

Лекція № 6. Ланцюгова реакція.

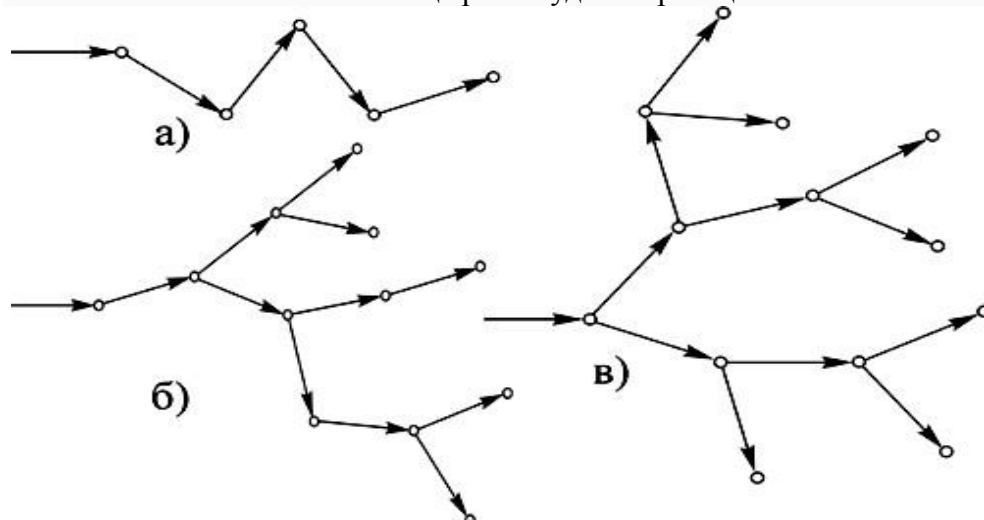
Ланцюговими називають реакції, які протікають через ряд елементарних реакцій, що регулярно повторюються. Вони досить поширені. За таким механізмом протікають реакції горіння, галогенування, полімеризації тощо. Засновниками сучасної теорії ланцюгових реакцій є радянські вчені Д. В. Алексєєв та М. М. Семенов.

Ланцюгові реакції - хімічні та ядерні реакції, в яких поява активної частки ([вільного радикала](#) або [атома](#) в хімічних, [нейтрона](#) в ядерних процесах) викликає велике число (ланцюг) послідовних перетворень неактивних [молекул](#) або ядер. Вільні радикали і багато атоми, на відміну від молекул, володіють вільними ненасиченими валентностями (непарним [електроном](#)), що призводить до їх взаємодії з вихідними молекулами. При зіткненні вільного радикала ($R^\cdot$) з молекулою відбувається розрив однієї з валентних зв'язків останньої, і, таким чином, в результаті реакції утворюється новий вільний радикал, який, в свою чергу, реагує з іншою молекулою - відбувається ланцюгова реакція.

До ланцюгових реакцій (в хімії) відносяться процеси окислення ([горіння](#), [вибух](#)), [крекінгу](#), [полімеризації](#) та інші, широко застосовуються в хімічній і нафтовій промисловості.

В [ядерних ланцюгових реакціях](#) (які були так названі за аналогією з хімічними) активними частками є [нейтрони](#), які ініціюють один з видів [ядерної реакції](#) - [поділ ядер](#). Ланцюгова ядерна реакція є основою для [ядерної енергетики](#) і [ядерної зброї](#).

Ланцюгом називається послідовність протікаючих один за одним елементарних актів – циклів регенерації. Якщо при розвитку ланцюга число активних часток залишається незмінним, то така реакція називається нерозгалуженою; коли ж на зміну одній активній частинці приходить велика кількість таких же частинок – це розгалужена реакція.



Схеми ланцюгових реакцій: а) із нерозгалуженим ланцюгом; б), в) із розгалуженим ланцюгом.

Для ланцюгових реакцій характерні три стадії: 1 – зародження; 2 – розвиток; 3 – обрив ланцюга.

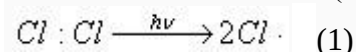
Зародження ланцюга починається із утворення активної частинки, що потребує затрати енергії. Активними проміжними продуктами (індукторами) є вільні атоми чи радикали, які мають неспарені електрони й не можуть довго існувати.

Розвиток ланцюга є періодичним повторенням стадій реакції за участю активних молекул, які називаються ланками ланцюга.

Середня кількість ланок ланцюга, утворених однією активною частинкою, називається *довжиною ланцюга*.

Обрив ланцюга відповідає зникненню активних частинок. Він має місце при зіткненні двох вільних атомів чи радикалів (рекомбінації).

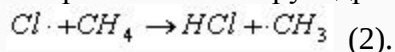
Реакція хлорування метану під дією світла носить ланцюговий характер (відкрив і назвав її *реакцією металесії* Дюма). Цей процес, як і всі ланцюгові реакції, починається з ініціювання ланцюга, тобто із виробництва вільних радикалів (в даному випадку – атомів хлору), що виникають під впливом УФ-світла (енергія зв'язку $C1-C1$ 243 кДж/моль):



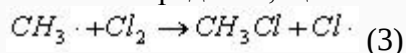
Як джерело УФ-опромінення можна використати ртутні лампи низького тиску. Наприклад, бактерицидні лампи типу TUV 6 W і TUV 30 W, що широко використовуються для стерилізації в медицині, фармацевтичній промисловості та в біологічних дослідженнях. Їх випромінювання лінійчасте і зосереджене головним чином у ртутних лініях 184,5 та 253,6 нм; та в значно меншій мірі – 313 та 333 нм. Їм відповідали лампи БУВ-30 і БУВ-60 радянського виробництва.

Водневі та дейтерієві лампи теж є джерелами УФ опромінення, але випромінюють вони неперервно широкою полосою в області 185–370 нм.

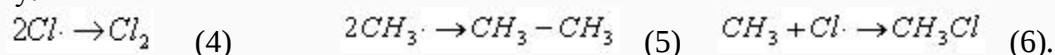
Утворений атом хлору відриває атом водню від молекули метану:



Метильний радикал, що виникає в результаті цієї реакції, взаємодіє із молекулою хлору:



Реакції (2) і (3) – розвиток ланцюга – будуть повторюватись до того часу, доки не відбудеться «обрив ланцюга» – знищення «ведучого ланцюга» вільного радикалу із іншим радикалом. У даному випадку:



Стадії ініціювання (1), розвитку (2,3) та обриву (4–6) ланцюга характерні для всіх ланцюгових реакцій.

У метані послідовно можуть заміщуватись на хлор усі атоми гідрогену:

