

جامعة الموصل

كلية الزراعة والغابات

قسم علوم الاغذية والتقانات

الكيمياء الفيزيائية العملي

لطلاب المرحلة الثانية

اعداد: د. رقية فؤاد الاعرجي

م. م. افكار يحيى

المحاضرة الاولى

التوتر السطحي (الشد السطحي) Surface Tension

نظرية التجربة:

يتميز سطح أي بسائل بخاصية التوتر، فيسلك كما لو كان مغطى بغشاء مشدود يميل إلى أن ينكمش إلى أصغر مساحة ممكنة ويمكن تفسير هذه الظاهرة بأن كل جزيء داخل السائل يكون محاطاً بجزيئات أخرى من جميع الجهات وبذلك يعاني جذباً في كل الاتجاهات أما الجزيئات التي تكون على السطح فإنها تنجذب إلى الاسفل وإلى الجوانب ويكون هذا التجاذب أقوى من التجاذب بينها وبين جزيئات البخار في الجهة الأخرى، فيؤدي هذا إلى إنكماش سطح السائل إلى أقل مساحة ممكنة. وتوضح هذه الحقيقة كثيراً من الشواهد والظواهر الشائعة وتشمل الشكل الكروي لقطرات المطر وارتفاع الماء في الأنابيب الشعرية وحركة الماء في ورق النشاف وفي التربة . تعريف التوتر السطحي : القوة لكل سم التي يبذلها سطح السائل ليقاوم الزيادة في مساحته و يرمز لها بالرمز (كأما) .

فعند وضع أنبوبة شعرية من الزجاج وضعاً رأسياً في كأس ماء فإن الماء يرتفع فيها إلى مسافة معينة يمكن تفسير ذلك

كالاتي :-

إن الماء من السوائل التي تبلل سطح الزجاج ، ولهذا فإن السطح الداخلي للأنبوبة يغطي بغشاء رقيق من الماء ،وبما أن مساحة هذا الغشاء كبيرة نسبياً بالرغم من أن السائل يعمل دائماً على تقليل المساحة إلى أصغر حد ممكن لذلك يرتفع في الأنبوبة حتى تكون مساحة سطحية مساوية إلى مساحة مقطع الأنبوبة العرضي فقط ، وعندما يثبت سطح السائل في الأنبوبة يكون عمود الماء واقعاً تحت تأثير قوتين؛ إحداها إلى الأعلى وهي قوة توتر السطح، والأخرى إلى الأسفل وهي ناتجة عن وزن عمود الماء أو السائل ، و يمكن حساب توتر السطح بمعادلة هاتين القوتين .

1. القوة الناتجة عن وزن السائل (القوة نحو الأسفل) .

$$F_1 = \pi r^2 h d g$$

حيث π = النسبة الثابتة 7/22 أو 3.14

r^2 = مربع نصف قطر الأنبوبة الشعرية (cm^2)

n = ارتفاع السائل في الانبوبة الشعرية

d = كثافة السائل (Kg/L) أو (g/ml) .

g = التسجيل الأرضي ويساوي (7 cm/sec^2) .

القوة الناتجة عن توتر السطح. 2.

$$F_2 = 2 \pi r \gamma \cos \theta$$

حيث θ = زاوية التماس (ثيتا)

γ = توتر السطح

= موضع تلامس سطح السائل بالزجاج ويساوي المحيط الداخلي للانبوبة الشعرية $2 \pi r$

فإذا كان السائل يبيلك سطح الزجاج فان الزاوية θ = صفر إذن ($\cos \theta = 1$) حيث هنا أهمل التقعر لانه

شبه معدوم { وإلا فإنه يمكن حساب وزنه (وزن التقعر) لان وزنه يضيف عنصراً آخر إلى المعادلة الاولى

{ (F_1)

إلى المعادلة الاولى { (f_1)

عليه فإن المعادلة الثانية F_2 تكون بالشكل الاتي :- $F_2 = 2 \pi r \gamma$

فعند السكون تتساوى القوتان وتكونان بالشكل $F_1 = F_2$

$$2 \pi r \gamma = \pi r^2 h d g$$

$$h d g / 2 \pi r^2 \pi r \gamma =$$

$$\text{dyne/cm} = = \frac{1}{2} r h d g \gamma$$

المحاضرة الثانية

الظواهر التي يفسرها التوتر السطحي :

1. يمكن لإبرة صغيرة من الصلب أو شبكة دقيقة من النحاس بعد أن تغطى كل منهما بغشاء رقيق من الفازلين أن تطفو فوق سطح الماء بالرغم من أن كثافة النحاس أعلى من كثافة الماء .
2. إن السائل الذي يتدفق من فتحة ضيقة يتخذ شكلاً كروياً وهوالشكل الذي تبلغ فيه المساحة نهايتها الصغرى .
3. إرتفاع أو انخفاض السوائل في الأنابيب الشعرية ، فإذا كان السائل من النوع الذي يبيل سطح الزجاج فإنه يرتفع فيها كما في الماء، أما إذا لم يبيل السائل سطح الانبوبة الشعرية فإنه ينخفض كما في حالة الزئبق .
4. يرجع أثر الصابون في إزالة المواد الدهنية إلى أنه يعمل على تقليل التوتر السطحي بين الماء وهذه المواد إذ يكون رغوة نتيجة لتقليل التوتر السطحي وبذلك يمكن للماء أن يحيط بالمواد الدهنية ويزيلها .
- 5- تحتوي معاجين الاسنان أو السوائل المستخدمة في غسيل الفم على مواد تعمل على تقليل التوتر السطحي حتى يمكن للسوائل أو المعجون أن ينتشر بانتظام في الفم .

العوامل التي تؤثر على التوتر السطحي :

- 1 - درجة الحرارة تؤدي الى تقليل التوتر السطحي عند زيادتها في جميع السوائل. 2
- 2- وجود المواد الذائبة . إذ لا تؤثر الاملاح غير العضوية على التوتر السطحي إلا تأثيراً طفيفاً ، أما المواد العضوية كالصابون والكحول فإنها تعمل على تقليل التوترالسطحي إلى حد كبير.
- 3- وجود جسيمات ذات شحنات كهربائية تعمل على تقليل التوتر السطحي ويمكن ذلك بأخذ قليل من الزئبق في زجاجة ساعة ، فيلاحظ أنه يتخذ شكلك كروياً نظراً لكبر توتر سطحه ، فإذا أضيفت بضع قطرات من

ثنائي كرومات البوتاسيوم المحمضة بقليل من حامض النتريك فان بعض الزئبق يتأكسد مكوناً نترات الزئبقوز
وإذا لامستها بسلك معدني فإنها ترجع إلى التكورلاختزالها ورجوعها إلى الزئبق . .

الجزء العملي

الأجهزة والمواد المستخدمة:

- 1- أنابيب شعرية من الزجاج.
- 2- عدسة أومكروسكوب لقياس قطر الأنابيب .
- 3- قنينة كثافة.
- 4- مجموعة محاليل لتقدير الشد السطحي لها.

طريقة العمل

أ- تنظف الأنابيب الشعرية وتجفف وتغمر في الماء وبقيّة المحاليل ويقاس إرتفاع السائل عند
درجة حرارة ثابتة ، ثم تقدر الكثافة باستخدام قنينة الكثافة ويقاس نصف قطرالانبوبة .

ب - تجرى تجربة الزئبق بوضع قطرة منه في زجاجة ساعة وإضافة القليل من ثنائي كرومات البوتاسيوم
المحمضة بحامض النتريك، وضع سلك معدني وتسجل الملاحظات .

الحسابات يحسب التوتر السطحي للماء ، محلول الصابون ، الكحول وعند درجة 25°C 50°C

أسئلة للمناقشة :

1. كيف يمكن تعيين نصف قطر الانبوبة الشعرية إذا لم يكن لدينا عدسة أومكروسكوب وكان لدينا سائل
(الماء مثلاً) معلوم الشد السطحي له عند درجة حرارة معينة .
2. هل يجب أن تكون الأنبوبة الشعرية بشكل عامودي حتى نجد الشد السطحي للسائل حسب المعادلة
التي لدينا ؟ ولماذا ؟

3. لو رسمنا خطأً بيانياً لقيمة التوتر السطحي مقابل الزيادة في درجة الحرارة كيف تتوقع أن يكون شكل الخط ؟

المحاضرة الثالثة

محاليل المواد الصلبة في السائلة

اسم التجربة: 1. الذوبانية Solubility

نظرية التجربة

يعرف المحلول بأنه خليط متجانس من مادتين أو أكثر ، حيث تسمى المادة التي توجد في المحلول بنسبة قليلة بالذائب **solute** ، أما تلك التي توجد بنسبة كبيرة فتسمى بالمذيب **Solvent** ، ويوصف المحلول عند درجة حرارة معينة بأنه مشبع **saturated** إذا لم يستطع المذيب أن يذيب من المادة المذابة أكثر مما فيه عند هذه الدرجة الحرارية ، وحينئذٍ يبقى الزائد من المذاب كما هو في المحلول .

وخلال عملية الاذابة تتكون حالة من الإتزان الديناميكي بين جزيئات المذاب غير الذائبة والجزيئات الذائبة (حيث تكون سرعة ذوبان الأول مساوية للسرعة. التي تنفصل بها جزيئات المذاب من المحلول . فعند إضافة مادة صلبة مثل السكر إلى كمية معينة من مذيب

ما مثل الماء فإن السكر يذوب وتختلط جزيئاته مع جزيئات الماء مكونة محلولاً متجانساً، ويستمر ذوبان السكر في الماء حتى يبقى بعضه على صورته الصلبة في حالة إتزان مع المحلول فيتكون محلول مشبع **saturated solution** . ويطلق على المحلول بأنه غير مشبع عندما يحتوي من المذاب أقل من القدر اللازم لتشبعه عند درجة حرارة معينة أما إذا كان المحلول يحتوي على كمية من المادة المذابة أكثر مما يلزم للتشبع عند درجة حرارة معينة فيقال أنه محلول فوق التشبع **Over Saturated** : - وتعرف بأنها قابلة ذوبان الجسم الصلب (كالأملاح أو السكريات) في الماء وعند درجة حرارة معينة بـ (عدد غرامات المادة الصلبة اللازمة لتشبع 100 غرام عند هذه الدرجة) ، و يمكن تعيين درجة الذوبان عملياً بتحضير محلول مشبع من المادة عند درجة حرارة ما ثم تقدير وزن المادة المذابة ويكون ذلك عادة بطريقة المعايرة بالتسحيح **Titration** ، فيقدر حامض الأوكزاليك مثلاً في محلول ما بمعايرته بمحلول قياسي من برممنكات البوتاسيوم كما يقدر كلوريد الصوديوم **NaCl** بمعايرته بمحلول نترات الفضة وهكذا .

تعتمد قابلية ذوبان الأجسام الصلبة في المذيبات السائلة على طبيعة كل من المذاب والمذيب، وكذلك على درجة الحرارة .

$$k_{sp} = [A] [e]$$

علاقة درجة الذوبان مع درجة الحرارة T

- لا يتغير ذوبان NaCl تغير ملموس مع تغير T
- تزداد KNO_3 , KCl, $NaNO_3$ بارتفاع T
- تزداد Na_2SO_4 لحد $T = 32.4$ ومن ثم تبدأ بالإنخفاض

Na_2SO_4	$Na_2SO_4 \cdot 10H_2O$
يفقد ماء تبلور	يحتوي ماء تبلور

$$K_{sp} = K[Na^+] [H^-]$$

في الماء نأخذ مل أما إذا كان المذيب غير الماء نستخدم غرام .

تأثير درجة الحرارة على قابلية الذوبان .

يوضح الشكل أدناه العلاقة بين درجة الذوبان ودرجة الحرارة لبعض الأملاح في الماء إذ نلاحظ أن ذوبان كلوريد الصوديوم NaCl لا يتغير تغير ملموساً بتغير درجة الحرارة ، أما نترات الصوديوم $NaNO_3$ ونترات البوتاسيوم KNO_3 وكلوريد البوتاسيوم KCl فإن درجة الذوبان تزداد زيادة ملموسة بارتفاع درجة الحرارة . وفي حالات أخرى مثل كبريتات الصوديوم Na_2SO_4 فإنه بارتفاع درجة الحرارة تزداد الذوبانية حتى درجة $32.4^\circ C$ ثم تبدأ الذوبانية بالنقصان .

تعزى هذه الحالة إلى أن تركيب المادة المذابة قبل درجة $32.4^\circ C$

تختلف عنه عند درجة الحرارة أعلى من $32.4^\circ C$ ،

فعند درجة الحرارة أقل من $32.4^\circ C$

يكون تركيب كبريتات الصوديوم $Na_2SO_4 \cdot 10H_2O$

وعند درجة حرارة أعلى من $32.4^\circ C$ يكون Na_2SO_4 ،

أي أن الملح يفقد ماء التبلور فيصبح لا مائياً . وتعرف درجة $32.4^\circ C$ في هذه الحالة

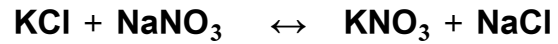
بالدرجة الانتقالية **Trenstition Temperature** وهي تمثل الدرجة التي يحدث عندها تحول بلورات الملح المائية إلى بلورات لامائية .

وتفيد منحنيات الذوبان في نواحي كثيرة منها : -

1- تعيين درجة الذوبان عند درجات الحرارة المختلفة.

2- معرفة وزن المذاب الصلب الذي ينفصل بالتبلور عند خفض درجة الحرارة .

3- نظراً لإختلاف درجات الذوبان للمواد مع تغير درجة الحرارة ، فإن منحنيات الذوبان تفيد في معرفة الترتيب الذي تتفصل به الاملاح من محلول يحتوي على خليط منها . عليه فالمحلول الأقل ذوباناً ينفصل أو يتبلور أولاً. فعند تحضير نترات البوتاسيوم مثلاً يضاف محلول كلوريد البوتاسيوم إلى محلول نترات الصوديوم بتركيزين متساويين فيحدث التفاعل بينهما كافي المعادلة الآتية :-



وهذا التفاعل عكسي ، حيث يحتوي المحلول عند درجة الإتزان على نواتج التفاعل $\text{KNO}_3 + \text{NaCl}$ وكذلك على المواد المتفاعلة $\text{KCl} + \text{NaNO}_3$.

فنلاحظ من الشكل البياني أن الفرق بالذوبانية عن درجة الحرارة الاعتيادية يكون غير ملحوظ فيصعب فصل نترات البوتاسيوم ، ومع زيادة الحرارة يزداد الفرق في درجات الذوبانية ، وبذلك تحضر نترات البوتاسيوم بخلط مكونات التفاعل و تسخين المحلول حتى الغليان فينفصل كلوريد الصوديوم (تبلور) لأنه أقل الأملاح ذوباناً عند هذه الدرجة الحرارية مما يؤدي إلى إخلال بالإتزان ممايزيد من سرعة التفاعل باتجاه اليمين فتحضر نترات البوتاسيوم نقية من الأملاح الأخرى .

المحاضرة الرابعة

طرق التعبير عن درجة تركيز محاليل المواد الصلبة في السوائل

1 - **التركيز المولاري (Molarity) :** هو عدد المولات من المادة المذابة في لتر واحد من المذيب .

التركيز المولاري (M) = وزن المذاب (غم) x 1000 / الوزن الجزيئي للمذاب x حجم المحلول (مل)

2 - **التركيز العياري (Normality) :** هو عدد الأوزان المكافئة المذاب في لتر واحد من المذيب .

التركيز العيادي N = وزن المذاب (غم) x 1000 / الوزن المكافئ للمذاب x حجم المحلول (مل)

الوزن المكافئ = الوزن الجزيئي

عدد المكافئ (n)

3 - التركيز المولالي (Molality) : هو عدد مولات المادة المذابة في 1000 غم (1كغم)

من المذيب

التركيز المولالي (m) : وزن المذاب (غم) $\times 1000$ / الوزن الجزيئي \times وزن المذيب (غم)

إذا كان الماء هو المذيب فان التركيز المولالي = التركيز المولالي

أي أن $M=n$

4 - الكسر المولي (Mole Fraction) : هو نسبة المولات لمادة ما (المذاب أو المذيب) إلى مجموع

المولات الكلية الموجودة في المحلول .

مثلاً الكسر المولي للمذاب = عدد مولات المذاب

عدد مولات المذاب + عدد مولات المذيب

الكسر المولي للمذيب = عدد مولات المذيب

عدد مولات المذاب + عدد مولات المذيب

عليه فإن مجموع الكسور المولية لمحتويات المحلول تساوي (واحد).

5- النسبة المئوية الوزنية (w / w %) $100 \times \frac{\text{وزن المذاب}}{\text{وزن المذيب} + \text{وزن المذاب}}$

أو النسبة المئوية (w/v %) = وزن المذاب $100 \times$

حجم المحلول

وهذه الطريقة أكثر استعمالاً في الصناعات الغذائية (لأنها سهلة التعبير وتعني نسبة وزن المادة المذابة الى

وزن أو حجم المحلول الكلي).

الجزء العملي :

- الإجهزة والمواد المستعملة

(1) بيكر ، قناني حجمية ، ميزان حساس

(2) مواد كيميائية صلبة لتحضير محاليل منها.

- طريقة العمل .

A - تحضير 100 مللتر من محلول ملح كلوريد الصوديوم بتركيز (0.02m) :-

- وزن ما يتطلبه تحضير هذا التركيز من كلوريد الصوديوم NaCl بميزان حساس باستخدام بيكر صغير.

- إذابة الملح بكمية قليلة من الماء المقطر وتفرغ المحلول باستخدام القمع في قنينة حجمية 100مللتر .

- يكمل بالماء المقطر إلى العلامة ، ثم تسد القنينة الحجمية وتحرك قليلا .

B تحضير 25 مللتر من محلول السكر بتركيز (4%)

- وزن السكر المطلوب اذابته لتحضير % 4 في 25 مللتر ماء في بيكر صغير باستخدام ميزان حساس .

- يذاب السكر بالماء المقطر مع التحريك ويفرغ في قنينة حجمية ثم يكمل بالماء المقطر إلى العلامة ، وتحرك القنينة قليلاً.

الحسابات

باستخدام قانون التركيز المولاري ، و قانون النسبة المئوية (وزن في حجم) جد وزن ماتحتاجه من المواد الصلبة (كلوريد الصوديوم والسكر) لتحضير المحاليل أعلاه .

أسئلة المناقشة

1. أن المحاليل التي حضرناها مخففة أم مركزة ؟
2. المحاليل التي في حالة التشبع هل هي مركزة أم مخففة ؟
3. هل عملية تحضير المحاليل تكون بإذابة مادة صلبة في سائل أم يمكن تحضير محلول بإذابة مادة مسائلة في سائل؟
4. متى يتساوى التركيز العياري مع التركيز المولاري ؟
5. هل من الممكن أن يتساوى التركيز المولاري مع التركيز المولالي؟

المحاضرة الخامسة

2. ظاهرة الانكسار : هي ظاهرة إنحراف المسار الضوئي الشعاع عندما يمر في وسطين مختلفين في الكثافة.

1- الشعاع الضوئي ينكسر مقترباً من العمود المقام على سطح الانفصال عندما يمر من وسط أقل كثافة إلى وسط أكبر كثافة .

2- الشعاع الضوئي ينكسر مبتعداً من العمود المقام عند ما يمر من وسط أكبر كثافة إلى وسط أقل كثافة .

معامل الانكسار : هو النسبة بين سرعة الضوء في الفراغ إلى سرعة الضوء في المادة .

$$\text{معامل الانكسار} = \frac{\text{جيب زاوية السقوط}}{\text{جيب زاوية الإنكسار}}$$

زاوية إنكسار الحرجة: هي تلك الزاوية التي يبلغ مداها 90 حيث ينطبق الشعاع المنكسر على سطح الانفصال

للطبقتين. وتعتمد قيمتها على

1. عدد الذرات في الجزيئة .
2. تركيز المادة المقاسة .
3. كيفية ترتيب الذرات ضمن الجزيئة .
4. نوع الأواصر.

معامل الانكسار خاصية طبيعية من خواص المادة النقية لذلك تستخدم مختبرات السيطرة النوعية معامل الإنكسار في القياسات الروتينية.

معامل الإنكسار Refractive Index

نظرية التجربة :- إذا مر شعاع ضوئي بين وسطين مختلفين في الكثافة الضوئية فإنه لا يواصل مساره الأصلي في خط مستقيم ، بل يعاني إنحرافاً في مساره الأصلي ، وهذه الظاهرة يطلق عليها ظاهرة الإنكسار. وينكسر الشعاع مقترباً من العمود المقام على سطح الانفصال عندما يمر من وسط أقل كثافة إلى وسط أكثر كثافة ، ويبتعد الشعاع عن العمود إذا مر من وسط أكبر كثافة إلى وسط أقل كثافة ، ويمكن تعريف معامل الانكسار على أنه (النسبة بين سرعة الضوء في الفراغ التام على سرعة الضوء في المادة) ، ولصعوبة قياسات سرعة الضوء فقد تم التعويض عنها بقياس النسبة بين جيب زاوية السقوط على جيب زاوية الإنكسار.

معامل الإنكسار = $\frac{\text{جيب زاوية السقوط}}{\text{جيب زاوية الإنكسار}}$ وكلما زادت زاوية السقوط في القيمة زادت زاوية الإنكسار إلى أن تصل

إلى حالة ينطبق فيها الشعاع المنكسر على سطح الانفصال أي تصبح زاوية قائمة ، ويطلق على زاوية إنكسار قدرها 90° بالزاوية الحرجة. وتتوقف درجة الإنكسار على عدة عوامل منها :

1. عدد الذرات التي تتكون منها الجزيئة الواحدة من المادة.

2. تركيز المادة المقاسة إن كانت مذابة في محلول ما.

3. كيفية ترتيب الذرات ضمن الجزيئة ونوع الأواصر الموجودة وعددها .

يعتبر معامل الإنكسار من ضمن الصفات الطبيعية الثابتة للمادة النقية ، لذلك تستخدم قياساته في مختبرات السيطرة النوعية لأغراض عديدة منها :

1- تقدير المواد الصلبة الذائبة في المحاليل ، إن معامل إنكسار الماء النقي (1.333) في درجة 30°C ويزيد معامل الإنكسار مع ازدياد نسبة المواد الصلبة الذائبة إذ يتم تقدير نسبة المواد الصلبة الذائبة في المحاليل البروتينية والبيض والخل والمحاليل السكرية والعسل الأسود ، وهناك علاقة بين معامل الانكسار والكثافة :

$$\text{الكثافة} = \frac{1 - (\text{معامل الأنكسار})^2}{0.2061 * 7 + (\text{معامل الإنكسار})^2}$$

2- تقدير نسبة المواد الصلبة الذائبة في عصير الفواكه والخضر ومنتجاتها كالمربى والشراب ، ويجب مراعاة أن عصير الفواكه يحتوي على مواد صلبة ذائبة غير السكروز كالأحماض العضوية والسكر المحمول (كلوكوز + فركتوز) والفيتامينات القابلة للذوبان في الماء وغيرها.

3- تقدير المواد الصلبة الكلية في منتجات الطماسة كالصلصة ، حيث يصفى المحلول المراد قياسه لإزالة المواد الصلبة غير الذائبة ، ويتم إيجاد النسبة المئوية للمواد الصلبة الكلية باستعمال معادلات خاصة.

4- تقدير نقاوة الزيت والدهن ، حيث لكل زيت أو دهن نقي معامل إنكسار معين لم خاص به ويعتبر من ضمن خواصه الطبيعية ، ويبدل تغيره على خلل في خواص الدهن أو الزيت وتضعيها ، ويقاس معامل الانكسار للزيوت عند درجة حرارة 20°C وللدهن عند درجة حرارة 40°C .

5- هدرجة الزيوت : إذ يمكن إستخدام معامل الإنكسار للتحكم في كمية الهيدروجين المضافة ، حيث يزيد معامل الإنكسار بزيادة الرقم اليودي ومن المعروف أن الرقم اليودي يقل مع ازدياد كمية تشبع الزيت. وعلى ذلك لمعرفة معامل الإنكسار يمكن حساب الرقم اليودي من جد اول خاصة .

المحاضرة السادسة

الأساس الذي يبني عليه عمل الأجهزة

يتوقف عمل الأجهزة على معامل الإنكسار وجيب زاوية السقوط و الانكسار وهذه الأجهزة تسمى الرفراكتوميترات (Refractometers) : حيث تقاس الزاوية الحرجة بضوء ساقط بزاوية حادة على السطح الأملس للمنشور. وعادة ينسب معامل الإنكسار لأي مادة إلى الهواء فإذا لم يكن أحد الوسطين هواء كأن يمر الضوء مثلاً خلال الزجاج إلى المادة وهو الوضع الموجود بالرفر اكتروميترات ، فيجب أن تحول القيمة الناتجة بحيث تعطي معامل الانكسار منسوباً للهواء على النحو الآتي :-

معامل إنكسار المادة منسوباً للهواء = معامل إنكسارالزجاج منسوباً للهواء X معامل إنكسار المادة منسوباً للزجاج.

غير أن الرفراكتوميترات عادة تقرأ مباشرةً معامل إنكسار المادة منسوباً للهواء.

رفراكتومتر آبي :

من أكثر أنواع الرفراكتوميترات انتشاراً ، ويمتاز ببساطة وسهولة استخدامه وإستعماله في السوائل والمواد الصلبة ، وصلاحيته لإعطاء معامل إنكسار في مجال واسع بين 1,3-1,7 بدقة قدرها (واحد من ألف)، ويكفي لإجراء القياس عدد قليل من قطرات السائل المراد إختباره لتكوين غشاء رقيق بين منشوري الجهاز ، وهذا الغشاء يكون رقيقاً جداً بحيث يمكن القياس حتى للسوائل ذات الألوان الداكنة ، وغير الشفافة.

أجزاء الرفراكتوميتر :

1) الجسم المنشوري :

يتكون من منشورين من زجاج الفلنت ، أحدهما مثبت وذو سطح أملس توضع عليه قطرة من السائل المراد إختباره ويسمى منشور القياس والآخر قابل للحركة وذو سطح أقل نعومة ويتصل بالاول بطريقة تسمح بوجود مسافة بينهما مقدارها (0.1cm) . وذلك عند انطباقهما فيحصران غشاء رقيق من السائل ، وفي هذه الحالة

نجد أن سطح المنشور الخشن يصبح مصدراً لشعاع الضوء المار داخل التلسكوب ويتحرك الجسم المنشور حركة دائرية حول محور أفقى بواسطة المقبض.

(2) التلسكوب :

مزود بشعرتين متقاطعتين يمكن بواسطتها رؤية الحد الفاصل للانعكاس الناشيء ولإيجاد الحد الفاصل للانعكاس الكلي مع نقطة تقاطع شعرتي التلسكوب يدار الجسم المنشوري .

(3) مجهر القراءة :

يستخدم في قراءة تدريج معامل الإنكسار وهذا التدريج مقسم بشكل تدريج نسبي لجيوب زوايا السقوط الخاصة بالحد الفاصل للانعكاس الكلي مضروبة في معامل . الانكسار للمنشورين ، وبذلك يمثل التدريج معامل إنكسار السائل مباشرة منسوباً إلى الهواء ، كما يوجد تدريج آخر للنسبة المئوية للمواد الصلبة الذائبة .

(4) المعوض :

إذا انكسرت أشعة الضوء الأبيض فأنها تحلل الى ضوء ذو ألوان مختلفة حيث أنه معامل الانكسار يتناسب تناسباً عكسياً مع طول الموجة ، وهذا الانكسار غير المتجانس للضوء ذي الموجات المختلفة في الطول يطلق عليه إصطلاح الانتشار . ويستخدم المعوض لتلافي الانعكاس غيرالمتساوي الموجود للموجات الضوئية غيرالمتجانسة التي يتكون منها الضوء الأبيض العادي خلال استخدامه ، وعادة تقدر معاملات الانكسار القياسية باستخدام ضوء الصوديوم الموحد الموجة (3,589 ملي مايكرون) وعلى درجة حرارة معينة (20°C). وفي هذه الحالة لا يستخدم المعوض.

المحاضرة السابعة

طريقة العمل

- 1- ينطف المنشورين جيداً وباحتراس بمادة مناسبة مثل الكحول مع تجنب عدم خدشهما.
- 2- توضع نقطة من السائل الرائق الخالي من المواد الصلبة العالقة فوق المنشورالسفلي الثابت ثم يطبق عليه المنشور العلوي .
- 3- يمرر شعاع من الضوء بواسطة المرآة المعدة لهذا الغرض.
- 4- ينظر خلال العدسة العينية ويحرك المنشورين بواسطة المقبض الخاص فيلاحظ منطقة مظلمة وأخرى مضيئة ، ويستمر في التحريك حتى ينطبق الخط الفاصل بين هاتين المنطقتين على موضع تقاطع الشعرتين .

5- ينظر خلال العدسة المكبرة المركبة فوق التدريج (مكسكوب القراءة) ويقراً معامل الإنكسار وكذلك النسبة المئوية للمواد الصلبة هواء.

المحاضرة الثامنة

إمتصاص الضوء

Absorption of Light

نظرية التجربة :-

تتكون الموجات الضوئية من وحدات إشعاعية تدعى الفوتونات **photons** وإن الطاقة الموجودة في الفوتون الواحد تمثل كوانتوم الطاقة **Quantum of Energy** (أي طاقة ذات كمية معينة) ، ويتوقف مقدار الطاقة الموجودة في الفوتون الواحد على طول الموجة الضوئية . فالطاقة عالية جداً في فوتونات الموجات القصيرة كالأشعة فوق البنفسجية (u.v. Light) ، أما الموجات الطويلة كالأشعة تحت الحمراء (IR) فتمتلك طاقة قليلة . وتكون جميع الفوتونات متجانسة ومحتوية على كميات متساوية من الطاقة في الموجة الضوئية الوحيدة اللون) وتقاس أطوال الموجات الضوئية بأجزاء السنتمتر وهي :

مايكرون $10^{-6} \text{ م} = 10^{-4} \text{ سم} = (\text{Micrometer}) \text{ Mm}$

نانوم $10^{-9} \text{ م} = 10^{-7} \text{ سم} = (\text{Nanometer}) \text{ nm}$ $E=hv$

يسمى النانوم أيضاً بـ (ملي مايكرون).

وتقسم الموجات الضوئية عادة إلى الأطوال التالية :

1- **الموجات القصيرة** : وهي الموجات الضوئية التي يقل طولها عن (400) نانوم ومثال ذلك الأشعة فوق البنفسجية.

2 - **الموجات المتوسطة** : وهي الموجات الضوئية المرئية للعين (Visible) ويتراوح طولها بين (400-800nm) .

3- **الموجات الطويلة** : وهي التي يبلغ طولها أكثر من (800nm) كالأشعة تحت الحمراء . الموجات الطويلة

من التعابير المستعملة في دراسة إمتصاصية الضوء .

* طول الموجة الضوئية (wave length) ويرمز لها (λ) لامدا.

$$\frac{1}{\text{طول الموجة (متر)}} = \frac{1}{\lambda(m)} = \text{Wave number } v$$

$$\text{* التردد (Frequency) } v = \frac{\text{سرعة الضوء (م/ثانية)}}{\text{طول الموجة (م)}} = \text{عدد الترددات / ثانية} = \text{هرتز (Hz)}$$

$$\text{هرتز Hertz (Hz)} = x^2 \frac{3 \cdot 10^2 \text{ م}^2 \text{ ثانية}}{\lambda}$$

القوانين الأساسية لنظرية امتصاص الضوء:-

هنالك قانونان أساسا فكرة إمتصاص الضوء من قبل المحاليل الحاوية على مواد كيميائية .

1. قانون لامبرت Lambert's Law

(في حالة مرور ضوء أحادي الموجة خلال محلول ذي تركيز ثابت فإن إمتصاص المحلول يتناسب بشكل مباشر مع عرض الخلية التي تحتوي على النموذج)

2. قانون بير Beers Law

(عند مرور ضوء أحادي الموجة خلال محلول في خلية ذات عرض ثابت فإن إمتصاص الضوء من قبل المحلول يتناسب طردياً مع تركيز المحلول)

من هذين القانونين وضع قانون (بير لامبرت) والذي يمكن توضيحه بالمعادلة الآتية :

$$A = \epsilon b c$$

إذ أن $A =$ الأمتصاصية.

ϵ (Epsilon) = معامل الإمتصاص المولاري (لتر امول . سم)

$b =$ عرض الخلية (سم)

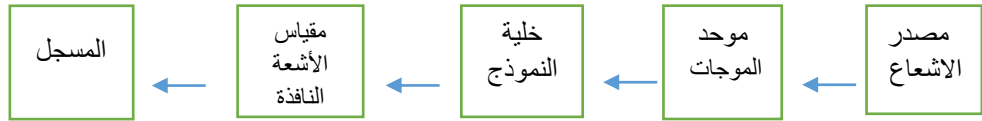
$c =$ تركيز المحلول مول \ لتر (مولاري)

المحاضرة التاسعة

المطياف Spectrophotometer

الجهاز المستخدم لقياس إمتصاصية الضوء يدعى المطياف Spectrophotometer.

ويتكون من الاجزاء الموضحة في المخطط الآتي:-



(1) مصدر الإشعاع . هنالك مصدرين للإشعاع :-

- أ - الأشعة فوق البنفسجية :- يعتبر مصباح الهيدروجين أو غاز الزئبق من أكثر الانواع شيوعاً للحصول على هذا النوع من الأشعة ، إذ يعطي هذا المصباح أشعة بطول موجي تتراوح بين (180-350 nm)
- ب - الأشعة المرئية :- يستعمل مصباح التنكستون لإعطاء طول موجي بين 350 إلى 2500 نانوميتر .

(2) موحد الموجات : إذ تكون الأشعة المنبعثة من أي مصدر بشكل خليط من الموجات بأطوال موجية مختلفة ، إذ من المفروض إستخدام أشعة على طول موجي معين .

لأسباب الآتية :-

- أ - إن قانون بير ينطبق على الأشعة موحدة الموجات.
- ب - إن حزم الأشعة ذات الأطوال الموجية الموحدة والواقعة ضمن حدود ضيقة تساعد على التعرف على المواد التي تمتص الأشعة على أطوال مرجية متقاربة.
- ج - تساعد على زيادة حساسية الاختبار .
- وتوجد طريقتان للحصول على الأشعة الموحدة الموجات.

- باستعمال مرشحات ضوئية Light Filter وتصنع من مواد ملونة وتمتص معظم الأشعة وتسمح لقسم بسيط منها بالمرور خلالها وتتفد على شكل حزمة من الأشعة ذات أطوال موجية متقاربة.
- باستعمال جهاز موحد الموجات الذي يعطي حزمة من الأشعة ذات أطوال موجية متقاربة.

(3) خلية وضع العينة.

- ✓ عند القياس في المنطقة فوق البنفسجية توضع العينات في خلايا (Cuvette) من الكوارتز والسليكا المنصهرة ، ولا يستخدم الزجاج لأنه يمتص في هذه المنطقة فيحدث تداخل.
- ✓ أما عند القياس في المنطقة المرئية فتستخدم خلايا (Cuvette) زجاجية اعتيادية وفي الحالتين يكون طول الممر (l) الذي تسلكه الأشعة خلال المحلول .

4) جهاز قياس الأشعة النافذة .

ويسمى هذا الجهاز أيضاً بـ (الكاشف) إذ يمتص طاقة الفوتونات ويحولها إلى نوع آخر من الطاقة (حرارة أو تيار كهربائي) إذ قوة التيار الكهربائي تكافئ قوة الفوتونات النافذة ، ويشترط في هذه الأجهزة :-

أ - أن تكون على درجة عالية من الحساسية .

ب - السرعة في القياس .

ج - ثبات الجهاز وقلة الذبذبات الحاصلة فيه.

I_0 = الشعاع الساقط

I = الشعاع النافذ

c = تركيز الحلول

b = عرض خلية القياس

5) المسجل :

هو جهاز يستقبل الإشارات من جهاز قياس الأشعة النافذة ويقوم بتحويلها إلى أرقام أو إلى شكل رسم بياني ، وعادة ما تكون هذه الأجهزة موصولة بأجهزة طباعة البيانات.

المحاضرة العاشرة

الجزء العملي :

الأجهزة والمواد المستخدمة: -

1. جهاز قياس الامتصاصية 2. خلايا للنموذج 3. محاليل مختلفة التراكيز .

طريقة العمل :-

1- يضبط الجهاز عند الطول الموجي المحدد وإمتصاص يساوي صفر باستخدام الماء المقطر في التصفير كمحلول صوري (Blank).

2- يوضع المحلول الملون المراد قياسه في الخلية الخاصة بالجهاز.

3- يضبط الطول الموجي وتسجل قياسات الامتصاصية.

اللون	الطول الموجي
اللون البنفسجي	400 - 450 نانوم (مليما يكرن)
الأزرق	" 450 - 500
الأخضر	" 500 - 570
الأصفر	" 570 - 590
البرتقالي	" 590 - 620
الأحمر	" 620 - 750

4 - قم بتكوين منحنى قياس Standard Curve بقياس الإمتصاصية للتركيز المختلفة التي حضرتها ورسم النتائج على شكل بياني

5 - قم بقياس الامتصاصية للعينات المجهولة وجد تركيزها بعد تسقيطها على المنحني القياسي .

أسئلة للمناقشة :

- 1- هل تتوقع أن من الممكن مطابقة قانون (بير . لامبرت) لأي تركيز من المحلول ؟
- 2- ما تأثير درجة الحرارة على الامتصاصية ؟ وهل يجب القياس في درجة حرارة ثابتة. أم لا يشترط ذلك؟
- 3- كم نوع من الأجهزة المستخدمة لقياس الامتصاصية يوجد من ناحية الشعاع الساقط ؟
- 4- ماهي محتويات المحلول الصوري Blank المستخدم في تفسير الجهاز ؟
- 5 - مامدى تطبيق هذه الطريقة للقياس في اختصاص الصناعات الغذائية ؟ أوللمحاليل غير الملون .

المحاضرة الحادية عشر

4. اسم التجربة : اللزوجة Viscosity

نظرية التجربة.

اللزوجة Viscosity : هي المقاومة التي يبديها السائل عند إنسيابه أو تحركه ، أوهي القوة اللازمة لتحريك السائل المحصور بين سطحين لمسافة معينة ، وهذه القوة تساوي مقدار المقاومة التي يبديها السائل المتحرك بين السطحين لمسافة معينة.

الوحدة المستخدمة لقياس اللزوجة هي **poise** (بوايز) إذ يعرف بأنه:- (القوة التي مقدارها داين واحد الكافية لتحريك كمية من سائل محصور بين سطحين مستويين كل واحد منهما مساحته (1 cm^2) ولمسافة (1 cm) بسرعة مقدارها (1 cm/sec) ، ويمكن تقسيم poise إلى عدة أجزاء :

$$1 \text{ poise} = 100 \text{ centi poise}$$

$$1 \text{ poise} = 1000 \text{ milli poise}$$

من الطرق التجريبية لتعيين اللزوجة للسوائل : الجريان خلال الأنابيب الشعرية ، سقوط الكرات الصلبة خلال السوائل ، جريان السائل من خلال ثقب في اللوحة . وغير ذلك من الطرق .

جريان السائل خلال أنبوبة شعرية :

إن الجهاز المستخدم لهذا التطبيق هو جهاز قياس اللزوجة (فيزكوميتير) لـ (أوستولد) أو ما يسمى (ماصة أوستولد) Ostwald pipette

كما في الشكل أدناه :

بوضع حجم معين (V) من السائل في البصلة (5)

ويسحب هذا السائل بانبوب مطاطي من الفتحة (1)

حتى يرتفع السائل إلى البصلة رقم (2)

ويترك السائل ليسيل خلال الانبوبة الشعرية (3)

وتحسب الفترة الزمنية لعيون السائل بأكمله من العلامة (4)

و يحسب الزين بالثواني ويطبق القانون الاتي :

Ostwald viscometer (Pipette)

فيز كوميتير أوستولد. أو ماصة أوستولد

$$\eta = \frac{h d g r^4 t}{8 v L}$$

حيث أن

η = (إيتا) هي اللزوجة المطلقة

h = إرتفاع السائل (m)

d = كثافة السائل (Kg/m^3)

$$g = \text{التعجيل الأرضي (m/sec}^2 \text{)}$$

$$r = \text{نصف قطر الانبوبة الشعرية (m)}$$

$$v = \text{حجم السائل (m}^3 \text{)}$$

$$L = \text{طول الانبوبة الشعرية (m)}$$

$$\pi = \text{النسبة الثابتة } \frac{22}{7} \text{ أو } 3.14$$

بهذه المعادلة يمكن تعيين اللزوجة المطلقة للسائل η (إيتا) ، ويمكن عادة مقارنة لزوجة السائل مع لزوجة t الماء أو سائل قياسي آخر معلومة لزوجته وذلك بقياس الأزمنة اللازمة لحجوم متساوية من السائلين للجريان خلال نفس الانبوبة الشعرية تحت الضغوط الناشئة عن أوزانهما، مع معرفة مسبقة للكثافة لكلا السائلين ، وبتطبيق قانون اللزوجة النسبية :

$$\frac{\eta L}{\eta_w} = \frac{t d}{t d}$$

حيث أن ηL ، η_w هما اللزوجة المطلقة للسائل والماء على التوالي .

t و t هما الزمن المستغرق للسائل والماء على التوالي .

d و d هما الكثافة للسائل والماء على التوالي .

ولقياسات اللزوجة أهمية كبيرة في الصناعات الغذائية ، إذ تختلف لزوجة المادة الغذائية حسب نوع هذه المادة ، فقد تكون المادة الغذائية ذات لزوجة عالية مثل الدبس والمربيات والصابون الطماسة ، وقد تكون لزوجتها قليلة مثل الحليب الطازج والمشروبات الغازية والعصائر، فمعرفة مقدار اللزوجة يحدد أسلوب نقل هذه المواد ونوع الانابيب داخل المعامل الغذائية .

المحاضرة الثانية عشر

العوامل التي تؤثر على اللزوجة

(1) الوزن الجزيئي لمادة أو السائل ، فتأثيره طردي على اللزوجة ، إذ كلما زاد الوزن الجزيئي زادت اللزوجة فالأوكتان (C_8H_{18}) أعلى لزوجة من الهبتان (C_7H_{16}) .

- (2) مجموعة الهيدروكسيل (OH)، فوجودها يزيد من اللزوجة نتيجة تكون الأواصر الهيدروجينية ، فالماء أكثر لزوجة من الكلوروفورم (CHCl₃).
- (3) درجة الحرارة ، إذ تقل اللزوجة مع زيادة درجة الحرارة ، والعكس صحيح .
- (4) وجود مواد بحالة معلق تجعل السائل أكثر لزوجة ، فالدلم لزوجتها أعلى من الماء
- (5) الرقم الهيدروجيني إذ نقصان (pH) أي زيادة الحامضية تزيد من اللزوجة والعكس صحيح .

• **المواد المستخدمة في التجربة :-**

إنبوية أوستولد ، قنينة الكثافة ، حمام مائي ، محرار ، ساعة توقيت - محاليل سكرية مختلفة التركيز محضرة في قناني حجمية (100مل).

طريقة العمل :-

1- تحضر المحاليل السكرية - % ، % ، % ، % ، وتقاس اللزوجة النسبية نسبة الى لزوجة الماء (1g/ml) كثافته (1.004 poise)

2- يرسم المنحني بين التركيز واللزوجة .

ماذا تستنتج من زيادة التركيز هل تزداد أم تقل اللزوجة بزيادة التركيز ؟

لإيجاد اللزوجة لكل تركيز طبق المعادلة الآتية

$$\frac{\eta_L}{\eta_w} = \frac{t}{t_d} \frac{d}{d}$$

حيث d_L يمكن إيجادها للسائل

بواسطة قنينة الكثافة و t_w ، t_L كذلك تحتسب عملياً ، عليه يكون المجهول الوحيد هو (η_L) .

$$\text{كثافة السائل} = \frac{\text{وزن القنينة مملوءة بالسائل - وزنها فارغة (g)}}{\text{حجم القنينة (ml)}}$$

3 - كذلك قم برسم العلاقة بين الزمن المستغرق لكل قياس مقابل التركيز، ماذا تستنتج هل يزداد أم يقل الوقت المستغرق مع زيادة التركيز ؟

المناقشة :-

1. لو لرسمنا علاقة بين تغير درجة الحرارة مع اللزوجة لاحد التراكيز التي لدينا ماذا تلاحظ ؟ وكيف تتوقع شكل المنحني أو الرسم البياني ؟
2. لماذا يكون من الضروري تعليق الفيزكوميتير بشكل عامودي ؟
3. هل كانت الزيادة في الكثافة (التركيز) متوافقة مع زيادة اللزوجة ؟
4. لو كانت درجة حرارة المختبر أعلى أو رفعنا من درجة حرارة الحمام المائي ماذا تتوقع أن يحدث للخط البياني هل يزحف وبأي إتجاه أم يبقى ثابتاً ؟

المحاضرة الثالثة عشر

إمتزاج السوائل Diffusion of Liquids

نظرية التجربة :-

عندما يمتزج سائلان مع بعضهما يتج إحدى الحالات الآتية :

أ - سوائل تامة الامتزاج :- إذا أضيف الكحول الايثيلي إلى الماء وبأي نسبة فان السائلين يمتزجان مع بعضها بصورة كاملة وينتج محلول متجانس . ومن الأمثلة الاخرى لهذا النوع من الامتزاج هو محاليل الاحماض في الماء .

ب - سوائل جزئية الامتزاج :- عند مزج الإيثر بالماء أو الفينول بالماء يلاحظ أن الماء يذوب بدرجة محدودة في الإيثر أو الفينول . وعلى ذلك إذا مزج الماء بكمية زائدة من الفينول مثلاً ويترك المزيج لفترة من الزمن فإنه تتكون طبقتان السفلى تحتوي على محلول مشبع من الماء في الفينول . والعليا تحتوي على محلول مشبع من الفينول في الماء . فمثل هذه السوائل التي يذوب كل منهما في الآخر بدرجة محدودة تعرف بالسوائل جزئية الإمتزاج .

ج . سوائل عديمة الإمتزاج :- يمكن التمثيل لهذا النوع بمزج الماء مع الزيت . فعند إضافة أحدهما إلى الآخر فإنه بعد فترة من الزمن تتكون طبقتان منفصلتان من السائلين ، وعند رج المخلوط بشدة فإن الماء ينتشر في المخلوط بشكل قطرات صغيرة في الزيت ويسمى المخلوط في هذه الحالة (بالمستحلب) ويسمى الماء في هذا المستحلب بالطور المنشر **Dispersed phase** ويعرف الزيت بالوسط الناشر

Dispersion medium . ويمكن السيطرة على عدم الانفصال بين الطبقتين بإضافة بعض عوامل الإستحلاب ، فمثلاً يستخدم زلال البيض لمزج الخل والزيت عند صناعة المايونيز. وبصورة عامة يمكن القول بأن السائل ذو الشد السطحي الأكبر يكون الوسط المنتشر أما السائل ذو الشد السطحي الأقل يكون الوسط الناشر إلى تأثير درجة الحرارة على الذوبان (أو الامتزاج) :-

تعتمد درجة ذوبان أو امتزاج كل من السائلين في الآخر على درجة الحرارة .

والشكل الاتي يوضح تأثير درجة

الحرارة على ذوبان كلاً من الفينول والماء كل في الآخر .

أ- سوائل تامة الامتزاج وبأية نسبة مكوناً محلول متجانس

ماء + الايثانول ماء + الاحماض ماء + القواعد

ب - سوائل جزئية الامتزاج بنسبة محددة اذا ازدادت النسبة يتكون لدينا طبقتين .

الماء + الفينول الماء + الاثير

ج - سوائل عديمة الامتزاج

الماء + الزيت الماء الطور المنتشر

Dispersed phase شد سطحي كبير Dispersion medium شد سطحي قليل

عوامل الاستحلاب مثل زلال البيض لمزج الخل مع الزيت في صناعة المايونيز .

$d = 1$ ماء $d = 1.041$ فينول

(أج) ذوبان الفينول في الماء (الطبقة العليا)

(ب ج) ذوبان الماء في الفينول (الطبقة السفلى)

كلما زادت درجة الحرارة تزداد الذوبانية . اعلى ذوبانية في النقط (ج) = 68.4°م

إذن ج الدرجة الحرجة للمحلول Critical solution Temperture

المحاضرة الرابعة عشر

درجة الحرجة للمحلول : وهي تلك الدرجة الحرارية التي فوقها امتزاج السائلين امتزاج تام وبأية نسبة .

س درجة حرارية أقل من الدرجة الحرجة

يوجد خليط بهيئة طبقتين

إضافة الفينول يزيد من سمك الطبقة السفلى (فينول المضاف يذاب في مقدار من الماء يأتي من الطبقة المائية العليا) ويقلل من طبقة الماء العليا إلى ان تصل إلى درجة من إضافة الفينول تخنفي الطبقة المائية العليا اي تكون بشكل طبقة واحدة هـ [محلول مشبع من الماء في الفينول] .

هـ محلول مشبع من الماء في الفينول .

ص محلول غير مشبع من الماء في الفينول

و محلول مشبع من الفينول في الماء

ع محلول غير مشبع من الفينول في الماء

يتضح من الشكل أن ذوبان الفينول في الماء (ويمثله المنحني أ ج) وذوبان الماء في الفينول (المنحني ب) (ج) يزداد ذوبان كل منهما في الآخر بارتفاع درجة الحرارة حتى تصل درجة الحرارة إلى نهاية عظمى عند (ج) وهي تقابل درجة ٦٨,٤م وهي تعرف **بالدرجة الحرجة للمحلول** Critical solution temp. أي أن امتزاج الفينول والماء بأي نسبة يكون تاماً عند درجات الحرارة التي تزيد عن الدرجة الحرجة للمحلول ، وعلى ذلك يمكن تعريف الدرجة الحرجة للمحلول بأنها " درجة الحرارة التي يتم فوقها إمتزاج السائلين إمتزاجاً تاماً إذا مزجا بأية نسبة". وعند الدرجات الحرارية التي تقل عن الدرجة الحرجة فإن مخلوطاً ممثلاً بالنقطة (س) عند درجة (5) مثلاً يوجد على صورة طبقتين : طبقة عليا وهي محلول مشبع من الفينول في الماء ويمثل تركيبه بالنقطة (و) ، وطبقة سفلى وهي محلول مشبع من الماء في الفينول ويمثل تركيبه بالنقطة (هـ) وهذا المزيج يتعكر بالرج، ولكنه يعود وينفصل إلى الطبقتين المذكورتين عند تركه ساكناً فترة من الوقت ، وعند اضافة مقدار من الفينول إلى المزيج (س) يلاحظ زيادة حجم الطبقة السفلى بينما يقل حجم الطبقة العليا ، ولكنه يبقى تركيب كلاً من الطبقتين ثابتاً عند نفس درجة الحرارة ، ويبقى ممثلاً بالنقطتين (هـ ، و) على الترتيب ، حيث أن الفينول المضاف يذوب في مقدار من الماء يأتي من الطبقة العليا) .

وباستمرار إضافة الفينول تخنفي الطبقة العليا تدريجياً حتى يصبح المحلول طبقة واحدة يمثل تركيبها بالنقطة (هـ) وهو محلول مشبع من الماء في الفينول ، إن إضافة أية كمية من الفينول إلى هذا المحلول يكون محلولاً غير مشبع من الماء في الفينول كما في النقطة (ص) . و بالمثل فإن إضافة كميات متزايدة من الماء إلى المزيج (س) يؤدي إلى زيادة حجم الطبقة العليا ونقص حجم الطبقة السفلى حتى يصبح المزيج طبقة واحدة يتمثل تركيبها بالنقطة (و) وهو محلول مشبع من الفينول في الماء. وإن إضافة مزيد من الماء إلى المزيج (و) يؤدي إلى تكوين محلول غير مشبع من الفينول في الماء ويتمثل بالنقطة (ع).

وعند أخذ مزيج يمثل تركيبه بالنقطة (م) فإنه كذلك يتكون من طبقتين يمثل تركيبها بالنقطتين (و، هـ) عند درجة حرارة (د) م . وبارتفاع درجة الحرارة تدريجياً يتغير تركيب الطبقتين بحيث يقترب تركيب كل طبقة من الأخرى كما يزداد التشابه بينها في الخواص الطبيعية.

وباستمرار إرتفاع درجة الحرارة تتكون في النهاية طبقة واحدة يمثل تركيبها بالنقطة (هـ) وهي محلول مشبع من الماء في الفينول عند درجة (د) كما ذكر سابقاً وإذا إرتفعت درجة الحرارة فوق (د) يبقى المزيج طبقة واحدة .

1 - أية نقطة على المنحني (أ ، ب) محلول مشبع من أحد السائلين في الآخر

2 - أية نقطة داخل المنحني تمثل مزيج من طبقتين كل منهما محلول مشبع من أحد السائلين في الآخر . وتعرف مساحة منطقة التعكير . 3 - أية نقطة خارج المنحني (أ، ب ، ج) / السائلين يمزجان في طبقة واحدة امتزاجاً تاماً دون تعكير .

4 - منطقة (أ، ب ، ج) يلاحظ أن ذوبان أحد السالين في الآخر مثل (الماء + Tri methyl amine) تقل بارتفاع درجة الحرارة .

جَ درجة الذوبان الصغرى (١٩م) وهي الدرجة الحرجة للمحلول اي عند درجة حرارة أقل من (١٩م) السائلين يمتزجان مع بعضهما امتزاج تام وبأية نسبة .

5 - يمكن أن تكون للمزيج درجتان حرجتان أحدهما تقع على النهاية العظمى والآخر في النهاية

الصغرى ماء + نيكوتين Nicotine .

6- يضاف الصابون حتى يعمل على خفض الدرجة الحرجة للمحلول وبذلك تكون قابلية الذوبان في كلا السائلين كما في الصابون إلى خليط (ماء + الفينول) حيث يوجد امتزاج تام .

عندما مادة ثالثة تذوب في أحد السائلين ولا تذوب في الآخر فإنها تعمل على رفع الدرجة الحرجة للمحلول.

5 gm → 5 ml.

3

7 gm → 10 ml

ولكنها تصبح محلولاً غير مشبع من الماء في الفينول. يتضح مما سبق أن أية نقطة على المنحني (أ ، ب) تمثل محلول مشبع من أحد السائلين في الآخر. وأية نقطة داخل المساحة التي يجدها المنحني تمثل مزيجاً من طبقتين كل منهما محلول مشبع من أحد السائلين في الآخر بحيث عند رج المزيج فإنه يتعكر، ولهذا

تعرف هذه المنطقة أو المساحة بمنطقة التعكير، أما خارج المنحني (أ ، ج ، ب) فإن السائلين يمتزجان في طبقة واحدة إمتزاجاً تاماً دون تعكير.

(ولاحظ في بعض مجموعات السوائل الأخرى مثل مزيج الماء وثلاثي مثيل أمين Tri methyl amine أن درجة ذوبان أحد السائلين في الآخر تقل بارتفاع درجة الحرارة كما يتضح من المنحني (أ ، ج ، ب) في الشكل السابق. وفي هذه الحالة تصل درجة الذوبان نهاية صغرى عند النقطة (ج) التي تقابل درجة (٩ م) وهي الدرجة الحرجة للمحلول . (أي أنه عند الدرجات الحرارية التي تقل عن هذه الدرجة فإن السائلين يمتزجان ببعضهما إمتزاجاً تاماً بأية نسبة) وفي حالات أخرى يكون للمزيج درجتان حرجتان إحداهما تقع على نهاية عظمى والأخرى تقع على نهاية صغرى على منحني الذوبان كما في مزيج الماء و النيكوتين . Nicotine

[ويمكن خفض الدرجة الحرجة للمحلول بإضافة مادة ثالثة تكون قابلة للذوبان في كلا السائلين كما في إضافة الصابون إلى مزيج الماء والفينول ، ويستفاد من ذلك في تحضير المواد المطهرة بحيث يبقى المحلول ممتزجاً إمتزاجاً تاماً عند درجة الحرارة العادية] أما المواد التي تذوب في سائل واحد فقط دون الآخر (مثل كلوريد الصوديوم الذي يذوب في الماء ولا يذوب في الفينول) فإنها تعمل على رفع الدرجة الحرجة للمحلول .

المحاضرة الخامسة عشر

الجزء العملي :

أ - المواد والادوات المستخدمة :-

انبوبة غليان ، محرار ، فينول ، ماء مقطر ، حمام مائي .

ب - طريقة العمل

١- في انبوبة غليان نظيفة وجافة يوضع ٣-٤ غم من الفينول .

٢- يضاف حجم محسوب من الماء المقطر للحصول على مخلوط ٧٠٪ فينول بالوزن .

٣- تسد الانبوبة بسداد من الفلين يخترقه محرار وقضيب راجي ، ثم توضع الانبوبة في حمام مائي .