

ХИМИЧЕСКАЯ КИНЕТИКА

Лекция 11

Князева Е.М.

Основные понятия и определения

- **Химическая кинетика** – это раздел химии, изучающий скорости и механизмы хим. р-ций



Основные понятия и определения

Механизм р-ции –

Лимитирующая стадия –

Основные понятия и определения

Химические реакции (по механизму)

```
graph TD; A[Химические реакции (по механизму)] --> B[Простые (элементарные)]; A --> C[Сложные]; B --- D[протекают в одну стадию]; C --- E[протекают в несколько стадий]
```

Простые
(элементарные)
протекают в одну
стадию

Сложные
протекают в
несколько
стадий

Основные понятия и определения

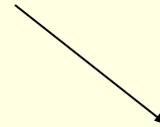
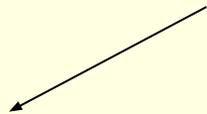
Молекулярность –

Простые реакции

мономолекулярные

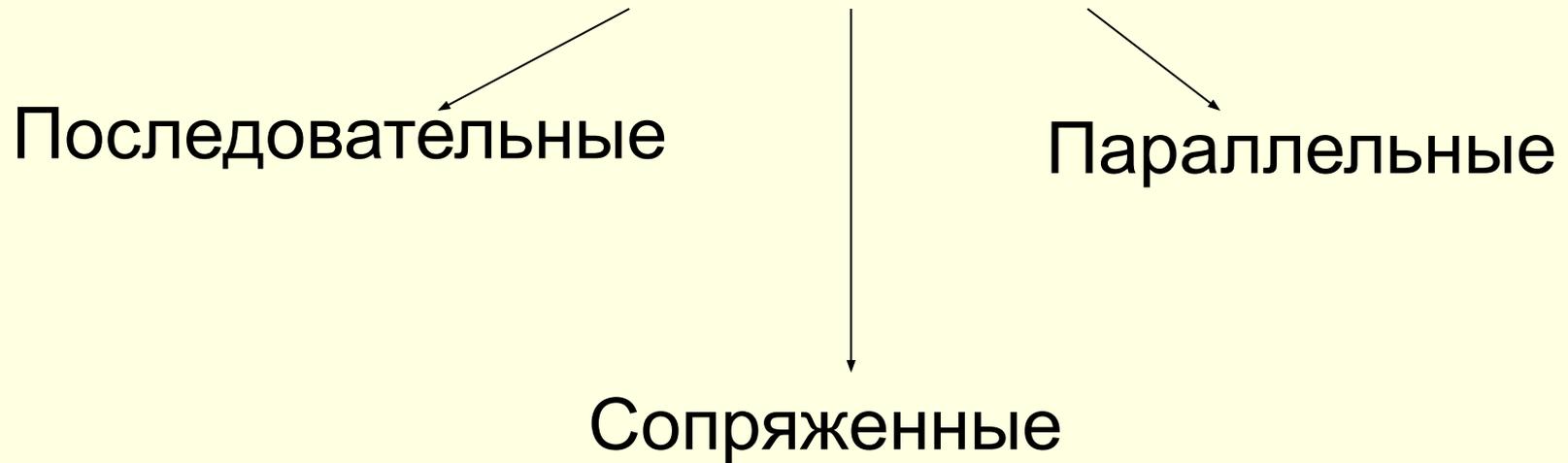
тримолекулярные

бимолекулярные



Основные понятия и определения

Сложные реакции



Основные понятия и определения

Цепные реакции (Н.Н. Семенов)

- 1 стадия: зарождение цепи
- 2 стадия: развитие цепи
- 3 стадия: обрыв цепи

Основные понятия и определения

Элементарный акт хим. р-ции –

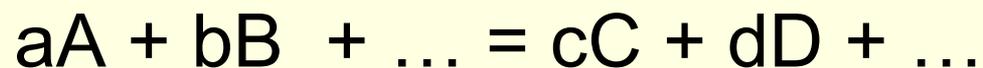
СХР –

СХР – изменение конц-ций реаг. в-в в единицу времени.

$$v = \pm \frac{\Delta C}{\Delta t}$$

Скорость химической реакции

Скорость изменения концент-ий реагентов и продуктов р-ции связаны:



$$-\frac{1}{a} \frac{dC_a}{dt} = -\frac{1}{b} \frac{dC_b}{dt} = \dots = \frac{1}{c} \frac{dC_c}{dt} = \frac{1}{d} \frac{dC_d}{dt} = \dots$$

расходятся

накапливаются

Факторы, влияющие на скорость химической реакции

Скорость хим. р-ции зависит от:

- 1) природы реагирующих в-в
- 2) конц. реаг. в-в
- 3) T
- 4) агрегатного сост. реагентов
- 5) удельной поверхности (для гетерогенных р-ций)
- 6) катализатора
- 7) ...

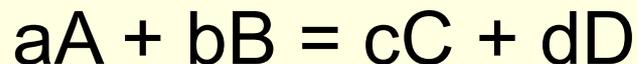
Зависимость СХР от концентрации реагентов

1867 г. Гульдберг и Вааге

Закон действующих масс

СХР прямо пропорциональна произведению конц. реагентов в степенях = стехиом-ким коэфф. (для простых р-ций) и некоторым числам – для сложных р-ций.

Зависимость СХР от концентрации



Применим к р-ции ЗДМ и запишем кинетическое уравнение:

1. для простой р-ции:
2. для сложной р-ции:

Константа скорости химической реакции

k - константа скорости хим. р-ции

Физический смысл k

то $k = v$ $v = k \cdot C_A^a \cdot C_B^b$

k не зависит от конц-ий реагентов, но зависит от T , природы реагентов, катализатора

Зависимость скорости от температуры

1884 г. Вант-Гофф

Эмпирическое правило:

Повышение температуры на 10° увеличивает скорость гомогенной р-ции в 2 – 4 раза.

$$v_{t_2} = v_{t_1} \cdot \gamma^{\frac{t_2 - t_1}{10}}$$

γ - температурный коэфф-нт скорости

Теория активных столкновений

Для протекания р-ции необходимо:

- 1) столкновение молекул
- 2) наличие у молекул достаточной E
- 3) благоприятная ориентация молекул

Энергия активации

E_a – это избыточная E , кот. должны обладать молекулы, чтобы между ними произошло взаимодействие.

Энергия активации

Уравнение Аррениуса (1889 г.)

$$k = k_0 \cdot e^{-E_a/RT}$$

Расчет энергии активации

E_a для многих р-ций изм-ся в пределах от 50 до 250 кДж/моль.

Если $E_a < 60$ кДж/моль, то р-ции идут очень быстро.

Если $E_a > 105$ кДж/моль, то р-ции практически не протекают при $t_{\text{комн.}}$.

Катализ

Катализ – это явление изменения СХР при участии катализатора.

Катализаторы – в-ва, изменяющие СХР, но не входящие в состав продуктов р-ции.
(Оствальд)

Катализ

Гомогенный катализ – катализатор и реагенты находятся в одной фазе.

Гетерогенный катализ – катализатор и реагенты находятся в разных фазах.

Ферментативный катализ – катализатором являются сложные белковые образования