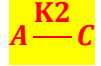
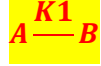


التفاعلات المتوازية

Parallel Reaction

من خصائص هذا النوع من التفاعلات هو سلوك المادة المتفاعلة بأكثر من اتجاه واحد في إثاء تفاعلها وبصورة متوازية فتكون بذلك عدة نواتج كل بسرعة معينة ، ويمكن تمثيل ذلك بالمعادلات الآتية



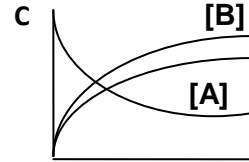
وقد تؤدي هذه التفاعلات المتنافسة مع بعضها إلى تكوين

نواتج عرضية غير مرغوب فيها فضلاً عن تكوين الناتج الرئيسي للتفاعل .

وكمثال لذلك تكوين مركبات الاورثو ، والمينا ، والبارا ناتير وتكوين نتيجة نتيحة التلوين .

ويمكن كتابة معادلات معدل السرعة للتفاعلات المشار إليها

أعلاه كما يلي :



$$-\frac{d[A]}{dt} = k_1[A] + k_2[A] = (K_1 + K_2) [A] \quad (14)$$

$$\frac{d[B]}{dt} = k_1[A] \quad (15)$$

$$\frac{d[C]}{dt} = k_2[A] \quad (16)$$

فإذا كانت المادة المتفاعلة A موجودة لوحدها عند بدء التفاعل وبتركيز مقداره $[A]_0$ وتتناقص بمرور الزمن فيكون تركيزها $[A]$ عند أي زمن معين فيمكن إجراء التكامل للمعادلة (١٥) لتصبح من المرتبة الاولى وفق ما يأتي من المعادلات .

$$\ln \frac{[A]}{[A]_0} = -(k_1 + k_2)t \quad \text{OR} \quad [A] = [A]_0 e^{-(k_1 + k_2)t} \quad (17)$$

وعند التعويض عند قيمة $[A]$ في معادلة (١٥) يمكن حساب تركيز المادة B وكما يأتي

$$\frac{d[B]}{dt} = k_1[A]_0 e^{-(k_1 + k_2)t} \quad \text{وتبدأ أجراء عملية التكامل للمعادلة أعلاه يصبح تركيز المادة B وفق ما يأتي :}$$

$$[B] = \frac{K_1}{K_1 + K_2} [A]_0 (1 - e^{-(k_1 + k_2)t}) \quad (18)$$

وبنفس الطريقة يمكن حساب تركيز المادة C لتكوين :

$$[C] = \frac{K_2}{K_1 + K_2} [A]_0 (1 - e^{-(k_1 + k_2)t}) \quad (19)$$

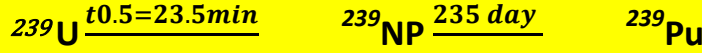
وبقسمة المعادلتين (١٨) و (١٩) على بعضهما نحصل على نسبة معينة لثوابت السرعة بدلالة تراكيز المواد عند أية لحظة زمنية وهي نسبة ثابتة يمكن الاعتماد عليها للتأكد من أن التفاعل

$$\frac{[B]}{[C]} = \frac{K_1}{K_2} \quad \text{يسلك سلوكاً متوازياً}$$

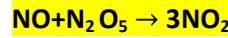
التفاعلات المتتالية

Consecutive R

لهذا النوع من التفاعلات أهمية كبيرة في مركبة الغازات ، أو غالباً ما يحدث إن المواد المتفاعلة لا تتحد مع بعضها بصورة مباشرة لإعطاء الناتج النهائي ولكنها قد تعطي مادة وسيطة مستقرة أيضاً لبعض الوقت والتي بدورها تتفاعل إما مع نفسها أو مع المواد المتفاعلة لتكوين الناتج النهائي وهذا السلوك قد يكون محدداً في خطوة واحدة كما يحدث من خلال التحلل الإشعاعي الناتج من تفاعلات نووية أحادية الجزيئية مثل



أو قد يمتد ليشمل تفاعلاً مكوناً من عدة خطوات تتكون فيها نواتج وسيطة تختفي بعد انتهاء التفاعل مثل :



والذي تحدث ميكانيكية في خطوتين رئيسيتين يتكون في أحدهما NO كمادة وسيطة .



ولهذا فالتفاعلات المتتالية تعد في غاية الأهمية وقد تشمل معظم ميكانيكات التفاعلات على سلسلة فيها ، لكنها في كثير من الأحيان لا تصنف ضمن التفاعلات البسيطة ، ومع ذلك يمكن تصنيفها ضمن ما يأتي :-

١- تفاعلات متتالية من المرتبة الأولى .

٢- تفاعلات متتالية من المرتبة الثانية .

٣- تفاعلات متتالية من المرتبة الثالثة .

ولمعالجة الصنف الأول يمكن كتابة ميكانيكية لهذا النوع وفق المعادلات الآتية :- $\text{A} \xrightarrow{\text{K1}} \text{B}$ حيث إن المادة المتفاعلة A قد تحولت إلى الناتج C عبر تكوين $\text{B} \xrightarrow{\text{K2}} \text{C}$ المركب الوسيط B ، إما المعادلات السرعة فهي

$$\frac{d[A]}{dt} = -k_1 [A] \text{ ----- (21) , } \frac{d[B]}{dt} = k_1 [A] - k_2 [B] \text{ ----- (22)}$$

$$\frac{d[C]}{dt} = k_2 [B] \text{ ----- (23)}$$

فإذا كانت المادة المتفاعلة

[A] موجودة عند البدء بتركيز مقداره $[A]_0$ فإنه يمكن إجراء تكامل للمعادلة (٢١) لتصبح

$$[A] = [A]_0 e^{-k_1 t} \text{ ----- (24)}$$

وبعد التعويض في المعادلة (٢٢) تؤدي إلى

$$\frac{d[B]}{dt} = \frac{k_1}{k_2} [A]_0 (e^{-k_1 t} - e^{-k_2 t}) \text{ ----- (25)}$$

التي يمكن إجراء التكامل عليها لحساب

من خلالها تركيز المادة B كما في المعادلة (٢٦)

$$B = \frac{K_1}{K_2 - K_1} [A]_0 (e^{-K_1 t} - e^{-K_2 t}) \quad \text{-----}(26)$$

وإذا كانت المادة [A] موجودة لوحدها عند بدء التفاعل وتركيزه $[A]_0$ فإنه $[A]_0 = [A] + [B] + [C]$ عند إيه لحظة زمنية ، وعليه فإن

$$[C] = [A]_0 \left(1 - \frac{K_2 e^{-K_1 t} + K_1 e^{-K_2 t}}{K_2 - K_1} \right) \quad \text{-----}(27)$$

وباستخدام مبد التقریب يمكن اختزال المعادلة (٢٧) إلى $[C] = [A]_0 (1 - e^{-K_1 t}) \quad \text{-----}(٢٨)$

والتي يظهر فيها اعتماد تكوين المركب الناتج C على ثابت السرعة البطيء وهو K_1 ، ويمكن إعادة كتابة المعادلة بصيغتها التفاضلية لتبين كيفية تغير سرعة تكوين المركب C ، إي انه سرعة تكوين المركب C يعتمد على السرعة البطيئة لتكوين المركب الوسيط B وليس على سرعة تحوله السريع إلى الناتج C

$$\frac{d[C]}{dt} = K_1 [A] \quad \text{-----}(29)$$

ولهذا السبب فإنه الخطوة $A \xrightarrow{K_1} B$ تدعى الخطوة البطيئة

وهي تشبه جسر ذو خط واحد مرتبط بشارع ذو عدة خطوط يتسع لعدد كبير من السيارات ، فيكون الجسر محدداً لسرعة عبور السيارات عليه (مثل السيترات بشوارعنا). وعليه فإن الخطوة المحددة للسرعة هي الخطوة الابطأ في التفاعل وانه ثابت سرعتها هو الأصغر دائماً .

مثال :- نفترض إن هناك صناعة ما تستخدم مادة A لتصنيع المادة B ، غير انه المادة B تتحلل إلى مادة عديمة الفائدة C وفي كل مرحلة من مراحل التصنيع كان التفاعل من المرتبة الاولى . هل تستطيع إن تبين عند إي وقت من الأوقات تكون المادة B في أعلى تركيز لها ؟

المعادلة (٢٦) هي التي تحدد مقدار تركيز المادة B والتي هي

$$[B] = \frac{K_1}{K_2 - K_1} [A]_0 (e^{-K_1 t} - e^{-K_2 t})$$

وعند إجراء التفاضل له $\frac{d[B]}{dt}$ هذه المعادلة تساوي صفر عندما سيكون

$$K_1 e^{-K_1 t} = K_2 e^{-K_2 t}$$

بأخذ لوغارتم الطرفين

$$\ln K_1 - K_1 t = \ln K_2 - K_2 t \quad \ln \frac{K_1}{K_2} = (K_1 - K_2) t$$

$$\ln K_1 - \ln K_2 = K_1 t - K_2 t$$

وعليه فإن الزمن اللازم لأعلى تركيز للمادة B سيكون

مهمة العلاقة جداً

$$t = \ln \left(\frac{K_1}{K_2} \right) / (K_1 - K_2)$$