كلية العلوم

القسم : **الكيمياء**

السنة : **الثالثة**

المادة : كيمياء فيزيائية٣

المحاضرة : **السابعة/نظري/**كتابة

{{ 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

((تكملة الجمل المفتوحة))

أن جزء من التفاعلات التي تجري في الجمل المفتوحة تعتمد على ظاهرة الانتشار أو السفر وهي عبارة عن توزع جزيئات المادة المتفاعلة تحت تأثير حركتها الحرارية دون تدخل عنصر خارجي، وهذه العملية محددة أو تتأثر بالشروط الخارجية المطبقة على الجملة مثل: التركيز، الضغط، درجة الحرارة ... وعوامل مختلفة

جميع العمليات الكيميائية التي تتم بواسطة عملية الانتشار يضبطها ويحددها قانون فيك في الانتشار الذي ينص على: أن سرعة تغير المادة في الجملة المتفاعلة في واحدة الطول وخلال واحدة الزمن تتناسب طرداً مع تغير التركيز بالنسبة لواحدة المسافة:

$$\frac{dm}{dt} \propto S \frac{dc}{dx} \Rightarrow$$

اصطلاحاً: تناقص كمية المادة المتفاعلة مع الزمن.

قانون فيك في الانتشار:

$$\frac{-dm}{dt} = DS \frac{dc}{dx}$$

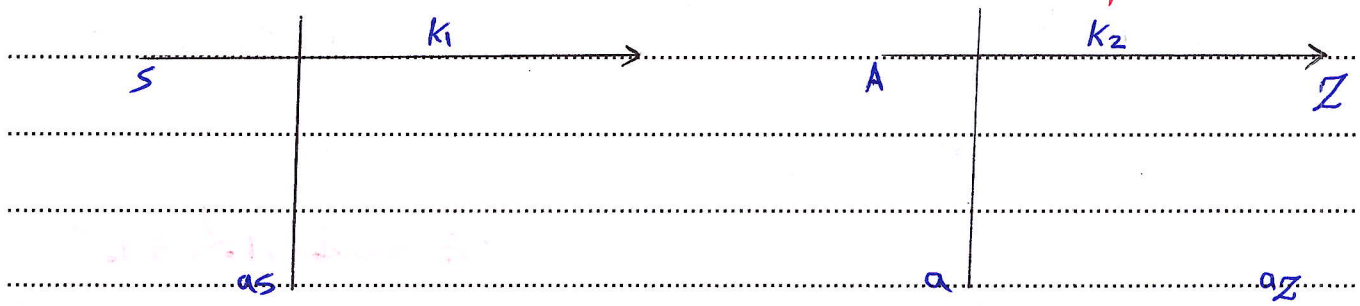
حيث D: ثابت الانتشار، m: كتلة المادة المتفاعلة

كيف تتم عملية الانتشار؟

لدينا جملة متفاعلة أو غير متفاعلة، ولدينا خزان خارجي للمادة [1]، سوف تنتشر المادة من المستوى الخارجي إلى الجملة وبالمقابل سوف تنتشر المادة إلى المستوى الخارجي [2]:

خزان خارجي للمادة [2]	انتشار →	جملة متفاعلة أو غير متفاعلة	انتشار →	خزان خارجي للمادة [1]

مثال: عدم حدوث تفاعل كيميائي



عملية الانتشار في هذه الجملة لا يرافقها حدوث تفاعل كيميائي وانما هي عملية فيزيائية بسيطة تعتمد على الانتشار إلى الجملة ومن الجملة ويشترط لحدوث عملية الانتشار تحقق المتراجحة: $a_S > a$

والسرعة الكلية لهذا الانتشار هي عبارة عن الفرق بين سرعة الانتشار من الوسط الخارجي إلى الجملة مطروحاً منه سرعة الانتشار من الجملة إلى الوسط الخارجي:

$$v = v_1 - v_2$$

اعتماداً على قانون فيك في الانتشار يمكن كتابة السرعة الكلية على الشكل التالي:

$$\frac{da}{dt} = D_1 S (a_S - a) - D_2 S (a_S - a_Z)$$

نفرض: $D_1 S = k_1$ و $D_2 S = k_2$

$$\rightarrow \frac{da}{dt} = k_1 (a_S - a) - k_2 (a_S - a_Z)$$

علاقة تفاضلية لسرعة الانتشار الحاصل في جملة مفتوحة دون حصول تفاعل كيميائي في الجملة.

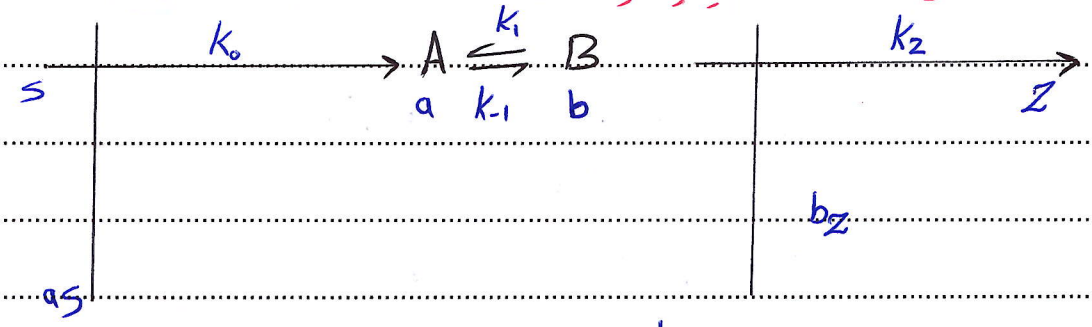
بالمكاملة ضمن شروط التفاعل نحصل على:

$$a = \frac{k_1 a_S + k_2 a_Z}{k_1 + k_2} + \left(a_0 - \frac{k_1 a_S + k_2 a_Z}{k_1 + k_2}\right) e^{-(k_1 + k_2)t}$$

* في الجملة المغلقة يكون التركيز البدائي a_0 ← $k_1 = k_2 = 0$ ، $a = a_0$ ← $[t=0, a=0]$

TEL:0931497960 - Facebook Group: A to Z مكتبة

مثال2: حدوث تفاعل كيميائي



السرعة الكلية لهذا التفاعل في الجملة المفتوحة يساوي مجموع سرعتي عملية الانتشار و التفاعل الكيميائي الحاصل.

k_2 ، k_0 ← ثابتي سرعة الانتشار من الوسط (1) الى الجملة ومن الجملة الى الوسط

k_{-1} ، k_1 ← ثابتي سرعة التفاعل المباشر والعكسي.

اعتماداً على قانون فيك يمكن ايجاد تغير كمية A و B في الجملة ويكون:

$$\frac{da}{dt} = k_0(a_S - a) - k_1 a + k_{-1} b$$

(في وضع عدم الاستقرار)

$$\frac{db}{dt} = k_2(b_Z - b) + k_1 a - k_{-1} b$$

* نظرية الحالة المستقرة: محافظة مواد الجملة على تركيز ثابت طوال فترة الانتشار الى الجملة ومنها.

تركيز ثابت ← أي هو محصلة لتغيرات في كمية المادة في الجملة (تغيرات طفيفة) خلال أزمنة مختلفة.

يعبر عن هذه الحالة لجملة مؤلفة من عدد من المكونات بالعلاقة:

$$\frac{da}{dt} = \frac{db}{dt} = \frac{dc}{dt} = \dots = \frac{dn}{dt} = 0$$

تكتب حالة الاستقرار بالنسبة للمثال السابق على الشكل:

$$\frac{da}{dt} = \frac{db}{dt} = 0$$

TEL:0931497960 - Facebook Group: A to Z مكتبة

وبالمكاملة والاصلاح للمعادلتين السابقتين الواضحتين لعدم استقرار الجملة نحصل على:

$$\bar{a} = \frac{k_{-1}(k_0 a_s + k_2 b_z) + k_0 k_2 a_s}{k_{-1}k_0 + k_0 k_1 + k_1 k_2}$$

$$\bar{b} \quad \frac{k_1 (k_0 a_s + k_2 b_z) + k_0 k_2 b_z}{k_0 k_2 + k_{-1} k_0 + k_1 k_2}$$

واعتماداً على هذا يمكن وصف التركيز التوازني لهذه الجملة انه متعلق ليس فقط بتركيز المادتين A و B (a, b) وانما مرتبط بتركيزهما وكميتهما في الوسطين Z و S عبر الفرق $a_s - a_z$ واعتماداً عليه يمكن تسجيل الملاحظات التالية:

1- تحتاج الجملة المفتوحة لمحافظتها على حالة الاستقرار من تلقاء نفسها لدى تغير الشروط الخارجية المؤثرة عليها.

2- يمكن تطبيق مبدأ لوشاتولييه المطبق في الجمل المعزولة والمغلقة على حالة الاستقرار في الجملة المفتوحة وتعميم ذلك على الجملة.

3- زيادة السرعة (الانتشار) لمزيد من تركيز النواتج (وسيط أو زيادة درجة الحرارة) والذي يؤدي الى سرعة الانتشار من الجملة الى الوسط ويصبح التركيز الجديد للمادة قريب من التركيز الأولي لها لكن لا يساويه.

4- تتحقق الفكرة السابقة عن طريق زيادة الثابت k_1 من a الى b من اليسار الى اليمين سوف يؤدي الى ناقص كمية a وزيادة مجموع b والمناسبة مع المقدار $(b - b_z)$ أي أن a, b يحافظان على القيمة الأولية لهذا التفاعل.

5- فحدوث العملية المعاكسة أي انعاس k_1 الى قيمته الأولى فإن ذلك يؤدي أن العمليات الحاصلة تؤثر في الاتجاه المعاكس ويسمى هذه العملية بـ: عملية الارتباط العكسي:

وهي عملية تصحيح آلية تقوم بها الجملة عند الانزياح عن الوضع التوازني لها مثال: الدارات الكهربائية.

TEL:0931497960 - Facebook Group: A to Z مكتبة

مواصفات الجملة المفتوحة :

1- تتميز الحالة المستقرة في الجملة المفتوحة بثبات تناقص الطاقة الحرة لها وثبات سرعة تزايد أنتروبيتها.

2- أن تناقص الانتروبية في الجملة المفتوحة تتم على حساب تزايدها في الوسط الخارجي.

3- تحتوي الجملة المفتوحة على عدد كبير من حالات التوازن (الآنية أو طليلة العمر) تبعاً للشروط التي تؤثر بها (التركيز، ثابت الانتشار، الضغط، درجة الحرارة)

4- أن اتجاه التفاعل في الجملة المفتوحة تحدده سرعة التفاعل الأعظمي.

5- أن اضافة وسيط الى الجملة المفتوحة سوف يؤدي الى تغير في سرعة التفاعل وقيمة التراكيز المستقرة.

6- أن تغير شروط الحالة المستقرة للجملة سوف يؤدي الى حدوث عمليات همها الابقاء على خواص هذه الجملة (الارتباط العكسي و التصحيح التلقائي).

7- يحدث الانتقال من وضع توازني أول الى وضع توازني آخر في حدود معينة للسرعة (نهاية عظمى أو نهاية صغرى)، وبزيادة السرعة تناقص القدرة على حدوث تلك العمليات السابقة (القدرة على الاعادة التلقائية أو الارتباط العكسي).

* أن عملية التصحيح التلقائي لسرعة التفاعل هي علاقة عكسية.

لكن هذا التغير يحتاج زمن محدد بعده تعود الجملة الى حالة استقرار توازني أولي.

* هذا الزمن بالعودة الى الاستقرار تناسب طرداً مع زيادة السرعة.

((انتهت المحاضرة))

TEL:0931497960 - Facebook Group: A to Z مكتبة