

**Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
«Волгоградский государственный университет»  
Физико-технический институт  
Кафедра теоретической физики и волновых процессов**

УТВЕРЖДАЮ



Директор физико-технического  
института

 К.М. Фирсов

«15» 09 2014 г.

УТВЕРЖДАЮ



Председатель приемной комиссии

 В.В. Тараканов

«15» 09 2014 г.

**ПРОГРАММА  
вступительного экзамена по физике  
по направлению подготовки магистров 03.04.02 «Физика»**

Волгоград 2014 г.

## **Механика.**

1. Кинематика точки. Описание движения векторным способом. Описание движения в декартовых координатах. Прямая и обратная задачи кинематики.
2. Законы Ньютона. Инерциальные системы отсчета. Первый закон Ньютона. Принцип относительности. Третий закон Ньютона. Принцип наложения. Второй закон Ньютона. Численный алгоритм решения основной задачи механики. Принцип детерминизма.
3. Импульс системы материальных точек. Теорема об изменении импульса частицы. Импульс силы. Закон сохранения импульса. Уравнение движения центра масс системы частиц. Уравнение движения материальной точки с переменной массой (уравнение Мещерского).
4. Работа и энергия. Работа и мощность силы. Потенциальная энергия частицы в поле консервативных сил. Расчет силового поля по известной потенциальной энергии частицы. Потенциальная энергия частицы в гравитационном поле точечного тела. Кинетическая энергия частицы. Полная механическая энергия частицы. Кинетическая энергия системы частиц.
5. Момент импульса системы материальных точек. Уравнение моментов относительно движущегося начала. Уравнения моментов относительно неподвижного начала координат и относительно неподвижной оси. Закон сохранения момента импульса. Проблема двух тел.
6. Вращение твердого тела вокруг неподвижной оси. Уравнение вращения твердого тела вокруг неподвижной оси. Теорема об изменении кинетической энергии вращающегося твердого тела. Теорема Гюйгенса-Штейнера. Физический маятник. Вычисление моментов инерции тел простой формы.

## **2. Молекулярная физика.**

1. Идеальный газ. Уравнение состояния. Газовые законы. Коэффициенты теплового расширения, термический коэффициент давления, модуль всестороннего сжатия и их связь для произвольного уравнения состояния.
2. Первое начало термодинамики. Уравнение теплового баланса. Теплоемкость. Закон Джоуля. Уравнение Роберта Майера.
3. Процессы в идеальных газах: адиабатический и политропический процессы.
4. Второе начало термодинамики. Цикл Карно. Неравенство и равенство Клаузиуса. Энтропия.
5. Термодинамические функции: внутренняя энергия, энтальпия, свободная энергия Гельмгольца, Термодинамический потенциал Гиббса. Соотношения Максвелла. Уравнения Гиббса-Гельмгольца.
6. Основные критерии устойчивости термодинамических систем. Принцип Ле-Шателье – Брауна.
7. Теплопроводность. Уравнение теплопроводности.
8. Вязкость газов и жидкостей. Скорость течения в трубе. Формула Пуазейля. Число Рейнольдса.
9. Реальные газы. Силы Ван-дер-Ваальса. Потенциал взаимодействия молекул.
10. Уравнение состояния реальных газов. Изотермы Ван-дер-Ваальса. Критические параметры.
11. Эффект Джоуля-Томсона для идеального газа и газа Ван-дер-Ваальса.
12. Основные положения молекулярно-кинетической теории. Давление и температура с точки зрения МКТ. Теорема о равномерном распределении кинетической энергии по степеням свободы.
13. Броуновское движение. Формула Эйнштейна для смещения броуновской частицы.
14. Распределение Максвелла. Распределение молекул по абсолютным скоростям.
15. Распределение Больцмана.

16. Границы применимости классических распределений. Квантовые распределения Ферми-Дирака и Бозе-Эйнштейна.
17. Статистический характер второго начала термодинамики. Энтропия и вероятность, формула Больцмана. Энтропия и беспорядок. «Демон» Максвелла.
18. Поверхностное натяжение. Краевые углы. Дополнительное давление Лапласа.
19. Фазы. Фазовые превращения первого рода. Уравнение Клапейрона-Клаузиуса. Фазовые превращения второго рода. Соотношения Эренфеста.
20. Жидкие растворы. Теплота растворения. Осмос и осмотическое давление. Закон Вант-Гоффа.

### **3. Электричество.**

1. Виды взаимодействий в природе. Электрический заряд и его свойства. Закон Кулона. Электрическое поле. Принцип суперпозиции. Поле совокупности зарядов.
2. Потенциал и разность потенциалов. Эквипотенциальные поверхности. Связь напряженности поля и его потенциала. Электрический диполь. Потенциал и поле точечного диполя.
3. Емкость уединенного проводника. Конденсатор. Емкости плоского, цилиндрического и сферического конденсаторов. Энергия заряженного конденсатора. Распределение энергии в электрическом поле.
4. Электрическое поле  $E$  в диэлектрике. Векторы  $P$  и  $D$ . Связь между векторами  $P$ ,  $E$  и  $D$  в диэлектриках. Емкость конденсатора, заполненного однородным диэлектриком.
5. Электрический ток. Плотность тока. Закон сохранения заряда. Законы Ома и Джоуля-Ленца. Электродвижущая сила. Напряжение на зажимах источника.
6. Определение магнитного поля. Действие магнитного поля на ток. Закон Ампера. Действие магнитного поля на контур с током. Магнитный момент контура с током.
7. Магнитное поле равномерно движущегося заряда. Закон Био-Савара. Магнитное поле прямого тока. Взаимодействие параллельных проводов с токами. Определение ампера.
8. Намагничивание вещества. Механизмы намагничивания. Пара- и диамагнетики. Ферромагнетики.
9. Явление электромагнитной индукции. Закон Фарадея. Правило Ленца. Вихревое электрическое поле. Проявления электромагнитной индукции: вихревые токи, скин-эффект.
10. Самоиндукция. Индуктивность контура. Энергия контура с током. Распределение энергии в магнитном поле. Взаимная индукция. Взаимная индуктивность двух контуров.
11. Система уравнений Максвелла и её общие свойства. Случай стационарных полей. Материальные уравнения.
12. Волновое уравнение. Плоские электромагнитные волны. Теорема Пойнтинга.
13. Переменный ток. Основные допущения, применяемые для расчетов цепей переменного тока. Уравнения элементов цепи переменного тока.
14. Свободные колебания в контуре с потерями. Характеристики затухающих колебаний.
15. Цепи гармонического тока. Закон Ома в комплексной форме. Векторные диаграммы элементов цепи гармонического тока. Действующие значения гармонических величин.
16. Установившиеся колебания в последовательном контуре: АЧХ и ФЧХ. Резонанс напряжений.

### **4. Оптика.**

1. Система уравнений Максвелла. Энергия, переносимая ЭМ волной. Скорость распространения ЭМ волн и методы ее измерения. Плоские монохроматические волны и возможность их экспериментального получения.
2. Отражение и преломление света на границе раздела двух сред. Граничные условия. Вывод закона Снеллиуса. Вывод формулы Френеля для s- и p-поляризации.

3. Приближение геометрической оптики. Вывод уравнения эйконала из скалярного волнового уравнения, из векторных уравнений Максвелла и следствия из этого вывода. Искривление луча в неоднородной среде.
4. Геометрическая оптика. Общие свойства лучей. Законы отражения и преломления. Преломление на сферической поверхности.
5. Распространение ЭМ волн в проводящих средах. Оптика металлов. Анализ уравнений Максвелла для металлов. Плоские волны в металлах. Комплексная диэлектрическая проницаемость.
6. Распространение ЭМ волн в анизотропных средах. Оптика кристаллов. Тензор диэлектрической проницаемости. Структура плоской монохроматической волны. Лучевая и фазовая скорость. Уравнение волновых нормалей Френеля.
7. Распространение ЭМ волн в диспергирующих средах. Частотная и пространственная дисперсия. Электронная теория дисперсии Лорентц-Лоренца. Поглощение света, коэффициент поглощения.
8. Вращение плоскости поляризации. Экспериментальные закономерности. Описание состояния поляризации плоской монохроматической волны комплексными амплитудами.
9. Действие постоянного электрического и магнитного полей на излучение и распространение света. Эффект Зеемана и его объяснение. Эффект Керра. Эффект Штарка. Магнитное вращение плоскости поляризации.
10. Равновесное тепловое излучение. Определение основных величин. Теорема Кирхгофа, закон Вина. Экспериментальные законы излучения АЧТ. Вывод формул Рэлея-Джинса и Планка.
11. Неравновесное излучение. Лазеры. Коэффициенты Эйнштейна. Вывод формулы Планка по Эйнштейну. Принцип действия лазеров (3-уровневая и 4-уровневая схемы).
12. Фотоэффект и световые кванты. Понятие фотона. Законы фотоэффекта. Давление света и эффект Комптона.
13. Интерференция света. Экспериментальные методы получения интерференционных картин. Когерентность. Интерференция двух монохроматических волн.
14. Интерференция квазигармонических волн. Время, длина и степень когерентности. Связь времени когерентности с шириной полосы квазимонохроматической волны. Осуществление когерентных колебаний в оптическом эксперименте. Условия наблюдения интерференционной картины в случае квазимонохроматических волн.
15. Дифракция света. Принцип Гюйгенса-Френеля. Зоны Френеля. Объяснение «пятна Араго».

### **5. Физика атомов и атомных явлений.**

1. Фотоэффект. Эффект Комптона.
2. Волновые свойства частиц вещества. Гипотеза де Бройля и ее экспериментальное подтверждение.
3. Ядерная модель атома и опыты Резерфорда. Формула Резерфорда.
4. Магнитные свойства атомов. Опыты Штерна и Герлаха. Спин электрона.
5. Волновая функция и ее вероятностная интерпретация. Принцип суперпозиции состояний.
6. Соотношения неопределенностей Гейзенберга.
7. Стационарное и эволюционное уравнения Шредингера.
8. Свободное движение частицы; частица в прямоугольной потенциальной яме.
9. Прохождение частицы через потенциальный барьер конечной ширины.
10. Линейный гармонический осциллятор.
11. Средние значения физических величин. Оператор импульса.
12. Уровни энергии в атоме водорода.

13. Распределение электронной плотности в атоме водорода; классификация состояний электронов в атоме водорода.
14. Орбитальный и спиновый магнитный момент электрона.
15. Спектры водородоподобных атомов; спин-орбитальное взаимодействие и тонкая структура.
16. Взаимодействие электронов в многоэлектронных атомах; возможные типы связей в атомах.
17. Уровни энергии и спектры щелочных металлов. Спектр атома гелия.
18. Периодическая система элементов; применение принципа Паули.
19. Рентгеновские спектры; закон Мозли.
20. Атом в магнитном поле; эффект Зеемана.
21. Типы связей в молекулах. Виды движения в молекуле.
22. Молекулярные спектры; колебательно-вращательные переходы.

### **6. Физика атомного ядра и частиц.**

1. Опыт Резерфорда. Состав и размер ядра.
2. Масса и энергия связи ядра. Энергия отделения нуклона.
3. Формула Вайцеккера для энергии связи ядра.
4. Квадрупольный электрический момент и форма ядра.
5. Спиновый и орбитальный ядерный магнетизм. Ядерный магнетон.
6. Законы радиоактивного распада ядра.
7. Альфа распад. Кулоновский и центробежный барьеры.
8. Бета-распад. Экспериментальное обнаружение нейтрино.
9. Гамма излучение ядер. Электрические и магнитные гамма-переходы.
10. Эффект Мессбауэра.
11. Дейтрон – связанное состояние нейтрона и протона.
12. Свойства нуклон-нуклонного взаимодействия.
13. Модель ядерных оболочек.
14. Одночастичные и коллективные возбуждения ядра.
15. Ядерные реакции. Законы сохранения.
16. Механизмы ядерных реакций.
17. Синтез и деление ядер. Ядерная энергия.
18. Систематика частиц. Адроны и лептоны.
19. Законы сохранения в мире частиц.
20. Частицы и античастицы.
21. Резонансные частицы.
22. Электромагнитные взаимодействия и структура нуклонов.
23. Странность. Рождение и распад странных частиц.
24. Сильные взаимодействия. Кварки, глюоны, цвет.
25. Кварковая структура адронов. Барионы и мезоны.
26. Возбужденные состояния нуклонов.
27. Слабые взаимодействия. Промежуточные бозоны.
28. Слабые распады лептонов и кварков.

### **Литература**

1. Матвеев А.Н. Механика и теория относительности. М.: Высш.шк.
2. Матвеев А.Н. Молекулярная физика. М.: Высш.шк.
3. Матвеев А.Н. Электричество и магнетизм. М.: Высш.шк.
4. Матвеев А.Н. Оптика. М.: Высш.шк.
5. Матвеев А.Н. Атомная физика. М.: Высш.шк.
6. Сивухин Л.В. Общий курс физики: Учебн. пособие: В 5 томах. М.: Наука.

7. Киттель Ч., Найт У., Рудерман М. Механика М.: Наука
8. С.Г. Калашников. Электричество. М.: Наука.
9. И.Е. Иродов. Основные законы электромагнетизма. М.: Высшая школа.
10. Крауфорд Ф. Волны. М.: Наука.
11. Вихман Э. Квантовая физика. М.: Наука.
12. Рейф Ф. Статистическая физика. М.: Наука.
13. Мухин К.Н. Экспериментальная ядерная физика. Книги 1,2. М.: Энергоатомиздат, 1993.
14. Бопп Ф. Введение в физику ядра, адронов и элементарных частиц. М.: Мир, 19989.
15. Сивухин Д.В. Общий курс физики. Том 5. Часть 2. М.: Наука, 1989.
16. Ишханов Б.С., Капитонов И.М., Тутынь И.А. Нуклеосинтез во Вселенной. М.: Московский университет, 1999.
17. Капитонов И.М. Введение в физику ядра и частиц. М.: УРСС, 2002.
18. Блан Д. Ядра, частицы, ядерные реакторы. М.: Мир. 1979.
19. Субатомная физика. Вопросы. Задачи. Факты. Изд-во МГУ. 1999.

Большинство приведенных книг издавались неоднократно, изменения вносились не существенные, можно пользоваться любым изданием, поэтому год издания не указывается.

## **КРИТЕРИИ**

выставления оценок

на вступительном экзамене по физики

по направлению подготовки магистров 03.04.02 «Физика»

Оценка устного экзамена выставляется по сто бальной системе.

### **Оценка «отлично» (91–100 баллов).**

*100 баллов* ставится за безукоризненно выполненную работу, т.е. на теоретические вопросы даны исчерпывающие ответы. Ответы на теоретические вопросы должны содержать четкие определения всех физических величин, формулировку законов, основных положений физических теорий, описание экспериментов и экспериментальных результатов.

Оценка понижается до *91 балла*, если допущено 1–2 недочета.

*Максимальная оценка* может быть выставлено, несмотря на наличие одного-двух недочетов, если поступающий при ответе на теоретические вопросы продемонстрировал нестандартность мышления и знания, выходящие за рамки программы бакалаврской подготовки.

### **Оценка «хорошо» (71-90 баллов).**

*90 баллов* ставится за работу, которая выполнена в основном правильно, но допущены 1 негрубая ошибка или 2–3 недочета.

Оценка понижается до *71 балла*, если допущены 2 негрубые ошибки.

### **Оценка «удовлетворительно» (70–60 баллов).**

*70 баллов* ставится, если в работе есть 1–2 грубые ошибки, связанные с непониманием объясняемого физического явления при ответе на вопрос.

Оценка понижается до *60 баллов*, если допущены 4 грубые ошибки. Работа выполнена не полностью, но безошибочно выполнено не менее 1/2 объема всей работы.

### **Оценка «неудовлетворительно» (менее 60 баллов).**

Оценка «неудовлетворительно» ставится тогда, когда число ошибок превосходит норму, при которой может быть выставлена положительная оценка, или правильно выполнено менее 1/2 объема всей работы.

**Грубые ошибки:**

1. Незнание определений, основных понятий, законов, правил, основных положений теории, формул, общепринятых символов, обозначений физических величин. Неумение выделять в ответе главное.
2. Неумение применять знания для объяснения физических; неверное объяснение хода вычислений при теоретических расчетах и незнание их применений на практике.

**Негрубые ошибки:**

1. Неточности формулировок, определений, понятий, законов, теорий, вызванные неполнотой охвата основных признаков определяемого понятия.
2. Ошибки в условных, неточности чертежей, графиков, схем.
3. Пропуск или неточное описание наименований единиц физических величин.

**Недочеты:**

1. Отдельные погрешности в формулировке ответа на вопрос.
2. Небрежное выполнение записей, чертежей, схем, графиков.
3. Орфографические и пунктуационные ошибки.
4. Нерациональная запись при вычислениях, нерациональные приемы вычислений и преобразований.
5. Арифметические ошибки в вычислениях, если эти ошибки грубо не искажают реальность полученного результата.

Председатель предметной комиссии по физике,  
профессор кафедры теоретической физики и  
волновых процессов, д.ф.-м.н., профессор

 /Коваленко И.Г. /