

# **Скорость химической реакции**

**Урок в 11 классе**

# Цель урока

---

- **Сформировать у учащихся основные представления о скорости химической реакции**

# Задачи урока

- **Образовательные:**
- 1) на основе повторения ранее изученного материала и в ходе знакомства с новым материалом углубить знания о химических реакциях: скорости химической реакции;
- 2) выяснить зависимость скорости химической реакции от условий протекания;
- 3) создать условия для развития навыков самостоятельной исследовательской работы, умения делать выводы, обобщать результаты эксперимента.
- **Развивающие:** способствовать развитию
- 1) навыков проведения эксперимента;
- 2) познавательных процессов учащихся: внимания, наблюдательности, способности правильно формулировать свои мысли в процессе анализа результатов эксперимента;
- 3) коммуникативных умений: устной монологической речи и диалога (при обсуждении результатов эксперимента в группе).
- **Воспитательные:** способствовать развитию
- 1) познавательного отношения к предмету (через эксперимент)
- 2) коммуникативности (работа в группах);
- 3) экологическое воспитание.

# Ход урока

---

- Организационный этап
- Подготовка к основному этапу усвоения учебного материала, актуализация опорных знаний
- Теоретическое исследование
- Самоконтроль и самооценка возможностей предстоящей деятельности по изучению данной темы
- Основной этап. Выполнение исследования
- Закрепление знаний
- Подведение итогов
- Предъявление и обсуждение домашнего задания

# Организационный момент

---

- Взаимное приветствие учащихся и учителя; фиксация отсутствующих; проверка готовности учащихся к уроку: проверка наличия дневников, тетрадей, учебников, карандашей, линеек; организация внимания.

# Подготовка к основному этапу усвоения учебного материала, актуализация опорных знаний

---

- а) что такое скорость химической реакции и можно ли ей управлять?
- б) зачем нужны знания о скорости химических реакций?
- в) какими примерами можно подтвердить то, что химические реакции протекают с различными скоростями?
- г) как определяют скорость механического движения, какова единица измерения этой скорости? *(формулу записывают на доске)*
- д) как определяют скорость химической реакции?
- е) какие факторы влияют на скорость химической реакции

# Теоретическое исследование

- Формула скорости химической реакции

$$v = -(c_2 - c_1) / (t_2 - t_1) = -\Delta c / \Delta t.$$

***Скорость химической реакции – величина, показывающая изменение молярной концентрации вещества в единицу времени.***

# Формула скорости для

Для гомогенной  
реакции:

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

Для гетерогенной  
реакции:

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



# Выполнение исследования

## Задание I группе

В две пробирки налейте соляной кислоты. В одну опустите гранулу цинка, а в другую – медную проволоку.

- \*Сравните скорость взаимодействия различных металлов с соляной кислотой.
- \* В чем, по-вашему, причина различной скорости реакций кислоты с заданными металлами?



# Задание II группе

- В две пробирки налейте растворы сульфата меди (II) различной концентрации, определив большую или меньшую концентрацию по насыщенности цвета раствора. В каждую пробирку поместите гранулу цинка.
- \*В какой из пробирок выделение меди на цинке началось быстрее?
- \*Как это можно объяснить с точки зрения атомно-молекулярного учения?



# Задание III группе

- В две пробирки налейте соляной кислоты. Одновременно в одну пробирку поместите кусочек, а в другую – порошок карбоната кальция.
- \*В какой из пробирок реакция пройдет быстрее?
- \* Как это можно объяснить с точки зрения атомно-молекулярного учения?



# Задание IV группе

- В две пробирки налейте соляной кислоты и поместите в них по грануле цинка. Одну из пробирок осторожно нагрейте.
- \*В какой из пробирок выделение газа протекает более бурно?
- \* Как это можно объяснить с точки зрения атомно-молекулярного учения?



# Задание V группе

- В две пробирки налейте перекись водорода. В одну из пробирок осторожно присыпьте несколько кристалликов оксида марганца (IV).
- \*В какой из пробирок наблюдается бурное выделение газа? Какой это газ?
- \*Какую роль в этой реакции выполняет оксид марганца (IV)?



# Протокол исследования

| № п/п | № пробирки | Содержание и условие опыта   | Наблюдения | Вывод |
|-------|------------|--|------------|-------|
| 1     | 1<br>2     | Зависимость скорости реакции от природы реагирующих веществ<br>$Zn + HCl(10\%) =$<br>$Cu + HCl(10\%) =$  |            |       |
| 2     | 3<br>4     | Зависимость скорости реакции от концентрации реагирующих веществ<br>$Zn + CuSO_4(5\%) =$<br>$Zn + CuSO_4(10\%) =$  |            |       |
| 3     | 4<br>5     | Зависимость скорости реакции от площади поверхности реагирующих веществ для гетерогенных реакций<br>$CaCO_3$ (кусочек) + $HCl(10\%) =$<br>$CaCO_3$ (порошок) + $HCl(10\%) =$ |            |       |
| 4     | 6<br>7     | Зависимость скорости реакции от температуры<br>$Zn + HCl(10\%) =$<br>$Zn + HCl(10\%)$ нагрев =   |            |       |
| 5     | 8<br>9     | Зависимость скорости реакции от присутствия катализатора<br>$2H_2O_2 =$ без кат.<br>$2H_2O_2 =$ (в присутствии $MnO_2$ )   |            |       |

# Выводы по исследованию

---

**Скорость химической реакции зависит от:**

- **Природы реагирующих веществ**
- **Концентрации реагирующих веществ**
- **От площади соприкосновения реагирующих веществ (в гетерогенных реакциях)**
- **От температуры**
- **От присутствия катализатора**

# Закон действующих масс

- Скорость химической реакции прямо пропорциональна произведению концентраций реагирующих веществ, взятых в степенях, равных их коэффициентам в уравнении реакции.



$$v = k \cdot [A]^m \cdot [B]^n.$$



# Правило Вант-Гоффа

- При повышении температуры на каждые 10 скорость химической реакции увеличивается в 2-4 раза. Эту величину называют температурным коэффициентом реакции, обозначается  $\gamma$  – гамма. Для каждой реакции числом от 2 до 4.

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

# Закрепление знаний

- 1) Решите задачи:
- 1) Определите, как изменится скорость некоторой реакции: а) при повышении температуры от 10 до 500С; б) при понижении температуры от 100 – 00 С. Температурный коэффициент реакции равен 3. Решение (приложение № 7)
- 2) 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.
- Решение (см. приложение № 7).

# Самопроверка

а) подставить данные задачи в формулу:

$$v_{\text{при } 50^{\circ}\text{C}} = v_{\text{при } 10^{\circ}\text{C}} \cdot 3^{\frac{50^{\circ}\text{C} - 10^{\circ}\text{C}}{10}} = v_{\text{при } 10^{\circ}\text{C}} \cdot 3^4; \quad v_{\text{при } 50^{\circ}\text{C}} = 81 \cdot v_{\text{при } 10^{\circ}\text{C}}$$

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.

# Закрепление знаний

- **2) Самостоятельная работа учащихся:**
- **Задание 1. Составьте кинетические уравнения для следующих реакций:**
- **А)  $\text{H}_2 + \text{I}_2 = 2\text{HI}$ ;**
- **Б)  $2\text{Fe} + 3\text{Cl}_2 = 2\text{FeCl}_3$ .**
- **Задание 2. Как изменится скорость реакции, имеющей кинетическое уравнение**
- **$v = k[\text{A}]^2[\text{B}]$ , если**
- **А) концентрацию вещества А увеличить в 3 раза;**
- **Б) концентрацию обоих веществ увеличить в 2 раза. Решение (см. приложение № 7).**

# Самопроверка

*Решение.* Подставим соответствующие данные в кинетическое уравнение, сравним скорости реакций.

а)

$$\frac{v_2}{v_1} = \frac{k(3C_A)^2 \tilde{N}_B}{k(C_A)^2 C_B} = \frac{9kC_A^2 C_B}{kC_A^2 C_B} = 9 \Rightarrow$$

скорость реакции увеличится в 9 раз.

б)

$$\frac{v_2}{v_1} = \frac{k(2C_A)^2 (2C_B)}{kC_A^2 C_B} = \frac{8kC_A^2 C_B}{kC_A^2 C_B} = 8 \Rightarrow$$

скорость реакции увеличится в 8 раз.

# Домашнее задание

---

- Параграф 15 учебника
- Составить обобщающую таблицу. Приложение № 8.
- Выполнить тесты. Приложение № 9.

# Закономерности изменения скорости химической реакции в зависимости от различных факторов(приложение 8)

| <b>Факторы, влияющие на скорость химических реакций</b> | <b>Закономерности изменения скорости при действии этих факторов</b> | <b>Почему изменяется скорость реакции</b> |
|---|---|---|
| Природа реагирующих веществ                             |   |   |
| Концентрации реагентов                                  |   |   |
| Температура   |   |   |
| Катализатор   |   |   |
| Поверхность соприкосновения реагентов                   |   |   |

# Тесты (приложение 9)

- Вариант 1. Скорость химических реакций.
- Часть А. Тестовые задания с выбором ответа и на соотнесение
- 1. (2 балла). Фактор, не влияющий на скорость химической реакции:
  - А. Давление. Б. Катализатор. В. Концентрации реагирующих веществ. Г. Форма сосуда, в котором протекает реакция.
- 2. (2 балла). С увеличением концентрации азота в 2 раза скорость прямой химической реакции, уравнение которой  $N_2 + O_2 \leftrightarrow 2NO$ :
  - А. Не изменится. Б. Увеличится в 2 раза. В. Увеличится в 4 раза. Г. Уменьшится в 4 раза.
- 3. (2 балла). С увеличением давления в 5 раз скорость прямой химической реакции, уравнение которой  $2NO + O_2 \leftrightarrow 2NO_2$ , увеличится:
  - А. В 5 раз. В. В 75 раз. Б. В 25 раз. Г. В 125 раз.
- 4. (2 балла). При повышении температуры на  $10^\circ C$  (температурный коэффициент  $\gamma = 2$ ) скорость химической реакции увеличится:
  - А. В 2 раза. В. В 8 раз. Б. В 4 раза. Г. В 16 раз.
- 5. (2 балла). Максимальная скорость химической реакции при взаимодействии веществ, формулы которых:
  - А. Zn(гран.) и HCl. В. Pb и HCl. Б. Zn(пыль) и HCl. Г. Fe и HCl.
- 6. (2 балла). Скорость химической реакции, уравнение которой  $Mg + 2HCl = MgCl_2 + H_2\uparrow$ , при уменьшении концентрации кислоты за каждые 10 с на 0,04 моль/л равна:
  - А. 0,00004 моль/л·с). В. 0,004 моль/(л·с). Б. 0,0004 моль/л·с). Г. 0,04 моль/л·с).
- 7. (8 баллов). Установите соответствие.
  - Уравнение реакции: 1.  $C + O_2 = CO_2$ . 2.  $C + CO_2 = 2CO$ .
  - Формула для определения скорости реакции:
    - А.  $v = k \cdot C(O_2)$ . В.  $v = k \cdot C(O_2) \cdot C(C)$ . Б.  $v = k \cdot C(C) \cdot C(CO_2)$ . Г.  $v = k \cdot C(CO_2)$ .
- Часть Б. Задания со свободным ответом
- 8. (6 баллов). Запишите схему химической реакции, скорость которой можно рассчитать по формуле  $v = k \cdot CA \cdot CB$ .
- 9. (4 балла). Почему, если смешать твердый нитрат свинца (II) и иодид калия, признаки реакции можно наблюдать через несколько часов, а если слить растворы этих солей, признаки реакции появятся сразу. Напишите уравнение реакции в молекулярном и ионном видах.
- 10. (6 баллов). Составьте термохимическое уравнение реакции разложения карбоната кальция, если для разложения 25 г карбоната кальция потребовалось 44,5 кДж теплоты



# Тесты (продолжение)

- **Вариант 2** Скорость химических реакций.
- **Часть А.** Тестовые задания с выбором ответа и на соотнесение
- 1. (2 балла). Фактор, не влияющий на скорость химической реакции:  
■ А. Давление. Б. Катализатор. В. Способ получения реагентов. Г. Температура.
- 2. (2 балла). С увеличением концентрации хлора в 2 раза скорость химической реакции, уравнение которой  $\text{CO} + \text{C12} = \text{CC12O}$ :  
■ А. Не изменится. Б. Увеличится в 2 раза. В. Увеличится в 4 раза. Г. Уменьшится в 4 раза.
- 3. (2 балла). С уменьшением давления в 3 раза скорость прямой химической реакции, уравнение которой  $\text{N2} + \text{O2} \rightleftharpoons 2\text{NO}$ , уменьшится:  
■ А. В 3 раза. В. В 27 раз. Б. В 9 раз. Г. В 81 раз.
- 4.(2 балла). Для увеличения скорости химической реакции в 32 раза (температурный коэффициент  $\gamma = 2$ ) надо повысить температуру:  
■ А. На 30 °С. В. На 50 °С. Б. На 40 °С. Г. На 60 °С.
- 5. (2 балла). Скорость химической реакции максимальна при взаимодействии веществ, формулы которых:  
■ А.  $\text{C2H5OH}$  (ж) и  $\text{O2}$ . Б.  $\text{C2H5OH}$  (г) и  $\text{O2}$ . В.  $\text{N2}$  и  $\text{O2}$ . Г.  $\text{CuO}$  и  $\text{H2SO4}$ .
- 6. (2 балла). Скорость химической реакции, уравнение которой  $\text{CuO} + \text{H2SO4} = \text{CuSO4} + \text{H2O}$ , при уменьшении концентрации кислоты за каждые 10 с на 01,03 моль/л равна:  
■ А. 0,1 моль/л·с). В. 0,002 моль/л·с). Б. 0,001 моль/(л·с). Г. 0,003 моль/л·с).
- 7. (8 баллов). Установите соответствие. Уравнение реакции:  
■ 1.  $\text{H2O} + \text{CO2} \rightleftharpoons \text{H2CO3}$ . 2.  $2\text{CO} + \text{O2} \rightleftharpoons 2\text{CO2}$ . Формула для определения скорости обратной реакции:  
■ А.  $v = k \cdot \text{C}(\text{H2O}) \cdot \text{C}(\text{CO2})$ . Б.  $v = k \cdot \text{C}^2(\text{CO2})$ . В.  $v = k \cdot \text{C}^2(\text{CO}) \cdot \text{C}(\text{O2})$ . Г.  $v = k \cdot \text{C}(\text{H2CO3})$ .
- **Часть Б.** Задания со свободным ответом
- 8. (6 баллов). Запишите схему химической реакции, скорость которой можно рассчитать по формуле  $v = k \cdot \text{C}^2\text{A} \cdot \text{C}\text{B}$
- 9. (4 балла). Приведите примеры химических реакций, иллюстрирующих влияние катализатора на направление химического процесса: а) для неорганических веществ; б) для органических соединений. Запишите уравнения этих реакций.
- 10. (6 баллов). Составьте термохимическое уравнение реакции разложения нитрата калия, если для образования 5,6 л кислорода потребовалось 63,7 к Дж теплоты,