

## Раздел 1. Информация и химическая самоорганизация, термодинамика, избранные главы коллоидной химии

1. Переход к сложным химическим системам (биологическая клетка).
2. Самоорганизующиеся системы.
3. Общие аспекты термодинамики. Равновесные и неравновесные фазовые переходы.
4. Механическое и термодинамическое равновесия.
5. Нелинейные химические реакции.
6. Первый закон термодинамики. Внутренняя энергия. Энтальпия. Следствия первого закона термодинамики.
7. Свободная энергия Гиббса.
8. Содержание и формулировка второго закона термодинамики. Обратимые и необратимые процессы.
9. Энтропия. Изменение энтропии в некоторых процессах: при фазовых превращениях, при нагревании системы, при химической реакции.
10. Приложение первого закона термодинамики к химическим процессам. Закон Гесса. Расчет тепловых эффектов химических реакций на основе закона Гесса. Зависимость теплового эффекта от температуры. Уравнение Кирхгофа.
11. Теплоемкость. Выражение теплоемкости в изобарных и изохорных условиях. Зависимость теплоемкости от температуры.
12. Изохорно-изотермический потенциал. Изобарно-изотермический потенциал.
13. Понятие о химическом потенциале. Химический потенциал индивидуального вещества реальной смеси.
14. Закон действующих масс. Константа химического равновесия. Способы выражения константы равновесия.
15. Уравнение изотермы химической реакции. Влияние температуры на химическое равновесие, уравнение изохоры и изобары химической реакции.
16. Третий закон термодинамики. Тепловая теорема Нернста. Постулаты Планка.
17. Зависимость теплоты фазового перехода от давления и температуры. Уравнение Клапейрона-Клаузиуса.
18. Молекулярно-кинетические свойства коллоидных систем.
19. Адсорбционные процессы на границе раздела фаз. Количественное выражение адсорбции.
20. Теория мономолекулярной адсорбции. Уравнение адсорбции Ленгмюра.
21. Адсорбционные процессы на границе раздела фаз. Физическая и химическая адсорбция. Теория полимолекулярной адсорбции Поляни, БЭТ.
22. Изотерма адсорбции. Уравнение Бедекера-Фрейндлиха. Закон Генри.
23. Синергетика, системы далекие от теплового равновесия. Второе начало синергетики.
24. Линейный осциллятор. Свойства линейных систем.
25. Информация. Приращение информации. Энтропия Шеннона. Принцип максимума информации. Кодирование информации.
26. Хранение и обработка информации.
27. Приложение принципа максимума информации к самоорганизующимся системам.
28. Приложение принципа максимума информации для неравновесных фазовых переходов.
29. Алгоритм распознавания образов.
30. Моделирование химических процессов, предсказание и контроль.
31. Квантовые вычисления, классические и квантовые логические элементы.

## Раздел 2. Электрохимия

1. Методы исследования растворов электролитов. Теория электролитической диссоциации.

2. Теория Дебая-Хюккеля и коэффициенты активности.
3. Перенос заряда через полиэлектролитные слои и электрохимические методы исследования адсорбированных слоев полиэлектролитов.
4. Неравновесные явления в растворах электролитов. Диффузия и миграция ионов. Удельная электропроводность. Числа переноса.
5. Ионные жидкости, типы, свойства. Твердые электролиты, типы, свойства.
6. Двойной электрический слой.
7. Электрохимический потенциал. Равновесия в электрохимической цепи.
8. Окислительно-восстановительные полуреакции, электродный потенциал.
9. Классификация электродов в вольтамперометрии. Ультрамикроэлектроды.
10. Ионоселективные электроды: типы, классификация, уравнение Нернста и математической модель описания рабочего механизма электродов.
11. Электрохимические биосенсоры.

#### Section 1. Information theory and chemical self-organization, thermodynamics, selected chapters of colloid chemistry

1. Complex chemical systems (e.g. biological cell).
2. Self-organized systems.
3. General aspects of thermodynamics. Equilibrium and nonequilibrium phase transitions.
4. Mechanical and thermodynamic equilibrium.
5. Nonlinear chemical reactions.
6. The first law of thermodynamics. Internal energy. Enthalpy. The consequences of the first law thermodynamics.
7. Gibbs free energy.
8. The content and formulation of the second law of thermodynamics. Reversible and irreversible processes.
9. Entropy. Change in entropy in some processes: during phase transformations, during Heating system, in chemical reaction.
10. Application of the first law of thermodynamics to chemical processes. Hess's Law. Calculation Thermal effects of chemical reactions based on Hess's law. Dependence of the thermal effect on temperature. Kirchhoff's equation.
11. Heat capacity. Expression of heat capacity in isobaric and isochoric conditions. Addition Heat capacity from temperature.
12. Isochoric-isothermal potential and Isobaric isothermal potential.
13. The concept of the chemical potential. The chemical potential of an individual substance in real mixture.
14. The law of mass action. The equilibrium constant of a chemical reaction. Ways of expression. Equilibrium constant.
15. The isotherm equation chemical reaction. The effect of temperature on chemical equilibrium. Isobar equation and isochore chemical reaction.
16. The third law of thermodynamics. Nernst's heat theorem. Postulates of Planck.
17. Dependence of the heat of the phase transition on pressure and temperature. Clausius–Clapeyron relation.
18. Molecular-kinetic properties of colloidal systems.
19. Adsorption processes at the interface of phases. Quantitative expression of adsorption.
20. Theory of monomolecular adsorption. Langmuir adsorption equation
21. Adsorption processes at the phase boundary. Physical and chemical adsorption. Polyaný's theory of polymolecular adsorption. BET Theory.
22. Adsorption isotherm. The Bedeker-Freundlich equation. Henry's Law.
23. Synergetics, and systems far from thermal equilibrium. The Second Law of Synergetics.

24. Linear oscillator. Properties of linear systems.
25. Information. Increment of information. Shannon's entropy. The principle of maximum information. Coding information.
26. Storage and processing of information.
27. Application of the information maximum principle to self-organized systems.
28. Application of the information maximum principle to nonequilibrium phase transitions.
29. Pattern recognition algorithm.
30. Chemical process modeling, prediction and control.
31. Quantum computing, classical and quantum logic elements.

## Section 2. Electrochemistry

1. Research methods for electrolyte solutions. Theory of electrolytic dissociation.
2. Debye-Hückel theory and activity coefficients.
3. Charge transport properties through polyelectrolyte layers and electrochemical methods investigation of them.
4. Nonequilibrium phenomena in electrolyte solutions. Diffusion and migration of ions. Electrical conductivity. Ion transport number.
5. Types and properties of ionic liquids. Types and properties of solid electrolytes.
6. Electrical double layer.
7. Electrochemical potential. The equilibrium in the electrochemical circuit.
8. Redox half-reactions, electrode potential.
9. Classification of electrodes for voltammetry. Ultramicroelectrodes.
10. Ion-selective electrodes: types, classification, Nernst equation and mathematical model description.
11. Electrochemical sensors.