

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
**«БРЯНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ИМЕНИ АКАДЕМИКА И.Г.ПЕТРОВСКОГО»**

**ПРОГРАММА**  
*вступительного экзамена по физике*  
*в магистратуру по направлению 03.04.02 Физика*  
*(программа – Физика конденсированного состояния вещества)*

**Брянск 2019**

## **Пояснительная записка**

Программа вступительного экзамена по физике составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного стандарта ВПО направления 03.04.02 Физика.

Содержание программы вступительного экзамена по физике определено требованиями дисциплин предметной подготовки государственного образовательного стандарта и состоит из двух частей:

- 1) теоретического сообщения по определенной теме на базе обязательного минимума содержания среднего (полного) и основного общего образования (приложения к Приказам Минобразования РФ №1236 от 19.05.98 и № 56 от 30.06.99);
- 2) вопроса по курсам теоретической, общей и экспериментальной физики.

В каждой из выделенных частей вступительного экзамена определен перечень базовых вопросов экзамена с их детальным уточнением, списком необходимой литературы.

## Программа вступительного экзамена по физике

### Часть 1. Теоретическое сообщение по теме на базе обязательного минимума содержания среднего (полного) и основного общего образования

#### *Механика*

1. Механическое движение и его относительность. Системы отсчета. Материальная точка. Траектория. Путь. Перемещение. Скорость. Прямолинейное равномерное движение. Ускорение. Прямолинейное равноускоренное движение. Свободное падение.

2. Движение точки по окружности с постоянной по модулю скоростью. Центробежное ускорение.

3. Взаимодействие тел. Сила. Принцип суперпозиции сил. Инерция. Первый закон Ньютона. Инерциальные системы отсчета. Второй закон Ньютона. Масса тела. Плотность вещества. Третий закон Ньютона. Момент силы. Условия равновесия тел.

4. Закон всемирного тяготения. Сила тяжести. Вес тела. Невесомость. Движение искусственных спутников Земли.

5. Сила упругости. Закон Гука. Сила трения. Закон трения скольжения.

6. Импульс тела. Закон сохранения импульса. Ракеты.

7. Работа силы. Мощность. Простые механизмы. КПД механизма.. Кинетическая энергия. Потенциальная энергия. Закон сохранения механической энергии.

8. Давление. Атмосферное давление. Закон Паскаля. Закон Архимеда.

9. Механические колебания. Амплитуда, период, частота, фаза колебаний. Уравнение гармонических колебаний. Свободные колебания. Превращения энергии при механических колебаниях. Вынужденные колебания. Резонанс. Автоколебания.

10. Механические волны. Поперечные и продольные волны. Длина волны. Скорость волны. Звук. Скорость звука. Громкость звука и высота тона.

#### *Молекулярная физика. Термодинамика*

11. Дискретное строение вещества. Непрерывное и хаотичное движение атомов и молекул вещества. Опыт Штерна. Диффузия. Броуновское движение. Опыт Перрена. Взаимодействие частиц вещества. Модели газа, жидкости и твердого тела.

12. Количество вещества. Моль. Постоянная Авогадро. Идеальный газ. Связь между давлением и средней кинетической энергией молекул идеального газа. Уравнение Клапейрона-Менделеева. Изопроцессы.

13. Тепловое равновесие. Теплопередача. Абсолютная температура. Связь температуры со средней кинетической энергией атомов вещества. Количество теплоты. Удельная теплоемкость вещества. Работа в термодинамике.

14. Внутренняя энергия. Первый закон термодинамики. Адиабатный процесс.

15. Второй закон термодинамики и его статистическое истолкование. Тепловые двигатели. Преобразования энергии в тепловых двигателях. КПД теплового двигателя.

16. Испарение и конденсация. Кипение жидкости. Насыщенные и ненасыщенные пары. Влажность воздуха.

17. Кристаллические и аморфные тела. Плавление и кристаллизация. Превращения энергии при изменениях агрегатного состояния вещества.

### *Электродинамика*

18. Электризация тел. Электрический заряд. Взаимодействие зарядов. Два вида электрического заряда. Элементарный электрический заряд. Закон сохранения электрического заряда. Закон Кулона.

19. Электрическое поле. Действие электрического поля на электрические заряды. Напряженность электрического поля. Принцип суперпозиции электрических полей.

20. Потенциальность электростатического поля. Разность потенциалов. Связь между напряженностью однородного электрического поля и разностью потенциалов.

21. Проводники в электрическом поле Электрическая емкость. Конденсатор.. Емкость плоского конденсатора.

22. Диэлектрики в электрическом поле. Энергия электрического поля конденсатора.

23. Постоянный электрический ток. Сила тока. Закон Ома для участка цепи. Напряжение. Электрическое сопротивление. Электродвижущая сила. Закон Ома для полной электрической цепи. Параллельное и последовательное соединение проводников. Работа электрического тока. Закон Джоуля–Ленца.

24. Носители свободных электрических зарядов в металлах, жидкостях и газах. Полупроводники. Собственная проводимость полупроводников. Примесная проводимость полупроводников. p-n- переход.

25. Взаимодействие магнитов. Магнитное поле. Индукция магнитного поля. Сила Ампера. Сила Лоренца.

26. Магнитный поток. Явление электромагнитной индукции. Закон электромагнитной индукции. Правило Ленца. Вихревое электрическое поле. Электродвигатели. Электрогенераторы. Самоиндукция. Индуктивность. Энергия магнитного поля.

27. Электромагнитные колебания. Колебательный контур.

28. Переменный ток. Действующие значения силы тока и напряжения. Производство, передача и потребление электрической энергии. Трансформатор.

29. Идеи теории Максвелла. Электромагнитные волны. Свойства электромагнитных волн. Принципы радиосвязи.

### *Оптика*

30. Прямолинейное распространение света. Отражение света. Закон отражения света. Плоское зеркало. Построение изображений в плоском зеркале.

31. Преломление света. Закон преломления света. Полное отражение. Линза. Формула тонкой линзы. Построение изображения, даваемого собирающей линзой. Оптические приборы.

32. Свет - электромагнитная волна. Скорость распространения электромагнитных волн. Интерференция света. Дифракция света. Дифракционная решетка. Поляризация света. Дисперсия света.

## ***Основы специальной теории относительности***

33. Инвариантность скорости света. Принцип относительности Эйнштейна. Пространство и время в специальной теории относительности. Связь массы и энергии.

### ***Квантовая физика***

34. Тепловое излучение. Фотоэффект. Опыты Столетова Фотоны. Энергия и импульс фотона. Уравнение Эйнштейна для фотоэффекта. Корпускулярно-волновой дуализм. Гипотеза Луи де Бройля. Дифракция электронов.

35. Опыты по рассеянию альфа-частиц. Планетарная модель атома. Боровская модель атома водорода. Спектры. Спектральный анализ. Принцип работы лазера.

36. Методы наблюдения и регистрации частиц в ядерной физике. Радиоактивность. Альфа-, бета-, гамма-излучения. Закон радиоактивного распада.

37. Атомное ядро. Протонно-нейтронная модель ядра. Заряд ядра. Массовое число ядра. Энергия связи частиц в ядре.

38. Ядерные реакции. Сохранение заряда и массового числа в ядерных реакциях. Деление ядер. Цепная реакция. Термоядерный синтез.

### ***Методы научного познания и физическая картина мира***

39. Эксперимент и теория в процессе познания природы. Использование результатов экспериментов для построения теории. Моделирование явлений и объектов природы. Роль математики в физических исследованиях.

40. Научные гипотезы. Физические законы и границы их применимости. Принципы соответствия и причинности.

41. Измерение физических величин (теоретические аспекты). Измерение физических величин (выполнение экспериментальных заданий).

Погрешности измерения. Построение графика по результатам эксперимента. Использование результатов экспериментов для предсказаний значений величин, характеризующих изучаемое явление.

42. Физическая картина мира.

## **Часть 2. Вопросы по курсам общей и экспериментальной физики, теоретической физики**

### **Механика**

1. *Кинематика*, её предмет, основные понятия и модели. Уравнения движения материальной точки в кинематике. Основные формулы кинематики равноускоренного движения и кинематики движения частицы по окружности. Нормальная и тангенциальная компоненты ускорения. Кинематика вращательного движения абсолютно твердого тела. Теоремы сложения скоростей и ускорений. [1] § 1 - §4; [2] 1.1-1.5; [7] 1.1-1.9

2. *Динамика*, её предмет, основные понятия (масса, сила). Принцип относительности Галилея и Эйнштейна. Ковариантность уравнений движения. Законы Ньютона, границы их применимости. Решение основной и обратной задачи динамики для системы материальных точек. Принцип причинности. [1] § 5 - §8; [2] 2.1-2.12; [7] 2.1-2.6

3. *Законы сохранения энергии, импульса, момента импульса* в классической механике. Импульс, момент импульса, механическая работа, потенциальные силы, кинетическая и потенциальная энергия. Законы сохранения импульса и момента импульса. Закон сохранения механической энергии. Теорема об изменении механической энергии. Связь законов сохранения с симметрией пространства и времени. [1] § 9, § 11 - §15, § 19; [2] 3.1-3.12; [7] 2.7, 4.1-4.3

4. *Теоремы об изменении кинетической энергии, импульса, момента импульса и о движении центра масс механической системы*. Сохранение отдельных составляющих импульса и момента импульса механической системы. Теорема Кенинга о кинетической энергии системы материальных точек. [1] § 11 - §15.

5. *Динамика вращательного движения твердого тела*. Момент инерции. Теорема Штейнера. Момент силы. Основное уравнение динамики вращательного движения. Кинетическая энергия вращательного движения. Условия равновесия твердого тела.

[1] § 16 - §18; [2] 5.1-5.4, 5.6-5.9; [7] 4.2-4.8

6. *Задача двух тел*. Упругие и неупругие столкновения. *Закон всемирного тяготения*. Качественное исследование движения в центрально-симметричном поле. Задача Кеплера. Астрономические законы Кеплера как следствия общих законов классической механики и закона всемирного тяготения. Космические скорости.

[1] § 15, § 22, § 26; [2] 3.14, 7.1-7.5; [7] 11.1-11.6

7. *Неинерциальные системы отсчета*, динамика движения материальной точки в произвольной неинерциальной системе отсчета. Виды сил инерции (центробежная, Кориолиса и т.д.) Проявление сил инерции. [1] § 27; [2] 4.1-4.4; [5] 1.1-1.11; [7] 5.2-5.4

### **Механические колебания и волны**

8. *Виды малых колебаний* механической системы. *Свободные колебания* одномерной механической системы. Гармонический осциллятор. Затухающие колебания. *Вынужденные колебания* одномерной механической системы при наличии сил вязкого трения. Резонанс. [1] §§ 140 - 142, §§146 - 148; [2] 8.1-8.12

9. *Распространение механических колебаний*. Волновое уравнение. Скорость распространения колебаний. *Виды механических волн*. Физические величины, характеризующие механические волны. Перенос энергии в волне. Эффект Доплера. Звук и его характеристики. [1] §§ 153 - 159.

### **Молекулярная физика, термодинамика, статистическая физика**

10. *Экспериментальные основы молекулярно-кинетической теории*. Основное уравнение кинетической теории идеального газа. Классические статистические распределения Максвелла и Больцмана. Средняя, среднеквадратичная, наиболее вероятная скорости молекулы газа. Барометрическая формула. [1] § §43 – 47; [3] 2.1-2.9; 1.14

11. *Реальный газ*. Экспериментальные изотермы реального газа. *Уравнение Ван-дер-Ваальса*. Сопоставление изотерм Ван-дер-Ваальса с экспериментальными изотермами. Фазовые переходы. Классификация фазовых переходов. Уравнение Клапейрона-Клаузиуса. [1] §§ 60 – 63; [3] 1.13; 6.1-6.7

12. *Первый закон термодинамики* и его применение к газовым процессам. Внутренняя энергия, работа, количество теплоты, теплоемкость. Идеальный газ. Изопроецессы. Адиабатический процесс. Политропические процессы. [1] §§ 50 – 55; [2] 1.3-1.12

13. *Второй закон термодинамики*, различные формулировки закона. Энтропия. Тепловые двигатели. Коэффициент полезного действия. Цикл Карно. Теорема Нернста (третий закон термодинамики). [1] §§ 56 – 59; [3] 3.1-3.5

14. *Статистики систем, состоящих из одинаковых микрочастиц*. Квантовые распределения Ферми-Дирака, Бозе-Эйнштейна, Максвелла - Больцмана. Применение этих распределений в теории кристаллов (электронный газ в металле, колебания кристаллической решетки). [1] §§ 234 - 238

### **Электродинамика**

15. *Электрическое поле в вакууме*, его основные характеристики, *закон Кулона*. Суперпозиция полей. Теорема Остроградского-Гаусса. Поля простейших заряженных систем. Потенциальный характер электростатического поля. Потенциал электростатического поля. [1] § 77 - §86, [8] 1.2-1.7

16. *Законы постоянного тока*. Сила тока. Напряжение. Сопротивление проводника. Электродвижущая сила. Законы Кирхгофа. Работа и мощность в цепи постоянного тока. Закон Джоуля-Ленца [1] § 96 - §101, [8] 2.1-2.5.

17. *Электромагнитное поле в вакууме* и его характеристики. Сила Лоренца. Относительность понятий электрического и магнитного полей. Вихревой характер магнитного поля. Взаимодействие токов. Магнитное поле проводника с током, его характеристики. Закон Био-Савара-Лапласа. Закон Ампера. Виток с током в магнитном поле. [1] § 109 - §115; [8], 5.1, 4.4, 4.1-4.2

18. *Электромагнитная индукция*. *Закон электромагнитной индукции*, его интегральная и дифференциальная формы. Правило Ленца. Практическое применение явления электромагнитной индукции. [1] § 122 - §130; [8] 7.1-7.3

19. *Колебательный контур*. Собственные электрические колебания в контуре. Затухающие колебания в электрическом контуре с активным сопротивлением. Вынужденные колебания. Генерация незатухающих колебаний.

[1] § 143, § 147 - §148; [8] 10.1-10.5, 11.1-11.2

20. *Квазистационарный ток. Закон Ома для цепей переменного тока.* Действующие значения силы тока и напряжения. Резонанс токов. Резонанс напряжений. [1] § 149 - §152; [8] 10.1-10.3

21. *Полная система уравнений Максвелла для электромагнитного поля в вакууме в интегральной и дифференциальной формах.* Физический смысл каждого уравнения, их основные свойства. [1] § 137 - §139; [8] 9.2

22. *Поток электромагнитной энергии. Вектор Умова-Пойнтинга. Электромагнитные волны, их свойства. Излучение электромагнитных волн.*

[1] § 161 - §164; [5] 2.1-2.4; [8] 12.1-12.3

23. *Классическая теория электропроводности металлов и вывод из неё законов Ома и Джоуля-Ленца в дифференциальной форме. Электрический ток в электролитах. Закон Ома для электролитов. Закон Фарадея. Явление сверхпроводимости.*

[1] § 102 - §103, § 239; [8] 3.1

24. *Электропроводность полупроводников.* Зависимость электрического сопротивления полупроводников от различных факторов. Собственная и примесная проводимость. Донорные и акцепторные примеси. Свойства *p-n* перехода. Полупроводниковые приборы (диод, транзистор). Применение полупроводниковых приборов. [1] § 5 - §8; [8] 3.6

25. *Электрическое поле в диэлектриках. Поляризация диэлектриков.* Вектор электрической индукции. Теорема Остроградского-Гаусса для поля в диэлектрике, ее интегральная и дифференциальная формы. [1] § 87 - §90;

26. *Магнитное поле в веществе.* Диамагнетики, парамагнетики, ферромагнетики. Магнитный гистерезис. Доменная структура ферромагнетика. [1] § 131 - §136; [8] 8.1-8.6

### **Оптика и теория относительности**

27. *Законы распространения света.* (Законы прямолинейного распространения, отражения и преломления света). Принцип Ферма. Явление полного внутреннего отражения. Связь показателя преломления со скоростью света в данной среде. Формулы сферического зеркала и тонкой линзы. Отклонение светового луча призмой. Линзы и зеркала, получение изображений с их помощью. Оптические приборы, их применение. Фотометрия: фотометрические величины. [1] § 165 - §168; [5]3.6-3.8; [9] 1.2, 4.1-4.10

28. *Равновесное излучение и его законы.* Абсолютно чёрное тело. Излучательная и поглощательная способности тела, закон Кирхгофа. Закон Стефана-Больцмана. Закон смещения Вина. "Ультрафиолетовая катастрофа". Квантовая гипотеза Планка, устранение с её помощью "ультрафиолетовой катастрофы". [1] § 197 - §200; [6] 1.1-1.7; [9] 9.6-9.8

29. *Понятие о спонтанном и вынужденном излучении. Лазеры.* Возможность усиления и генерации когерентного светового пучка за счёт индуцированного излучения. Трёхуровневая схема квантового генератора. Применение лазеров.

[1] § 232 - §233; [6] 5.15-5.16

30. *Свет как электромагнитная волна. Явление интерференции.* Временная и пространственная когерентность. Условия максимального взаимного усиления и ослабления двух волн. Методы наблюдения интерференции света в тонких



пленках. Интерференция от двух щелей, кольца Ньютона. Применение интерференции.

[1] § 170 - §175; [5]4.1-4.6; [9] 2.4, 2.7

31. *Принцип Гюйгенса-Френеля. Метод зон Френеля.* Дифракция света. Дифракция Френеля на круглом отверстии и диске. Дифракция Фраунгофера на одной щели. Дифракционная решетка. Разрешающая способность оптических приборов. Дифракция рентгеновских лучей. Понятие о рентгеноструктурном анализе.

[1] § 176 - §182; [5] 5.1-5.8; [9] 3.1, 3.5-3.6

32. *Распространение света в среде.* Фазовая и групповая скорости. *Дисперсия света.* Электронная теория дисперсии и поглощения света. Закон Бугера для поглощения света. Спектры испускания и поглощения. Линейчатый, полосатый и сплошной спектры. Спектральный анализ. Цвет неба и зорь. [1] § 185 - §187; [5] 7.1-7.5; [9] 5.2-5.4, 5.7

33. *Естественный и поляризованный свет.* Поляризаторы и анализаторы. Закон Малюса. Поляризация света при отражении от диэлектрика. Угол Брюстера. Двойное лучепреломление. Вращение плоскости поляризации. Использование явления поляризации. [1] § 190 - §196; [5] 6.1-6.8; [9] 8.1-8.4

34. *Скорость света.* Классические опыты по измерению скорости света. *Экспериментальные основания СТО. Постулаты Эйнштейна.* Преобразования Лоренца. Относительность длины тел и длительности событий. Пространственно-временной интервал. Релятивистский закон сложения скоростей. [1] § 35 - §38; [2] 6.1-6.4

35. *Основы релятивистской динамики.* Масса и энергия в релятивистской динамике. Импульс и кинетическая энергия в релятивистском случае. Понятие об общей теории относительности. Принцип эквивалентности. Эффекты, подтверждающие ОТО. [1] § 39 - §40; [2] 6.5-6.10

### **Атомная и ядерная физика**

36. *Квантовые свойства света* и их экспериментальное обнаружение. Фотоэффект, эффект Комптона, тепловое излучение. Корпускулярно-волновой дуализм современных представлений о свете. [1] § 202 - §207; [6]1.1-1.4, 1.6, 1.7, 2.1-2.4

37. Опыт Резерфорда. Планетарная модель атома. Формула Ридберга для линий в спектре атома водорода. *Боровская модель атома водорода* и ее историческое значение. Постулаты Бора. [1] § 208 - §212; [6] 3.1-3.6

38. *Волны де Бройля.* Волновые свойства частиц. *Соотношения неопределенностей.* Волновая функция, ее физический смысл. Уравнение Шредингера. Принцип причинности в квантовой механике. Классическая механика как предельный случай квантовой механики. [1] § 213 - §218; [6] 4.1-4.8

39. *Стационарное состояние квантовомеханической системы.* Потенциальная яма и потенциальный барьер. Туннельный эффект. Линейный гармонический осциллятор. [1] § 219 - §222; [6] 4.9,4.10

40. *Стационарные состояния электронов в атоме водорода.* Состояние электрона в многоэлектронном атоме. Спин электрона. Принцип Паули. Бозоны и фермионы. Периодическая система элементов Менделеева. [1] § 223 - §228; [6] 5.1, 5.4, 5.9, 5.10

41. *Классификация элементарных частиц*. Фотоны, лептоны, адроны. Мезоны, Барионы. Резонансы. Античастицы. Основные характеристики частиц. Фундаментальные взаимодействия (гравитационное, слабое, электромагнитное и сильное). Обменный характер взаимодействий. [1] § 269 - §275; [6] 11.1-11.9; [9] 13.1-13.3

42. *Основные характеристики атомных ядер и их составных элементов* (массовое и зарядовое числа, дефект массы, энергия связи). *Ядерные силы и их свойства*. Радиоактивность. Закон естественного радиоактивного распада. Природа альфа-, бета- и гамма- превращений. Нейтрино. Методы регистрации частиц. Реакции деления и синтеза. Цепная реакция ядерного деления. Термоядерные реакции.

[1] § 251 - §268; [6] 10.1-10.8; [9] 12.11-12.13

### Литература

1. Трофимова Т.И. Курс физики. - М.: Высшая школа, 1997.
2. Савельев И.В. Курс общей физики. – М.: Астрель, АСТ, 2002, т.1.
3. Савельев И.В. Курс общей физики. – М.: Астрель, АСТ, 2002, т.2.
4. Савельев И.В. Курс общей физики. – М.: Астрель, АСТ, 2002, т.3.
5. Савельев И.В. Курс общей физики. – М.: Астрель, АСТ, 2002, т.4.
6. Савельев И.В. Курс общей физики. – М.: Астрель, АСТ, 2002, т.5.
7. Гершензон Е. М, Малов Н. Курс общей физики. Механика. –М.: Просвещение. 1979.
8. Гершензон Е. М, Малов Н. Н. Курс общей физики Электричество и магнетизм. –М.: Просвещение. 1980.
9. Гершензон Е. М, Малов Н. Н., Мансуров А. Н. Курс общей физики. Оптика и атомная физика. –М.: Просвещение. 1992.
10. Гершензон Е. М, Малов Н. Н., Мансуров А. Н., Эткин Б. С. Курс общей физики. Молекулярная физика. –М.: Просвещение. 1982.
11. Мултановский В.В, Курс теоретической физики: Классическая механика. Основы специальной теории относительности. Релятивистская механика. - М.: Просвещение, 1988.
12. Мултановский В.В., Василевский А.С. Курс теоретической физики: Классическая электродинамика. - М.: Просвещение, 1990.
13. Мултановский В.В., Василевский А.С. Курс теоретической физики: Квантовая механика. - М.: Просвещение, 1991.
14. Василевский А.С., Мултановский В.В. Статистическая физика и термодинамика. - М.: Просвещение, 1985.
15. Жирнов Н. И. Классическая механика. - М.: Просвещение, 1980.
16. Пеннер Д.И., Угаров В.А. Электродинамика и специальная теория относительности. - М.: Просвещение, 1980.
17. Шпольский Э.В. Атомная физика. - М.: Наука, 1984, т. 1,2.

Программу подготовили:

Г.В. Егоров, А.А.Сидоров, В.В. Новиков