دراسة امتزاز حمض الخل في محلول مائي على الفحم الفعّال

١ -المقدمة

وجدنا سابقا" أن إضافة مادة سائلة إلى سائل أقل منها كثافة وغير قابلة للانحلال فيه، تؤدي إلى تناقص التوتر السطحي **Surface tension** للسائل نتيجة تشكل طبقة وحيدة الجزيئة فوق سطح السائل. مثلا"، إذا أضفنا حمض الشمع ($C_{17}H_{35}COOH$) إلى الماء النقي فإن الزمرة الكربوكسيلية ($-COOH$) تنجذب إلى الماء بسبب ألفتها الشديدة له، وهي ناتجة عن قطبيتها، وأما السلسلة الكاربونيلية ($-C_{17}H_{35}$) فليس بينها وبين الماء مثل هذه الألفة، لذلك لا ينحل حمض الشمع في الماء. ينتج عن ذلك انحلال الزمر (الرؤوس) الكاربوكسيلية في الطبقة السطحية من الماء بينما تتوضع بقية السلسلة الكاربونيلية عموديا" (أو بشكل مائل) على سطح الماء. فإذا كان هذا التوزع منتظما" تشكلت طبقة وحيدة الجزيئة من الحمض فوق سطح الماء تعزله عن طبقة الهواء الجوي مما يعيق تبخره.تستخدم هذه الظاهرة كثيرا" لوقاية المياه المحفوظة في الخزانات من التبخر في المناطق الحارة ولإتلاف بعض الطفيليات المائية. وكمواد مشابهة لحمض الشمع يستخدم حمض النخل ($C_{15}H_{31}COOH$) و حمض الزيت ($C_{17}H_{33}COOH$) و حمض السيروتيك ($C_{25}H_{51}COOH$) والغول السيتيلي أو الهكساديكانول ($C_{16}H_{33}OH$)...الخ . أما الحموض الدهنية ذات السلسلة الأقصر من سلاسل المواد السابقة فهي تشكل طبقة تشغل مساحة محددة تماما". ويتناسب التوتر السطحي الجديد للسائل عكسا" مع هذه المساحة.

أثبت العالمان لانغمير Langmuir وبلودجيت Blogett عام (١٩١٨) أنه يمكن نقل الطبقات وحيدة الجزيئة السابقة من سطح الماء إلى صفيحة زجاجية أو معدنية مغمورة أصلا" تحت سطح الماء، فإذا رفعت هذه الصفيحة من الماء، وقد توضعت فوقها طبقة السلاسل الهيدروكربونية الخارجية، فإما هذه الصفيحة لن تتبلل بالماء إذا غمرت فيه ثانية. تسمى هذه الظاهرة بالامتزاز Adsorption.

تحث ظاهرة الامتزاز على سطوح الأجسام الصلبة كنتيجة لقوى التجاذب بين جزيئات المادة الممتزة Absorbate ، أو ذراتها السطحية وبين مثيلاتها من الجسم الصلب الماز Adsorbent ، وهنا نميز بين نوعين من الامتزاز: هما الامتزاز الفيزيائي Physicaladsorption و الامتزاز الكيميائي Chemisorption تتشابه القوى المؤدية إلى الامتزاز الفيزيائي، من حيث طبيعتها، مع القوى المسببة لتكثف الأبخرة وهي تسمى عادة بالقوى الفاندرفالسية. كما أن الحرارة المنطلقة أثناء الامتزاز الفيزيائي (حرارة الامتزاز الفيزيائي) هي من مرتبة حرارة التكثف. أما الحرارة المنطلقة أثناء الامتزاز الكيميائي فهي أكبر بكثير من حرارة الامتزاز الفيزيائي وهذا يؤكد تشكل مركبات سطحية Surface compounds أثناء الامتزاز الكيميائي.

يقوم الجسم الماز الواقع في تماس مع محلول ما، بامتزاز كل من المادة المنحلة والمادة المحلة. فإذا كانت الكمية الممتزة من المادة المنحلة أكبر من الكمية الممتزة من المادة المحلة، كان الامتزاز موجبا"، وفي الحالة المعاكسة يكون الامتزاز سالبا". وتدل الدراسات التجريبية على أن امتزاز المواد المنحلة ذات الوزن الجزيئي الكبير يكون موجبا" غالبا".

يعتبر الامتزاز تحولا" ناشرا" للحرارة لأنه يزداد بارتفاع درجة الحرارة، أما عند ثبات درجة الحرارة فإن تغير كمية المادة الممتزة يتعلق بتغير تركيزها غازية كانت أم سائلة.

تعطى العلاقة بين كمية المادة الممتزة (x) وتركيزها (C) وفقا" لما يلي:

$$x = \frac{ab}{1+aC}.C \qquad \ldots(1)$$

تدعى هذه العلاقة بعلاقة لانغمير ، حيث (a) و (b) عبارة عن مقادير ثابتة و تدعى بثابتي لانغمير حيث الثابت الأول (a) عبارة عن معامل الامتزاز والثابت الثاني (b) يعبر عن القيمة العظمى من المادة المنحلة الذي يمكن امتزازه فوق غرام واحد من المادة المازة ، وهنا تجدر الإشارة إلى أن العالم لانغمير استنتج معادلته السابقة من فرضيته الأساسية التي تقول : إن المادة الممتزة تشكل فوق المادة المادة المازة طبقة أحادية الجزيئة ، وإن قدرة الامتزاز واحدة في جميع نقاط السطح الامتزازي .

يمكن باستخدام علاقة لانغمير إيجاد قيم الثوابت (a) و (b) حسابيا" وذلك من خلال تعويض القيم التجريبية لكمية المادة الممتزة و تركيزها في فواصل زمنية (قيمتين على الأقل)، أو بيانيا" بالتمثيل البياني للعلاقة التابعية التالية:

$$\frac{1}{x} = f(\frac{1}{C}) \qquad \ldots(2)$$

الناتجة عن علاقة لانغمير عند كتابتها بالشكل التالي:

$$\frac{1}{x} = \frac{1}{b} + \frac{1}{ab}.\frac{1}{C} \qquad \ldots(3)$$

العلاقة التابعية (3) عبارة عن مستقيم ميله $\left(\frac{1}{ab}\right)$ أما إحداثي نقطة تقاطعه مع محور الترتيب فيساوي $\left(\frac{1}{b}\right)$.

يمكن التعبير عن العلاقة بين الامتزاز والتركيز (أو الضغط) ضمن مجال واسع للتركيز نسبيا" بالمعادلة البسيطة التي وضعها العالم فريندليش Freundlish (١٩٩٠):

$$\frac{x}{m} = kC^n \qquad \ldots(4)$$

إشراف الدكتور جمال عامر

حيث: $\left(\frac{x}{m}\right)$ – تعبر عن عدد الغرامات الممتزة من المادة المنحلة وفيها (x) الكمية الممتزة فوق الكتلة (m) من المادة المازة.

(C) – تركيز المادة المنحلة مقدرا" بالوحدة (مول/ليتر)

(k) و (n) – مقداران ثابتان يميزان عملية الامتزاز المدروسة ضمن حدود معينة ويعرفان بثابتي امتزاز فريندليش.

كما وجدنا سابقا"، من المفروض أن تنسب إلى كمية الممتزة (x) إلى واحدة السطح (S) وليس إلى واحدة الكتلة (m). غير أن صعوبة قياس السطح بالنسبة للمادة المؤلفة من جسيمات ناعمة جعلت من الأفضل أن ينسب الامتزاز إلى واحدة الكتلة.

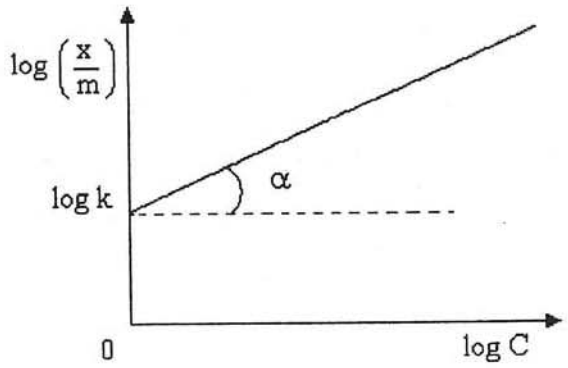
يمكن إيجاد قيم الثوابت في معادلة فريندليش من خلال تحويل علاقة فريندليش إلى معادلة خطية ويتم ذلك بكتابتها بالشكل اللوغاريتمي كما يلي:

$$\log\left(\frac{x}{m}\right) = \log k + n\log C \qquad \ldots(5)$$

أو بالعلاقة التابعية التالية:

$$\log\left(\frac{x}{m}\right) = f(\log C) \qquad \ldots(6)$$

تعبر هذه العلاقة عن معادلة مستقيم ميله (n) ، أما نقطة تقاطعه مع محور الترتيب فتعطي قيمة المقدار $(\log k)$ كما يوضح ذلك الشكل التالي:



- هدف التجربة

١. دراسة الامتزاز على السطح الفاصل بين المحلول والجسم الصلب.

٢. تعيين ثابتي لانغمير وثابتي فريندليش للامتزاز وذلك من أجل حمض الخل في درجة حرارة ثابتة.

- الأدوات والمواد اللازمة

١. ست بالونات معايرة سعة كل منهم ($150ml$) مع سداداتها الفلينية، ست حوجلات مخروطية سعة ($250ml$) مع سداداتها، بيشر سعة ($250ml$)، ماصة سعة ($25ml$) عدد (2) ، ماصة سعة ($10ml$) عدد (2)، سحاحة سعة ($50ml$) عدد (2)، قمع ترشيح مع حامل عدد (2)، ورق ترشيح.

٢. محلول حمض الخل ($1N$) ، هيدروكسيد الصوديوم ($0,1N$)، مشعر الفينول فتالين و فحم فعال.

- طريقة العمل

١. نظف الأدوات المستخدمة بالتجربة بشكل جيد ثم جففها من الآثار المتبقية من الماء عليها.

٢. حضر ست محاليل لحمض الخل مختلفة التراكيز، لتكن ($0,01N$)، ($0,02N$)، ($0,03N$)، ($0,1N$)، ($0,3N$) و ($0,5N$) وذلك بأخذ الكميات اللازمة من حمض الخل بواسطة ممص مدرج ووضعها داخل البالونات وتمديدها بالماء المقطر ليصبح الحجم النهائي بكل بالون ($150ml$). الجدول التالي يوضح هذه التمديدات:

أ.م.د. الدكتور جمال علي

رقم الحوجلة	١	٢	٣	٤	٥	٦
$V_{CH_3COOH}\,(cm^3)$ $(1N)$	1,5	3	5	15	50	75
حجم المحلول النهائي في البالون	150	150	150	150	150	150
تركيز حمض الخل المحضر	0,01	0,02	0,05	0,1	0,3	0,5

٣. حدد بدقة نظامية محاليل حمض الخل المحضرة في كل من الحوجلات الست وذلك من خلال معايرتها (معايرة قبل الامتزاز) بمحلول هيدروكسيد الصوديوم $(0,1N)$ بوجود مشعر الفينول فتالئين. ثم ضع نتائج المعايرة في الجدول التالي:

رقم الحوجلة	١	٢	٣	٤	٥	٦
حجم محلول حمض الخل المأخوذ للمعايرة	50	50	50	25	25	25
حجم هيدروكسيد الصوديوم اللازمة للمعايرة						
تركيز حمض الخل						

اشراف الدكتور جمال عامر

٤. ضع في كل حوجلة مخروطية من الحوجلات الست $3g$ من الفحم الفعال، ثم أضف إليها ١٠٠ مل من محاليل حمض الخل المحضرة سابقا".

٥. خض الحوجلات جيدا" لمدة عشر دقائق تقريبا". ومن ثم رشح محتويات الحوجلات كل على حدة باستعمال ورق الترشيح.

٦. بعد تمام الترشيح عاير الرشاحات التي حصلت عليها بالشكل التالي:

خذ $(50ml)$ من رشاحات المحاليل الثلاثة الأولى و $(25ml)$ من رشاحات المحاليل الثلاثة الأخرى ثم أضف إليها عدة قطرات من محلول الفينـــول فتالئين وعايرها بمحلول هيدروكسيد الصوديوم $(0,1N)$ حتى يصبح لون المحلول وردي.

- النتائج والحسابات

١. احسب تركيز حمض الخل في المعايرات الأولى قبل الامتـــزاز وبعـــد الامتزاز بواسطة العلاقة التالية:

$$N_{(CH_3COOH)} = \frac{0,1 \times V_{(NaOH)}}{V_{(CH_3COOH)}}$$

حيث:

$V_{(NaOH)}$ – حجم هيدروكسيد الصوديوم $(0,1N)$ اللازمـــة لمعـــايرة الحجم $V_{(CH_3COOH)}$ من حمض الخل.

٢. احسب تركيز حمض الخل قبل الامتزاز وبعده بواحدة $(mol/100ml)$.

٣. احسب كمية حمض الخل (x) التي امتزت على الكمية الموجـــودة مـــن الفحم الفعال في ١٠٠ مـــل مـــن المحلـــول، أي $(m = 3g)$.باســـتخدام العلاقة:

$$x = C_1 - C_2$$

حيث:

C_1 – تركيز حمض الخل قبل إضافة الفحم الفعال (قبل الامتزاز)،

C_2 – تركيز حمض الخل بعد إضافة الفحم الفعال (بعد الامتزاز).

٤. ارسم العلاقة البيانية بين $\log\left(\frac{x}{m}\right)$ و $\log C_1$ لتحديد قـــيم ثوابـــت (k) و (n) في معادلة فريندليش.

٥. رتب نتائجك في الجدول التالي:

إشراف الدكتور كمال عامر

رقم البالون	١	٢	٣	٤	٥	٦
$C_{(CH_3COOH)}(mol.lit^{-1})$ قبل الامتزاز						
$C_{1(CH_3COOH)}(mol/100ml)$ قبل الامتزاز						
$C_{(CH_3COOH)}(mol.lit^{-1})$ بعد الامتزاز						
$C_{2(CH_3COOH)}(mol/100ml)$ بعد الامتزاز						
$x = C_1 - C_2$						
$\frac{x}{m}$						
$\log\left(\frac{x}{m}\right)$						
$\log C_1$						

إشراف الدكتور جمال عامر