

الكيمياء الفيزيائية :- هي الكيمياء التي تهتم بدراسة الخواص الفيزيائية وتركيب المادة وايضا قوانين التفاعلات والنظريات التي تهتم بها.

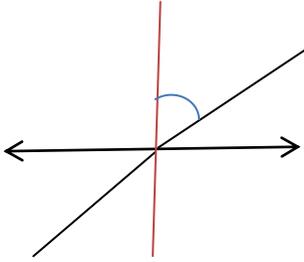
اما الكيمياء الفيزيائية لمنتجات الاغذية :-وهي التي تختص بدراسة الصفات العامة للمحاليل وسرعة التفاعلات العضوية وحالات توازنها في المحاليل وصفات المواد الغروية لما لذلك من اهمية في تفهم السوائل الحياتية بشكل عام ومدى ثباتها كما توضح الاسس المعتمدة في بعض الفحوصات المهمة المستعملة للسيطرة على نوعية المواد الغذائية مثل اللزوجة وامتصاص الضوء ومعامل الانكسار واستدارة الضوء المستقطب.

تهتم الكيمياء الفيزيائية بمنتجات الاغذية وتطبيقها على السوائل والمحاليل النباتية والحيوانية والمواد الغذائية مثل اللحوم والحليب والخضروات والفاكهة.

التجارب العملية المدروسة في درس الكيمياء الفيزيائية:-

التجربة الاولى (1) معامل الانكسار Refractive index

عند مرور حزمة ضوئية من وسط الى اخر مثلا(من الهواء الى الماء)فأن اتجاه مسار الاشعة يتغير اي يعانينكسارا Refracted وذلك نتيجة اختلاف سرعتها في كلا الوسطين.



يعرف معامل الانكسار:- بأنه النسبة بين سرعة الضوء في الفراغ التام على سرعه

الضوء في المادة.وبما ان قياسات سرعة الضوء ليست سهلة لذا استعويض عنها

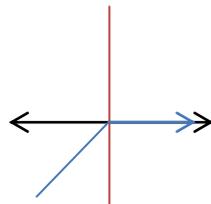
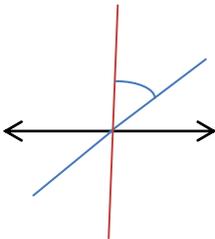
بطريقة اخريهي النسبة بين جيب زاوية السقوط وجيب زاوية الانكسار

معامل الانكسار = جيب زاوية السقوط/ اجيب زاوية الانكسار R

اذا انتقلت حزمة ضوئية من وسط اقل كثافة الى وسط اكثر واكبر كثافة اي من الماء الى الهواء يكون قياس زاوية السقوط اكبر من قياس زاوية الانكسار والعكس صحيح.

الزاوية الحرجة Criticle angle:- عندما ينتقل الضوء من نقطة معينة مضيئة داخل وسط كثيف الى وسط

اخر اقل كثافة ضوئية منه كأن ينتقل الضوء من الزجاج او الماء الى الهواء مثلا فأن الشعاع المائل ينكسر مبتعدا عن العمود المقام من نقطة السقوط كلما كبرت زاوية السقوط في الماء او الزجاج كبرت زاوية الانكسار في الهواء حتى تصبح زاوية الانكسار قائمة وعندها ينطبق الشعاع المنكسر على الحد الفاصل بين الوسطين وتسمى زاوية السقوط في هذه الحالة بالزاوية الحرجة لذلك الوسط.



تعرف الزاوية الحرجة:- بأنها زاوية السقوط في الوسط

الاكثف ضوئيا والتي تكون زاوية انكسارها قائمة.

لكل مادة معامل انكسار خاص بها ويستفاد من قياسه

للتعرف على 1- طبيعة التركيب الجزيئي 2- درجة النقاوة 3- التعرف على المواد المجهولة التركيب

وتتوقف درجة انكسار الضوء ومقدار التغير الذي يحدث في اتجاه الضوء على عوامل كثيرة أهمها :

1- عدد الذرات التي تتكون منها الجزيئة الواحدة من المادة التي يدخلها الضوء او تركيز هذه المادة اذ كانت مذابة في محلول ما .

2- كيفية ترتيب هذه الذرات وكيفية ارتباطها مع بعضها ونوع الاصرة الموجودة وعددها.

يستعمل معامل الانكسار في المختبرات لاغراض مختلفة أهمها:

1 - تعيين او معرفة تركيز المحاليل الغذائية كتقدير نسب المواد السكرية والمواد الصلبة الاخرى الذائبة في

المنتجات الصناعية المختلفة مثل الفواكه ومركزاتها وعصير الطماطم والمعجون

2 - التعرف على صفات بعض المواد الغذائية ومدى نقاوتها كالتعرف على نقاوة الزيوت النباتية ودرجة

هدرجتها للتأكد من مطابقتها للمواصفات القياسية المتفق عليها.

3 - التعرف على بعض المركبات الكيميائية المجهولة لمعرفة تركيبها الكيميائي والذرات الداخلة في تركيب

جزيئاتها كذلك تميز المركبات عن بعضها البعض.

القوانين الخاصة بمعامل الانكسار:- $\text{Refractive inde (n)} = \sin i / \sin r$ -معامل الانكسار

$\text{Specific refraction (r)} = 1/d \times n^2 - 1/n^2 + 2(\text{cm}^3/\text{gm})$ $d = \text{g}/\text{cm}^3$ -الانكسار النوعي

$\text{Molar refraction (MR)} = M.W \times r (\text{cm}^3/\text{mole})$ الانكسار المولي

$M.W$ الوزن الجزيئي (gm/mole) = مجموع الاوزان الذرية للمركب.

مثال /جد كثافة خلات الاثيل $\text{C}_4\text{H}_8\text{O}_2$ علما ان معامل الانكسار له 1.3521 الانكسار المولي

$1.7593 \text{ سم}^3/\text{مول}$ ، درجة حرارة المختبر 20°م الاوزان الجزيئة $\text{O}=16$. $\text{H}=1$

.. $\text{C}=12$

كيف يتم قياس معامل الانكسار - يتم قياس معامل الانكسار باستخدام اجهزة تسمى **Refractometer** ومن هذه

الاجهزة جهاز آبي لقياس معامل الانكسار **Abbe-Refractometer** و **Hand-refractometer** يتكون

هذا الجهاز من مرآة صغيرة تعكس الضوء وتوجهه على موشورين علوي وسفلي حيث يتم وضع النموذج بين

هذين الموشورين ثم يذهب الضوء الى اربعة موشير متعاكسة في الجزء العلوي من الجهاز وفي النهاية تحصل

على دائرة مقسومة الى قسمين الاعلى مضییء والاسفل اقل اضاءة بعدها يمكن اخذ القراءة الى رابع مرتبة عشرية

اي بدقة **0.0001** ولكن هذا الرقم يتغير بمقدار **0.0004** لكل درجة مئوية لتغير عدد الجزيئات الموجودة

في وحدة الحجم (سم³) اذ ان حجم السائل يزداد بارتفاع درجة الحرارة ونقل الكثافة فتزداد زاوية الانكسار ويزداد

معها زاوية الانكسار ولذلك يقل معامل الانكسار لذلك تثبت الحرارة (اي ان العلاقة عكسية بين درجة الحرارة وقيمة

معامل الانكسار) لتي يقاس عندها معامل الانكسار وهي للسوائل 20°م وهذا ما يسمى معامل التصحيح وهذا

العامل يتغير بتغير السوائل.



- طريقة العمل :1-** ضع قطرتين من الماء المقطر على الموشور السفلي ثم اطبق عليه الموشور العلوي.
- 2-** انظر من خلال العدسة العينية وادر القرص الخاص للتخلص من الالوان المختلفة بحيث يكون النصف الاعلى من الدائرة مضيئاً والنصف الاسفل اقل اضاءة ثم يدار القرص لآخر بحيث تكون نقطة التقاطع الخطي بشكل علامة الضرب (---) عند القطر المنصف للدائرة
- 3-** اقرء معامل الانكسار بحيث تدون القراءة لحد المرتبة الرابعة من الكسر العشري وبالطريقة نفسها قدر معامل الانكسار للمواد التالية (الماء المقطر، ايثانول، اسيتون).
- 4-** حضر محاليل سكرية بالتركيز التالية (20،15،10،5،X1،X2) ثم قدر معامل الانكسار لها.

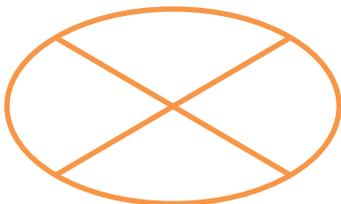
الحسابات :

- 1 - حضر جدولاً يحتوي على اسم المركب العضوي المستخدم ومعامل الانكسار له
 - 2 - احسب معامل الانكسار النوعي والجزئي واطرف هذه النقاط الى معلومات بالجدول السابق
 - 3 - ارسم خطاً بيانياً يوضح العلاقة بين نسب السكر ومعامل الانكسار له
 - 4 - استخدم الخط البياني لمعرفة نسبة السكر في المحاليل المجهولة التركيز .
- مثال - احسب الانكسار المولي للكلورفورم بالاستعانة بالمعلومات التالية 1 لتر من الكلورفورم يزن 1.480 كغم الوزن الجزيئي له 119.38 معامل الانكسار له 1.3515 في درجة حرارة 30م

جدول بالمحاليل المستعملة في المختبر

اسم المركب	درجة حرارة المختبر	معامل الانكسار	معامل الانكسار المصحح

ارسم العلاقة بين نسب السكر ومعامل الانكسار لاجادة التركيب المجهولة

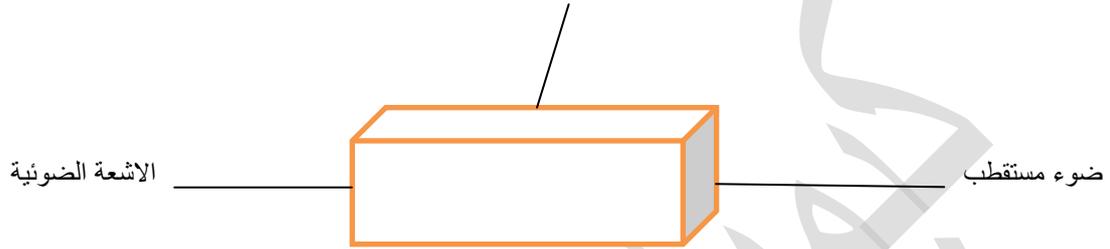


معامل الانكسار

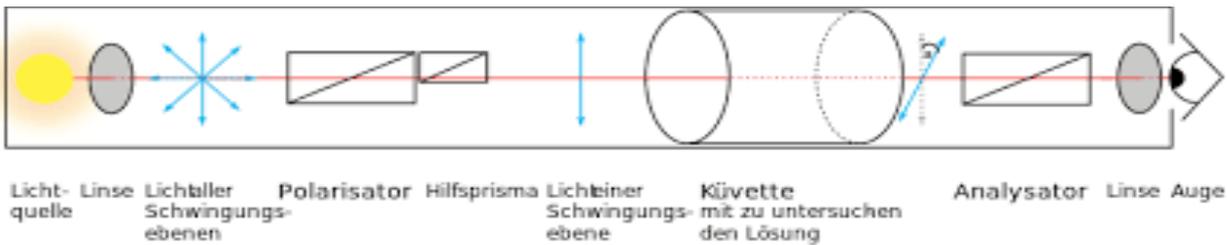
تركيب المحاليل السكرية

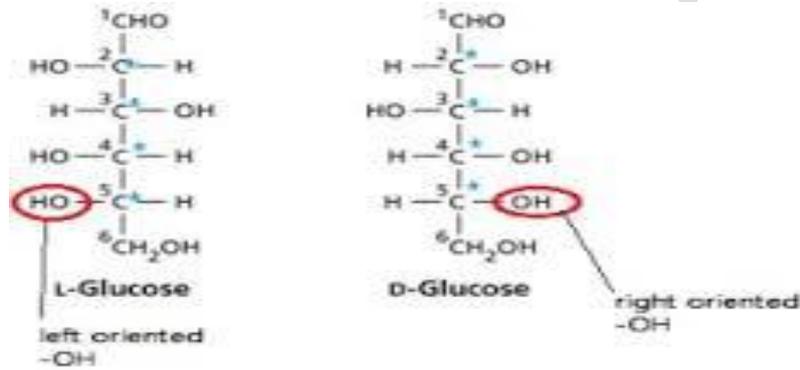
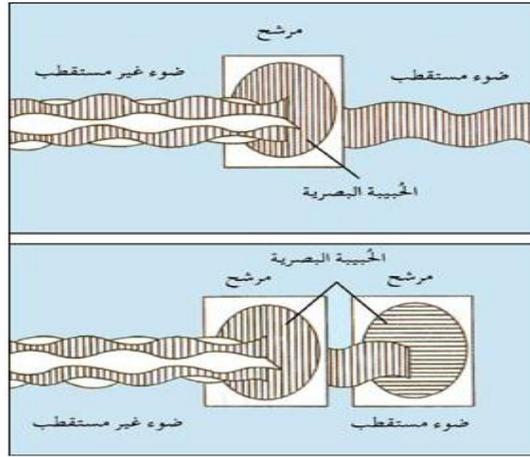
تجربة (2) استدارة الضوء المستقطب (Rotation of Plane Polarized light)

تتكون الحزمة الضوئية الاعتيادية من خليط من موجات ضوئية مختلفة الاطوال وان اهتزازات كل موجة تكون في مستوى معين يختلف عن مستوى الموجات الاخرى ضمن الحزمة الضوئية الواحدة واذا مررنا هذا الضوء في موشور من نوع نيكول Nicol Prism فان الضوء المار من خلال الموشور ستكون ذبذباته كلها في مستوى واحد ويسمى الضوء الناتج بالضوء المستقطب (Plane Polarized light) اما الموجات التي يكون مستوى ذبذباتها مختلفا فتحجب من المرور .يعرف موشور نيكول بأنه عبارة عن بلورة من كاربونات الكالسيوم النقية تدعى Iceland spar وتقطع هذه البلورة الى جزئين باتجاه الخط الواصل بين الرأسين المتقابلين ثم تلحم ببعضها بواسطة مادة لاصقة شفافة تملك معامل انكسار مشابه وعند مرور الضوء فان قسما منه يمر بحرية ويظهر على شكل ضوء مستقطب اما الجزء الاخر فانه ينكسر باتجاه اخر .



واذا مر الضوء المستقطب في احد المواد فان هذا الضوء المستقطب أما ان يمر بحرية وبدون تغيير وان مستوى الاهتزازات يتغير باتجاه اليمين أو اليسار وتدعى المركبات التي تتمكن من ان تغير مستوى هذه الاهتزازات بأنها المركبات النشطة بصريا (Optically active) مثل السكر وحامض التارتريك.ويمكن ان يقاس مقدار التغير في مستوى الاهتزازات بوضع موشور نيكول اخري بعد المادة الفعالة كما في جهاز قياس الاستقطاب (Polarimeter) ويمكن ان يدار الموشور الثاني الى اليمين او الى اليسار حتى يلائم مرور الضوء المستقطب القادم من الموشور الاول. اذا كانت المادة الموضوعة بين الموشورين غير فعالة بصريا فان الضوء المستقطب القادم من الموشور الاول يمر بحرية خلال الموشور الثاني ويقرأ الجهاز صفراً أما اذا كانت المادة فعالة بصريا فانها ستغير اتجاه مستوى ذبذبات الضوء وذلك يظهر المحلول معتماً. وتقرأ درجة استدارة موجبة (+) اذا كانت استدارة الضوء لليمين وعلامة (-) سالبة اذا كانت الاستدارة لليسر يمكن ان يدار الموشور دورة كاملة لليمين ولليسار حسب طبيعة المركب المستعمل .





يعتمد مقدار التغير في استدارة الضوء من قبل المادة النشطة بصريا على العوامل التالية:

- 1- نوع المادة النشطة
- 2- تركيزها في المحلول
- 3- طول المسار الذي يمر خلاله الضوء اي طول الانبوبة المستعملة لوضع المحلول
- 4- طول الموجة الضوئية
- 5- درجة حرارة المادة او المحلول وقت القراءة
- 6- نوع المذيب

ويمكن الربط بين هذه العوامل المختلفة بالمعادلة التالية: $\alpha = [\alpha]_D^t \times C \times L$

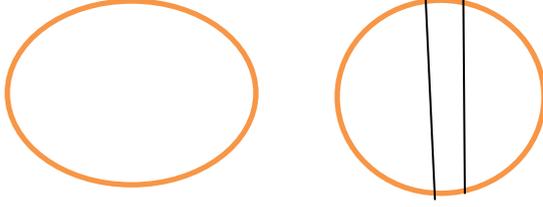
$$\alpha = [\alpha]_D^t \times C \times L$$

حيث: درجة الاستدارة α ، الاستدارة النوعية $[\alpha]_D^t$ (Specific Rotation) للمادة والتي تعتمد على طبيعة المركب في درجة حرارة (t) وطول الموجة (λ) و (g) وزن المادة المذابة في الحجم المعطى ، $V =$ الحجم الذي يحتوى على الوزن و (C) = التركيز للمادة (gm/ml)، $L =$ طول الانبوبة (دسم) كل 1 دسيمتر = 10سم، ويمكن استعمال ضوء الصوديوم (D)

الفائدة: تستخدم صفة استدارة الضوء المستقطب لمعرفة تراكيز المواد النشطة بصريا او التعرف على نقاوتها او تراكيزها في المحلول كما يستفاد من هذه الصفة في التمييز بين المركبات المختلفة .

تتعرض الاشكال الجزيئية من شكل لآخر وهذا ما يسمى بالتحول المتبادل الانعكاسية **Mutarotation**

مثال: في محلول يحتوي على السكر الاعتيادي وجد ان درجة الاستدارة هي $+12.60^\circ$ عند استعمال انبوية طولها 10 سم وفي ضوء الاصفر للصدويوم وحرارة 20°م . فما هو تركيز السكر في لتر من المحلول اذا علمت ان استدارته النوعية $+66.41$ تحت هذه الظروف.



طريقة العمل :- 1- حضر محاليل سكرية بتركيز (5،10،15،20) % -2- صفر الجهاز وذلك بملئ الانبوية الخاصة بالماء المقطر ويجب التأكد من عدم تكون فقاعة هواء -3- جد استدارة الضوء المستقطب لكل محلول من المحاليل المحضرة -4- خذ محلول سكري مجهول التركيز وجد درجة استدارة الضوء فيه.

الحسابات :1- اعمل جدولاً بالمعلومات التي حصلت عليها بين تراكيز السكر ودرجة الاستدارة

2- احسب الاستدارة النوعية لكل محلول مستعينا بالمعادلة المذكورة سابقا -3- قارن الناتج التي حصلت عليها مع الناتج التي نجدها في المصادر على ان تؤخذ درجة الحرارة بنظرا لعنبار -4- ارسم خطا بيانيا يوضح العلاقة بين تركيز السكر ودرجة استدارة الضوء.

ملاحظة :- تختلف القراءة بنسبة (0.02) لكل درجة مئوية وتضاف اذا كانت درجة حرارة المختبر اكبر من 20°م وتطرح في حالة العكس .



التجربة (3) لزوجة السوائل Viscosity of Liquids

تعرف بانها المقاومة التي يبديها السائل ضد حركة او انسياب احدى طبقاته فوق طبقة أخرى. وبالامكان تغيير شكل السائل تحت تأثير قوة خارجية تسلط عليه ولكن مدى هذا التغيير يعتمد على مقدار القوة المستعملة والفترة الزمنية التي يستمر خلالها تأثير تلك القوة ولزوجة السائل ومقاومته.

وتكون اللزوجة عالية لبعض المواد السوائل مثل عسل النحل واللبس واللبن الرائب والحليب المكثف ولكن اللزوجة منخفضة لكثير من السوائل الاخرى مثل الماء والحليب الطازج والمشروبات الغازية .وتستعمل اللزوجة كصفة رئيسية لتقدير جودة بعض المواد الغذائية مثل المعجون والحليب المكثف وعسل النحل.

والوحدة المستعملة لقياس اللزوجة هي البويس Poise نسبة الي بويزال Poiseuille الذي كان من الأوائل في دراسة هذه الخاصية .وتعني وحدة البويس قوة مقدارها دابن واحد كافية لتحريك سطح مستوي مساحته 1سم^2 يبعد مسافة 1سم عن سطح اخر مماثل له بحيث تعطي هذه القوة تعجيلا الي السطح المتحرك مقدارها $(1\text{سم}^2/\text{ثانية})$ وفي هذه الحالة يقال ان طبقة السائل المحصوره بين السطحين تملك لزوجة مقدارها بويز واحد (دابن ثانيه/سم²).

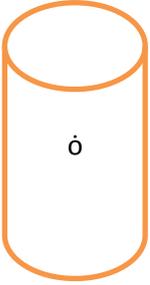
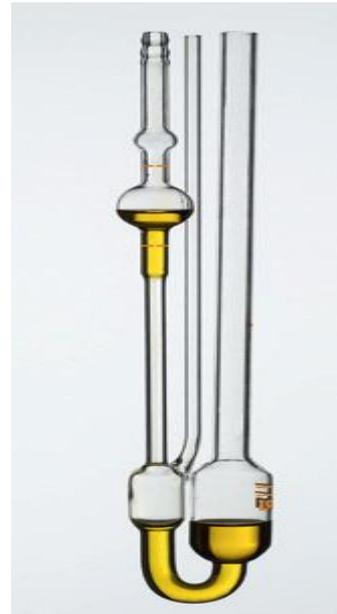
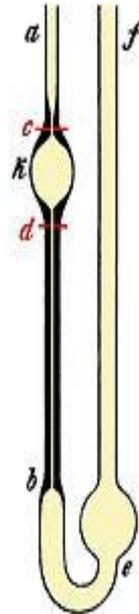
الأجهزة المستخدمة لقياس اللزوجة:

1-مقياس اللزوجة بالكرة الساقطة Falling Ball Viscometer :-يتكون هذا المقياس من اسطوانة مدرجة يوضع فيها السائل المراد قياس لزوجته ويعتمد القياس به على الكرة الساقطة ويتم ذلك بأسقاط كرة معدنية معلومة الحجم والكثافة في السائل المراد تعيين لزوجته بالاستعانة بمعادلة خاصة تحسب لزوجة السائل بعد حساب زمن انتقال الكرة المعدنية من السطح الى القاع ويشترط في هذا المقياس ان تكون كثافة الكرة اعلى من كثافة السائل المراد تعيين لزوجته ولا تصلح هذه الطريقة لتعيين لزوجة السوائل المعتمة وغير الشفافة.

2-مقياس استوالد لقياس اللزوجة Ostwalds Viscometer

توجد العديد من هذه المقاييس وجميعها تعتمد على الاساس نفسه وهو حساب الزمن الذي يستغرق هالسائل في الانتقال خلال الانبوب الشعري وتسجيل الوقت بالثواني باستخدام ساعة توقيتوتبعاً لذلك تتباين هذه المقاييس من ناحية القطر الداخلي للأنبوبة الشعريه.وتلجأ الشركات المصنعه عادةً معايرة هذه المقاييس باستخدام الماء المقطر بدرجة 20°م .

اللزوجة (mPl) *	المادة
0.019	هواء
0.295	أسيتون
0.510	ميثانول (كحول ميثيلي)
0.564	بنزين عطري
0.801	ماء
1.00	إيثانول(كحول إيثيلي)
-1.6	بلازما الدم
200	الزيت SAE رقم 10
629	جلسرين
6.6×10^{13}	جلوكوز





ماصة اوستوالد وهي عبارة عن انبويه زجاجيه على شكل حرف U تحتوي على انتفاخين ويوجد في احدى ذراعيها انبوب شعري ، يوضع حجم معين (v) من السائل في انتفاخ (5) ويسحب السائل عن طريق انبوب مطاطي يوضع على الفتحة (1) حتى يرتفع السائل الى الانتفاخ (2) يترك ليسيل خلال الانبوب الشعري (3) وتستعمل ساعة توقيت (بالثواني) لحساب الفتره الزمنية بين وصول بداية السائل عند العلامه (4) وحتى مروره جميعاً .

توجد انواع عديده من هذه الماصات حسب قطر الانبوب الشعري مثل Size A. B .C للسوائل الخفيفة اي لزوجته خفيفة و Size D للسوائل الثقيلة اي لزوجته عالية مثل الزيوت وعسل النحل .

$$\frac{n1}{n2} = \frac{t1d1}{t2d2} \quad \text{ت حسب اللزوجة بالاستعانة بالمعادلة التالية}$$

t1 t2 - زمن انسياب المحلول . d1 d2 كثافة السائل باستعمال قنينة الكثافة (غم/سم³) الوزن /الحجم

- كيف يتم استخراج الوزن ؟

طريقة العمل :- 1- حضر محاليل مختلفة للزوجه (خفيفه وثقيله)

2-املئ انبوية اوستوالد بالماء المقطر واحسب زمن النزول (t) كرر العمليه على المحاليل المستعمله في التجربه

3-الحسابات اعمل جدولاً للسوائل المسعمله في التجربه والاقوات الازمه لمرور السائل وكثافتها. احسب لزوجة كل سائل بالاستعانة بالمعادله السابقه .

المحاليل	اللزوجة	الزمن t	الكثافه	الوزن	الحجم

التجربه(4):- الشد السطحي Surfacetension

يعرف بأنه القوه التي يبديها السائل لمقاومة التمدد ويعبر عنها بالقوة في وحدة الطول (داين /سم) او (نيوتن/ م) تتصف بعض السوائل بأن لها قابليه على الالتصاق بدار الانبويه الزجاجية تغمر فيها هذه الصفة ناتجة عن قوة الجذب بين جزيئات المادة الزجاجية وجزيئات السائل وهي قوة اكبر من تلكالموجوده بين جزيئات السائل نفسها، هذه الصفة هي المسببه لارتفاع السوائل في الانابيبالشعريه(كما يحصل في الماء المقطر)

- (يتوقف ارتفاع السائل لحد معين بسبب الجاذبي الارضي حالة التوازن)

-يعطي السائل الذي يرتفع في الانبوبة الشعرية سطحاً مقعراً (Concave) اما القسم الاخر من السوائل التي ليس لها قابلية على الالتصاق بجدران الانابيب الشعرية بسبب قلة الجذب بين هذه السوائل وجزيئات مادة الانبوبة الشعرية وهذه السوائل تعطي سطحاً محدباً (Convex) وهي لا ترتفع في الانبوبة الشعرية مثل الزئبق



طرق قياس الشد السطحي

-هناك طرائق مختلفة لقياس الشد السطحي وان ابسط هذه الطرق هي استعمال انبوبة شعيرية زجاجية تغمر شاقولياً في السائل في درجة حرارة ثابتة ويترك السائل ليرتفع حتى يصل الى حد معين ويتوقف عنده وعند حالة الاستقرار تصبح قوة الشد السطحي التي تحاول رفع السائل الى الاعلى مساوية لقوة الجذب الارضي التي تحاول جذب السائل الى الاسفل -يمكن قياس الشد السطحي بالاستعانة بالمعادلة التالية

θ : الشد السطحي (نيوتن / م ، داي ن / سم)

h: ارتفاع السائل في الانبوبة الشعرية (م)

d: كثافة السائل (كغم/م³، غم/ سم³)

g: التعجيل الارضي (م/ثانية²)

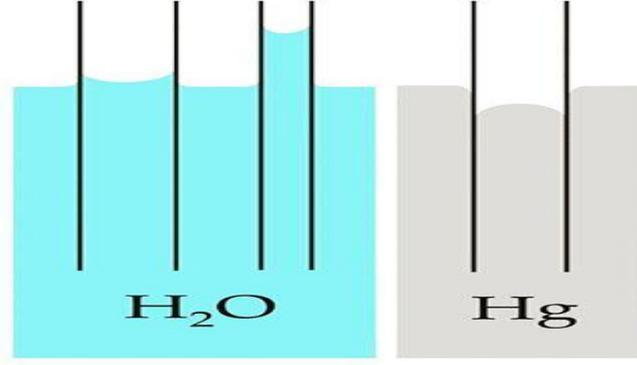
r^2 : مربع نصف قطر الانبوبة الشعيرية (م²)

عند استعمال انبويه شعيره زجاجيه لايعرف نصف قطرها الداخلي لتقدير الشد السطحي لسائل معين فمن الافضل استعمال سائل معلوم الشد السطحي كالماء المقطر مثلاً لمعرفة الارتفاع (h1) سم الذي يبلغه الماء في الانبوية الشعرية في درجة ثابتة، ثم وضع السائل المراد تقدير شده السطحي لمعرفة الارتفاع (h2) الذي يبلغه هذا السائل بنفس الدرجة الحرارية وفي نفس الانبوية

$$1 \text{-----} \theta = \frac{h1d1gr}{2}$$

$$2 \text{-----} \theta = \frac{h2d2gr}{2}$$

$$\frac{\theta1}{\theta2} = \frac{h1d1}{h2d2} \text{ الشد السطحي}$$



مقارنته واضحة لخاصية الشعيرية للماء مع الزئبق

اي انه من معرفة الشد السطحي للماء وكثافته يمكن تقدير الشد السطحي للسائل اذا علمت كثافته ومقدار ارتفاعه في الانبوبة الشعيرية على ان تكون هذه القياسات جميعها في نفس درجة الحرارة لذا تستعمل حمامات مائية ذات درجات حراره ثابتة .

مثال: (1) اذا كان نصف قطر انبويه شعريه 0.0335سم وعند غمرها في سائل كثافته 0.866غم/سم ارتفاع السائل في الانبويه الشعيرية قدره 2.0سم فاذا علمت ان التعجيل الارضي 981 سم/ثانيه³ احسب الشد السطحي ؟

مثال(2) احسب ارتفاع الماء داخل انبويه شعريه نصف قطرها 0.002 عنده درجة حراره 30م علماً بأن كثافة الماء تساوي 996كغم/م³ والتعجيل الارضي 9.8م/ثانيه³ والشد السطحي للماء 71.18*10⁻³ نيوتن/م طريقة العمل:

- 1-اغسل الانابيب الشعريه وجففها
- 2-ضع مقدار من الماء المقطر في انابيب اختبار (5،10مل)
- 3-اغمر الانابيب الشعريه بصوره شاقولياً في انابيب الاختبار وسجل ارتفاع السائل بعد مرور(5-10دقيقه)
- 4-اتبع الطريقه نفسها لتقدير مدى ارتفاع السوائل الموجوده في المختبر
- 5-قم بقياس درجات حراره السوائل المستعمله.
- 6-اعمل جدولاً بالنتائج التي حصلت عليها في المختبر

المحاليل	الشد السطحي ^ه	الارتفاع hسم	الكثافه dغم/سم ³	نصف قطر الانبويه الشعريه rسم

قيم الشد السطحي لبعض السوائل		
وجهة التلامس	درجة الحرارة	γ in (mN·m ⁻¹)

كيمياء فيزيائية-- المرحلة الثانية :- مقرر محاضرات الكورس الثاني

ماء-هواء	20 °C	72.86±0.05
ماء-هواء	21.5 °C	72.75
ماء-هواء	25 °C	71.99±0.05
هواء - ميثيلين أيودييد	20 °C	67.00
هواء - ميثيلين أيودييد	21.5 °C	63.11
هواء - إيثيلين جليكول	25 °C	47.3
هواء - إيثيلين جليكول	40 °C	46.3
هواء - ديميثيل سولفوكسيد	20 °C	43.54
هواء - بروبيلين كربونات	20 °C	41.1
هواء - بنزين	20 °C	28.88
هواء - بنزين	30 °C	27.56
هواء - طلوين	20 °C	28.52
هواء - كلوروفورم	25 °C	26.67
هواء - حمض بربونني	20 °C	26.69
هواء - حمض الزبدة	20 °C	26.51
هواء - كربون ثلاثي الكلورايد	25 °C	26.43
هواء - حمض الأستيك	20 °C	25.09
هواء - ديثيلين جليكول	20 °C	30.09
هواء - نونان	20 °C	22.85
هواء - ميثانول	20 °C	22.50
هواء - إيثانول	20 °C	22.39

هواء - إيثانول	30 °C	21.55
هواء - أوكتان	20 °C	21.62
هواء - هيتان	20 °C	20.14
هواء - إيثر	25 °C	20.14
هواء - الزئبق	20 °C	486.5
زئبق - هواء	25 °C	485.5
الزئبق - هواء	30 °C	484.5
هواء - NaCl	1073 °C	115
هواء - KClO3	20 °C	81
Butanol-ماء- 1	20 °C	1.8
أسيئات الإيثيل -ماء	20 °C	6.8
حمض الهيتانويك - ماء	20 °C	7.0
بنزالدهايد - ماء	20 °C	15.5
ماء- الزئبق	20 °C	415
إيثانول- الزئبق	20 °C	389

سبب التوتر السطحي

يحدث التوتر السطحي بسبب التجاذب بين جزيئات السائل بواسطة التغير في قوى الجزيئات الداخلية. في معظم السائل كل جزيء يسحب بالتساوي في جميع الاتجاهات بواسطة جزيئات السائل المجاورة، ومحصلة هذه القوى صفر. عند سطح السائل تسحب الجزيئات بواسطة الجزيئات الأخرى الأعمق في السائل ولكن ليست الجاذبية كجاذبية الجزيئات المجاورة لها في الوسط من حيث الشدة (تكون كضغط هواء أو سائل آخر). لذلك كل الجزيئات عند السطح تكون عرضة لقوى داخلية من التجاذب الجزيئي الذي من الممكن أن يكون متزن فقط مع مقاومة السائل للضغط. ولذلك يغير السائل شكله حتى يشغل أقل مساحة سطح ممكنة.

وبعبارة أخرى يمكن تفسير هذه الظاهرة وهي أن طاقة الجزيء المتصل مع جاره أقل من طاقة الجزيء الغير متصل مع جاره. وكل الجزيئات الداخلية تمتلك ما يجب امتلاكه من الجيران. ولكن جيران جزيئات السطح أقل عدداً من جيران الجزيئات الداخلية، ولذا هي في حالة طاقة عالية. ولكي يقلل السائل من حالة طاقته لا بد أن يقلل عدد جزيئات سطحه، ولذا يقلل من مساحة سطحه.

التوتر السطحي في الحياة اليومية

تقدم ظاهرة الشد السطحي تفسيراً لكثير من الظواهر الشائعة في حياتنا. فعلى سبيل المثال تأخذ قطرات السوائل أشكال شبة كروية بسبب ظاهرة الشد السطحي، وذلك لأن الكرة هي الشكل الهندسي ذو مساحة السطح الأقل. كما أن تباين مدى قوة تماسك جزيئات السائل وقوى الالتصاق بالمادة المحيطة بالسائل يفسر لنا لماذا قد يبيل سائل معين بعض المواد في حين أنه لا يبيل مواد أخرى. فعلى سبيل المثال فإن الماء لا ينتشر على الأسطح النايلونية أو الأسطح المغطاة بالشمع وذلك لأن قوى تماسك جزيئات الماء مع بعضها البعض أكبر من قوى التصاق الماء بالسطح المشمع، وبالتالي تتجمع قطرات الماء فوق ذلك السطح على شكل قطرات يمكن أن تسقط بسهولة دون أن تبلل السطح. وقد تم استغلال هذه الملاحظات في صناعة معاطف المطر والمظلات.

وتقدم ظاهرة التوتر السطحي تفسيراً لإمكانية عمل فقاعات الصابون بينما لا يمكن القيام بعمل فقاعات باستخدام الماء النقي وحده، وذلك لأن الماء النقي لديه قوى توتر سطحي كبيرة، ولكن بإضافة منشطات السطح (كالصابون) إليه تقل تلك القوى بأكثر من عشر أضعاف، وبذلك يصبح من الممكن عمل فقاعات ذات سطوح كبيرة بكتلة قليلة من السائل.

كما أن إضافة الصابون إلى الماء تجعله منظفاً ممتازاً عبر تقليل توتره السطحي وبالتالي تجعله قادراً على تبليل والإحاطة بالأوساخ لتسهيل إزالتها. ويمكنك التحقق من ذلك باستخدام بعض الصابون حتى تتمكن من مزج الماء بالزيت مثلاً.

حيث يعمل الصابون في هذه الحالة على تقليل التوتر السطحي متيحاً إمكانية عمل قطرات ضئيلة الحجم من الزيت داخل مقدار من الماء أو العكس. بينما لو لم يكن الصابون موجوداً لما امتزج السائلان وذلك لأن قوى التوتر السطحي لدى كل من السائلين أكبر من قوى تماسك أحدهما مع الآخر. كل هذه الأمور تظهر الأهمية البالغة لظاهرة الشد أو التوتر السطحي. ومن الملاحظات الأخرى التي تفسرها ظاهرة التوتر السطحي هو تكوين بعض السوائل لسطح محدب أو سطح مقعر عند وضعها في وعاء أنبوبي. وذلك يعود لتباين قوة التوتر السطحي وقوة التصاق جزيئات السائل بالوعاء المحيط

ترتبط بين جزيئات المادة المتجانسة قوى تسمى قوى الجذب الجزيئية (قوى التماسك) تعمل على تماسك جزيئات هذه المادة بعضها ببعض، إن قيمة هذه القوى في السوائل تكون أقل مما عليه في الأجسام الصلبة وهذا ما يفسر تغير شكل السائل بتغير الإناء الموجود فيه، بالإضافة على تلك القوى يوجد قوى تؤثر بين جزيئات السائل وجزيئات الأوساط الأخرى التي تلامسها سواء أكانت حالة تلك الأوساط صلبة أو سائلة أو غازية تدعى هذه القوى ب (قوى التلاصق).

التجربة (5) امتصاص الضوء Absorption of Light

تتكون الموجات الضوئية من وحدات اشعاعية تدعى الفوتونات photons وان الطاقة الموجودة في الفوتون الواحد تمثل كوانتوم الطاقة Quantum of Energy ويتوقف مقدار الطاقة الموجودة في الفوتون الواحد على طول الموجة الضوئية. وعد مرور حزمة ضوئية مكونة من خليط من الموجات في محلول مادة ما فإن الضوء الساقط على المادة قد يتوزع في ثلاث اتجاهات وهي:-

- 1 -قسم ينعكس في اتجاه معاكس لاتجاه الضوء الاصيلي Reflected الساقط على المادة
- 2 -وقسم اخر يمتص من قبل المادة نفسها Absorbed
- 3 -والقسم الاخر ينفذ أو يمر من خلال المادة ان كانت شفافة للضوء ويدعى Transmitted

ونتيجة لامتصاص قسم من الضوء فإن المادة تظهر ملونة للعين واللون الظاهر هو اللون الغالب في الضوء المر فمثلا تظهر ايونات النحاس في محلول كبريتات النحاس بلون ازرق لان هذه الايونات تمتص الضوءين الاصفر والاحمر فتتغلب الموجة الزرقاء في الضوء المر ويمكن قياس الضوء المر من المادة بمراره على خلية ضوئية حساسة (الكوارتز او زجاجية) كما في جهاز قياس شدة الضوء (المطياف) Spectrophotometer .

ويحدث امتصاص الضوء من قبل المادة بسبب تأثير الطاقة الموجودة في الاشعة الضوئية على جزيئات المادة .ويمكن ان يحدث هذا الامتصاص لاسباب تعتمد على طبيعة المركب ومقدار تأثير جزيئاته وعلى طول الموجة الضوئية المستعملة .

و تقاس اطوال الموجات الضوئية بأجزاء السم وهي:

$$\text{مايكروم} = 10^{-4} \text{سم} = 10^{-6} \text{م} = \text{micrometer (m)} \quad \text{و نانوم} = 10^{-7} \text{سم} = 10^{-9} \text{م} = \text{Nanometer (nm)}$$

تقسم الموجات الضوئية الى الاطوال التالية

- 1 -الموجات القصيرة وهي الموجات الضوئية التي يقل طولها عن (400 نانوم مثل الاشعة فوق البنفسجية UV
- 2 -الموجات المتوسطة وهي الموجات الضوئية المرئية للعين Visble ويتراوح طولها بين 400-800 نانوم
- 3 -الموجات الطويلة وهي التي يبلغ طولها اكثر من 800 نانوم كالاشعة تحت الحمراء Infar-red

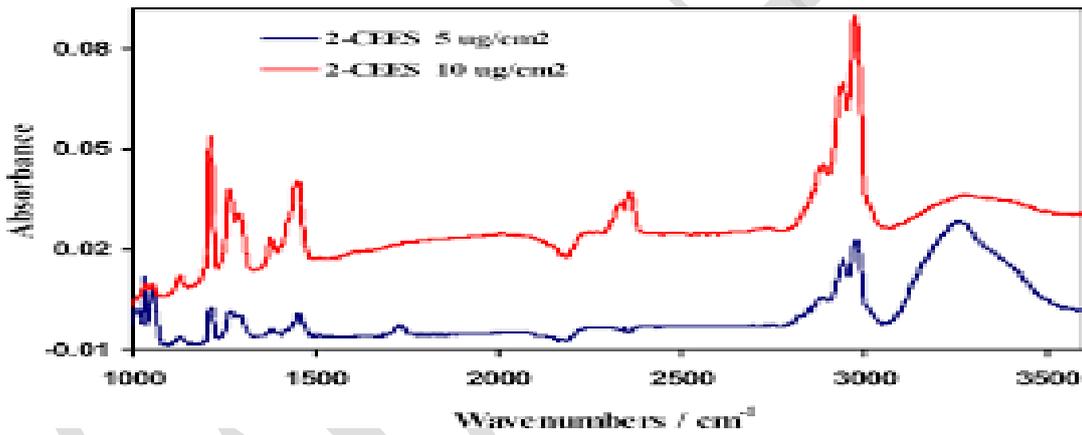
اساس جهاز شدة الضوء المطياف (Spectrophotometer) يعتمد على استخدام خلايا ضوئية يسقط عليها الضوء القادم من المادة او المحلول .ونتيجة للطاقة الموجودة في هذه الموجات الضوئية تتحرر بعض الالكترونات على السطح الفعال للخلية ويتولد فيها تيار كهربائي وتكون العلاقة طردية بين مقدار التيار المتولد وشدة الضوء الساقط على سطح هذه الخلية الضوئية photocell وهي خلية حساسة تساعد في معرفة شدة الضوء الساقط حيث تتحرر الالكترونات على سطحها.خلية العينة Sample Cell : -وهي إما أن تكون مصنوعة من الزجاج أو تكون مصنوعة من الكوارتز والكوارتز أفضل لأن الخلية المصنوعة من الزجاج من ضمن مكونات صنعها الصوديوم الذي يمتص في مجال UV لذلك يفضل استخدام خلايا مصنوعة من الكوارتز وهذه الخلايا لا يكون من ضمن مكونات صنعها الصوديوم عالية الثمن .

طريقة العمل 1- نحضر محلول كبريتات النحاس وضعه في خلية قياس الامتصاصية 2- صفر جهاز الامتصاصية بالماء لالغاء القراءات السابقة 3- اقرأ قيم الامتصاصية ابتداء من الطول الموجي 380-لغاية 780 وزيادة مقدارها 10 nm-4 دون النتائج بين الطول الموجي والامتصاصية 5- ارسم العلاقة بين الطول الموجي ا والامتصاصية a



انواع الخلايا

جهاز شدة الضوء المطياف



التجربة (6) محاليل المواد الصلبة في السائلة (الذوبانية)

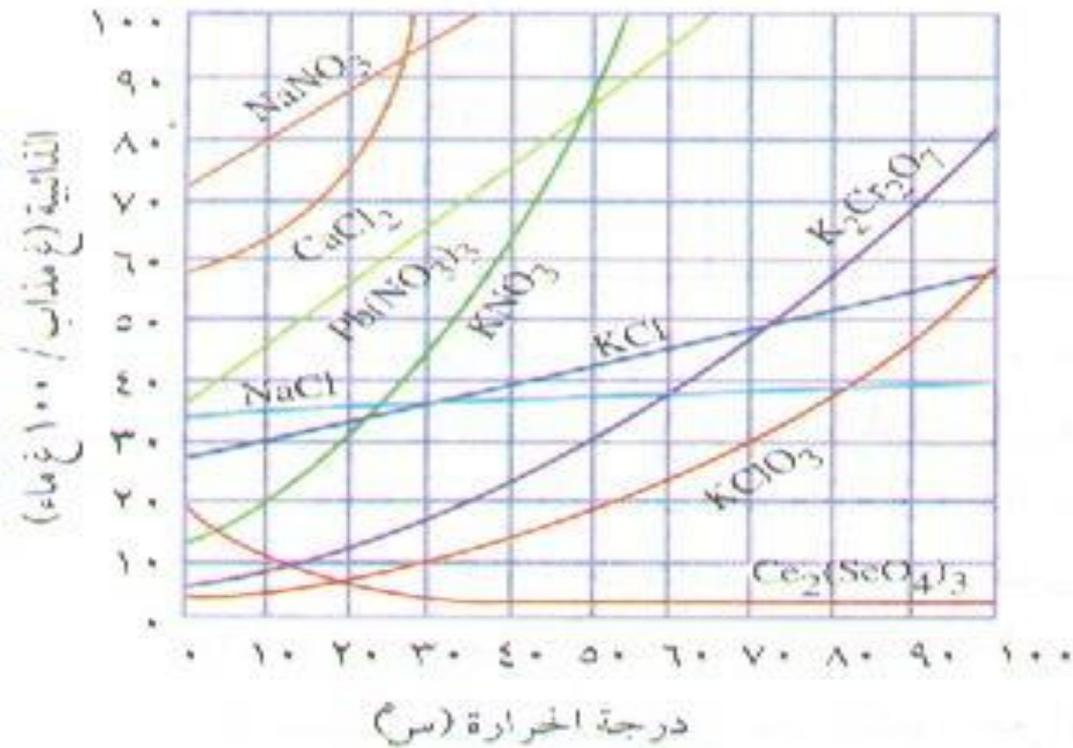
المحلول Solution هو الخليط المتجانس والمكون من وجود جزيئات مادة تدعى بالمذاب منتشرة بين جزيئات مادة اخرى تدعى المذيب والمذاب اما يكون مادة صلبة سائلة غازية والمذيب هو السائل الموجودة عادة بكميات اعلى تركيزا.

يعرف المحلول المشبع Saturated Solution هو عبارة عن المحلول الذي لا يستطيع المذيب ان يذيب من المادة المذابة اكثر مافيه عند درجة حرارة معينة.

المحلول الغير مشبع Unsaturated Solution هو المحلول الذي بإمكانه ان يذيب كمية اخرى من المذاب وهو عبارة عن المحلول الذي يحتوي المذاب اقل من القدر اللازم لتشبع.

اما المحلول فوق الاشباع Over saturated Solution هو المحلول الذي يحتوي على المادة المذابة اكثر ما يلزم لتشبع.

حالة التوازن Equilibrium هي الحالة التي تكون فيها كمية الماء تساوي كمية مادة التبلورة. او هي عدد غرامات المادة المذابة اللازم لتشبع 100 غم من الماء في درجة الحرارة معينة.



المنحنى اعلاه يوضح تأثير درجة الحرارة على قابلية الذوبان الاملاح فمثلا نترات الصوديوم NaNO_3 تزداد قابلية الذوبان بزيادة درجة الحرارة وكلوريد الصوديوم NaCl لا تتأثر قابلية الذوبان كثيراً بدرجة الحرارة ونترات البوتاسيوم KNO_3 تزداد قابلية الذوبان بزيادة درجة الحرارة وكلوريد البوتاسيوم KCl تزداد قابلية الذوبان بزيادة درجة الحرارة وكبريتات الصوديوم Na_2SO_4 عند درجة 32.5 تتحول الى كبريتات الصوديوم المائية $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$

فوائد منحنيات الذوبان 1- تعيين درجة الذوبان عند درجات حرارة مختلفة 2- معرفة وزن الصلبة المذاب الذي ينفصل بالتبلور عند خفض درجة حرارة المحلول 3- تفيد في معرفة التركيب الذي تنفصل فيه الاملاح فالملاح الاقل ذوبان ينفصل اولاً ومن خلال معادلة او S2 علاقة فانت هوف Faut Hoff

$$\log \frac{S_2}{S_1} = \frac{\Delta H_s(T_2 - T_1)}{2.303RT_2 - T_1}$$

S₁ تركيز المذيب في T₁ درجة حرارة الاول ΔH_s الحرارة الممتص من قبل وزن جزء واحد من المذاب عند اذابته في المحلول المشبع

R مقدار ثابت يساوي 1.987 كالوري/درجة .مول

طريقة العمل :- 1- ضع 30 مل ماء مقطر في بيكر زجاجي وضعها في حمام مائي 30م° 2- اضع الى الماء كمية من حامض الاوكزاليك وعند ذوبانها اضع كمية اخرى حتى تبقى بلورات صغيرة في قعر البيكر 3- اترك المحتويات في حمام مائي لمدة 20 دقيقة مع الرج المستمر 4- خذ دورق زجاجي سعة 200مل وقدر وزنها 5- خذ ماصة سعة 10 مل واربط حول نهايتها كمية من القطن واسحب 10 مل من المحلول ثم انتزع القطن من الطرف وضع المحلول في الدورق واطفئ وزن المحلول المضاف 6- سحح النموذج مع محلول هيدروكسيد الصوديوم 0.5 عياري مستخدماً دليل الفينونفتالين

الحسابات : احسب مقدار حامض الاوكزاليك C₂H₂O₄ الموجود في 1000 غم من المذيب

وزن حامض الاوكزاليك * النموذج = حجم القاعدة * عياريتها 0.5

تركيز حامض الاوكزاليك في 1000غم من المذيب

وزن الحامض /وزن المكافئ * 1000/وزن الماء في النموذج

وزن الماء=وزن النموذج - وزن الحامض

التجربة (7) تجانس المحاليل الثلاثية (ثابت الاستخلاص) توازن المذاب بين مذيبين غير متجانسين

اذا كانت المادة صلبة او سائله قابله للذوبان في سائلين مختلفين لايمتزج احدهما في الاخر مثل الماء ورابع كلوريد الكربون.فإن اضافة المادة المذابة الي هاذين السائلين الموضوعين بشكل يلامس احدهما الاخر تجعلها تتوزع في كلي السائلين ويصبحان في حالة توازن بحيث تكون عدد الجزيئات العابره من السائل الاول الى السائل الثاني متساويه ويكون تركيز المذاب في كل من المذيبين معتمداً على الذوبان النسبي في كل منهما ويستعمل تعبير ثابت التوزيع للدلاله على هذا التوازن(ثابت الاستخلاص)

$$\frac{C_1}{C_2} = K$$

:اذا كان السائلان لا يمتزجان مطلقاً وان المادة المذابة تكون محلولاً مثالياً فإن ثابت التوزيع Kيصبح رقماً

ثابتاً لايتغير خصوصاً في التراكيز الواطئة كما هو الحال عند توزيع البروم بين الماء و البروم فإن يمكن

استعمال المعادلة العامة لثابت التوزيع. ولكن كثيراً من السوائل لاتكون عديمة الامتزاج تماماً اذ من الممكن ان

يمنتج احدهما مع الاخر بنسبه ضئيله كما ان ماده الذابه قد تسك سلوك خاص مختلفاً في احد السائلين كما في حالة توزيع حامض الخليك بين الماء ورابع كلوريد الكربون فقد وجد ان حامض الخليك يتفكك في الماء ويزداد تفككه عند قلة التركيز ولكنه يبقى محافظاً على خواصه في رابع كلوريد الكربون وبذلك تتغير قيمة ثابت التوزيع مع تغير التركيز، وقد وجد ان اضافة كميات قليلة من حامض الخليك الي السائلين تعطي تفككاً أكبر لهذا الحامض في الطبقة المائيه لذلك يتجه معظم هذا الحامض الي الماء

وفي المحاليل المخففه تسلك طبقة كل سائل سلوك خاصاً بها ولكن عند وجود مواد ومذابه اخرى بتراكيز عاليه فأن هذه المواد تؤثر على سلوك السائلين فتغير صفات احدهما او كلاهما تغيراً كبيراً ويسبب ذلك حالة امتزاج أكبر بين السائلين

- وان ازالة بعض المواد العضوية المذابه في الماء مثل المواد البروتينيه عمليه مستعمله مختبرياً حيث يمكن ازلتها او فصلها بأذابة كميات عاليه من احدى الاملاح تدعى هذه العمليه الاستخلاص بالملح Salting out وعمليه الاستخلاص عمليه مهمه تستعمل صناعياً في استخلاص كثير من المواد العضويه من محاليلها المائيه باستعمال مذيبات عضويه لا تمتزج بالماء ويمكن المساعده في عمليه الاستخلاص هذه بالضافة كميات عاليه من ملح الطعام كلوريد الصوديوم الذي يمتزج بالماء مسبباً فصل معظم ماده العضويه المذابه الي طبقة الاستخلاص.

قسم علوم الاغذية

مقرر محاضرات الكيمياء الفيزيائية

المرحلة الثانية قسم علوم الاغذية

اعداد مدرس الجزء العملي

الست شيرين فاضل عباس

مدرس الجزء النظري

أ.م.د علاء جبار عبد

كيمياء فيزيائية