

Памятка к теме «Скорость химических реакций»

$v_{\text{гомогенной}} = \pm \Delta C / \Delta t$ [моль/л·с], $v_{\text{гетерогенной}} = \pm \Delta n / \Delta t \cdot S$ [моль/с·м²]

Решим задачу. Запишите выражения для скорости реакции $\text{H}_2 + \text{I}_2 = 2\text{HI}$ через изменения молярных концентраций каждого из веществ.

$v_1 = -\Delta[\text{H}_2]/\Delta t$, $v_2 = -\Delta[\text{I}_2]/\Delta t$, $v_3 = \Delta[\text{HI}]/\Delta t$, $v_1 = v_2 = 1/2 v_3$, так как количества водорода и иода уменьшаются на одну и ту же величину, а количество иодоводорода увеличивается в 2 раза. Минимальная энергия, которой должна обладать частица (или пара частиц), чтобы вступить в химическую реакцию, называется **энергией активации** E_a , которую выражают в Дж/моль или кДж/моль. Если суммарная энергия двух сталкивающихся частиц меньше энергии активации, то реакция не пойдет, а если равна или больше, то частицы прореагируют.

Факторы, влияющие на скорость химической реакции.

1. **Природа реагирующих веществ.** Демонстрация опыта: взаимодействие натрия с водой и спиртом. Напишите уравнения реакций в молекулярном и ионном видах.

2. **Температура.** Демонстрация взаимодействия гранул алюминия с разбавленной серной кислотой без нагревания и при нагревании. Напишите соответствующее уравнение реакции, расставьте коэффициенты методом электронного баланса.

Скорость химической реакции увеличивается в 2 – 4 раза при повышении температуры на каждые 10⁰С (правило Вант-Гоффа). $v_{\text{тк}} = v_{\text{тн}} \cdot \gamma^{\text{тк-тн}/10}$, где $v_{\text{тк}}$ и $v_{\text{тн}}$ скорости химической реакции соответственно при конечной и начальной температурах, а γ – температурный коэффициент скорости реакции, показывающий, во сколько раз возрастет скорость химической реакции при повышении температуры на каждые 10⁰С.

Решим задачу. Как изменится скорость реакции, если температурный коэффициент скорости равен 3, а температура повысится с 20 до 40⁰С? Подставим значения в формулу $v_{\text{тк}} = v_{\text{тн}} \cdot 3^{40-20/10} = v_{\text{тн}} \cdot 9$. Ответ. Скорость реакции увеличится в 9 раз.

3. **Концентрации реагирующих веществ.** Для газов изменение давления приводит к изменению концентраций. Демонстрация опыта: взаимодействие цинка с разбавленной и очень разбавленной соляной кислотой. Напишите соответствующее уравнение реакции в молекулярном и ионном видах. Количественно зависимость между скоростью реакции и молярными концентрациями реагирующих веществ описывается **основным законом химической кинетики – законом действующих масс**, например, для реакции между веществами А и В, протекающей по схеме: $a\text{A} + b\text{B} \rightarrow c\text{C} + d\text{D}$, записывается $v = k[\text{A}]^{n\text{A}}[\text{B}]^{n\text{B}}$. Выражение такого типа называют **кинетическим уравнением**. Показатели степеней $n\text{A}$ и $n\text{B}$ очень редко совпадают со стехиометрическими коэффициентами a и b (совпадение бывает только, если реакция представляет элементарную стадию). Если вещество находится в твердом состоянии, то его концентрацию можно считать постоянной величиной, так как реакция идет только с поверхности. Чтобы увеличить скорость реакции с участием твердых веществ, надо его измельчить, то есть увеличить поверхность соприкосновения. Для горения угля $\text{C} + \text{O}_2 = \text{CO}_2$ скорость реакции будет зависеть только от концентрации кислорода, поэтому кинетическое уравнение $v = k[\text{O}_2]$.

Решим задачу. Как изменится скорость реакции $2\text{A} + \text{B}_2 \rightarrow 2\text{AB}$, протекающей непосредственно между молекулами в закрытом сосуде, если увеличить давление в 3 раза? $v_1 = k[\text{A}]^2[\text{B}_2]$ – начальная скорость, $v_2 = k\{3[\text{A}]\}^2\{3[\text{B}_2]\} = 27k[\text{A}]^2[\text{B}_2] = 27 v_1$. Ответ. Скорость реакции увеличится в 27 раз.

4. **Наличие катализатора** – вещества, увеличивающего скорость химической реакции (а иногда и уменьшающего, в этом случае его называют ингибитором), но при этом оно не расходуется. Катализаторы подразделяют на: гомогенные, гетерогенные и биологические (ферменты, или энзимы).

Деятельность учителя	Деятельность ученика
Индивидуальная работа с учениками.	Письменная работа. По желанию, выберите карточку с заданием первого уровня (оценивается 3 баллами), второго уровня (оценивается 4 баллами), третьего уровня (оценивается 5 баллами).

Задания первого уровня.

Первый уровень. Первый вариант.	Первый уровень. Второй вариант.
<p>1. Скорость реакции синтеза оксида серы (VI) $2\text{SO}_2 + \text{O}_2 = 2\text{SO}_3$ зависит от всех факторов, кроме: 1) температуры; 2) присутствия катализатора; 3) концентрации SO_2; 4) концентрации SO_3.</p> <p>2. Реакция окисления метана кислородом воздуха протекает с наибольшей скоростью при следующих условиях:</p> <p>1) 1) давление 1атм, температура 25°C; 2) давление 1атм, температура 300°C; 3) давление 5 атм, температура 25°C; 4) давление 5 атм, температура 300°C.</p> <p>3. В течении одной минуты выделится больше водорода, если реакции взять:</p> <p>1) Zn (гранулы) и 10% раствор CH_3COOH; 2) Zn (порошок) и 10% раствор HCl; 3) Zn (гранулы) и 10% раствор HCl; 4) Zn (порошок) и 10% раствор CH_3COOH.</p>	<p>1. Скорость реакции водорода с хлором $\text{H}_2 + \text{Cl}_2 = 2\text{HCl}$ зависит от всех факторов, кроме: 1) концентрации водорода; 2) концентрации хлороводорода; 3) давления; 4) присутствия катализатора.</p> <p>2. Реакция гидрирования этилена протекает с наибольшей скоростью при следующих условиях:</p> <p>1) давление 1атм, температура 25°C; 2) давление 1атм, температура 300°C; 3) давление 50 атм, температура 25°C; 4) давление 50 атм, температура 300°C.</p> <p>3. С наибольшей скоростью при обычных условиях протекает реакция:</p> <p>1) $2\text{Ba} + \text{O}_2 = 2\text{BaO}$; 2) $\text{Ba}^{2+} + \text{CO}_3^{2-} = \text{BaCO}_3$; 3) $\text{Ba} + 2\text{H}^+ = \text{Ba}^{2+} + \text{H}_2$; 4) $\text{Ba} + \text{S} = \text{BaS}$.</p>

Задания второго уровня.

Второй уровень. Первый вариант.	Второй уровень. Второй вариант.
<p>1. Во сколько раз изменится скорость элементарной реакции $2\text{A} + \text{B} = \text{A}_2\text{B}$, если концентрацию вещества В уменьшить в 2 раза: 1) увеличится в 4 раза; 2) уменьшится в 2 раза; 3) уменьшится в 4 раза; 4) увеличится в 2 раза?</p> <p>2. Скорость некоторой реакции увеличивается в 3 раза при повышении температуры реакционной смеси на 10°C. Во сколько раз уменьшится скорость реакции при понижении температуры от 40 до 10°C: 1) в 3 раза; 2) в 6 раз; 3) в 9 раз; 4) в 27 раз?</p>	<p>1. Как повлияет на скорость элементарной реакции $\text{A} + \text{B} = \text{AB}$ увеличение концентрации вещества А в 3 раза: 1) скорость увеличится в 3 раза; 2) скорость уменьшится в 9 раз; 3) скорость уменьшится в 3 раза; 4) скорость не изменится?</p> <p>2. При увеличении температуры от 10 до 30°C скорость реакции, температурный коэффициент которой равен $\gamma = 3$: 1) возрастет в 3 раза; 2) возрастет в 9 раз; 3) уменьшится в 3 раза; 4) уменьшится в 9 раз.</p>

Задания третьего уровня.

Третий уровень. Первый вариант.	Третий уровень. Второй вариант.
<p>1. За 10 секунд в реакторе объемом 100 литров из простых веществ образовалось 10,2 г сероводорода. Скорость реакции (моль·л⁻¹·с⁻¹) равна: 1) 0,0001; 2) 0,0002; 3) 0,0003; 4) 0,0006.</p> <p>2. Скорость реакции водорода с парами иода в некоторых условиях описывается уравнением $v = k[H_2][I_2]$. Как изменится скорость реакции, если при неизменной температуре в 4 раза увеличить общее давление в смеси?</p>	<p>1. . Скорость реакции димеризации оксида азота (IV) описывается уравнением $v = k[NO_2]^2$. Как изменится скорость реакции, если при неизменной температуре в 4 раза увеличить общее давление в смеси?</p> <p>2. Во сколько раз нужно увеличить давление, чтобы скорость образования NO₂ по реакции $2NO + O_2 = 2NO_2$ возросла в 1000раз: 1) в 22,4 раза; 2) скорость реакции не зависит от давления; 3) в 10 раз; 4) в 500 раз?</p>

Вопросы для устного опроса.

1. Что понимают под скоростью химической реакции?
2. Как называется раздел химии, изучающий скорости и механизмы химических реакций?
3. Чему равна средняя скорость химической реакции?
4. В каких единицах выражается скорость химической реакции?
5. От каких факторов зависит скорость химической реакции?
6. Как влияет на скорость химической реакции концентрации реагирующих веществ?
7. Как влияет на скорость химической реакции температура?
8. Что надо сделать, чтобы увеличить скорость взаимодействия веществ, находящихся в твердом агрегатном состоянии?
9. В каких случаях изменение давления влияет на скорость химической реакции?
10. Какие вещества называют катализаторами?
11. Как называются биологические катализаторы?
12. Как называются вещества, замедляющие скорость химической реакции?
13. В каком случае скорость химической реакции будет отрицательной величиной?
14. В каком случае скорость химической реакции будет положительной величиной?
15. Работы каких ученых в наибольшей степени способствовали выявлению зависимости константы скорости химической реакции от температуры?
16. Почему реакции между растворами веществ проходят практически мгновенно?
17. Зачем измельчают руду на металлургических заводах при ее обжиге?
18. Скорость взаимодействия водорода и азота мала. Что надо сделать, чтобы увеличить скорость реакции? Какой продукт при этом получается?
19. Что понимают под энергией активации?
20. При каких условиях надо проводить обжиг пирита, чтобы скорость реакции была максимальной?
21. Как можно ускорить гидролиз жира в домашних условиях?
22. Какой восстановитель Вы можете предложить для получения железа из руды и почему?
23. При каких условиях надо проводить окисление аммиака, чтобы скорость получения оксида азота (какого) была максимальной?