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

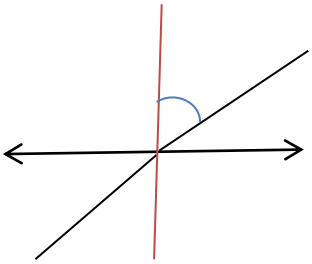
اما الكيمياء الفيزيائية لمنتجات الاغذية :-وهي التي تختص بدراسة الصفات العامة للمحاليل وسرعة التفاعلات العضوية وحالات توازنها في المحاليل وصفات المواد الغروية لما لذلك من اهمية في تفهم السوائل الحياتية بشكل عام ومدى ثباتها كما توضح الاسس المعتمدة في بعض الفحوصات المهمة المستعملة للسيطرة على نوعية المواد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

التجارب العملية المدروسة في درس الكيمياء الفيزياوية:-

التجربة الاولى (1) معامل الانكسار Refractive indet

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

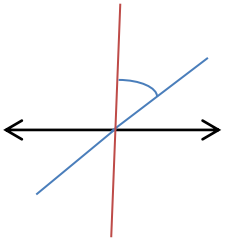


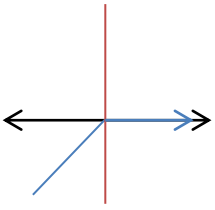
يعرف معامل الانكسار:- بأنه النسبة بين سرعة الضوء في الفراغ التام على سرعه الضوء في المادة.وبما ان قياسات سرعة الضوء ليست سهلة لذا استعيض عنها بطريقة اخرى وهي النسبة بين جيب زاوية السقوط وجيب زاوية الانكسار

معامل الانكسار= جيب زاوية السقوط I / جيب زاوية الانكسار R

اذا انتقلت حزمة ضوئية من وسط اقل كثافة الى وسط اكثراواكبر 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 نفطة السقوط كلما كبرت زاوية السقوط في الماء او الزجاج كبرت زاوية الانكسارفي الهواء حتى تصبح زاوية الانكسارقائمة 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 التغيرالذي يحدث في اتجاه الضوء على عوامل كثيرة اهمها :

1- عدد الذرات التي تتكون منها الجزيئة الواحدة من المادة التي يدخلها الضوءاو 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 اهمها:

1- تعين 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 الموادالغذائية ومدى نقاوتها كاالتعرف 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:- **Refractive inde (n)=sin<I/sin<R - معامل الانكسار**

Specific refraction (r) =1/d×n^2-1/n^2+2(cm^3/gm) d= g/cm^3 - الانكسار النوعي

Molar refraction(MR)=M.W ×r (cm^3/mole)الانكسارالمولي

M.Wالوزن الجزيئي (gm/mole) = مجموع الاوزان الذرية للمركب.

مثال /جد كثافة خلات الاثيل $C_4H_8O_2$علما ان معامل الانكسار له 1.3521الانكسار المولي 1.7593سم^3/مول ،درجة حرارة المختبر 20مْ الاوزان الجزيئة H=1 . O=16 .. C=12

كيف يتم قياس معامل الانكسار– يتم قياس معامل الانكساربأستخدام اجهزة تسمى **Refractometer** ومن هذه الاجهزة جهاز آبي لقياس معامل الانكسار Abbe–Refractometer و Hand–refractometer يتكون هذا الجهاز من مراة صغيرة تعكس الضوء وتوجهه على موشورين علوي وسفلي حيث يتم وضع النموذج بين هذين الموشورين ثم يذهب الضوء الى اربعة مواشير متعاكسة في الجزء العلوي من الجهاز وفي النهاية تحصل على دائرة مقسومة الى قسمين الاعلى مضيئ 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 نتيجة لتغير عدد الجزيئات الموجودة في وحدة الحجم(سم^3) اذ ان حجم السائل يزداد بارتفاع درجة الحرارة وتقل الكثافة فتزداد زاوية الانكساروبزداد معها زاوية الانكسارولذلك يقل معامل الانكسار لذلك تثبت الحرارة (اي ان العلاقة عكسية بين درجة الحرارة وقيمة معامل الانكسار)لتي يقاس عندها معامل الانكسار وهي للسوائل 20مْ 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 مضيئا والنصف الاسفل اقل اضاءة ثم يدار القرص الاخر بحيث تكون نقطة التقاطع الخطي بشكل علامة الضرب (---) عند القطر المنصف للدائرة

3- اقراء 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 بالتراكيز التالية(X2،X1،5،10،15،20) ثم قدر معامل الانكسار لها.

الحسابات :

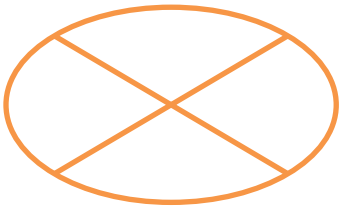
1- حضر جدولا يحتوي على اسم المركب العضوي المستخدم ومعامل الانكسار له
2- احسب معامل الانكسار النوعي والجزيئي واضف هذه النقاط الى معلومات بالجدول السابق
3- ارسم خطا بيانيا يوضح العلاقة بين نسب السكرومعامل الانكساره
4- استخدم الخط البياني لمعرفة نسبة السكرفي المحاليل المجهولة التركيز .

مثال – احسب الانكسار المولي للكلووفورم بالاستعانة بالمعلومات التالية 1لتر من الكلورفورم يزن 1.480 كغم الوزن الجزيئي له 119.38معامل الانكساره 1.3515 في درجة حرارة 30مْ

جدول بالمحاليل المستعملة في المختبر

اسم المركب	درجة حرارة المختبر	معامل الانكسار	معامل الانكسار المصحح

ارسم العلاقة بين نسب السكر ومعامل الانكسار لايجادة التراكيز المجهولة

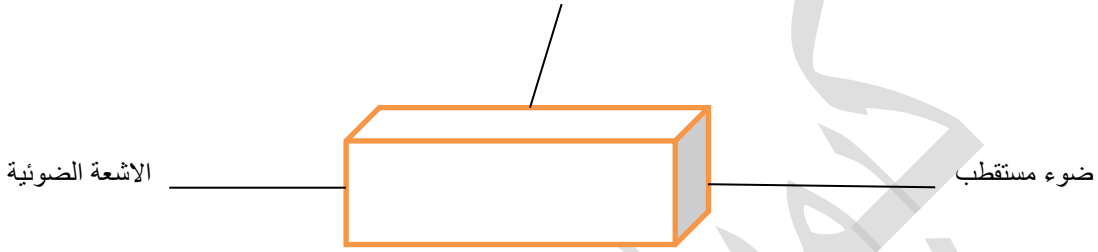


معامل الانكسار

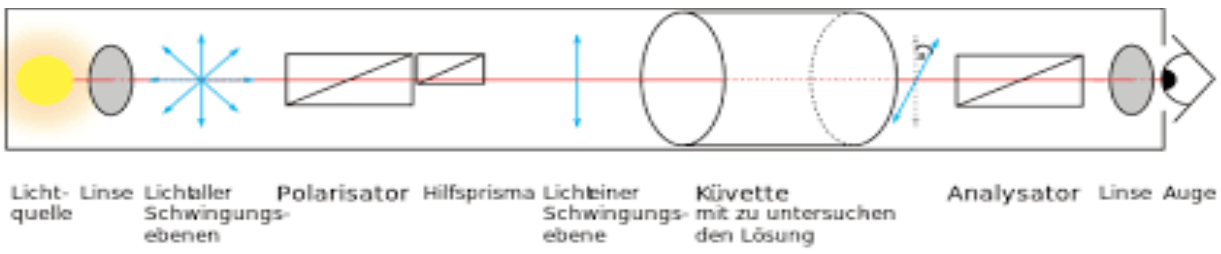
تراكيز المحاليل السكرية

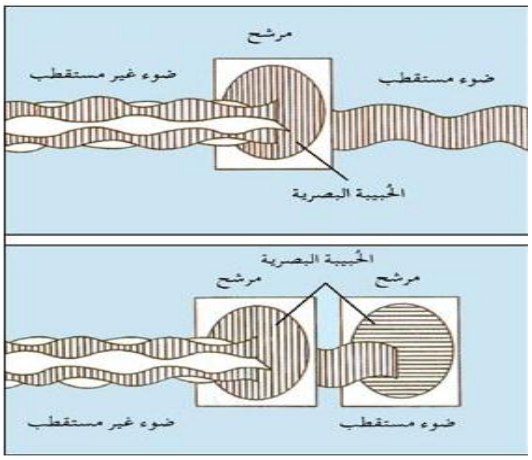
تجربة (2) استدارة الضوء المستقطب (Rotation of Plane Polarized light)

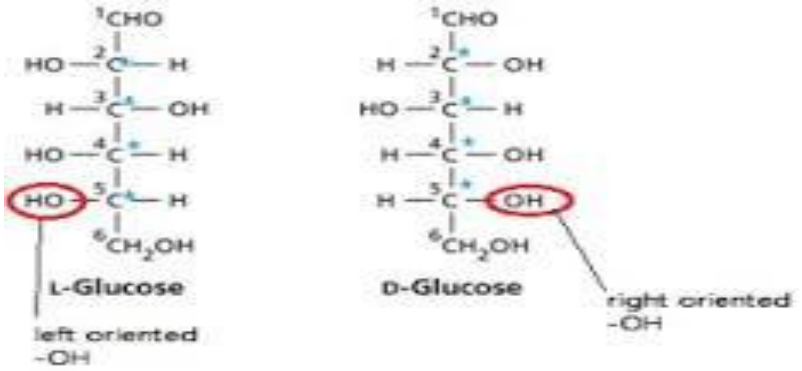
تتكون الحزمة الضوئية الاعتيادية من خليط من موجات ضوئية مختلفة الاطوال وان اهنزازات كل موجة تكون في مستوى معين يختلف عن مستوى الموجات الاخرى ضمن الحزمة الضوئية الواحدة واذا مررنا هذا الضوء في موشور من نوع نيكول Nicol Prism فأن الضوء المارمن خلال الموشور ستكون ذبذباته كلها في مستوى واحد ويسمى الضوء الناتج 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 بأتجاه الخط الواصل بين الرأسين المتقابلين ثم تلحم ببعضها بواسطة مادة لاصقة شفافة تملك معامل انكسار مشابه وعند مرور الضوء فأن قسما منه يمر بحرية ويظهر على شكل ضوء مستقطب اما الجزء الاخر فأنه ينكسر بأتجاه اخر.



واذا مر الضوء المستقطب في احد المواد فأن هذا الضوء المستقطب أما ان يمر بحرية وبدون تغيروان مستوى الاهتزازات يتغير بأتجاه اليمين أو اليسار وتدعى المركبات التي تتمكن من ان تغير مستوى هذه الاهتزازات بأنها المركبات النشطة بصريا(Opticaliy active) مثل السكر وحامض التارتريك.ويمكن ان يقاس مقدار التغيرفي مستوى الاهتزازات بوضع موشور نيكول اخربعد المادة الفعالة كما في جهازقياس 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 فأن الضوء المستقطب القادم من الموشورالاول يمر بحرية خلال الموشور الثاني ويقرأ الجهاز صفراً أما اذا كانت المادة فعالة بصريا فانها ستغيراتجاه مستوى ذبذبات الضوء وبذلك يظهر المحلول معتما. وتقرأ درجة استدارة موجبة (+) اذا كانت استدارة الضوء لليمين وعلامة (−) سالبة اذا كانت الاستدارة لليسار 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 : $\alpha = [\alpha]_{\lambda}^{t} = \alpha^{\circ} / L \times C$

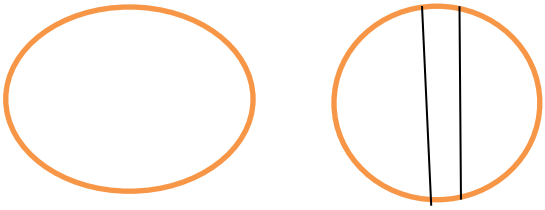
$$\alpha = [\alpha]_{\lambda}^{t} = \alpha^{\circ} / L \times g / v =$$

حيث: درجة الاستدارة = α° ، الاستدارة النوعية = $[\alpha]_{\lambda}^{t} = \alpha$ (SpecificRotation) 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 التميز بين المركبات المختلفة .

تنعكس الاشكال الجزيئية من شكل لاخر وهذا ما يسمى بالتحول المتبادل الانعكاسية **Mutarotation**

مثال: في محلول يحتوي على السكر الاعتيادي وجد ان درجة الاستدارة هي +12.60 ° عند استعمال انبوبة طولها 10 سم وفي ضوء الاصفر للصوديوم وحرارة 20مْ. فما هو تركيز السكر في لتر من المحلول اذا علمت ان استدارته النوعية=+66.41ْ تحت هذه الظروف.



طريقة العمل :-1- حضر محاليل سكرية بتراكيز(5،10،15،20) % 2- صفر الجهاز وذلك بملئ الانبوبة 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 فية.

الحسابات :**1**- اعمل جدولا 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 بنظر الاعتبار 4- ارسم خطا بيانيا يوضع العلاقة بين تركيز السكر ودرجة استدارة الضوء.

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

التجربه (3) لزوجة السوائل Viscosity of Liquids

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

وتكون اللزوجة عالية لبعض المواد السوائل مثل عسل النحل والدبس 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 البويز Poiese نسبة الي بويزال Poiseuille الذي كان من الأوائل في دراسة هذه الخاصية. وتعني وحدة البويز قوة مقدارها داين واحد كافية لتحريك سطح مستوٍ مساحته 1سم^2 يبعد مسافه 1سم عن سطح اخر مماثل له بحيث تعطي هذه القوة تعجيلا الي السطح المتحرك مقدارها (1سم/ثانيه) وفي هذه الحاله يقال ان طبقة السائل المحصوره بين السطحين تملك لزوجه مقدارها بويز واحد (داين ثانيه/سم^2).

الأجهزة المستخدمة لقياس اللزوجة:

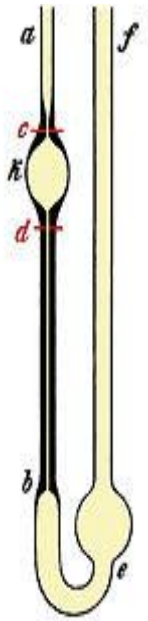
1-مقياس اللزوجة بالكرة الساقطه Falling Ball Viscometer:-يتكون هذا المقياس من اسطوانة مدرجة يوضع فيها السائل المراد قياس لزوجته ويعتمد القياس به على الكرة الساقطة ويتم ذلك بأسقاط كرة معدنية معلومة الحجم والكثافه في السائل المراد تعيين لزوجتة بألاستعانة بمعادلة خاصة تحسب لزوجة السائل بعد حساب زمن انتقال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

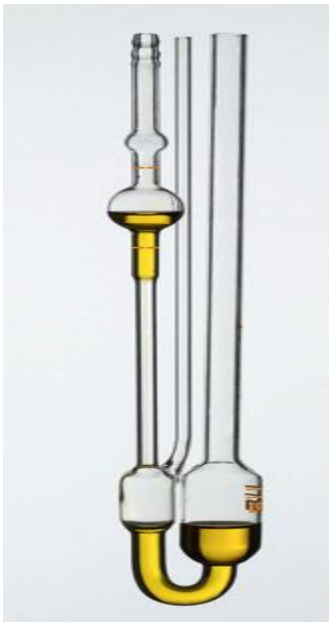
ó

ب2-مقياس استوالد لقياس اللزوجة Ostwalds Viscometer

توجد العديد من هذه المقايس وجميعها تعتمد على الاساس نفسه وهو حساب الزمن الذي يستغرقه السائل في الانتقال خلال الانبوب الشعري وتسجيل الوقت بالثواني بأستخدام ساعة توقيت وتبعاً لذلك تتباين هذه المقايس من ناحية القطر الداخلي للأنبوبه الشعريه.وتلجأ الشركات المصنعه عادةً معايرة هذه المقاييس باستخدام الماء المقطر بدرجة 20مْ.

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





ماصة اوستوالد وهي عباره عن انبوبه 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 الفتحه (1)حتى يرتفع السائل الى الانتفاخ(2) يترك ليسيل خلال الانبوب الشعري (3) وتستعمل ساعة توقيت(بالثواني) لحساب الفتره الزمنيه 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 .

تحسب اللزوجة بالاستعانة بالمعادلة التالية $\frac{n1}{n2} = \frac{t1d1}{t2d2}$

t1 t2 – زمن انسياب المحلول . d1 d2 كثافة السائل باستعمال قنينة الكثافة (غم/سم^3) الوزن /الحجم

- كيف يتم استخراج الوزن ؟

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

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

3-الحسابات اعمل جدولاً للسوائل المسعمله في التجربه والاوقات الازمه لمرور السائل وكثافتها.احسب لزوجة كل سائل بالاستعانه 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 القابليه على الالتصاق بجدار الانبوبة الزجاجية تغمر فيها هذه الصفه ناتجة عن قوة الجذب بين جزيئات المادة الزجاجية وجزيئات السائل وهي قوة اكبر من تلك الموجوده بين جزيئات السائل نفسها،هذه الصفه هي المسببه لارتفاع السوائل في الانابيب الشعريه(كما يحصل في الماء المقطر)

-(يتوقف ارتفاع السائل لحد معين بسبب الجاذبية الارضية حالة التوازن)

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

طرق قياس الشد السطحي

-هناك طرائق مختلفه لقياس الشد السطحي وان ابسط هذه الطرق هي استعمال انبوبة شعرية 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 مساويه لقوة الجذب الارضي التي تحاول جذب السائل الى الاسفل

-يمكن قياس الشد السطحي بالاستعانه بالمعادله التاليه

$$ϑ = \frac{hdgr}{2}$$

ϑ: الشد السطحي(نيوتن /م ، داين /سم)

h:ارتفاع السائل في الانبوبة الشعرية (م)

d:كثافة السائل(كغم/م^3،غم/ سم^3)

g:التعجيل الارضي(م/ثانيه^2)

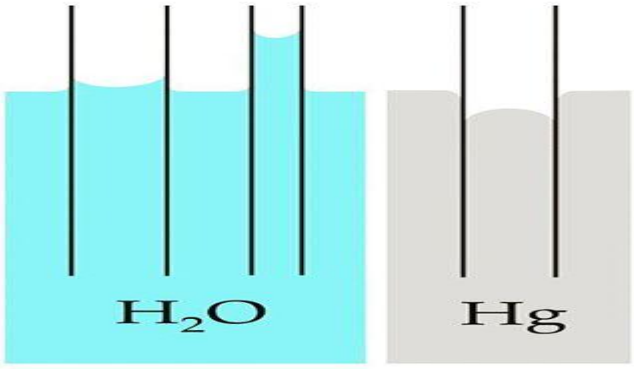
r^2 : مربع نصف قطر الانبوبه الشعريه (م^2)

عند استعمال انبوبه شعريه 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 الانبوبة الشعرية في درجة ثابته،ثم وضع السائل المراد تقدير شده السطحي لمعرفة الارتفاع (h2) الذي يبلغه هذا السائل بنفس الدرجة الحرارية وفي نفس الانبوبة

الشد السطحي للماء $ϑ = \frac{h1d1gr}{2}$ **1---------**

الشد السطحي للسائل $ϑ = \frac{h2d2gr}{2}$ **2-------**

اذا الشد السطحي $\frac{ϑ1}{ϑ2} = \frac{h1d1}{h2d2}$



مقارنة واضحة لخاصية الشعرية للماء مع الزئبق

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

مثال: (1) اذا كان نصف قطر انبوبه شعريه 0.0335سم وعند غمرها في سائل كثافتة 0.866غم/سم ارتفع السائل في الانبوبه الشعرية قدره 2.0سم فاذا علمت ان التعجيل الارضي 981 سم/ثانيه^3 احسب الشد السطحي ؟

مثال(2) احسب ارتفاع الماء داخل انبوبه شعريه نصف قطرها 0.002 عنده درجة حراره 30مْ علماً بأن كثافة الماء تساوي996كغم/م^3 والتعجيل الارضي 9.8م/ثانيه^3 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 انابيب الاختبار وسجل ارتفاع السائل بعد مرور(5-10دقيقه)

4-اتبع الطريقه نفسها لتقدير مدى ارتفاع السوائل الموجوده في المختبر

5-قم بقياس درجات حرارة السوائل المستعمله.

6-اعمل جدولاً بالنتائج التي حصلت عليها في المختبر

المحاليل	الشد السطحيγ	الارتفاعhسم	الكثافه dغم/سم^3	نصف قطر الانبوبه الشعريه rسم

قيم الشد السطحي لبعض السوائل		
γ in (mN·m^{-1})	درجة الحرارة	واجهة التلامس

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 أيوديد	20 °C	67.00
هواء - ميثيلين أيوديد	21.5 °C	63.11
هواء - إثيلين جليكول	25 °C	47.3
هواء - إثيلين جليكول	40 °C	46.3
هواء - ديميثيل سولفكسيد	20 °C	43.54
هواء - بروبلين 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 بربيوني	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 - هبتان	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
1 -ماء-Butanol	20 °C	1.8
أسيتات الإيثيل -ماء	20 °C	6.8
حمض الهبتانويك - 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 الداخليّة. في معظم السائل كل جزيء يسحب بالتساوي في جميع الاتجاهات بواسطة جزيئات السائل المجاورة، ومحصّلة 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 الشدّة (تكون كضغط هواء أو سائل آخر). لذلك كل الجزيئات عند السطح تكون عرضة لقوى داخليّة من التجاذب الجزيئي الذي من الممكن أن يكون متّزن فقط مع مقاومة السائل للضغط. ولذلك يغير السائل شكله حتى يشغل أقل مساحة سطح ممكنة.

وبعبارة أخرى يمكن تفسير هذه الظاهرة وهي أنّ طاقة الجزيء المتّصل مع جاره أقل من طاقة الجزيء الغير متّصل مع جاره. وكل الجزيئات الدّاخليّة تمتلك ما يجب امتلاكه من الجيران. ولكن جيران جزيئات السطح أقل عدداً من جيران الجزيئات الداخليّة، 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 شبه كروية بسبب ظاهرة الشد السطحي، وذلك لأن الكرة هي الشكل الهندسي ذو مساحة السطح الأقل. كما أن تباين مدى قوة قوى تماسك جزيئات السائل وقوى الالتصاق بالمادة المحيطة بالسائل يفسر لنا لماذاقد يبلل سائل معين بعض المواد في حين أنه لا يبلل 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 السطوح (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 لتسهل 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

تربط 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 فأن الضوء الساقط على المادة قد يتوزع في ثلاث اتجاهات وهي:-

1- قسم ينعكس في اتجاه معاكس لاتجاه الضوء الاصلي Rerlected 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 فأن المادة تظهر ملونة للعين واللون الظاهر هو اللون الغالب في الضوء المار فمثلا تظهر ايونات النحاس في محلول كبريتات النحاس بلون ازرق لان هذه الايونات تمتص الضوءين الاصفر والاحمر فتتغلب الموجة الزرقاء في الضوء المارويمكن قياس الضوء المار من المادة بامراره 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 ومقدارتأثير جزيئاته وعلى طول الموجة الضوئية المستعملة .

و تقاس اطوال الموجات الضوئية بأجزاء السم وهي:

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

تقسم الموجات الضوئية الى الاطوال التالية

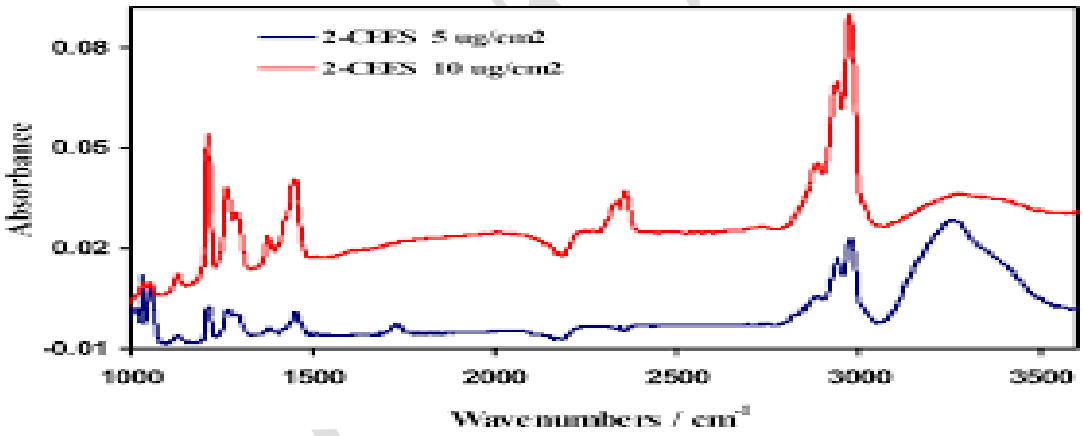
1- الموجات القصيرة وهي الموجات الضوئية التي يقل طولها عن (400)نانوم مثل الاشعة فوق البنفسجية UV
2- الموجات المتوسطة وهي الموجات الضوئية المرئية للعين Visble ويتراوح طولها بين 400-800 نانوم
3- الموجات الطويلة وهي التي يبلغ طولها اكثر من 800 نانوم كالاشعة تحت الحمراء Infar-red

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 طردي بين مقدار التيار المتولد وشدة الضوء الساقط على سطح هذه الخلية الضوئية photocellوهي 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 إستخدام خلايا مصنوعة من الكوارتز وهذه الخلايا لايكون من ضمن مكونات صنعها الصوديوم غالية الثمن .

طريقة العمل 1- نحضر محلول كبريتات النحاس وضعه في خلية قياس الامتصاصية2- صفر جهاز الامتصاصة بالماء لالغاء القراءات السابقة 3- اقرأ قيم الامتصاصية ابتداء من الطول الموجي 380-لغاية 780 وبزيادة مقدارها 10 4nm- دون النتائج بين الطول الموجي والامتصاصية5- ارسم العلاقة بين الطول الموجي l والامتصاصية a

جهاز شدة الضوء المطياف ا نواع الخلايا



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

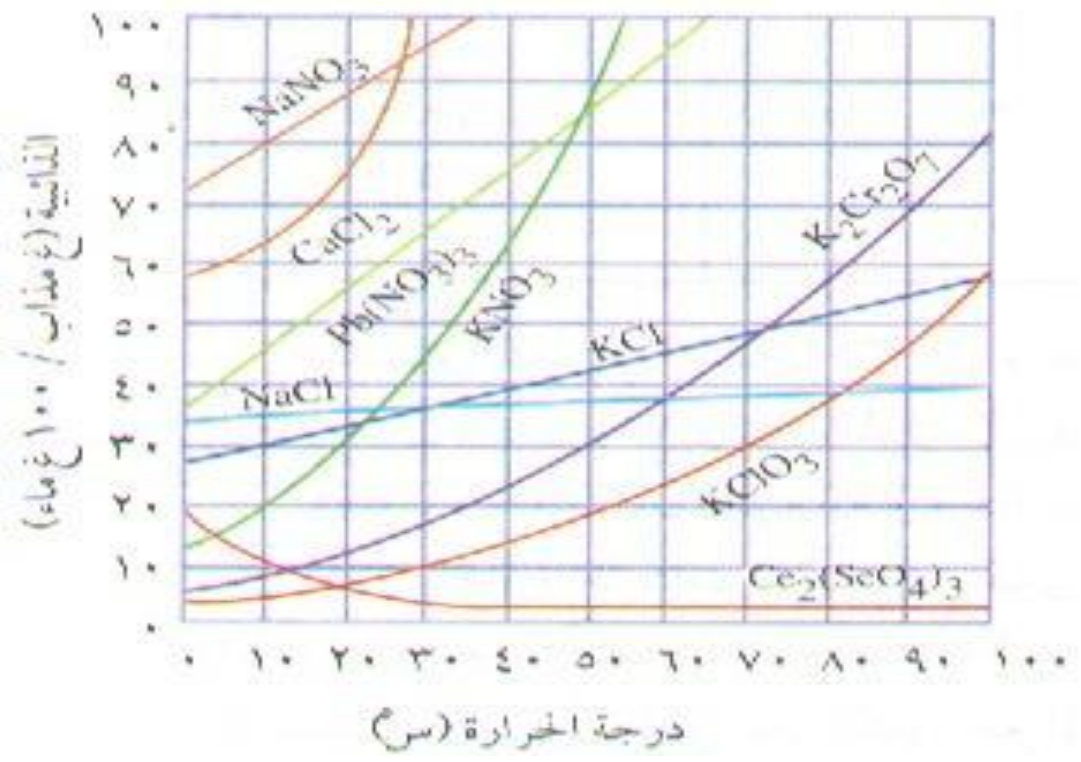
المحلول Solution هو الخليط المتجانس والمتكون من وجود جزيئات مادة تدعى بالمذاب منتشرة بين جزيئات مادة اخرى تدعى المذيب والمذاب اما يكون مادة صلبة سائلة غازية والمذيب هو السائل الموجودة عادة بكميات اعلى تركيزا.

يعرف المحلول المشبع Saturated Solutionهو عبارة عن المحلول الذي لايستطيع المذيب ان يذيب من المادة المذابة اكثر مافيه عند درجة حرارة معينة.

المحلول الغير مشبع UnsaturatedSolution هو المحلول الذي بأمكانه ان يذيب كمية اخرى من المذاب وهو عبارة عن المحلول الذي يحتوى 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 Naclلاتتأثر قابلية الذوبان كثيراً بدرجة الحرارة ونترات البوتاسيوم KNo_3 تزداد قابلية الذوبان بزيادة درجة الحرارة وكلوريد البوتاسيوم Kcl تزداد درجة الذوبان بزيادة

درجة الحرارة وكبريتات الصوديوم Na_2SO_4 عند درجة 32.5 تتحول الى كبريتات الصوديوم المائية $Na_2SO_4.10H_2O$

فوائد منحنيات الذوبان 1- تعين 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 فالملح الاقل ذوبان ينفصل اولا ومن خلال معادلة او S2 **علاقة فانت هوف Faut Hoff**

$$\log\frac{S2}{S1}=\frac{\Delta Hs(T2-T1)}{2.303RT2-T1}$$

S_2 تركيز المذيب في T_2 درجة حرارة الثانية

S_1 تركيز المذيب في T_1 درجة حرارة الاول ΔHs الحرارة الممتص من قبل وزن جزء واحد من المذاب عند اذابته في المحلول المشبع

Rمقدار ثابت يساوي 1.987كالوري/درجة .مول

طريقة العمل :-1- ضع 30 مل ماء مقطر في بيكر زجاجي وضعها في حمام مائي 30مْ 2- اضف الى الماء كمية من حامض الاوكزاليك وعند ذوبانها اضف 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 واضف وزن المحلول المضاف 6- سحح النموذج مع محلول هيدروكسيد الصوديوم 0.5 عياري مستخدماً دليل الفينونفثالين

الحسابات :احسب مقدار حامض الاوكزاليك $C_2H_2O_4$ 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 الماده صلبه او سائله قابله للذوبان في سائلين مختلفين لايمتزج احدهما في الاخر مثل الماء ورابع كلوريد الكاربون.فأن اضافة الماده المذابه 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)

ثابت التوزيع $K=\frac{C1}{C2}$

:اذا كان السائلان لا يمتزجان مطلقاً وان الماده المذابة تكون محلولاً مثاليا فأن ثابت التوزيع Kيصبح رقماً ثابتا لايتغير خصوصا في التراكيز الواطئة كما هو الحال عند توزيع البروم بين الماء و البروم فأن يمكن استعمال المعادلة العامة لثابت التوزيع. ولكن كثيراً من السوائل لاتكون عديمة الامتزاج تماماً اذ من الممكن ان يمتزج احدهما مع الاخر بنسبه ضئيله كما ان الماده الذابه قد تسك سلوك خاص مختلفاً في احد السائلين كما في حالة توزيع حامض الخليك بين الماء ورابع كلوريد الكاربون فقد وجد ان حامض الخليك يتفكك في الماء ويزداد تفككه عند قلة التركيز ولكنه يبقى محافظاً على خواصه في رابع كلوريد الكاربون وبذلك تتغير قيمة ثابت التوزيع مع تغير التركيز ،وقد وجد ان اضافة كميات قليلة من حامض الخليك الي السائلين تعطي تفككاً اكبر لهذا الحامض في الطبقه المائيه لذلك يتجه معظم هذا الحامض الى الماء

وفي المحايل 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 احداهما او كلاهما تغيراً كبيراً ويسبب ذلك حالة امتزاج اكبر بين السائلين

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

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

جامعة البصرة /كلية الزراعة

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 فيزياوية