The slide features a decorative border with various chemistry-related icons and chemical structures. At the top, there are icons of a beaker with green liquid, an Erlenmeyer flask with blue liquid, and a molecular structure. On the left side, there is a test tube with blue liquid, a flask labeled 'HCl', a test tube with yellow liquid, a flask with pink liquid on a stand, and a large flask with green liquid and bubbles. On the right side, there is a flask with blue liquid, a test tube with red liquid, a flask labeled 'H2SO4', a test tube with red liquid, and a flask with blue liquid. At the bottom, there is a molecular structure, a flask labeled 'HCl', a test tube with red liquid, a molecular structure, a flask labeled 'COOH', and a molecular structure.

Скорость химических реакций. Факторы, влияющие на скорость химической реакции

План:

- Скорость химической реакции
- Гетерогенные и гомогенные реакции
- Зависимость скорости реакции от различных факторов:
 - Природа реагирующих веществ
 - Концентрация веществ
 - Площадь соприкосновения веществ
 - Температура
 - Присутствие катализаторов или ингибиторов

Скорость химической реакции

Обозначается V

определяется изменением концентрации одного из реагирующих веществ или одного из продуктов реакции в единицу времени

$$v = \pm \Delta c / \Delta t$$

$$\Delta C = c_2 - c_1$$

$$\Delta t = t_2 - t_1$$

1 моль/л·с

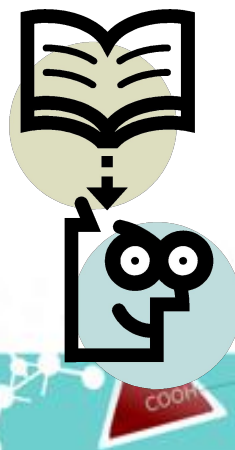
1 кмоль/м³·мин

- Раздел химии, изучающий скорость химической реакции, называется **химической кинетикой**.



Гетерогенные реакции

- Это реакции идущие между веществами в неоднородной среде. Например, на поверхности соприкосновения твердого вещества и жидкости, газа и жидкости и т.д.



Гомогенные реакции

- Это реакции протекающие в однородной среде (нет поверхности раздела реагирующих веществ). Например в смеси газов или в растворах.



Факторы, влияющие на скорость химической реакции

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

1. Природа реагирующих веществ.

- Под природой реагирующих веществ понимают их состав, строение, взаимное влияние атомов в неорганических и органических веществах.

Теория столкновений.

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

- 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».
- Для этого частицы должны обладать достаточной энергией.

Минимальный избыток энергии, необходимый для эффективного соударения частиц реагентов, называется энергией активации E_a .

Величина энергии активации веществ – это фактор, посредством которого сказывается влияние природы реагирующих веществ на скорость реакции.

2. Концентрации реагирующих веществ.

- На основе большого экспериментального материала в 1867 г. норвежские учёные К. Гульдберг, и П Вааге и независимо от них в 1865 г. русский учёный Н.И. Бекетов сформулировали основной закон химической кинетики, устанавливающий зависимость скорости реакции от концентраций реагирующих веществ.

Закон действующих масс.

$$V = k C_A^a C_B^b$$

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



- **Гульдберг** (1836-1902).
Норвежский физикохимик.
- **П. Вааге** (1833-1900).
Норвежский ученый.

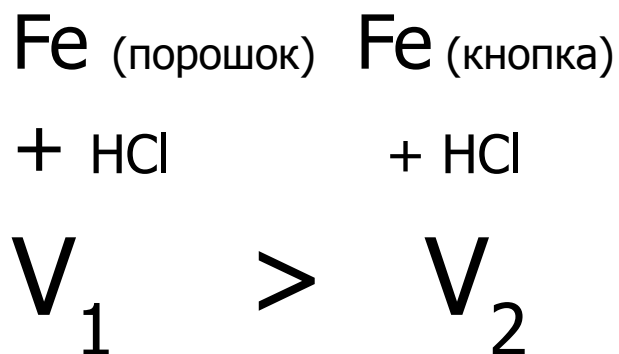
3. Поверхность соприкосновения реагирующих веществ.

- **Скорость реакции увеличивается благодаря:**
 - **увеличению площади** поверхности соприкосновения реагентов (измельчение);
 - **повышению реакционной способности** частиц на поверхности образующихся при измельчении микрокристаллов;
 - **непрерывному подводу реагентов** и хорошему отводу продуктов с поверхности, где идёт реакция.
- Фактор связан с гетерогенными реакциями, которые протекают на поверхности соприкосновения реагирующих веществ: газ - твердое вещество, газ - жидкость, жидкость - твердое вещество, жидкость - другая жидкость, твердое вещество - другое твердое вещество, при условии, что они **не растворимы друг в друге**.

Исучаемый фактор

Площадь соприкоснове ния реагирующих веществ

Используемые вещества



Вывод

Чем больше площадь соприкоснове ния реагирующих веществ, тем выше скорость химической реакции.

4. Температура

- При увеличении температуры на каждые 10°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°C , называют **температурным коэффициентом**.

Правило Вант-Гоффа

При повышении температуры на каждые 10°C скорость реакции увеличивается в 2-4 раза.

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



- **Я. Вант-Гофф** (1852 -1911). Голландский химик. Один из основателей физической химии и стереохимии

**Изучаемый
фактор**

**Используемые
вещества**

Вывод

Температура

Al + HCl

Al

+ HCl

+t

$V_1 > V_2$

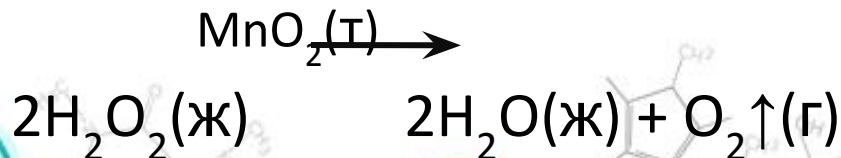
При нагревании
скорость
химической
реакции
повышается.

5. Действие катализатора

- Можно изменить скорость реакции, используя специальные вещества, которые изменяют механизм реакции и направляют ее по энергетически более выгодному пути с меньшей энергией активации.
- **Катализаторы** – это вещества, участвующие в химической реакции и увеличивающие ее скорость, но по окончании реакции остающиеся неизменными качественно и количественно.
- **Ингибиторы** – вещества, замедляющие химические реакции.
- Изменение скорости химической реакции или ее направления с помощью катализатора называют **катализом**.

Различают два вида катализа:

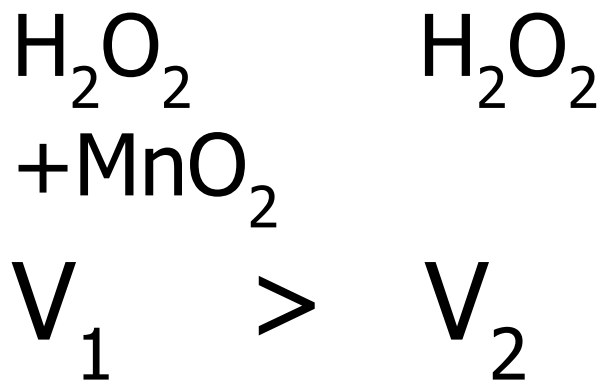
- **Гомогенный катализ**, при котором и катализатор, и реагирующие вещества находятся в одном агрегатном состоянии (фазе).
 - Например, ферментативно-каталитические реакции в клетках организма проходят в водном растворе.
- **Гетерогенный катализ**, при котором катализатор и реагирующие вещества находятся в разных фазах.
 - Например, разложение пероксида водорода в присутствии твердого катализатора оксида марганца(IV):



Исучаемый фактор

Присутствие некоторых веществ

Используемые вещества



Вывод

Катализаторы – вещества, ускоряющие скорость химической реакции.

Ингибиторы – уменьшают скорость реакции.

Выводы по теме:

«Скорость химических реакций»

- Химические реакции протекают с различными скоростями. Величина скорости реакции зависит от объёма в гомогенной системе и от площади соприкосновения реагентов – в гетерогенной.
- На пути всех частиц, вступающих в химическую реакцию, имеется энергетический барьер, равный энергии активации E_a .
- Скорость реакции зависит от факторов:
 - природа реагирующих веществ;
 - температура;
 - концентрация реагирующих веществ;
 - действие катализаторов;
 - поверхность соприкосновения реагирующих веществ (в гетерогенных реакциях)

Алгоритм решения задач по теме "Скорость химической реакции"

Задача №1

Реакция протекает по уравнению $A + B = 2C$.

Начальная концентрация вещества A равна $0,22$ моль/л, а через 10 с — $0,215$ моль/л. Вычислите среднюю скорость реакции.

Решение:

Используем формулу для расчёта

$$v = \pm \Delta C / \Delta t = \pm (0,215 - 0,22) / (10 - 0) = 0,0005 \text{ моль/л} \cdot \text{с}$$

Задача №2

Вычислите, во сколько раз увеличится скорость реакции при повышении температуры от 30 до 70 °С, если температурный коэффициент скорости равен 2.

Решение:

По правилу Вант-Гоффа

$$u = u_0 \cdot \gamma^{(t_2 - t_1)/10}$$

По условию задачи требуется определить u/u_0 :

$$u/u_0 = 2^{(70-30)/10} = 2^4 = 16$$

Домашнее задание

Пар. 11 изучить

Стр 65 № 3