

СКОРОСТЬ  
ХИМИЧЕСКОЙ  
РЕАКЦИИ.  
ФАКТОРЫ,  
ВЛИЯЮЩИЕ НА  
СКОРОСТЬ

Тема исследования:  
Скорость химической реакции  
и её зависимость от условий протекания.

## ЗАДАЧИ ИССЛЕДОВАНИЯ:

1. Дать определение понятию скорости химической реакции.
2. Экспериментально выявить факторы, влияющие на скорость.

# Понятие скорости (в физике)

- **Скорость** - это отношение пройденного пути в единицу времени.

- $V = S/t$

Скорость реакции определяется изменением количества вещества в единицу времени или изменением молярной концентрации вещества за единицу времени.

<p>В единице <math>V</math> (для гомогенной)</p>	<p>На единице поверхности соприкосновения веществ <math>S</math> (для гетерогенной)</p>
$v_{\text{гомоген}} = \frac{\Delta n}{\Delta t \cdot V} \left[ \frac{\text{моль}}{\text{с} \cdot \text{л}} \right]$	$v_{\text{гетероген}} = \frac{\Delta n}{\Delta t \cdot S} \left[ \frac{\text{моль}}{\text{мин} \cdot \text{см}^2} \right]$
<p><math>\frac{\Delta n}{V} = \Delta C</math> изменение молярной концентрации</p> $v = \frac{\Delta C}{\Delta t}$	<p><math>\Delta n</math> - изменение количества вещества (моль); <math>\Delta t</math> - интервал времени (с, мин)</p>

## Понятие о скорости химической реакции

**Скорость реакции определяется изменением концентрации одного из реагирующих веществ или одного из продуктов реакции в единицу времени.**

$$v = \pm \frac{\Delta C}{\Delta t} \left[ \frac{\text{МОЛЬ}}{\text{Л} \cdot \text{С}} \right]$$

где  $\Delta C$  – изменение концентрации;  $\Delta C = C_2 - C_1$

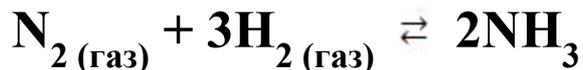
$\Delta t$  – время протекания реакции;  $\Delta t = t_2 - t_1$

## Понятие о скорости химической реакции

### Реакции

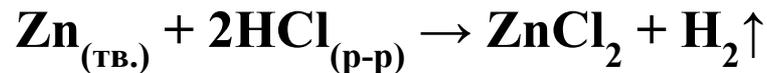
#### Гомогенные

Реакции протекают  
в однородной среде



#### Гетерогенные

Реакция идет между веществами,  
находящимися в разных  
агрегатных состояниях или  
между веществами, не  
способными образовывать  
гомогенную среду



## Понятие о скорости химической реакции

**Скорость гетерогенной реакции ( $v_{\text{гетер.}}$ ) определяется изменением количества вещества в единицу времени на единице поверхности соприкосновения веществ**

$$v_{\text{гетер.}} = \pm \frac{\Delta n}{\Delta t \cdot S}$$

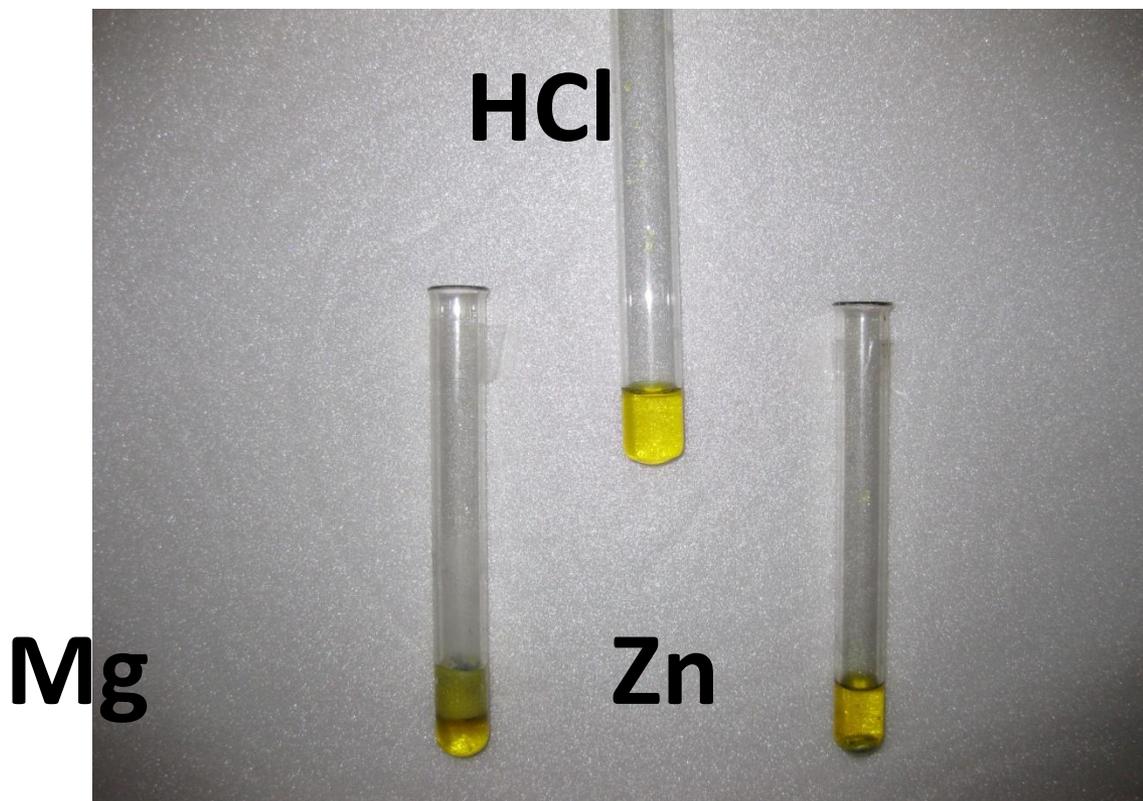
где  $\Delta n$  – изменение количества вещества (реагента или продукта), (моль);

$\Delta t$  – интервал времени (с, мин);

$S$  – площадь поверхности соприкосновения веществ ( $\text{см}^2$ ,  $\text{м}^2$ )

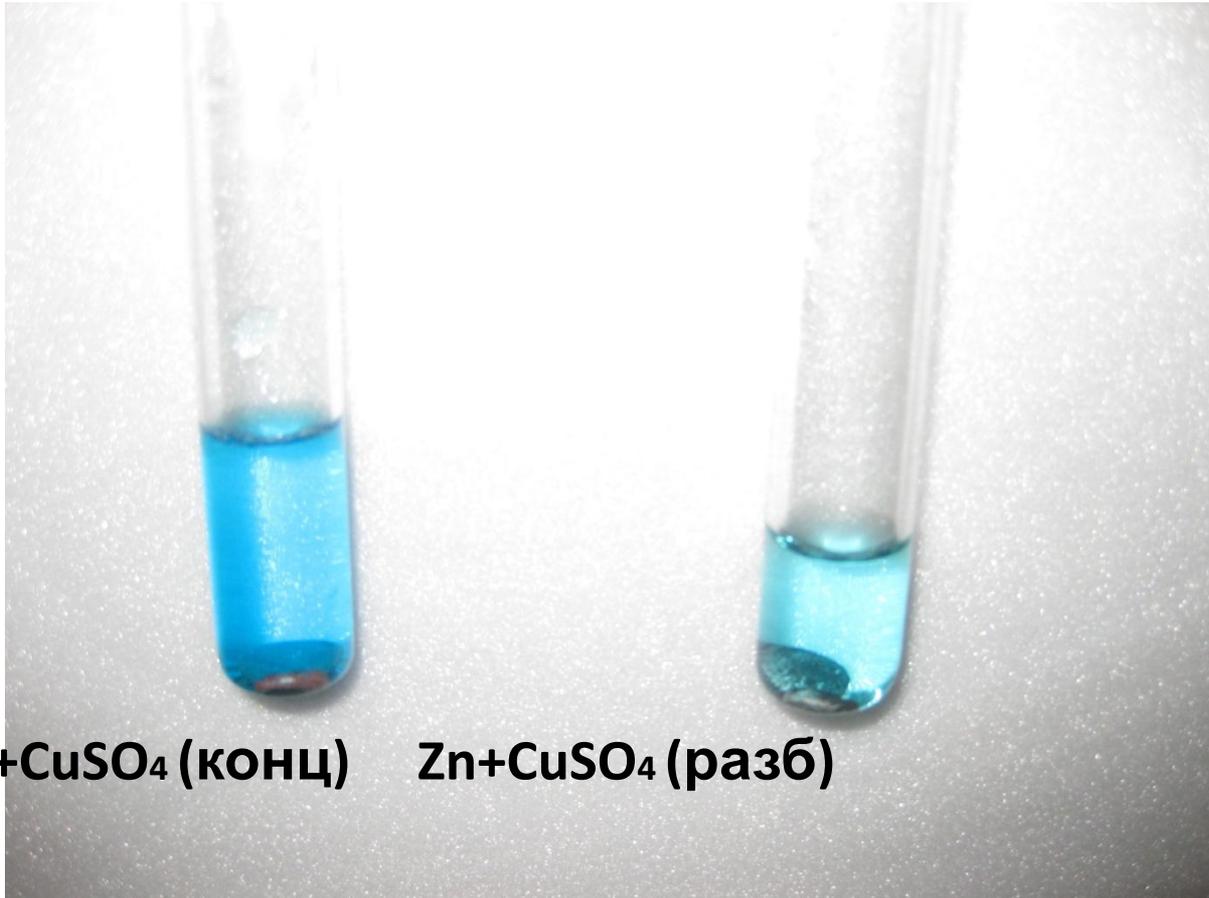
Факторы, влияющие на скорость:

•1. Природа реагирующих веществ



# Факторы, влияющие на скорость

- 2. Концентрация реагирующих веществ.



Zn+CuSO<sub>4</sub> (конц)

Zn+CuSO<sub>4</sub> (разб)

## Факторы, влияющие на скорость химической реакции

### 2. Концентрация:

*С повышением концентрации реагирующих веществ увеличивается скорость реакции.*

### **Закон действующих масс (з. д. м.):**

Скорость химической реакции ( $v_{\text{х.р.}}$ ) прямо пропорциональна произведению концентраций реагирующих веществ, взятых в степенях, равных их коэффициентам в уравнении реакции.

## Факторы, влияющие на скорость химической реакции

Для реакции  $mA + nB = C$  по закону действующих масс:

$$v = k \cdot C_A^m \cdot C_B^n$$

где  $k$  – константа скорости (определяется экспериментально);

$C$  – концентрация (моль/л)

\* З.д.м. не учитывает концентрации реагирующих веществ, находящихся в твердом состоянии, т.к. они реагируют на поверхности и их концентрации обычно остаются постоянными.

## Факторы, влияющие на скорость химической реакции

### Задача 1.

Реакция идет по уравнению  $A + 2B \rightarrow C$ . Во сколько раз и как изменится скорость реакции, при увеличении концентрации вещества В в 3 раза?

**Дано:**

$C_B \uparrow$  в 3 раза

Как изменится

$v$

**Решение:**



По з.д.м.  $v = k \cdot C_A \cdot C_B^2$

Пусть  $C_A = a$ ,  $C_B = b$ , тогда

$$v_1 = k \cdot a \cdot b^2$$

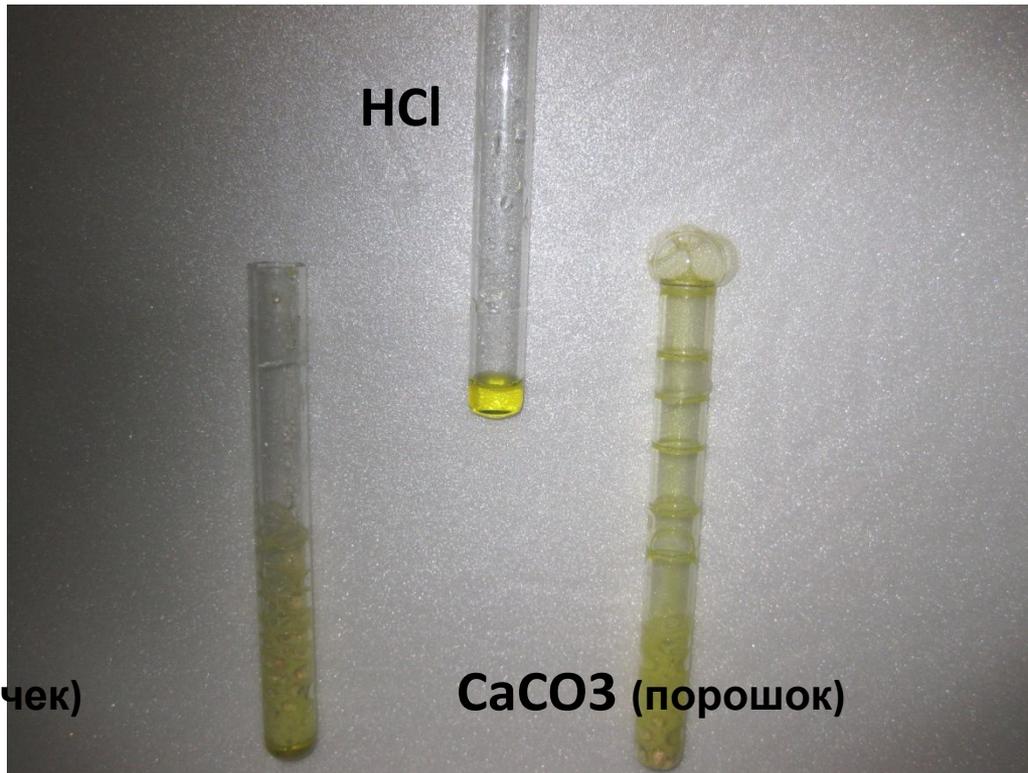
$$v_2 = k \cdot a \cdot 3b^2$$

$$v_2 / v_1 = a \cdot 9b^2 / a \cdot b^2 = 9$$

**Ответ:** скорость реакции увеличится в 9 раз

# Факторы, влияющие на скорость

- 3. Поверхность соприкосновения реагирующих веществ



# Факторы, влияющие на скорость

- Температура



## Факторы, влияющие на скорость химической реакции

**3. Температура:** при повышении температуры на каждые  $10^0$  С, скорость реакции увеличивается в 2-4 раза (правило Вант-Гоффа)

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

$v_{t_1}$  - Начальная скорость

$v_{t_2}$  - Конечная скорость

$\gamma$  - Температурный коэффициент

$t_2$  - Конечная температура

$t_1$  - Начальная температура

## Факторы, влияющие на скорость химической реакции

### Задача 2.

Скорость некоторой реакции при  $0^{\circ}\text{C}$  равна  $1 \text{ моль/л} \cdot \text{ч}$ , температурный коэффициент реакции равен 3. Какой будет скорость данной реакции при  $30^{\circ}\text{C}$ ?

**Дано:**

$$v_{t_1} = 1 \text{ моль/л} \cdot \text{ч}$$

$$\gamma = 3$$

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

$$t_2 = 30^{\circ}\text{C}$$

**Решение:**

$$v_{t_2} = v_{t_1} \cdot \gamma^{\Delta t/10}$$

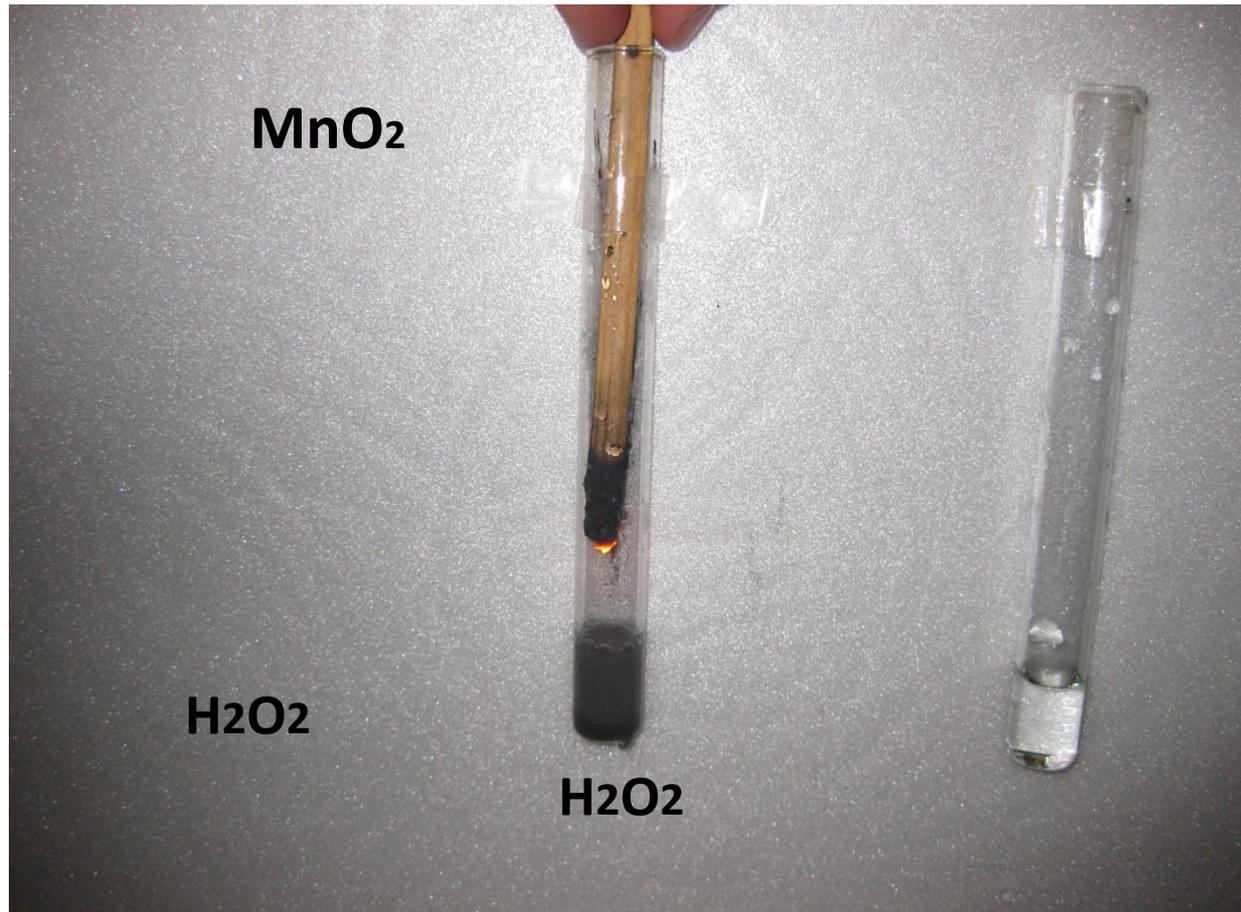
$$v_{t_2} = 1 \cdot 3^{30 - 0/10} = 3^3 = 27 \text{ моль/л} \cdot \text{ч}$$

**Найти:**  $v_{t_2}$

**Ответ:** Скорость данной реакции при  $30^{\circ}\text{C}$  будет равна  $27 \text{ моль/л} \cdot \text{ч}$

# Факторы, влияющие на скорость

- 5. Наличие катализатора.



## Факторы, влияющие на скорость химической реакции

**4. Катализаторы** – вещества, ускоряющие химические реакции.

$A + B \rightarrow C$  – протекает медленно

$A + K \rightarrow AK$

$AK + B \rightarrow C + K$

протекают быстро

- Катализаторы остаются неизменными по окончании реакции
- Ферменты – биологические катализаторы белковой природы
- Ингибиторы – вещества, замедляющие скорость реакции

Скорость химической реакции- это величина, показывающая изменение молярной концентрации в единицу времени.

**•Факторы, влияющие на скорость:**

- 1. Природа реагирующих веществ.
- 2. Концентрация реагирующих веществ.
- 3. Поверхность соприкосновения реагирующих веществ.
- 4. Температура.
- 5. Наличие катализатора.

# Мой кластер



# Мой кластер

Природа  
реагирующих  
веществ

Кон  
цен  
тра  
ция

Температ  
ура

Скорость  
реакции

Поверх  
ность  
соприкос  
новения

Катализа  
тор

$$v_{\text{гомоген}} = \frac{\Delta n}{\Delta t \cdot V} \left[ \frac{\text{моль}}{\text{с} \cdot \text{л}} \right]$$

$$v_{\text{гетерог}} = \frac{\Delta n}{\Delta t \cdot S} \left[ \frac{\text{моль}}{\text{мин} \cdot \text{см}^2} \right]$$

## Домашнее задание

1. Для реакции были взяты вещества при температуре  $20^{\circ}\text{C}$ , а затем их нагрели до  $120^{\circ}\text{C}$ . Как изменится скорость химической реакции, если температурный коэффициент её равен 4?
2. Как изменится скорость реакции, протекающей по уравнению  $2\text{NO} + \text{O}_2 = 2\text{NO}_2$ , если концентрацию веществ увеличить в три раза?
3. При  $t = 10^{\circ}\text{C}$  реакция протекает за 30 минут, а при  $t = 50^{\circ}\text{C}$  за 4 минуты. Рассчитайте температурный коэффициент реакции.

Сдать фото решений 26.11.2020 на почту  
volodkina\_@mail.ru