

# «Скорость химических реакций. Факторы, влияющие на скорость химической реакции».

---

*Нам необыкновенно повезло,  
что мы живём в век, когда ещё можно  
делать открытия!*

## **Цели:**

1. Актуализировать и углубить знания о скорости химической реакции.
  2. Выявить зависимость скорости химических реакций от различных факторов.
  3. Раскрыть практическое значение приобретенных знаний о скорости химических реакций.
-

## УЭ – 1 Входной контроль

**Цель:** определить исходный уровень знаний необходимых для изучения модуля;

---

1. Приведите примеры химических реакций, которые протекают:
  - а) практически мгновенно
  - б) медленно
2. Объясните, для чего необходимо замедлять или ускорять реакции:
  - а) скисание молока
  - б) ржавление железа
  - в) горение древесины
  - г) гниение травы



## УЭ – 2. Скорость химической реакции.

**Цель:** дать понятие «Скорость химической реакции», вывести формулы для вычисления средней скорости гомогенных и гетерогенных реакций.

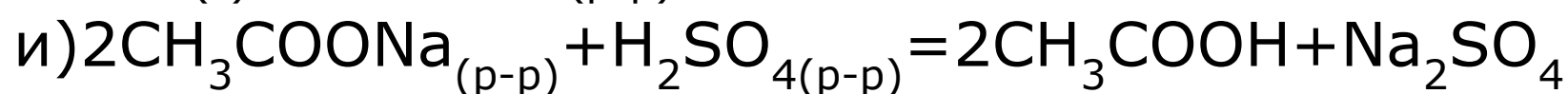
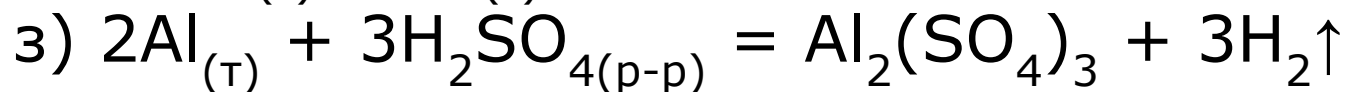
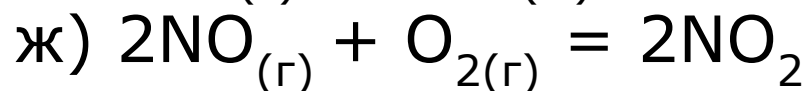
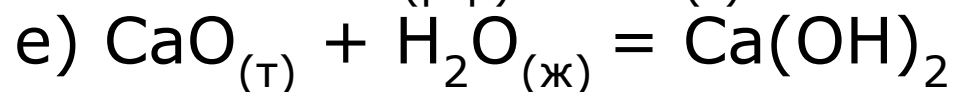
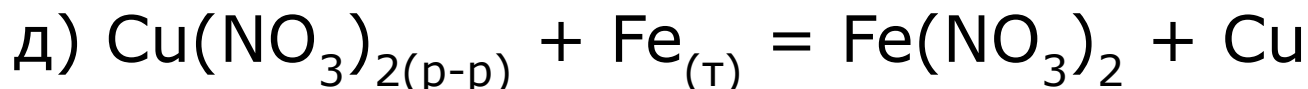
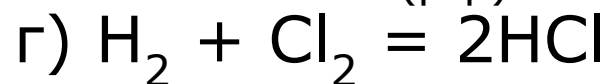
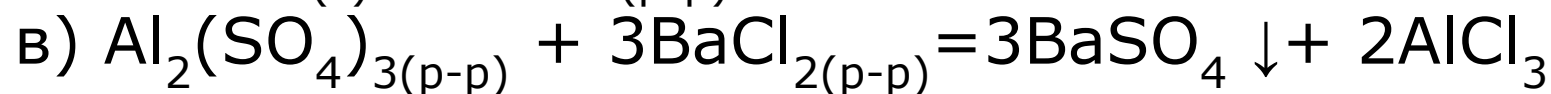
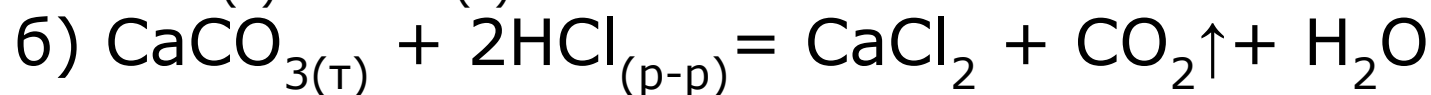
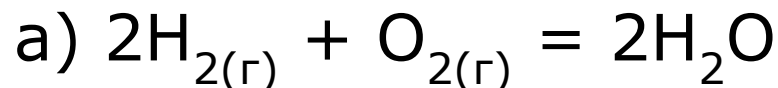
*Вспомните классификацию реакций по фазовому состоянию, для этого составьте уравнения реакций, схемы которых:*

- а)  $\text{H}_{2(\text{г})} + \text{O}_{2(\text{г})} \longrightarrow \dots\dots\dots$  П
- б)  $\text{CaCO}_{3(\text{т})} + \text{HCl}_{(\text{р-р})} \longrightarrow \dots\dots\dots$  В
- в)  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_{3(\text{р-р})} + \text{BaCl}_{2(\text{р-р})} \longrightarrow \dots\dots\dots$  И
- г)  $\text{H}_{2(\text{г})} + \text{Cl}_{2(\text{г})} \longrightarrow \dots\dots\dots$  К
- д)  $\text{Cu}(\text{NO}_3)_{2(\text{р-р})} + \text{Fe}_{(\text{т})} \longrightarrow \dots\dots\dots$  О
- е)  $\text{CaO}_{(\text{т})} + \text{H}_2\text{O}_{(\text{ж})} \longrightarrow \dots\dots\dots$  Д
- ж)  $\text{NO}_{(\text{г})} + \text{O}_{2(\text{г})} \longrightarrow \dots\dots\dots$  Л
- з)  $\text{Al}_{(\text{т})} + \text{H}_2\text{SO}_{4(\text{р-р})} \longrightarrow \dots\dots\dots$  А
- и)  $\text{CH}_3\text{COONa}_{(\text{р-р})} + \text{H}_2\text{SO}_{4(\text{р-р})} \longrightarrow \dots\dots\dots$  Ж

Выберите уравнения гетерогенных реакций. Из букв, соответствующих правильным ответам, вы составите название вещества, при разложении которого под действием электрического тока образуются водород и кислород: .

*Проверьте правильность выполнения задания и оцените себя (за каждый правильный ответ -1балл, максимальное количество баллов - 9).*

---



---

вода

**Скорость реакции определяется изменением количества вещества в единицу времени.**

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

## ***Задача на применение знаний о «Скорости химических реакций»***

---

Химическая реакция протекает в растворе, согласно уравнению:  $A + B = C$ . Исходные концентрации: вещества А – 0,80 моль/л, вещества В – 1,00 моль/л. Через 20 минут концентрация вещества А снизилась до 0,74 моль/л. Определите: а) среднюю скорость реакции за этот промежуток времени; б) концентрацию вещества В через 20 мин.

---

Проверьте правильность выполнения задания и оцените себя (за каждый правильный ответ -2 балла, максимальное количество баллов - 4).

| <u>Дано:</u>                                                                                                                                                                                                                                                                     | Решение:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p> <math>C(A)_1 = 0,80</math><br/> моль/л<br/> <math>C(B)_1 = 1,00</math><br/> моль/л<br/> <math>C(A)_2 = 0,74</math><br/> моль/л<br/> <math>\Delta t = 20</math> мин<br/> <br/> <u>Найти.</u><br/> а) <math>v_{\text{гомоген}} = ?</math><br/> б) <math>C(B)_2 = ?</math> </p> | <p> а) определение средней скорости реакции в растворе производится по формуле:<br/> <math display="block">v_{\text{гомоген}} = \frac{\Delta C}{\Delta t} = \frac{0,80 - 0,74}{20} = \frac{0,06}{20} = 0,003 \frac{\text{моль}}{\text{л} \cdot \text{мин}}.</math> <br/> б) определение количеств реагирующих веществ:<br/> <div style="text-align: center;"> <math>A \quad + \quad B \quad = \quad C</math> </div> По уравнению <span style="margin-left: 100px;">1 моль</span> <span style="margin-left: 100px;">1 моль</span><br/> По условию <span style="margin-left: 100px;">0,06 моль</span> <span style="margin-left: 100px;">0,06 моль</span><br/> <div style="text-align: center;">Количества</div> <div style="text-align: center;">прореагировавших веществ.</div> Следовательно, <math>C(B)_2 = C(B)_1 - \Delta C =</math><br/> <math>1,00 - 0,06 = 0,94</math> моль/л<br/> <br/> Ответ: <math>v_{\text{гомоген.}} = 0,003</math> моль/л    <math>C(B)_2 = 0,94</math><br/> моль/л </p> |

## УЭ – 3. Факторы, влияющие на скорость химической реакции

**Цель:** выявить зависимость скорости химических реакций от различных факторов.

- 
- природа реагирующих веществ;
  - температура;
  - концентрация реагирующих веществ;
  - действие катализаторов;
  - поверхность соприкосновения реагирующих веществ  
(в гетерогенных реакциях).
-

*Поймите в «крестики-нолики». Покажите выигрышный путь, который составляют факторы, влияющие на скорость химической реакции.*

|                                                                 |                                                                 |                                                            |
|-----------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------|
| Катализатор<br><input checked="" type="radio"/>                 | Свободные радикалы<br><input type="radio"/>                     | Концентрация реагентов<br><input checked="" type="radio"/> |
| Свет<br><input type="radio"/>                                   | Природа реагирующих веществ<br><input checked="" type="radio"/> | Температура<br><input checked="" type="radio"/>            |
| Поверхность соприкосновения<br><input checked="" type="radio"/> | Ультрафиолетовые лучи<br><input type="radio"/>                  | Электрический ток<br><input type="radio"/>                 |

*Проверьте правильность выполнения задания и оцените себя (за каждый правильный ответ - 1 балл, максимальное количество баллов - 9).*

# Теория столкновений.

**Основная идея теории:** реакции происходят при столкновении частиц реагентов, которые обладают определённой энергией.

---

Выводы:

- Чем больше частиц реагентов, чем ближе они друг к другу, тем больше шансов у них столкнуться и прореагировать.
- К реакции приводят лишь **эффективные соударения**, т.е. такие при которых разрушаются или ослабляются «старые связи» и поэтому могут образоваться «новые». Но для этого частицы должны обладать достаточной энергией.
- Минимальный избыток энергии, необходимый для эффективного соударения частиц реагентов, называется **энергией активации** -  $E_a$ .

# 1. Природа реагирующих веществ.

---

*Известно, что для полного гниения брошенной в лесу газеты потребуется год, для ржавления консервной банки – десять лет, а стекло практически не разрушается и в течение столетий. Что можно сказать о скорости названных химических процессов? Какой практический вывод можно сделать из приведенных примеров?*



[Видео](#)

## 2. Температура

Определите, как изменится скорость некоторой реакции:

а) при повышении температуры от  $10^{\circ}$  до  $50^{\circ}$  С;

б) при понижении температуры от  $10^{\circ}$  –  $0^{\circ}$  С.

Температурный коэффициент реакции равен 3.

- При увеличении температуры на каждые  $10^{\circ}\text{C}$  общее число столкновений увеличивается только на  $\sim 1,6\%$ , а скорость реакции увеличивается в 2-4 раза (на 100-300%).
- Число, показывающее, во сколько раз увеличивается скорость реакции при повышении температуры на  $10^{\circ}\text{C}$ , называют **температурным коэффициентом**.
- Правило Вант-Гоффа математически выражается следующей формулой:

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

где  $v_2$  – скорость реакции при температуре  $t_2$ ,  
 $v_1$  – скорость реакции при температуре  $t_1$ ,  
 $\gamma$  – температурный коэффициент.

Проверьте правильность выполнения задания и оцените себя (за каждый правильный ответ -2балла, максимальное количество баллов - 4).

---

а) подставить данные задачи в формулу:

$$v_{\text{при } 50^{\circ} \text{C}} = v_{\text{при } 10^{\circ} \text{C}} \cdot 3^{\frac{50^{\circ} \text{C} - 10^{\circ} \text{C}}{10}} = v_{\text{при } 10^{\circ} \text{C}} \cdot 3^4;$$

$$v_{\text{при } 50^{\circ} \text{C}} = 81 \cdot v_{\text{при } 10^{\circ} \text{C}}.$$

скорость реакции увеличится в 81 раз.

б)

$$v_{\text{при } 0^{\circ} \text{C}} = v_{\text{при } 10^{\circ} \text{C}} \cdot 3^{\frac{0^{\circ} - 10^{\circ}}{10}} = v_{\text{при } 10^{\circ} \text{C}} \cdot 3^{-1} = \frac{v_{\text{при } 10^{\circ} \text{C}}}{3}.$$

Скорость реакции уменьшится в 3 раза.

---

**Объясните, почему скоропортящиеся продукты хранят в холодильнике.**

### 3. Концентрации реагирующих веществ.

Для реакции:  $2\text{CO} + \text{O}_2 = 2\text{CO}_2$  запишите выражение закона действующих масс (кинетическое уравнение). Рассчитайте скорость этой реакции при концентрациях  $\text{CO} = 0,04$  моль/л,  $\text{O}_2 = 0,1$  моль/л, если константа скорости реакции равна  $1,2$  л/моль · с

---

#### **Математическое выражение закона действующих масс.**

По закону действующих масс скорость реакции, уравнение которой  $\text{A} + \text{B} = \text{C}$  может быть вычислена по формуле:

$$v = k_1 C_A C_B,$$

а скорость реакции, уравнение которой  $\text{A} + 2\text{B} = \text{D}$ , может быть вычислена по формуле:

$$V = k_2 C_A C_B^2$$

В этих формулах:  $C_A$  и  $C_B$  – концентрации веществ А и В (моль/л),  $k_1$  и  $k_2$  – коэффициенты пропорциональности, называемые **константами скоростей реакции**. Эти формулы также называют **кинетическими уравнениями**.

---

*Проверьте правильность выполнения задания и оцените себя  
(за каждый правильный ответ -1балл,  
максимальное количество баллов - 2).*

---

Дано:

$C(\text{CO}) = 0,04$   
моль/л

$C(\text{O}_2) = 0,1$   
моль/л

$k = 1,2 \text{ л/моль} \cdot \text{с}$

$V_{\text{хим.р}} - ?$

$$\begin{aligned} 1. V &= k \cdot C_{\text{CO}}^2 \cdot C_{\text{O}_2}, \\ 2. V &= 1,2 \text{ л/моль} \cdot \text{с} \\ &\cdot 0,04^2 \text{ моль/л} \cdot 0,1 \text{ моль/л} \\ &= 0,000192 \text{ моль/л} \cdot \text{с} \end{aligned}$$

Ответ:  $V_{\text{хим.р}} = 0,000192$   
моль/л·с

---

## 4. Действие катализатора

*Неосуществимых реакций нет, а  
если реакция не идёт, то пока ещё не  
найден катализатор.*

*Н. Н. Зелинский*



# Применение ферментов

---



# **УЭ – 4 Лабораторная работа.**

**Цель:** экспериментально доказать зависимость скорости химических реакций от различных факторов.

---

**Внимание! При проведении эксперимента соблюдайте правила техники безопасности!**

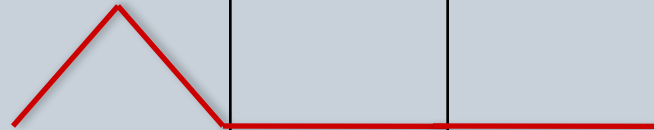
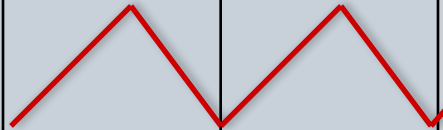
- При проведении опытов надо быть внимательными и осторожными.
- Не приступайте к выполнению опыта, не зная, что и как нужно делать.
- Твердые вещества берите из баночек только сухой ложкой или сухой пробиркой.
- Нагревая пробирку с жидкостью, держите ее так, чтобы открытый конец ее был направлен в сторону и от самого себя, и от соседей. Производите опыты только над столом.
- В случае ожога, пореза или попадания едкой и горячей жидкости на кожу или одежду немедленно обращайтесь к учителю.
- После проведения химических опытов приведите рабочее место в порядок.



## УЭ – 5. Графический диктант

**Цель:** проверить уровень усвоения знаний.

Выполните графический диктант, заполните таблицу (отметьте шалашиком “^” на отрезке номер положения, которое считается верным и прочерком “-” неверный ответ).

| 1                                                                                  | 2 | 3 | 4                                                                                    | 5 | 6                                                                                     | 7 | 8 |
|------------------------------------------------------------------------------------|---|---|--------------------------------------------------------------------------------------|---|---------------------------------------------------------------------------------------|---|---|
|  |   |   |  |   |  |   |   |

Обменяйтесь протоколами, проверьте правильность выполнения задания и оцените себя (за каждый правильный ответ -1балл, максимальное количество 8 б).

## **УЭ – 6. Рефлексия. Домашнее задание.**

**Цель:** подвести итоги урока, выставить оценки, определить себе домашнее задание.

---

Прочтите ещё раз цели урока. Оцените, насколько вы смогли их достичь? Подсчитайте общее количество баллов и поставьте себе оценку за урок.

- 40 - 36 баллов, оценка «5». Молодец!
  - 35 - 31 балл, оценка «4». Тоже неплохо!
  - 30 - 25 баллов, оценка «3». Устраните пробелы в знаниях.
  - Менее 25 баллов, оценка «2». К сожалению, вы не усвоили материал этого раздела. Приложите все усилия для ликвидации пробелов в знаниях. Пройдите модуль ещё раз.
-

## **УЭ – 6. Рефлексия. Домашнее задание.**

**Цель:** подвести итоги урока, выставить оценки, определить себе домашнее задание.

---

Прочтите ещё раз цели урока. Оцените, насколько вы смогли их достичь? Подсчитайте общее количество баллов и поставьте себе оценку за урок.

- 32 - 28 баллов, оценка «5». Молодец!
  - 27 - 23 балла, оценка «4». Тоже неплохо!
  - 22 - 17 баллов, оценка «3». Устраните пробелы в знаниях.
  - Менее 17 баллов, оценка «2». К сожалению, вы не усвоили материал этого раздела. Приложите все усилия для ликвидации пробелов в знаниях. Пройдите модуль ещё раз.
-

## ***Домашнее задание:***

---

| <b><i>Ваша оценка</i></b> | <b><i>Домашнее задание:</i></b>             |
|---------------------------|---------------------------------------------|
| <b><i>«5» и «4»</i></b>   | <b><i>§ 13, вопросы 1,2,5 с 140</i></b>     |
| <b><i>«3» и «2»</i></b>   | <b><i>§ 13, РТ № 2 - 6 стр. 101-103</i></b> |
| <b><i>Всем</i></b>        | <b><i>Оформить лабораторную работу</i></b>  |

---