

КИНЕТИКА ХИМИЧЕСКИХ РЕАКЦИЙ.

Кинетика – это наука о скорости и механизмах химических реакций.

СКОРОСТЬ ХИМИЧЕСКИХ РЕАКЦИЙ

Скорость химической реакции – это изменения концентрации реагирующих веществ в единицу времени:

$$V_{\text{х.р.}} = \frac{C_2 - C_1}{t_2 - t_1} = \frac{\Delta C}{\Delta t}, \text{ где } V_{\text{х.р.}} \text{ – средняя скорость хим. реакции (моль/л.сек.)}$$

ΔC – изменение молярной концентрации (моль/л)
 Δt – изменение времени (сек.)

Графическое изображение зависимости:

Факторы, влияющие на скорость химических реакций:

I. Природа реагирующих веществ. Скорость химической реакции зависит от агрегатного состояния вещества, *например:* реакции между газообразными веществами идут со взрывом, в растворах быстро, а между твёрдыми веществами очень медленно.

F (газ) с H₂ взаимодействуют со взрывом при комнатной температуре, а Br (жидкий) с H₂ → медленно, даже при нагревании. CaO реагирует с H₂O с выделением тепла, Оксид Cu – не реагирует.

II. Концентрация реагирующих веществ

Чтобы произошла реакция необходимо столкновение частиц. Чем больше концентрация реагирующих веществ, тем чаще происходят такие столкновения.

Зависимость скорости хим.реакции от концентрации выражается **законом действующих масс** (Гульдберг и Вааге, 1867 г.):

Скорость химической реакции прямо пропорциональна произведению молярных концентраций реагентов.

Для реакции $aA + bB = cC$, скорость хим. реакции выражается уравнением:

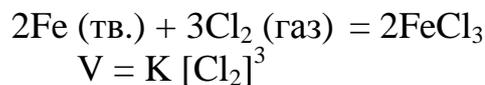
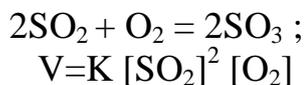
$V_{\text{х.р.}} = K [A]^a [B]^b$, где [A], [B]- молярные концентрации реагентов

К - константа скорости хим. реакции, имеет постоянное значение для каждой определенной реакции. $V_{x.p.} = K$, если $[A]$ и $[B]$ равны 1 моль/л.

K зависит от природы реагентов и температуры.

Концентрация твердых веществ не влияет на скорость реакции.

Например :



Задача: Как изменится скорость синтеза аммиака $\text{N}_2 + 3\text{H}_2 = 2 \text{NH}_3$, если концентрацию водорода увеличить в 3 раза?

$$V_1 = K [\text{N}_2] [\text{H}_2]^3 ; \quad V_2 = K [\text{N}_2] [3\text{H}_2]^3 = K [\text{N}_2] + 3^3 [\text{H}_2]^3 = 27 V_1$$

Ответ: скорость увеличится в 27 раз.

Пример влияния концентраций на скорость химических реакций в организме: кислород необходим для жизнедеятельности всех клеток. Скорость обмена веществ в клетках мозга очень высокая. Клетки мозга страдают и погибают от недостатка кислорода (после 5-ти минут без кислорода клетки мозга гибнут).

III. Температура. Влияние температуры на скорость реакций выражается *правилом Вант – Гоффа:*

При увеличении температуры на 10°C скорость химической реакции увеличивается в 2-4 раза.

$$V_2 = V_1 \cdot \gamma^{(t_2 - t_1) / 10} \quad \text{где } V_2, V_1 \text{ – конечная и начальная скорость}$$

t_1 – начальная температура
 t_2 – конечная температура
 γ – температурный коэффициент,
показывает во сколько раз увеличивается
 $V_{x.p.}$, если повысить температуру на 10° .

Влияние температуры на скорость реакции объясняет **Теория Активации:**

K образованию продуктов реакции приводят столкновения только **активированных молекул** – молекул, которые обладают некоторым запасом избыточной энергии, **энергией активации**.

E_a – **энергия активации** – это энергия, которой должны обладать молекулы, чтобы столкновение привело к химическому превращению.

- 1) При повышении температуры увеличиваются: число **активированных молекул** (активированных комплексов), скорость движения молекул и частота столкновений.
- 2) Увеличение скорости движения приводит к увеличению **эффективных соударений**, к разрушению старых и образованию молекул новых веществ

А- реагенты, В- активированный комплекс, С- продукты.

IV. Катализаторы. При добавлении к реагирующей смеси катализаторов, происходит резкое изменение скорости химической реакции. Процесс изменения скорости химической реакции при помощи катализаторов называется **катализом**.

Катализаторы - это вещества, которые влияют на скорость химических реакций, но сами в реакции не расходуются.

Катализаторами могут быть органические и неорганические вещества (Pt, Си, $AlCl_3$ и т.д.) Биологические катализаторы – это ферменты и гормоны, которые синтезируются в живых организмах.

Реакции, идущие в присутствии катализаторов, называются **каталитическими**.

Различают несколько типов катализа:

- гомогенный (катализатор и реагенты находятся в одной фазе);
- гетерогенный (катализатор и реагенты находятся в разных фазах);
- отрицательный (скорость химической реакции уменьшается);
- положительный (скорость химической реакции увеличивается).

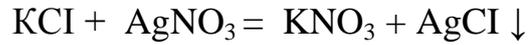
Вопросы и упражнения:

1. Что такое скорость химической реакции?
2. Графическое изображение зависимости концентрации от температуры.
3. Какие факторы влияют на скорость реакции? Назовите.
4. Как зависит скорость реакции от природы реагирующих веществ?
5. Влияние температуры. Закон действующих масс, константа реакции.
6. Влияние температуры на скорость реакции, закон Вант-Гоффа.
7. Теория активации, основные положения.
8. Влияние катализаторов, типы катализа.
9. Как изменится скорость реакций
а) $2SO_2 + O_2 = 2SO_3$, в) $H_2S + 3 O_2 = 2SO_2 + 2H_2O$, если
- увеличить в 3 раза концентрацию кислорода,
- увеличить в 2 раза концентрации SO_2 и H_2S ?
10. Как изменится скорость реакции если:
а) при $\gamma = 3$, температуру повысить с $10^\circ C$ до $30^\circ C$?
б) при $\gamma = 4$, температуру уменьшить на $20^\circ C$?

Химическое равновесие.

Все химические реакции можно разделить на две группы: обратимые и необратимые.

Необратимые реакции идут в одном направлении до полного расхода реагентов:



Обратимые реакции не идут до конца, ни один из реагентов не расходуется полностью. Эти реакции идут и в прямом и в обратном направлениях.

