البدء يوضع زر المسجل على الوضعية PEN ثم يخفض قلم الكتابة
يس الورق ويتأكد من وصول الحبر اليه والا يضغط قليلاً على مستودع
فيتم وصوله (الحبر) الى القلم . بعد ذلك يوضع زر العمل في جهاز
الطيف الضوئي على الوضعية الرابعة SCAN فيبدأ العمل وتتغير أطوال
الأمواج آلياً ويرسم المسجل الخط البياني الموفق لطيف امتصاص المادة المفحوصة
مع تغير طول الموجة . في حالة المرئي يوقف العمل عند الوصول الى ٢٠٠ نم .
لإيقاف العمل والتسجيل يعاد زر العمل في جهاز الطيف الضوئي الى الوضعية
الثانية فيتوقف القياس والتسجيل معاً ثم يرفع رأس القلم وتقص ورقة التسجيل
باستخدام اسطرة الخاصة بذلك . ترقم الورقة بأطوال الأمواج ثم يفحص الطيف
الحاصل وتحدد عليه أطوال الأمواج اوافقة للامتصاص الأعظمي والأصغري .

تطبيقات جهاز الطيف الضوئي نموذج BECKMANN

١ - في مجال الاشعاعات المرئية :

دراسة طيف امتصاص شاردة MnO_4^-

بمياً محلول من فوق منغنات البوتاسيوم النقية بتركيز ١٠ مغ/ ١٠٠ مل من
الماء المقطر .

يضبط الجهاز كما مر آفاً باستخدام الماء المقطر كشاهد ثم يسجل الطيف الامتصاصي وتحدد عليه أطوال الأمواج الموافقة للامتصاص الأعظمي والأصفرى •

٢ - في مجال الأشعاعات فوق البنفسجية :

١ - دراسة طيف امتصاص كبريتات الكينين :

تقوم هذه الدراسة على محلول يحتوي على ٢ مغ من كبريتات الكينين في ١٠ مل من الماء المقطر •

يستخدم مصباح الهيدروجين كمنبع ضوئي مع وضع محرك المرآة على الوضعية الموافقة •

ب - دراسة طيف امتصاص كبريتات البروسين :

تجري هذه الدراسة على محلول يحتوي على ٢ مغ من البروسين في ١٠٠ مل من الماء المقطر •

بعد تسجيل الطيف تحدد أطوال الأمواج الموافقة للامتصاص الأعظمي والأصفرى •

١٨ - جهاز الطيف الضوئي فيما تحت الأحمر

SPECTOR PHOTOMETER

INFRA - ROUGE

إن الجهاز المستخدم هو نموذج بكمان ، وهو جهاز حساس ومزود بمسجل آلي مما يسمح بالحصول على مخطط مسجل للطيف المدوري .
يتألف الجهاز من هيكل معدني يبدو فيه من الخلف للامام :

١ - نافذة صغيرة يبدو فيها تدريج بعدد الأمواج WAVE NUMBER بحركة لولب معدني يقع أسفل النافذة ولهذا اللولب المعدني حركتان الحركة الأولى يستطيع فيها تغيير عدد الأمواج يبدو « من قبل الجهاز ويكون فيها اللولب مثبتاً » نحو الخلف .

٢ - منطقة متوسطة في الخلف تبدو فيها نافذتان الأمامية للحزمة الضوئية التي تجتاز النموذج المعروض للفحص والخلفية تجتازها الحزمة الضوئية الشاهدة . وفي المنتصف يوجد حائل خاص للنموذج من المعدن .

٣ - في الأمام واليسار يوجد ثلاثة أزرار قابلة للضغط الزر الأول . زر التحمية STBY والثاني لتشغيل قلم التسجيل PEN والثالث للتسجيل SCAN وتوجد أعلى هذه الأزرار شائسة صغيرة في يمينها خط أصفر وفي منتصفها خط أخضر ولها إبرة الى أحد هذه الأوضاع .

٤ - يوجد على يمين الأزرار الثلاثة غطاء صغير بلاستيكي يشاهد تحته عند رفعه من الأيمن الى الأيسر :

أ - زران صغيران لضبط مساعدي التسجيل .

ب - زر متوسط له وضمان للأعلى : TEST ويعمل به عند العدد الموجي ٣٠٠٠ حيث تقع ابرة المشير على المنطقة الصفراء • ووضع للأسفل OPER يلجأ له عند الحالات أخرى • وتشير الإبرة إلى المنطقة الخضراء •

ج - زر بتدرجات من ال ٠ - ٩ ويدعى GAINCONTROL يساعد على التحكم في حساسية التسجيل ودقته •

هـ - زر صغير معدني ينثد في ضبط نقطة النفاذ ١٠٠٪ •

خطة العمل في الجهاز :

سوف نعد الى دراسة طيف امتصاص مادة البولي سترين POLYSTERENE وهي مصنوعة على شكل رقاقة شفافة مثبتة على حامل من الورق المقوى توضع على حامل النموذج المعدني في الجهاز وتثبت بشكل جيد •

يسحب اللولب الخاص بعدد الأمواج إلى الامام فيصبح قابلاً للدوران باليد يدار ببطء حتى يشير إلى الرقم ٤٠٠٠ للعدد الموجي •

يعاد لولب عدد الأمواج إلى مكانه ويتأكد من ثباته الجيد • تدار ورقة التسجيل من اللولب المعدني الخاص بها حتى تقع رأس القلم على بدء الخط المشير إلى الرقم ٤٠٠٠ يضبط الأول الخاص بالتحمية وبعد فترة بسيطة يضغط زر القلم ثم بعد ذلك يتأكد من كون قلم التسجيل يصل الى ١٠٠٪ ففاذ وإلا فيضغط ذلك باستخدام اللولب المعدني الصغير يوضع زر الحساسية على الرقم ٤ الى هـ بعدها يضغط على الزر الثالث الخاص بالتسجيل فيبدأ الجهاز بالعمل وينقل العدد الموجي آلياً ويرسم القلم الخط البياني الدال على امتصاص المادة المدروسة للأشعة تحت الحمراء بعد انتهاء الرسم يوقف الجهاز بضغط زر التحمية • يفصل الخط البياني الحاصل ويقارن مع الخط الخاص بالمادة المدروسة •

الفصل السابع

طرق القياس الضوئية – الإصدار الضوئي

OPTIC EMISSION

١٩ - دراسة جهاز منظار الطيف والإصدار الضوئي

بمحرض حراري .

٢٠ - دراسة ظاهرة الإصدار الضوئي التآلق بفعل

ضوئي أو بمحرض ضوئي .

جامعة دمشق
Damascus University

١٩ - دراسة طيوف اصدار العناصر

بجهاز منظار الطيف

SPECTROSCOPE

المبدأ :

هو مبدأ الاصدار الضوئي عموماً الذي ينص على أن تعرض جزئياً لقدرة حرارية أو ضوئية عموماً يؤدي الى انتقال الكتروني لمدارات أعلى في القدرة وأن عودة هذه الالكترونات لمداراتها الأصلية تتجلى بإعادتها لهذه الطاقة المكتسبة على شكل ضوء يكون ألون شعاعاته وعددها نوعياً للعنصر الذي أصدره .

الجهاز :

إن الجهاز المستخدم هو منظار الطيف الذي يتألف من قاعدة معدنية تحمل مركزاً متوسطاً يوضع فيه موشور زجاجي جيد القوة الفاصلة ومن ثلاثة أنابيب تلتقي نقطة النظر فيها بالموشور المركزي .

الأنبوب الأول مجمع رئيسي يتألف من هيكل أنبوبي معدني فيه مجموعة عدسات تجمع الضوء وتقوده بحزمة واحدة قوية نحو الموشور . وهذا الأنبوب ندعوه الأنبوب المجمع الأصلي .

أنبوب ثانٍ معدني فيه أيضاً مجموعة عدسات بنهايته مسطرة مدرجة يسمح برؤية الطيف النافذ من الموشور وألوانه ، وهذا الأنبوب يدعى المجمع الإضافي .

الأنبوب الثالث هو أيضاً أنبوب معدني يشكل بصورة رئيسة أنبوب المنظار الذي يسمح بنحس الأشعة وتحديددها ومن ثم قراءتها على الأنبوب الثاني .

يوضع أمام الأنبوب الأول المنبع الضوئي الذي قد يكون حسب الحاجة

مصباح تنفستين عادياً لفحص الأشعة المرئية أو حارفاً يسمح بتنشيط «معدن معينة للحصول على أشعة إصدارها وفحص هذه الأشعة • والتوجه على العناصر التي أصدرتها •

وعند النظر في هذا الأنبوب أو المنظار نرى خيال الشق الخاص به وخيال المسطرة المدرجة التي في المجمع الثاني أو الإضافي وعندما يكون خيال الشق وخيال المسطرة المتشكل بالانعكاس مرئيين بوضوح نسعى لنجعل الأشعة الصادرة عن المجمع الأصلي وعن المجمع الإضافي متوازية حتى يتشكل الخيالان في مستوى واحد وهو المستوى المحرقى ويتم إحكام الخيالن المنطقين بزلق عينية النظارة في أنبوبها •

إعداد المنظار للعمل الجيد :

- ١ - يجعل الشق في أنبوب المجمع الأساسي ضيقاً ما أمكن حتى تكون خطوط الطيف المشكلة من المنبع الضوئي الأساسي أدق ما يمكن •
- ٢ - يجعل أنبوب النظارة على اللانهاية بزلق الأنبوب كاملاً نحو الداخل وبمدها لا تحركها ، وبما أن شق الأنبوب للمجمع الرئيس واقع في محرق العدسة الخاصة به فالأشعة المتوازية الخارجة منه تشكل لهذا الشق خيالا واضحا واقعا في مستوى النظارة المحرقى •
- ٣ - توجه النظارة لإحكامها الى المؤشر وتضاء جانبياً بمنبع إضافي عادي وتزلق نحو الداخل أو الخارج حتى الحصول على مطابقة جيدة ورؤية واضحة للتدريج • فيقع خيال التدريج في مستوى المحرق نفسه الذي يتشكل فيه خيال الشق •

فحص الأشعة المرئية :

عند استخدام مصباح تنفستين نشاهد لون الطيف بشكل كامل وواضح من الأحمر نحو البنفسجي •

بعد ذلك يستبدل خيط التنفستين بالمصباح العادي بلهب بنزن قوي يحرق به محلول من شوارد الصوديوم ومن شوارد البوتاسيوم وأخيراً محلول من شوارد التالسيوم وتسجل الألوان كافة مع أطوال الأمواج المناسبة .

الأدوات اللازمة :

- ١ - منظار الطيف كاملاً مع ضوء تنفستين ، ولهب بنزن قوي .
- ٢ - يشر $\frac{\text{عدد}}{3}$
- ٣ - سلك بلاتين .

الألوان	أطوال الأمواج λ بالانفيسروم
أحمر	٦٢٠ - ٧٥٠٠
برتقالي	٥٩٠٠ - ٦٢٠٠
أصفر	٥٧٠٠ - ٥٩٠٠
أصفر مخضر	٥٥٠٠ - ٥٧٠٠
أخضر	٥١٠٠ - ٥٥٠٠
أزرق	٤٨٠٠ - ٥١٠٠
نيلي	٤٥٠٠ - ٤٨٠٠
بنفسجي	٤٠٠٠ - ٤٥٠٠



منظار الطيف



مخطط منظار الطيف

٢٠ - دراسة ظاهرة الإصدار الضوئي

التألق ، بفعل ضوئي أو بمحفز ضوئي

المبدأ :

تميز المواد المتألقة بقدرتها بعد تلقيها إشعاعات معينة على إصدار شعاعات جديدة بتواتر أصغر من تواتر الشعاعات الأولية .

إن امتصاص الشعاعات الضوئية يؤدي إلى زيادة قدرة الدوران في الجزيء وبسبب تصادم الجزيئات بعضها ببعض يضيع جزء من قدرة الدوران هذه بشكل انتقال لبعض الالكترونات من مستوى قدروي إلى مستوى آخر أعلى منه ، وحين عودة هذه الالكترونات إلى مستواها الأول تصدر شعاعات جديدة هي شعاعات التألق ذات قدرة أقل من قدرة الشعاعات المحرزة وطول موجة أكبر .

إن شدة ضوء التألق ليست تابعا بسيطا للتركيز وبناء على ذلك يفضل دوما في المعايرة بهذا المقياس أن يتم العمل بالمقارنة مع شاهد من المادة النقية بتركيز معلوم ، ففي حالة التراكيز الضعيفة يقبل تناسب الشدة الضوئية مع تركيز الجسم التألق ويحصل في هذه الحالة على مستقيم ، أما في حالة التراكيز الكبيرة فالتناسب الخطي غير موجود ويحصل على منحن يمر بعتبة ثم يأخذ بعدها بالتناقص مما يعطي بالنسبة لبعض التراكيز ولو كانت مختلفة الشدة الضوئية نفسها .

يتألف مقياس التألق للعادي من منبع ضوئي يرسل أشعته على المحلول المفحوص بعد اجتيازها لمرشحة ابتدائية تفيد في اختيار شعاعة التحريض أو التنشيط المناسبة (من الممكن هنا أن يستعمل مستفرد اللون لهذه الغاية) ، أما العزمة الضوئية المناسبة والصادرة عن التألق فتلقى على مرشحة ثانوية تحذف كل الشعاعات الطيفية ولا تبقى إلا شعاعات التألق ، وتقاس شدة الضوء بخلية كهروضوئية متصلة بمقياس غلفاني ذي إبرة .

للتخلص من كثير من أسباب الخطأ يعمد في الأجهزة الحديثة الى قياس تألق الأنبوب المفحوص بالنسبة الى تألق أنبوب شاهد وتعين النسبة المئوية لهذا التألق . إن الجهاز الموجود لدينا يقوم على هذا المبدأ فالضوء الصادر من مصباح يحوي أبخرة الزئبق يسقط على مرشحتين أوليين متماثلتين من شقين متقابلين : الشعاع الخارجة من الشق الأيسر تسقط على الأنبوب الشاهد الذي يقاس التألق بالنسبة اليه والضوء الصادر من الطرفين يسقط بعد اجتيازه سلسلة من العدسات على مرشحة ثانوية تعزل منه كل الشعاعات الضوئية بعد ذلك يسقط هذا الضوء على خلية كهروضوئية تسجل النسبة ما بين تألق الأنبوب المفحوص والأنبوب الشاهد .

وصف الجهاز :

يوجد على الوجه الأمامي للجهاز ما يلي :

قرص مدرج من ٠ - ١٠ يعطي نسبة ضوء التألق .

زر العمل وله وضعيات مختلفة :

الوضعية الأولى وهي توافق وضعية السكون .

الوضعية الثانية ، وهي وضعية الإحماء .

الوضعية الثالثة ، وهي وضعية القياس .

الوضعية الرابعة والأخيرة تهد في قياس كمون مصابيح الجهاز .

زر ضبط إحكام نقطة الصفر ، وزر إحكام نقطة المائة .

عند رفع الغطاء الصغير تشاهد صفيحة دائرية ذات ثقب وقابلة للدوران تثبت عليها أنابيب الجهاز كما تشاهد الحجيرات الخاصة بالمرشح الابتدائية وثقب الأنبوب الشاهد .

عند رفع غطاء الجهاز كاملاً يشاهد كل ماذكر آنفاً مع مكان المرشح الثانوية المغطاة بغطاء معدني صغير .

يشاهد على يمين الجهاز وأسفله آلية تخفيف الإضاءة وآلية تحريك المرائح
الثانوية وتبديلها .

خطـة العمل :

يوصل الجهاز بمنبع التغذية الكهربائي (تيار ١١٠ عن طريق محول ومثبت
للتيار خاص بالجهاز ولا يوصل الجهاز إلا عن هذا المحول المثبت فقط) . يوضع
زر العمل على وضعية الإحماء مدة دقيقتين على الأقل ثم يدار على وضعية العمل
ولا يبدأ بالقياس إلا بعد مرور مدة ٥ - ١٠ دقائق .

تختار المرائح الابتدائية والثانوية وتوضع كل منها في مكانها الخاص بها .
يوضع الأنبوب الشاهد في مكانه الخاص (الثقب الخاص الموجود على يسار
المنبع الضوئي) كما توضع الأنايب في أمكنتها على الصفيحة الدائرية كل منها
في حفرة تحمل رقمه الخاص به .

يوضع الأنبوب الحاوي على أعلى تركيز في السلسلة على مسير الحزمة الضوئية
ويغلق غطاء الجهاز ثم يدار زر إحكام نقطة الصفر حتى النهاية وذلك مع اتجاه
عقارب الساعة ويدار زر إحكام نقطة المائة حتى النهاية بعكس اتجاه عقارب الساعة
ثم بوساطة آلية تخفيف الإضاءة توضع إبرة الجهاز ما بين التدرج ٩٥ - ١٠٠ .
بعد ذلك يوضع على مسير الحزمة الضوئية الأنبوب الحاوي على المحل نقياً وتضبط
نقطة الصفر بزرها الخاص . بعدها يوضع أعلى تركيز في السلسلة على طريق
الحزمة الضوئية وبوساطة زر إحكام نقطة المائة تضبط إبرة الجهاز على تدرج المائة .
تقاس بعد ذلك أنابيب السلسلة الواحد تلو الآخر وتدرج متناقص وتسجل نسبة
تألقها بالنسبة إلى الأنبوب الشاهد ، يرسم الخط البياني العياري وذلك بأخذ تراكيز
المادة على محور السينات والنسبة المثوية للتألق على محور العيانات ، يقاس الأنبوب
المجهول بالشروط نفسها ويستخرج تركيزه بالاستناد إلى الخط العياري .

تطبيقات :

١ - دراسة تآلق كبريتات الكينين

تزان ٥ مغ من كبريتات الكينين وتذاب ، ٥٠ مل من حمض الكبريت عشر النظامي .
تجهز ٥ محاليل مددة في بالونات من ٥٠ مل بالتراكيز ٥٠ ، ١٠٠ ، ١٥٠ ، ٢٠٠ ، ٢٥٠ ميكروغراماً من كبريتات الكينين في ٥٠ مل من حمض الكبريت عشر النظامي .

تستخدم مرشحتان UG11 كمراشح ابتدائية ومرشحة 5975 كمرشحة ثانوية . بعد ذلك يقاس تآلق هذه المحاليل بالنسبة الى محلول من الكينين (كبريتات) نسبته ٢٥٠ ميكروغراماً في ٥٠ مل من حمض الكبريت عشر النظامي كما يستخدم محلول هذا الحمض كشاهد لضبط نقطة الصفر . يرسم الخط البياني العياري كما مر آتناً .

٢ - دراسة تآلق الفلوروسئين الصودي

خطة العمل :

يزان مقدار ٥ مغ من الفلوروسئين الصودي وتذاب كماً في ٥٠ مل من الماء المقطر .

تجهزه محاليل مددة في بالونات سعة ٢٥ مل بالتراكيز الآتية : ٥٠ ، ١٠٠ ، ١٥٠ ، ٢٠٠ ، ٢٥٠ ميكروغراماً من الفلوروسئين الصودي في ٢٥ مل من الماء المقطر .

تستخدم مرشحتان UG11 كمراشح ابتدائية ومرشحة 97611 كمرشحة ثانوية .

يقاس تآلق هذه المحاليل بالنسبة الى محلول من الفلوروسئين الصودي بتركيز ٢٥٠ ميكروغراماً في ٢٥ مل من الماء المقطر كما يستخدم الماء المقطر كشاهد لضبط نقطة الصفر في الجهاز . يرسم الخط البياني العياري بأخذ تراكيز الفلوروسئين الصودي على محور السينات والنسبة المئوية للتآلق على محور العيّنات .

الفصل الثامن

الجمال المتجانسة واللامتجانسة

٢١ - تحديد الوزن الجزيئي لمادة عضوية

• بطريقة الجرف ببخار الماء .

٢٢ - دراسة ظاهرة التحال .

٢١ - تحديد الوزن الجزيئي لمادة عضوية

بطريقة الجرف ببخار الماء

المبدأ :

عند تعريض مادتين غير قابلتين للامتزاج مع بعضهما بعضاً للتسخين يتكون لكل منهما ضغط بخار معين وعند حصول الغليان يصبح مجموع ضغطي بخار المادتين معادلاً للضغط الخارجي (الضغط الجوي) وتبقى حرارة التبخر والنسبة الوزنية للمادتين ثابتتين حتى يتم التبخر كلياً .

ومما سبق يمكن أن نكتب :

$$P = P_1 + P_2$$

حيث P هي الضغط الكلي للمزيج عند التبخر و P_1, P_2 هي الضغوط الجزئية لكل من المادتين المكونتين للمزيج .

من المعروف أن الضغط الجزئي لمادة في مزيج يعادل جداء تركيز المادة الجزئي بضغط المزيج الكلي :

$$p_1 = C_1 \cdot P$$

$$p_2 = C_2 \cdot P$$

ومنه :

$$\frac{p_1}{p_2} = \frac{C_1}{C_2}$$

وإن التركيز الجزئي للمادة يتناسب مباشرة مع عدد الجزيئات المتعادلة لهذه المادة والموجودة داخل بخار المزيج مما يسمح لنا أن نكتب :

$$\frac{p_1}{p_2} = \frac{C_1}{C_2} = \frac{p_1}{p_2} = \frac{g_1/M_1}{g_2/M_2}$$

لأن عدد الجزيئات للمادة يساوي نسبة الوزن الجرامي g على الوزن الجزيئي M .

ومنه :

$$\frac{p_1}{p_2} = \frac{g_1 \cdot M_2}{M_1 \cdot g_2}$$

وبه تحسب قيمة M_1 .

$$M_1 = \frac{p_2 \cdot g_1 \cdot M_2}{g_2 \cdot p_1}$$

وبعرفة كل من p_2, p_1 وكذلك M_2, g_2, g_1

يمكن لنا حساب M_1 أي الوزن الجزيئي للمادة العضوية غير المزوج

خطه العمل :

تحدد بادىء ذي بدء درجة غليان الماء المقطر في الضغط الجوي الذي تجرى فيه التجربة ومنه يعرف الضغط الجوي ، أو يعمد إلى قراءة الضغط الجوي من ميزان ضغط ومن الجدول التالي يعرف درجة غليان الماء المقطر .

بعدها يركب جهاز الجرف ببخار الماء والموضح بالشكل التالي :

يوضع في البالون الأوسط مقدار مناسب من المادة العضوية ١٠٠ - ١٥٠ مل ويضاف لها قليل من الماء المقطر (٢٠ - ٣٠) مل . يملأ البالون المولد للبخار حتى منتصفه بالماء المقطر وتركب الوصلات بشكل جيد ثم يمرر تيار الماء في المبرد .

يسخن البالون الأوسط مدة وجيزة لقرب الغليان ثم يسخن البالون المولد للبخار حتى الغليان يمر البخار منه إلى البالون الحاوي على المادة العضوية

ثم إلى المبرد حيث يتكثف • تنظم درجة الحرارة بشكل نحصل معه من نهاية المبرد على ما يقارب ٦٠ قطرة بالدقيقة الواحدة • كما تحدد درجة غليان المزيج بميزان الحرارة الخاص الذي يدخل من سداة البالون الأوسط •

تسكب للـ ٢٠ مل الأولى التي تتجمع • ثم يتابع التقطير حتى الحصول على ٥٠ سم^٣ تتجمع داخل ميجرة مدرجة من ٥٠ سم^٣ موزونة سابقاً •

تترك القطارة مدة حتى يتم انفصال الأطوار « الماء في الأعلى والمادة المدروسة في الأسفل » ويحدد وزن كل المادتين بالصورة التالية :

أ - يمكن من معرفة حجم الماء في الميجرة أن يعرف وزنه •

ب - وزن الميجرة ومحتواها كاملاً من جديد • وبطرح الميجرة فارغة مع وزن الماء نحصل على وزن المادة :

وزن الميجرة مع المزيج - وزنها فارغة = وزن المزيج •

وزن المزيج - وزن الماء = وزن المادة •

من معرفة درجة تبخر المزيج يمكن من الجدول معرفة ضغط بخار الماء • ومن معرفة الضغط الجوي يمكن معرفة ضغط بخار المادة المدروسة •
يحسب الوزن الجزيئي للمادة المضوية •

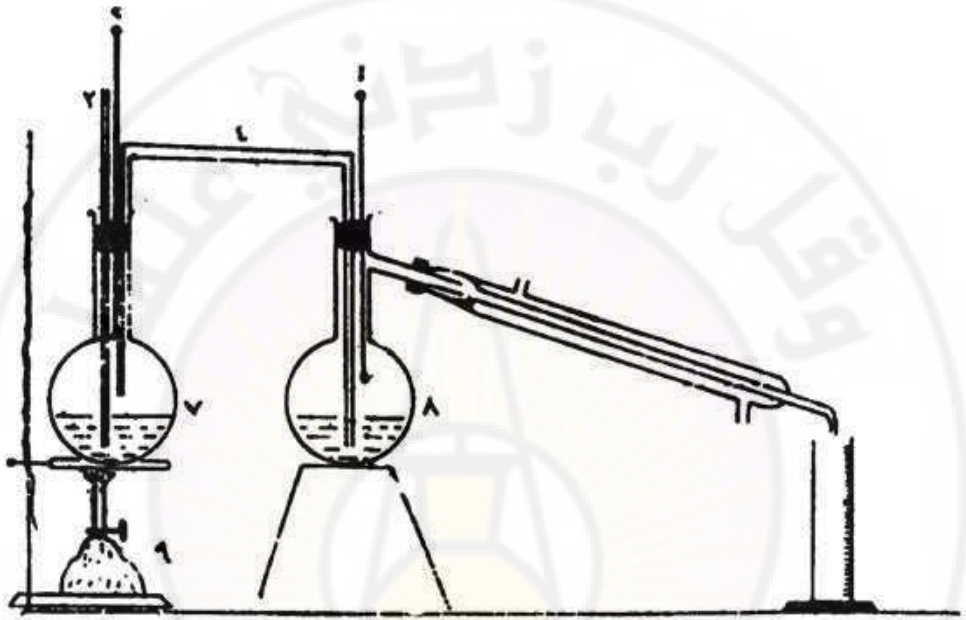
الادوات اللازمة :

مادة عضوية غير مزوج بالماء - سخاحة ماء «مقطر» •

جهاز الجرف كاملاً مع موازين الحرارة •

ميجرة مدرجة سعة ٥٠ مل •

سخاحة ماء مقطر •



الشكل (١٢)

جدول يعطي عدد ميليمترات الزئبق المقابلة لضغط بخار الماء

ما بين الدرجة - ١٠٠ م

درجة الحرارة	الضغط	درجة الحرارة	الضغط	درجة الحرارة	الضغط	درجة الحرارة	الضغط
٠	٤٥٧٩	٢٦	٢٥٢٠.٩	٥١	٩٧٢٠	٧٦	٣٠١٤
١	٤٩٢٦	٢٧	٢٦٧٣٩	٥٢	١٠٢٠.٢	٧٧	٢١٤١
٢	٥٢٩٤	٢٨	٢٨٣٤٩	٥٣	١٠٧٢٠	٧٨	٢٢٧٣
٣	٥٦٠١	٢٩	٣٠٠٤٣	٥٤	١١٢٥١	٧٩	٢٤١٠
٤	٥٩٤٣	٣٠	٣١٨٢٤	٥٥	١١٨٠.٤	٨٠	٢٥٥١
٥	٦٢٠١	٣١	٣٣٦٩٥	٥٦	١٢٣٨٠	٨١	٢٦٩٧
٦	٦٥١٣	٣٢	٣٥٦٦٣	٥٧	١٢٩٨٢	٨٢	٢٨٤٩
٧	٦٨٤٥	٣٣	٣٧٧٢٩	٥٨	١٣٦٠.٨	٨٣	٣٠٠٦
٨	٧٢٠٩	٣٤	٣٩٨٩٩	٥٩	١٤٢٦٠	٨٤	٣١٦٨
٩	٧٦٠٩	٣٥	٤٢١٧٥	٦٠	١٤٩٣٨	٨٥	٣٣٣٦
١٠	٨٠٤٤	٣٦	٤٤٥٦٣	٦١	١٥٦٤٣	٨٦	٣٥٠٦
١١	٨٥١٨	٣٧	٤٧٠٦٧	٦٢	١٦٣٧٧	٨٧	٣٦٨٧
١٢	٨٩٢٣	٣٨	٤٩٦٩٢	٦٣	١٧١٣٨	٨٨	٣٨٧١
١٣	٩٣٨٧	٣٩	٥٢٤٤٢	٦٤	١٧٩٣١	٨٩	٤٠٦١
١٤	٩٧٨٨	٤٠	٥٥٣٢٤	٦٥	١٨٧٥٤	٩٠	٤٢٥٧
١٥	١٠٢٦٣	٤١	٥٨٣٤	٦٦	١٩٦٠.٩	٩١	٤٤٦٠
١٦	١٠٧٥٣	٤٢	٦١٥٠	٦٧	٢٠٤٩٦	٩٢	٤٦٦٩
١٧	١١٢٤٧	٤٣	٦٤٨٠	٦٨	٢١٤١٧	٩٣	٤٨٨٦
١٨	١١٧٤٧	٤٤	٦٨٢٦	٦٩	٢٢٣٧٣	٩٤	٥١٠٩
١٩	١٢٢٥٣	٤٥	٧١٨٨	٧٠	٢٣٣٧٠	٩٥	٥٣٣٩
٢٠	١٢٧٦٠	٤٦	٧٥٦٥	٧١	٢٤٣٩٠	٩٦	٥٥٧٦
٢١	١٣٢٨٧	٤٧	٧٩٦٠	٧٢	٢٥٤٦	٩٧	٥٨٢٠
٢٢	١٣٨٦٨	٤٨	٨٣٧١	٧٣	٢٦٥٧	٩٨	٦٠٧٢
٢٣	١٤٣٧٧	٤٩	٨٨٠٢	٧٤	٢٧٧٢	٩٩	٦٣٣٢
٢٤	١٤٩٥٦	٥٠	٩٢٥١	٧٥	٢٨٩١	١٠٠	٦٦٠٠

٢٢ - دراسة ظاهرة التحال

تنقية الغرويدات واستخلاص المتحللات الموجودة بتماسها بالتحال

المبدأ :

الغرويدات جمل غير متجانسة تتألف من طورين : الطور المجزىء وهو المحل الذي يحمل فتيئات المادة كما يدعى بالسائل بين الفتيئات ، والطور المجزأ وهو الفتيئات بالخاصة والمتمثلة بجزيئات تتراوح أبعادها ما بين ميلي ميكرون إلى ميكرون .

إن المحل أو الطور المجزىء يمكن أن يحدد ماهية الجملة بمعنى أن مادة معينة يمكن أن تشكل محلولاً حقيقياً بالماء ومحلولاً غرويدياً في محل غيره ، ومن ميزات الغرويدات أنها عكرة غير شفافة على وجه الاجمال وتخترق المراشح العادية بسهولة ذلك لأن أقطار مسامات هذه المراشح تتراوح ما بين ٥ ر - ميكروناً ، وهي لا تجتاز الأغشية صغيرة المسام « ١ ميلي ميكروناً أو أقل » مثل أغشية الرق والكلوديون والسلوفان والتي تدعى بالأغشية نصفية النفوذ لأنها تفوذة للمتحللات Electrolytes وغير تفوذة للفتيئات الغرويدية .

لتنقية الغرويدات من يشوبها من متحللات ، أو على العكس ، لاستخلاص المتحللات الموجودة مع الغرويدات تستخدم طرائق متعددة نذكر منها التحال Dialyse والتحال الكهربائي وفوق الترشيح وغيرها وسوف نقتصر في تجربتنا هذه على التحال العادي .

يتم التحال بوضع المادة الغرويدية المفحوصة داخل كيس من الكلوديون أو السلوفان ، بعد ذلك يغطس هذا الكيس داخل وعاء يحوي ماء مقطراً فيتم بخاصة الحلول Osmose انتقال الشوارد الحلولة Dialysables من داخل

الكيس إلى الماء الخارجي ، وتجديد الماء عدة مرات يتوصل إلى تخليص المادة الفرويدية من كل الشوارد الموجودة بتناسها أو المحيطة بها .

خطه العمل :

تجهز محلة Dialyseur بسيطة باستعمال ورقة سلوفان وحلقة مطاطية ووعاء إشباع بسعة مناسبة .

تبلل ورقة السلوفان بالماء المقطر لتلينها ثم تفرد وتوضع في وسطها الحلقة المطاطية ، تجمع أطرافها وتسكب المادة المفحوصة داخل الحلقة المطاطية ، بعدها تربط أطراف الورقة بواسطة خيط عادي وينمس الكيس الناتج داخل وعاء الاشباع الحاوي مسبقاً على كمية من الماء المقطر تتراوح ما بين ٤٠ - ٥٠ سم^٢ ثم يعلق من الخيط بملقط الحامل المعدني ويدلي بشكل يغطس فيه داخل الماء بمقدار كاف .

ترك المحلة على حالها وتحرك حركة دورانية ما بين فترة وأخرى .
يناسر بأخذ كميات من سائل التحال للفحص وكشف المادة الحلولة بعد انقضاء ١٥ - ٣٠ دقيقة من بدء التحال .

إذا كانت الغاية فصل أكبر مقدار ممكن من الماء الحلولة يعتمد إلى تغيير الماء المقطر في الوعاء الخارجي مرة بعد الساعة الثالثة وأخرى بعد الساعة السادسة وأخيرة في اليوم التالي .

تطبق هذه الطريقة بنجاح في التحاليل السمومية وذلك لاستخلاص الكثير من السموم الحلولة من أحشاء التسمين بها كحمض الحماض والحماضات والكلورات القلوية وتحت كلوريت والنترت وغيرها ، وسنذكر فيما يلي بعض التفاعلات الهامة لكل من هذه المواد يستند إليها الطلاب في تحديد هوية المادة المستخلصة بالتحال .

الحماضات Oxalates :

١ - إذا قلون سائل التحال بالنشادر وعولج بمحلول كلورور الكالسيوم ١٠٪ أعطى رسابة بيضاء من حماضات الكالسيوم .

٢ - ييخر داخل زجاجة ساعة وعلى حمام مائي قليل من سائل التحال مع بضع بلوروات من الرمزورسين Résorcine ، وبعد التبريد تضاف مع التحريك قطرة من حمض الكبريت الكثيف ، ويسخن من جديد برفق فيبدو لون أزرق .

٣ - يقلون قليل من السائل بشدة بمحلول فحمت الصوديوم المشبع ، ويضاف إلى النتائج قطرتان من محلول كبريتات المنغنيز ٥٪ يفر الأنبوب قليلاً على حرارة هادئة ثم يبرد ويضاف إليه قطرة فقطرة من حمض الخل المركز حتى اذابة أكاسيد المنغنيز دون زيادة فيبدو لون وردي .

تحت الكلوريت Hypoclorites :

١ - يكون سائل التحال قلوي التفاعل برائحة كلوريه .

٢ - اذا عولج قليل منه ب ١ سم^٢ من محلول الأنيلين Aniline الفولي ٥٪ بالمغول ٣٠٪ و ب ٢ سم^٢ من حمض الكلوريد الكثيف يبدو لون أرجواني بنفسجي ثم أزرق . « تبدي الكلورات هذا التفاعل » .

٣ - تضاف إلى ٢ سم^٢ سائل التحال قطرة من محلول النيلة ويحمض بمدة قطرات من حمض الكبريت الممدد فيزول لون النيلة .

الكلورات Chlorates :

١ - يعالج ١ سم^٢ من سائل التحال ب ١ سم^٢ من محلول الأنيلين الفولي ٥٪ و ب ٢ سم^٢ من حمض الكلوريد المركز فيبدو لون أرجواني بنفسجي ثم أزرق (تبدي تحت الكلوريت هذا التفاعل) .

٢ - يضاف إلى ٢ سم^٢ من المحلول قطرة من محلول النيلة ويحمض بمدة قطرات من حمض الكبريت الممدد فلا يزول لون النيلة وذلك بعكس تحت الكلوريت التي تزيل لون النيلة في مثل هذه الشروط .

النترات Nitrites :

١ - تضاف عدة قطرات من السائل على مزيج مؤلف من ٢ سم^٢ من محلول
الانتيبيرين Antipyrine ٠.٥٪ ومن ٢ إلى ثلاث قطرات من حمض الكبريت
الممدد فيحدث لون أخضر .

٢ - يوضع بحدز على سطح ٢ سم^٢ من محلول كبريتات الحديد الكثيف
والحمض بحدز الكبريت الممدد ١ سم^٢ من سائل التحال فتبدو على سطح
الفصل بين السائلين حلقة بنية .

٣ - تفاعل لومبارد Lombard : يعالج ٢ - إلى ٣ سم^٢ من سائل التحال بقطرة
من كاشف لومبارد وقطرة من حمض الكلوريد الممدد يمزج وينتظر خمس
دقائق بعد ذلك تضاف قطرة أو قطرتان من النشادر المركز ويمزج فيبدو
لون أصفر شديد .

يتألف كاشف لومبارد مما يلي :

١ غ	حمض السلفانيلي
١٥ غ	فصول
٣٥ غ	كلورور الامونيوم
٢٠٠ سم ^٢	ماء مقطر م.ك حتى

الأدوات اللازمة :

ورق سلوفان - حلقة مطاطية - بيشر سعة ٢٥٠ سم^٢ عدد « ٢ » - حامل
أنايب مع ١٢ أنبوب - خيطان عادية - حامل معدني مع ملقط - قضبان
زجاجية عدد « ٢ » - مصفات بسيطة عدد « ١٠ » .

الفصل التاسع

دراسة التشرد والمحاليل المتشردة

٢٣ - تحديد ثابتة التشرد بالطرائق اللونية .

٢٤ - دراسة ثابتة التشرد بالطرائق الكهربائية .



٢٢ - تحديد ثابتة التشتت بالطريقة اللونية

- تعيين ثابتة تشتت حمض الخل -

المبدأ :

تقوم طرائق تعيين ثوابت التشتت لموياً على استخدام مقياس اللون Colorimètre والذي تتم بواسطته مقارنة شدة تلوّن المحلول المفحوص مع شدة تلوّن محلول مادة عيارية ذات تركيز معلوم .

من أشهر مقاييس اللون استعمالاً مقياس لون دوبوسك Duboscq الذي يقوم على المبدأ التالي :

تسقط في هذا الجهاز حزمة ضوئية شدتها I_0 على مخفدين يحوي أحدهما محلولاً معلوماً ذا تركيز معلوم ويحوي الثاني محلول المادة الملونة نفسها ولكنه مجهول وتقارن عيناياً الشدة الضوئية للحزمتين النافذتين I_1 و I_2 من المحلولين ، وبتغير سمك الطبقة التي يجتازها الضوء في أحد المخفدين يتوصل الى تساوي شدة الضوء النافذ من كليهما . ويكون لدينا بالنسبة للحلول الأول :

$$E_1 = \log \frac{I_0}{I_1} = C_1 l_1 K$$

وبالنسبة للحلول الثاني :

$$E_2 = \log \frac{I_0}{I_2} = C_2 l_2 K$$

وعند تساوي اللونين يكون :

$$E_1 = E_2$$

أي :

$$C_1 l_1 K = C_2 l_2 K$$

وبما أن المادة والوسط واحدان في الحالتين تتوصل الى :

$$C_1 I_1 = C_2 I_2$$

ومنه :

$$\frac{C_1}{C_2} = \frac{I_2}{I_1}$$

• أي أن النسبة بين التركيزين هي عكس النسبة بين الارتفاعين « السكين »
يحتوي الجهاز على موثورين من الزجاج الخاص بالأجهزة البصرية نهاية كل
منهما مستوية تماماً وأفقية ويمكن لها أن يصعدا أو يهبطا في محفدي الجهاز
بوساطة لولبين مناسبين تقرأ على طرف كل منهما تقسيمات ارتفاع الموشور .

إن الحزمة الضوئية الأصلية الساقطة تقسم الى قسمين ، كل قسم يجتاز
محفداً من المحافد ويستقطان بوساطة متوازي السطوح المضاعف لفره نل Fresnel
الموضوع في أعلى الجهاز في ساحة المنظار فيرى الناظر ساحة دائرية منقسمة
الى نصفين متساويين بخط دقيق يعود النصف الأيمن الى الضوء الذي اخترق
المحفد الأيسر النصف الأيسر الى الضوء الذي اخترق المحفد الأيمن .

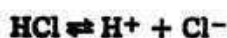
عند التحقق يثبت ارتفاع الموشور داخل المحلول وذلك على ارتفاع أو
حدّ معين ويغيّر ارتفاع الموشور داخل المحلول المجهول حتى الوصول الى تساوي
اللون في نصفي شبكية المقياس وعندها يقرأ ارتفاع المجهول ويتم الحساب .

تعرف درجة تشرد Degrée d'ionisation جسم كهربي بكونها النسبة بين
عدد الجزيئات المتشردة من هذا الجسم وعدد الجزيئات الكلي :

$$W = \frac{C'}{C}$$

حيث W هي درجة التشرد و C' تمثل عدد الجزيئات المتشردة و
عدد الجزيئات الكلي .

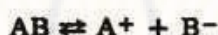
إن درجة التشرّد تساوي الوحدة في حالة الحموض القوية الشديدة التشرّد
مثل حمض الكلوريد :



وعلى العكس تكون هذه الدرجة صغيرة جداً في حالة الحموض الضعيفة
مثل حمض الخل :



لترمز الآن إلى المتحلّكب الضعيف التشرّد أو الحمض الضعيف التشرّد بـ AB
فهو يتشرّد وفق التفاعل :



وبتطبيق قانون فعل الكتلة تتوصل إلى

$$K = \frac{[\text{A}^+][\text{B}^-]}{[\text{AB}]}$$

حيث K هي ثابتة تشرّد هذا المتحلّكب أو الحمض الضعيف .
فاذا رمزنا بـ α للجزء المتشرّد من الجزيئات في حجم معين يكون لدينا :

$$[\text{A}^+] = [\text{B}^-] = \alpha C$$

حيث C هي التركيز الأصلي .
ويكون بذلك الجزء غير المتشرّد من الجزيئات في هذا الحجم معادلاً :

$$[\text{AB}] = (1 - \alpha) C$$

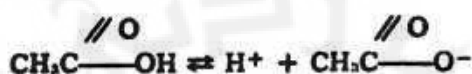
لنبدل بقيم $[\text{A}^+] \cdot [\text{B}^-] \cdot [\text{AB}]$ في العلاقة فنجد :

$$K = \frac{\alpha C \cdot \alpha C}{(1 - \alpha) C} = \frac{\alpha^2 C}{(1 - \alpha) C}$$

ومنه :

$$K = \frac{\alpha^2 C}{1 - \alpha}$$

فإذا طبقنا ما مرّ على حمض الخل نجد :



وتكون ثابتة تشرد هذا الحمض :

$$K = \frac{[\text{H}^+][\text{CH}_3\text{C} \begin{array}{c} \text{// O} \\ \text{— O}^- \end{array}]}{[\text{CH}_3\text{C} \begin{array}{c} \text{// O} \\ \text{— OH} \end{array}]}$$

حيث $[\text{CH}_3\text{COO}^-]$ هو تركيز شوارد الخلات •

و $[\text{H}^+]$ هو تركيز شوارد الهيدروجين •

و $[\text{CH}_3\text{COOH}]$ تركيز جزيئات الحمض التي لم تشرد •

ويكون لدينا :

$$[\text{H}^+] = \alpha C$$

حيث C تركيز حمض الخل الأصلي •

و « α » الجزء المتشرد من الجزيئات في حجم معين •

ومنه :

$$\alpha = \frac{[\text{H}^+]}{C}$$

إن C معلومة • و « α » يمكن حسابها بعد معرفة تركيز H^+ الذي يمكن

بسهولة بمقياس اللون وذلك بمقارنة اللون الذي يعطيه بوجود مشعر معين مع اللون الذي يعطيه محلول معلوم تركيز H^+ مع هذا المشعر نفسه .

خطوة العمل :

- ١ - يحضر بدءاً من محلول نظامي لحمض الخل ثلاثة محاليل بالتراكيز ٠.٠١ و ٠.٠٢ و ٠.٠٢٥ ن حسب الجدول التالي وذلك بالتمديد بالماء المقطر داخل بالونات معايرة من ١٠٠ سم^٣ يمزج جيداً للتجانس .

رقم المحلول	١	٢	٣
سم ^٣ حمض الخل النظامي	١	٢	٢.٥
النظامية	٠.٠١	٠.٠٢	٠.٠٢٥

- ٢ -- يؤخذ محلول حمض الكلوريد ٠.٠٠١ ن كشاهد .
- ٣ - يؤخذ داخل أنابيب زجاجية نظيفة جافة ١٠ سم^٣ من كل من المحاليل الثلاثة ومن المحلول الشاهد . ويضاف إلى كل منها قطرة واحدة من محلول الهلياتين ويمزج جيداً .
- ٤ - يسأل أحد محفد مقياس اللون بالمحلول الشاهد ، ويوضع في المحفد الثاني أحد المحاليل الثلاثة المنحوصة . يجعل ارتفاع المحلول المعلوم ثابتاً وبغير ارتفاع المجهول حتى الحصول على تساوي اللون في نصفي شبكية المقياس . وعندها يكون :

$$\frac{C}{C'} = \frac{l'}{l}$$

$$\frac{[H^+]}{[H^+]} \frac{HCl}{HAC} = \frac{l'}{l}$$

ومنها يحسب تركيز $[H^+]$ في محلول حمض الخل ذي النظامية المعلومه

يكرر القياس مع المحلولين الآخرين ثم يجري الحساب بالخطوات التالية :

أ - بحسب تركيز $[H^+]$ لحمض الخل .

ب - تحسب α .

ج - تحسب K ثابتة تشرّد الحمض .

ملاحظات :

١ - يجب أن يتم فحص اللون بهدوء وعند الشعور بتعب العين يلجأ إلى قليل من الراحة ثم يعاود الفحص .

٢ - يحافظ على سلامة الجهاز وبخاصة مواشيريه ومحافده الزجاجية .

الأدوات اللازمة :

مقياس لون دوبوسك - حامل أنابيب مع ١٢ أنبوباً - قضيب زجاجي عدد ٢ - بالونات معايرة سعة ١٠٠ سم^٣ عدد ٤ - مص مصدرج سعة ١٠ سم^٣ عدد ٤ - مص بسيط عدد ٢ - أوراق ترشيح .

نوابت تشرّد الحموضة الأولى في الدرجة ٢٥ م

٥-	١٠ × ١٨٦	حمض الخل
٥-	١٠ × ٦٦	حمض الجاوي
٥-	١٠ × ٥٥	حمض البور
٧-	١٠ × ٣٣	حمض النحم
٤-	١٠ × ٨	حمض الليسون
٤-	١٠ × ٢١	حمض النمل
٤-	١٠ × ١٦	حمض اللبن
٢-	١٠ × ٣٨	حمض الحماض
٣-	١٠ × ٣١	حمض الطرطر

نوابت تشرد بعض الاسس في الدرجة ٢٥ م

٥- 10×175

النشادر

١٠- 10×4

الانيلين

٣- 10×13

دي اتيل أمين

٤- 10×44

ميتل أمين

٩- 10×23

بيريدين

٢٤ - تحديد ثوابت التشرّد بالطريقة الكهربائية

تحديد ثابت تشرّد حمض الخل

المبدأ :

يستند هذا القياس الى علاقة زنست التالية في كمون الأقطاب :

$$E = E_0 + \frac{0,0592}{n} \log a \quad (٢٥^\circ \text{م})$$

فاذا غطست صفيحة من البلاتين مغطاة بالبلاتين المجزأ ومشبعة بالهيدروجين داخل محلول مجهول تركيز الـ H^+ فان هذه الصفيحة تكتسب كموناً يعادل إلى:

$$E = E_0 + 0,0592 \log [H^+]$$

وبما أن كمون قطب الهيدروجين النظامي $E_0 = 0$ يصبح لدينا :

$$E = + 0.0592 \log [H^+]$$

وبما أن :

$$pH = - \log [H^+]$$

نجد :

$$E = - 0.0592 pH$$

ومنه :

$$pH = - \frac{E}{0,0592}$$

لا بدّ لقياس فرق الكمون من وجود قطبين يقاس هذا الفرق بينهما وعليه عندما يراد قياس pH «محلولاً مجهولاً» بواسطة قطب هيدروجين يستعمل قطب هيدروجين نظامي (مختلوس داخل «محلول معلوم الـ pH وتركيزه بشوارد الـ H^+ » وقطب هيدروجين ومختلوس داخل «المحلول المجهول وما بين

هذين القطبين يتولد فرق في الكمون يتعلق بتركيز شلود H^+ في المحلول المجهول . وكما نعلم يمثل قطب الهيدروجين النظامي دور القطب الشاهد Electrode de Référence ويشكل قطب الهيدروجين المغطوس داخل المحلول المجهول دور القطب المشير . Indicatrice

بما أن استعمال أقطاب الهيدروجين يترافق بصعوبات منها ضرورة العمل بوجود تيار من الهيدروجين دائم وبضغط ثابت يؤمن جدد الاشباع ، استبدل هذا القطب قطب الكالومل النظامي أو المشبع الذي يعادل كونه بالنسبة إلى قطب الهيدروجين النظامي + ٠.٣٦ فولطاً (محلول مشبع من كلورور البوتاسيوم) ويعطى كمون هذا القطب بالعلاقة :

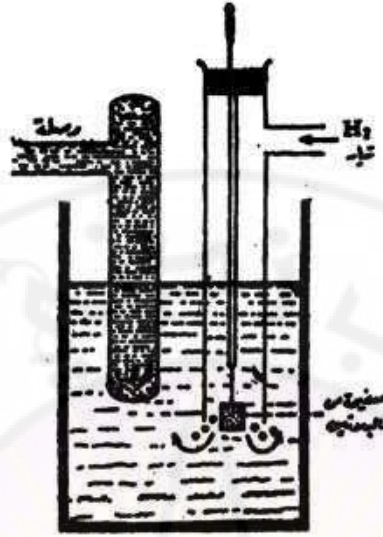
$$E = E_0 + \frac{0,0592}{2} \log \frac{[Hg^{++}]}{[Hg]^2}$$

وبذلك حل قطب الكالومل المشبع محل قطب الهيدروجين النظامي في الاستعمالات اليومية لقياس الـ pH . فهو يقوم إذا بدور القطب الشاهد .

أما قطب الهيدروجين المستعمل كقطب مشير فلقد أبدل به قطب الزجاج حيث تبين أنه ما بين محلولين يفصل جدار رقيق من الزجاج أحدهما معلوم تركيز الـ H^+ والآخر مجهول يتولد فرق في الكمون وهذا الفرق يتغير مع تركيز الـ H^+ المجهول أي مع الـ pH وهو يعادل :

$$E = K - 0,0592 \text{ pH}$$

حيث K هي ثابتة تختلف بحسب الزجاج المستعمل وتتغير مع الزمن . فعند قياس pH محلولاً مجهولاً يغمس فيه قطبان : قطب كالومل مشبع يقوم بدور قطب شاهد وقطب زجاج يلمب دور القطب المشير ، ثم يقاس فرق الكمون بينهما . يتألف قطب الزجاج من حبابة رقيقة من الزجاج ملوأة بحلول من HCl اء النظامي يغمس فيه خط من الفضة مغطى بكلورور الفضة فيصبح قطب



الشكل رقم (١٤) .

(قطب الهيدروجين النظامي)

الزجاج وكأنه مجموع قطبين : قطب الزجاج بالخاصة وقطب الفضة / كلورور الفضة • ويكون فرق الكمون المقيس معادلاً :

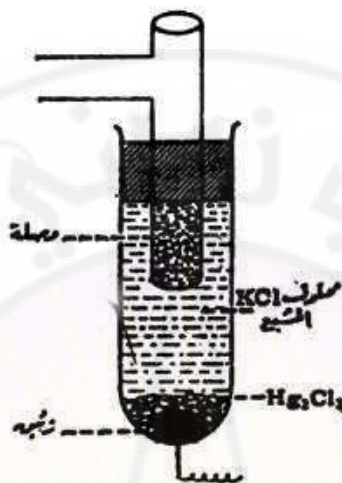
$$E = E_{Ag} + E_{Cal} + E_{Verre}$$

الكمون = كمون قطب الزجاج + كمون قطب الفضة + كمون قطب الكالومل •
بما أن كمون كل من قطب الكالومل وقطب الفضة ثابت فلا يختلف الكمون المقيس إلا مع كمون قطب الزجاج أي :

$$pH = K - \frac{E}{0,0592} \quad (\text{م}^{25})$$

ولتحديد ثابتة قطب الزجاج K يكفي أن تقاس E لمحلول ذي تركيز معلوم من H^+ وإعادة هذا القياس من وقت لآخر لأن K تتغير مع الزمن • إن

$$\text{pH} = K - \frac{E}{0,0592} \quad (\text{م}^{\circ} 25) \text{ ومنه}$$



الشكل رقم (١٥)
« قطب الكالومل المشبع »



الشكل رقم (١٦) - « قطب الزجاج »

هذا التحديد غير ضروري ، إذ يكفي في كل مرة وقبل استعمال الجهاز أن يضبط تدريجه على pH وقاء معلوماً .

خطه العمل في الجهاز :

أ - ضبط الجهاز وتحديد pH محلولاً مجهولاً :

يوصل الجهاز بسننغ التغذية الكهربائي ويوضع زر العمل على حالة الثبات Stab ويترك مدة ٢ - ٥ دقائق حتى تتوازن مصابيح .

يوجد على الوجه الأمامي للجهاز قرص التدريج وثلاثة أزرار أما قرص التدريج فمدرج بتدرجات وحدات ال pH (من ١ - ١٤) وبوحدات الملي فولت . وعليه إبرة تشير إلى هذه التدرجات .

أما الأزرار فالأول العلوي هو زر يوضع على درجة الحرارة التي يعمل بها الناحس حتى يكون القياس أدق ما يمكن . والزر الأوسط هو زر إحكام التدريج يحرك عندما يقاس محلولاً ذا pH معلومة .

أما الزر الثالث والأخير ، وهو الزر السفلي فيمكن وضعه بثلاثة أمكنة أولها لقياس ال pH والثاني في حالة الثبات وعدم عمل الجهاز والثالث لقياس فرق الكمون بالملي فولت mV .

قبل بدء العمل بالجهاز يتأكد من سلامة الأقطاب وملء قطب الكالومل بكمية كافية من محلول KCl المشبع . تفصل الأقطاب بالأقطاب مرتين على الأقل بوعاء إشباع يحوي ماء مقطراً ثم تترك تستنضب وتجفف برفق بقصاصات ورق الترشيح ، وتغسل مجدداً في محلول وقاء pH معلوماً وبمد برهة يوضع زر العمل على وضعية ال pH ويبتظر ثبات إبرة الجهاز ويقرأ التدريج فان كان كما يشير الوقاء فالجهاز مضبوط وإلا فتنضبط بتحريك الزر الأوسط بهدوء حتى تقف الإبرة على التدريج المضبوط . يعاد بعد ذلك زر العمل إلى وضعية الثبات ويرفع

محلول الوقاء ويعاد إلى قارورته الخاصة ثم تغسل الأقطاب بالماء المقطر كما مر آنفاً وتجفف بقصاصات من ورق الترشيح .

تحديد ثابتة تشرد حمض الخل :

يراجع مبدأ تحديد ثوابت التشرد بالطريقة اللونية .

يحضر بدءاً من محلول نظامي لحمض الخل ثلاثة تراكيز هي :

٠.٠١ و ٠.٠٢ و ٠.٠٣ نظامياً وذلك بأخذ الكميات المذكورة في الجدول التالي وتمديدتها داخل بالوعات معايرة من ١٠٠ مل بالماء المقطر الجيد :

رقم المحلول	١	٢	٣
مل حمض خل نظامي	١	٢	٣
النظامية	٠.٠١	٠.٠٢	٠.٠٣

يضبظ الجهاز على pH محددة باستخدام الوقاء المضبوط المرفق بالجهاز وبعدها مع غسل الأقطاب جيداً بين كل مرة ومرة وتجفيفها بقصاصات أوراق الترشيح يقاس pH المحاليل الثلاثة لحمض الخل بدقة ومرتين لكل منها مع أخذ المتوسط في كل مرة .

يحسب تركيز المحاليل الحقيقي بشوارد H^+ من العلاقة :

$$pH = - \log H^+$$

وبعد هذا الحساب تحسب α ومنها تحسب K . يجري الحساب على المحاليل الثلاثة . ويؤخذ متوسط القيم .

ملاحظات :

- ١ - يجب العمل بالجهاز بهدوء وعناية وأن يحرص الطالب على أقطابه لأنها أكثر الأجزاء عرضة للكسر والتلف وبخاصة عند التحريك .
- ٢ - يجب غسل الأقطاب ما بين قياس وآخر وتجنيفها جيداً .
- ٣ - يجب وضع زر العمل على وضعية الثبات في كل مرة لا يجري فيها قياس .

الادوات اللازمة :

- جهاز ال pH مع أقطابه - عاء إشباع سعة ١٠ مل $\frac{\text{عدد}}{٣}$ محلول ممص
- الخل النظامي - ممص مدرج من ٥ مل $\frac{\text{عدد}}{١}$ - بالون معاير من ١٠٠ مل
- $\frac{\text{عدد}}{٣}$ - سحاحة ماء مقطر .

الفصل العاشر

حمض كلور الماء بهيدروكسيد الصوديوم

حرارة التفاعلات الكيميائية وحرارة التفاعلات

CINQUES CHIMIQUES, ET CHALEURS

DES REACTIONS

- ٢٥ - دراسة إمامة خلاص الايتيل .
- ٢٦ - دراسة سرعة تفاعل تحت كبريتات الصوديوم مع حمض الكبريت .
- ٢٧ - دراسة رتبة وثابت تفاعل إمامة السكرورز بوجود وسيط .
- ٢٨ - دراسة إمامة الاسبرين في بيئة قلوية .
- ٢٩ - دراسة الامتزاج على الفهم الفمالي .
- ٣٠ - تعين درجة حرارة انحلال وانفصال مزيج من مادتين من طورين مختلفين .
- ٣١ - انتالبي التعديل ودراسة تفاعل تعديل حمض كلور الماء بهيدروكسيد الصوديوم .

٢٥ - دراسة اماهة خلاات الاتيل بوجود وسيط H^+

المبدأ :

ليكن لدينا التفاعل التالي :



إن سرعته تعطى بالعلاقة :

$$V = - \frac{d[A]}{dt} = K [A]$$

حيث K هو ثابت سرعة التفاعل ، من ماتقدم نجد :

$$- \frac{d[A]}{[A]} = K dt$$

فاذا رمزنا A_0 التركيز الجسم A في اللحظة $t = 0$ و A لتركيزه في اللحظة t تتوصل إلى التكامل :

$$- \int_{A_0}^A \frac{d[A]}{[A]} = K \int_0^t dt$$

وبحل هذا التكامل نجد :

$$\ln \frac{[A_0]}{[A]} = Kt$$

وباستعمال اللوغاريتم العشري بدلا من اللوغاريتم الطبيعي يكون :

$$\log [A] = \log [A_0] - \frac{K t}{2.303}$$

وبحساب قيمة K نجد :

$$K = \frac{2.303}{t} \log \frac{[A_0]}{[A]}$$

وهو ثابت لمرة تفاعلات الرتبة الأولى .

إن زمن نصف التفاعل $t_{1/2}$ هو الزمن اللازم حتى تتفاعل نصف كمية المادة وبحسب في حالة كمون $\frac{[A_0]}{2}$ هو عدد الذرات المتفاعلة :

$$t_{1/2} = \frac{2.303}{K} \log 2 = \frac{0.693}{K}$$

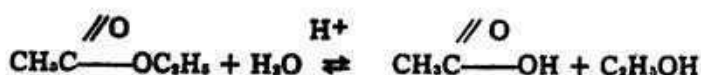
إذا :

$$t_{1/2} = \frac{0.693}{K}$$

إن المنحني الذي يعطينا تغيرات $\log \frac{[A_0]}{[A]}$ بالنسبة الى الزمن هو مستقيم ميله يعادل $\frac{K}{2.3}$.

لتعيين K يكفي قياس التركيز $[A]$ في مختلف الأزمنة وأخذ قيم $\log \frac{[A_0]}{[A]}$ والزمن على محوري احداثيات ويؤكد وقوع النقاط على استقامة واحدة كون التفاعل المدروس من تفاعلات الرتبة الأولى .

يمكن عد تفاعلات الاماهة Hydrolyse تفاعلات من الرتبة الأولى ذلك لأن اركيز الماء تعد كبيراً جداً إذا ما قيس بتركيز المواد المتفاعلة ويمكن عده ثابتاً .
فمثلاً ان تفاعل حلمة خلاات الاتيل بوجود وسيط هو شوارد H^+ يمثل التفاعل التالي



إن تعيين تركيز خلاات الايتيل [A] في الزمن t يتم بمعايرة المحلول المتفاعل وتعيين تركيز حمض الخل الناتج من التفاعل .

خطه العمل :

يؤخذ ١٠٠ سم^٣ من حمض الكلوريد النظامي في بالون «معاير معاير من ١٠٠ سم^٣» ويضاف لها ٥ سم^٣ من خلاات الايتيل بوساطة ممص معاير ، يمزج الجميع بالخض جيداً ويؤخذ من الناتج ٥ سم^٣ فوراً وبالمص المعاير وذلك لمعايرة حموضتها وتوضع داخل وعاء إشباع من ١٥٠ سم^٣ وتضاف لها عدة قطرات من محلول الفينولفثالين الغواي وتعاير بمحلول الصود النظامي حتى ظهور لون وردي ثابت . تعد لحظة أخذ العينة هذه للمعايرة بدءاً للزمن ، كما يعد تركيز الحمض التركيز الأصلي لحمض الكلوريد .

بعد ذلك تؤخذ كل ١٥ دقيقة عينة من السائل قدرها ٥ سم^٣ وتعاير حموضتها بالصود كما مرّ آنفاً . يطرح من المصروف المقدار المعادل لحمض الكلوريد ويكون المقدار الزائد مثلاً لمقدار الصود النظامي لتعديل حمض الخل الموجود بالأخيدة . تحسب كمية حمض الخل بالعلاقة التالية :

$$N \times 0.06 \times 10.5 = \text{غ حمض الخل في } 10.5 \text{ سم}^3 \text{ من المزيج} \quad \text{هـ}$$

ومن كمية حمض الخل تحسب كمية خلاات الايتيل الموافقة لها . وذلك لأن كل ٦٥ غ حمض خل تنتج من ٨٨ غ خلاات الايتيل . بعد ذلك ينظم الجدول التالي :

٧٥	٦٠	٤٥	٣٠	١٥	٠	الزمن بالدقائق
						سم ^٢ NaOH ن
						تركيز حمض الخل
						تركيز خلاات الاثيل الموافق لحمض الخل
						تركيز خلاات الاثيل التي لم تتفاعل [A]
						$\log[A]$
						$\log \frac{[A_0]}{[A]}$

- يحسب تركيز خلاات الاثيل في بدء العمل لأن كثافتها تعادل الى ٨٩٥ .
- يرسم الخط البياني الممثل لتحويلات لوغاريتم $\frac{[A_0]}{[A]}$ بالنسبة إلى الزمن وذلك بأخذ قيم $\log \frac{[A_0]}{[A]}$ على محور العينات وقيم الزمن على محور السينات .
- يتأكد من كون رتبة تفاعل حلقة خلاات الاثيل هي رتبة أولى وذلك بوقوع النقاط على خط مستقيم . ثم تحسب قيمة الثابتة K حسب الجدول التالي ويتأكد من ثباتها النسبي . كما تحسب قيمة $t_{1/2}$.

K	$\log \frac{[A_0]}{[A]}$	الزمن بالدقائق
		١٥
		٣٠
		٤٥
		٦٠
		٧٥

الأدوات اللازمة :

- بالون معاير من ١٠٠ سم^٣ - وعاء اشباع سعة ١٥٠ سم^٣ - ستالة هـور -
- محلول النهنولفتاله تين النغولي - ممص معاير سعة ٥ سم^٣ عدد/٢ •



٢٦ - دراسة سرعة تفاعل تحت كبريتيت الصوديوم مع حمض الكبريت

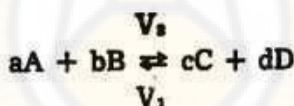
المبدأ :

تعرف سرعة التفاعل الكيميائي بكونها تغير تركيز المواد المتفاعلة
بوحدة الزمن :

$$V = - \frac{d[A]}{dt}$$

حيث أن $[A]$ هي كمية المواد المتفاعلة في بدء التفاعل . إن إشارة الناقص
تبين على أن هذه السرعة تتناقص بمرور الزمن شأنها في ذلك شأن
تراكيز المواد المتفاعلة .

ليكن لدينا التفاعل :



يتبين منه أن الجزيئات A و B تتحدان لتشكلا الجزيئات C و D وذلك
بالسرعة V_1 في حين أن الجزيئات الناتجة C و D تتحدان من جديد
لتشكلا جزيئات A و B وذلك بالسرعة V_2 وتمثل سرعة التفاعل الكلية
بالفرق ما بين هاتين السرعتين :

$$V = V_1 - V_2$$

وتكون الجملة بحالة توازن عندما تكون $V = 0$ أي :

$$V_1 = V_2$$

لقد تبين بالبحوث المختلفة أن سعة التفاعل تتناسب طردياً مع جداء التراكيز الجزيئية للمواد المتفاعلة مرفوعاً كل منها الى قوة تمثل عدد الجزيئات الداخلة في التفاعل ومنه :

$$V_1 = K_1 [A]^a [B]^b$$

حيث K_1 هي ثابتة سرعة التفاعل وهي تختلف من تفاعل لآخر ولا تتغير في تفاعل معين إلا مع درجة الحرارة .
وبالمحاكمة السابقة نفسها نجد :

$$V_2 = K_2 [C]^c \cdot [D]^d$$

وبحالة التوازن حيث :

$$V_1 = V_2$$

يصبح لدينا :

$$K_1 [A]^a \cdot [B]^b = K_2 [C]^c \cdot [D]^d$$

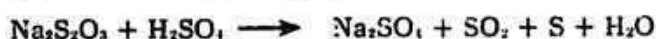
ومنه :

$$\frac{[C]^c \cdot [D]^d}{[A]^a \cdot [B]^b} = \frac{K_1}{K_2} = K$$

إن X هي في هذه الحالة ثابت توازن التفاعل . تعبر هذه العلاقة عن قانون غولدبرغ - واغ المسمى قانون فعل الكتلة .

إن سرعة التفاعل تابع لدرجة الحرارة وتبين انه لدى ارتفاعها بمقدار ١٠ درجات تزداد سرعة التفاعل بمقدار ٢ - ٣ مرات وسطياً .

إن تفاعل تحت كبريتيت الصوديوم مع حمض الكبريت يحمل بالمعادلة التالية:



وهو تفاعل أكسدة وإرجاع يتحرر فيه الكبريت فإذا أجري التفاعل يستدل على بدئه بظهور عكر بالمحلول ناتج عن ترسب الكبريت ، فإذا بدأ الترسيب بعد زمن قدره فان سرعة التفاعل تتناسب مع مقلوب الزمن :

$$v \approx \frac{1}{t}$$

خطـة العمل :

ينظم الجدول التالي ويعين زمن التفاعل مع مختلف تراكيز تحت كبريتيت

رقم المزيج	١	٢	٣	٤	٥
سم ^٣ من $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ ن	٥	٤	٣	٢	١
سم ^٣ من الماء المقطر	٣	٤	٥	٦	١
سم ^٣ من H_2SO_4 ن	٢	٢	٢	٢	٧
تركيز $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ بالنظامية					
زمن التفاعل بالثواني					
زمن التفاعل بالدقائق					
$\frac{1}{t}$					

الصوديوم : وأسهل طريقة للعمل تتم بتهيئة بادیء ذي بدء التسديدات اللازمة من تحت كبريتيت الصوديوم بأخذ الحجم المشار إليها بواسطة مصص مدرج ووضعوا داخل أنابيب تجربة نظيفة وجافة ثم يضاف إليها المقدار اللازم من الماء المقطر بواسطة مصص مدرج أيضاً ويسرج الجميع جيداً . بعد ذلك يوضع في سلسلة أخرى من الأنابيب مقدار حمض الكبريت النظامي بواسطة مصص مدرج أيضاً .

وللقيام بالتفاعل يسكب الحمض الموجود في الأنبوب الأول على مزيج تحت كبريتيت الصوديوم الموجود في الأنبوب الثاني مع الخفض الجيد وتسجيل بدء الزمن بالوقت نفسه ، وبعدها يسجل الزمن عند ظهور العكر وبدء ترسب الكبريت ، ويحسب الزمن اللازم ما بين أول المزج وظهور الترسب .

تكرر هذه العملية مع كل التمديدات وبالصورة نفسها ويسجل الزمن لكل منها .

تعاد هذه التجربة بكامل أنابيبها مرة أخرى لأخذ متوسط النتائج وذلك بعد غسل الأنابيب جيداً بالماء المعادي وبالماء المقطر ثم تجفيفها .

تجيب نظامية المحاليل الناتجة عن التمديد بـ $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ بتطبيق الدستور المعروف :

$$N \cdot V = N_1 \cdot V_1$$

بعد ذلك يرسم حط البياني الدال على تغير السرعة $\left(\frac{1}{t}\right)$ بالنسبة إلى التراكيز N وذلك بأخذ قيم $\frac{1}{t}$ على محور العينات وقيم N على محور السينات .

تدرس على هذا الخط تابعة سرعة التفاعل للتركيز في حرارة التحمة .

الأدوات اللازمة :

مصح مدرج من ١٠ سم^٢ عدد ٣ - حامل أنابيب مع ١٢ أنبوباً - سحاحة ماء مقطر .

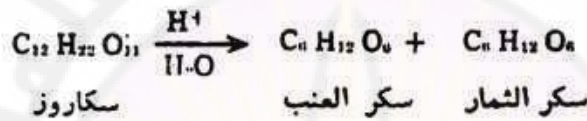
٢٧ - دراسة تفاعل اماهة السكرور

وئابة بوؤوء وسىط

المبءا :

انظر مبءا ءءربة إماءة ءلات الاءىل .

ءم إماءة السكرور فى البىئة ءامضة وفق الءفاعل :



بءء فى المءالىل المءءة هءا الءفاعل ءفاعلا من الرءبة الأولى فاذا فرضنا أن A_∞ هو ءركىز سكر القصب أو السكرور عىء بءء الءفاعل و A هو ءركىزه فى الزمن A بمكننا ءءبء t فى كل زمن من الأزمنة وءلك بءءبء ءرءا ءرف النور المسءطب بءهاز اسءقظاب مناسب (بىءعمل بءهاز الاسءقظاب الذى اسءءم لءءبء المقءرة ءءوبرىة) .

إن المقءرة ءءوبرىة النوعىة للسكرور هى $+ 66.5^\circ$ (مىن) فى ءبىن أن المقءرة ءءوبرىة النوعىة لنواءج الاماءة سكر العنب وسكر الشار هى على ءوالى $+ 52.07^\circ$ و $- 91^\circ$ وعلبه فان زلوىة البءوران الملاءظة فى للآزمنة t هى الناءءة عن سكر القصب الذى لا زال موءوءا فى المءلول وعن نواءج انقلاءه .

لءكن ∞ هى زلوىة البءوران المواءة لسكر القصب وءءه قبل بءء الءفاعل أى فى الزمن 0 . ولءكن t هى زلوىة البءوران ءاصلة فى الزمن t . ولءكن ∞ زلوىة البءوران فى ءءام الءفاعل أى ءام إماءة سكر القصب وءءوله إلى سكر عنب وسكر شار .

وبما أن خاصية حرف الضوء المستقطب هي خاصة جمعية وتناسب متداً
مع تركيز المادة الفعالة ضوئياً فإن α_t هي دوماً المجموع الجبري للدوران المواحق
لسكر القصب والذي يتمثل بـ :

$$\frac{[A]}{[A_0]} \cdot \alpha_0$$

ولنواتج الانقلاب والمتمثلة بـ :

$$\frac{[A_0] - [A]}{[A_0]} \cdot \alpha_{\infty}$$

ومنه تكون الزاوية α_t مساوية :

$$\alpha = \frac{[A]}{[A_0]} \cdot \alpha_0 + \frac{[A_0] - [A]}{[A_0]} \cdot \alpha_{\infty}$$

وبحساب بسيط نتوصل إلى :

$$[A] = \frac{(\alpha_t - \alpha_{\infty})}{(\alpha_0 - \alpha_{\infty})} [A_0]$$

ومنه تحسب $[A]$ عند كل زمن .

إن ثابت تفاعلات الرتبة الأولى يعطى بالعلاقة :

$$K = \frac{2,303}{t} \log \frac{[A_0]}{[A]}$$

ومنه تعب :

$$\log \frac{[A_0]}{[A]} = K \cdot \frac{t}{2,303}$$

$$\log \frac{[A_0]}{[A]} = \log \frac{\alpha_0 - \alpha_{\infty}}{\alpha - \alpha_{\infty}} = K \frac{t}{2,303}$$

خطه العمل :

انظر عمل جهاز الاستقطاب من التجربة العملية الخاصة به .
توضع مثبتة الحرارة في وضعية العمل على الدرجة 20°C . ويجهز بقياس
الاستقطاب للعمل وينظف أنبوبة جيداً .

يحضر محلول من السكروز النقي بوزن 20g من السكروز النقي وإذابتها
كمياً في بالون . ماير سعة 100cm^3 .

يمزج داخل وعاء إثباع 25cm^3 من المحلول السكري مع 25cm^3 من محلول
حمض الكلوريد HCl نظامي . وتعد لحظة المزج هذه بدءاً للزمن . يسلا أنبوب
جهاز الاستقطاب وتقرأ زاوية الدوران فوراً فنحصل على α_0 .

يوضع أنبوب الجهاز داخل مثبتة الحرارة وتقرأ الزاوية كل 10 دقائق حتى
مدة 50 دقيقة . وبذلك تحدد في كل مرة α_t .

ت حسب α_{∞} وذلك بأخذ 25cm^3 من المحلول السكري الأصلي ومزجها مع
 25cm^3 من محلول حمض الكلوريد HCl نظامي ووضعها داخل حمام مائي بالدرجة 50°C
مدة ساعة كاملة . بعدها يعاد حجم المحلول إلى 50cm^3 (داخل بالون معاير من
 50cm^3) ويدلأ به أنبوب الجهاز وتحدد α_{∞} .

تجري الحسابات اللازمة ويرسم الجدول التالي :

الزمن بالدقائق	٦٠	٥٠	٤٠	٣٠	٢٠	١٠	...
$[A_0]$							
$[A]$							
$\log \frac{[A_0]}{[A]}$							
α_t							

K	$\log \frac{[A_0]}{[A]}$	الزمن بالدقائق
		١٠
		٢٠
		٣٠
		٤٠
		٥٠

ويرسم الخط البياني للتفاعل بأخذ قيم $\log \frac{[A_0]}{[A]}$ على محور السينات وقيم الزمن على محور السينات .

الادوات اللازمة :

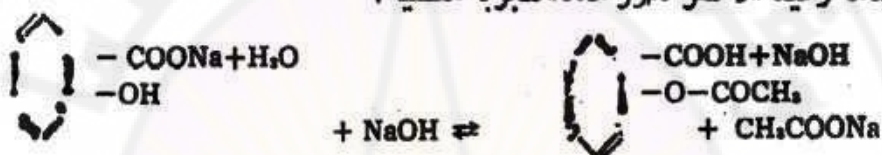
سكاروز نقي - بالون معاير من ١٠٠ سم^٣ - بالون معاير من ٥٠ سم^٣
 سحاحة ماء مقطر - حمض الكلوريد ٤ نظامياً - وعاء إشباع سعة ٢٥٠ سم^٣

٢٨ - دراسة إمامة الأسبرين في بيئة قلوية

المبدأ :

انظر مبدأ تجربة إمامة خلاص الاتيل •

إن الأسبرين أو ما يعرف بحمض خليل الخل Ac.Acetyl-Salicylique يحتوي في خواته على وظيفتين أولاهما وظيفية حمضية والثانية وظيفية إستر • وحول إمامة وظيفية الإستر تدور هذه التجربة العملية :



خطة العمل :

تم إمامة الأسبرين بأخذ جزء مناسب من محلوله في الفسول ووضع به تماس كمية مطومة وزائدة من محلول الصود الكاوي المعايير • وبعد زمن محدد من التماس يوقف التفاعل بإضافة حجم مطوم وزائد من حمض الكلوريد المعايير • تعايير بعد ذلك زيادة المحلول الحمضي بواسطة محلول معايير من الصود •

تحقق جميع المعايير داخل مثبتة للحرارة بالدرجة ٢٥° م •

يوزن بالضبط مقدار ٥ر٤ غ من الأسبرين النقي $\frac{N}{1}$ وتذاب كيميا في

بالون معايير من ٢٥٠ مل • وبالمحلول الإيتلي النقي •

يؤخذ بالمصص أخينة قدرها ١٠ مل من هذا المحلول • توضع في وعاء اشباع

من ١٥٠ مل ويضاف لها عدة قطرات من محلول الفينولفثالين الغولي وتعايير بالصود

عشر النظامي $\frac{N}{1}$ باستخدام قطارة مور سعة ٥٠ مل •

تحقق هذه المعايير الأولى تعديل الوظيفة الحمضية الحرة بـ ١٠. يمكن B

هو عدد المل من الصود $\frac{n}{10}$ المصروفة

يؤخذ من جديد ومن المحلول الفولي للأسبرين ١٠ مل توضع في وعاء مخروطي من ١٠٠ مل وتسد بسدادة من الفلين ويترك في مثبتة الحرارة بدرجة ٢٥° م مدة ١٥ دقيقة . يخرج بعدها ويضاف اليه مع التحريك الجيد ٢٥ مل من محلول الصود الكالوي $\frac{n}{10}$ الموجود داخل قطارة مور (محلول الصود الكالوي مثبت الحرارة أيضاً) . ويحدد الزمن مباشرة . وهي نقطة الزمن صفر ٠.٥ يترك التفاعل يستمر مدة « ٢ » دقيقتان بالضبط ، يضاف بعدها مع التحريك ٢٠ مل من محلول حمض الكلوريد $\frac{n}{10}$ وتعاير زيادة الحمض بمحلول الصود $\frac{n}{10}$ بوجود الفينولفتالين مشعراً . وليكن n هو عدد المل المصروفة . $\frac{n}{10}$

تماد هذه العملية بكاملها وذلك بترك المزيج يتفاعل مدة ٢، ٤، ٦، ٩، ١٢، ١٦، ٢٠ دقيقة بدرجة الحرارة السابقة نفسها .
بحسب تركيز الاسبرين المستعمل من العلاقة :

$$C\% = \frac{PM \times B \times T \times 2,5}{P}$$

حيث

PM هو الوزن الجزيئي للأسبرين .

B حجم الصود $\frac{n}{10}$ بالمل ذي العيار T .

P وزن أخيدة الاسبرين .

بحسب أيضاً تركيز الأسبرين البدئي في سائل التفاعل مقدراً بالجزيء

$$[A_0] = a = \frac{P \times 40}{35 \times P.M.}$$

يحسب تركيز الأسبرين غير المتفاعل بالجزيء الغرامي / اللتر وذلك في كل الأزمدة { حيث :

$$[A] = a - x$$

و x هي عدد الجزيئات الغرامية / اللتر من الأسبرين المتفاعل حيث
الجزيء الغرامي من الصود = جزيئاً غرامياً من الأسبرين .

$$1 \text{ مل من الصود } 10 = \frac{n}{10} \text{ جزيئاً من الصود .}$$

$$1 \text{ مل من الصود } 10 = \frac{n}{10} \text{ جزيء غرامي أسبرين .}$$

إن حجم الصود عشر النظامي الذي أماء « تفاعل » مع الأخيذة من الأسبرين
التي هي $\frac{10}{25}$ يعادل :

$$\frac{25 \times T_1 - B \times T_1}{0,1} - \frac{20 \times T_2 - n \times T_1}{0,1}$$

ومنه تحسب قيمة x :

$$x = \frac{[T_1 (25 - B) - (20 \times T_2 - n \times T_1)] \cdot 10^{-4} \cdot 10^{-1}}{0,1 \times 35}$$

$$x = \frac{T_1 (25 - B + n) - 20 \times T_2}{35}$$

تحسب قيم $[A]$ في كل الأزمدة التي أجريت الدراسة عليها وتجمع النتائج
في الجدول التالي :

١٦	١٢	٩	٦	٤	٢	الزمن بالدقائق
						حجم الصود المتفاعل
						قيمة X
						«تركيز الأسبريد المتفاعل»
						قيمة [A]
						«تركيز الأسبرين الذي لم يتفاعل»
						$\log \frac{[A_0]}{[A]}$

يرسم الخط البياني $\log \frac{[A_0]}{[A]}$ على محور العينات وقيم الزمن على محور السينات • فيحصل على مستقيم يعطي العلاقة التالية :

$$K = \frac{2,303}{t} \log \frac{[A_0]}{[A]}$$

وبعد ذلك يحسب ثابت التفاعل بدرجة الحرارة وفق الجدول :

K	$\log \frac{[A_0]}{[A]}$	الزمن بالدقائق
		٢
		٤
		٦
		٩
		١٢
		١٦
		٢٠

يحسب زمن نصف التفاعل $T_{1/2}$ من العلاقة

$$T_{1/2} = \frac{0,693}{K}$$

الأدوات اللازمة :

أسبرين - حمض الكلوريد $\frac{N}{10}$ - الصود الكاوي $\frac{N}{10}$

فنولفتالين - بالون معاير سعة ٢٥٠ مل - وعاء مخروطي ١٠٠ مل

سحاحة ماء مقطر - قطارة مور ٥٠ مل - ممص معاير ١٠ مل -

ممص مدرج سعة ٢٥ مل .

٢٦ - دراسة الامتزاز على الفحم الفعال

CHABBON ACTIF

المبدأ :

عندما يتماس محلول مادة مع سطح مادة أخرى تتوزع المادة المنحلة بين المحلول وبين سطح الفصل فإذا كان التركيز على سطح الفصل أكبر منه داخل المحلول يقال إن السطح قد امتزء المادة المحلولة .

إن طبيعة القوى التي تثبت المادة الممتزة على السطح المازة متنوعة مختلفة من التجاذبات النيزائية إلى الأربطة الكيائية . تزداد درجة الامتزاز بازدياد سطح المادة المازة وتخضع في حالة المحاليل الشديدة التمديد إلى قانون فرنديسخ Freundlich التالي :

$$\frac{X}{m} = f C$$

حيث X هي عدد الجزيئات الممتزة من قبل m غ من المادة المازة و f عامل التناسب و C تركيز المحلول .

يصبح هذا القانون في حالات التراكيز المتوسطة والكثيفة حيث يحدث انباع نسطح المادة المازة وبشكل تبلغ معه المادة الممتزة قيمة حدية كما يلي :

$$\frac{X}{m} = K C^n$$

ث n, K ثوابت خاصة .

وبكتابة العلاقة السابقة بشكل لوغاريتمي يتوصل إلى :

$$\log \frac{X}{m} = \log K + \frac{1}{n} \log C$$

فاذا استعمل دوماً المقدار نفسه من المادة المازة ، أي أصبح تركيزها ثابتاً
تصبح المعادلة :

$$\log X - \log m = \log K + \frac{1}{n} \log C$$

ومنه :

$$\log X = \log K + \frac{1}{n} \log c + \log m$$

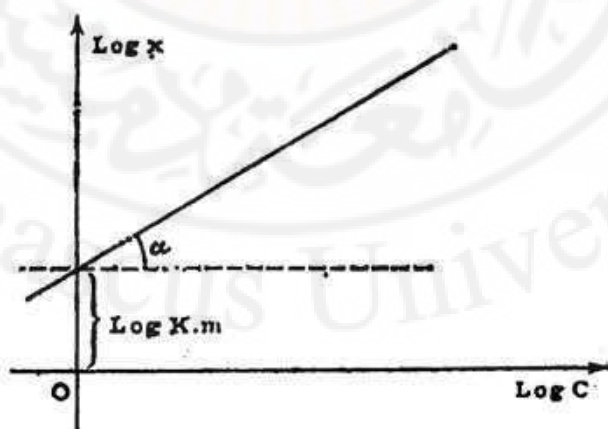
$$\log X = \log K \cdot m + \frac{1}{n} \log C$$

فاذا رسمنا خطاً بيانياً ممثلاً للتغيرات $\log X$ بالنسبة إلى $\log C$ حصلنا على
مستقيم يتقاطع مع محور العينات بنقطة تبعد عن الأصل بالقيمة $\log K \cdot m$.
أما الزاوية التي يشكلها هذا المستقيم (α) فظلها يعادل الى $\frac{1}{n}$:

$$\tan \alpha = \frac{1}{n}$$

ومن هذه القيم يستطيع بسهولة حساب الثوابت $n \cdot K$.
خطة العمل :

يدرس بهذه التجربة امتزاز حمض الخل على الفحم الفعال . تؤخذ أربعة



شكل رقم (٢١)

بالونات معايرة سعة ٢٠٠ سم^٣ وتحضر فيها أربعة تمديدات من حمض الخل ببيمار ١٢٥، ٢٥، ٥٠، ١٠٠ و ٢٠٠ وذلك بأخذ الكميات اللازمة من حمض الخل النظامي بواسطة مصص مدرج ووضعها داخل البالونات وتمديدتها الى الحجم النهائي بالماء المقطر والجدول التالي يلخص هذه التمديدات .

٤	٣	٢	١	رقم البالون ٢٠٠ سم ^٣
٢٠	١٠	٥	٢٥٠	٣ سم ^٣ CH ₃ COOH ن
٠.١	٠.٥	٠.٢٥	٠.١٢٥	التركيز ن

وبعد المزج الجيد يعاير حمض الخل الموجود في ١٠٠ سم^٣ من هذه المحاليل وذلك بأخذ كميات معلومة منها ومعايرتها بمحلول الصود الكاوي عشر النظامي بوجود الفينولفتالين كشمع .

يؤخذ من المحاليل الأول والثاني والثالث ٥٠ سم^٣ .

ويؤخذ من المحلول الرابع ٢٥ سم^٣ .

توضع كل منها في وعاء اشباع سعة ٢٥٠ سم^٣ ويضاف لها عدة قطرات من محلول الفينولفتالين الغولي وتعاير بمحلول الصود الكاوي عشر النظامي حتى اللون الوردي الثابت وتحسب كمية الحمض الموجودة في ١٠٠ سم^٣ من المحلول بالعلاقة الآتية :

$$\frac{100}{c} \times 0.06 \times n$$

حيث ن هي عدد السم^٣ من محلول NaOH عشر النظامي .

و ح هي الآخذة بالسم^٣

وهي تعطي كمية حمض الخل غ في ١٠٠ سم^٣ من المحلول . وهي قيسة c .

بعد ذلك يؤخذ من كل البالونات سابقة الذكر مقدار ١٠٠ سم^٣ وتوضع كل

منها داخل وعاء مخروطي سعته ٢٥ سم^٢ ويضاف لها ٣ غ من الفحم الفعال • يغض جيداً مدة عشر دقائق ويرشح الناتج داخل أربعة أوعية مخروطية عادية كل منها يحمل الرقم المقابل لرقم الوعاء المخروطي الأول وذلك باستعمال أوراق ترشيح مضاعفة •

بعد تمام الترشيح تؤخذ مجدداً من الرشاحات المقادير التالية :

٥٠ سم^٢ من رشاحات المحاليل رقم ١، ٢، ٣ •

٢٥ سم^٢ من رشاحة المحلول رقم ٤ •

وتوضع كل منها داخل وعاء اشباع سعة ٢٥٠ سم^٢ ويضاف لها عدة قطرات من محلول الفينولفتالهئين الغولي وتعابير بمحلول الصود الكاوي عشر النظامي حتى اللون الوردي الثابت •

ت حسب قيمة حمض الخل الباقي في كل من المحاليل غ/ ١٠٠ سم^٢ بتطبيق العلاقة آتية للذكر • بعد ذلك تحسب بالطرح قيمة حمض الخل الباقي عن الامتزاز وهي قيمة x •

تؤخذ لوغاريتمات كل من قيم n وقيم x ويرسم الخط البياني وذلك بأخذ قيم $\log x$ على محور العيئات وقيم $\log C$ على محور السينات • تحسب قيمة $\log K \cdot m$ وتقاس الزلوية α ويحسب ظلها • من كل ذلك تحسب قيمة الثوابت n, K •

إن الجدول التالي يلخص العمليات الواجب القيام بها •

ملاحظات :

يتوجب العمل بنظافة تامة وغسل الأدوات جيداً بعد الانتهاء •

٤	٣	٢	١	رقم البالون ٢٠٠ سم ^٣
٢٠	١٠	٥	٢٥٠	سم ^٣ CH ₃ COOH ن
٠.١	٠.٠٥	٠.٠٢٥	٠.٠١٢٥	تركيز CH ₃ COOH ن
				كمية حمض الخل في ١٠٠ سم ^٣
				C قبل الامتزاز
				كمية حمض الخل في ١٠٠ سم ^٣
				A بعد الامتزاز
				قيمة x $X = C - A$
				log X
				log C

الادوات اللازمة :

وعاء اشباع ٢٥٠ سم^٣ عدد ٤ - ستالة مور - حمض معايرة سعة ٣٠٠ سم^٣
 - حمض معايرة سعة ٢٥ سم^٣ - حمض مدرج سعة ١٠ سم^٣ - بالون معاير سعة
 ٢٠٠ سم^٣ عدد ٤ - وعاء مخروطي سعة ٢٥٠ سم^٣ عدد ٤ - وعاء مخروطي ذو
 غطاء مصنفر سعة ٢٥٠ سم^٣ عدد ٤ - قمع ترشيح قطر ٦ سم عدد ٤ - أوراق
 ترشيح *

٣٠ - تعيين درجة حرارة انحلال وانفصال مزيج من مادتين من طورين مختلفين

المبدأ :

تكون بعض المواد قابلة للامتزاج كلياً بعضها مع بعض مثل الغول والماء، في حين ان بعضها الآخر يكون على النقيض من ذلك عديم التمازج مطلقاً مثل الزئبق والماء وما بين هاتين الحالتين تقسم حالة وسطى تسترج فيها المواد جزئياً بحيث أن إحداها تحل الأخرى حتى تركيز معين يحدث مدى تجاوزه انفصال المواد إلى أطوارها المختلفة . وإن هذا الانحلال والانفصال متماقي بدرجة الحرارة وبشكل قد يزول معه الانفصال وتزداد نسبة الانحلال بارتفاع درجة الحرارة . وتدعى درجة الحرارة التي يحدث فيها الانفصال درجة حرارة المزج .

لقد بين العالم جيبس Gibbs بداهته المتعلقة بتوازن الأنوار Phase Rules بأن عدد الأطوار التي يمكن أن تتواجد بعضها مع بعض يخضع للعلاقة التالية :

$$P = C - F + 2$$

حيث

P هي عدد الأطوار « صلباً ، سائلاً ، غازاً » .

C عدد المواد الموجودة في المزيج

2 عدد درجات الحرية Degree of Freedom .

F عدد المتغيرات التي تؤثر في الأطوار مثل الضغط ، ودرجة

الحرارة والحجم

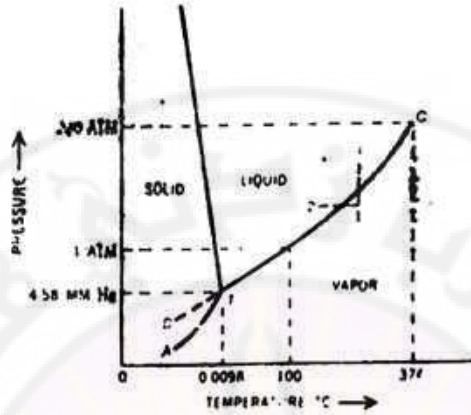
ففي حالة مادة واحدة مثل الماء نجد أن عدد الأطوار الممكنة هو :

$$P = C - F + 2$$

وحسب الشكل التالي الذي يمثل حلقة الماء بتغير الضغط ودرجة الحرارة

نجد أنه في النقطة T الواقعة على ثلاثي الخطوط TC-TB-TA ومن حيث الحرارة والضغط يوجد لدينا ثلاثة أطوار متوازنة هي السائل والصلب والبخار فإذا

تحرركنا باتجاه TC يفتني الطور السائل وإذا اتجهنا نحو TB يفتني البخار.



الشكل « ١٣ »

وعلى هذه النقطة T إذا طبقنا علاقة جيبس نحصل على:

$$P + F = C + 2$$

$$3 + F = 1 + 2$$

$$F = 0 \quad \text{ومنه:}$$

أي أنه فيها لا توجد لدينا أية درجة من الحرية سنعني أنه لا يمكن لنا أن نغير لا الضغط ولا درجة الحرارة.

أما إذا وجدنا على الخط TC فنحصل على:

$$2 + F = 1 + 2$$

$$F = 1 \quad \text{ومنه:}$$

أي إذا غيرنا الحرارة يتعين لدينا الضغط والعكس بالعكس أي لدينا درجة واحدة من الحرية فقط.

خطة العمل:

يستعمل جهاز بسيط مؤلف من وعاء اشباع كبير يلعب دور حمام مائي ومن أنبوب ذي فوهة عريضة نسبياً مسدودة بسدادة ذات ثقبين يمر من أحدهما ميزان حرارة مناسب ومن الأخرى محرك زجاجي معقوف. الأنبوب معالق بحامل وملقط معدني ويغطس داخل الماء الموجود في وعاء الاشباع. يوضع داخل الأنبوب مقدار ٥ غ من الفنول الصلب.

يسد الأنبوب بسدادته ويحرك قليلاً بالقضيب للتجانس ثم يغطس في الحمام المائي ويعلق على الحامل الخاص به • يبدأ بالتسخين • فترتفع درجة الحرارة ببطء ، يراقب المزيج مع التحريك المستمر حتى يتم انحلال الصلب كاملاً في السائل • تسجل حينها درجة الحرارة بدقة • وهي كما نعلم درجة حرارة المزج •
بعد النار ويترك يبرد ببطء مع التحريك والمراقبة المستمرة إلى أن يبدأ العكر بالظهور وهو دلالة انقصال الأطوار من جديد حينها تسجل درجة الحرارة •
تكرر هذه العملية مرتين ويؤخذ المتوسط •

يضاف إلى المزيج ١ سم^٢ من الماء المقطر يمزج وتحقق درجة حرارة المزج من جديد مرتين ويؤخذ المتوسط • تكرر هذه العملية مع تراكيز جديدة من الفنول والماء ذلك بإضافة حجوم من الماء المقطر كل منها ١ سم^٢ مع تحديد درجة حرارة المزج في كل مرة وإعادةتها مرتين وأخذ متوسط العمل •
تجميع النتائج في الجدول التالي :

سار الفنول غ	٥	٥	٥	٥	٥	٥
مقدار الماء مل	١٠	٩	٨	٧	٦	٥
تركيز الفنول % غ/ح						١٠٠ %
درجة الحرارة المتوسطة						

يرسم في ختام العمل الخط البياني الممثل لتغيرات حرارة المزج بتغير التركيز وذلك بأخذ قيم تراكيز الفنول المثوية على محور السينات ودرجة حرارة المزج على محور المعينات

الادوات اللازمة :

- أنبوب زجاجي كبير القطر - ميزان حرارة ١٠٠ - ١١٠ م^٢ •
- محرك زجاجي معقوف - بيشر سعة ٤٥٠ سم^٢ •
- حامل مع ملقط ومنصب معدني - فنول - سحاحة ماء مقطر •
- مص مصدج من ٢ سم^٢ •

٣١ - انتالبي التعديل ودراسة تفاعل تعديل

حمض كلور الماء بهيدروكسيد الصوديوم

(CALORIMETRIE)

انتالبي التعديل :

هدف التجربة : إن الهدف من هذه التجربة هو الدراسة الترموديناميكية لتفاعل حمض مع قلوي حيث يتصف التفاعل السابق بنشر كمية من الحرارة تدعى « الانتالبي الجزيئية للتعديل » والتي سوف نقوم بقياسها .

— من المتعارف عليه عد انتالبي التفاعل موجبة في حالات التفاعلات الماصة للحرارة وسالبة في حالات التفاعلات المعطية للحرارة . وبناء على ماسبق فإن انتالبي التعديل سوف تكون هنا سالبة .

انتالبي التعديل الجزيئية : Enthalpie Molaire de Neutralisation

وهي تثل كمية الحرارة المنتشرة عند تعديل جزيئة واحدة من $H_2 + O$ ونحصل عليها بعد تقسيم انتالبي التعديل المقيسة على المعادل الغرامي من الحمض .

المعايرة الحرارية Dosage calorimetrique

تعد المعايرة الحرارية التطبيق المباشر لقياس انتالبي التعديل ونسح لنا هذه التجربة بتعين تركيز محلول من حمض معدل بمحلول من قلوي معلوم العيار .
تجربة تفاعل تعديل حمض كلور الماء HCl بهيدروكسيد الصوديوم NaOH :

اولا - معادلة التفاعل :



حيث أننا بصدد تفاعل حمض قوي مع أساس قوي (تشرّد كامل للحمض وللقلوي) يمكن كتابة التفاعل السابق على الشكل التالي :



تكون الاقنالي الجزيئية لتفاعل التعديل السابق مساوية ΔH
 ١٣٧ كيلو حراري • وهي مستقلة تماماً عن نوعية الشاربية أو الشارجية - Na^+
 ثانياً - مبدأ التجربة :

يصب الصود على المحلول الحمضي الموجود في جهاز الكالوري متر وإن
 قياس ارتفاع الحرارة ΔT الملحوظ بعد إضافة الصود يسمح بتعین كمية حرارة
 للتعديل • حيث نرمز بـ ΔH لكمية الحرارة المنتشرة •
 ١ - لنفرض أن هذه الكمية من الحرارة المنتشرة تم امتصاصها كلياً من نفس
 المحلول ذي الحجم $(V + n)$ فانه سوف يؤدي الى ارتفاع في درجة الحرارة T
 يساوي :

$$\Delta H = C (V + n) \Delta T \quad (1)$$

حيث

C : الحرارة النوعية للسحلول ويعبر عنها بـ $cal / ml \cdot ^\circ K$
 بالكيلو حراري / مل / $^\circ K$ •

V : الحجم البدئي أو الأساسي للمحلول الحمضي ويقدر بالمليمنتر •

n : حجم المحلول القلوي المضاف ويقدر بالمليمنتر

٢ - القيمة من الماء $Value_{eau}$:

يتمص جهاز الكالوري متر وملحقاته عملياً جزءاً من الحرارة المنتشرة • وإن
 القيمة من الماء في جهاز الكالوري متر تعادل الى حجم الماء W (على افتراض أن
 الحرارة النوعية له معادلة للواحد) الذي يتمص الكمية نفسها من الحرارة • حيث تكون
 قيمتها $W \Delta T$ والتي يجب اضافتها الى المعادلة (١) :

$$\Delta H = C(V + n) \Delta T + W \Delta T \quad (2)$$

٣ - حرارة التمديد :

إن الحرارة المنتشرة عند إضافة محلول القلوي على محلول الحمض المدروس لا تتبع فقط اتناحي التعديل وإنما يجب إضافة اتناحي التسديد لمحلول الصود في الماء والتي يرمز لها بـ ΔH_d وعليه تصبح المعادلة (٢) على النحو التالي :

$$\Delta H_d + \Delta H_{neut} = C(V + n) \Delta T + W \Delta T \quad (3)$$

ΔH_{neut} : اتناحي التعديل •

ثالثاً - العمل :

أ - الأجهزة : يستخدم جهاز Dewar والمصمم لإلغاء كل تبادل حراري مع الوسط الخارجي •

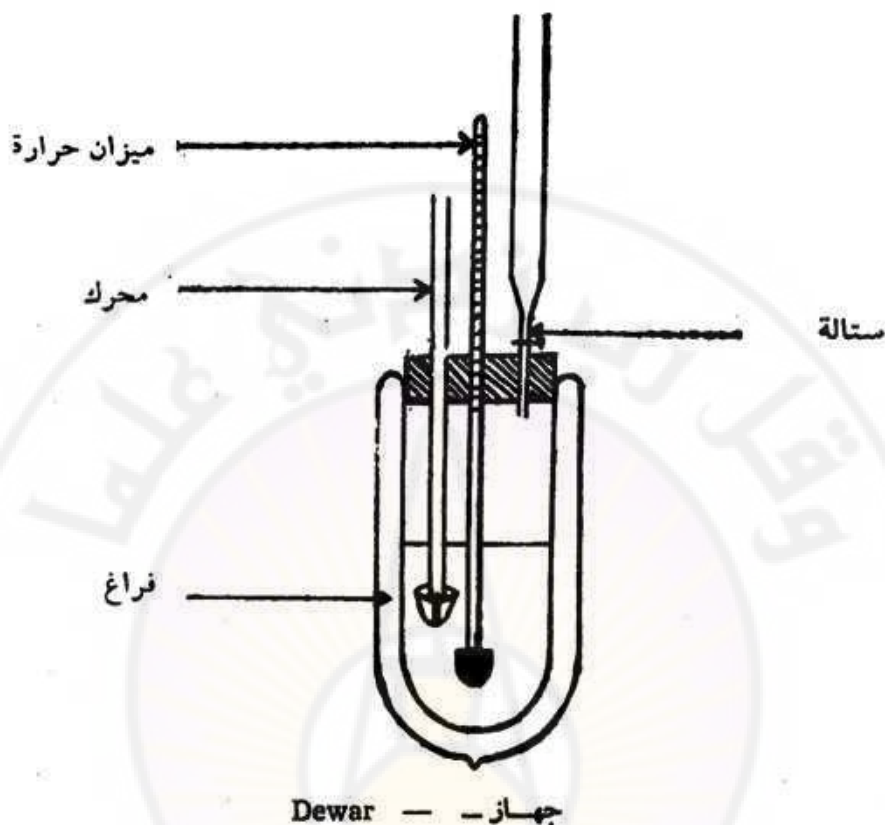
وصف الجهاز : يتكون من جدار مضاعف من الزجاج مع إحداث فراغ بين الجدارين كما أن الوجوه الداخلية لهذه الجدران مطلية بمطية بسعدن وظيفته إلغاء الضياع الحراري أو إنقاظه بالاشعاع • يغلّق الجهاز بسدادة من الكاوتشوك تحوي ثلاث فتحات الأولى لإدخال محرك والثانية لميزان الحرارة والثالثة للسقالة الحاوية على المحلول القلوي •

ب - تعيين حرارة التمديد :

لتعيين حرارة التسديد تجري تجربة شاهد وذلك بإضافة محلول الصود على كمية من الماء المقطر تعادل الكمية نفسها بالضبط من الحمض المراد معايرته • ثم نقيس ارتفاع الحرارة بعد كل إضافة من الصود ، حيث يعزى ارتفاع الحرارة المقيس إلى اتناحي التسديد فقط ويتم حساب هذه الاتناحي من المعادلة التالية :

$$\Delta H_d = C(V + n) \Delta T$$

ج - تعيين القيسة من الماء لجهاز الكالوري متر وملحقاته :



نأخذ حجم V_1 وليكن ٥٠ مل من الماء المقطر بدرجة حرارة T_1 يصب بسرعة في جهاز الكالوري متر الحاوي أصلاً على $V_2 = ٥٠$ مل من الماء المقطر أيضاً بدرجة حرارة T_2 أصغر من T_1 ثم يمزج بشكل جيد ثم نقوم بتسجيل أعلى درجة حرارة نحصل عليها ولتكن T_3 وعليه :

— ΔH_1 : تمثل الحرارة المستتمة من قبل الماء الموجود أساساً في الجهاز

$$\Delta H_1 = V_2 (T_3 - T_2)$$

— ΔH_2 : تمثل كمية الحرارة الحرارة المستتمة من قبل جهاز الكالوري متر وماحقاته :

$$\Delta H_2 = W (T_3 - T_2)$$

— ΔH_3 : تمثل كمية الحرارة المغطاة من قبل الماء الموجود أساساً بالدرجة

$$\Delta H_3 = V_1 (T_1 - T_3)$$

يمزى تسخين الماء المحتوى أساساً في الكالوري متر وكذلك تسخين الكالوري متر نفسه وملحقاته . الى كمية لحرارة ΔH_3 المتقدمة من الحجم V_1 من الماء المقطر الموجود في الدرجة T_1 وهو يعادل أيضاً الى درجة تبريد هذا المحلول ومنه:

$$\Delta H_3 = \Delta H_2 + \Delta H_1$$

$$V_1 (T_1 - T_3) = W (T_3 - T_2) + V_2 (T_3 - T_2)$$

حيث يمكن من المعادلة السابقة حساب قيمة W من الماء للكالوري متر وملحقاته .

ملاحظة : يفضل اختيار قيم لـ T_1, T_2, T_3 قريبة من القيم الملاحظة أثناء إجراء التجربة نفسها .

د - تعيين اتالي التعديل لـ HCl NaOH

يوضع ٥٠ مل من HCl في الجهاز ويضاف عليها ١٠٠ مل من الماء المقطر ويترج جيداً . ثم ينقط محلول الصود ٢ ن (مل بـ مل) والذي يجب أن يكون بدرجة حرارة الحمض نفسها وذلك تجنباً للتغيرات الحرارية .

نقوم بتسجيل درجة الحرارة البدئية قبل تنقيط محلول الصود ولتكن T_0 لمحلول الحمض ، ثم نسجل درجة الحرارة بعد كل إضافة من محلول الصود

$$T_1 - T_0 , T_2 - T_1 , T_n - T_{n-1}$$

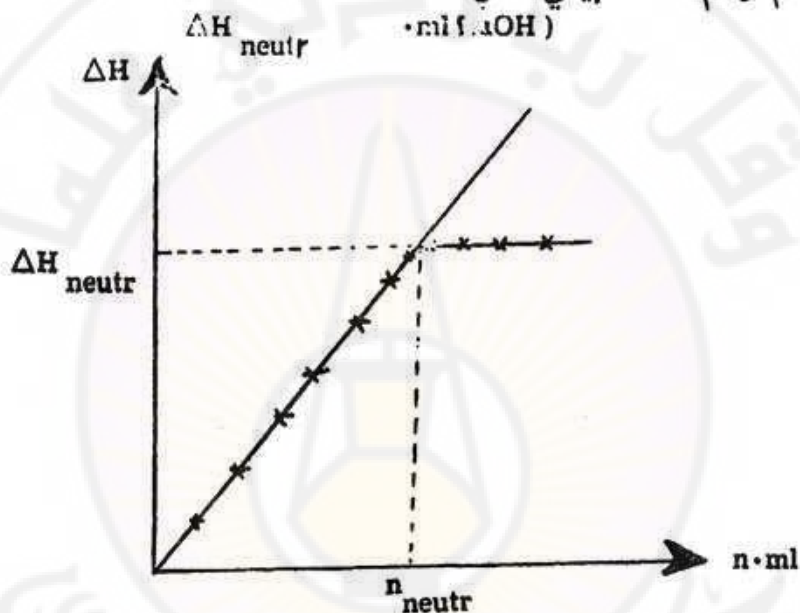
تستمر الحرارة بالارتفاع طالما أن التفاعل مستمر وحين يتم تعديل الحمض بشكل كامل فإن الحرارة المنتشرة تعود فقط الى اتالي التمديد لمحلول الصود . وبناء على ما سبق فإن ΔH (المعادلة ٣) تبقى ثابتة ، وتلاحظ عتبة أفقية على الخط البياني $\Delta H = f(n, \text{ml NaOH})$ تشير الى انتهاء التفاعل .

النتائج :

نرسم الجدول التالي :

ΔH_{neutr}	ΔH_d	$W\Delta T$	ΔH	درجة الحرارة °C	n.ml NaOH النقط

ثم نرسم الخط البياني التالي :



إن ظهور العتبة الأفقية يدل على نهاية التفاعل • وللحصول على اتتالي التعديل
نأخذ تقاطع العتبة الأفقية مع محور السينات وإن إحداثيات هذه النقطة على محور
السينات تعطي الحجم اللازم من محلول الصود ٢ لتعديل ٥٠ مل من حمض
كلور الماء •

حسب مايلي :

- ١ - عيار محلول حمض كلور الماء المدروس •
- ٢ - الاتتالي الجزئية لتفاعل التعديل NaOH/HCl •
- ٣ - الخطأ النسبي للاتتالي الجزئية المحسوبة للتعديل السابق علماً بأن
قيمتها الحقيقية هي $\Delta H = -13,7 \text{ K} \cdot \text{Cal}$ •

الفصل الحادي عشر

الكيمياء الكهربائية

ELECTRO - CHIMIE

قانون فاراداي

- ٣٢ - دراسة قانون فاراداي على جملة مؤكسدة مرجعة .
- ٣٣ - دراسة قانون فاراداي على جملة تفاعلات الترسيب .
- ٣٤ - دراسة قانون فاراداي على تفاعلات الحمض والقلوي .
- ٣٥ - دراسة كمون الأكسدة والارجاع وتحديد كمون نصف التفاعل
الأكسدة المرجع .

قانون فاراداي La Loi de FARADAY

٣٢ - دراسة قانون فاراداي على جملة مؤكسدة مرجعة

المبدأ :

عندما يمر تيار كهربائي مستمر ثابت الشدة الكهربائية لزمان معين ومحدد يمكن للمحلل أن يحدد سير التفاعل الكيميائي المؤكسد المرجع وذلك بحساب كمية المادة المؤكسدة الموجودة في المحلول والمتولدة على المصعد من تفاعلها مع مادة مرجعة موجودة في المحلول بالاستعانة بقانون فاراداي ثم يحدد ختام التفاعل بوسيلة مناسبة .

إن قانون فاراداي هو :

$$M = \frac{i \times t}{96500} \times \frac{m}{e}$$

حيث

M	كمية العنصر المتولد على القطب أو المترسب عليه بالغرام .
i	شدة التيار بالأمبير .
t	زمن التفاعل بالثانية .
96500	وهو الفاراداي أي كمية الكهرباء اللازمة لترسيب معادل عرامي واحد أو تحريره على القطب وتقدر بالكولون وهو أمبير بالثانية .
m	الوزن الجزيئي للمركب .
e	قوة العنصر الاتحادية أو عدد الإلكترونات الداخلة في التفاعل .

الجهاز المستعمل :

١ - منبع للتيار المستمر للنموذج PHYSICAL INSTRUMENT Cor-USA
يسمح بالحصول على فرق بالكومون وبالتالي شدة تيار بفضل سلسلة
مقاومات مناسبة يتراوح هذا الفرق بالكومون بين صفر - ٣ فولتات .

٢ - أقطاب خاصة من الزجاج المتصل بنهاية من البلاتين تسمح بمرور التيار
عبرها الى المحلول .

٣ - جهاز فولت - امبير حساس يسمح بمقياس ارة فولت .

٤ - مقياس غلفاني يسمح بقياس شدة التيار الضعيفة التي تدور في دلرة الكشف
والتي هي من نموذج نقطة التوقف الميتة أو نقطة الموت
• Dead Stop - End Point

وبالنظر لمخطط الجهاز تتضح لدينا دارتان كهربائيتان :

١ - الدارة الأولى هي دائرة التحليل الكهربائي .

٢ - للدارة الثانية هي دائرة تحديد نهاية التفاعل . نقطة الموت .
تفاعلات الأقطاب :

١ - دائرة التحليل :

على المصعد



على المهبط



التفاعل بين البروم والزرنيخيت :



دائرة نقطة الموت :

على المصعد



على المهبط



خطة العمل :

يوصل منبع التيار المستمر بمنبع التيار المتناوب ولا تعلق قاطعة التحليل الكهربائي رقم (١) ، ثم يوصل الجهاز الغلفاني بالتيار الكهربائي . ونلاحظ ضبط البقعة ، ننضوي على نقطة الصفر أو أية نقطة بدء مناسب يوضع في وعاء الجهاز ٥ سم^٢ من محلول زرنخييت الصوديوم المجهول العيار مسا يغير في حالة المقياس الغلفاني يسمى المحلل الى اعادته الى الصفر . يوضع في وعاء التحليل ٧ سم^٢ من محلول $\text{NH}_4\text{Cl} + \text{BrK}$ ويضاف المحرك المغناطيسي كما يملأ الوعاء الحاوي على المهبط هذا المحلول نفسه (BrK ٢٥ غ $\text{NH}_4\text{Cl} + \text{NC}$ ماء ، مقطر حتى ٥٥٠ مل) .

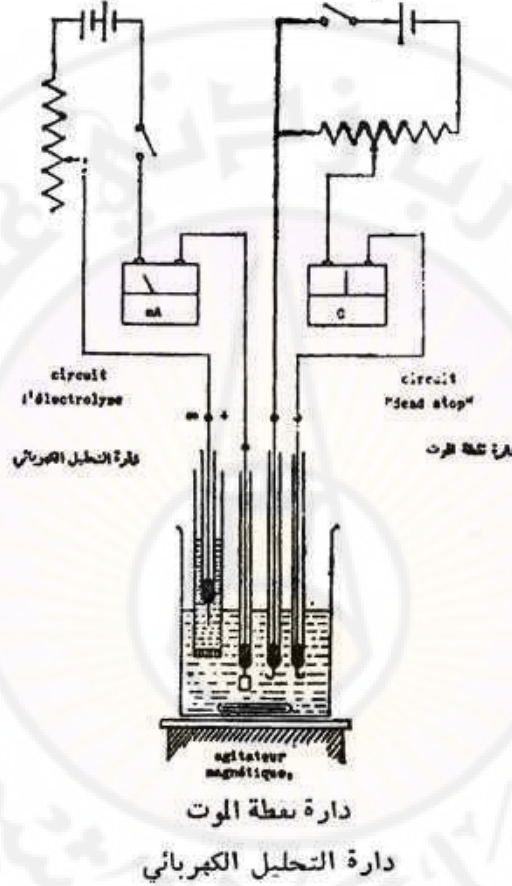
يشغل المحرك المغناطيسي وتغلق قاطعة دائرة نقطة الموت قاطعة رقم (٢) ، تشغل دائرة التحليل الكهربائي بإغلاق القاطعة رقم (١) وبشكل تكون سعة شدة التيار بين ٣ و ٩ ميلي أمبير (هي مضبوطة كذلك بسبب المقاومات) و ينتظر حتى يترك المقياس الغلفاني ويصل الى درجة محددة ولتعبيرها ٢٠-٣٠ . نفتح القاطعة رقم (١) ونضيف ٥ سم^٢ جديدة من محلول الزرنخييت فتتغير بقعة المقياس الغلفاني . تعلق القاطعة (١) من جديد مع بدء تحديد الزمن الآن حتى تعود بقعة المقياس الغلفاني الى المكان السابق نفسه ، نفتح القاطعة فوراً ويحدد الزمن اللازم بدقة وتقرأ شدة التيار بدقة ومنهما يحسب مقدار البروم من قانون فاراداي الذي تفاعل مع الزرنخييت ومن هذا المقدار يحسب مقدار الزرنخييت .

الادوات اللازمة :

- ١ - جهاز التحليل الكهربائي كاملاً مع دائرة النقطة الميتة كاملة .
- ٢ - يشر مناسب .
- ٣ - خلاط مغناطيسي .

٤ - مصفات معايرة ٥ سم^٢ عدد ٢ .

٥ - بيجرة سعة ١٠٠ سم^٢ عدد ٢ .



٣٣ - دراسة قانون فاراداي

على جملة تفاعلات الترسيب

١ - المبدأ :

مبدأ التجربة السابقة نفسه .

٢ - الجهاز المستعمل :

هو جهاز التحليل الكهربائي السابق نفسه ولكن هنا يوضع في مكان المصعد سلك من الفضة النقية والتي عند مرور التيار الكهربائي تنحل في المحلول وتتحول الى شاردة فضة وهو بمجرد أن تجد أثناء هجرتها الى المهبط شاردة قابلة للتفاعل معها تتفاعل فوراً ويحدث حالة ترسب للشاردة وينتهي الترسيب عند تقاذ كمية الشاردة التي تتفاعل معها والموجودة في المحلول كما توضح التفاعلات الآتية :



الجهاز : كما هو موضح في الشكل المرفق .

المشعر : إن مشعر ختام التفاعل هو عدة قطرات من محلول كرومات

البوتاسيوم ١٠٪ .

خطّة العمل :

يوضع في وعاء التفاعل ٥ سم^٣ من محلول كلورور البوتاسيوم المجهول ويضاف لها ٥ سم^٣ من محلول تترات البوتاسيوم التي تساعد على نقل التيار الكهربائي وتشير الى أن المهبط هو سلك بسيط من البلاتين ، وتضاف عدة قطرات من كرومات البوتاسيوم ١٠٪ ، وتوصل القاطعة رقم (١) ويحدد الزمن فوراً مع شدة التيار

وبلاحظ المحلول عياناً وعند تشكل راسب أحمر أجري من كرومات الفضة ثابت
يوقف التفاعل ويحدد الزمن اللازم دقة مع شدة التيار تحدد كمية الفضة المتولدة
وبالتالي كمية الكلورور التي تفاعلت معها •

الأدوات اللازمة :

- ١ - جهاز التحليل الكهربائي كاملاً •
- ٢ - مسنن معايير سعة ٥ سم^٢ عدد ٢ •
- ٣ - ميجرة مدرج سعة ١٠٠ سم^٢ عدد ٢ •
- ٤ - خلاط كهربائي •

٣٤ - دراسة قانون فاراداي

على تفاعلات الحمض - قلوي

المبدأ :

هو مبدأ التحليل الكهربائي السابق نفسه .

الجهاز :

جهاز للتحليل الكهربائي مؤلف من وعائين يدل بينهما جسر من الزجاج الحاوي على هلام مشرب بـ KCl ليؤمن الوصل الكهربائي في أحد الأوعية يوضع المصعد وفي الثاني يوضع المهبط . وتوضع في الأوعية محاليل مائية لأملح تسمح بنقل التيار الكهربائي وبالتالي يتحالي للماء ويعطى في أحد الوعائين شاردة OH^- وفي الثاني شاردة H^+ وبحسب ما يراد معايرة حمضية يوضع محلول قلوي في المحلول الذي يولد H^+ مع عدة قطرات من الفينولفثالين ويمرر تيار التحليل الكهربائي فتفاعل شاردة OH^- أو H^+ المتولدة حسب الرغبة وعند ختام التفاعل يتكون لون أحمر للفينولفثالين عند توليد OH^- ويزول لونه عند توليد H^+ وختام التفاعل .

الجهاز المستعمل : كما هو مذكور بالتجارب السابقة ويوضح الشكل التالي شكل الأوعية وجسر KCl .
خطة العمل :

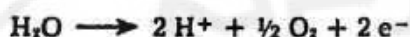
يوضع في الوعاء المناسب ٥ سم^٣ من محلول $\frac{N}{10}$ أو ٥ مل محلول HCl

$\frac{N}{10}$ $NaOH$ وتضاف كمية من الماء المقطر لغمر الأقطاب ثم يمرر التيار

الكهربائي بعد اضافة محلول النشوفتالين ويحدد ختام التفاعل بزوال اللون الأحمر أو ظهوره حسب الحالة . ومن زمن التيار وشدته تحسب شاردة H^+ أو OH^- اللازمة للتفاعل ومنه يحسب تركيز HCl أو $NaOH$.

التفاعلات :

على المصعد

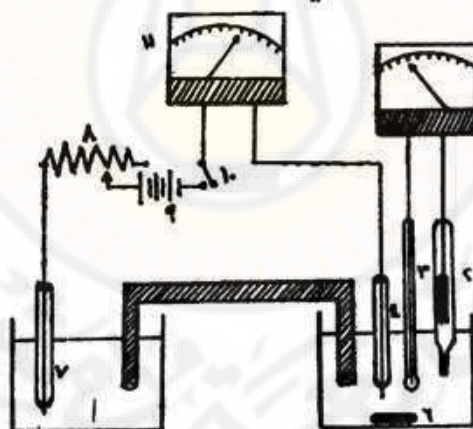


على المهبط



الأدوات اللازمة :

- ١ - جهاز التحليل الكهربائي مع وصلة KCl .
- مسصات مدرجة من ٥ سم^٢ عدد ٢ .
- ٣ - ميجرة مدرجة سعة ١٠٠ سم^٣ عدد ٢ .
- ٤ - محرك مغناطيسي .



مخطط الجهاز في حالة المقياس الكولومضي - قلوي

- ١ - جهاز فرق الكمون .
- ٢ - قطب كالومل .
- ٣ - قطب زجاج .
- ٤ و ٧ - أقطاب بلاتين .
- ٥ - جسر الهلام .
- ٦ - محرك مغناطيسي .
- ٨ - مقاومات .
- ٩ - منبع كهربائي مستمر .
- ١٠ - قاطعة .
- ١١ - مقياس ميللي امبير .

٣٥ - دراسة كهون الأكسدة والارجاع

وتحديد كهون نصف التفاعل المؤكسد المرجع

المبدأ :

هو استخدام طريقة كهواكيميائية في التحليل تقوم على تفسير الخطوط البيانية الناتجة عن تغير شدة التيار المطبق على خلية التحليل الكهربائي بالنسبة الى فرق الكهون الذي تتلقاه هذه الخلية من المنبع الكهربائي .

الجهاز المستعمل :

الجهاز المستعمل يتألف من القطع التالية :

١ - منبع للتيار الكهربائي المستمر نموذج

• PHYSICAL INSTRUMENTAL Cor. U.S.A.

يسمح بالحصول على فرق بالكهون دقيق يتراوح بين صفر - ٣

فولتات وذلك بفضل سلاسل المقاومات التي يحتوي عليها .

٢ - مهيّط يتألف من أنبوب من الزجاج مزود بثقبه شعريّة تسحح بمرور سيلان

من قطرات الزئبق بمعدل ٣-٥ قطرات/١٠-١٥ ثانية وهذا القطب يعرف باسم

قطب الزئبق النقطي .

٣ - يربط الأنبوب الزجاجي الشعري هذا بوساطة أنبوب مطاطي من الى مسبودع

الزئبق (حبابة ابانة صغير سعة ١٠٠ مل) يمكن برفع مستوى المستودع

الزئبقي أو خفضه الوصول الى تسريع أو ابطاء خروج قطرات الزئبق من نهاية

الأنبوب الشعري .

تغطس نهاية الأنبوب الشعري في وعاء التحليل الذي يحتوي على العنصر

المراد كشفه ومعايرته .

٤ - قطب ثان يلعب دور المصعد تنثله طبقة من الزئبق توجد في قعر وعاء التحليل وتقوم قطعة من البلاتين بطول ١ سم وقطر ٢ مم مثبتة بنهاية أنبوب زجاجي بتأمين الوصل الكهربائي بين طبقة الزئبق ومنبع التغذية الكهربائي . إن طبقة الزئبق هذه تلعب دور القطب الشاهد وعليه يمكن عند ضرورة اجراء قياسات دقيقة للكمون استبدال قطب الكالومل المشبع بها .

٥ - مقياس فولت حساس يسمح بقياس ١٠ فولت .

٦ - مقياس غلفاني يمكن من قياس شدة التيار الذي يجتاز خلية التحليل الكهربائي .

الخط البياني للبولاروغرافي :

إن الخط البياني الذي يحصل عليه خلال هذا التحليل يمثل تغيرات شدة التيار الذي يجتاز خلية التحليل بالنسبة الى فرق الكون المطبق على الأقطاب والشكل رقم (١) يمثل هذا الخط وتبدو عليه ثلاث أقسام أساسية :

القسم الأول AB يوافق تياراً ضعيفاً جداً يدعى بالتيار للباقي أو تيار الحمولة Residue وينشأ عن التيار الكهربائي المطبق على الأقطاب وعن المحلول الناقل الموجود في خلية التحليل .

القسم الثاني BC وهو قسم صاعد يدعى بالقنزة .

عند انصول الى فرق في الكون معين يدعى بكون الانقسام أو التخرب والذي يعرف بأنه أصغر فرق في الكون يجب أن يطبق حتى يحدث الانقسام المستمر بمتحلب معين ، يحدث الارجاع على قطب الزئبق النقطي وتزداد شدة التيار فجأة في المحلول الناقل وبعد بلوغ هذه الزيادة قيسة حدية حتى النقطة C من الخط لا تعود تؤدي زيادة فرق الكون المطبق الى أية زيادة جديدة بشدة التيار وعندها نصل الى القسم الثالث والأخير من الخط .

القسم الثالث CD وهو القسم الذي يدعى بالتيار الحدي ، إن أصل هذا التيار الحدي هو ظاهرة أساسية ويمكن شرحها كما يلي :

لنفرض أننا نقوم بإرجاع شاردة التوتياء على قطب الزئبق المنقطعي وفق التفاعل:



إذا لم يكن في المحلول الا شوارد التوتياء فعند تطبيق فرق في الكمون على الأقطاب نجد أن سيالة الالكترونات والتي تسهل تيار التحليل الكهربائي داخل الخلية والتي يقيسها المقياس الغلفاني الموجود في الدارة تعود فقط الى انقراض الشوارد على الأقطاب .

وفي الحقيقة ان هذه للشوارد لا تستطيع . . . في المحلول إلا بسرعة معينة محددة بقوى الانتشار والهجرة وعليه عند بلوغ السرعة الحدية لهذه الشوارد فان زيادة جديدة في فرق الكمون لن تؤدي أبداً الى زيادة في شدة التيار . مما تقدم يفهم أن قيمة هذا القسم من الخط RC تتعلق مباشرة بتركيز الشوارد في المحلول وهو ما يعبر عنه بالوجه الكمي للتحليل بالبولاروغرافي .

إن النقطة الواقعة على منتصف طريق القفزة تعرف باسم نقطة نصف الموجة و فرق الكمون الموافق لها يدعى بكمون نصف الموجة ويرمز له دولياً بـ $U_{1/2}$.

إن كمون نصف الموجة هذا وصفي وخاص بكل شاردة كيميائية ضمن شروط محددة وبعد مستقلاً عن التركيز وعليه فهو يستخدم كترينة هامة في تحديد ذاتية الشاردة المدروسة ، وهذه النقطة بالذات توضح أهمية الطريقة في التحليل الكيفي .

عند تواجد شاردتين مختلفتين معاً أو أكثر وبالمحلول نفسه فان زيادة جديدة بفرق الكمون . . . كن أن تحدث زيادة جديدة بشدة التيار عندما تتجاوز كمون انقسام الشوارد الثانية وبعدها تعود شدة التيار لتثبت من جديد على قيمة حدية .

ملاحظات هامة :

— إن الأكسجين المنحل في المحلول المدروس يجب أن يطرد منه بامراء . . .

من الهيدروجين أو الآزوت مدة كافية لأن الأوكسجين يعطي موجتين عند
ارجاعه على قطب الزئبق النقطي أولاها في ١٠ر٠ فولطا والثانية في
٩ر٠ فولطا وهما تكفيان لحجب أمواج الكثير من المواد .
— هناك ظواهر تؤثر في تغيير شكل الخطوط البيانية المسئلة لتحولات شدة
التيار بالنسبة الى فرق الكمون يتخلص منها باضافة متحكب مناسب
الى المحاليل المفحوصة تنفرغ شحناته بكمون أكبر بكثير من كمون
الشاردة المفحوصة ، كما تضاف أحيانا الى هذه المحاليل مواد غرويدية
مثل الهلام أو الجيلاتين أو بعض الملونات .

يمكن أن نتخلص نحن أثناء المعايرات التي سنقوم بها من الأوكسجين المنحل
بإمرار تيار من الهواء المخلص من الأم. كسجين بمراره على محلول من البيروغالول
القلوي .

خطة العمل :

ضع داخل الوعاء كمية قليلة من الزئبق كافية ليغطس بها سلك البلاتين
الخاص بانقطب الماوجب ثم يضاف ٥ سم^٢ من المحلول الذي يراد درسه (٥ سم^٢
من محلول ١ غ/لتر من شاردة الكاديوم) يوضع الوعاء في مكانه ويغطي بغطاء
من الكاوتشوك .

يسرر تيار من الهواء الخالي من الأوكسجين فقاعات متتالية خلال ٥ دقائق
لطررد الأوكسجين من المحلول وبعد قطع التيار الغازي يرفع المستودع الزئبقي
حتى يعمل أنبوب المهبط الى عدة ملسترات داخل المحلول ويحرر الزئبق بقطرات
بحدود ٢٠ — ٢٤ قطرة في الدقيقة تقريبا .

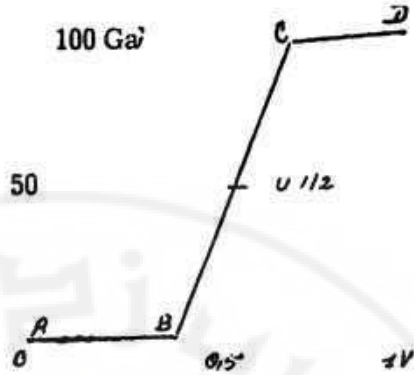
يسرر بواسطة القاطعة B التيار الكهربائي ووبوساطة جهاز فرق الكمون
نضع ابرة مقياس الفولت على الصفر مع وضع بقعة المقياس الغلفاني على الصفر
في البدء ثم تغلق دائرة التحليل بالقاطعة E وتحدد مكان بقعة المقياس الغلفاني تساماً .
ثم تزداد فرق الكمون ٠.١ ، ٠.٢ ، ٠.٣ ، ٠.٤ وتسجل مع كل زيادة بقعة

المقياس الغلفاني الى أن فصل للحظة تزداد معها شدة التيار في المقياس الغلفاني زيادة واضحة تثبت بعدها ولا تعود تزيد مع زيادة فرق الكمون فيصل الى التيار الحدي ، يرسم الخط البياني ويحدد عليه نصف كمون التفاعل المناسب للشاردة.

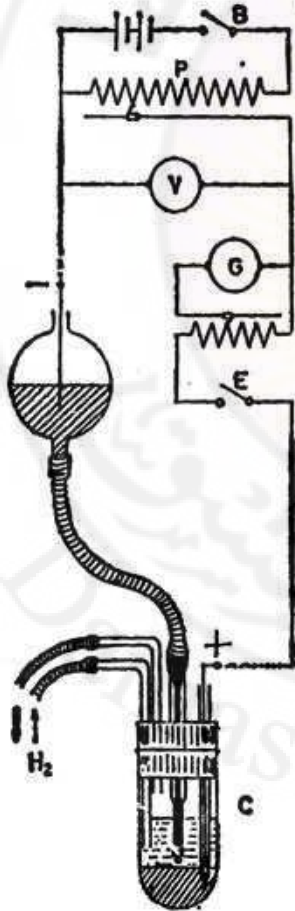
الأدوات اللازمة :

١ - جهاز التحليل الكهربائي ذو القطب الزئبقي النقطي .

٢ - ممص تيار سعة ٥ سم^٢ .



شكل رقم (١)
ان الشكل رقم (٢) يوضح مختلف قطع الجهاز :



- B : منبع التيار الكهربائي المستمر .
- P : مجموعة مقاومات .
- V : مقياس فولت .
- G : مقياس غلفاني .
- E : قاطعة .
- R : مستودع الزئبق .
- C : وعاء التحليل .
- H. : مدخل غاز الآزوت او الهيدروجين ومخرجه .

شكل رقم (٢)

جدول اهم اسماء المصطلحات العلمية الواردة في الكتاب

باللغة العربية	باللغة الانكليزية	باللغة الفرنسية
مطلق	Absolute	Absolu
مقياس الامتصاص الضوئي	Absorptiometry	Absorptiométrie
امتصاص	Absorption	Absorption
فعالية	Activity	Activité
تنشيط	Activation	Activation
تسريع	Acceleration	Accélération
امتصاص او امتزاز	Adsorption	Adsorption
ادياباتيك (كظوم)	Adiabatic	Adiabatique
حالات هوائية	Aerosols	Aérosols
الفة	Affinity	Affinité
محرك او مخلط-	Stirrer	Agitateur
تجميع	Aggregation	Agrégation
مكثاف الفول	Alcoholometer	Alcoomètres
مذبذب	Amphoteric	Amphotère
مقياس الامبير	Amperometry	Amperométrie
الرحلان المصعدي	Anaphoresis	Anaphorèse
شارسبي	Anionic	Anionique
محل	Analyzer	Analiseur
عطري	Aromatic	Aromatique
غير متناظر	Assymetry	Asymétrie

Atome	Atom	ذرة
Bande	Band	شريط
Balance	Balance	ميزان
Baume de Canada	CANADA Balsam	بلسم كندا
Bio-catalyseurs	Bio-catalysis	الوسطاء العضوية الحية
Biochimie	Biochemistry	الكيمياء الحيوية
Biophysique	Biophysics	الفيزياء الحيوية
Bougie	Candle	شمعة
Calorimetrie		المقياس الحراري
Capillarmétrie	Capillarimetry	المقياس الشعري
Catalyse	Catalysis	الوساطة
Catalyseur	Catalyst	وسيط
Cataphorèse	Cataphoresis	الرحلان المهبلي
Cationque	Cationic	شارجي
Calorie	Calorie	حريرة
Chelates	Chelates	كيلات او معقدات
Chromatographie	Chromatography	الكروماتوغرافي
Chaleur	Heat	حرارة
Cinétique	Kinetic	حركية
Circuit d'electrolyse		دائرة التحليل الكهربائية
Congélation	Congeealing	تجمد
Covalance	Covalence	تشاركي
Constant	Dielectric constant	ثابتة العزل الكهربائي
dielectrique		
Coulométrie	Coulometry	مقياس الكولون
Colloides	Colloids	غرويدي

باللغة العربية	باللغة الانكليزية	باللغة الفرنسية
عامل	Coefficient	Coefficient
تساندي	Coordination	Coordination
تيار الحموله (التيار المتبقي)		Courantresiduele
كثافة ضوئية	Optical densit	Densité optique
نقطة الموت		Dead stop
تخرب	Decomposition	Décomposition
ميمن	Dextrorotary	Dextrogyre
كثافة	Density	Densité
تفكك	Disintegration	Désintégration
تفرق	Dispersion	Dispersion
مقياس تمدد	Dilatometer	Dilatomètre
تحال	Dialysis	Dialyse
ثنائي القطب	Dipole	Dipôles
انحلال	Dissolution	Dissolution
حزمة مضاعفة (تضاعفة مضاعفة)	Hardness	Double beam
قساوة	Dynamic	Durté
حركي		Dynamique
غليان	Bolling	Ebullition
حادثة تندال	Tyndall effect	Effet tyndall
رافعات	Elevators	Elévateurs
الكثرون	Electron	Electron
الرحلان الكهرباوي	Electrophoresis	Electrophorèse
رابط كهربي	Electrovalente	Electrovalance
الكيمياء الكهربائية	Electrochemistry	Electrochimie
متحلكب	Electrolyts	Electrolytes

باللغة العربية	باللغة الانكليزية	باللغة الفرنسية
التحلل الكهربائي	Electrolysis	Electrolyse
عنصر	Element	Element
مرن	Elastic	Elastique
اصدار	Emission	Emission
مستحلب	Emulsion	Emulsion
انتالي	Enthalpy	Enthalpie
الانتروبي	Entropy	Entropie
مخفف الحرارة	Endothermic	Endothermique
قدرة	Energy	Energie
خميرة	Enzyme	Enzyme
توازن	Equilibrium	Equilibre
نمثلة	Standardization	Etalonnage
خلاصة سيالة	Fluid extracts	Extraits flude
انطفاء	Extinction	Extinction
ناشر	Extensive	Extensif
عامل	Factor	Facteur
مقياس الطيف اللهبى	Flame photometry	Flamme photométrie
مقياس التالىق او الوميض	Fluorometry	Fluorimétrie
وميض او تالىق	Fluorescence	Fluorescence
تحوصل	Fluculation	Fluculation
قوة الانزلاق	Force of laminar flow	Force de glissement
القوى المحركة الكهربائية	Electromotive force	Forces électro-motrices
تواتر	Frequency	Fréquence
انصهار	Fusion	Fusion
الكيمياء الجيولوجية	Geochemistry	Géochimie
الهلامات	Gel	Gels
الانتفاخ	Inflating	Gonflement

باللغة العربية	باللغة الانكليزية	باللغة الفرنسية
الضخامة	Thickness	Grosueur
غير متجانس	Heterogeneous	
متوازية غير متجانسة	Hetero-parallel	
متجانس	Homogeneous	Hétérogène
متوازية متجانسة	Homo-parallel	Hétéro-prallèle
مائي	Hydrated	Hydraté
هضامة	Hydrolysis	Hydrolyse
نبضات	Impulse	Impulsions
تحريض	Induction	Induction
مشعر	Indicators	Indicateurs
علامة	Index	Indice
ورود	Incidence	Incidence
ما بين الوجوه	Interfacials	Interfaciales
تحت الاحمر	Infra red	Infra rouge
دولي	International	International
شاردة	Ion	Ion
تشرد	Ionization	Ionisation
معزول	Isolated	Isolé
نظير	Isotope	Isotope
تماكب	Isomerrization	Isomérisation
الشبه	Brass	Laiton
رباط	Bonding	Liaison
سائل	Liquid	Liquide
ميسر	Levorotatory	Lévogyre
محب للماء	Lyophilic	Lyophile
نفور من الماء	Lyophobic	Lyophobe
الكتلة النوعية	Specific gravity	Masse spécifique
طريقة	Method	Méthode

Mécanisme	Mechanism	آلية
Métabolisme	Metabolism	استقلاب
Mésomérie	Mesomery	النترامز
Mecanique	Mecanic	آلي
Micrométrie	Micrometric	مقياس مجهري
Micelles	Particles	مذيلات
Molécule	Molecule	جزيء
Moment dipolaire	Dipole moment	عزم المزدوجة القطبية
Mouillage	Wetting	الابتلال
Mousses	Foam	الزبد
Néphélométrie	Nephelometry	مقياس الشفوف
Normale	Normal	نظامي
Nuage	Cloud	غيمة
Nucléons	Nuclides	دقيقة
Nucléaire	Nuclear	نووي
Nucléophile	Nucleophilic	محب للنوى
Onde	Wave	موجة
Onguent	Ointement	مرهم
Ordre	Order	رتبة
Osmose	Osmose	حلول
Oxydo-reduction	Oxydo-reduction	أكسدة وارجاع
Pâtes	Paste	عجينة
Période	Periode	طور
Phase	Phase	الكيمياء الضوئية
Photochimie	Photochemistry	الفصفرة
Phosphorescence	Phosphorescence	كمون
Potentiel	Potential	النقطة الحرجة
Point eutectique	Eutectic point	مقطب

باللغة العربية	باللغة الانكليزية	باللغة الفرنسية
مقياس الاستقطاب	Polarizer	Polarisateur
القدرة التدويرية	Polarimeter	Polarimètre
تعاثر	Rotatory power	Pouvoir rotatoire
نقطة التعادل الكهربى	Polymerization	Polymérisation
البولاروغرافى	Isoelectric point	Point isoélectrique
استقطاب	Polarography	Polarographie
الزلال	Polarization	Polarisation
مقياس فرق الكمون	Proteins	Protéins
ترسيب	Potentiometry	Potentiométrie
خصائص او مميزات	Péecipitation	Précipitation
مرذاذ (بخاخ)	Property	Propriétés
مقياس كثافة	Atomizers	Pulvérisateurs
نشاط اشعاعى	Pycnometer	Pycnomètre
الترازم	Radioactivity	Radioactivité
الاشعة الكونية	Racemization	Racémisation
الكيمياء الاشعاعية	Cosmic rays	Rayons cosmique
ارجاع	Radiochemistry	Radiochimie
قلوب او عكوس	Reduction	Reduction
مردود	Reversible	Réversible
مقياس الانكسار	Efficiency	Rendement
انكسار	Refractometry	Réfractométrie
طنين	Refraction	Réfraction
قاس	Resonance	Résonance
دوران	Rigid	Rigide
كسر	Rotation	Rotation
اشباع	Rupture	Rupture
تجمد	Saturation	Saturation
	Solidification	Solidification

باللغة العربية	باللغة الانكليزية	باللغة الفرنسية
محلول	Solution	Solution
منحل	Solvent	Solvant
عفوي	Spontaneous	Spontané
طيف الاصدار	Emission spectrum	Spectre d'émission
مقياس الطيف الضوئي	Spectrophotometry	Spectrophotométrie
منظار الطيف	Spectroscope	Spectroscope
بنية او تركيب	Structure	Structure
ساكن	Static	Statique
مقياس القطرات	Stalagmometry	Stalagmométrie
تعقيم	Sterilization	Stérilisation
فوق الانصهار	Supercooling	Surfusion
فوق التسخين	Superheating	Surchauffe
معلق	Suspensions	Suspensions
متتابع	Consecutive	Successive
ركازة	Substrate	Substrate
جملة	System	Système
الجدول الدوري	Periodic table	Tablea périodique
نوتر	Tension	Tension
صبغة	Tincture	Teinture
التوتر السطحي	Surface tension	Tension superficille
حرارة	Temperature	Température
الكيمياء الحرارية	Thermochemistry	Thermochimie
مثبتة حرارة	Thermostat	Thermostat
نظرية	Theory	Théorie
عمل	Work	Travail
غاذ	Transmission	Transmission
مقياس العكر	Turbidimetry	Turbidimétrie
كثاف البول	Urinometer	Urodensimètre

باللغة العربية	باللغة الانكليزية	باللغة الفرنسية
فوق البنفسجية	Ultraviolet	Ultra violets
فوق الترشيح	Ultrafiltration	Ultrafiltration
فوق التثفيل	Ultracentrifugation	Ultracentrifugation
فوق المجهر	Ultramicroscope	Ultramicroscope
سرعة	Rate, speed	Vitesse
خلاء	Vacuum	Vide
نصف العمر او نصف الحياة	Half-life	Vie-moyenne
اللزوجة	Viscosity	Viscosité
مرئي	Visible	Visible
اهتزاز	Vibration	Vibration
حجم	Volume	Volume

المصادر الرئيسية للكتاب

(١) - المصادر الأجنبية :

- 1) — R. RUYSSSEN & L. MOLLE.
"Principes de chimie physique à l'usage des Pharmaciens
et Biologistes"
Presses Universitaire de Bruxelles - 1965.
- 3) — S. GLASSTONG & D. LEWIS
" Elements of physical chemistry"
2 ed. MacMillan & Co. Ltd. London - 1968.
- 3) — S. H. MARON & C. F. PRUTTON
" Principles of physical chemistry "
4 ed. Collier - MacMillan Students editors 1967.
- 4) — G. M. MARROW
" Physical chemistry "
2 ed. International Student edition
McGraw - Hill Company - 1966.
- 5) — J. A. BABOR & G. W. THIESSEN
" How to solve problems in physical chemistry "
Thomas Y. Crowel Company, New York - 1959.
- 6) — H. D. CROCKFORD & S. B. KNIGHT
" Fundamentals of Physical chemistry "
2 ed. John Wiley & Sons New York - 1964.
- 7) — CHRISTIAN BENFZECH
" Physico - chimie biologique et médicale "
Masson et Cie éd. Paris - 1958.

٢) المصادر العربية :

(١) - دروس في الكيمياء الفيزيائية .

تأليف ي غيراسيموف ، ترجمة ومراجعة الاستاذ الدكتور

هنري ذكر ، مطبوعات وزارة التعليم العالي

مطبعة دار الفتح بدمشق .

(٢) - الكيمياء الفيزيائية .

تأليف الدكتورين محمود دلول ومحمد الهواري

الامالي الجامعية

الاتحاد الوطني لطلبة سوريا .

جدول الأوزان الذرية (١٩٦١)

Element	Sym- bol	Atomic No.	Atomic Weight	Element	Sym- bol	Atomic No.	Atomic Weight
Actinium	Ac	89	...	Mercury	Hg	80	200.59
Aluminium	Al	13	26.9815	Molybdenum	Mo	42	95.94
Americium	Am	95	...	Neodymium	Nd	60	144.24
Antimony	Sb	51	121.75	Noon	No	10	20.183
Argon	Ar	18	39.948	Neptunium	Np	93	...
Arsenic	As	33	74.9216	Nickel	Ni	28	58.71
Astatine	At	85	...	Niobium	Nb	41	92.906
Barium	Ba	56	137.34	Nitrogen	N	7	14.0067
Berkolium	Bk	97	...	Nobelium	No	102	...
Beryllium	Be	4	9.0122	Osmium	Os	76	190.2
Bismuth	Bi	83	208.980	Oxygen	O	8	15.9994
Boron	B	5	10.811	Palladium	Pd	46	106.4
Bromine	Br	35	79.909	Phosphorus	P	15	30.9738
Cadmium	Cd	48	112.40	Platinum	Pt	78	195.09
Cæsium	Cs	55	132.905	Plutonium	Pu	94	...
Calcium	Ca	20	40.08	Polonium	Po	84	...
Californium	Cf	98	...	Potassium	K	19	39.102
Carbon	C	6	12.01115	Praseodymium	Pr	59	140.907
Corium	Co	58	140.12	Promethium	Pm	61	...
Chlorine	Cl	17	35.453	Protactinium	Pa	91	...
Chromium	Cr	24	51.996	Radium	Ra	88	...
Cobalt	Co	27	58.9332	Radon	Rn	86	...
Copper	Cu	29	63.54	Rhenium	Rh	75	186.2
Curium	Cm	96	...	Rhodium	Rh	45	102.905
Dysprosium	Dy	66	162.50	Rubidium	Rb	37	85.47
Einsteinium	Es	99	...	Ruthenium	Ru	44	101.07
Erbium	Er	68	167.26	Samarium	Sm	62	150.35
Europlum	Eu	63	151.96	Scandium	Sc	21	44.956
Fermium	Fm	100	...	Selenium	Se	34	78.96
Fluorine	F	9	18.9984	Silicon	Si	14	28.086
Francium	Fr	87	...	Silver	Ag	47	107.870
Gadolinium	Gd	64	157.25	Sodium	Na	11	22.9898
Gallium	Ga	31	69.72	Strontium	Sr	38	87.62
Germanium	Ge	32	72.59	Sulphur	S	16	32.054
Gold	Au	79	196.967	Tantalum	Ta	73	180.948
Hafnium	Hf	72	178.49	Technetium	Tc	43	...
Helium	He	2	4.0026	Tellurium	Te	52	127.60
Holmium	Ho	67	164.930	Terbium	Tb	65	158.924
Hydrogen	H	1	1.00797	Thallium	Tl	81	204.37
Indium	In	49	114.82	Thorium	Th	90	232.038
Iodine	I	53	126.9044	Thulium	Tm	69	168.934
Iridium	Ir	77	192.2	Tin	Sn	50	118.69
Iron	Fe	26	55.847	Titanium	Ti	22	47.90
Krypton	Kr	36	83.80	Tungsten	W	74	183.85
Lanthanum	La	57	138.91	Uranium	U	92	238.03
Lead	Pb	82	207.19	Vanadium	V	23	50.942
Lithium	Li	3	6.939	Xenon	Xe	54	131.30
Lutetium	Lu	71	174.97	Ytterbium	Yb	70	173.04
Magnesium	Mg	12	24.312	Yttrium	Y	39	88.906
Manganese	Mn	25	54.9380	Zinc	Zn	30	65.37
Mendelevium	Md	101	...	Zirconium	Zr	40	91.22

(١) باعتبار أن الكتلة الذرية لـ $C_{12} = 12$

TRANSMITTANCE DENSITY CHART

%T	Optical Density (O.D.)				%T	Optical Density (O.D.)			
	[0,25]	[0,50]	[0,75]			[0,25]	[0,50]	[0,75]	
1	2,000	2,903	1,824	1,757	51	0,2924	0,2903	0,2882	0,2861
2	1,699	1,648	1,602	1,561	52	0,2840	0,2819	0,2798	0,2777
3	1,522	1,488	1,456	1,426	53	0,2756	0,2736	0,2716	0,2696
4	1,398	1,372	1,347	1,323	54	0,2676	0,2656	0,2636	0,2616
5	1,301	1,280	1,260	1,240	55	0,2596	0,2577	0,2557	0,2537
6	1,222	1,204	1,287	1,171	56	0,2518	0,2499	0,2480	0,2460
7	1,155	1,140	1,126	1,112	57	0,2441	0,2422	0,2403	0,2384
8	1,097	1,083	1,071	1,059	58	0,2366	0,2347	0,2328	0,2310
9	1,046	1,034	1,022	1,011	59	0,2291	0,2273	0,2255	0,2236
10	1,000	0,989	0,979	0,969	60	0,2218	0,2200	0,2182	0,2164
11	0,959	0,949	0,939	0,930	61	0,2147	0,2129	0,2111	0,2093
12	0,921	0,912	0,903	0,894	62	0,2076	0,2059	0,2041	0,2024
13	0,886	0,878	0,870	0,860	63	0,2007	0,1990	0,1973	0,1956
14	0,854	0,846	0,838	0,831	64	0,1939	0,1922	0,1905	0,1888
15	0,824	0,817	0,810	0,803	65	0,1871	0,1855	0,1838	0,1821
16	0,796	0,789	0,782	0,776	66	0,1805	0,1788	0,1772	0,1756
17	0,770	0,763	0,757	0,751	67	0,1739	0,1723	0,1707	0,1691
18	0,745	0,739	0,733	0,727	68	0,1675	0,1659	0,1643	0,1627
19	0,721	0,716	0,710	0,704	69	0,1612	0,1596	0,1580	0,1565
20	0,698	0,694	0,688	0,683	70	0,1549	0,1534	0,1518	0,1503
21	0,678	0,673	0,668	0,663	71	0,1487	0,1472	0,1457	0,1442
22	0,658	0,653	0,648	0,643	72	0,1427	0,1412	0,1397	0,1382
23	0,638	0,634	0,629	0,624	73	0,1367	0,1352	0,1337	0,1322
24	0,620	0,615	0,611	0,606	74	0,1308	0,1293	0,1278	0,1264
25	0,602	0,598	0,594	0,589	75	0,1249	0,1235	0,1221	0,1206
26	0,585	0,581	0,577	0,573	76	0,1192	0,1177	0,1163	0,1149
27	0,569	0,565	0,561	0,557	77	0,1135	0,1121	0,1107	0,1093
28	0,553	0,549	0,545	0,542	78	0,1079	0,1065	0,1051	0,1037
29	0,538	0,534	0,530	0,527	79	0,1024	0,1010	0,0996	0,0982
30	0,523	0,520	0,516	0,512	80	0,0969	0,0955	0,0942	0,0928
31	0,509	0,505	0,502	0,498	81	0,0915	0,0901	0,0888	0,0875
32	0,495	0,491	0,488	0,485	82	0,0862	0,0848	0,0835	0,0822
33	0,482	0,478	0,475	0,472	83	0,0809	0,0796	0,0783	0,0770
34	0,469	0,465	0,462	0,459	84	0,0757	0,0744	0,0731	0,0718
35	0,456	0,453	0,450	0,447	85	0,0706	0,0693	0,0680	0,0667
36	0,444	0,441	0,438	0,435	86	0,0655	0,0642	0,0630	0,0617
37	0,432	0,429	0,426	0,423	87	0,0605	0,0593	0,0580	0,0568
38	0,420	0,417	0,414	0,412	88	0,0555	0,0543	0,0531	0,0518
39	0,409	0,405	0,403	0,401	89	0,0505	0,0494	0,0482	0,0470
40	0,398	0,395	0,392	0,390	90	0,0458	0,0446	0,0434	0,0422
41	0,387	0,385	0,382	0,380	91	0,0410	0,0398	0,0386	0,0374
42	0,377	0,374	0,372	0,369	92	0,0369	0,0357	0,0345	0,0333
43	0,367	0,364	0,362	0,359	93	0,0315	0,0304	0,0292	0,0281
44	0,357	0,354	0,352	0,349	94	0,0269	0,0257	0,0246	0,0235
45	0,347	0,344	0,342	0,340	95	0,0223	0,0212	0,0200	0,0188
46	0,337	0,335	0,332	0,330	96	0,0177	0,0166	0,0155	0,0144
47	0,328	0,325	0,323	0,321	97	0,0132	0,0121	0,0110	0,0099
48	0,319	0,317	0,314	0,312	98	0,0088	0,0077	0,0066	0,0055
49	0,310	0,308	0,305	0,303	99	0,0044	0,0033	0,0022	0,0011
50	0,301	0,299	0,297	0,295	100	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000

LOGARITHMS OF NUMBERS

Natural numbers											Proportional parts								
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1	2	3	4	5	6	7	8	9
10	0000	0033	0066	0128	0170	0212	0257	0291	0334	0371	4	8	12	17	21	25	29	33	37
11	0414	0453	0492	0531	0569	0607	0645	0682	0719	0755	4	8	11	15	19	23	26	30	34
12	0792	0828	0861	0899	0931	0969	1009	1038	1072	1106	3	7	10	14	17	21	24	28	31
13	1139	1173	1206	1239	1271	1303	1335	1367	1399	1430	3	6	9	13	16	19	23	26	29
14	1461	1492	1523	1553	1583	1613	1643	1673	1703	1732	3	6	9	12	15	18	21	24	27
15	1761	1790	1818	1847	1875	1903	1931	1959	1987	2014	3	6	8	11	14	17	20	23	26
16	2041	2068	2095	2122	2148	2175	2201	2227	2253	2279	3	5	8	11	13	16	18	21	24
17	2301	2326	2351	2376	2401	2425	2450	2475	2500	2524	3	5	7	10	12	15	17	20	22
18	2558	2582	2605	2628	2651	2673	2695	2718	2740	2762	3	5	7	9	12	14	16	19	21
19	2785	2807	2828	2850	2870	2890	2911	2931	2951	2970	3	5	7	9	11	13	15	18	20
20	3010	3032	3054	3075	3096	3117	3138	3159	3179	3200	3	4	6	8	10	12	14	17	19
21	3221	3242	3263	3283	3304	3324	3345	3365	3385	3405	3	4	6	8	10	12	14	16	18
22	3426	3446	3466	3486	3506	3526	3546	3566	3586	3605	3	4	6	8	10	12	14	16	17
23	3626	3645	3665	3685	3704	3724	3743	3763	3782	3802	3	4	6	7	9	11	13	15	17
24	3821	3841	3860	3880	3900	3919	3938	3958	3977	3996	3	4	5	7	9	11	12	14	16
25	4015	4034	4053	4072	4091	4110	4129	4148	4167	4186	3	5	7	8	10	12	14	15	17
26	4205	4224	4242	4261	4280	4299	4318	4337	4356	4375	3	5	7	8	10	11	13	15	16
27	4394	4413	4432	4451	4470	4489	4508	4527	4546	4565	3	5	6	8	9	11	13	14	16
28	4584	4603	4622	4641	4660	4679	4698	4717	4736	4755	3	5	6	8	9	11	12	14	15
29	4774	4793	4812	4831	4850	4869	4888	4907	4926	4945	3	4	6	7	9	10	12	13	15
30	4964	4983	5002	5021	5040	5059	5078	5097	5116	5135	3	4	5	7	8	10	11	13	14
31	5154	5173	5192	5211	5230	5249	5268	5287	5306	5325	3	4	5	7	8	10	11	12	14
32	5344	5363	5382	5401	5420	5439	5458	5477	5496	5515	3	4	5	6	8	9	11	12	13
33	5534	5553	5572	5591	5610	5629	5648	5667	5686	5705	3	4	5	6	8	9	11	12	13
34	5724	5743	5762	5781	5800	5819	5838	5857	5876	5895	3	4	5	6	8	9	11	12	13
35	5914	5933	5952	5971	5990	6009	6028	6047	6066	6085	3	4	5	6	7	9	10	11	12
36	6104	6123	6142	6161	6180	6199	6218	6237	6256	6275	3	4	5	6	7	8	10	11	12
37	6294	6313	6332	6351	6370	6389	6408	6427	6446	6465	3	4	5	6	7	8	9	11	12
38	6484	6503	6522	6541	6560	6579	6598	6617	6636	6655	3	4	5	6	7	8	9	10	11
39	6674	6693	6712	6731	6750	6769	6788	6807	6826	6845	3	4	5	6	7	8	9	10	11
40	6864	6883	6902	6921	6940	6959	6978	6997	7016	7035	3	4	5	6	7	8	9	10	11
41	7054	7073	7092	7111	7130	7149	7168	7187	7206	7225	3	4	5	6	7	8	9	10	11
42	7244	7263	7282	7301	7320	7339	7358	7377	7396	7415	3	4	5	6	7	8	9	10	11
43	7434	7453	7472	7491	7510	7529	7548	7567	7586	7605	3	4	5	6	7	8	9	10	11
44	7624	7643	7662	7681	7700	7719	7738	7757	7776	7795	3	4	5	6	7	8	9	10	11
45	7814	7833	7852	7871	7890	7909	7928	7947	7966	7985	3	4	5	6	7	8	9	10	11
46	7994	8013	8032	8051	8070	8089	8108	8127	8146	8165	3	4	5	6	7	8	9	10	11
47	8174	8193	8212	8231	8250	8269	8288	8307	8326	8345	3	4	5	6	7	8	9	10	11
48	8354	8373	8392	8411	8430	8449	8468	8487	8506	8525	3	4	5	6	7	8	9	10	11
49	8534	8553	8572	8591	8610	8629	8648	8667	8686	8705	3	4	5	6	7	8	9	10	11
50	8714	8733	8752	8771	8790	8809	8828	8847	8866	8885	3	4	5	6	7	8	9	10	11
51	8894	8913	8932	8951	8970	8989	9008	9027	9046	9065	3	4	5	6	7	8	9	10	11
52	9074	9093	9112	9131	9150	9169	9188	9207	9226	9245	3	4	5	6	7	8	9	10	11
53	9254	9273	9292	9311	9330	9349	9368	9387	9406	9425	3	4	5	6	7	8	9	10	11
54	9434	9453	9472	9491	9510	9529	9548	9567	9586	9605	3	4	5	6	7	8	9	10	11

LOGARITHMS OF NUMBERS (Continued)

Natural numbers											Proportional parts									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
55	7404	7412	7419	7427	7435	7443	7451	7459	7467	7474	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
56	7482	7490	7497	7505	7513	7520	7528	7536	7543	7551	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
57	7559	7566	7574	7582	7589	7597	7604	7612	7619	7627	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
58	7634	7642	7649	7657	7664	7672	7679	7686	7694	7701	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
59	7709	7716	7723	7731	7738	7745	7752	7760	7767	7774	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
60	7782	7789	7796	7803	7810	7818	7825	7832	7839	7846	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
61	7853	7860	7868	7875	7882	7889	7896	7903	7910	7917	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
62	7924	7931	7938	7945	7952	7959	7966	7973	7980	7987	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
63	7993	8000	8007	8014	8021	8028	8035	8041	8048	8055	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
64	8062	8069	8075	8082	8089	8096	8102	8109	8116	8122	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
65	8129	8136	8143	8149	8156	8162	8169	8176	8182	8189	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
66	8195	8202	8209	8215	8222	8228	8235	8241	8248	8254	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
67	8261	8267	8274	8280	8287	8293	8299	8306	8312	8319	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
68	8325	8331	8338	8344	8351	8357	8363	8370	8376	8382	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
69	8388	8395	8401	8407	8414	8420	8426	8432	8439	8445	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
70	8451	8457	8463	8470	8476	8482	8488	8494	8500	8506	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
71	8513	8519	8525	8531	8537	8543	8549	8555	8561	8567	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
72	8573	8579	8585	8591	8597	8603	8609	8615	8621	8627	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
73	8633	8639	8645	8651	8657	8663	8669	8675	8681	8686	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
74	8692	8698	8704	8710	8716	8722	8728	8734	8740	8745	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
75	8751	8756	8762	8768	8774	8779	8785	8791	8797	8802	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
76	8808	8814	8820	8825	8831	8837	8843	8848	8854	8859	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
77	8865	8871	8876	8882	8887	8893	8899	8904	8910	8915	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
78	8921	8927	8932	8938	8943	8949	8954	8960	8965	8971	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
79	8976	8982	8987	8993	8998	9004	9009	9015	9020	9026	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
80	9031	9036	9042	9047	9053	9058	9063	9069	9074	9079	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
81	9085	9090	9096	9101	9106	9112	9117	9122	9128	9133	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
82	9138	9143	9149	9154	9159	9165	9170	9175	9180	9186	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
83	9191	9196	9201	9206	9212	9217	9222	9227	9232	9238	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
84	9243	9248	9253	9258	9263	9269	9274	9279	9284	9289	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
85	9294	9299	9304	9309	9315	9320	9325	9330	9335	9340	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
86	9345	9350	9355	9360	9365	9370	9375	9380	9385	9390	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
87	9395	9400	9405	9410	9415	9420	9425	9430	9435	9440	0	1	2	3	4	5	6	7	8	
88	9445	9450	9455	9460	9465	9469	9474	9479	9484	9489	0	1	2	3	4	5	6	7	8	
89	9494	9499	9504	9509	9513	9518	9523	9528	9533	9538	0	1	2	3	4	5	6	7	8	
90	9542	9547	9552	9557	9562	9566	9571	9576	9581	9586	0	1	2	3	4	5	6	7	8	
91	9590	9595	9600	9605	9609	9614	9619	9624	9629	9633	0	1	2	3	4	5	6	7	8	
92	9638	9643	9647	9652	9657	9661	9666	9671	9676	9681	0	1	2	3	4	5	6	7	8	
93	9685	9689	9693	9699	9703	9708	9713	9717	9722	9727	0	1	2	3	4	5	6	7	8	
94	9731	9736	9741	9745	9750	9754	9759	9763	9768	9773	0	1	2	3	4	5	6	7	8	
95	9777	9782	9786	9791	9795	9800	9805	9809	9814	9818	0	1	2	3	4	5	6	7	8	
96	9822	9827	9831	9836	9841	9845	9850	9854	9859	9863	0	1	2	3	4	5	6	7	8	
97	9868	9872	9877	9881	9886	9890	9894	9899	9903	9908	0	1	2	3	4	5	6	7	8	
98	9912	9917	9921	9926	9930	9934	9939	9943	9948	9952	0	1	2	3	4	5	6	7	8	
99	9956	9961	9965	9969	9973	9978	9982	9987	9991	9996	0	1	2	3	4	5	6	7	8	

جدول يبين الحروف اليونانية المستعملة في العلوم الكيمياوية

الشكل اليوناني		لفظه اليوناني		الحرف اليوناني وما يقابله بالفرنسية	
a	A	alfa	آلفا	α	A
b	B	béta	بيتا	β	B
g	G	gamma	غما	γ	Γ
d	D	delta	دلتا	δ	Δ
é	E	epsilon	إبسيلون	ϵ	E
z	Z	zéta	زهتا	ζ	Z
ê	E	éta	إتا	η	H
th	Th	théta	ثتا	θ	θ
i	I	iota	يوتا	ι	I
k	K	kappa	كابا	κ	K
l	L	lambda	لامدا	λ	Λ
m	M	mu	مو	μ	M
n	N	nu	نو	ν	N
x	X	xi	كسي	ξ	Ξ
o	O	omicron	أوميكرون	$\omicron$	O
p	P	pi	بي	π	Π
r	R	rho	رو	ρ	P
s	S	sigma	سيجما	σ	Σ
t	T	tau	تو	τ	T
y	Y	upsilon	يوبسيلون	υ	r
ph	Ph	phi	في	ϕ	Φ
ch	Ch	khi	خي	χ	X
ps	Ps	psi	بسي	ψ	Ψ
-	-	-	-	-	-
	O	oméga	أوميغا	ω	Ω

محتويات الكتاب

الموضوع رقم الصفحة

المقدمة ٣

الفصل الأول

طرق القياس الفيزيائية

- ٥
٦ ١ - تحديد درجة الانصهار والتجمد والفلين
١٦ ٢ - تحديد كثافة السوائل والأجسام الصلبة
٢٥ ٣ - تحديد الدرجة الغولية لسائل، صيدلاني

الفصل الثاني

قياس الانكسار

- ٣١
٣٢ ٤ - جهاز انكسار آبه
٣٨ ٥ - جهاز الانكسار الفاظس

الفصل الثالث

الاستقطاب الضوئي

- ٤٢
٤٣ ٦ - دراسة جهاز الاستقطاب وتحديد القدرة التدويرية النوعية

الفصل الرابع

التوتر السطحي

- ٤٧
٤٨ ٧ - تحديد التوتر السطحي بالطريقة الشعرية
٥١ ٨ - دراسة تغير التوتر السطحي بتغير تركيز السوائل
٥٣ ٩ - تحديد التوتر السطحي بمقياس القطرات

الفصل الخامس

اللزوجة وانسياب السوائل

- ٥٨
٥٩ ١٠ - تحديد اللزوجة بجهاز استوالد
٦٣ ١١ - تحديد اللزوجة بجهاز هوبلر
٦٩ ١٢ - دراسة تغير اللزوجة بتغير درجة الحرارة

الفصل السادس

طرق القياس الضوئية - الامتصاص الضوئي

- ٧٢
٧٣ ١٣ - السلاسل اللونية المعيارية
٧٧ ١٤ - جهاز لون دوبوسك
٧٩ ١٥ - جهاز الضوء - الخلايا الكهروضوئية

- ٨٧ - ١٦ - جهاز الطيف الضوئي في المرئي
 ٩٥ - ١٧ - جهاز الطيف الضوئي فيما فوق البنفسجي
 ١٠٢ - ١٨ - جهاز الطيف الضوئي فيما تحت الأحمر

الفصل السابع

طرق القياس الضوئية - الاصدار الضوئي

- ١٠٤ - ١٩ - دراسة جهاز منظار الطيف والاصدار الضوئي بحرض حراري
 ١٠٥ - ٢٠ - دراسة ظاهرة الاصدار الضوئي ، التألق بفعل ضوئي
 ١٠٩ وبمحرض ضوئي

الفصل الثامن

الجمال المتجانسة واللامتجانسة

- ١١٣ - ٢١ - تحديد للوزن الجزيئي لمادة عضوية بطريقة الجرف ببخار الماء
 ١١٤ - ٢٢ - دراسة ظاهرة التحال
 ١١٩

الفصل التاسع

دراسة التشرد والمحاليل المتشردة

- ١٢٣ - ٢٣ - تحديد ثابتة التشرد بالطرق اللونية
 ١٢٤ - ٢٤ - دراسة ثابتة التشرد بالطرق الكهربائية
 ١٣١