

# **Скорость химической реакции**

**Факторы, влияющие на  
скорость химической реакции**

**Химические  
реакции**  
(по однородности среды)

**гомогенные**  
(протекают  
во всём объёме)

**гетерогенные**  
(протекают  
на поверхности  
веществ)

**Скорость гомогенной реакции – это изменение количества вещества в единицу времени в единице объёма.**

$$v_{\text{гомог}} = \frac{\Delta n}{\Delta t \cdot V};$$

$$v_{\text{гомог}} = \frac{\Delta C}{\Delta t}; \quad \left( \frac{\text{моль}}{\text{л} \cdot \text{с}} \right)$$

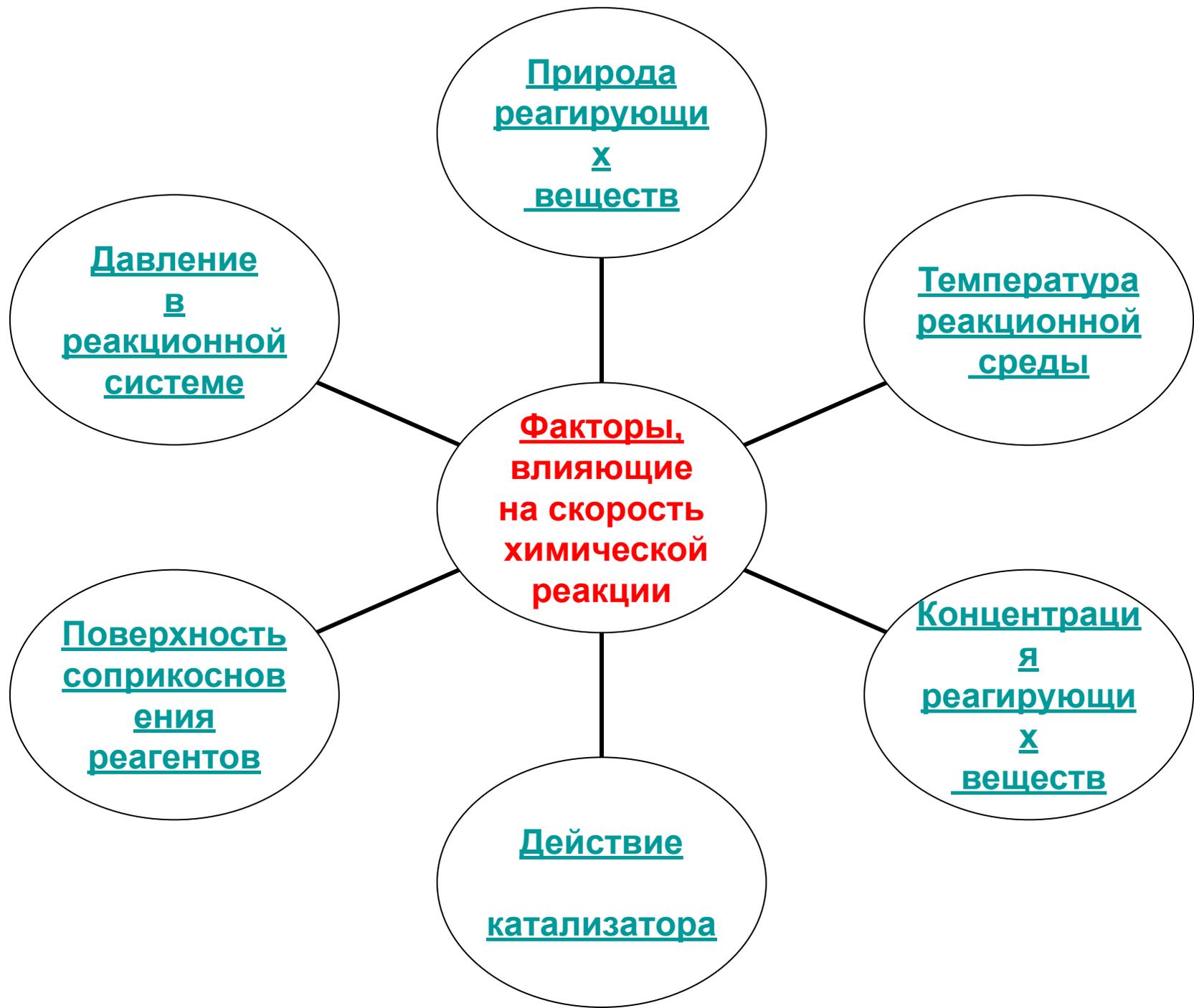
**Скорость гомогенной реакции – это изменение концентрации одного из веществ в единицу времени**

[Вернуться](#)

**Скорость гетерогенной реакции – это изменение количества вещества в единицу времени на единице поверхности вещества.**

$$v_{\text{гетерог}} = \frac{\Delta n}{\Delta t \cdot S}; \quad \begin{array}{l} \text{МОЛЬ} \\ \left( \frac{\text{-----}}{\text{с} \cdot \text{м}^2} \right) \end{array}$$

[Вернуться](#)



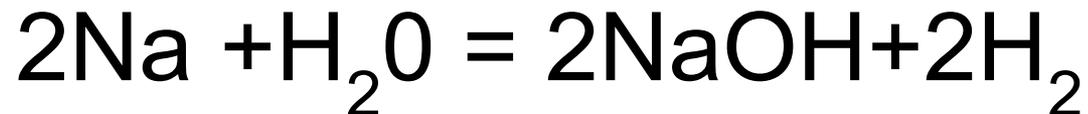
# Природа реагирующих веществ

(строение атома, тип химической связи,  
вид частиц вещества)

Быстро!

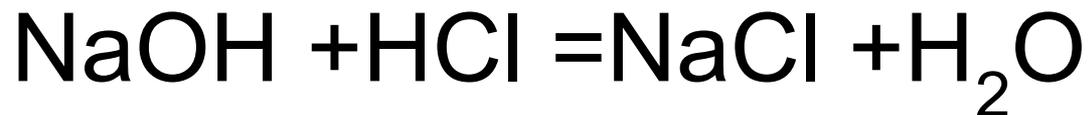


Быстрее, чем с Li! Почему?



Быстрее всего! Почему?

+       -       +       -



# Температура реакционной среды

**Скорость большинства химических реакций при повышении температуры увеличивается.**

# Температура реакционной среды

**Правило Вант-Гоффа:**

**при повышении температуры  
реакционной смеси на каждые 10°C  
скорость химической реакции  
повышается  
в 2-4 раза**

**(температурный коэффициент  
реакции):**

$$\frac{V_2}{V_1} = \gamma^{\frac{t_2^{\circ\text{C}} - t_1^{\circ\text{C}}}{10^{\circ\text{C}}}}$$



## Упражнение по решению задач

**Во сколько раз увеличится скорость химической реакции, если температура реакционной среды возрастёт со  $120\text{ }^{\circ}\text{C}$  до  $150\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Температурный коэффициент реакции равен 2.**

Ответ



## Упражнение по решению задач

**При  $142\text{ }^{\circ}\text{C}$  скорость реакции равна  $16$  моль/л·с. Вычислите скорость реакции при  $112\text{ }^{\circ}\text{C}$ , если температурный коэффициент  $\gamma$  равен  $2$ .**

Ответ



## Упражнение по решению задач

**При  $108^{\circ}\text{C}$  химическая реакция идёт 246 минут. При какой температуре эта же реакция закончится за 16 минут, если температурный коэффициент реакции равен 2?**

Ответ



# Концентрация реагирующих веществ

**Скорость**  
**гомогенной химической реакции**  
**пропорциональна произведению**  
**концентраций** реагирующих веществ,  
**возведённых в степени,**  
**равные их коэффициентам**  
**в химическом уравнении данной**  
**реакции (закон действующих масс**  
**- основной закон химической кинетики)**



# Концентрация реагирующих веществ



(гомогенная)

$$V = k \cdot C_A^2 \cdot C_B$$



(гомогенная)

$$V = k \cdot C_A^3 \cdot C_B^2$$



(гетерогенная)

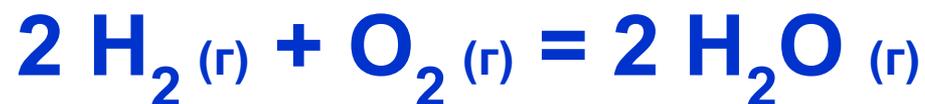
$$V = k \cdot C_A^3$$

**Закон действующих масс не учитывает  
концентрации исходных веществ, находящихся  
в твёрдом состоянии.**



## Упражнение по решению задач

Во сколько раз изменится  
скорость реакции



при

увеличении концентрации  
кислорода в 2 раза?

Ответ



## Упражнение по решению задач

Во сколько раз изменится  
скорость реакции



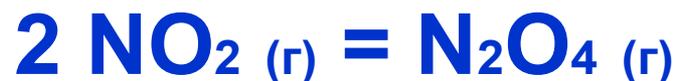
при одновременном  
увеличении концентрации метана в  
8 раз и уменьшении концентрации  
углекислого газа в 2 раза?

Ответ



## Упражнение по решению задач

Во сколько раз изменится скорость  
реакции



при увеличении концентрации  
оксида азота (IV) в 2 раза?

Ответ



# Действие катализатора

**Катализатор-вещество, участвующее в химической реакции, ускоряющее её протекание, но остающиеся по её окончании в неизменном виде**

## Катализ

(по однородности среды)

### ГОМОГЕННЫЙ

( катализатор и реагирующее вещество находятся в одном агрегатном состоянии )

### гетерогенный

( катализатор и реагирующее вещество находятся в одном агрегатном состоянии )



# Действие катализатора

## Гомогенный катализ:

**NO**



(газовая среда)

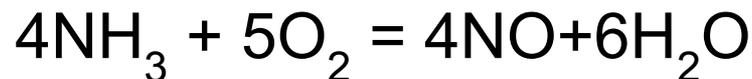
**MnSO<sub>4</sub>**



(жидкая среда)

## Гетерогенный катализ:

**Pt**



# Поверхность соприкосновения реагентов



**Фактор играет важную роль при протекании гетерогенных реакций. Для увеличения поверхности соприкосновения исходные вещества постоянно перемешивают (например, применяют научный принцип “кипящего слоя” обжиге серного колчедана) при производстве серной кислоты**

# Давление в реакционной системе



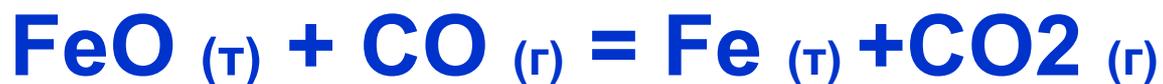
**Изменение давления влияет на скорость только тех химических реакций, в которых участвует хотя бы одно газообразное вещество.**

**Увеличение давления уменьшает объём газов, что приводит к **увеличению концентрации газов** во столько раз, во сколько раз увеличилось давление.**



## Упражнение по решению задач

Во сколько раз изменится скорость  
реакции



при увеличении давления в реакционной  
системе в 3 раза?

Ответ

Дано:

$$t_1^0 = 120^\circ\text{C}$$

$$t_2^0 = 150^\circ\text{C}$$

$$\gamma = 2$$

—

$$\frac{v_2}{v_1} \text{ — ?}$$

$$v_1$$

Решение:

$$\frac{v_2}{v_1} = \gamma \quad \frac{t_2^0 - t_1^0}{10}$$

$$v_1$$

$$\frac{150^\circ\text{C} - 120^\circ\text{C}}{10}$$

$$\frac{v_2}{v_1} = 2$$

$$v_1$$

$$\frac{v_2}{v_1} = 2^3 = 8 \text{ (раз)}$$

$$v_1$$

[Вернуться](#)

**Дано:**

$$t_1 = 142^\circ\text{C}$$

$$c_1 = 16 \text{ моль/л}\cdot\text{с}$$

$$t_2 = 112^\circ\text{C}$$

$$\gamma = 2$$

---

$c_2$  -?

**Решение:**

Т.к.  $t_1 > t_2$ , то  $v_1 > v_2$

$$v_1 = v_2 \cdot \gamma^{\frac{t_1 - t_2}{10}}$$

$$v_1 = 16 \text{ моль/л}\cdot\text{с} \cdot 2^{\frac{142^\circ\text{C} - 112^\circ\text{C}}{10}}$$

$$v_1 = 16 \text{ моль/л}\cdot\text{с} \cdot 2^3 = 16 \text{ моль/л}\cdot\text{с} \cdot 8 = 128 \text{ моль/л}\cdot\text{с}$$

[Вернуться](#)

Дано:

$$t_1^0 = 108^\circ\text{C}$$

$$\tau_1 = 256 \text{ мин}$$

$$\tau_2 = 16 \text{ мин}$$

$$\gamma = 2$$

---

$$t_2^0 = -?$$

Решение:

$$\frac{\tau_2}{\tau_1} = \frac{256 \text{ мин}}{16 \text{ мин}} = 16 \text{ (раз)}$$

$$\frac{\tau_2}{\tau_1} = \gamma^{\frac{t_2^0 - t_1^0}{10}}$$

$$16 = 2^{\frac{t_2^0 - 108^\circ\text{C}}{10}}$$

$$\frac{t_2^0 - 108^\circ\text{C}}{10} = 4$$

$$t_2^0 = 4 \cdot 10^\circ\text{C} + 108^\circ\text{C} = 148^\circ\text{C}$$

[Вернуться](#)

Дано:

$$\underline{c_2(O_2)} = 2c_1$$

$\underline{(O_2)}$

$$\frac{v_2}{v_1} = ?$$

$v_1$

Решение:



$$\frac{v_2}{v_1} = \frac{c_2^2(H_2) \cdot c_2(O_2)}{c_1^2(H_2) \cdot c_1(O_2)} ; \quad 1)$$

$$\frac{v_2}{v_1} = \frac{c_2^2(H_2) \cdot 2c_1(O_2)}{c_1^2(H_2) \cdot c_1(O_2)} ; \quad 2)$$

Т.к.  $c_2(H_2) = c_1(H_2)$ ,

то  $c_2^2(H_2) = c_1^2(H_2)$

При сокращении уравнения 2)

получаем:

$$\frac{v_2}{v_1} = 2$$

$v_1$

Дано: (г)

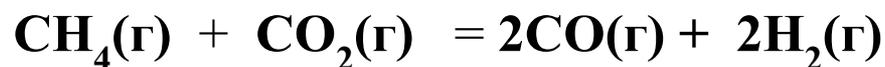
$$c_2(\text{CH}_4) = 8 c_1(\text{CH}_4)$$

$$c_2(\text{CO}_2) = 0,5 c_1(\text{CO}_2)$$

$$\frac{v_2}{v_1} = ?$$

$$v_1$$

Решение:



$$\frac{v_2}{v_1} = \frac{c_2(\text{CH}_4) \cdot c_2(\text{CO}_2)}{c_1(\text{CH}_4) \cdot c_1(\text{CO}_2)} ; \quad 1)$$

$$\frac{v_2}{v_1} = \frac{8 c_1(\text{H}_2) \cdot 0,5 c_1(\text{CO}_2)}{c_1(\text{H}_2) \cdot c_1(\text{O}_2)} ; \quad 2)$$

При сокращении уравнения 2)  
получаем:

$$\frac{v_2}{v_1} = 8 \cdot 0,5 = 4 \text{ (раза)}$$

$$v_1$$

[Вернуться](#)

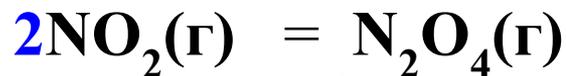
Дано:

$P_2 = 2P_1$ , поэтому:

$$c_2(\text{NO}_2) = 2c_1(\text{NO}_2)$$

$$\frac{v_2}{v_1} = ?$$

Решение:



$$\frac{v_2}{v_1} = \frac{(2c_1)^2(\text{NO}_2)}{c_1^2 \text{NO}_2} \quad ; \quad 1)$$

$$\frac{v_2}{v_1} = \frac{2^2 \cdot c_2^2(\text{NO}_2)}{c_1^2(\text{NO}_2)} \quad ; \quad 2)$$

$$\frac{v_2}{v_1} = \frac{2^2 \cdot c_2^2(\text{NO}_2)}{c_1^2(\text{NO}_2)} \quad ;$$

$$\frac{v_2}{v_1} = \frac{2^2 \cdot c_2^2(\text{NO}_2)}{c_1^2(\text{NO}_2)} \quad ;$$

При сокращении уравнения 2)

получаем:

$$\frac{v_2}{v_1} = 2^2 = 4 \text{ (раза)}$$

[Вернуться](#)

Дано:

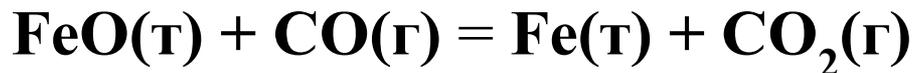
$P_2 = 3P_1$ , поэтому:

$$c_2(\text{CO}) = 3c_1(\text{CO})$$

$$\frac{v_2}{v_1} = ?$$

$$v_1$$

Решение:



Изменение давления влияет на  
изменение концентрации газа:

$$\frac{v_2}{v_1} = \frac{c_2(\text{CO})}{c_1(\text{CO})} \quad ; \quad 1)$$

$$\frac{v_2}{v_1} = \frac{3 \cdot c_1(\text{CO})}{c_1(\text{CO})} \quad ; \quad 2)$$

При сокращении уравнения 2)  
получаем:

$$\frac{v_2}{v_1} = 3 \text{ (раза)}$$

$$v_1$$

[Вернуться](#)