

# Скорость химической реакции

- Факторы влияющие на скорость химической реакции
- Катализ и катализаторы
- Задачи на скорость химической реакции

# СКОРОСТЬ ХИМИЧЕСКИХ РЕАКЦИЙ

**СКОРОСТЬ ХИМИЧЕСКИХ РЕАКЦИЙ** определяется изменением концентрации одного из реагирующих веществ в единицу времени.

$$-\bar{v} = -\frac{\Delta C}{\Delta t}$$

$$v = -\frac{C_2 - C_1}{t_2 - t_1} = -\frac{\Delta C}{\Delta t}$$

для гомогенной системы

Знак минус ставится потому, что несмотря на убывание концентрации вещества и следовательно на отрицательное значение разности  $C_2 - C_1$ , скорость реакции может быть только положительной величиной.

**СКОРОСТЬ ГЕТЕРОГЕННОЙ РЕАКЦИИ** определяется изменением количества ( $\nu$ ) вещества, вступающего в реакцию или образующихся веществ в результате реакции в единицу времени на единицу поверхности.

$$V_{\text{гетерогенной реакции}} = \frac{\Delta \nu}{S \cdot \Delta t}$$

$S$  – поверхность вещества,  $\Delta t$  - время

# ФАКТОРЫ, ВЛИЯЮЩИЕ НА СКОРОСТЬ РЕАКЦИИ

Скорость химической реакции зависит от:

1. Природы реагирующих веществ.
2. Концентрации веществ (С)  $\Delta C = C_{2 \text{ конеч.}} - C_{1 \text{ исходное}}$
3. Температуры ( $t^0$ )
4. Катализатора.
5. Давления (в случае газовых реакций).
6. Изменения площади (S) соприкосновения веществ (в случае твердых веществ).
7. Времени  $t \quad \Delta t = t_{2 \text{ конеч.}} - t_{1 \text{ исходное}}$

Скорость реакции может быть установлена лишь для определенного промежутка времени.

## 2. ВЛИЯНИЕ КОНЦЕНТРАЦИИ РЕАГИРУЮЩИХ ВЕЩЕСТВ.

Скорость химической реакции пропорционально произведению концентраций реагирующих веществ для реакции.

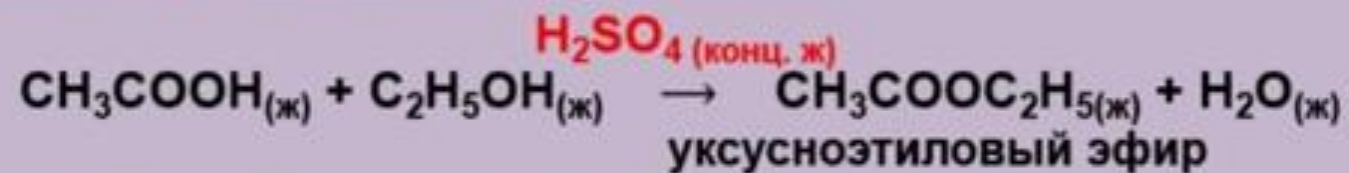
Закон действия масс:  $A_{(r)} + B_{(r)} = C_{(r)} + D_{(r)}$   $v = k \cdot C_A \cdot C_B$

где  $C_A$  и  $C_B$  – молярные концентрации веществ А и В,

$k$  - коэффициент пропорциональности (константа скорости реакции).

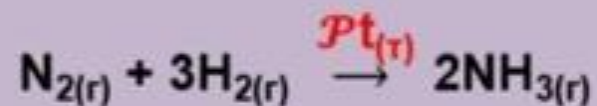
Химические реакции, протекающие в присутствии катализаторов называются **каталитическими**.

Если катализатор образует с реагирующими веществами однофазную систему: газовую или жидкую, то этот катализатор называется **гомогенным**.



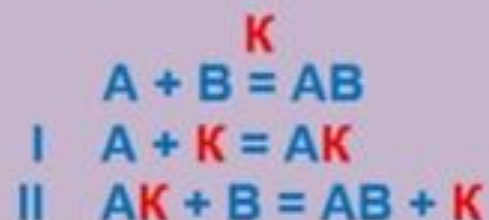
Для гомогенного катализатора установлено, что скорость химической реакции пропорциональна концентрации катализатора.

При **гетерогенном катализаторе** реагирующие вещества и катализатор образуют систему из разных фаз.



Активность твердого катализатора зависит от величины и свойств его поверхности.

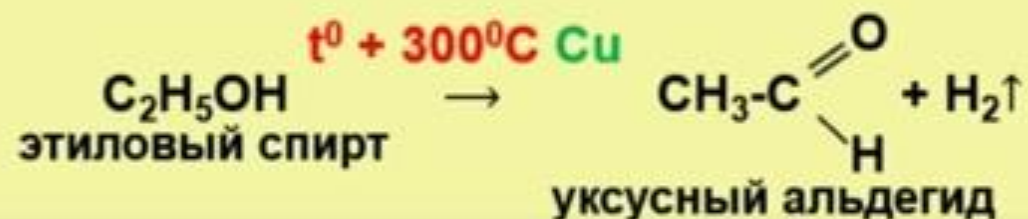
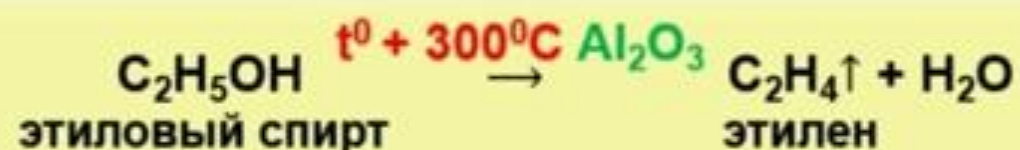
Механизм действия катализаторов обычно объясняют образованием промежуточных соединений:



К – гомогенный катализатор

## Вещества, влияющие на катализаторы

1. **Каталитические яды** - снижают активность твердых катализаторов (например: As - мышьяк, Hg - ртуть, Pb - свинец – снижают деятельность катализатора Pt - платины).
2. **Промоторы** – усиливают деятельность катализаторов (например: Fe - железо, Al - алюминий – усиливают деятельность катализатора Pt - платины).
3. **Избирательное действие катализаторов.**



Взяты разные катализаторы. В результате получились разные вещества из этилового спирта.

4. **Ферменты** – биологические катализаторы, при участии которых протекают химические процессы в растительных и животных организмах. Например: **Липазы** – расщепляют жиры.

# ЗАДАЧИ НА СКОРОСТЬ ХИМИЧЕСКИХ РЕАКЦИЙ

**Задача 1.** За 5 минут после начала реакции образовалось 10 г осадка карбоната кальция в 100 мл реакционного объема. Чему равна скорость процесса в первые 5 минут?

**Дано:**

$$V_{\text{р-ра}} = 100 \text{ мл}$$

$$t = 5 \text{ мин.}$$

$$m_{\text{CaCO}_3} = 10 \text{ г}$$

**Определить:**

$$V_{\text{реакции}} = ?$$

**Решение:**

1. Определяем молекулярную массу карбоната кальция.

$$\text{CaCO}_3 \quad M = 40 + 12 + 16 \cdot 3 = 100 \text{ г/моль}$$

2. Определяем молярную концентрацию раствора.

$$C_M = \frac{m_{\text{в-ва}}}{M \cdot V_{\text{р-ра}}} = \frac{10 \text{ г}}{100 \text{ г/моль} \cdot 100 \text{ мл}} = 0,001 \text{ м/мл} = 1 \text{ м/л}$$

3. Находим скорость химической реакции при данных условиях.

$$V_{\text{х.р.}} = - \frac{\Delta C}{\Delta t} \quad V_{\text{х.р.}} = - \frac{1 \text{ л/моль}}{5 \text{ мин.} \cdot 60 \text{ сек.}} = 0,0033 \text{ м/л} \cdot \text{с} \text{ или } 3,3 \cdot 10^{-3} \text{ м/л} \cdot \text{с}$$

**Ответ:**  $V_{\text{реакции}} = 0,0033 \text{ м/л} \cdot \text{с}$  или  $3,3 \cdot 10^{-3} \text{ м/л} \cdot \text{с}$

**Задача 2.** Скорость химической реакции при  $20^{\circ}\text{C}$  равна  $1$  моль/л·сек. Вычислите скорость этой реакции при  $60^{\circ}\text{C}$ , если температурный коэффициент реакции равен  $3$ .

**Дано:**

$$V_{t_1} = 1 \text{ моль/л}\cdot\text{с}$$

$$t_1 = 20^{\circ}\text{C}$$

$$t_2 = 60^{\circ}\text{C}$$

$$\gamma = 3$$

**Определить:**

$$V_{t_2} = ?$$

**Решение:**

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

$$V_{t_2} = 1 \text{ моль/л}\cdot\text{с} \cdot 3^{\frac{60-20}{10}} = 3^4 = 81 \text{ моль/л}\cdot\text{с}$$

**Ответ:**  $V_{t_2} = 81$  моль/л·с