# **Химические** реакции

**Химическая реакция -** превращение одних веществ (исходных соединений) в другие (продукты реакции) при неизменяемости ядер атомов







#### **ЯВЛЕНИЯ**

#### **ФИЗИЧЕСКИЕ**

Изменение состояния или формы вещества, которые не приводят к образованию новых веществ

#### **ХИМИЧЕСКИЕ**

Превращения веществ, в результате которых образуются новые вещества

#### Энергия активации реакции

- При сближении реагирующих частиц вследствие одинакового знака зарядов электронных оболочек они отталкиваются.
- Если молекулы не обладают достаточной кинетической энергией, то они разлетаются в разные стороны.
- Только те частицы, которые обладают некоторым минимальным избыточным, относительно среднего, запасом энергии, при сближении преодолевают силы отталкивания.
- Дополнительная энергия, которую должны иметь молекулы для вступления в химическую реакцию, называется энергией активации.
- Те частицы, которые обладают таким избыточным количеством энергии энергией активации, называются активными

#### Признаки химических реакций:

- 1. Изменение цвета;
- 2. Изменение запаха;
- 3. Выпадение (растворение) осадка;
- 4. Выделение газа;
- 5. Выделение (поглощение) теплоты



#### Условия протекания химических реакций

- 1.Изменение температуры (нагревание/охлаждение).
- 2. Изменение давления (уменьшение/увеличение).
- 3. Соприкосновение, перемещение.
- 4. Измельчение.
- 5. Действие света, электрического тока.
- 6. Применение катализаторов и ингибиторов.

#### Нормальные условия - н.у.:

Давление: p = 1 атм = 101325 Па ( $10^5$  Па) Температура: T = 273,15 К ( $0^{\circ}$  С)

#### Алгоритм составления уравнений химических реакций

1. В левой части записываются формулы веществ, которые вступают в реакцию:

$$KOH + CuCl_2 \rightarrow$$

2. В правой части (после стрелки) – формулы веществ, которые получаются в результате реакции:

3. Затем с помощью коэффициентов уравнивается число атомов одинаковых химических элементов в правой и левой частях уравнения:

$$2KOH + CuCl_2 = Cu(OH)_2 + 2KCl$$

# Классификаци я химических реакций

#### По числу и составу исходных веществ и

#### продуктов реакции

Реакции соединения	Реакции разложения	Реакции замещения	Реакции обмена
Из нескольких веществ образуется одно новое вещество $\mathbf{A} + \mathbf{B} = \mathbf{A}\mathbf{B}$	Из одного вещества образуется несколько новых веществ $\mathbf{AB} = \mathbf{A} + \mathbf{B}$	Атомы простого вещества замещают атомы одного из элементов в сложном веществе $A + BC = AC + B$	Два сложных вещества обмениваются своими составными частями AB + CD = AD + CB
$S + O_2 = SO_2$	$CaCO_3 \xrightarrow{\iota} CaO + CO_2$	$Zn + 2HCl =$ $= ZnCl_2 + H_2$	NaOH + HCl = = NaCl + H <sub>2</sub> O

#### Реакция нейтрализации

Взаимодействие кислоты и основания с образованием соли и воды называется реакцией нейтрализации. Обычно подобные реакции протекают с выделением тепла.

Это - частный случай реакции обмена

#### Реакция нейтрализации – сильная кислота + сильное основание:

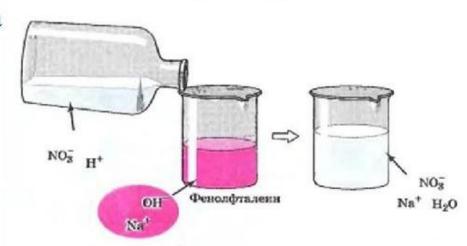
$$HCl + NaOH = H2O + NaCl$$
,  $\Delta H = -58$  κ $\Delta x/Moλb$ ,  $HCl + KOH = H2O + KCl$ ,  $\Delta H = -58$  κ $\Delta x/Moλb$ ,  $HNO3 + NaOH = H2O + NaNO3$ ,  $\Delta H = -58$  κ $\Delta x/Moλb$ ,  $HNO3 + KOH = H2O + KNO3$ ,  $\Delta H = -58$  κ $\Delta x/Moλb$ .

#### Точка эквивалентности

это момент окончания химической реакции, когда вещества прореагировали в эквивалентных количествах.

достижение точки эквивалентности фиксируют с

помощью индикатора



#### По изменению степени окисления

**Химические** реакции

идущие без изменения степени окисления элементов

$$+2 -2 +1 +2 -2 +1 -2$$
  
 $Cu(OH)_2 = CuO + H_2O$ 

идущие с изменением степени окисления элементов (ОВР)

$$0 \quad 0 \quad +2-2$$
$$2Cu + O_2 = 2CuO$$

#### По тепловому эффекту

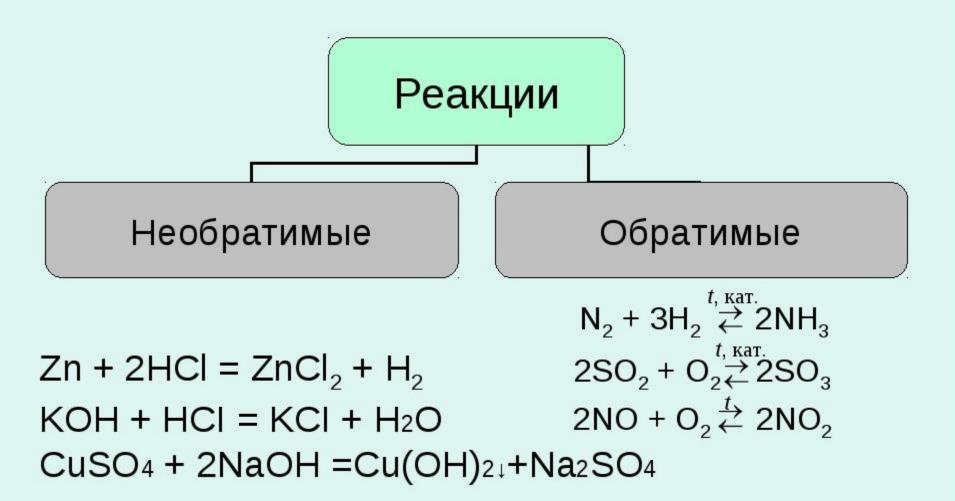
#### экзотермические (выделение тепла)

$$S + O_2 = SO_2 + Q$$

#### эндотермические (поглощение тепла)

$$\vdash$$
 CaCO<sub>3</sub>  $\rightarrow$  CaO +CO<sub>2</sub>  $\rightarrow$  Q

#### по признаку обратимости



#### по фазовому составу:

1) Гетерогенные реакции – реакции, в которых реагирующие вещества и продукты реакции находятся в разных агрегатных состояниях  $CaC_{2(\tau)} + 2H_2O_{(ж)} = C_2H_2 \uparrow + Ca(OH)_{2(p-p)}$ 

2) Гомогенные реакции – реакции, в которых реагирующие вещества и продукты реакции находятся в одном агрегатном состоянии  $H_{2(r)} + F_{2(r)} = 2HF_{(r)}$ 

• Некаталитические реакции — реакции, идущие без участия катализатора:

t

$$2HgO = 2Hg + O_{2}\uparrow$$

• Каталитические реакции – реакции, идущие с участием катализатора:

MnO,

$$2\mathbf{H}_{2}\mathbf{O}_{2} = 2\mathbf{H}_{2}\mathbf{O} + \mathbf{O}_{2}\uparrow$$



#### Скорость химической реакции -

это изменение қонцентрации одного из реагирующих веществ или одного из продуктов реакции в единицу времени

# Скорость гомогенной и гетерогенной реакций

#### Скорость гомогенной реакции

определяется как изменение концентрации одного из веществ в единицу времени:

$$v_{\text{romor}} = \frac{\Delta C}{\Delta t} \left[ \frac{\text{моль}}{\text{л} \cdot \text{c}} \right],$$

если объем системы не меняется

**Скорость гетерогенной реакции** определяется как изменение количества вещества в единицу времени на единице поверхности:

$$v_{\text{rerepor}} = \frac{\Delta n}{\Delta t \cdot S} \left[ \frac{\text{моль}}{\text{c} \cdot \text{m}^2} \right],$$

где S — площадь поверхности соприкосновения веществ ( $M^2$ ,  $CM^2$ ).

#### Факторы, влияющие на скорость химической реакции

- природа реагирующих веществ
- температура
- концентрация реагирующих веществ
- наличие катализатора (ингибитора)
- площадь поверхности соприкосновения веществ
- давление



#### Зависимость скорости химической реакции от природы веществ

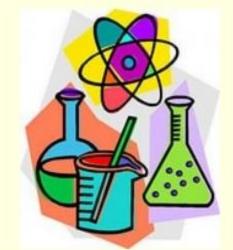
Скорость химических реакций зависит от природы реагирующих веществ. Под "природой веществ" понимают:

- тип химических связей в молекулах реагентов, прочность связей;
- строение кристаллической решетки и ее прочность;

строение атома, прочность связывания внешних

электронов





# Влияние температуры на скорость химической реакции

#### Правило Вант-Гоффа:

 При увеличении температуры на каждые 10⁰ скорость химической реакции увеличивается в 2-4 раза

# Зависимость скорости реакции от концентрации реагирующих веществ

- Эту зависимость описывает закон действующих масс: скорость химической реакции прямо пропорциональна произведению концентраций реагирующих веществ;
- В случае реакции nA + m В → С этой зависимости соответствует уравнение:

#### Константа скорости химической реакции

Константа скорости k — это такая скорость, когда концентрации реагирующих веществ равны 1 моль/л. Она зависит от природы реагирующих веществ и температуры, но не зависит от изменения концентрации участвующих в реакции веществ.

Чем **больше** константа скорости реакции, тем больше ее скорость по сравнению с другими реакциями при прочих равных условиях

# Влияние катализаторов и ингибиторов на скорость химической реакции:

**Катализаторы -** вещества, увеличивающие скорость химической реакции, но в конце реакции остающиеся неизменными как качественно, так и количественно. В обратимых реакциях увеличивают скорость как прямой, так и обратной реакции.

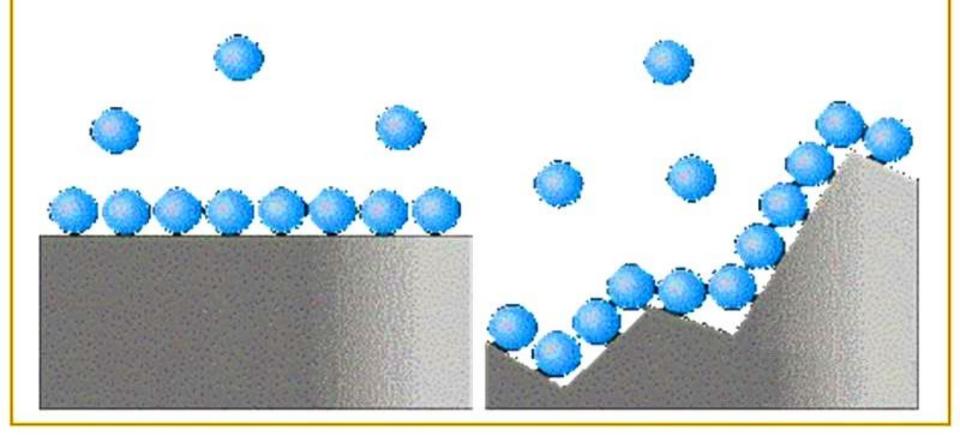
**Ингибиторы** - вещества, замедляющие скорость химической реакции, но в конце реакции остающиеся неизменными как качественно, так и количественно.

**Катализ** - изменение скорости химической реакции под действием катализатора

### Площадь соприкосновения

Скорость гетерогенной реакции *прямо пропорциональна* площади поверхности соприкосновения реагентов.

При измельчении и перемешивании увеличивается поверхность соприкосновения реагирующих веществ, при этом возрастает скорость реакции



# Влияние давления на скорость химической реакции

Если в реакции участвуют газообразные вещества, то повышение давления равносильно сжатию газа, т.е. увеличению его концентрации. При увеличении концентрации газообразного компонента скорость реакции в соответствии с законом действующих масс возрастает.

При понижении давления газ расширяется, и его концентрация в системе падает, это вызывает уменьшение скорости реакции



#### Химическое равновесие

 Состояние системы, при котором скорость прямой реакции равна скорости обратной реакции, называется химическим равновесием

### Равновесными қонцентрациями называются концентрации всех веществ системы, которые устанавливаются в ней при наступлении состояния химического равновесия

 Количественной характеристикой химического равновесия является константа равновесия, которая может быть выражена через равновесные концентрации С реагирующих веществ.

$$aA + bB + ... \leftrightarrow mM + nN + ...$$

$$\mathbf{K}_{\mathbf{C}} = \frac{\mathbf{C}_{\mathbf{M}}^{\mathbf{m}} \mathbf{C}_{\mathbf{N}}^{\mathbf{n}}}{\mathbf{C}_{\mathbf{A}}^{\mathbf{a}} \mathbf{C}_{\mathbf{B}}^{\mathbf{b}}}$$

- Величина константы равновесия зависит только от природы реагирующих веществ и температуры.
- физический смысл константы равновесия: она показывает, во сколько раз скорость прямой реакции больше скорости обратной при данной температуре и концентрациях всех реагирующих веществ, равных 1 моль/л

# Знание константы равновесия химической реакции позволяет

# предсказать направление ее протекания:

- К > 1 равновесие сдвинуто вправо,
- К < 1 равновесие сдвинуто влево,
- К = 1 система находится в состоянии равновесия

#### Химическое равновесие

- В состоянии химического равновесия количественное соотношение между реагирующими веществами и продуктами реакции остается постоянным: сколько молекул продукта реакции в единицу времени образуется, столько их и разлагается. Это состояние сохраняется до тех пор, пока неизменными остаются концентрация, температура и давление.
- Многочисленные исследования показали, что смещение химического равновесия подчиняется правилу, названному принципом Ле-Шателье:

При изменении внешних условий химическое равновесие смещается в сторону той реакции (прямой или обратной), которая ослабляет это внешнее воздействие



Изменение температуры

Изменение концентрации

Изменение давления

#### Смещение химического равновесия

№	Фактор, влияющий на смещение равновесия	Направление смещения равновесия	
1	Концентрация С	при ↑С одного из реагентов равновесие сдвигается в направлении образования продуктов реакции →	
		при $\uparrow$ $\mathbf{C}$ одного из <b>продуктов реакции</b> равновесие сдвигается в направлении образования <b>реагентов</b> $\leftarrow$	
2	Давление <b>Р*</b> (приводит к↑С)	при $\uparrow P$ равновесие сдвигается в направлении образования вещести (реагентов или продуктов) с меньшим объемом ( $\downarrow P$ )	
		при $\downarrow P$ равновесие сдвигается в направлении образования веществ (реагентов или продуктов) с большим объемом ( $\uparrow P$ )	
3	Температура Т	при <b>Т</b> химическое равновесие смещается в направлении <b>эндотермической</b> реакции	
		при ↓ <b>T</b> – в направлении <b>3к30термической</b> реакции	

Введение катализатора не влияет на смещение равновесия, но ускоряет процесс достижения равновесия

#### Обобщение и выводы

- Химические реакции протекают с различными скоростями. Скорость химической реакции это изменение концентрации одного из реагирующих веществ за единицу времени.
- Скорость химической реакции зависит от температуры, концентрации, поверхности соприкосновения реагирующих веществ, природы реагирующих веществ, катализатора.
- В обратимых химических реакциях наступает динамическое химическое равновесие, когда скорости прямой и обратной реакции равны.
- Факторы влияющие на смещение химического равновесия давление, температура, концентрация.
- Смещение химического равновесия происходит согласно принципа Ле-Шателье.