

Министерство образования и науки Российской Федерации  
ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет имени В.И.Вернадского»

**«Утверждаю»**

Проректор по учебной и методической  
деятельности

\_\_\_\_\_ В. О. Курьянов

«\_\_» \_\_\_\_\_ 2016 года

**ПРОГРАММА**

вступительного испытания в магистратуру  
направление подготовки - 03.04.02 «Физика»

Симферополь, 2016

Разработчики программы: Воляр А.В., Рыбась А.Ф.

Обсуждена на заседании учебно–методической комиссии Физико-технического института

Протокол № 1, 13.11.2015 г.

Утверждена на заседании Ученого Совета Физико-технического института

Протокол № 3, 19.11.2015 г.

## **АННОТАЦИЯ**

Приём абитуриентов, которые имеют диплом «бакалавра», для получения образовательно-квалификационного уровня магистра проводятся по результатам специального вступительного устного экзамена, который проводится в форме ответа на билет, содержащий два теоретических вопроса и практический по профессионально-ориентированным дисциплинам по выбору абитуриентов.

### **1. Введение**

1.1. Цель экзамена: проверка и оценка уровня знаний абитуриентов по теоретической физике, профессионально-ориентированным и общефизическим дисциплинам.

1.2. Абитуриент должен знать:

- основные принципы и законы физики, а также их математическое выражение;
- основные явления физики, методы их наблюдения и экспериментального исследования, методы точного измерения физических величин, простейшие методы обработки и анализа результатов эксперимента, основные физические приборы;
- методы использования компьютерной техники для обработки результатов эксперимента.

Абитуриент должен уметь:

- правильно соотносить содержание конкретных задач с общими законами физики, эффективно применять общие законы для решения конкретных задач в области физики и на междисциплинарных границах физики с другими областями знаний;
- пользоваться основными физическими приборами, ставить и решать простейшие экспериментальные задачи, обрабатывать, анализировать и оценивать полученные результаты;
- строить математические модели простейших физических явлений и использовать для изучения этих моделей доступный ему математический аппарат, включая методы вычислительной математики;
- использовать при работе справочную и учебную литературу, находить другие необходимые источники информации и работать с ними.

## **2. ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ**

### **2.1. Вопросы по теоретической физике**

#### **Теоретическая механика**

1. Законы сохранения энергии, импульса и момента импульса.
2. Внутренняя энергия и собственный момент импульса системы материальных точек.
3. Уравнение Лагранжа
4. Уравнения Гамильтона

#### **Электродинамика**

5. Уравнения Максвелла как обобщение опытных фактов.
6. Закон сохранения энергии и импульса в электродинамике.
7. Выражение для энергии поля через потенциал и плотность заряда.
8. Энергия магнитного поля.
9. Уравнение Максвелла для поля в веществе.
10. Математическая аналогия между электрическим полем поляризованного и магнитным полем намагниченного тела.

#### **Квантовая механика**

11. Квантовый осциллятор.
12. Собственные значения момента.
13. Атом водорода.
14. Частица в бесконечно глубокой потенциальной яме
15. Квантовое туннелирование через бесконечно высокий барьер.

#### **Термодинамика и статистическая физика.**

16. Квазистатистические процессы. Теплоемкость.
17. Идеальный газ Бозе - Эйнштейна. Бозе - Эйнштейновская конденсация.
18. Идеальный газ Ферми.
19. Представление о фононах. Теория теплоемкости твердых тел.
20. Идеальный фотонный газ.

### **2.2. Вопросы по общей физике**

#### **Механика**

1. Кинетика материальной точки и твердого тела.
2. Принцип относительности Галилея. Законы движения материальной точки.
3. Уравнение движения центра масс системы материальных точек. Закон сохранения импульса.
4. Уравнение моментов для системы материальных точек. Закон сохранения моментов импульса.
5. Закон сохранения энергии в механике.
6. Закон всемирного тяготения. Первая, вторая и третья космические скорости.
7. Основные уравнения динамики вращательного движения твердого тела вокруг неподвижной оси.
8. Гармонические колебания.
9. Неинерциальные системы отсчета.
10. Принцип относительности Эйнштейна. Преобразования Лоренца.

## **Молекулярная физика**

11. Температурная шкала идеального газа. Термодинамическая шкала температур.
12. Уравнение состояния и законы идеальных газов.
13. Распределение молекул в поле потенциальных сил. Формула Больцмана.
14. Распределение Максвелла.
15. Классическая теория теплоемкости идеальных газов.
16. Явление переноса в газах.
17. Первое начало термодинамики. Второе начало термодинамики.
18. Цикл Карно. 1-я и 2-я теоремы Карно.
19. Закон возрастания энтропии.
20. Критическое состояние вещества.

## **Электричество и магнетизм**

21. Геометрическое описание электрического поля. Теорема Гаусса для поля вектора  $E$ . Теорема Ирншоу.
22. Теорема о циркуляции поля вектора  $E$ . Потенциал электростатического поля. Потенциал поля системы зарядов.
23. Теорема Гаусса для поля вектора поляризованности  $P$ . Связь объемной плотности свободных зарядов с объемной плотностью связанных зарядов.
24. Сторонние силы. ЭДС. Закон Ома для неоднородного участка цепи.
25. Разветвленные цепи. Правила Кирхгофа.
26. Магнитное поле равномерно движущегося точечного заряда. Закон Био-Савара. Магнитное поле постоянного тока, текущего по бесконечной нити.
27. Закон и сила Ампера. Магнитный момент и его поведение в магнитном поле. Момент сил, действующих на контур с током.
28. Ферромагнетизм. Магнитный гистерезис, коэрцитивная сила, температура Кюри. Теплота, выделяемая в ферромагнетике при его перемагничивании.
29. Явление электромагнитной индукции. Правило Ленца. Закон электромагнитной индукции. Природа электромагнитной индукции.
30. Ток смещения. Система уравнений Максвелла в интегральной и дифференциальной форме. Материальные уравнения.

## **Оптика**

31. Интерференция двулучевая и многолучевая. Понятие о когерентности. Опыты Юнга и Френеля. Интерферометры и их применение.
32. Интерференция в тонких пленках. Линии равного наклона и равной толщины. Применение в измерительной технике.
33. Различные виды поляризационного излучения. Анализ поляризации. Поляризаторы.
34. Дифракция света. Принцип Гюйгенса-Френеля. Метод зон Френеля. Объяснение прямолинейности распространения света в волновой теории.
35. Дифракция Фраунгофера на щели. Дифракционная решетка. Спектральные приборы.
36. Квантовые свойства света. Законы теплового излучения. Ультрафиолетовая катастрофа. Формула Планка. Оптическая пирометрия.
37. Фотоэффект. Основные закономерности и их истолкование. Фотоэлектрические приемники света.
38. Спонтанное и вынужденное излучение. Физические процессы в лазерах и оптических квантовых усилителях. Устройство лазеров и их применение.
39. Двулучепреломление. Построение Гюйгенса для одноосных кристаллов. Поляризаторы.

40. Давление света. Физическая интерпретация. Объяснение давления света с точки зрения волновой и фотонной теории света.

### **Основы атомной и ядерной физики**

41. Закономерности в атомных спектрах. Комбинационный принцип и модель атома Бора.

42. Корпускулярно-волновой дуализм. Гипотеза Луи де Бройля и свойство волн де Бройля. Необходимость вероятностной интерпретации квантовых явлений.

43. Уравнение Шредингера и гармонический осциллятор.

44. Принцип Паули, электронные оболочки и их заполнение. Правило Хунда.

45. Векторное сложение угловых моментов и g-фактор Ланде. Эффект Зеемана.

46. Виды движения в молекуле. Вращательные, колебательные и электронные спектры молекул.

47. Ядро как система взаимодействующих протонов и нейтронов. Полуэмпирическая формула Вейцекера.

48. Магические числа. Оболочечная и обобщенная модели ядра. Четность ядра и мультиплетные моменты ядер.

49. Механизмы ядерных реакций. Элементарная теория деления ядер. Синтез легких ядер.

50. Классификация элементарных частиц. Кварковая модель строения адронов. Несохранение четности в слабых взаимодействиях.

## **2.3. Вопросы по профессионально-ориентированным дисциплинам по выбору студентов 1 цикл (теоретическая физика)**

- 1- Основные методы теории возмущения при решении физических задач.
- 2- Принципы наименьшего действия.
- 3- Действительное скалярное поле. Уравнения движения действительного поля.
- 4- Канонические преобразования в фазовом пространстве.
- 5- Основные постулаты квантования физических полей.
- 6- Тензор моментов инерции твердого тела.
- 7- Полная энергия ферромагнетика.
- 8- Колебания сложной кристаллической решетки.
- 9- Уравнения Ландау-Лифшица для однородного ферромагнетика.
- 10- Тензор моментов инерции твердого тела.
- 11- Одномерная модель Изинга.
- 12- Флуктуации параметра порядка.
- 13- Принцип наименьшего действия
- 14- Канонические преобразования в фазовом пространстве.
- 15- Полная энергия ферромагнетика.
- 16- Тензор моментов инерции твердого тела.
- 17- Основные постулаты квантования физических полей.
- 18- Аксиомы теории групп. Примеры.
- 19- Действительное скалярное поле.
- 20- Уравнения движения действительного скалярного поля.

## **2 цикл (физика твердого тела)**

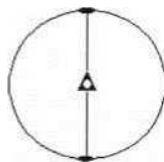
1- Получить выражение для тензора физического свойства кристалла в произвольном направлении, если известна матрица соответствующего тензора в некоторой системе координат.

2- Найти плотность  $\rho$  кристалла стронция, если известно, что решетка гранецентрированная кубической сингонии, а расстояние  $d$  между ближайшими соседними

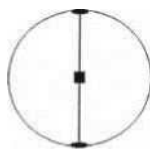
атомами равно 0,43 нм.

3- Определить точечные и пространственные элементы симметрии, тип ячейки Бравэ, координационные числа и многогранники для кристалла каменной соли NaCl. Записать пространственную формулу симметрии.

4- Дополнить стереографическую проекцию кристалла (см. рис.) согласно теоремам о сложении элементов симметрии. Определить точечную группу симметрии, категорию и сингонию кристалла. Записать формулу симметрии в обозначениях Бравэ, международных и символах Шенфлиса.



5- Дополнить стереографическую проекцию кристалла (см. рис.). По стереографической проекции определить установку осей кристаллографической и кристаллофизической системы координат. Записать матричные представления всех элементов симметрии. Показать, что произведение матриц двух любых элементов дает матрицу третьего элемента из данного набора.



6- Дополнить стереографическую проекцию кристалла (см. рис.) согласно теоремам о сложении элементов симметрии. Определить точечную группу симметрии, категорию и сингонию кристалла. Записать формулу симметрии в обозначениях Бравэ, международных и символах Шенфлиса

7- На дебаеграмме некоторого кубического кристалла, снятой на излучении меди Ка ( $\lambda = 1,542 \text{ \AA}$ ) видны линии под углами Брегга:  $= 12,3^\circ; 14,1^\circ; 20,2^\circ; 24,0^\circ; 25,1^\circ; 29,3^\circ; 32,2^\circ; 33,1^\circ$ . Проиндифицировать эти линии. Определить является ли эта решетка примитивной, гранецентрированной или объемно-центрированной. Вычислить длину ребра ячейки

8- Найти закон погасания для кристаллов  $\alpha$ -Fe, имеющих объемноцентрированную ячейку.

9- Воспользовавшись уравнением Лауэ, определить порядок, число и углы дифракционных конусов при рассеянии излучения  $\lambda = 1,5 \text{ \AA}$  от одномерной решетки с периодом  $a = 3,6 \text{ \AA}$  для  $j = 60^\circ$ .

10- На дифрактограмме поваренной соли, полученной на медном излучении, интенсивный рефлекс с индексами (200) расположен на  $2\theta = 31,8^\circ$ . Вычислить межплоскостное расстояние  $d$  семейства плоскостей (200), параметр ячейки  $a$  и положение рефлекса 200 p, образованного K p излучением. Для медного антикатада:  $\lambda_K = 1,54050 \text{ \AA}$ ,  $\lambda_{K\beta} = 1,54443 \text{ \AA}$ ,  $\lambda_{K\gamma} = 1,3924 \text{ \AA}$ .

11- Проанализировать вид тензора диэлектрической проницаемости в зависимости от симметрии кристалла.

12- Получить выражение для ионной электропроводности диэлектрического кристалла.

13- Показать, что для случая одномерной решетки существование энергетической щели на границе первой зоны Бриллюэна связано с брегговским отражением электронных волн.

14- На один атом железа в незаполненной 3d-оболочке приходится пять электронов. Определить теоретическое значение намагниченности насыщения  $J_{\text{нас}}$  железа. Плотность железа  $\rho = 7870 \text{ кг/м}^3$ .

15- Получить выражение для дипольной поляризуемости  $\alpha \cdot \text{dip}$ .

- 16- Получить выражение для электронной поляризуемости  $\epsilon$ .
- 17- Получить выражения для оптической и акустической ветвей спектра упругих колебаний линейной цепочки равноудаленных ионов с чередующимися по знаку зарядами.
- 18- Получить выражение для энергии связи в ионных кристаллах.
- 19- Получить формулу Клаузиуса-Мосотти и на ее основе определить электронную поляризуемость  $\epsilon$  атомов углерода в кристалле алмаза. Показатель преломления алмаза  $n = 2,42$ , плотность  $\rho = 3500 \text{ кг/м}^3$ .
- 20- Получить выражение для локального поля в кристалле кубической сингонии и определить во сколько раз напряженность  $E_{\text{лок}}$  локального поля больше напряженности  $E$  среднего макроскопического поля. Диэлектрическая проницаемость  $\epsilon$  кристалла равна 2,5.

### 3 цикл (астрофизика)

- 1- Спектральная классификация звезд. Диаграмма Герцшпрунга-Рессела.
- 2- Радиоизлучение Галактики.
- 3- Принцип работы и основные элементы радиотелескопа. Понятие о диаграмме направленности и эффективной площади антенны радиотелескопа.
- 4- Вывод уравнения переноса излучения. Уравнение переноса излучения для плоско-параллельной среды.
- 5- Общая характеристика межзвездной среды.
- 6- Строение химически однородных звезд. Соотношение масса-светимость и светимость-эффективная температура.
- 7- Классификация приемников излучения. Основные параметры и характеристики приемников излучения.
- 8- Строение Солнца.
- 9- Типы спектральных приборов; инструментальный контур и разрешающая способность спектрального прибора.
- 10- Радиоизлучение Солнца и планет.
- 11- Эволюция звезд, предшествующая главной последовательности. Теории эволюции до главной последовательности.
- 12- Источники непрозрачности в непрерывном спектре излучения звезд.
- 13- Идеальный объектив; разрешающая сила телескопа; основные типы фокальных систем телескопов.
- 14- Классификация переменных звезд. Роль переменных звезд как инструмента диагностики.
- 15- Фотометрические системы. Система UBV. Звездные фотометрические стандарты.
- 16- Общий характер эволюции звезд после главной последовательности. Зависимость ранней эволюции от массы звезды.
- 17- Спектроскопические двойные звезды. Кривая лучевых скоростей и вычисление элементов орбит компонент двойной системы.
- 18- Интегральные характеристики поля излучения.
- 19- Строение Галактики. Типы населения.
- 20- Радиогалактики и квазизвездные радиоисточники.

### 4 цикл (физика магнитных явлений)

- 1- Обменные взаимодействия - прямой обмен. Основные типы магнитных структур.
- 2- Точечные элементы симметрии кристаллов.
- 3- Пространственная решетка: индексы узлов, направлений, плоскостей.
- 4- Дифракция волн в кристаллах
- 5- Дифракционный структурный анализ (условие Лауэ, формула Вульфа-Брегга).
- 6- Симметричные принципы Кюри и Неймана
- 7- Физические свойства диэлектриков (сегнетоэлектричество, пьезоэффект и т.д.)
- 8- Основные типы химической связи в кристаллах.



- 9- Магнитная кристаллографическая анизотропия и магнитострикция.
  - 10- Природа магнитного упорядочения, магнитный гистерезис, магнитная восприимчивость.
  - 11- Доменные границы. Тонкая структура доменных границ.
  - 12- Типы доменных структур. Ширина полосовой доменной структуры.
  - 13- Резонанс доменных границ. Эффективная масса, скорость и подвижность доменных границ.
  - 14- Ферромагнитный резонанс. Влияние формы образца и магнитной анизотропии.
  - 15- Ширина линии ФМР, основные механизмы ее уширения
  - 16- Спиновые волны. Дисперсионное соотношение.
  - 17- Особенности ядерного магнитного резонанса в магнитоупорядоченных веществах.
  - 18- Способы измерения ядерной магнитной релаксации в ЯМР.
  - 19- Явление спинового эхо Хана.
  - 20- Магнитооптические эффекты Фарадея, Керра, Коттона-Мутона.
  - 21- Физические основы работы полупроводниковых излучателей и фотоприемников.
  - 22- Технология оптической дисковой памяти. CD и DVD. Реверсивный диск.
  - 23- Принципы магнитной записи информации. Феноменология записи в терминах гистерезиса.
  - 24- Статическое поле головки записи. Линии равной напряженности компонент.
  - 25- Индукционная головка воспроизведения и ее физические параметры.
- Амплитудно-частотные характеристики.
- 26- Дисковый носитель (ЖМД): физическое форматирование.
  - 27- Программная модель микропроцессора. Регистры общего назначения. Регистр слова состояния.
  - 28- Аппаратная модель микропроцессора. Функциональность сигналов шины управления.
  - 29- Операционные усилители. Линейные и нелинейные обратные связи.
  - 30- Основные виды триггеров. RS-, D-, T-триггеры, схемотехника и применение.

### **5 цикл (квантовая электроника)**

- 1- Лазерные резонаторы и их назначение. Устойчивость резонатора.
- 2- Квантовые переходы под действием внешнего излучения. Осцилляции в двухуровневой системе. Частота Раби.
- 3- Однородное и неоднородное уширение линии излучения квантовой системы.
- 4- Коэффициенты Эйнштейна. Их взаимосвязь. Релаксационные процессы в квантовой системе. Отрицательная абсолютная температура.
- 5- Фазовые и поляризационные сингулярности световых пучков. Применение.
- 6- Колебания связанных маятников. Нормальные моды. Примеры из физики и оптики.
- 7- Нелинейные колебания. Анализ решения уравнения Дюффинга. Примеры из физики и оптики
- 8- Смешанные состояния. Матрица плотности, ее свойства, уравнения движения.
- 9- Примеры использования матрицы плотности в квантовой электронике.
- 10- Решение уравнения Кортевега - де Фриза для уединенных волн. Солитоны в физике и оптике
- 11- Модовая и материальная дисперсия импульсов в оптическом волокне. Примеры
- 12- Устройство и принцип работы твердотельного лазера на примере YAG лазера.
- 13- Принцип неопределенности в теории оптического сигнала и теорема Котельникова
- 14- Параболическое волновое уравнение (вывод). Пределы применения. Пучки Лагерра-Гаусса и их свойства.
- 15- Выходная мощность лазера. (Вывод, рассмотреть на примере He-Ne лазера)
- 16- Дисперсионное уравнение для мод идеального ступенчатого волокна. Модовый состав поля волокна со ступенчатым профилем показателя преломления.
- 17- Маятник Фуко. Геометрическая фаза Берри в физике и оптике
- 18- Устойчивость и неустойчивость колебаний на примере колебаний систем с одной и

двумя степенями свободы

19- Конкуренция мод в динамических системах. Примеры из физики и оптики

20- Вынужденная синхронизация колебаний в динамических системах

## ТИПОВЫЕ ЗАДАЧИ ПО ОБЩЕЙ ФИЗИКЕ

### Механика

1. Радиус-вектор точки М относительно начала координат меняется со временем  $t$  по закону  $r = at\mathbf{i} + bt^2\mathbf{j}$ , где  $a, b$  - постоянные,  $\mathbf{i}, \mathbf{j}$  - орты осей  $X, Y$ . Найти: а) уравнение траектории  $y(x)$ ; б) зависимости от времени векторов скорости  $\mathbf{v}$  и ускорения  $\mathbf{a}$  и модули этих величин; в) зависимость от времени угла  $\varphi$  между векторами скорости и ускорения.
2. Точка М движется по окружности радиуса  $R$  так, что ее линейная скорость меняется по закону  $v_t = At^2$  где  $A$  - положительная постоянная. Вычислить угол  $\varphi$  между вектором скорости и вектором полного ускорения точки как функцию времени.
3. Самолёт делает мёртвую петлю радиусом  $R$  с постоянной скоростью  $V$ . Найти вес лётчика массы  $m$  в нижней, верхней и средней точках петли.
4. Локомотив массы  $m$  начинает двигаться со станции так, что его скорость меняется по закону  $v = aS$ , где  $a$  - постоянная,  $S$  - пройденный путь. Найти суммарную работу всех сил, действующих на локомотив, за первые  $t$  секунд после начала движения.
5. Частица движется со скоростью  $v_1$  в положительном направлении оси  $X$ . Такая же частица движется в отрицательном направлении оси  $Y$  со скоростью  $v_2$ . Частицы испытывают абсолютно неупругий удар. С какой скоростью и в каком направлении будет происходить совместное движение частиц после удара?
6. С какой скоростью  $v_0$  следует бросить тело с поверхности Земли вертикально вверх, чтобы высота подъема была равна  $h$ ? Вращением Земли вокруг своей оси пренебречь. Учесть зависимость силы тяжести от высоты.
7. Вычислить момент инерции тонкого однородного стержня массы  $m$  и длины  $L$  относительно оси  $S$ , проходящей через конец стержня перпендикулярно к нему.
8. Блок в виде диска массы  $m$  и радиуса  $R$  может вращаться без трения вокруг неподвижной горизонтальной оси  $S$ . На блок намотана невесомая и нерастяжимая нить, один ее конец закреплен на блоке, к другому прикреплен груз массы  $m$ . С каким ускорением будет опускаться груз?
9. Физический маятник в виде однородного стержня длины  $l$  совершает малые колебания вокруг горизонтальной оси, перпендикулярной к стержню и проходящей через его верхний конец. Найти период колебаний. Трения нет. Сравнить период колебаний стержня с периодом колебаний математического маятника длиной  $l$ .
10. Однородный цилиндр скатывается без проскальзывания с наклонной плоскости с углом наклона  $\alpha$ . Найти ускорение оси цилиндра.

### Термодинамика и молекулярная физика

1. Закрытую с обоих торцов горизонтальную трубку длины  $l$  перемещают с постоянным ускорением  $a$ , направленным вдоль её оси. Внутри трубки находится газ с молярной массой  $\mu$  при температуре  $T$ . При каком значении ускорения  $a$  концентрация газа у торцов трубки будет отличаться в  $\gamma$  раз, где  $\gamma > 1$ ?

2. Найти  $\langle 1/V^2 \rangle$  -среднее значение квадрата обратной скорости молекул идеального газа при температуре  $T$ , если масса каждой молекулы равна  $m$ .
3. Идеальный газ в количестве  $n$  молей совершает процесс, при котором  $TV = \text{const}$ . Найти работу газа при изменении его объема от  $V_1$  до  $V_2$ . Начальное давление  $P_1$ .
4. Один моль идеального газа, теплоемкость которого при постоянном давлении равна  $C_p$ , совершает процесс по закону  $P = P_0 + a/V$ , где  $P_0$  и  $a$  - положительные постоянные. Найти теплоемкость газа как функцию его объема  $V$ .
5. Найти уравнение процесса (в переменных  $T, V$ ), при котором молярная теплоемкость идеального газа меняется по закону:  $C = C_v + aT$ , где  $a$  - постоянная.
6. Идеальный газ с показателем адиабаты  $\gamma$  совершает цикл, состоящий из двух изохор и двух адиабат. В пределах цикла объем газа изменяется в  $n$  раз. Вычислить к.п.д. цикла.
7. Вычислить энтропию одного моля идеального газа, молярная теплоемкость которого при постоянном объеме равна  $C_v$ .
8. Во сколько раз следует увеличить изотермически объем идеального газа в количестве  $n = 4$  моля, чтобы его энтропия испытала приращение  $\Delta S = 23 \text{ Дж/К}$ ?
9. Найти приращение энтропии тела массы  $m$  при его квазистатическом нагревании от температуры  $T_1$  до  $T_2$ , если в этом интервале температур удельная теплоемкость материала постоянна и равна  $C$ .
10. Найти работу, совершаемую одним молем Ван-Дер Ваальсовского газа, при изотермическом расширении его от объема  $V_1$  до объема  $V_2$  при температуре  $T$ . Постоянные Ван-дер-Ваальса для этого газа равны  $a$  и  $b$ .

### Электричество и магнетизм

1. Бесконечная плоская пластина изготовлена из однородного намагниченного ферромагнетика, причем направление намагниченности параллельно плоскости пластины. Найти индукцию  $\mathbf{B}$  и поле  $\mathbf{H}$  внутри и вне пластины.
2. Найти напряженность  $E$  электрического поля в области пересечения двух шаров, равномерно заряженных разноименными по знаку зарядами с объемной плотностью  $\rho$  и  $-\rho$ , если расстояние между центрами шаров определяется вектором  $\mathbf{R}$ .
3. Пространство между обкладками плоского конденсатора, имеющими форму круглых дисков, заполнено однородной слабопроводящей средой с удельной проводимостью  $\sigma$  и диэлектрической проницаемостью  $\epsilon$ . Пренебрегая краевыми эффектами, найти модуль вектора  $\mathbf{H}$  между обкладками на расстоянии  $r$  от их оси, если напряженность электрического поля между обкладками меняется во времени по закону:  $E = E_m \cos(\omega t)$ .
4. В длинном прямом соленоиде с радиусом сечения  $a$  и числом витков на единицу длины  $n$  изменяют ток с постоянной скоростью  $I$  А/с. Найти модуль напряженности вихревого электрического поля как функцию расстояния  $r$  от оси соленоида.
5. Найти взаимную емкость системы из двух одинаковых металлических шариков радиуса  $a$ , расстояние между центрами которых  $b$  ( $b \gg a$ ). Система находится в однородном диэлектрике с проницаемостью  $\epsilon$ .
6. Два одинаковых металлических шарика радиуса  $a$  находятся в однородной слабопроводящей среде с удельным сопротивлением  $\rho$ . Найти сопротивление среды между шариками при условии, что расстояние между ними значительно больше их радиуса.
7. Убедиться что распределение тока в параллельно соединенных сопротивлениях  $R_1, R_2$  соответствует минимуму выделяемой на этом участке тепловой мощности.



10. На пути частично поляризованного света поместили поляризатор. При повороте поляризатора обнаружили, что наименьшая интенсивность света  $I_0$ . Если же перед поляризатором поместить пластинку  $\cdot /4$ , оптическая ось которой под углом  $\cdot = 45^\circ$  к плоскости пропускания поляризатора, то интенсивность света за поляризатором равна  $\cdot I$ ,  $\cdot = 2$ . Найти степень поляризации падающего света.

### **Атомная и ядерная физика**

1. Какие из термов  $1s_0, 2p_1, 3p_0, 4p_{1/2}$  написаны неверно?
2. Определить кинетическую, потенциальную и полную энергии движения электрона по второй боровской орбите в атоме водорода.
3. Определить возможные значения  $J$  для термов: а)  $^1S_j$ ; б)  $^4D_j$ .
4. В спектре испускания атомарного водорода известны длины волн двух линий серии Бальмера: 410,2 и 486,1 нм. К какой серии принадлежит спектральная линия, волновое число которой равно разности волновых чисел этих линий? Какова ее длина волны?
5. Начиная с какого элемента в рентгеновских спектрах появляется L-серия?
6. Сколько линий испускает атом водорода, если он возбужден на 5-ый энергетический уровень?
7. Определить энергию связи для иона  $Be^{++}$  в основном состоянии.
8. Используя правило Хунда, найти термы возможных состояний и терм основного состояния атома, незаполненная подоболочка которого содержит пять р- электронов?
9. Движение частицы описывается волновой функцией  $y = A \sin^2(px/l)$ . Чему равен коэффициент  $A$  при  $0 < x < l$ ?
10. Сколько энергии необходимо затратить для того, чтобы разделить ядро  $^9Be$  на две  $\alpha$ - частицы и нейтрон? Энергия связи, приходящаяся на один нуклон в ядре бериллия равна 6,45 МэВ, а в ядре гелия 7,06 МэВ.
11. Найти активность препарата  $^{32}P$  через 10 дней после изготовления, если начальная активность 100 мКи. ( $T_{1/2} = 15$  сут.).

## **V. ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

Специальные вступительные испытания для получения уровня магистра направления подготовки «Физика» проводятся в форме устного ответа на билет, содержащий один теоретический и два практических вопроса по теоретической физике и профессионально-ориентированным дисциплинам. Для подготовки к ответу абитуриенту предоставляется время до 60 минут.

### **Критерии оценки вступительного экзамена:**

Оценка 90 - 100 баллов выставляется, когда абитуриент демонстрирует глубокие знания общих законов физики, правильно применяет законы физики для решения конкретных задач, дает исчерпывающие объяснения, свободно владеет необходимым математическим аппаратом, грамотно и подробно проводит выкладки и вычисления.

Оценка 74 -89 баллов выставляется, когда абитуриент демонстрирует глубокие знания общих законов физики, правильно применяет законы физики для решения конкретных задач, дает исчерпывающие объяснения, владеет необходимым математическим аппаратом, грамотно

и подробно проводит выкладки и вычисления, но при этом допускает неточности в определениях, объяснениях и вычислениях.

Оценка 60-73 баллов выставляется, когда абитуриент демонстрирует достаточные знания общих законов физики, правильно применяет законы физики для решения конкретных задач, дает объяснения, владеет необходимым математическим аппаратом, но при этом допускает ошибки в определениях, объяснениях и вычислениях.

Оценка 0 – 59 баллов выставляется, когда абитуриент не может решить предложенную задачу или разъяснить теоретический вопрос, а также, если допускает грубые ошибки теоретического и практического характера.

*Примечание.* Задача считается решенной правильно, если выполняются следующие условия: верен ход решения, получен правильный числовой ответ, дано исчерпывающее объяснение. При невыполнении хотя бы одного из этих условий задача считается нерешенной.