

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 2	Зависимость скорости реакции от природы реагирующих веществ $Zn + HCl(10\%) =$ $Cu + HCl(10\%) =$		
2	3 4	Зависимость скорости реакции от концентрации реагирующих веществ $Zn + CuSO_4(5\%) =$ $Zn + CuSO_4(10\%) =$		
3	4 5	Зависимость скорости реакции от площади поверхности реагирующих веществ для гетерогенных реакций $CaCO_3$ (кусочек) + $HCl(10\%) =$ $CaCO_3$ (порошок) + $HCl(10\%) =$		
4	6 7	Зависимость скорости реакции от температуры $Zn + HCl(10\%) =$ $Zn + HCl(10\%)$ нагрев =		
5	8 9	Зависимость скорости реакции от присутствия катализатора $2H_2O_2 =$ без кат. $2H_2O_2 =$ (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 γ – 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)

Факторы, влияющие на скорость химических реакций	Закономерности изменения скорости при действии этих факторов	Почему изменяется скорость реакции
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. Pь 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. C2H5OH (ж) и O2 . Б. C2H5OH (г) и O2 . В. N2 и O2 . Г. CuO и 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,