كلية العلوم

القسم : **الكيمياء**

السنة : **الثالثة**

المادة : غرويات وجزيئات ضخمة

المحاضرة : **الثالثة/نظري/** د. مروة

{{ مكتبة A to Z }}

Facebook Group : مكتبة A to Z

2026

كلية العلوم ، كلية الصيدلة ، الهندسة التقنية

يمكنكم طلب المحاضرات برسالة نصية (SMS) أو عبر(What's app-Telegram)على الرقم 0931497960

المحاضرة الثالثة	الغرويات والجزيئات الضخمة (قسم الغرويات)	السنة الثالثة
قســـم الكيمياء الفصل الدراسي الأول 2026 – 2025	الفصل الثالث القواعد الأساسية للامتزاز	د. مروة رباح

- **<u>الامتزاز كظاهرة سطحية:</u>**

الامتزاز: ظاهرة سطحية وهو عبارة عن انضغاط جزيئات من الهواء أو من المحلول في سطح ما مثلاً بالسطح الفاصل بين المحلول والهواء أو بالسطح الصلب.

وبالتالي تتم عملية الامتزاز على سطح المادة إما منحلة أو غازية.

وعندما ترتبط المادة بالسطح تسمى عملية الامتزاز وهي عكس عملية الانتزاز (المج) والارتباط.

الانتزاز (المج): هو عبارة عن مغادرة السطح إلى المحلول.

يسمى الجسم الذي يتم عليه عملية الامتزاز بالمادة المازة، والمادة التي تمتز على السطح تسمى المادة المعرضة للامتزاز، وبعد أن تمتز تسمى المادة الممتزة.

أمثلة عن المواد المازة:

1) **الفحم الفعّال:** تفرغ مساماته بطريقة خاصة، ويستخدم في الأقنعة الواقية لأنّه يميّز المواد العضوية.
2) **البيلون:** يستخدم من أجل تنقية الزيوت، مثل: زيت السيارة إذ يمكن تنقيته باستخدام البيلون واستخدامه مرة أخرى حيث عند وضع البيلون مع زيت السيارة المستخدم يمتز البيلون المواد الجانبية ويمكن أن يحصل الامتزاز على سطوح مختلفة يمكن على سطح صلب أو على سطح سائل...

بفرض لدينا محلول لمادة بروتينية في الماء، يصبح امتزاز من المحلول على السطح الفاصل بين الماء والهواء...

يمكن أن يحصل امتزاز على السطوح الصلبة ويوجد لدينا نوعين للامتزاز:

1) **امتزاز مطلق:** ويعطى بالعلاقة التالية:

$$A = C_s \cdot h$$

الامتزاز هو عدد المولات التي تمتز على $1\ cm^2$ من السطح، وهو عدد المولات الممتزة على $1\ g$ من المادة الممتزة.

ويمكن التعبير عنها بالعلاقتين التاليتين:

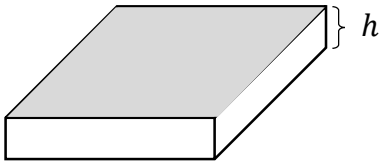
$$\Gamma' = \frac{n}{S}$$

- n: عدد المولات الممتزة
- S: مساحة السطح التي تتم عليها عملية الامتزاز.
- Γ': عدد المولات الممتزة على واحدة السطوح.

$$\Gamma'' = \frac{n}{m}$$

- n: عدد المولات الممتزة
- m: كتلة الفحم
- Γ'': عدد المولات الممتزة على 1 g من المادة الممتزة

ويتم اختيار أحدهما حسب الحالة التي تتم عليها الدراسة.
الشكل فيما يلي متوازي مستطيلات، مساحة المقطع المظلل $1\ cm^2$، السماكة h، سماكة الطبقة



السطحية، وبالتالي يجب أن نميزهم المحلول وسطحه ونجد أنه يوجد طبقة سطحية سماكتها h وربما أن الامتزاز يحصل على السطح لذا يوجد طبقة سطحية حتى ولو كانت سماكتها من فئة الانغستروومات (صغيرة جداً)، إنّ تركيز المادة في هذه الطبقة السطحية كبير.

الامتزاز المطلق هنا هو عدد المولات الموجودة في واحدة السطوح، وإن واحدة السطوح لها سماكة معينة بفرض أنها h.

2) امتزاز جيبس:

افترض جيبس أنه يوجد بالطور الحجمي مادة منحلة لها تركيز صغير جداً بالنسبة للتركيز في السطح، وبالتالي لمعرفة المادة الممتزة يجب معرفة التركيز بالطبقة السطحية وطرح التركيز في الأعماق.

ويعطى بالعلاقة التالية:

$$F = (C_s - C) \cdot h$$

- C_s: التركيز في السطح

- C: التركيز في الطور الحجمي.
- h: حجم موافق لواحدة السطوح.

إنّ امتزاز جيبس هو الامتزاز الأكثر صحة...

في حالة المواد العادية: مثلاً البروبانول C و C_s متقاربان أي $\Gamma \neq A$

في حالة المواد الفعالة سطحياً: مثل الصابون، الفرق بين C_s , C كبير.

إنّ الامتزاز المطلق يقارب امتزاز جيبس $\Gamma \simeq A$ حيث يكون الفرق $(C_s - C)$ كبير مثلاً $(100 - 1)h \simeq (100\ h)$

$$\Gamma = \frac{n}{S}$$

Γ: امتزاز جيبس

n: عدد المولات الكلي

S: مساحة السطح

<u>معادلة الامتزاز الأساسية لجيبس:</u>

تغير تابع جيبس بصورة عامة:

$$dG = \sigma \cdot dS - S \cdot dT + P \cdot dV + \sum \mu_i \cdot dn_i + \varphi \cdot dq$$

نعتبر أن الشحنة ثابتة خلال عملية الامتزاز حيث: $\varphi \cdot dq = 0$ وأيضاً أن درجة الحرارة والضغط ثابتين في الشروط العادية، حيث $-S \cdot dT + P \cdot dV = 0$

ومنه نجد:

$$dG = \sigma \cdot dS + \sum \mu_i \cdot dn_i$$

وهي معادلة تفاضلية من الدرجة الأولى، يمكن أن تتكامل تكامل بسيط

$$\int dG = \int \sigma \cdot dS + \int \sum \mu_i \cdot dn_i$$

$$\Rightarrow G = -\sigma \cdot S + \sum \mu_i \cdot n_i$$

إن التفاضل التام أي التفاضل بالنسبة لجميع المتغيرات حيث نأخذ بعين الاعتبار التغيرات التي تحصل للتابع بالنسبة للمتغيرات ككل:

$$dG = \sigma \cdot dS + S \cdot d\sigma + \sum , \mu_i \cdot dn_i + \sum n_i \cdot d\mu_i$$

نحن نعلم أن $S \cdot d\sigma + \sum n_i \cdot d\mu_i = 0$

نقسم الطرفين على S (مساحة السطح):

$$d\sigma + \sum \frac{n_i}{S} d\mu_i = 0$$

$$d\sigma + \sum \Gamma_i \cdot d\mu_i = 0$$

- Γ_i: امتزاز المادة i
- μ_i: الكمون الكيميائي
- $d\sigma$: تغير التوتر السطحي
- S: مساحة السطح
- n_i: عدد مولات المكون i

بفرض أننا سندرس امتزاز مادة واحدة فقط، لذا سيكون: $d\sigma + \Gamma \cdot d\mu = 0$
وهي الشكل التفاضلي لمعادلة الامتزاز الأساسية لجيبس، وعادة تكتب بالشكل التالي:

$$\boxed{\Gamma = \frac{-d\sigma}{d\mu}}$$

ومنه يمكن الحصول على شكل آخر بمعرفة قيمة $d\mu$ وتعويضها.
عندما تتم عملية الانتزاز سيتوقف الامتزاز عندها يصبح توازن بين عملية الامتزاز والانتزاز ويحل التوازن عندما سرعة عملية الامتزاز تصبح مساوية لسرعة عملية الانتزاز، ويصبح أيضاً الكمون الكيميائي للمادة الممتزة في الطور الحجمي مساوياً الكمون الكيميائي للمادة الممتزة في الطبقة السطحية.

<u>الكمون الكيميائي بالنسبة للمحاليل:</u>

حيث تستخدم عادة معادلة جيبس في المحاليل الممددة لذا يستخدم التراكيز C

$$\mu = \mu_0 + R \cdot T \cdot ln\, C$$

μ_0: الكمون القياسي يؤخذ عند تركيز قياسي

T: درجة الحرارة

حيث في حال الغازات:

$$\mu = \mu_0 + R \cdot T \cdot ln \frac{P}{P_0}$$

$$\Rightarrow d\mu = 0 + R \cdot T \cdot \frac{dC}{C} = R \cdot T \cdot \frac{dC}{C}$$

$$\Gamma = -\frac{d\sigma}{d\mu} \Rightarrow \Gamma = -\frac{d\sigma}{R \cdot T \cdot dC} \cdot C$$

$$\Rightarrow \boxed{\Gamma = -\frac{C}{R \cdot T} \cdot \frac{d\sigma}{dC}}$$

عندما يحصل امتزاز تلقائي على السطح ينقص التوتر السطحي.

ليكن لدينا ماء نضع فيها صابون ثم بوتانول، نلاحظ أن الصابون والبوتانول يمتزان لأنهما يؤديان إلى إنقاص التوتر السطحي وبالتالي $\frac{d\sigma}{dC}$ بالنسبة للمواد الفعالة سالبة حيث أنه بزيادة التركيز يتناقص التواتر وبالتالي ينتج امتزاز موجب.

أسباب الامتزاز وآليته:

يوجد نوعان من الامتزاز:

1) **امتزاز فيزيائي:** يمثل امتزاز بروبانول على السطوح، عندما ترتبط المادة الممتزة بالسطح بروابط فاندرفالس أو روابط هيدروجينية حيث يتم الارتباط على حساب قوى ضعيفة.
2) **امتزاز كيميائي:** عندما تتشكل روابط كيميائية (تكافؤية – كهربائية) بين المادة الممتزة والسطح الذي تمتز عليه حيث يتم تشكل روابط كيميائية وهي روابط قوية.

خواص الامتزاز الفيزيائي:

1) عكوس: يمكن أن يتحول من امتزاز إلى انتزاز (مج) بالتسخين.
2) غير تخصصي: لا يهتم بنوعية المادة، حيث أن الامتزاز الفيزيائي يتعامل مع الخواص العامة مثل روابط فاندرفالس.
3) غير موجه: ليس من الضرورة أن تتوضع المادة الممتزة في وضعية محددة تماماً، حيث يتم هذا عندما تتشكل رابطة تكافؤية مع إجمالي الرابطة فتجبرها أخذ وضع معين.

   حيث لدينا (+) شحنة موجبة مثلاً، وشحنة معاكسة (−) وبالتالي سيتم الترابط دون توجيه معين.
4) يمكن أن يؤدي الامتزاز الفيزيائي إلى تشكّل عدة طبقات امتزازية من المادة الممتزة خصوصاً في حال الامتزاز من الطور الغازي.
5) يتناقص الامتزاز الفيزيائي بارتفاع درجة الحرارة وذلك لأن الامتزاز عبارة عن ارتباط فعندما درجة الحرارة ترتفع بالتالي يتم تنشيط الحركة الحرارية وبالتالي تقع الجزيئات في حالة حركة زائدة وتخليها عن تماسكها يكبر وبالتالي يصبح الامتزاز أسهل.

خواص الامتزاز الكيميائي:

1) يؤدي إلى تشكيل مركبات بسيطة سطحية.
2) غير عكوس.

3) تخصصي: يميز المادة التي تتفاعل مع السطح أم لا.

4) موجّه: الرابطة الكيميائية موجهة ويشكل طبقة امتزازية واحدة، حيث تشبع الرابطة وبالتالي لا يوجد مجال لتشكيل طبقة أخرى.

5) تأثير درجة الحرارة: هل يزداد الامتزاز الكيميائي أم يتناقص برفع درجة الحرارة بشكل عام عند رفع درجة الحرارة بالنسبة لأي تفاعل كيميائي حسب لوشاتوليه.

يزداد التفاعل الكيميائي أو يتناقص حسب طبيعة التفاعل ماص أم ناشر للحرارة. حيث يوجد تفاعلات عند رفع درجة الحرارة يتم زيادتها، ويوجد تفاعلات عند رفع درجة الحرارة يتم إنقاصها، وبالتالي يمكن للامتزاز الكيميائي أن يزيد أو ينقص بارتفاع درجة الحرارة.

بينما وجدنا أن الامتزاز الفيزيائي يتناقص بارتفاع درجة الحرارة.

- **هل تؤدي عملية الامتزاز إلى زيادة الانتروبية أم تناقصها؟**

© الانتروبية هي مقياس لمدى العشوائية الجزيئية وعندما يحصل امتزاز فيزيائي تنتظم الجزيئات حيث في الحجم كان للجزيئات ثلاث درجات حرية بينما في السطح أصبح لديهما درجتي حرية وبالتالي تنقص الانتروبية.

ونتيجة لذلك نكتب: $\Delta S < 0$

إن كانت عملية الامتزاز تتم تلقائياً أيضاً يكون تغير تابع جيبس أصغر من الصفر حيث أنه يتناقص تابع جيبس في العمليات التلقائية بثبات T و P.

$$\Delta G < 0$$

ونعلم أنّ:

$$\Delta H = \underbrace{\Delta G}_{\text{سالب}} + \underbrace{T \cdot \Delta S}_{\text{سالب}}$$

$$\Rightarrow \Delta H <$$

أي عملية الامتزاز عملية ناشرة للحرارة.

<u>معادلات الامتزاز لهنري وفرندليش ولانغمور:</u>

لمعرفة بسبب تعدد قوانين الامتزاز يجب أن نعلم كيف تتم عملية الامتزاز:

بفرض لدينا وعاء فيه ماء وأذبنا فيه بوتانول في اللحظة الأولى يتوزع البوتانول بانتظام ولكي يمتلئ البوتانول على السطح يجب أن يوجد فراغات على السطح ثم تحصل عملية الامتزاز، إذا فرضنا

أنّه في المحاليل لا تتشكل سوى طبقة امتزازية واحدة من المحاليل بفرض أنّه تتم عملية الامتزاز وأصبح السطح ممتلئ.

لا يمكن أن تمتز جزيئات إضافية من البوتانول وبفرض أن السطح أصبح ممتلئ فيحدث امتزاز ولا تتابع عملية الامتزاز بنفس الكفاءة التي كانت عليها، لأنه يوجد عملية تنافس بين عملية الامتزاز وعملية الانتزاز (المج) وبالتالي عندما الحركة الحرارية تحرك أحد الجزيئات أكثر.

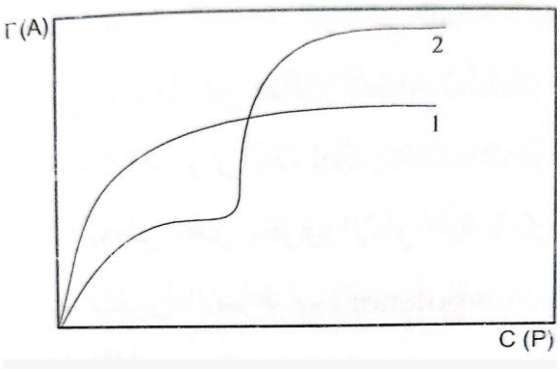
بداية عندما يكون السطح فارغاً وبالتالي لا يوجد إعاقة لدخول الجزيء الذي سيميز بينما عند امتلاء نصف السطح يأتي الجزيء ليقترب من السطح فقد يجد الجزيء مكاناً فارغاً وقد يقع على جزيء ممتز وبالتالي لا تتم عملية الامتزاز وبالتالي احتمال حصول عملية الامتزاز أقل، أيضاً بما أن نصف السطح ممتلئ بالتالي يوجد احتمال لحصول عملية الامتزاز.

وعندما يمتلئ السطح بالكامل تتوقف عملية الامتزاز لعدم وجود مكان للجزيئات لأن تمتز فيه.

لذا عند رسم العلاقة بين الامتزاز Γ والتركيز C نجد ما يلي:

C التركيز في الطور الحجمي

إذا أخذنا تركيز صغير من المادة سينتج امتزاز وتصبح درجة امتلاء معينة في السطح في البداية، ونجد بأنه الامتزاز يزداد خطياً مع زيادة التركيز، وعندما يمتلئ السطح قليلاً يصبح أقل من خطي (زيادة الامتزاز) وعندما يمتلئ كاملاً يصبح امتزاز حدي (زيادة التركيز).



منحنيا الامتزاز متساوي الدرجة

1- أحادي الجزيئة، 2- متعدد الجزيئة

درس العالم هنري في الحالات الصغيرة حيث افترض أن علاقة الامتزاز بالتراكيز هي علاقة خطية ووضع المعادلة التالية:

$$A = K_h \cdot C$$ امتزاز مطلق

في حالة المواد الفعالة سطحياً:

$$\Gamma = K_h \cdot C$$ امتزاز جيبس

وحتى يأخذ المنطقة المظللة قام العالم بوضع المعادلة التالية:

$$A = K \cdot C^{\frac{1}{n}}$$

- A: كمية ثابتة لكل جملة من الجمل
- K: ثابت
- n: كمية قيمتها 1 وأكبر

كلما زاد الامتلاء للسطح كلما ضعفت حدة الامتزاز

$(n = 1)$ لا يوجد امتلاء

$(n = 2)$ في هذه الحالة $A = K \cdot C^{\frac{1}{2}}$ لم يعد التركيز يؤثر بنفس الكفاءة وينتج في هذه الحالة عملية اغناء ما بين العلاقة Γ و C.

نأخذ الشكل اللوغاريتمي للعلاقة التالية:

$$A = K \cdot C^{\frac{1}{n}}$$

$$log\, A = log\, K + \frac{1}{n} log\, C$$

في حالة المواد الفعالة سطحياً يمكن أن نكتب:

$$log\, A = log\, \Gamma$$

يكون الامتزاز قوي

$$log\, \Gamma = log\, K + \frac{1}{n} log\, C$$

العلاقة بين $log\, A$, $log\, C$ حيث أن $n, log\, K$ ثوابت بالنسبة لكل مادة من المواد.

كيف تؤثر العوامل المختلفة في K و n؟

استطاعة سلسلة الفحوم الهيدروجينية:

تؤدي إلى زيادة K حيث بفرض أننا انتقلنا من البروبانول إلى البوتانول أي انتقلنا من سلسلة تحوي 3 ذرات كربون إلى سلسلة تحوي 4 ذرات كربون، وهذا يعني أنه كلما كانت السلسلة أطول كلما كان الامتزاز أكبر.

وتؤدي الاستطالة إلى زيادة n أي مثلاً: المادة التي يحصل عليها الامتزاز هي الماء ونريد أن نميز بين البروبانول والبوتانول عند الانتقال من البروبانول ← البوتانول يزداد طول السلسلة فتزداد قيمة n

رفع درجة الحرارة في حالة الامتزاز الفيزيائي:

يقلل الامتزاز وبالتالي يؤدي إلى تقليل درجة الامتلاء والأس $\frac{1}{n}$ يصبح أكبر وتصغر n

ويتناقص الامتزاز وبالتالي تتناقص قيمة K.

حيث أن عملية الامتزاز تؤدي إلى تناقص قابلية حركة الجزيئات الممتزة وتؤدي إلى تناقص الانتروبية عكس فعل رفع درجة الحرارة الذي يزيد من الانتروبية.

السطح النوعي للجسيم الماز بجزيئات المادة الممتزة:

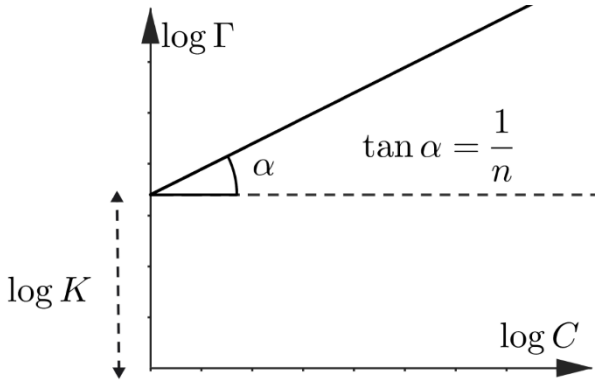
كالامتزاز على الفحم

عندما يزداد السطح النوعي مثلاً يكون التركيز ثابت

(فحم سطحه النوعي صغير) لا يحوي مسامات.

(فحم سطحه النوعي كبير) فيه مسامات

نلاحظ أنه يمتلئ نسبة صغيرة منه أي n تبقى صغيرة أي تنقص قيمة n عندما يكون السطح النوعي كبير يؤدي إلى زيادة الامتزاز وإلى زيادة K حيث $A = C^{\frac{1}{n}} \cdot K$



$$log\, A = log\, K + \frac{1}{n} log\, C$$

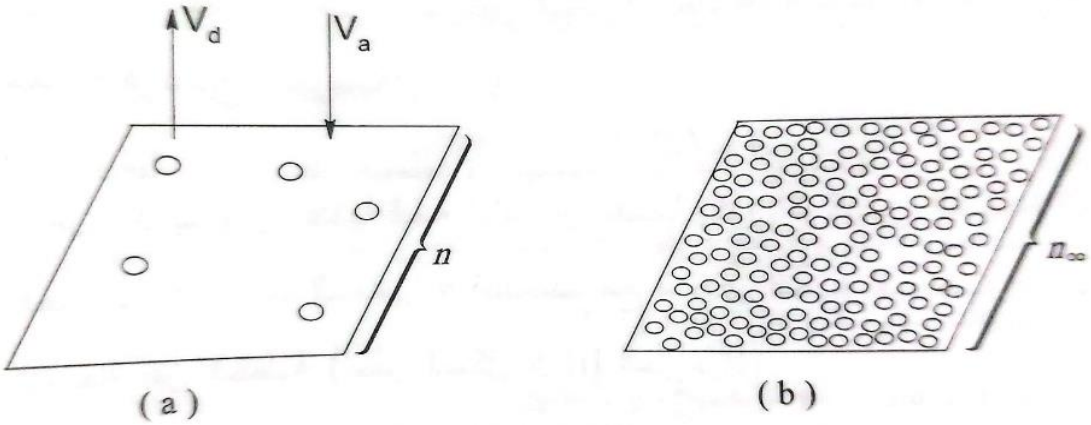
وهي معادلة فريندليش، أي أن العلاقة خطية بين $log\, A$, $log\, C$

حيث يمكن كتابة $log\, \Gamma$ بدلاً من $log\, A$ إذا كان الامتزاز قوياً، حيث يعتبر تركيز المادة المنحلة في الطبقة السطحية A وفائض تركيزها في الطبقة السطحية بالمقارنة مع الطور الحجمي Γ متساويان وبالتالي يمكن تحديد قيمة n و K تجريبياً من الميل ومن التقاطع مع $log\, \Gamma$.

<u>معادلة لانغمور:</u>

استخدم لانغمور الطريقة الحركية في معادلة الامتزاز وهي:

عندما يحل التوازن تكون سرعة التفاعل المباشر مساوية إلى سرعة التفاعل العكسي. المباشر [الامتزاز] ، العكسي [الانتزاز]. نأخذ واحدة السطوح حيث عدد الجزيئات الموجودة في واحدة السطح تساوي n والمساحة التي يحتلها الجزيء على السطح تساوي S_0.



مخطط لاستنتاج معادلة لانغمويير

إنّ المساحة المحتلة من قبل جميع الجزيئات هي عندما يحتل الجزيء الواحد مساحة S_0 وبالتالي n جزيء يحتل مساحة مساوية إلى:

$$\text{المساحة المحتلة} = n \cdot S_0$$

$$\text{المساحة المحتلة} - \text{واحدة السطوح} = \text{المساحة الحرة}$$

$$= 1 - n \cdot S_0$$

$$V_a = K_a \cdot C(1 - n \cdot S_0) \text{ سرعة الامتزاز}$$

إذ يجب أن تناسب مع تركيز المادة في الطور الحجمي لأنه يقترب ويتوضع على السطح.

- K_a: ثابت السرعة
- C: تركيز الطور الحجمي
- $(1 - n \cdot S_0)$: المساحة الحرة

إن عملية الامتزاز لها علاقة بالمساحة المحتلة من قبل الجزيء وليس لها علاقة بالتركيز، المهم هو درجة الامتلاء.

وبالتالي سرعة الانتزاز V_d:

$$V_d = K_d \cdot n \cdot S_0$$

- K_d: ثابت السرعة لعملية الانتزاز
- $n \cdot S_0$: المساحة المحتلة

وعند حلول الامتزاز حسب لانغمويير يكون:

$$V_a = V_d$$

$$K_a \cdot C(1 - n \cdot S_0) = K_d \cdot n \cdot S_0$$

$$\frac{K_a}{K_d} = \frac{n \cdot S_0}{C(1 - n \cdot S_0)}$$

$$b \cdot C - b \cdot C \cdot n \cdot S_0 = n \cdot S_0 \quad ; b = \frac{K_a}{K_d}$$

$$b = \frac{n \cdot S_0}{C(1 - n \cdot S_0)}$$
$$b \cdot C = n \cdot S_0 + b \cdot C \cdot n \cdot S_0$$
$$b \cdot C = n \cdot S_0(1 + b \cdot C)$$
$$n = \frac{b \cdot C}{S_0(1 + b \cdot C)} \Rightarrow n = \frac{1}{S_0} \cdot \frac{b \cdot C}{1 + b \cdot C}$$

بفرض أننا بلغنا حالة يتضح فيها امتلاء السطح امتلاءً بشكل كامل.

n_∞: عدد الجزيئات التي تحتل واحدة السطوح في الحالة الحدية وبالتالي:

$$\Rightarrow n_\infty = \frac{1}{S_0}$$
$$\Rightarrow n = n_\infty \cdot \frac{b \cdot C}{1 + b \cdot C}$$

- n: عدد الجزيئات الممتزة على مادة تركيزها معين.
- n_∞: عدد الجزيئات الممتزة على واحدة السطوح عندما يكون التركيز كبيراً جداً بحيث يكون السطح ممتلئ ننسبهم إلى بعض:

$$\frac{n}{n_\infty} = \frac{\Gamma}{\Gamma_\infty}$$
$$\Rightarrow \boxed{\Gamma = \Gamma_\infty \cdot \frac{b \cdot C}{1 + b \cdot C}}$$

وهي معادلة لانغموير وإذا أخذنا الامتزاز المطلق:

$$A = A_\infty \cdot \frac{b \cdot C}{1 + b \cdot C}$$

1) **إذا كان التركيز صغير في الطور الحجمي:** العلاقة تكون خطية حيث يمكن حذف $b \cdot C$ مقارنة مع الواحد

$$\Rightarrow \Gamma = \Gamma_\infty \cdot b \cdot C$$

وهي معادلة خطية

2) **إذا كان التركيز كبير جداً في الطور الحجمي:** الامتزاز يأخذ قيمة حدية، نعمل الواحد أمام $b \cdot C$ ويكون:

$$\Gamma = \Gamma_\infty$$

أنواع الامتزاز:

1) الامتزاز المطلق:

الامتزاز: هو عدد المولات التي تمتز على $1\ \mathrm{cm}^2$ من السطح، وهو عدد المولات الممتزة على $1\ \mathrm{g}$ من المادة الممتزة.

$$A = C_s \cdot h$$

- A: الامتزاز المطلق
- C_s: التركيز السطحي
- h: سماكة الطبقة السطحية

$$\Gamma' = \frac{n}{S}$$

- Γ': عدد مولات ممتزة على واحدة السطح
- n: عدد المولات الممتزة
- S: مساحة السطح

$$\Gamma'' = \frac{n}{m}$$

- Γ'': عدد المولات الممتزة على $1\ \mathrm{g}$ من المادة الممتزة
- n: عدد المولات
- m: كتلة المادة (الفحم)

2) امتزاز جيبس:

افترض جيبس أنه يوجد في الطور الحجمي مادة منحلة لها تركيز صغير جداً بالنسبة للتركيز السطحي وبالتالي لمعرفة تركيز المادة الممتزة يجب معرفة التركيز بالطريقة السطحي وطرح التركيز في الأعماق

$$\Gamma = (C_s - C)h$$

- C_s: التركيز في الطور السطحي
- C: التركيز في الطور الحجمي
- h: الحجم الموافق لواحدة السطوح

ملاحظة:

امتزاز جيبس هو الأكثر صحة.

في المواد العادية: مثلاً البروبانول C و C_s متقاربان أي $\Gamma \neq A$

المواد الفعالة العادية: مثل الصابون، الفرق بين C و C_s كبير، إن الامتزاز المطلق يقارب امتزاز جيبس $\Gamma \simeq A$ ، حيث يكون الفرق $(C_s - C)$ كبير

$$(100 - 1)h = 100h$$

$$\Gamma = \frac{n}{S}$$

- Γ: امتزاز جيبس
- n: عدد مولات الكلي
- S: مساحة السطح

معادلة الامتزاز لجيبس:

$$\Gamma = \frac{-d\sigma}{d\mu}$$

<u>الامتصاص:</u>

ظاهرة فيزيائية أو كيميائية أو عملية تدخل في الذرات والجزيئات والأيونات في حجم جسم صلب أو مادة سائلة، وهي عملية تختلف عن الامتزاز، لأن الجزيئات التي تخضع للامتصاص تدخل ضمن الحجم الكلي وليس على سطحه، فالامتصاص يشمل الحجم الكلي للعامل الممتص.

والامتصاص أيضاً هو عملية التصاق الجزيئات أو الشوارد أو الذرات بسطح جسم صلب أو سائل حيث تتراكم الجزيئات على السطح ولا تدخل في حجم المادة الممتزة أو الممتصة.

المادة التي تمتز جزيئاتها على السطح بالمادة (الممتزة) أو الممتصة (Adsorbate) وتدعى المادة التي يجري على سطحها عملية الامتزاز بالمادة الممتزة (Adsorbent) أما عملية الامتزاز فهي ظاهرة سطحية.

Absorption امتصاص	Adsorption امتزاز
الذرات أو الجزيئات أو الشوارد تكون في المادة الممتزة داخل المادة المازة	الذرات أو الجزيئات أو الشوارد تكون خارج المادة (المازة) على السطح ليس في الداخل
ظاهرة سائبة	ظاهرة سطحية
عملية ماصة للحرارة an endothermic process	عملية ناشرة للحرارة an exothermic process
نفس اعتقاد المادة	التركيز في السطح يختلف عن تلك التي تكون غائراً في المادة المازة
لا يتأثر بدرجة الحرارة	اعتماده على درجة الحرارة

امتزاز: adsorption
امتصاص: absorption
انتزاز: desorption
عملية ناشرة للحرارة: exothermic process

الكمون الكيميائي بالنسبة للمحاليل:

تستخدم معادلة جيبس في المحاليل

لذا نستخدم التراكيز

$$\mu = \mu_0 + R \cdot T \cdot ln\, C$$

في حالة الغازات:

$$\mu = \mu_0 + R \cdot T \cdot ln \frac{P}{P_0}$$

$$d\mu = 0 + R \cdot T \cdot \frac{dC}{C}$$

$$d\mu = R \cdot T \cdot \frac{dC}{C}$$

لكن من معادلة جيبس

$$\Gamma = -\frac{d\sigma}{d\mu} \Rightarrow \Gamma = -\frac{d\sigma}{R \cdot T \cdot \frac{dC}{C}} \Rightarrow \boxed{\Gamma = -\frac{C}{R \cdot T} \cdot \frac{d\sigma}{dC}}$$

عندما يحصل امتزاز تلقائي على السطح ينقص التوتر السطحي، ماء نضع فيها صابون ثم بوتانول ماذا نلاحظ؟

إنّ الصابون والبوتانول يمتزان لأنهما يؤديان إلى إنقاص التوتر السطحي $\frac{d\sigma}{dC}$ بالنسبة للمواد الفعالة سالبة حيث أنه بازدياد التركيز يتناقص التوتر السطي وبالتالي ينتج امتزاز موجب.

أسباب الامتزاز وآليته:

1) **امتزاز فيزيائي:** امتزاز بروبانول على السطوح وهو ارتباط المادة الممتزة بالسطح بروابط فاندرفالس أو روابط هيدروجينية حيث يتم الارتباط على حساب قوى ضعيفة.
2) **الامتزاز الكيميائي:** تتشكل فيه روابط كيميائية (تكافؤية – كهربائية) بين المادة الممتزة والسطح الذي تمتز عليه حيث يتم تشكل روابط وهي روابط قوية.

خواص الامتزاز الفيزيائي:

1) عكوس: حيث يمكن أن يتحول الامتزاز إلى انتزاز.
2) غير تخصصي: لا هتم بنوعية المادة، حيث أن الامتزاز الفيزيائي سيتعامل مع خواص المادة الماصة مثل روابط فاندرفالس
3) غير موجه: ليس من الضرورة أن تتوضع المادة الممتزة في وضعية محددة تماماً، حيث يتم هذا عندما تتشكل رابطة تكافؤية مع إجمالي الرابطة فتجبرها على أخذ وضع معين.
4) يمكن أن يؤدي الامتزاز الفيزيائي إلى تشكل عدة طبقات امتزازية من المادة الممتزة خصوصاً في حال الامتزاز من الطور الغازي.
5) يتناقص الامتزاز الفيزيائي بارتفاع درجة الحرارة، وذلك لأن الامتزاز عبارة عن ارتباط، فعندما ترتفع درجة الحرارة يتم تنشيط الحركة الحرارية وبالتالي تصبح الجزيئات في حالة حركة زائدة وتخليها عن تماسكها يزداد وبالتالي يصبح الانتزاز أسهل.

خواص الامتزاز الكيميائي:

1) يؤدي إلى تشكيل مركبات بسيطة سطحية.
2) غير عكوسي.
3) تخصصي: يميز المادة التي تتفاعل مع السطح أم لا.
4) موجه: الرابطة الكيميائية موجهة ويشكل طبقة امتزازية واحدة حيث تُشبع الرابطة وبالتالي لا يوجد مجال لتشكيل طبقة أخرى.
5) تأثير درجة الحرارة: هل يزداد أم يتناقص الامتزاز الكيميائي برفع درجة الحرارة:

بشكل عام: عند ارتفاع درجة الحرارة بالنسبة لأي تفاعل كيميائي حسب لوشاتلييه يزداد التفاعل الكيميائي أو يتناقص حسب طبيعة التفاعل ماص أم ناشر للحرارة.

هناك تفاعلات عند ارتفاع درجة الحرارة يتم زيادتها، ويوجد تفاعلات عند ارتفاع درجة الحرارة يتم إنقاصها.

حيث يمكن أن يزيد الامتزاز أو يتناقص بارتفاع درجة الحرارة، بينما وجدنا أن الامتزاز الفيزيائي يتناقص بارتفاع درجة الحرارة.

- **هل تؤدي عملية الامتزاز إلى زيادة الانتروبية أم تناقصها؟**

© كما نعلم أن الانتروبية هي مقياس لمدى العشوائية الجزيئية، وعندها يحصل امتزاز فيزيائي تنظم الجزيئات في الحجم لأن للجزيئات ثلاثة درجات حرية بينما في السطح أصبح لديها درجتي حرية وبالتالي تنقص الانتروبية.

ومنه نكتب $\Delta S < 0$ إذا كانت عملية الامتزاز تتم تلقائياً يكون تغير تابع جيبس أصغر من الصفر حيث أنه يتناقص تابع جيبس في العمليات التلقائية بثبات T و P

$$\Delta G < 0$$
$$\Delta H = \Delta G + T \cdot \Delta S$$
$$\Delta H < 0$$

عملية الامتزاز ناشرة للحرارة.

انتهت المحاضرة الثالثة

د. مروة رباح

مكتبة A to Z