

# СКОРОСТЬ ХИМИЧЕСКОЙ РЕАКЦИИ

## ФАКТОРЫ ВЛИЯЮЩИЕ НА СКОРОСТЬ ХИМИЧЕСКОЙ РЕАКЦИИ

$V_{t_1}$  – скорость реакции при температуре

$V_{t_2}$  – скорость реакции при температуре

$\gamma$  – температурный коэффициент скорости реакции

$$V = \frac{c_2 - c_1}{t_2 - t_1} = - \frac{\Delta c}{\Delta t}$$

$$v = \frac{V}{V_m}$$

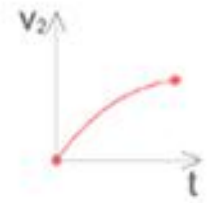
$$V = v \cdot V_m$$

$$v = \frac{N}{N_A}$$

$$N = v \cdot N_A$$

$$v = \frac{m}{M}$$

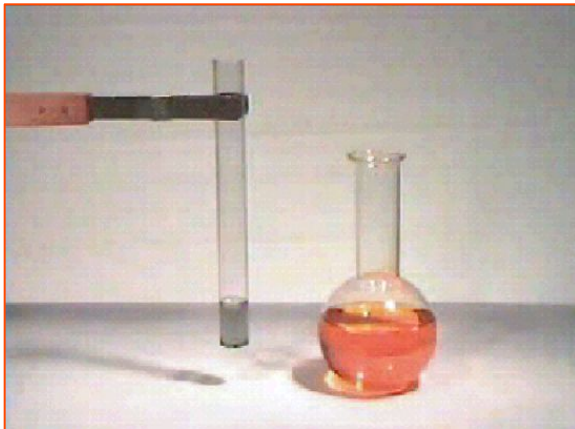
$$m = v \cdot M$$



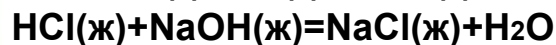
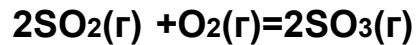
# КЛАССИФИКАЦИЯ ХИМИЧЕСКИХ РЕАКЦИИ ПО ПРИЗНАКУ ФАЗНОСТИ (АГРЕГАТНОЕ СОСТОЯНИЕ)

## ХИМИЧЕСКИЕ РЕАКЦИИ

### ГОМОГЕННЫЕ

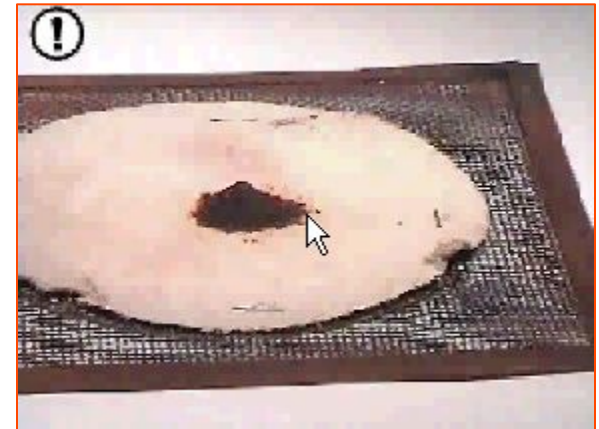


(реагирующие вещества и продукты реакции находятся в одной фазе)

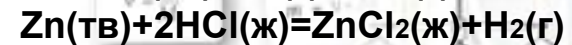
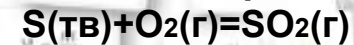


**Особенность:** протекают во всём объёме реакционной смеси

### ГЕТЕРОГЕННЫЕ



(реагирующие вещества и продукты реакции находятся в разных фазах)



**Особенность:** протекают на поверхности раздела фаз

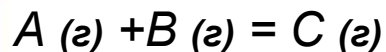
$$v = \pm \frac{\Delta C}{\Delta t}$$

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

$$v = \pm \frac{\Delta U}{S \Delta t}$$

# СКОРОСТИ РЕАКЦИЙ

## Скорость гомогенной реакции



$$\Delta V = V_2 - V_1$$

$$\Delta t = t_2 - t_1$$

$$V (г/ом) = \Delta V / (\Delta t * V)$$

$$C = V / V \text{ (моль/л)}$$

$$V (г/ом) = \pm \Delta C / \Delta t \text{ (моль/л*с)}$$

## Скорость гетерогенной реакции

$$V (гет) = \pm \Delta V / (S * \Delta t) \text{ (моль/м}^2 * \text{с)}$$



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

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

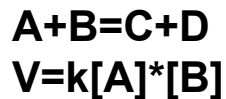
$$v = \pm \frac{\Delta v}{S \Delta t}$$

$C_1$  — конце  
веще  
време

$C_2$  — конце  
веще  
време

# Факторы влияющие на скорость химической реакции

Концентрация



Природа  
реагирующих  
веществ

Площадь  
поверхности  
соприкосновения

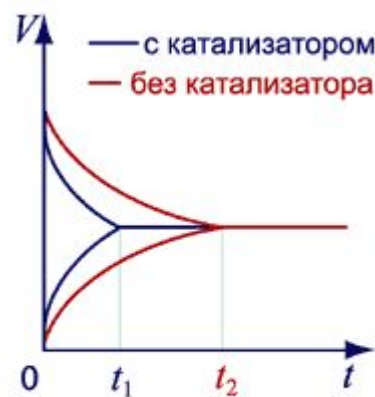
температура



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



катализатор



Влияние катализатора на скорость химической реакции



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

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

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

## Задача 1

В некоторый момент времени концентрация хлора в сосуде, в котором протекает реакция  $\text{H}_2 + \text{Cl}_2 = 2\text{HCl}$ , была равна 0.06 моль/л. Через 5 сек. Концентрация хлора составила 0.02 моль/л. Чему равна средняя скорость данной реакции в указанный промежуток времени?

Дано

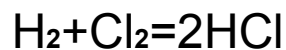
$$C_1(\text{Cl}_2) = 0.06 \text{ моль/л}$$

$$C_2(\text{Cl}_2) = 0.02 \text{ моль/л}$$

$$\Delta t = 5 \text{ сек}$$

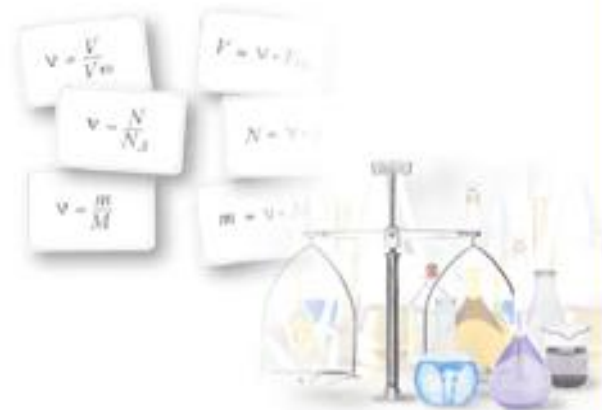
$V = ?$

Решение



$$V = -(C_2 - C_1) / \Delta t = (0.02 - 0.06) / 5 = \\ = 0.008 \text{ (моль/л*с)}$$

Ответ:  $V = 0.008 \text{ (моль/л*с)}$



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

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

$$v = \pm \frac{\Delta U}{S \Delta t}$$

## Задача 2

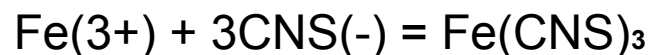
Как изменится скорость, протекающей в водном растворе, реакции  $\text{FeCl}_3 + 3\text{KCN} = \text{Fe}(\text{CNS})_3 + 3\text{KCl}$  при разбавлении реагирующей смеси водой в два раза

Дано

$C(\text{ионов}) < 2$  раза

$V_2/V_1 = ?$

Решение



$$V = k[\text{Fe}(3+)] \cdot [\text{CNS}(-)]^3$$

пусть до разбавления:  $x = [\text{Fe}(3+)]$

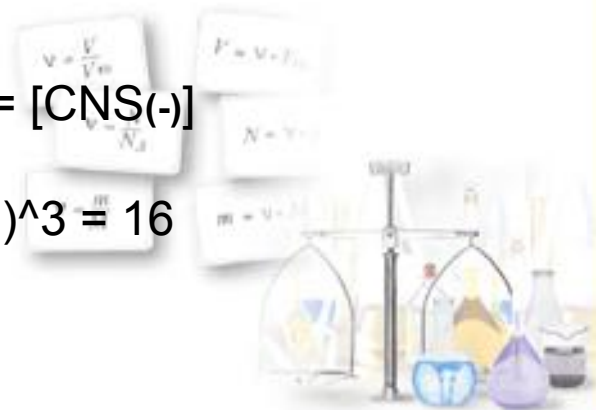
$$y = [\text{CNS}(-)]^3$$

В результате разбавления концентрация ионов уменьшается:

$$x/2 = [\text{Fe}(3+)] \quad y/2 = [\text{CNS}(-)]$$

$$V_2/V_1 = k \cdot (x/2) \cdot (y/2)^3 = 16$$

Ответ:  $V_2/V_1 = 16$



### Задача 3

Как изменится скорость реакции при повышении температуры от 55 до 100 °С, если температурный коэффициент скорости этой реакции равен 2.5 ?

Дано

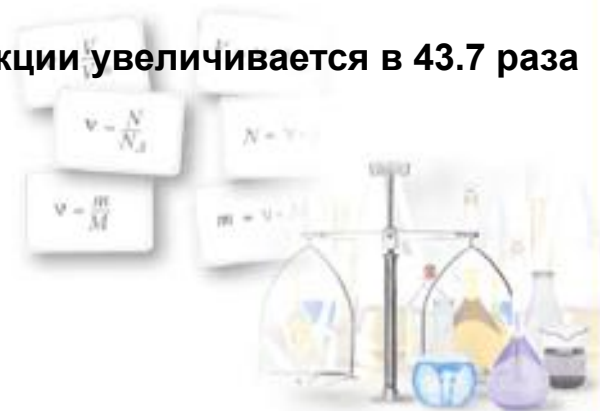
$$\begin{aligned} \gamma &= 2.5 \\ t_1 &= 55 \text{ }^\circ\text{C} \\ t_2 &= 100 \text{ }^\circ\text{C} \end{aligned}$$

$$V_{t_2}/V_{t_1} = ?$$

Решение

$$\begin{aligned} V_{t_2} &= V_{t_1} \cdot \gamma^{\frac{t_2 - t_1}{10}} = 2.5^{((100 - 55)/10)} = \\ &= 2.5^{4.5} = (5/2)^{9/2} = 43.7 \end{aligned}$$

ОТВЕТ: скорость реакции увеличивается в 43.7 раза



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

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

$$v = \pm \frac{\Delta U}{S \Delta t}$$

## Задача 4

При повышении температуры на 30 °С, скорость некоторой реакции увеличивается в 64 раза. Чему равен температурный коэффициент скорости этой реакции?

Дано

$$v_{t_2}/v_{t_1}=64$$

$$t_2 = 30$$

$$\gamma = ?$$

Решение

$$\frac{v_{t_2}}{v_{t_1}} = \gamma^{\frac{t_2 - t_1}{10}} = \gamma^3$$

$$64 = \gamma^3 \quad \gamma = 4$$

ОТВЕТ: температурный коэффициент скорости реакции равен 4.



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

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

$$v = \pm \frac{\Delta U}{S \Delta t}$$



## Тест: закрепление знаний

1. Для уменьшения скорости реакции необходимо:

- а) увеличить концентрацию реагирующих веществ
- б) ввести в систему катализатор
- в) повысить температуру
- г) понизить температуру

2. С наибольшей скоростью протекает реакция:

- а) нейтрализации
- б) горение серы в воздухе
- в) растворение магния в кислоте
- г) восстановление оксида меди водородом

3. Укажите гомогенную реакцию.

- а)  $\text{CaO} + \text{H}_2\text{O} = \text{Ca}(\text{OH})_2$
- б)  $\text{S} + \text{O}_2 = \text{SO}_2$
- в)  $2\text{CO} + \text{O}_2 = 2\text{CO}_2$
- г)  $\text{MgCO}_3 \rightarrow \text{MgO} + \text{CO}_2$

4. Укажите гетерогенную реакцию.

- а)  $2\text{CO} + \text{O}_2 = 2\text{CO}_2$
- б)  $\text{H}_2 + \text{Cl}_2 = 2\text{HCl}$
- в)  $2\text{SO}_2 + \text{O}_2 = 2\text{SO}_3$  (кат  $\text{V}_2\text{O}_5$ )
- г)  $\text{N}_2\text{O} + \text{H}_2 = \text{N}_2 + \text{H}_2\text{O}$

5. Отметьте, какая реакция является одновременно гомогенной и каталитической.

- а)  $2\text{SO}_2 + \text{O}_2 = 2\text{SO}_3$  (кат  $\text{NO}_2$ )
- б)  $\text{CaO} + \text{CO}_2 = \text{CaCO}_3$
- в)  $\text{H}_2 + \text{Cl}_2 = 2\text{HCl}$
- г)  $\text{N}_2 + 3\text{H}_2 = 2\text{NH}_3$  (кат  $\text{Fe}$ )



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

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

$$v = \pm \frac{\Delta U}{S \Delta t}$$

## Тест: закрепление знаний

6. Укажите, как изменится скорость бимолекулярной газовой реакции  $2\text{NO}_2 = \text{N}_2\text{O}_4$  при увеличении концентрации  $\text{NO}_2$  в три раза.

- а) увеличится в 3 раза      б) уменьшится в 6 раз  
в) увеличится в 9 раз      г) увеличится в 6 раз

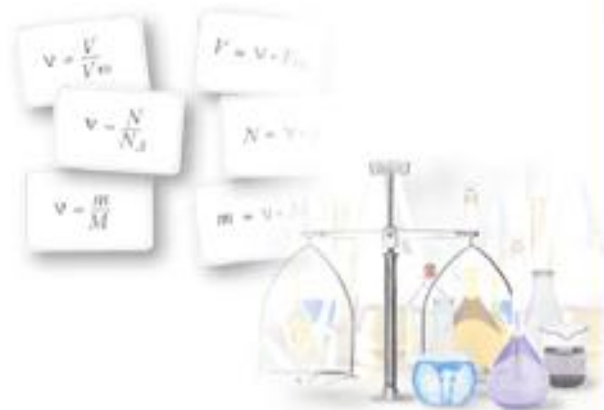
7. Укажите какому процессу соответствует выражение закона действующих масс для скорости химической реакции  $V = k[\text{O}_2]^x$ .

- а)  $\text{S} + \text{O}_2 = \text{SO}_2$       б)  $2\text{H}_2 + \text{O}_2 = 2\text{H}_2\text{O}$       в)  $2\text{CO} + \text{O}_2 = 2\text{CO}_2$       г)  $\text{N}_2 + \text{O}_2 = 2\text{NO}$

8. Отметьте, скорость какого процесса не изменится, если увеличить давление в реакционном сосуде ( t без изменения ).

- а)  $2\text{NO} + \text{O}_2 = 2\text{NO}_2$       б)  $\text{H}_2 + \text{Cl}_2 = 2\text{HCl}$       в)  $\text{CaO} + \text{H}_2\text{O} = \text{Ca}(\text{OH})_2$       г)  $\text{N}_2\text{O}_4 = 2\text{NO}_2$

9. Рассчитайте, чему равен температурный коэффициент скорости реакции, если при понижении температуры на  $40^\circ\text{C}$  её скорость уменьшилась в 81 раз.



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

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

$$v = \pm \frac{\Delta U}{S \Delta t}$$

$C_1$  — конце  
веще  
време

$C_2$  — конце  
веще  
време