

# Лекция №5 по химии

**Кинетика химических  
реакций.**

**Химическое  
равновесие.**

# План лекции.

1. Скорость химической реакции. Закон действия масс.
2. Правило Вант-Гоффа.
3. Катализаторы. Биокатализаторы.
4. Химическое равновесие с точки зрения кинетики.
5. Химическое равновесие с точки зрения термодинамики.
6. Смещение химического равновесия. Принцип Ле Шателье.

# 1. Скорость химической реакции. Закон действия масс.

**Скорость химической реакции (V)**- это изменение концентрации реагирующих веществ в единицу времени (в замкнутом объеме).

**Зависимость скорость реакции от концентрации веществ. Закон действия масс:**

Скорость реакции прямо пропорциональна произведению концентраций веществ в степени коэффициентов, взятых из уравнения реакции.



$$\text{Скорость реакции: } V = k[A]^a \cdot [B]^b$$

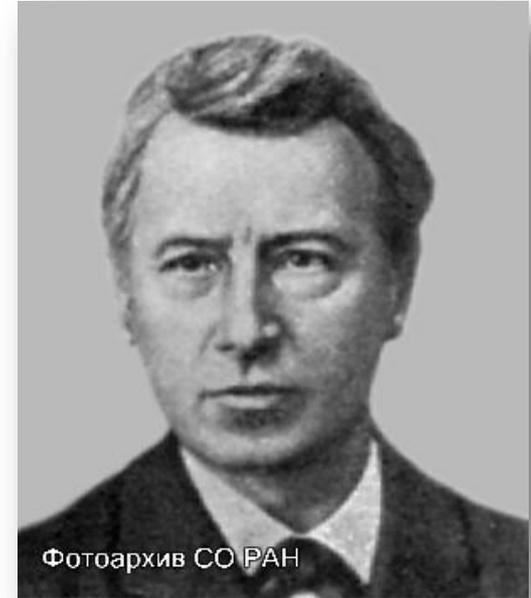
## 2. Правило Вант – Гоффа.

Зависимость скорости реакции от температуры.

Закон Вант-Гоффа:

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

$$\frac{V_2}{V_1} = \gamma^{\frac{T_2 - T_1}{10}}$$



Фотоархив СО РАН

# 3. Катализаторы. Биокатализаторы.

- **Катализаторы** – это вещества, которые изменяют скорость реакции, но сами в реакции не расходуются.
- **Ингибиторы**- замедляют химическую реакцию.
- **Биокатализаторы** – ферменты – обладают высокой избирательностью.

## 4. Химическое равновесие с точки зрения кинетики

**Обратимыми** называются реакции, протекающие в двух противоположных направлениях.

Самым устойчивым состоянием обратимых реакций является химическое равновесие.

**С точки зрения кинетики** при химическом равновесии равны скорости прямой и обратной реакций:  $V_{\text{пр.}} = V_{\text{обр.}}$

## 5. Химическое равновесие с точки зрения термодинамики.

На протекание химической реакции влияют 2 фактора: энтальпийный ( $\Delta H$ ) и энтропийный ( $T \cdot \Delta S$ ).

В состоянии **химического равновесия** энтальпийный и энтропийный факторы одинаковы:

$$\Delta H = T \cdot \Delta S,$$

Изменение энергии Гиббса при химическом равновесии равно нулю:

$$\Delta G = \Delta H - T \cdot \Delta S = 0$$

# 6. Смещение химического равновесия

На состояние химического равновесия влияет температура( $t$ ), давление( $p$ ) и концентрация веществ ( $C$ ).

Предсказать направление смещения химического равновесия при изменении одного из этих параметров позволяет **принцип Ле Шателье**:

**Если на систему, находящуюся в химическом равновесии оказано воздействие извне (изменили  $t$ ,  $p$ ,  $C$ ) , то химическое равновесие смещается в сторону ослабления этого воздействия (т.е. обратимая реакция оказывает противодействие).**

# Ле Шателье



|                   |  |
|-------------------|--|
| Дата рождения:    | <a href="#">8 октября 1850</a>   |
| Место рождения:   | <a href="#">Париж, Франция</a>   |
| Дата смерти:      | <a href="#">17 сентября 1936</a> (85 лет)  |
| Место смерти:     | <a href="#">Мирибель-лез-Эшель, Франция</a>  |
| Страна:           | <a href="#">Франция</a>  |
| Научная сфера:    | <a href="#">физическая химия</a>   |
| Место работы:     | <a href="#">Политехническая школа</a>  |
| Учёное звание:    | <a href="#">член-корреспондент СПБАН</a>   |
| Альма-матер:      | <a href="#">Парижский университет, Политехническая школа</a> и <a href="#">Горная школа Парижа</a> |
| Известен как:     | сформулировавший <a href="#">принцип Ле Шателье — Брауна</a>                                       |
| Награды и премии: | Медаль Дэви (1916)   |

# Карл Фердинанд Браун

Изобретатель кинескопа (катодно-лучевой трубки). В немецкоговорящих странах кинескоп до сих пор называют *трубкой Брауна*.



|                   |  |
|-------------------|--|
| Дата рождения:    | <a href="#">6 июня 1850</a>  |
| Место рождения:   | <a href="#">Фульда</a> , <a href="#">Гессен-Кассель</a> , <a href="#">Германия</a>   |
| Дата смерти:      | <a href="#">20 апреля 1918</a> (67 лет)  |
| Место смерти:     | <a href="#">Нью-Йорк</a> , <a href="#">США</a>   |
| Страна:           | <a href="#">Германия</a>   |
| Научная сфера:    | <a href="#">физика</a>   |
| Место работы:     | <a href="#">Тюбингенский университет</a> , <a href="#">Марбургский университет</a> и <a href="#">Технологический институт Карлсруэ</a> |
| Альма-матер:      | <a href="#">Марбургский университет</a>  |
| Награды и премии: | <a href="#">Нобелевская премия по физике (1909)</a>  |

# Принцип Брауна

- Если на систему, находящуюся в химическом равновесии оказано воздействие извне, то она оказывает противодействие.

# Смещение химического равновесия (Х.Р.)

| ПАРАМЕТР | СМЕЩЕНИЕ     | СМЕЩЕНИЕ ХИМИЧЕСКОГО РАВНОВЕСИЯ   |
|----------|--------------|---|
| t        | ↑ увеличение | Х.Р. Смещается в сторону эндотермической реакции ( $\Delta H > 0$ )         |
|          | ↓ уменьшение | Х.Р. Смещается в сторону экзотермической реакции ( $\Delta H < 0$ )         |
| P        | ↑ увеличение | Х.Р. Смещается в сторону меньшего объема газов                              |
|          | ↓ уменьшение | Х.Р. Смещается в сторону большего объема газов                              |
| C        | ↑ увеличение | Х.Р. Смещается в сторону реакции, использующей вводимое вещество            |
|          | ↓ уменьшение | Х.Р. Смещается в сторону реакции, протекающей с образованием этого вещества |