

**ПРОГРАММА ВСТУПИТЕЛЬНОГО ИСПЫТАНИЯ  
ПО ФИЗИКЕ/ХИМИИ  
ДЛЯ ПОСТУПАЮЩИХ В МАГИСТРАТУРУ  
ПО КОНКУРСНЫМ ГРУППАМ ФЭФМ**

**Структура программы:** Программа состоит из двух частей: Физика и Химия. Поступающие по конкурсным группам «Физика перспективных технологий» и «Перспективные функциональные материалы» имеют право сдавать вступительное испытание выбирая предмет для сдачи.

**Физика**

Экзамен проводится в устной форме. Абитуриенту выдается экзаменационный билет, содержащий два теоретических вопроса. На подготовку к ответу выделяется 40 минут. Опрос абитуриента по билету не должен превышать 40 минут.

1. Уравнение состояния идеального газа, его объяснение на основе молекулярнокинетической теории. Уравнение неидеального газа Ван-дер-Ваальса.
2. Квазистатические процессы. Первое начало термодинамики. Количество теплоты и работа. Внутренняя энергия. Энтальпия.
3. Второе начало термодинамики. Цикл Карно. Энтропия и закон ее возрастания. Энтропия идеального газа.
4. Термодинамические потенциалы. Условия равновесия систем.
5. Распределения Максвелла и Больцмана.
6. Теплоемкость. Закон равномерного распределения энергии по степеням свободы. Зависимость теплоемкости газов от температуры.
7. Фазовые переходы. Уравнение Клапейрона-Клаузиуса. Диаграммы состояний.
8. Явления переноса: диффузия, теплопроводность, вязкость. Коэффициенты переноса в газах.
9. Флуктуации. Броуновское движение. Соотношение Эйнштейна.
10. Закон Кулона. Теорема Гаусса в дифференциальной и интегральной формах. Теорема о циркуляции для электростатического поля. Потенциал. Уравнение Пуассона.
11. Электростатическое поле в веществе. Вектор поляризации, электрическая индукция.
12. Магнитное поле постоянных токов в вакууме. Основные уравнения магнитостатики в вакууме. Закон Био-Савара. Сила Ампера. Сила Лоренца.
13. Магнитное поле в веществе. Основные уравнения магнитостатики в веществе.
14. Электромагнитная индукция в движущихся и неподвижных проводниках. ЭДС индукции. Само- и взаимоиנדукция. Теорема взаимности.
15. Система уравнений Максвелла в интегральной и дифференциальной формах. Ток смещения. Материальные уравнения.
16. Закон сохранения энергии для электромагнитного поля. Вектор Пойнтинга. Импульс электромагнитного поля.
17. Квазистационарные токи. Свободные и вынужденные колебания в электрических цепях. Явление резонанса. Добротность колебательного контура, ее энергетический смысл.
18. Спектральное разложение электрических сигналов. Спектры колебаний, модулированных по амплитуде и фазе.
19. Электрические флуктуации. Дробовой и тепловой шум. Предел чувствительности электроизмерительных приборов.

20. Электромагнитные волны. Волновое уравнение. Уравнение Гельмгольца.
21. Электромагнитные волны в волноводах. Критическая частота. Объемные резонаторы.
22. Плазма. Плазменная частота. Диэлектрическая проницаемость плазмы.
23. Интерференция волн. Временная и пространственная когерентность. Соотношение неопределенностей.
24. Принцип Гюйгенса-Френеля. Зоны Френеля. Дифракция Френеля и Фраунгофера. Границы применимости геометрической оптики.
25. Спектральные приборы (призма, дифракционная решетка, интерферометр Фабри-Перо) и их основные характеристики.
26. Дифракционный предел разрешения оптических и спектральных приборов. Критерий Рэля.
27. Пространственное Фурье-преобразование в оптике. Дифракция на синусоидальных решетках. Теория Аббе формирования изображения.
28. Принципы голографии. Голограмма Габора. Голограмма с наклонным опорным пучком. Объемные голограммы.
29. Волновой пакет. Фазовая и групповая скорость. Формула Рэля. Классическая теория дисперсии. Нормальная и аномальная дисперсия.
30. Поляризация света. Угол Брюстера. Оптические явления в одноосных кристаллах.
31. Дифракция рентгеновских лучей. Формула Брэгга-Вульфа. Показатель преломления вещества для рентгеновских лучей.
32. Квантовая природа света. Внешний фотоэффект. Уравнение Эйнштейна. Эффект Комптона.
33. Спонтанное и вынужденное излучение. Инверсная заселенность уровней. Принцип работы лазера.
34. Излучение абсолютно черного тела. Формула Планка, законы Вина и Стефана-Больцмана.
35. Корпускулярно-волновой дуализм. Волны де Бройля. Опыты Дэвиссона-Джермера и Томсона по дифракции электронов.
36. Волновая функция. Операторы координаты и импульса. Средние значения физических величин. Соотношение неопределенности для координаты и импульса. Уравнение Шредингера.
37. Постулаты Бора. Энергетический спектр водородоподобных атомов. Характеристическое излучение, закон Мозли.
38. Опыты Штерна и Герлаха. Спин электрона. Орбитальный и спиновый магнитные моменты электрона.
39. Тождественность частиц. Симметрия волновой функции относительно перестановки частиц. Бозоны и фермионы. Принцип Паули. Электронная структура атомов. Таблица Менделеева.
40. Тонкая и сверхтонкая структура оптических спектров. Правила отбора при поглощении и испускании фотонов атомами.
41. Эффект Зеемана в слабых и сильных магнитных полях
42. Ядерный и электронный магнитный резонансы.

## Литература

1. Сивухин Д.В. Общий курс физики. Т. 1-5 М.: Физматлит, 2003.
2. Сборник задач по общему курсу физики. Т.1-3 / под ред. В.А. Овчинкина. – М.: Физматкнига, 2013.
3. Кингсеп А.С., Локшин Г.Р., Ольхов О.А. Основы физики. Курс общей физики. Т. 1-2 – М.: Физматлит, 2001

## Химия

Вступительное испытание проводится в устной форме. Абитуриенту выдается экзаменационный билет, содержащий два теоретических вопроса. На подготовку к ответу выделяется 40 минут. Опрос абитуриента по билету не должен превышать 40 минут.

1. Химические элементы, периодический закон (понятие химического элемента, распространенность химических элементов, радиоактивные превращения химических элементов).
2. Электронная оболочка атома химического элемента (исходные представления квантовой механики, электронное облако, атомные орбитали).
3. Периодическая система элементов Д.И. Менделеева как классификация элементов по электронным структурам атомов (электронная структура атомов, правила заполнения атомных орбиталей, электронные формулы элементов).
4. Периодичность энергетических и геометрических характеристик атомов (энергия ионизации, энергия сродства к электрону, атомные и ионные радиусы, вторичная периодичность).
5. Основополагающие представления о химической связи (типы химической связи, основные характеристики химической связи, насыщенность ковалентной связи, направленность ковалентной связи, кратность (порядок связи), полярность и поляризуемость связи, типы ковалентных молекул, обменный и донорно-акцепторный механизмы образования связей, гибридизация атомных орбиталей, дипольный момент молекул, метод валентных связей).
6. Теория молекулярных орбиталей (молекулярные орбитали, двухатомные гомоядерные молекулы, двухатомные гетероядерные молекулы, трехатомные линейные молекулы, пятиатомные тетраэдрические молекулы).
7. Ионная связь. Невалентные типы связи (ионная связь, металлическая связь, водородная связь).
8. Комплексообразование. Комплексные соединения (комплексообразование, номенклатура комплексных соединений, изомерия комплексных соединений, химическая связь в комплексных соединениях, окраска комплексных соединений, комплексные соединения в окислительно-восстановительных реакциях, описание комплексных соединений с позиции теории валентных связей, теория кристаллического поля).
9. Энергетика химических реакций (тепловой эффект реакции, термодинамические расчеты, энтропия, энергия Гиббса, закон Гесса, анализ уравнения изотермы Вант-Гоффа).
10. Химическая кинетика и равновесие (понятие скорости химической реакции, порядок реакции, молекулярность реакции, типы химических реакций, влияние температуры, энергия активации, химическое равновесие, катализ).
11. Растворы. Свойства растворов (способы выражения концентрации растворов, методы определения концентрации растворов, закон эквивалентов, идеальные и неидеальные растворы, закон Рауля, закон Вант-Гоффа, электролиты, равновесие в растворах слабых электролитов, закон разбавления Освальда, сильные электролиты, активность, диссоциация кислот, оснований, солей, ионное произведение воды, буферные растворы, теория Бренстеда-Лаури, теория Льюиса, гидролиз солей, произведение растворимости).
12. Электрохимические процессы (электродный потенциал, уравнение Нернста, типы электродов, ЭДС гальванического элемента, практически важные химические источники тока).
13. Фазовые равновесия в гетерогенных системах (правило фаз Гиббса, диаграммы плавкости веществ: с неограниченной растворимостью в жидком и полной нерастворимостью в твердом состоянии; с неограниченной растворимостью в жидком

- и твердом состоянии; с ограниченной растворимостью в твердом состоянии; диаграммы состояния систем, в которых образуются новые химические соединения).
14. Двухэлементные (бинарные) соединения (характеристика бинарных соединений по типу химической связи, сравнение устойчивости бинарных соединений, кислотноосновные свойства бинарных соединений, металлические соединения).
  15. Химия s- и p –элементов (водород, галогены, кислород, сера, азот, фосфор, углерод, кремний, бор, алюминий, бериллий, магний, литий, натрий, инертные газы, их электронные аналоги).
  16. Химия d-элементов (энергия ионизации и радиусы d-элементов, степени окисления d-элементов, подгруппа скандия, подгруппа титана, подгруппа ванадия, подгруппа хрома, подгруппа марганца, подгруппа железа, подгруппа кобальта, подгруппа никеля, подгруппа меди, подгруппа цинка).
  17. Химия f-элементов (химические свойства лантаноидов, химические свойства актиноидов, кислотно-основные и окислительно-восстановительные свойства)
  18. Номенклатура органических соединений (тривиальная, рациональная, радикальнозаместительная, систематическая).
  19. Химическая связь в органических соединениях (типы связей, гибридизация атомов, участвующих в различных типах химической связи).
  20. Электронные эффекты заместителей (индуктивный, мезомерный эффекты, гиперконъюгация), сопряжение, резонанс.
  21. Алканы, циклоалканы. Получение и химические свойства. Механизмы радикального галогенирования и окисления.
  22. Алкены, диены. Получение и химические свойства. Механизмы электрофильного присоединения, элиминирования.
  23. Алкины. Получение и химические свойства. 24. Стереохимия органических соединений (понятие оптической активности, абсолютная конфигурация оптически-активных веществ: R,S-номенклатура; D,L-обозначение).
  24. Ароматические соединения, критерии ароматичности. Получение и свойства ароматических соединений. Механизм электрофильного замещения. Ориентация заместителей.
  25. Галогенпроизводные алканов. Спирты. Получение и химические свойства. Механизмы нуклеофильного замещения.
  26. Альдегиды и кетоны. Получение и химические свойства. Механизмы реакций нуклеофильного присоединения.
  27. Производные карбоновых кислот (карбоновые кислоты, сложные эфиры, амиды, ангидриды). Получение и химические свойства.
  28. Фенолы и анилины. Теория кислот и оснований в органической химии.
  29. Гетероциклические соединения (пиридин, пиримидин, пиррол, фуран, тиофен и их производные: номенклатура, методы получения, химические свойства).

## Литература

1. Н.С. Ахметов. Общая и неорганическая химия. М.: Высшая школа, 2009;
2. Н.Л. Глинка. Общая химия. М.: Интеграл-Пресс, 2009;
3. А.Б. Ярославцев. Основы физической химии. М.: Научный мир, 1998;
4. В.В. Вольхин. Общая химия. М.: Лань, 2008;
5. Ф. Коттон, Дж. Уилкинсон. Основы неорганической химии. М.: Мир, 1979;
6. В.Ф. Травень. Органическая химия. М.: Академкнига, 2004;
7. А. Терней. Современная органическая химия. М. Мир, 1981.