|  |
| --- |
| МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИ И  Ф ЕД ЕР АЛ Ь НО Е Г ОС У Д АР С Т В ЕНН ОЕ АВ Т ОН ОМ Н ОЕ О БР АЗ ОВ А ТЕЛ Ь НО Е У Ч Р ЕЖ Д Е Н ИЕ В Ы С Ш ЕГ О ОБР АЗ О В АН ИЯ  « Н а ц и о н а л ь н ы й и с с л е д о в а т е л ь с к и й я д е р н ы й у н и в е р с и т е т « М И Ф И » |
| **Обнинский институт атомной энергетики –**  филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования  «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»  **(ИАТЭ НИЯУ МИФИ)** |

КАФЕДРА ОБЩЕЙ И СПЕЦИАЛЬНОЙ ФИЗИКИ

Одобрено на заседании

Ученого совета ИАТЭ НИЯУ МИФИ Протокол от 24.04.2023 № 23.4

## ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

|  |
| --- |
| *Общая физика (волны, оптика и атомная физика)* |
| *название дисциплины* |
| для студентов направления подготовки |
| 04.03.02 Химия, физика и механика материалов |
| *код и название [специальности/направления подготовки]* |
| образовательная программа |
| Химические и фармакологические технологии |
| Форма обучения: очная |

г. Обнинск 2023 г.

## Область применения

Фонд оценочных средств (ФОС) *–* является неотъемлемой частью учебно-методического комплекса учебной дисциплины «Общая физика (механика)» и предназначен для контроля и оценки образовательных достижений обучающихся, освоивших программу данной дисциплины.

## Цели и задачи фонда оценочных средств

Целью Фонда оценочных средств является установление соответствия уровня подготовки обучающихся требованиям федерального государственного образовательного стандарта.

Для достижения поставленной цели Фондом оценочных средств по дисциплине «Общая физика (механика)» решаются следующие задачи:

* контроль и управление процессом приобретения обучающимися знаний, умений и навыков, предусмотренных в рамках данного курса;
* контроль и оценка степени освоения компетенций, предусмотренных в рамках данного

курса;

* обеспечение соответствия результатов обучения задачам будущей профессиональной

деятельности через совершенствование традиционных и внедрение инновационных методов обучения в образовательный процесс в рамках данного курса.

## Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы

В результате освоения ООП специалитета обучающийся должен овладеть следующими результатами обучения по дисциплине:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Коды**  **компетенций** | **Результаты освоения ООП**  ***Содержание компетенций\**** | **Перечень планируемых результатов**  **обучения по дисциплине\*\*** |
| УКЕ-1 | Способен использовать знания естественнонаучных дисциплин, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в поставленных задачах | З-УКЕ-1 знать: основные законы естественнонаучных дисциплин, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования У-УКЕ-1 уметь: использовать  математические методы в технических приложениях, рассчитывать основные числовые характеристики случайных величин, решать основные задачи математической статистики; решать типовые расчетные задачи  В-УКЕ-1 владеть: методами математического анализа и моделирования; методами решения задач анализа и расчета характеристик физических систем, основными приемами обработки экспериментальных данных, методами работы с прикладными программными  продуктами |
| ОПК-1 | Способен применять базовые знания в области физико- математических и (или) естественных наук в сфере своей профессиональной деятельности | З-ОПК-1 знать фундаментальные основы, полученные в области естественных и математических наук.  У-ОПК-1 уметь использовать на практике базовые знания, полученные в области естественных и математических наук; применять для анализа и обработки результатов физических экспериментов.  В-ОПК-1 владеть навыками обобщения, синтеза и анализа базовых знаний, полученных в области естественных и математических наук, владеть научным мировоззрением |

### Этапы формирования компетенций в процессе освоения ОП специалитета

Компоненты компетенций, как правило, формируются при изучении нескольких дисциплин, а также в немалой степени в процессе прохождения практик, НИР и во время самостоятельной работы обучающегося. Выполнение и защита ВКР являются видом учебной деятельности, который завершает процесс формирования компетенций.

Этапы формирования компетенции в процессе освоения дисциплины:

* + - **начальный** этап – на этом этапе формируются знаниевые и инструментальные основы компетенции, осваиваются основные категории, формируются базовые умения. Студент воспроизводит термины, факты, методы, понятия, принципы и правила; решает учебные задачи по образцу;
    - **основной** этап – знания, умения, навыки, обеспечивающие формирование компетенции, значительно возрастают, но еще не достигают итоговых значений. На этом этапе студент осваивает аналитические действия с предметными знаниями по дисциплине, способен самостоятельно решать учебные задачи, внося коррективы в алгоритм действий, осуществляя коррекцию в ходе работы, переносит знания и умения на новые условия;
    - **завершающий** этап – на этом этапе студент достигает итоговых показателей по заявленной компетенции, то есть осваивает весь необходимый объем знаний, овладевает всеми умениями и навыками в сфере заявленной компетенции. Он способен использовать эти знания, умения, навыки при решении задач повышенной сложности и в нестандартных условиях.

Этапы формирования компетенций в ходе освоения дисциплины отражаются в тематическом плане (см. РПД).

## Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

Конечными результатами освоения программы дисциплины являются сформированные когнитивные дескрипторы «знать», «уметь»,

«владеть», расписанные по отдельным компетенциям, которые приведены в п.1.1. Формирование этих дескрипторов происходит в процессе изучения дисциплины по этапам в рамках различного вида учебных занятий и самостоятельной работы.

Выделяются три уровня сформированности компетенций на каждом этапе: пороговый, продвинутый и высокий.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Уровни** | **Содержательное описание уровня** | **Основные признаки выделения уровня** | **БРС,**  **%**  **освоения** | **ECTS/Пятибалльная шкала для оценки**  **экзамена/зачета** |
| **Высокий**  *Все виды компетенций сформированы на высоком уровне в соответствии с целями и задачами дисциплины* | Творческая деятельность | *Включает нижестоящий уровень.*  Студент демонстрирует свободное обладание компетенциями, способен применить их в нестандартных ситуациях: показывает умение самостоятельно принимать решение, решать проблему/задачу теоретического или  прикладного характера на основе изученных методов, приемов, технологий | 90-100 | A/ Отлично/ Зачтено |
| **Продвинутый**  *Все виды компетенций сформированы на продвинутом уровне в соответствии с целями и задачами дисциплины* | Применение знаний и умений в более широких контекстах учебной и профессиональной деятельности, нежели по образцу, большей долей самостоятельности и инициативы | *Включает нижестоящий уровень.*  Студент может доказать владение компетенциями: демонстрирует способность собирать, систематизировать, анализировать и грамотно использовать информацию из самостоятельно найденных теоретических источников и иллюстрировать ими теоретические положения или обосновывать практику применения. | 85-89 | B/ Очень хорошо/  Зачтено |
| 75-84 | С/ Хорошо/ Зачтено |
| **Пороговый**  *Все виды компетенций сформированы на пороговом уровне* | Репродуктивная деятельность | Студент демонстрирует владение компетенциями в стандартных ситуациях: излагает в пределах задач курса теоретически и практически контролируемый материал. | 65-74 | D/Удовлетворительно/ Зачтено |
| 60-64 | E/Посредственно  /Зачтено |
| **Ниже порогового** | Отсутствие признаков порогового уровня: компетенции не сформированы.  Студент не в состоянии продемонстрировать обладание компетенциями в стандартных ситуациях. | | 0-59 | Неудовлетворительно/ Зачтено |

Оценивание результатов обучения студентов по дисциплине осуществляется по регламенту текущего контроля и промежуточной аттестации.

Критерии оценивания компетенций на каждом этапе изучения дисциплины для каждого вида оценочного средства и приводятся в п. 4 ФОС. Итоговый уровень сформированности компетенции при изучении дисциплины определяется по таблице. При этом следует понимать, что граница между уровнями для конкретных результатов освоения образовательной программы может смещаться.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Уровень сформированности компетенции** | **Текущий контроль** | **Промежуточная аттестация** |
| высокий | **высокий** | **высокий** |
| *продвинутый* | *высокий* |
| *высокий* | *продвинутый* |
| продвинутый | *пороговый* | *высокий* |
| *высокий* | *пороговый* |
| **продвинутый** | **продвинутый** |
| *продвинутый* | *пороговый* |
| *пороговый* | *продвинутый* |
| пороговый | **пороговый** | **пороговый** |
| ниже порогового | **пороговый** | **ниже порогового** |
| **ниже порогового** | **-** |

## Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков или опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций.

Рейтинговая оценка знаний является интегральным показателем качества теоретических и практических знаний и навыков студентов по дисциплине и складывается из оценок, полученных в ходе текущего контроля и промежуточной аттестации.

Текущий контроль в семестре проводится с целью обеспечения своевременной обратной связи, для коррекции обучения, активизации самостоятельной работы студентов.

Промежуточная аттестация предназначена для объективного подтверждения и оценивания достигнутых результатов обучения после завершения изучения дисциплины.

Текущий контроль осуществляется два раза в семестр: контрольная точка № 1 (КТ № 1) и контрольная точка № 2 (КТ № 2).

Результаты текущего контроля и промежуточной аттестации подводятся по шкале балльно-рейтинговой системы.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Вид контроля** | **Этап рейтинговой системы Оценочное средство** | **Балл** | |
| Минимум | Максимум |
| **Текущий** | **Контрольная точка № 1** | 16 | 30 |
| Оценочное средство № 1.1 Контрольная работа 1, 2 | 7 | 10 |
| Оценочное средство № 1.2 Доклад | 1 | 3 |
| Оценочное средство № 1.3 Устный опрос | 1 | 2 |
| Оценочное средство № 1.4 Проблемный семинар | 1 | 3 |
| Оценочное средство № 1.5 Решение ситуационных задач | 1 | 3 |
| **Контрольная точка № 2** | 19 | 30 |
| Оценочное средство № 2.1 Контрольная работа 1, 2 | 13 | 10 |

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | Оценочное средство № 2.2 Реферат | 4 | 6 |
| Оценочное средство № 2.3 Мультимедийное занятие | 1 | 2 |
| Оценочное средство № 2.4 Рефлексия | 1 | 2 |
| **Промежуточный** | **Зачет** | 20 | 40 |
|  | Оценочное средство – Устный зачет по вопросам | 20 | 40 |
| **ИТОГО по дисциплине** | | 60 | 100 |

Бонусы: поощрительные баллы студент получает к своему рейтингу в конце семестра за активную и регулярную работу на практических занятиях, за вовремя сданные индивидуальные задания.

По Положению бонус (премиальные баллы) не может превышать **5 баллов**.

Процедура оценивания знаний, умений, навыков по дисциплине включает учет успешности по всем видам оценочных средств. Оценка качества подготовки включает текущую и промежуточную аттестацию.

**Текущий контроль** представляет собой проверку усвоения учебного материала, регулярно осуществляемую на протяжении обучения на каждой лабораторной работе.

Текущий контроль осуществляется в форме устного опроса, отчета по лабораторной работе, теста, решения ситуационной задачи, докладов, рефератов и контрольных работ.

Формой **промежуточного контроля** является зачет, баллы за который выставляются по итогам устного опроса.

Оценка сформированности компетенций на зачете для тех обучающихся, которые пропускали занятия и не участвовали в проверке компетенций во время изучения дисциплины, проводится после индивидуального собеседования с преподавателем по пропущенным или не усвоенным обучающимся темам с последующей оценкой самостоятельно усвоенных знаний на зачете/экзамене.

1. **Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков**
   1. ***Паспорт фонда оценочных средств по дисциплине***

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **№ п/п** | **Контролируемые разделы (темы) дисциплины (результаты**  **по разделам)** | **Код контролируемой компетенции (или её части) /**  **и ее формулировка** | **Наименование**  **оценочного средства** |
| **Текущий контроль, 1 семестр** | | | |
| 1. | Физические основы механики | **ОПК-3**  Знать:   * основные законы движения.   Уметь:   * применять основные законы механики к решению физических задач; * обрабатывать экспериментальные | Коллоквиум |

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  |  | результаты и оценивать погрешности  измерений. |  |
| 2. | Специальная теория относительности | **ОПК-3**  Знать:   * основные законы движения.   Уметь:   * применять основные законы механики к решению физических задач; * обрабатывать экспериментальные результаты и оценивать   погрешности измерений. | Контрольная работа №1 |
| **Промежуточный контроль, 1 семестр** | | | |
|  | Экзамен |  | Билеты |
| Всего: | | | |
| **Текущий контроль, 2 семестр** | | | |
| 1. | Колебания и волны | **ОПК-3**  Знать:   * основные законы движения.   Уметь:   * применять основные законы механики, к решению физических задач; * обрабатывать экспериментальные результаты и оценивать погрешности измерений. | Коллоквиум |
| 2. | Молекулярная физика и термодинамика | **ОПК-3**  Знать:   * начала термодинамики.   Уметь:   * применять основные законы молекулярной физики к решению физических задач; * обрабатывать экспериментальные результаты и оценивать погрешности измерений. | Контрольная работа №2 |
| **Промежуточный контроль, 2 семестр** | | | |
|  | Экзамен |  | Билеты |
| Всего: | | | |
| **Текущий контроль, 3 семестр** | | | |

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 1. | Электричество | **ОПК-3**  Уметь:   * применять основные законы электричества, к решению физических задач; * обрабатывать экспериментальные результаты и оценивать погрешности измерений. | Коллоквиум |
| 2. | Магнитизм | **ОПК-3**  Уметь:   * применять основные законы магнетизма физики к решению физических задач; * обрабатывать экспериментальные результаты и оценивать погрешности измерений. | Контрольная работа №3 |
| **Промежуточный контроль, 3 семестр** | | | |
|  | Экзамен |  | Билеты |
| Всего: | | | |
| **Текущий контроль, 4 семестр** | | | |
| 1. | Оптика | **ОПК-3**  Знать:   * основные физические явления в оптике; * двойственную природу излучения.   Уметь:   * применять основные законы оптики, к решению физических задач; * обрабатывать экспериментальные результаты и оценивать   погрешности измерений. | Коллоквиум, контрольная работа №4 |
| **Промежуточный контроль, 4 семестр** | | | |
|  | Экзамен |  | Билеты |
| Всего: | | | |
| **Текущий контроль, 5 семестр** | | | |
| 1. | Атомная физика | **ОПК-3**  Знать:   * квантово-механическое описание атомов.   Уметь:   * применять основные законы квантовой | Коллоквиум, контрольная работа №5 |

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  |  | физики к решению физических задач;  - обрабатывать экспериментальные результаты и оценивать погрешности измерений. |  |
| **Промежуточный контроль, 5 семестр** | | | |
|  | Экзамен |  | Билеты |
| Всего: | | | |
| **Текущий контроль, 6 семестр** | | | |
| 1. | Физика атомного ядра и элементарных частиц | **ОПК-3**  Уметь:  - обрабатывать экспериментальные результаты и оценивать погрешности измерений. | Коллоквиум, контрольная работа №6 |
| **Промежуточный контроль, 6 семестр** | | | |
|  | Экзамен |  | Билеты |
| Всего: | | | |

* 1. ***Типовые контрольные задания или иные материалы***
     1. ***а) Экзамен, типовые вопросы - образец:***

1. ***ый семестр «Физические основы механики»***
   1. В чем суть координатного, векторного и естественного способов задания движения.
   2. Что называется траекторией точи? Как получить уравнение траектории?
   3. Что называют радиус- вектором точки?
   4. Что называется скоростью точки?
   5. Как получить проекции скорости и определить модуль скорости при описании движения координатным и естественным способами?
   6. Что называется ускорением точки?
   7. Как получить проекции ускорения и определить модуль ускорения при описании движения координатным и естественным способами?
   8. Что такое путь? Как вычислить путь при неравномерном движении точки?
   9. Какими кинематическими характеристиками описывается вращательное движение твердого тела? Почему это удобно?
   10. Как связана линейная скорость точки твердого тела с угловой скоростью тела при его вращении?
   11. Сформулируйте законы Ньютона. Определите границы применимости законов Ньютона.
   12. Раскройте смысл второго закона Ньютона как основного уравнения динамики точки.
   13. Почему поступательное движение твердого тела можно описать как движение материальной точки.
   14. Раскройте понятие силы в механике. Перечислите свойства сил?
   15. Какие системы отсчета называются неинерциальными? Приведите примеры.
   16. Что Вы понимаете под силами инерции? В чем их отличие и в чем сходство с силами, о которых идет речь в законах Ньютона.
   17. Запишите основное уравнение динамики точки относительного движения. Поясните смысл физических величин в нем.
   18. Как выражается сила инерции в неинерциальной системе отсчета, движущейся поступательно относительно инерциальной.
   19. Как выражается сила (силы) инерции в неинерциальной системе отсчета, вращающейся с постоянной угловой скоростью относительно инерциальной, если: а) точка покоится в инерциальной системе отсчета; б) точка движется с постоянной скоростью относительно неинерциальной системы отсчета.
   20. Сопоставьте силу гравитационного притяжения, действующую на тело со стороны Земли, и силу тяжести. В каких точках поверхности Земли они одинаковы?
   21. Как направлена сила тяжести на произвольной широте?
   22. Как зависит величина ускорения свободного падения от широты местности. На какой широте ускорение свободного падения имеет наименьшее значение.
   23. Что называют механической системой тел? Какую систему тел называют замкнутой? Какие силы называют внутренними, какие - внешними.
   24. Сформулируйте и запишите теорему об изменении импульса системы тел (в дифференциальной и интегральной формах). Поясните смысл, входящих в нее физических величин.
   25. Сформулируйте закон сохранения импульса.
   26. Приведите примеры сохранения импульса или его проекции в незамкнутой системе тел.
   27. Что Вы называете центром масс системы. Запишите теорему о движении центра масс системы. При каких условиях центр масс системы покоится; будет двигаться постоянной скоростью?
   28. Дайте определение кинетической энергии частицы. Запишите ее формулу.
   29. Что Вы понимаете под кинетической энергией системы частиц.
   30. Раскройте понятие работы. Как вычислить работу постоянной силы? Как вычислить работу переменной силы?
   31. Может ли работа силы быть равной нулю? Отрицательной? Приведите примеры.
   32. Сформулируйте теорему об изменении кинетической энергии частицы.
   33. Раскройте понятие потенциальной энергии частицы.
   34. Какие силы называют консервативными. Приведите примеры. Как связана работа консервативной силы с изменением потенциальной энергии частицы.
   35. Раскройте смысл понятия « поле сил».
   36. Как найти силу, действующую на частицу, со стороны поля, если известна функция потенциальной энергии U (x,y,z) частицы в этом поле.
   37. Раскройте понятие полной механической энергии частицы.
   38. Сформулируйте теорему об изменении полной механической энергии частицы.
   39. Какие силы называют неконсервативными. Приведите примеры.
   40. Сформулируйте условия, при которых полная механическая энергия частицы сохраняется.
   41. Сформулируйте закон сохранения механической энергии для системы тел.
   42. В чем заключается особенность процессов, объединяемых терминами : «столкновение» или «удар».
   43. Какой удар тел называется упругим; неупругим?
   44. Что называют коэффициентом восстановления. В чем его физический смысл?
   45. Какие законы сохранения применяются для упругого центрального удара шаров.
   46. Какие законы сохранения применяются для абсолютно неупругого центрального удара шаров.
   47. Дайте определение момента силы относительно произвольной точки?
   48. Что называют моментом силы относительно оси? Как его вычислить?
   49. Раскройте понятие момента импульса частицы относительно произвольной точки.
   50. Запишите уравнение моментов.
   51. Для системы тел сформулируйте и запишите теорему об изменении момента импульса (в дифференциальной и интегральной формах). Поясните смысл, входящих в нее физических величин.
   52. Сформулируйте условия, при которых момент импульса системы тел сохраняется
   53. Какое движение твердого тела называют вращательным.
   54. Почему при описании вращательного движения тела предпочтение отдается угловым характеристикам движения.
   55. Раскройте смысл кинематических характеристик: вектор элементарного угла поворота, угол поворота, вектор угловой скорости, угловое ускорение.
   56. Что Вы понимаете под моментом импульса твердого тела Как можно выразить момент импульса твердого тела, вращающегося вокруг своей оси симметрии, через угловую скорость и осевой момент инерции.
   57. Раскройте понятие момента инерции тела относительно оси.
   58. Как вычислить момент инерции однородного сплошного тела. Приведите примеры.
   59. С какой целью используется теорема Штейнера.
   60. Запишите уравнение динамики вращательного движения тела. Поясните смысл, входящих в него физических величин.
   61. Запишите формулу для вычисления кинетической энергии тела , вращающегося вокруг неподвижной оси.
   62. Какое движение твердого тела называют плоскопараллельным.
   63. На какие два простейших вида движения его можно разложить. Поясните Ваши рассуждения на примере (рисунке). Является ли разложение плоскопараллельного движения на поступательное и вращательное однозначным?
   64. Поясните с помощью рисунка, что при всех вариантах разложения плоского движения на поступательное и вращательное угловые характеристики вращательной составляющей движения остаются неизменными.
   65. Какая ось вращения называется мгновенной?
   66. Каким уравнением динамики описывается поступательная составляющая движения. Каким уравнением динамики описывается вращательная составляющая движения. Почему Вы остановили ваш выбор на этих уравнениях?
   67. Запишите формулу для вычисления кинетической энергии тела при плоско- параллельном движении.
   68. В чем состоит допущение приближенной теории гироскопа.
   69. Объясните прецессию гироскопа.
   70. Что является предметом изучения СТО?
   71. Сформулируйте постулаты СТО.
   72. Вспомните преобразования Лоренца для координат и времени.
   73. Что называется « собственным временем». Получите выражение для собственного времени жизни частицы как следствие из преобразований Лоренца.
   74. Что называется « собственной длиной». Получите выражение для собственной длины движущегося стержня как следствие из преобразований Лоренца.
   75. Означает ли одновременность двух событий в одной системе отсчета их одновременность в другой системе отсчета. Дайте ответ на основании анализа следствий из преобразований Лоренца.
   76. Что называется интервалом между событиями в СТО?
   77. Какие интервалы называются времени-, свето-,пространственноподобными?
   78. Какие интервалы разделяют события, которые могут быть связаны причинно- следсвенной связью? Объясните почему.
   79. Запишите основное уравнение релятивистской динамики.
   80. Какой формулой выражается релятивистский импульс?
   81. Какой формулой выражается полная энергия свободной частицы?
   82. Что следует понимать под кинетической энергией свободной релятивистской частицы.
   83. Что Вы понимаете под энергией покоя.
   84. Как связана кинетическая энергия релятивистской частицы с ее импульсом.
   85. Какие физические величины инвариантны по отношению к преобразованиям Лоренца. Приведите примеры.

# ой семестр «Колебания и волны», «Молекулярная физика и термодинамика»

* 1. Малые колебания системы около положения равновесия.
  2. Уравнение плоской волны, распространяющейся в произвольном направлении.
  3. Уравнение Клапейрона-Менделеева.
  4. Теплоемкость твердых тел.
  5. Сложение взаимно перпендикулярных колебаний. Фигуры Лиссажу.
  6. Внутренняя энергия идеального газа.
  7. Фазовые переходы первого и второго рода.
  8. Уравнение плоской волны, распространяющейся в произвольном направлении.
  9. Уравнение собственных затухающих гармонических колебаний.
  10. Работа газа при расширении.
  11. Уравнение Ван-дер-Ваальса.
  12. Сложение взаимно перпендикулярных колебаний. Фигуры Лиссажу.
  13. Скорость частиц среды. Относительная деформация. Графическое представление волнового процесса.
  14. Теплоемкость. Теплоемкость при постоянном давлении и объеме.
  15. Поверхностное натяжение. Давление под изогнутой поверхностью жидкости.
  16. Уравнение собственных затухающих гармонических колебаний.
  17. Волновое уравнение.
  18. Адиабатический процесс.
  19. Уравнение Клапейрона-Клаузиуса.
  20. Уравнение вынужденных колебаний. Его решение.
  21. Работа, совершаемая газом при различных процессах.
  22. Критические величины, критические состояния.
  23. Определение амплитуды и начальной фазы из начальных условий.
  24. Уравнение плоской бегущей волны, распространяющейся вдоль оси х. Характеристики волнового процесса.
  25. Среднее число столкновений и средняя длина свободного пробега молекул.
  26. Энтропия идеального газа.
  27. Уравнение стоячей волны. Координаты узлов и пучностей.
  28. Определение амплитуды и начальной фазы из начальных условий.
  29. Явления переноса. Газокинетическая теория диффузии.
  30. Цикл Карно и его КПД для идеального газа.
  31. Признаки гармонического осциллятора.
  32. Собственные колебания струны.
  33. Явления переноса. Газокинетическая теория теплопроводности.
  34. Второе начало термодинамики.
  35. Величины, характеризующие перенос энергии в волне.
  36. Сложение колебаний с помощью векторной диаграммы.
  37. Явления переноса. Газокинетическая теория вязкости.
  38. Колебательные процессы. Их классификация.
  39. Плотность энергии плоской упругой волны.
  40. Работа, совершаемая газом при различных процессах.
  41. Статистическое толкование второго начала термодинамики.
  42. Колебательные процессы. Их классификация.
  43. Волновое уравнение.
  44. Третье начало термодинамики.
  45. Биения. Их амплитуда и период.
  46. Уравнение стоячей волны. Координаты узлов и пучностей.
  47. Закон Дальтона.
  48. Сравнение изотерм Ван-дер-Ваальса и экспериментальных изотерм.
  49. Колебательные процессы. Их классификация.
  50. Закон равномерного распределения энергии по степеням свободы молекул.
  51. Энтропия идеального газа. Неравенство Клаузиуса.
  52. Определение амплитуды и начальной фазы из начальных условий.
  53. Эффект Допплера.
  54. Теплоемкость при постоянном давлении и объеме.
  55. Тепловые двигатели и холодильные машины.
  56. Распределение Максвелла.
  57. Давление под изогнутой поверхностью жидкости.
  58. Решение уравнения собственных затухающих гармонических колебаний. Апериодический режим.
  59. Уравнение плоской бегущей волны, распространяющейся вдоль оси х. Характеристики волнового процесса.
  60. Кристаллические решетки.
  61. Уравнение стоячей волны. Координаты узлов и пучностей.
  62. Математический маятник.
  63. Смачивание. Капиллярные явления.
  64. Физический маятник.
  65. Уравнение плоской волны, распространяющейся в произвольном направлении.
  66. Закон Больцмана для распределения частиц во внешнем потенциальном поле.
  67. Признаки гармонического осциллятора.
  68. Политропические процессы.
  69. Сложение колебаний с помощью векторной диаграммы.
  70. Распределение энергии в бегущей и стоячей волнах.
  71. Явления на границе жидкости и твердого тела.
  72. Гармонические колебания. Амплитуда, частота, фаза, начальная фаза. Связь между периодом и частотой.
  73. Решение уравнения собственных затухающих гармонических колебаний. Апериодический режим.
  74. Обратимые и необратимые процессы.
  75. Фазовые переходы первого и второго рода.
  76. Гармонические колебания. Амплитуда, частота, фаза, начальная фаза. Связь между периодом и частотой.
  77. Энергия гармонического осциллятора.
  78. Закон Больцмана для распределения частиц во внешнем потенциальном поле.
  79. КПД цикла Карно.
  80. Гармонический осциллятор. Квазиупругая сила.
  81. Уравнение вынужденных колебаний. Его решение.
  82. Математический маятник.
  83. Основное уравнение молекулярно-кинетической теории идеального газа для давления.
  84. Второе начало термодинамики.

# ий семестр «Электричество и магнетизм»

* 1. Понятие точечного заряда. Закон Кулона. Зависимость силы от расстояния. Зависимость силы от величины зарядов.
  2. Напряженность электрического поля. Принцип суперпозиции. Поле системы точечных зарядов. Поле системы распределенных зарядов.
  3. Теорема Остроградского-Гаусса. Поле заряженной поверхности.
  4. Дивергенция электрического поля. Пограничное условие для нормальных составляющих напряженности.
  5. Работа сил электрического поля. Теорема Стокса. Пограничное условие для тангенциальных составляющих напряженности.

1. Электрический диполь и его поле (потенциал, напряженность, уравнение силовых линий).
2. Сила и момент силы, действующие на диполь во внешнем поле.
3. Электростатическое поле при наличии проводников: понятие проводника, математическая формулировка закона сохранения заряда, микроскопическое и макроскопическое поле, напряженность поля внутри проводника.
4. Электрическое поле вблизи поверхности проводника. Поверхностная плотность заряда на искривленных поверхностях. Проводящие экраны.
5. Теорема о единственности решения уравнения Лапласа. Метод изображений.
6. Емкость уединенного проводника. Система проводников: потенциальные и емкостные коэффициенты. Примеры.
7. Понятие о конденсаторе. Примеры вычисления емкостей конденсаторов.
8. Энергия электростатического взаимодействия системы точечных зарядов. Обобщение на случай непрерывного распределения зарядов. Примеры: энергия точечного заряда и диполя во внешнем поле, непосредственный расчет электростатической энергии заряженного конденсатора.
9. Вывод выражения для энергии электростатического поля. Плотность энергии электростатического поля. Примеры: полная энергия системы двух точечных зарядов, энергия системы проводников.
10. Определение диэлектрика. Его свойства и характеристики: электрический дипольный момент молекулы, потенциал поля электронейтральной молекулы, вектор поляризации диэлектрика.
11. Потенциал электростатического поля при наличии диэлектриков.
12. Поляризуемость диэлектрика. Вектор электрического смещения. Граничные условия для электрического поля при наличии диэлектриков.
13. Основные уравнения электростатики при наличии диэлектриков. Непосредственный расчет поля при наличии однородного диэлектрика.
14. Связь между локальным и внешним полем в диэлектрике: микро- и макроскопические значения физических величин, усреднение микроскопического поля в диэлектриках, вычисление напряженности локального поля (построение Лоренца).
15. Неполярные диэлектрики.
16. Полярные диэлектрики.
17. Энергия электростатического поля в диэлектриках.
18. Преобразования энергии, связанные с поляризацией диэлектрика.
19. Силы действующие на диэлектрик в электрическом поле.
20. Твердотельные диэлектрики. Пьезоэффект (прямой и обратный). Пироэлектричество.
21. Электрическое поле внутри проводника. Плотность тока. Закон Ома. Потенциал поля внутри проводника с током. Закон Джоуля-Ленца.
22. Сторонние электродвижущие силы. Закон Ома для полной цепи. Правила Кирхгофа для цепей постоянного тока.
23. Развитие представлений о магнетизме. Вектор индукции магнитного поля. Закон Био- Савара-Лапласа. Закон Ампера.
24. Теорема о циркуляции вектора магнитной индукции (интегральная и дифференциальная форма). Теорема о потоке вектора магнитной индукции (интегральная и дифференциальная форма).
25. Векторный потенциал: определение, калибровка, уравнение для векторного потенциала, векторный потенциал поля объемных и прямолинейных токов.
26. Магнитное поле элементарного контура с током. Понятие магнитного момента.
27. Сила и момент силы, действующие на магнитный момент в магнитном поле.
28. Магнитное поле в веществе: механизмы намагничивания, понятие намагниченности вещества, объемные и поверхностные молекулярные токи, теорема о циркуляции вектора намагниченности.
29. Напряженность магнитного поля, граничные условия для магнитного поля.
30. Диамагнетизм: ларморова прецессия, диамагнитная восприимчивость.
31. Парамагнетизм.
32. Ферромагнетизм: основные свойства ферромагнетиков, обменное взаимодействие, закон Кюри-Вейсса. Антиферромагнетизм.
33. Индукция тока в движущихся проводниках. Закон электромагнитной индукции в интегральной и дифференциальной формах. Вихревое электрическое поле.
34. Понятие об индуктивности и взаимной индукции. Энергия магнитного поля. Плотность энергии магнитного поля.
35. Ток смещения. Система уравнений Максвелла.
36. Закон сохранения энергии для электромагнитного поля. Вектор Умова-Пойнтинга.

54. Последовательный колебательный контур.

# ый семестр «Оптика»

* 1. Световая волна. Интенсивность света
  2. Пространственная и временная когерентность
  3. Интерференция поляризованных лучей. Пластинки в /4. /2 и 
  4. Явление интерференции. Интерференция двух цилиндрических волн
  5. Когерентность. Способы наблюдения интерференции света. Бипризма Френеля
  6. Поляризация света. Закон Малюса. Закон Брюстера.
  7. Интерференция света при отражении от тонкой пластинки. Полосы равного наклона
  8. Интерференция света при отражении света тонкой пластинки. Полосы равной толщины.
  9. Влияние немонохроматичности света на характер интерференционной картины.
  10. Явление дифракции. Принцип Гюйгенса – Френеля
  11. Дифракция Фраунгофера на одной щели
  12. Дифракционная решетка
  13. Дифракционная решетка как спектральный прибор. Дисперсия дифракционной решетки.
  14. Явление двойного лучепреломления. Построение Гюйгенса для лучей (о) и (е) в положительном кристалле
  15. Дифракция Френеля на круглом отверстии. Зоны Френеля
  16. Свет естественный и свет поляризованный. Закон Малюса. Закон Врюстера
  17. Закон Малюса.
  18. Зоны Френеля. Графический метод сложения амплитуд
  19. Поглощение излучения веществом. Закон Бугера
  20. Зависимость коэффициента поглощения от длины волны для жидкостей, твердых тел , газов и веществ в парообразном состоянии
  21. Фазовая и групповая скорости света. Закон Рэлея.
  22. Дифракция на круглом экране. Пятно Пуассона.
  23. Кольца Ньютона

# ий семестр «Атомная физика»

* 1. Экспериментальные основы и развитие идей атомной физики.
  2. Порядки величин для атомных процессов.
  3. Квантовые свойства света. Фотоэффект.
  4. Квантовые свойства света. Корпускулярная интерпретация интерференции.
  5. Квантовые свойства света. Импульс фотона.
  6. Квантовые свойства света. Опыты Комптона.
  7. Квантовые свойства света. Теория эффекта Комптона.
  8. Квантовые свойства света. Опыты Боте и Гейгера, Комптона и Саймона.
  9. Рентгеновское излучение. Дифракция рентгеновских лучей в кристаллах.
  10. Методы наблюдение дифракции рентгеновских лучей (Лауэ, Дебая-Шерера).
  11. Корпускулярно-волновой дуализм. Гипотеза де Бройля. Волны де Бройля.
  12. Корпускулярно-волновой дуализм. Дебройлевская длина волны электрона.
  13. Корпускулярно-волновой дуализм. Опыты Томсона и Тартаковского.
  14. Корпускулярно-волновой дуализм. Опыты Дэвидсона и Джермера.
  15. Корпускулярно-волновой дуализм. Опыты Бибермана, Фабриканта и Сушкина.
  16. Дискретность атомных состояний. Спектр атома водорода.
  17. Дискретность атомных состояний. Опыты Франка и Герца.
  18. Ядерная модель атома. Формула Резерфорда.
  19. Опыты Резерфорда.
  20. Распределение заряда в атоме и определение заряда ядра.
  21. Постулаты Бора. Условия квантования.
  22. Квантование круговых орбит электрона в атоме.
  23. Серия Пикеринга и спектр ионов гелия.
  24. Теория Бора-Зоммерфельда.
  25. Принцип соответствия.
  26. Недостатки теории Бора.
  27. Флуктуации интенсивности светового потока
  28. Поляризация фотона
  29. Эффект Рамзауэра - Таунсенда.
  30. Излучение черного тела. Формула М. Планка
  31. Коэффициенты Эйнштейна. Условия равновесия излучения.
  32. Атомные спектры. Комбинационный принцип.
  33. Спектральные серии атома водорода.
  34. Постулаты квантовой механики.
  35. Уравнение Шредингера.
  36. Принцип суперпозиции состояний.
  37. Плотность заряда и плотность тока.
  38. Свойства операторов физических величин.
  39. Соотношение неопределенности Гейзенберга.
  40. Частица в одномерной потенциальной яме.
  41. Прохождение частиц через потенциальный барьер.
  42. Одномерная яма конечной глубины.
  43. Линейный гармонический осциллятор.
  44. Теория излучения.
  45. Интенсивность излучения
  46. Правила отбора для осциллятора.
  47. Правила отбора для ротатора.
  48. Движение частицы в поле центральной силы. Решение угловой части уравнения Шредингера.
  49. Оператор момента импульса, его свойства. Закон сохранения момента импульса при движении в поле центральной силы.
  50. Движение частицы в кулоновском поле. Решение радиальной части уравнения Шредингера.
  51. Распределение плотности в электронном облаке.
  52. Водородоподобные атомы и системы.
  53. Модель валентного электрона. Атомы щелочных металлов.
  54. Спектральные серии щелочных металлов.
  55. Плотность тока вероятности. Орбитальный магнитный момент электрона.
  56. Опыты Штерна и Герлаха. Спин электрона.
  57. Спин электрона.
  58. Спин – орбитальное взаимодействие. Расщепление линий.
  59. Магнитомеханические эффекты и спин электрона.
  60. Дублетная структура спектров щелочных металлов.
  61. Полные механический и магнитный момент
  62. Гиромагнитное отношение.
  63. Сложение механических орбитальных моментов.
  64. Сложение механических спиновых моментов.
  65. Полный механический момент атома. Типы связей электронов в атоме.
  66. Полный магнитный момент атома.
  67. Фактор Ланде.
  68. Векторная модель атома.
  69. Метод магнитного резонанса.
  70. Многоэлектронные атомы. Спектр атома гелия.
  71. Мультиплетная структура спектров.
  72. Эквивалентные электроны. Принцип Паули.
  73. Эффект Зеемана. Расщепление энергетических уровней в магнитном поле.
  74. Сложный эффект Зеемана. Расщепление линий излучения в магнитном поле.
  75. Простой эффект Зеемана. Эффект Пашена-Бака.
  76. Строение электронных оболочек. Химические свойства атомов.
  77. Периодическая система элементов Менделеева.
  78. Характеристическое рентгеновское излучение. Закон Мозли.
  79. Уровни энергии для рентгеновских спектров.
  80. Структура рентгеновских спектров.
  81. Строение молекул. Адиабатическое приближение.
  82. Вращательно – колебательные спектры двухатомных молекул.
  83. Электронные спектры молекул.
  84. Ионная химическая связь.
  85. Природа ковалентной химической связи.
  86. Зонные модели металлов, полупроводников, диэлектриков.
  87. Проводимость твердых тел. Собственная и примесная проводимость.
  88. Сверхпроводимость и ее квантовая природа.
  89. Статистические распределения Ферми-Дирака и Бозе-Эйнштейна.
  90. Энергия Ферми

# ой семестр «Физика атомного ядра и элементарных частиц»

* 1. Опыты Резерфорда. Планетарная модель атома.
  2. Квантовые постулаты Бора. Опыты Франка и Герца.
  3. Модель водородоподобного атома по теории Бора.
  4. Волновые свойства микрочастиц. Волны де-Бройля.
  5. Экспериментальные доказательства волновых свойств микрочастиц.
  6. Волновая функция, ее физический смысл.
  7. Соотношения неопределенности.
  8. Уравнение Шредингера.
  9. Простейшие задачи квантовой механики. Частица в "потенциальной яме" ("ящике").
  10. Простейшие задачи квантовой механики. Прохождение частицы через потенциальный барьер. Туннельный эффект.
  11. Простейшие задачи квантовой механики. Линейный гармонический осциллятор.
  12. Водородоподобный атом. Орбитальный и собственный моменты импульса электрона и описание различных состояний электрона в атоме.
  13. Спин и магнитный момент электрона.
  14. Экспериментальные доказательства существования спина и магнитного момента электрона.
  15. Ферми- и Бозе-частицы. Принцип Паули.
  16. Строение электронных оболочек. Объяснение периодической системы Д.И.Менделеева.
  17. Полный момент импульса электрона в атоме. Символические обозначения термов. Правила отбора для оптических переходов.
  18. Векторная модель многоэлектронного атома.
  19. Квантовые состояния многоэлектронных атомов. Правило Хунда.
  20. Магнитный момент атома.
  21. Эффект Зеемана.
  22. Рентгеновские спектры. Закон Мозли.
  23. Физика молекулы. Ковалентная и ионная связь.
  24. Основные понятия зонной теории твердых тел. Зонные модели металлов, полупроводников, диэлектриков.
  25. Сверхпроводимость. Высокотемпературная сверхпроводимость.
  26. Состав атомного ядра. Изотопы и изобары. Энергия связи атомного ядра.
  27. Радиус, спин и магнитный момент ядра. Статистика и четность ядер.
  28. Методы измерения спина и магнитного момента ядра. Ядерный магнитный резонанс (ЯМР).
  29. Капельная модель ядра. Формула Вейцзеккера для энергии связи ядра.
  30. Оболочечная модель ядра. Спин-орбитальное взаимодействие нуклонов в ядре.
  31. Гиромагнитное отношение нуклона в оболочечной модели ядра.
  32. Радиоактивный распад ядер. Основной закон радиоактивного распада.
  33. Альфа-распад ядер.
  34. Теория альфа-распада.
  35. Бета-распад ядер.
  36. Гамма-излучение ядер.
  37. Эффект Мессбауэра.
  38. Спонтанное деление ядер. Трансурановые элементы.
  39. Прохождение заряженных частиц и гамма-квантов через вещество.
  40. Дозиметрические единицы и защита от радиоактивных излучений.
  41. Детекторы частиц (счетчики и трековые регистраторы).
  42. Ядерные реакции; их классификация, способы записи и общие закономерности.
  43. Энергия и порог ядерной реакции. Законы сохранения энергии, импульса, момента импульса и четности в ядерных реакциях.
  44. Теория ядерных реакций.
  45. Ядерные реакции под действием нейтронов. Формулы Брейта-Вигнера.
  46. Цепная реакция деления тяжелых ядер под действием нейтронов.
  47. Ядерные реакторы на медленных и на быстрых нейтронах.
  48. Реакции термоядерного синтеза. Проблема управляемого термоядерного синтеза (УТС).
  49. Элементарные частицы и их свойства. Законы сохранения в физике элементарных частиц.
  50. Типы взаимодействий и классификация элементарных частиц. Античастицы. Виртуальные частицы. Диаграммы Фейнмана.
  51. Кварковая структура мезонов и барионов. Экспериментальные подтверждения кварковой теории.
  52. Основные свойства лептонов. Несохранение четности в слабых взаимодействиях.
  53. Свойства нейтрино.
  54. Космические лучи.

**б) Критерии оценивания компетенций (результатов):**

|  |  |
| --- | --- |
| Оценка | Критерии оценки |
| Отлично 36–40 | **Студент должен:**   * продемонстрировать глубокое и прочное усвоение знаний программного материала; * исчерпывающе, последовательно, грамотно и логически стройно изложить теоретический материал; |

|  |  |
| --- | --- |
|  | * правильно формулировать определения; * продемонстрировать умения самостоятельной работы с литературой; * уметь сделать выводы по излагаемому материалу. |
| Хорошо 30–35 | **Студент должен:**   * продемонстрировать достаточно полное знание программного материала; * продемонстрировать знание основных теоретических понятий;   достаточно последовательно, грамотно и логически стройно излагать материал;   * продемонстрировать умение ориентироваться в литературе; * уметь сделать достаточно обоснованные выводы по излагаемому материалу. |
| Удовлетворительно 24–29 | **Студент должен:**   * продемонстрировать общее знание изучаемого материала; * показать общее владение понятийным аппаратом дисциплины; * уметь строить ответ в соответствии со структурой излагаемого вопроса; * знать основную рекомендуемую программой учебную литературу. |
| Неудовлетворительно 23 и меньше | **Студент демонстрирует:**   * незнание значительной части программного материала; * не владение понятийным аппаратом дисциплины; * существенные ошибки при изложении учебного материала; * неумение строить ответ в соответствии со структурой излагаемого вопроса; * неумение делать выводы по излагаемому материалу. |

**в) Описание шкалы оценивания:**

|  |  |
| --- | --- |
| **Рейтинговый балл по дисциплине за экзамен** | **Оценка по 5-балльной системе** |
| 36 – 40 | Отлично |
| 30 – 35 | Хорошо |
| 24 – 29 | Удовлетворительно |
| <23 | Неудовлетворительно |

* + 1. ***а) Коллоквиум, типовые вопросы - образец:***

***Раздел «Физические основы механики»***

* + - 1. Третий закон Ньютона. Конечность скорости распространения взаимодействия
      2. Кинематика вращательного движения.
      3. Сила тяжести и вес тела.
      4. Связь ускорений в инерциальной и неинерциальной системах отсчета
      5. Проекции скорости и ускорения в декартовой системе координат.
      6. Вычисление пути, проходимого точкой при неравномерном движении.
      7. Масса инертная и масса гравитационная
      8. Векторный, координатный и естественный способы задания движения.
      9. Масса и импульс тела. Законы Ньютона.
      10. Сила. Масса. Второй закон Ньютона. Основное уравнение динамики материальной точки
      11. Векторный, координатный и естественный способы задания движения.
      12. Перемещение, скорость и ускорение
      13. Конечность скорости распространения взаимодействия
      14. Неинерциальные системы отсчета. Основное динамики в неинерциальной системе отсчета уравнение
      15. Скорость и ускорение в естественном способе задания движения (нормальное и тангенциальное ускорения).
      16. Основное уравнение динамики в неинерциальной системе отсчета.
      17. Силы инерции
      18. Теорема о движении центра инерции системы тел
      19. Сила тяжести и вес тела.
      20. Сила Кориолиса
      21. Центробежная сила инерции

***Раздел «Колебания и волны»***

1. Периодические процессы. Гармонические колебания. Амплитуда, частота, фаза колебаний. Представление гармонических колебаний с помощью вектора амплитуды.

Сложение гармонических колебаний одного направления. Сложение гармонических колебаний одного направления и близких частот. Биения.

Сложение гармонических колебаний одного направления одинаковых частот, имеющих разные значения амплитуд и начальных фаз.

Сложение гармонических колебаний одинаковой частоты происходящих во взаимно- перпендикулярных направлениях. Влияние разности фаз на вид результирующего колебания.

Сложение гармонических колебаний, происходящих во взаимно перпендикулярных направлениях и имеющих частоты, относящиеся как целые числа. Фигуры Лиссажу.

1. Гармонический осциллятор. Собственные колебания гармонического осциллятора. Вывод дифференциального уравнения гармонического осциллятора на примере пружинного маятника. Собственные колебания гармонического осциллятора. Частота колебаний, амплитуда, начальная фаза. Нахождение амплитуды и начальной фазы колебаний по начальным условиям.

Физический маятник. Частота, амплитуда, начальная фаза малых колебаний физического маятника.

Период колебаний математического маятника. Период колебаний пружинного маятника.

Квазиупругая сила. Потенциальная энергия гармонического осциллятора.

Малые колебания системы вблизи положения равновесия. Нахождение частоты малых колебаний.

Энергия гармонического осциллятора.

1. Затухающие колебания гармонического осциллятора.

Дифференциальное уравнение затухающих колебаний гармонического осциллятора. Частота, амплитуда, начальная фаза колебаний.

Затухающие колебания гармонического осциллятора. Коэффициент затухания, логарифмический декремент затухания, добротность.

1. Вынужденные колебания гармонического осциллятора под действием силы, изменяющейся со временем по гармоническому закону.

Частота, амплитуда, фаза вынужденных колебаний.

Явление резонанса. Амплитудная резонансная кривая. Добротность осциллятора. Полуширина амплитудной резонансной кривой. Резонансная частота, резонансная амплитуда.

1. Автоколебания. Основные элементы автоколебательной системы.
2. Волны. Основные параметры, характеризующие волновой процесс. Волны продольные и поперечные. Уравнение плоской бегущей монохроматической (гармонической) волны. Фаза волны. Волновое число, волновой вектор.

Фазовая поверхность, фронт волны, луч.

График распределения смещений в плоской бегущей волне для фиксированного момента времени; зависимость смещения от времени в фиксированной точке.

Волновое уравнение. Вывод волнового уравнения на примере продольной упругой волны в стержне. Фазовая скорость волны.

Решения волнового уравнения. Фазовая скорость распространения волны. Собственные колебания струны с жестко закрепленными концами.

Стоячие волны. Спектр частот собственных колебаний.

Собственные колебания столба воздуха в трубе. Зависимость спектра собственных частот от условий на концах трубки.

1. Энергия упругой волны. Плотность энергий. Поток энергии, плотность потока энергии. Вектор Умова. Интенсивность волны.

Зависимость амплитуды сферической волны от расстояния до источника. Зависимость амплитуды цилиндрической волны от расстояния до источника.

1. Эффект Доплера.

# Раздел «Электричество»

* 1. Поле неподвижных зарядов. Закон Кулона. Напряженность электрического поля.
  2. Энергия электрического поля. Плотность энергии электрического поля.
  3. Потенциал. Энергия взаимодействия системы зарядов.
  4. Дивергенция вектора напряженности электрического поля.
  5. Работа сил электростатического поля. Циркуляция вектора напряженности электрического поля.
  6. Электроемкость. Конденсатор. Емкость плоского конденсатора.
  7. Электрический диполь. Поле диполя. Момент сил, действующих на диполь. Энергия диполя во внешнем электрическом поле.
  8. Электроемкость. Емкость сферического и цилиндрического конденсаторов.
  9. Диэлектрики в электрическом поле. Поляризуемость молекул. Вектор поляризации.
  10. Электроемкость. Параллельное и последовательное соединение конденсаторов.
  11. Поляризация диэлектрика. Диэлектрическая проницаемость. Вектор электрического смещения
  12. Проводники во внешнем электрическом поле. Условия равновесия зарядов в проводнике. Поле вблизи поверхности и внутри проводника.
  13. Поток вектора напряженности электрического поля. Теорема Гаусса.
  14. Энергия системы зарядов. Энергия заряженного проводника.
  15. Условия на границе двух диэлектриков
  16. Дивергенция вектора электрического смещения.
  17. Условия на границе двух диэлектриков.
  18. Закон Ома. Закон Ома в дифференциальной форме.
  19. Поле заряженных одной и двух плоскостей.
  20. Поле неподвижных зарядов. Закон Кулона. Напряженность электрического поля.
  21. Электрический диполь. Поле диполя.
  22. Поле заряженных одной и двух плоскостей.
  23. Работа сил электростатического поля. Циркуляция вектора напряженности электрического поля.
  24. Энергия электрического поля. Плотность энергии электрического поля.
  25. Момент сил, действующих на диполь. Энергия диполя во внешнем электрическом поле.
  26. Поле заряженных одной и двух плоскостей.
  27. Условия на границе двух диэлектриков.
  28. Энергия системы зарядов. Энергия заряженного проводника.
  29. Поле заряженных одной и двух плоскостей.
  30. Поле неподвижных зарядов. Закон Кулона. Напряженность электрического поляч.
  31. Поток вектора напряженности электрического поля. Теорема Гаусса.
  32. Электроемкость. Емкость сферического и цилиндрического конденсаторов.
  33. Диэлектрики в электрическом поле. Поляризуемость молекул. Вектор поляризации.
  34. Электроемкость. Параллельное и последовательное соединение конденсаторов.
  35. Поле заряженных цилиндрических и сферических поверхностей.
  36. Дивергенция вектора электрического смещения.
  37. Дивергенция вектора напряженности электрического поля.
  38. Энергия системы зарядов. Энергия заряженного проводника.
  39. Проводники во внешнем электрическом поле. Условия равновесия зарядов в проводнике. Поле вблизи поверхности и внутри проводника.
  40. Дивергенция вектора напряженности электрического поля.
  41. Энергия системы зарядов. Энергия заряженного проводника.
  42. Связь между вектором поляризации и поверхностной плотностью связанных зарядов.
  43. Терема Гаусса для вектора напряженности электрического поля.
  44. Работа сил электростатического поля. Циркуляция вектора напряженности электрического поля.
  45. Энергия электрического поля. Плотность энергии электрического поля.

# Раздел «Оптика»

1. Световая волна. Интенсивность света
2. Пространственная и временная когерентность
3. Интерференция поляризованных лучей.
4. Интерференция двух цилиндрических волн
5. Когерентность. Способы наблюдения интерференции света. Бипризма Френеля
6. Интерференция света при отражении от тонкой пластинки. Полосы равного наклона
7. Интерференция света при отражении света тонкой пластинки. Полосы равной толщины.
8. Влияние немонохроматичности света на характер интерференционной картины.
9. Явление дифракции. Принцип Гюйгенса – Френеля
10. Дифракция Фраунгофера на одной щели
11. Дифракционная решетка
12. Дифракция Френеля на круглом отверстии. Зоны Френеля
13. Зоны Френеля. Графический метод сложения амплитуд
14. Дифракция на круглом экране. Пятно Пуассона.
15. Кольца Ньютона

# Раздел «Атомная физика»

1. Экспериментальные основы и развитие идей атомной физики.
2. Порядки величин для атомных процессов.
3. Квантовые свойства света. Фотоэффект.
4. Квантовые свойства света. Корпускулярная интерпретация интерференции.
5. Квантовые свойства света. Импульс фотона.
6. Квантовые свойства света. Опыты Комптона.
7. Квантовые свойства света. Теория эффекта Комптона.
8. Квантовые свойства света. Опыты Боте и Гейгера, Комптона и Саймона.
9. Рентгеновское излучение. Дифракция рентгеновских лучей в кристаллах.
10. Методы наблюдение дифракции рентгеновских лучей (Лауэ, Дебая-Шерера).
11. Корпускулярно-волновой дуализм. Гипотеза де Бройля. Волны де Бройля. 12. Корпускулярно-волновой дуализм. Дебройлевская длина волны электрона.
12. Корпускулярно-волновой дуализм. Опыты Томсона и Тартаковского.
13. Корпускулярно-волновой дуализм. Опыты Дэвидсона и Джермера.
14. Корпускулярно-волновой дуализм. Опыты Бибермана, Фабриканта и Сушкина.
15. Дискретность атомных состояний. Спектр атома водорода.
16. Дискретность атомных состояний. Опыты Франка и Герца.
17. Ядерная модель атома. Формула Резерфорда.
18. Опыты Резерфорда.
19. Распределение заряда в атоме и определение заряда ядра.
20. Постулаты Бора. Условия квантования.
21. Квантование круговых орбит электрона в атоме.
22. Серия Пикеринга и спектр ионов гелия.
23. Теория Бора-Зоммерфельда.
24. Принцип соответствия.
25. Недостатки теории Бора.
26. Флуктуации интенсивности светового потока
27. Поляризация фотона
28. Эффект Рамзауэра - Таунсенда.
29. Излучение черного тела. Формула М. Планка
30. Коэффициенты Эйнштейна. Условия равновесия излучения.
31. Атомные спектры. Комбинационный принцип.
32. Спектральные серии атома водорода.
33. Постулаты квантовой механики.
34. Уравнение Шредингера.
35. Принцип суперпозиции состояний.
36. Плотность заряда и плотность тока.
37. Свойства операторов физических величин.
38. Соотношение неопределенности Гейзенберга.
39. Частица в одномерной потенциальной яме.
40. Прохождение частиц через потенциальный барьер.
41. Одномерная яма конечной глубины.
42. Линейный гармонический осциллятор.

# Раздел «Физика атомного ядра и элементарных частиц»

1. Опыты Резерфорда. Планетарная модель атома.
2. Квантовые постулаты Бора. Опыты Франка и Герца.
3. Модель водородоподобного атома по теории Бора.
4. Волновые свойства микрочастиц. Волны де-Бройля.
5. Экспериментальные доказательства волновых свойств микрочастиц.
6. Волновая функция, ее физический смысл.
7. Соотношения неопределенности.
8. Уравнение Шредингера.
9. Простейшие задачи квантовой механики. Частица в "потенциальной яме" ("ящике").
10. Простейшие задачи квантовой механики. Прохождение частицы через потенциальный барьер. Туннельный эффект.
11. Простейшие задачи квантовой механики. Линейный гармонический осциллятор.
12. Водородоподобный атом. Орбитальный и собственный моменты импульса электрона и описание различных состояний электрона в атоме.
13. Спин и магнитный момент электрона.
14. Экспериментальные доказательства существования спина и магнитного момента электрона.
15. Ферми- и Бозе-частицы. Принцип Паули.
16. Строение электронных оболочек. Объяснение периодической системы Д.И.Менделеева.
17. Полный момент импульса электрона в атоме. Символические обозначения термов. Правила отбора для оптических переходов.
18. Векторная модель многоэлектронного атома.
19. Квантовые состояния многоэлектронных атомов. Правило Хунда.
20. Магнитный момент атома.
21. Эффект Зеемана.
22. Рентгеновские спектры. Закон Мозли.
23. Физика молекулы. Ковалентная и ионная связь.
24. Основные понятия зонной теории твердых тел. Зонные модели металлов, полупроводников, диэлектриков.
25. Сверхпроводимость. Высокотемпературная сверхпроводимость.
26. Состав атомного ядра. Изотопы и изобары. Энергия связи атомного ядра.
27. Радиус, спин и магнитный момент ядра. Статистика и четность ядер.
28. Методы измерения спина и магнитного момента ядра. Ядерный магнитный резонанс (ЯМР).
29. Капельная модель ядра. Формула Вейцзеккера для энергии связи ядра.
30. Оболочечная модель ядра. Спин-орбитальное взаимодействие нуклонов в ядре.

**б) Критерии оценивания компетенций (результатов):**

* + уровень освоения обучающимся материала, предусмотренного учебной программой;
  + умение обучающегося использовать теоретические знания при выполнении заданий и задач;
  + обоснованность, четкость, краткость изложения ответа.

**Описание шкалы оценивания**

**Отметка «отлично»** (в баллах от 27 до 30) ставится, если:

* + изученный материал изложен полно, определения даны верно;
  + ответ показывает понимание материала;
  + обучающийся может обосновать свои суждения, применить знания на практике, привести необходимые примеры, не только по учебнику и конспекту, но и самостоятельно составленные.

**Отметка «хорошо»** (в баллах от 22 до 26) ставится, если:

* + изученный материал изложен достаточно полно;
  + при ответе допускаются ошибки, заминки, которые обучающийся в состоянии исправить самостоятельно при наводящих вопросах;
  + обучающийся затрудняется с ответами на 1-2 дополнительных вопроса.

**Отметка «удовлетворительно»** (в баллах от 18 до 21) ставится, если:

* + материал изложен неполно, с неточностями в определении понятий или формулировке определений;
  + материал излагается непоследовательно;

–обучающийся не может достаточно глубоко и доказательно обосновать свои суждения и привести свои примеры;

* + на 50% дополнительных вопросов даны неверные ответы.

**Отметка «неудовлетворительно»** (в баллах от 0 до 17) ставится, если:

* + при ответе обнаруживается полное незнание и непонимание изучаемого материала;
  + материал излагается неуверенно, беспорядочно;
  + даны неверные ответы более чем на 50% дополнительных вопросов.

**в) Описание шкалы оценивания:**

|  |  |
| --- | --- |
| **Рейтинговый балл по дисциплине за коллоквиум** | **Оценка по 5-балльной системе** |
| 27 – 30 | Отлично |
| 22 – 26 | Хорошо |
| 18 – 21 | Удовлетворительно |
| <17 | Неудовлетворительно |

* + 1. **а) Контрольные работы, типовые задания:**

***Контрольная работа №1, типовые задания – образец:***

1. В 79 году произошло знаменитое извержение Везувия, а в 1054 г. на небе наблюдали сверхновую звезду, расстояние до которой равно R=3588 световых лет. Найдите скорость V системы отсчета, в которой это извержение Везувия и взрыв cверхновой произошли одновременно.
2. В 472 г. произошло очередное сильное извержение Везувия, а в 1572 г. Тихо Браге наблюдал на небе сверхновую, расстояние до которой равно R =1174 световых лет. Найдите скорость V системы отсчета в которой это извержение Везувия произошло на 1000 лет позже момента взрыва сверхновой звезды 3.
3. В 685 году произошло очередное сильное извержение Везувия, а в 1604 году Кеплер наблюдал на небе сверхновую звезду, расстояние до которой равно R =3262 световых года. Найдите скорость V системы отсчета, в которой это извержение Везувия произошло на 1000 лет раньше момента взрыва сверхновой звезды.
4. Нестабильная частица родилась и распалась в одной и той же точке. Время жизни частицы равно τ= 1 мкс. Найдите скорость V системы отсчета, в которой расстояние между точками рождения и распада равно l=3 км.
5. Нейтрон родился в атмосфере Земли, полетел в некотором направлении в космическое пространство и через некоторое время распался. Кинетическая энергия нейтрона равна T=2 ГэВ ( энергия покоя 0.94 mc2 = ГэВ). Найдите скорость системы V отсчета, в которой нейтрон родился и распался в одной и той же точке.
6. Навигационный спутник вращается вокруг Земли по орбите, высота которой равна h= 1.9

⋅104 км. На какое время ∆t атомные часы на этом спутнике отстанут из-за лоренцевского замедления темпа хода движущихся часов от аналогичных часов на Земле за одни сутки?

1. Нестабильная частица родилась в атмосфере на высоте h=10 км и распалась вблизи поверхности Земли. Полная энергия частицы равна E=300 ГэВ (энергия покоя 0.14 mc2 = ГэВ), а ее скорость направлена под углом 600 к вертикали. Найдите отношение собственного времени ∆t′ жизни этой частицы к ее среднему времени жизни τ=2.6 \*10-8 c
2. Нейтроны с энергией E рождаются в гипотетическом источнике в центре Галактики и некоторая их часть летит по направлению к Земле, а половина из этой части долетает до Земли. Расстояние от Земли до центра Галактики равно 2.6 ⋅104 световых лет. Среднее время жизни нейтрона τ=887 с, а энергия покоя 0.94 mc2 = ГэВ. Найдите энергию E этих нейтронов.
3. По прямой в одном и том же направлении летят две частицы с одинаковыми скоростями V

= 0.999 ⋅ c . В лабораторное системе отсчета до неподвижной мишени сначала долетает первая частица, а через промежуток времени ∆t=100 нс по лабораторным часам – вторая. Найдите время ∆t′ запаздывания второй частицы относительно первой в системе отсчета, связанной с частицами.

1. Два космических корабля летят к Земле по прямой с одинаковыми скоростями друг за другом. Второй корабль приблизился к Земле спустя два месяца после первого по лабораторным часам на Земле. Время ∆t′ запаздывания второго корабля относительно первого в системе отсчета, связанной с кораблями равно 4 месяцам. Найдите скорость V космических кораблей.
2. На ускорителе из большого числа одинаковых нестабильных частиц формируются два одинаковых сгустка, которые летят по прямой друг за другом с одинаковой скоростью V = 0.99c .
3. Две частицы летят навстречу друг другу со скоростями, которым соответствуют лоренцевские факторы γ1 =103 и γ2 =105. Найдите величину лоренцевского фактора γ одной из частиц в системе покоя другой. 19. На ускорителе (большом адронном коллайдере) сталкиваются два протона, летящие навстречу друг другу. Полная энергия каждого протона равна E0 = 7 ⋅10 ГэВ (энергия покоя 0.94 mc2 = ГэВ). Найдите энергию E одного из протонов в системе покоя другого.
4. Частица летит в направлении оси OX лабораторной системы отсчета со скоростью V = 0.9999c . В системе отсчета, связанной с этой частицей ось O’X’ параллельна оси OX. В этой системе отсчета вдоль оси O'Y' по 6 направлению к частице летит фотон. Под каким углом α относительно оси OX лабораторной системы отсчета летит этот фотон?
5. Нестабильная частица (нейтральный пи-мезон) летит в направлении оси OX лабораторной системы отсчета и распадается на два гамма-кванта. В системе отсчета, связанной с этой частицей ось O’X’ параллельна оси OX. В этой системе один из гамма-квантов летит в направлении оси O'Y', а другой - в противоположном. Полная энергия частицы равна E=135 ГэВ (энергия покоя 0.135 mc2 = ГэВ). Найдите угол α между направлениями разлета этих гамма-квантов в лабораторной системе отсчета.
6. Два ядра свинца летят навстречу друг другу с одинаковыми скоростями и сталкиваются. При столкновении рождаются тысячи разных частиц, которые разлетаются изотропно в системе центра масс. Полная энергия каждого ядра в лабораторной системе отсчета равна E

= 2.87 ⋅105 ГэВ (энергия покоя 195 mc2 = ГэВ). Скорости разлета частиц в системе центра масс приближенно равны V = 0.9999 c . Найдите угол α раствора конуса, в котором летит 99% всех частиц в системе отсчета, связанной с одним из ядер.

1. Нестабильные частицы (нейтральные пи-мезоны) летят со скоростью V = 0.9999 c в направлении оси OX лабораторной системы отсчета и распадаются на два гамма-кванта. В системе отсчета, связанной с каждой частицей, направление разлета гамма-квантов противоположны и распределены равномерно по всем углам. Найдите угол α раствора конуса, в котором летит 75% всех гамма-квантов в лабораторной системе отсчета.
2. В ускорителе (большом адронном коллайдере) протоны из-за воздействия магнитного поля движутся по окружности радиуса R = 4.3 км. Индукция магнитного поля равна B=5.43 Тл и ее вектор направлен перпендикулярно к плоскости траектории. Найдите полную энергию E протона. Энергия покоя протона 0.94 mc2 = ГэВ, заряд e = 1.6 10− 19⋅ Кл.
3. В космическом пространстве протон движется по окружности в плоскости перпендикулярной линиям индукции магнитного поля, которая равна 2 \*10−10 B = ⋅ Тл. Полная энергия протона равна E=107 ГэВ. Найдите радиус R этой окружности. Энергия покоя протона 0.94 mc2 = ГэВ, заряд e = 1.6 10− 19 Кл.
4. Электрон начинает двигаться по прямой с постоянным ускорением в сопутствующей системе отсчета и через некоторое время t достигает скорости V = 0.9999 c . Если бы электрон двигался с постоянным ускорением, той же величины в соответствии с законами кинематики Ньютона, той же скорости он достиг бы он достиг бы за время tН. Найдите отношение t/tН этих времен.
5. Электрон (энергия покоя 511 ,0 mc2= МэВ) начинает двигаться по прямой с постоянным ускорением в сопутствующей системе отсчета и достигает энергии E=511 ГэВ за время

t=10-4 с в лабораторной системе отсчета. Найдите собственное время t', за которое электрон достигает этой энергии E.

1. Протон с полной энергией E = 9.4 ⋅103 (энергия покоя 0.94 mc2 = ГэВ) и огромное плазменное облако движутся навстречу друг другу с одинаковыми скоростями. Из-за воздействия магнитного поля протон абсолютно упруго отражается от облака. Найдите полную энергию E0 этого отраженного протона в лабораторной системе отсчета.
2. Две частицы летели одна за другой по прямой с одинаковой скоростью V = 0.6c в лабораторной системе отсчета и попали в неподвижную мишень с интервалом времени ∆t = 50нс. Найдите расстояние l' между частицами в системе отсчета, в которой они покоились столкновения с мишенью.
3. Две частицы летят по прямой в одном направлении с одинаковыми скоростями скоростью V

= 0.99c в лабораторной системе отсчета. Расстояние между ними в этой системе отсчета l=120м. В системе отсчета, связанной с частицами, эти частицы распались одновременно. Найдите промежуток времени ∆t между моментами распада частиц в лабораторной системе координат.

1. Частица, полная энергия которой равна E, движется со скоростью V=c. Найдите массу m этой частицы.
2. Частица, полная энергия которой равна E=9.9 ГэВ движется со скоростью V = 0.9999c . Найдите энергию покоя mc2 этой частицы.
3. Два протона летят навстречу друг другу. Полная энергия каждого протона в лабораторной системе отсчета равна E = 7 ⋅103 ГэВ. Найдите энергию покоя Mc2 этой системы.

# Контрольная работа № 2, типовые задачи - образец:

Задача 1

Определить давление *р* водяного пара массой *m*=1 кг, взятого при температуре *Т*=380 К и объеме *V* =2 л.

Задача 2

Идеальный газ, совершающий цикл Карно, 2/3 количества теплоты *Q*1, полученного от нагревателя, отдает охладителю. Температура *Т*2 охладителя равна 280 К. Определить температуру *T*1 нагревателя.

Задача 3

В результате изохорного нагревания водорода массой *m*=l г давление *р* газа увеличилось в два раза. Определить изменение S энтропии газа.

Задача 4

Идеальный газ совершает цикл Карно. Работа *A*1 изотермического расширения газа равна 5 Дж. Определить работу *A*2 изотермического сжатия, если термический КПД  цикла равен 0,2.

Задача 5

Каковы удельные теплоемкости *сv* и *сp* смеси газов, содержащей кислород массой *m*1=10 г и азот массой *m*=20 г?

Задача 6

При изохорном нагревании кислорода объемом *V*=50 л давление газа изменилось на *p*=0,5 МПа. Найти количество теплоты *Q*, сообщенное газу.

Задача 7

В цилиндре под поршнем находится азот массой *m*=0,6 кг, занимающий объем *V*1=1,2 м3 при температуре *Т*=560 К. В результате подвода теплоты газ расширился и занял объем *V*2=4,2 м3, причем температура осталась неизменной. Найти: 1) изменение *U* внутренней энергии газа; 2) совершенную им работу *A*; 3) количество теплоты *Q*, сообщенное газу.

Задача 8

На сколько уменьшится атмосферное давление *р*=100 кПа при подъеме наблюдателя над поверхностью Земли на высоту *h*=100 м? Считать, что температура *Т* воздуха равна 290 К и не изменяется с высотой.

Задача 9

Идеальный газ находится при нормальных условиях в закрытом сосуде. Определить концентрацию n молекул газа.

Задача 10

Найти среднюю квадратичную среднюю арифметическую и наиболее вероятную *v*в скорости молекул водорода. Вычисления выполнить для температуры *T*=20К

Задача 11

Сколько молекул газа содержится в баллоне вместимостью *V*=30 л при температуре *Т*=300 К и давлении *р*=5 МПа?

Задача 12

Какова вероятность *W* того, что данная молекула идеального газа имеет скорость, отличную от

*v*в не более чем на 1 %? Задача 13

Рассматривая молекулы жидкости как шарики, соприкасающиеся друг с другом, оценить порядок размера диаметра молекулы сероуглерода CS2. При тех же предположениях оценить порядок размера диаметра атомов ртути. Плотности жидкостей считать известными.

Задача 14

В цилиндр длиной *l*=1,6 м, заполненный воздухом при нормальном атмосферном давлении *p*0, начали медленно вдвигать поршень площадью *S*=200 см2. Определить силу *F*, которая будет действовать на поршень, если его остановить на расстоянии *l*1=10 см от дна цилиндра.

Задача 15

Определить плотность  насыщенного водяного пара в воздухе при температуре *Т*=300 К. Давление *р* насыщенного водяного пара при этой температуре равно 3,55 кПа.

Задача 16

В двух одинаковых по вместимости сосудах находятся разные газы: в первом — водород, во втором — кислород. Найти отношение *n*1/*n*2 концентраций газов, если массы газов одинаковы.

Задача 17

В баллоне вместимостью *V*=2 л находится кислород массой *m*=1,17г. Концентрация *n* молекул в сосуде равна 1,1\*1025 м-3. Определить по этим данным постоянную Авогадро *Na*.

Задача 18

Взвешенные в воздухе мельчайшие пылинки движутся так, как если бы они были очень крупными молекулами. Определить среднюю квадратичную скорость пылинки массой *m*=10^-10 г, если температура *Т* воздуха равна 300 К.

Задача 19

Одинаковые частицы массой *m*=10-12 г каждая распределены в однородном гравитационном поле напряженностью *G*=0,2 мкН/кг. Определить отношение *n*1/*n*2 концентраций частиц, находящихся на эквипотенциальных уровнях, отстоящих друг от друга на *z*= 10 м.

Температура *Т* во всех слоях считается одинаковой и равной 290 К. Задача 20

На какой высоте *h* над поверхностью Земли атмосферное давление вдвое меньше, чем на ее поверхности? Считать, что температура *Т* воздуха равна 290 К и не изменяется с высотой.

Задача 21

При адиабатном сжатии газа его объем уменьшился в *n*=10 раз, а давление увеличилось в

*k*=21,4 раза. Определить отношение *Cp*/*Cv* теплоемкостей газов.

Задача 22

Азот нагревался при постоянном давлении, причем ему было сообщено количество теплоты *Q*=21 кДж. Определить работу *А*, которую совершил при этом газ, и изменение *U* его внутренней энергии.

Задача 23

При изотермическом расширении водорода массой *m*=1 г, имевшего температуру *T*=280 К, объем газа увеличился в три раза. Определить работу *А* расширения газа и полученное газом количество теплоты

Задача 24

Углекислый газ СО2 массой *m*=400 г был нагрет на Δ*T*=50 К при постоянном давлении. Определить изменение Δ*U* внутренней энергии газа, количество теплоты *Q*, полученное газом, и совершенную им работу *А*.

# Контрольная работа № 3, типовые задачи - образец:

1. Два прямолинейных длинных проводника расположены параллельно друг другу на расстоянии d = 10 см друг от друга. По проводникам текут токи

I1 = 5 А и I2 = 5 А в противоположных направлениях. Найдите числовое значение и направление вектора индукции B магнитного поля в точке, находящейся на расстоянии r1 = r2 = 10 см от каждого проводника.

1. Электрон, имеющий скорость v = 8⋅108 см/с, влетает в однородное магнитное поле с индукцией B = 3,14⋅10–2 Тл под углом α = 30° к вектору B. Определите радиус R и шаг h винтовой линии, по которой будет двигаться электрон.
2. Альфа-частица прошла ускоряющую разность потенциалов (U=14 В и влетела в скрещенные под прямым углом электрическое (Е=10 кВ/м) и магнитное (В=0,1 Тл) поля. Найти отношение заряда альфа-частицы к ее массе, если, двигаясь перпендикулярно обоим полям, частица не испытывает отклонений от прямолинейной траектории.
3. В однородном магнитном поле, индукция которого В = 5 Тл, вращается стержень длиной = 1 м с постоянной угловой скоростью ω = 20 рад/с. Ось вращения перпендикулярна стержню, проходит через его конец и параллельна силовым линиям магнитного поля. Найдите разность потенциалов (ϕ0 – ϕc) , возникающую между концами стержня.
4. В однородном магнитостатическом поле с индукцией В = 0,1 Тл равномерно вращается рамка, содержащая N = 1000 витков, с частотой n = 10 Гц. Площадь рамки равна S = 150 см2. Определите мгновенное значение ЭДС индукции i ε , соответствующее углу поворота рамки α = 30°, где α – угол между векторами B и n, а также максимальное и среднее значения ЭДС за минимальное время τ , в течение которого магнитный поток, пронизывающий рамку, изменится от нуля до максимального значения.
5. Определить магнитную индукцию *В* поля, создаваемого отрезком бесконечно длинного прямого провода, в точке, равноудаленной от концов отрезка и находящейся на расстоянии *r0* = 20 см от середины его. Сила тока I, текущего по проводу, равна 30 А, длина l отрезка равна 60 см.
6. По проводнику, согнутому в виде квадратной рамки со стороной длиной *а* = 10 см, течет ток силой I = 5 А. Определить магнитную индукцию В поля в точке, равноудаленной от вершин квадрата на расстояние, равное длине его стороны.
7. Найти магнитную индукцию в центре тонкого кольца, по которому идет ток силой I = 10 А. Радиус *R* кольца равен 5 см.
8. По обмотке очень короткой катушки радиусом *R* = **16** см течет ток силой I= 5 А. Сколько витков *N* проволоки намотано на катушку, если напряженность H магнитного поля в ее центре равна 800 А/м?
9. По прямому бесконечно длинному проводнику течет ток силой I = 50 А. Определить магнитную индукцию *В* в точке, удаленной на расстояние *r =* 5 см от проводника.
10. Два длинных параллельных привода находятся на расстоянии r = 5 см один от другого. По проводам текут в противоположных направлениях одинаковые токи силой I = 10 А каждый.

Найти напряженность *Н* магнитного поля в точке, находящейся на расстоянии *r1* = 2 см от одного и *r2* = 3 см от другого провода.

1. Расстояние *d* между двумя длинными параллельными проводами равно 5 см. По проводам в одном направлении текут одинаковые токи силой I = 30 А каждый. Найти напряженность *Н* магнитного поля в точке, находящейся на расстоянии *r1* = 4 см от одного и r2 = 3 см от другого провода.
2. На расстоянии *r=*10 нм от траектории прямолинейно движущегося электрона максимальное значение магнитной индукции В=160 мкТл. Определить скорость *v* электрона.
3. На проволочный виток радиусом *r*= 10 см, помещенный между полюсами магнита, действует максимальный механический момент *Мmax* =6.5 мкН. Сила тока I в витке равна 2 А. Определить магнитную индукцию В поля между полюсами магнита. Действием магнитного поля Земли пренебречь.
4. По тонкому проводу в виде кольца радиусом R = 20 см течет ток силой I = 100 А. Перпендикулярно плоскости кольца возбуждено однородное магнитное поле c индукцией *В*

= 20 мТл. Найти силу *F,* растягивающую кольцо.

1. По двум параллельным прямым проводам длиной l = 2,5 м каждый, находящимся на расстоянии *d* = 20 см друг от друга, текут одинаковые токи силой I = 1 кА. Вычислить силу взаимодействия токов.

# Контрольная работа № 4, типовые задачи - образец:

Задача 1

Две когерентные световые волны, угол между направлениями распространения которых   1, падает почти нормально на экран. Показать, что расстояние между соседними максимумами на экране x =/, где  – длина волны.

Задача 2

Плоская световая волна падает на бизеркала Френеля, угол между которыми  = 2,0о. Определить длину волны света. Если ширина интерференционной полосы на экране x = 0, 55 мм

Задача 3

Расстояние от бипризмы Френеля до узкой щели и экрана равны соответственно а = 25 см и b = 100 см. Бипризма стеклянная с преломляющим углом  = 20’. Найти длину волны света, если ширина интерференционной полосы x = 0, 55 мм

Задача 4

Пучок естественного света падает на систему из N = 6 поляризаторов, плоскость пропускания каждого из которых повернута на угол  =30о относительно предыдущего поляризатора. Какая часть светового потока проходит через эту систему?

Задача 5

Монохроматическая плоская световая волна с интенсивностью Iо падает нормально на непрозрачный диск, закрывающий для точки наблюдения P первую зону Френеля. Какова стала интенсивность света I в точке P после того, как у диска удалили: а) половину по диаметру, б) половину внешней половины первой зоны Френеля (по диаметру)?

Задача 6

Найти групповую скорость для закона дисперсии v = /, где v –фазовая скорость,  – константа,  - длина волны.

Задача 7

Кристаллическая пластинка, вырезанная параллельно оптической оси, имеет толщину 0,25 мм и служит пластинкой в четверть длины волны  = 0,53 мкм. Для каких еще длин волн в области видимого света она также будет пластинкой в четверть волны? Считать, что для всех длин волн видимого света разность показателей преломления ne – no = 0,0090.

Задача 8

Построить по Гюйгенсу волновые фронты и направления распространения обыкновенного и необыкновенного лучей в отрицательном одноосном кристалле, оптическая ось которого перпендикулярна к плоскости падения и параллельна поверхности кристалла.

Задача 9

Построить по Гюйгенсу волновые фронты и направления распространения обыкновенного и необыкновенного лучей в отрицательном одноосном кристалле, оптическая ось которого лежит в плоскости падения и параллельна поверхности кристалла.

Задача 10

Свет с длиной волны  падает нормально на дифракционную решетку. Найти ее угловую дисперсию в зависимости от угла дифракции .

Задача 11

Свет с  = 589 нм падает нормально на дифракционную решетку с периодом d = 2,5 мкм, содержащую N = 10 000 штрихов. Найти угловую ширину дифракционного максимума второго порядка.

Задача 12

Свет, содержащий две спектральные линии с длинами волн 600,000 и 600,050 нм, падает нормально на дифракционную решетку ширины 19,0 мм. Под некоторым углом дифракции  эти линии окажутся на пределе разрешения ( по критерию Рэлея). Найти .

Задача 13

В опыте Юнга расстояние d между центрами щелей было равно 0,8 мм.

На каком расстоянии *l* от щелей следует расположить экран, чтобы ширина x интерференционной полосы оказалась равной 2 мм?  = 548 нм.

Задача 14

Расстояние между двумя щелями в опыте Юнга равно 1 мм. Расстояние *l* от щелей до экрана 3 м. Определить длину волны  испускаемой источником монохроматического света, если ширина x полос интерференции на экране равна 1,5 мм.

Задача 15

Определить период дифракционной решетки, если эта решетка может разрешить в первом порядке линии спектра с 1= 404 нм и 2 = 404,7 нм.

Ширина решетки 3 см.

# Контрольная работа № 5, типовые задачи - образец:

1. Воспользовавшись формулой Планка, найти: а) число фотонов и 1 см3 в спектральных интервалах (u,u + du) и (λ, λ + dλ); б) полное число фотонов в 1 см3 при Т= 300 К.
2. Вычислить с помощью формулы Планка при T= 1000 К: а) наиболее вероятную энергию фотонов; б) среднюю энергию фотонов.
3. Показать, что число фотонов теплового излучения, падающих в единицу времени на единичную площадку стенки полости, равно пс/4, где с - скорость света; n — число фотонов и единице объема. Убедиться, что произведение этой величины на среднюю энергию фотона равно энергетической светимости М.
4. Найти плотность потока фотонов па расстоянии r = 1,0 м от точечного источника света мощностью Р = 1,0 Вт, если свет: а) монохроматический с длиной волны λ = 0,50 мкм; б) содержит две спектральные линии с длинами волн λ1= 0,70 мкм и λ2 = 0,40 мкм, интенсивности которых относятся как 1:2 соответственно.
5. Длины волн фотонов равны 0,50 мкм, 0,25 нм и 2,0 пм. Вычислить их импульсы эВ/с, где с - скорость света.
6. Найти длину волны фотона, импульс которого ранен импульсу электрона с кинетической энергией Т = 0,30 МэВ.
7. Показать с помощью корпускулярных представлений, что импульс, переносимый в единицу времени плоским потоком электромагнитного излучении мощностью Р, не зависит от спектрального состава этого излучения. Чему он равен?
8. Лазер излучает в импульсе длительностью τ = 0,13мс узкий пучок света энергией Е =10 Дж. Найти среднее за время τ давление такого пучка света, если его сфокусировать в пятнышко диаметром d = 10 мкм па поверхности, перпендикулярной пучку, с коэффициентом отражения ρ = 0,50.
9. Короткий импульс света энергией Е = 7,5 Дж издает узким пучком на зеркальную пластинку с коэффициентом отражения ρ= 0,60. Угол падения θ = 30°. Найти импульс, переданный пластинке.
10. Найти с помощью корпускулярных представлений силу светового давления, которую оказывает плоский световой поток с интенсивностью I = 1,0 Вт/см2 на плоскую зеркальную поверхность, если угол падения θ = 30° и площадь освещаемой поверхности S = 10 см2 Плоский световой поток интенсивностью I, Вт/см2 освещает одну половину шара с зеркальной поверхностью. Радиус шара R. Найти с помощью корпускулярных представлений силу светового давления, испытываемую шаром.
11. Световой поток интенсивностью I, Вт/см2 , падает нормально на плоскую абсолютно матовую поверхность. Площадь освещаемой поверхности S, коэффициент отражения - единица. Найти с помощью корпускулярных представлений силу светового давления.
12. Над центром круглой зеркальной пластинки радиусом R находится точечный источник света мощностью Р. Расстояние между источником и пластинкой l. Найти с помощью корпускулярных представлений силу светового давления, которую испытывает пластинка. Рассмотреть также случаи R>>l, R<<l.
13. Фотон испущен с поверхности звезды, масса которой М и радиус R. Считая, что фотон обладает массой с присущими ей гравитационными свойствами, найти относительное уменьшение его энергии на большом расстоянии от звезды. Вычислить гравитационное смещение длины волны ∆λ/λ излучения, испускаемого с поверхности: а) Солнца, у которого М = 2,0⋅1030 кг и R = 7,0⋅108 м; б) нейтронной звезды, масса которой равна массе Солнца, а средняя плотность превышает солнечную в 1,0⋅1014 раз.
14. Вычислить скорость электронов, подлетающих к антикатоду рентгеновской трубки, если длина волны коротковолновой границы сплошного рентгеновского спектра λ мин = 157 нм.
15. Найти наиболее вероятную длину волны тормозного рентгеновского излучения со спектральным распределением Iω = A(ωmax -ω), где А — постоянная; ωmax - граничная частот спектра. Напряжение на трубке V = 31 кВ.
16. Вычислить с помощью таблиц приложения: а) длины волн красной границы фотоэффекта для Cs и Pt; б) максимальные скорости электронов, освобождаемых с поверхности цинка, серебра и никеля светом с длиной волны 0,270 мкм.
17. Найти работу выхода с поверхности некоторого металла, если при поочередном освещении его электромагнитным излучением с длинами волн λ1 =0,35 мкм и λ2 = 0,54 мкм максимальные скорости фотоэлектронов отличаются в η = 2,0 раза.
18. Медный шарик, отдаленный от других тел, облучают электромагнитным излучением с длиной волны λ = 0,200 мкм. До какого максимального потенциала зарядится шарик?
19. Найти максимальную кинетическую энергию фотоэлектронов, вырываемых с поверхности лития электромагнитным излучением, напряженность электрической составляющей которого меняется во времени по закону: Е ~ a(1+cosωt)cosω0t, где а - постоянная; ω = 6,0⋅1014c -l ; ω0 = 3,60⋅ 1015 с -1 .
20. Электроды вакуумного фотоэлемента (один цезиевый, другой медный) замкнуты снаружи накоротко. Цезиевый электрод освещают моноэнергетическим электромагнитным излучением. Найти: а) длину волны излучения, при которой появится фототок; б) максимальную скорость фотоэлектронов, подлетающих к медному электроду, если длина волны излучения равна 0,220 мкм.
21. Ток, возникающий в цепи вакуумного фотоэлемента при освещении цинкового электрода электромагнитным излучением с длиной волны 0,262 мкм, прекращается, когда внешняя задерживающая разность потенциалов достигает значения U1 = -1,5 В. Определить значение и полярность внешней контактной разности потенциалов данного фотоэлемента.

# Контрольная работа № 6, типовые задачи - образец:

* 1. Используя формулу для эффективного радиуса ядра R = 1,3 \* *А*1/3 фм, вычислить массовую плотность числа частиц ядерного вещества. Масса нуклона (протона, для определенности) *mp* = 1,67\*10–27кг. Число нуклонов в единице объема n = A/Vя, где A – массовое число, Vя , объем ядра.
  2. Найти число нуклонов в единице объема ядерного вещества n=A/Vя , где A – массовое число, Vя – объем ядра, эффективный радиус ядра R=1,3 \*A1/3 фм.
  3. Добавить недостающий элемент в записи распада: 226

Ra  222

Rn +

88 86 …?

* 1. Добавить недостающие индексы в записи распада: 23892U  …? Th + 

…?

* 1. Добавить недостающий показатель массового числа в правой части записи распада

U 

возбужденного ядра урана U\*: 236

92

\* ..?

92

U + .

* 1. Добавить недостающий показатель массового числа в правой части записи распада

возбужденного ядра урана U\*: 236

92

U\*  .?.92

U + n.

* 1. Найти удельную энергию связи ядра атома гелия (Eсв (4 He) = 28,5 МэВ).

2

* 1. Добавить, исходя из законов сохранения, недостающий элемент в правой части записи

реакции синтеза 2 H + 2 H    1 H.

1 1 1

* 1. Добавить, исходя из законов сохранения, недостающий элемент в правой части записи

реакции синтеза 2 H + 3 He    4 He.

1 2 2

* 1. Вычислить, какая энергия (в МэВ) выделится при слиянии двух ядер тяжелого водорода 21H в ядро гелия 32He, 21H + 21H  32He + 10n, если  (32He) = 2,573 МэВ/нукл,  (21H) = 1,112 МэВ/нукл, энергией нейтрона 10n пренебрегаем.
  2. Разрешена ли законами сохранения реакция e–+p  n + 0 ?
  3. Разрешена ли законами сохранения реакция e–++  n + e ?
  4. Разрешена ли законами сохранения реакция n + e  e–+p ?
  5. Какой закон сохранения запрещает реакцию p + n  + + 0 , где p – протон, n – нейтрон,

+ и 0 – положительный и нейтральный  -мезоны?

* 1. Какой закон сохранения разрешает реакцию p + p  p + p + 0, но запрещает реакцию p + p  p+ p + +, где p – протон, n – нейтрон, + и 0 – положительный и нейтральный  - мезоны?
  2. Выразить массу протона 938,28 МэВ в граммах. 1 эВ = 1,602 \* 10 –19 Дж.
  3. Выразить 1 а.е.м. 1,67 10–24 г в энергетических единицах. 1 эВ = 1,602 \* 10–19 Дж.
  4. Вычислить энергию связи нуклонов в ядре 42He. *Mат*(42He) *=* 4,00260 \* 931,49 МэВ = 3728,38 МэВ, *Mат*(11H) = 1,00794 а. е. м. = 1,00794 \* 931,49 МэВ = 938,88МэВ, *mn* =

939,57 МэВ.

* 1. Найти энергию связи ядра 23592U, если удельная энергия связи урана – 7,5 МэВ/нукл.
  2. При захвате нейтрона ядром 23592U происходит деление по схеме:

38

54

0

1 235 94

*U* 

*n*

92

0

*Sr*140

*Xe* 21

*n * Какая энергия выделяется в результате этой

реакции, если *св* (235U) = 1762,5 МэВ, *св* (94Sr) + *св* (140Xe) = 2012,4 МэВ? Дефектом массы нейтрона пренебречь

## б) Критерии оценивания компетенций (результатов):

**Критерии и шкала оценивания**

|  |  |
| --- | --- |
| Оценка | Критерии оценки |
| Отлично 36–40 | **Студент должен:**  – продемонстрировать глубокое и прочное усвоение знаний программного материала; |

|  |  |
| --- | --- |
|  | * исчерпывающе, последовательно, грамотно и логически стройно изложить теоретический материал; * правильно формулировать определения; * продемонстрировать умения самостоятельной работы с литературой; * уметь сделать выводы по излагаемому материалу. |
| Хорошо 30–35 | **Студент должен:**   * продемонстрировать достаточно полное знание программного материала; * продемонстрировать знание основных теоретических понятий;   достаточно последовательно, грамотно и логически стройно излагать материал;   * продемонстрировать умение ориентироваться в литературе; * уметь сделать достаточно обоснованные выводы по излагаемому материалу. |
| Удовлетворительно 24–29 | **Студент должен:**   * продемонстрировать общее знание изучаемого материала; * показать общее владение понятийным аппаратом дисциплины; * уметь строить ответ в соответствии со структурой излагаемого вопроса; * знать основную рекомендуемую программой учебную литературу. |
| Неудовлетворительно 23 и меньше | **Студент демонстрирует:**   * незнание значительной части программного материала; * не владение понятийным аппаратом дисциплины; * существенные ошибки при изложении учебного материала; * неумение строить ответ в соответствии со структурой излагаемого вопроса; * неумение делать выводы по излагаемому материалу. |

в) **Описание шкалы оценивания:**

|  |  |
| --- | --- |
| **Рейтинговый балл по дисциплине за**  **контрольную** | **Оценка по 5-балльной системе** |
| 27 – 30 | Отлично |
| 22 – 26 | Хорошо |
| 18 – 21 | Удовлетворительно |
| <17 | Неудовлетворительно |

### 4.1.6 Самостоятельная работа студентов

Практические задания

а) Материалы: 1. Используя конспекты лекций и рекомендованные учебные пособия, решите предложенные задания

## Задания по расчету мощности доз и эквивалентной дозы ИИ

1. Определить мощность экспозиционной дозы гамма-излучения в единицах СИ, если она равна: 1,0 и 5,0 Р/ч;
2. Определить мощность поглощённой дозы рентгеновского излучения в рад/ч, если экспозиционная доза равна: 3,0 и 15,0 Р/ч; 100,0 и 50,0 мР/ч;
3. Определить мощность поглощённой дозы гамма-излучения в единицах СИ, если экспозиционная доза равна: 1 и 5 Р/ч; 15 и 5 кР/ч;
4. Определить мощность эквивалентной (биологической) дозы рентгеновского излучения, создаваемой в биологическом объекте, если экспозиционная доза равна: 1,0 и 20,0 Р/ч; 15,0 и 200,0 мкР/ч;
5. Рассчитать гамма-фон в Р/ч, если мощность экспозиционной дозы равна: 2,58 × 10-4 и 1,29 × 10-3 А/кг; 2,58 × 102 и 2,58 А/кг
6. Рассчитать мощность поглощённой дозы рентгеновского излучения в рад/час, если мощность экспозицион2ной дозы равна: 2,58 x 10-4 и 1,29 x 10-3 А/кг; 2,58 и 2,58 x 102 А/кг;
7. Рассчитать мощность поглощённой дозы в единицах СИ по данным задания 6.
8. Рассчитать мощность эквивалентной дозы гамма облучения, создаваемой в биологическом объекте по данным задания 6.
9. Вычислить уровень радиации на местности в Р/ч, если мощность поглощённой дозы равна: 1,0 и 50,0 рад/ч; 10,0 и 40 мрад/ч;
10. Вычислить мощность поглощенной дозы в единицах СИ, если она равна: 1,0 и 40,0 рад/ч, 18,0 и 250,0 мрад/ч;
11. Рассчитать уровень гамма-фона в единицах СИ, если мощность поглощенной дозы равна: 1,0 и 20,0 рад/ч; 10,0 и 40,0 мрад/ч;
12. Рассчитать мощность эквивалентной дозы в бар/ч, создаваемую гамма-излучением в биологическом объекте, если мощность поглощенной дозы равна: 1,0 и 200,0 рад/ч; 25,0 и 5,0 мрад/ч;
13. Вычислить уровень радиации в Р/ч, если мощность поглощенной дозы равна: 1,0 и 0,2 Гр/ч; 10,0 и 0,1 мГр/ч;
14. Вычислить мощность экспозиционной дозы гамма-излучения в единицах СИ, если мощность поглощенной дозы равна: 1,0 и 0,2 Гр/ч; 10,0 и 0,1 мГр/ч;
15. Определить мощность поглощенной дозы в рад/ч, создаваемой гамма-излучением в биологических тканях, если она равна: 1,0 и 0,2 Гр/ч; 10,0 и 0,1 мГр/ч;
16. Вычислить мощность эквивалентной дозы в бэр/ч рентгеновского излучения, создаваемой бета излучением, если она равна: 1,0 и 0,2 Гр/ч; 10,0 и 0,1 мГр/ч;
17. Рассчитать эквивалентную дозу в бэрах, полученную организмом при гамма облучении, если экспозиционная доза равна: 1,0 и 25,0 Р; 100,0 и 25,0 мР;
18. Рассчитать эквивалентную дозу в бэрах, полученную животным при гамма облучении, если поглощенная доза равна: 0,5 и 5,0 рад; 10,0 и 25,0 мрад;
19. Рассчитать эквивалентную дозу в бэрах, полученную биологическим объектом при нейтронном облучении, если поглощенная доза равна: 0,5 и 5,0 Гр; 10,0 и 25,0 мГр;

б) Для самостоятельной работы начертите в рабочей тетради табл. А и рассчитайте поглощенную дозу.

Таблица А – Расчет доз при внешнем гамма-облучении

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Радиоизо- топ | К-во изотопа | Доза за 1 час на расстоянии от источника, рад | | Доза за 1 сутки на расстоянии от  источника, рад | |
| 1 см | 10 см | 0,5 м | 1 м |
| 1. | 1 мКи |  |  |  |  |
| 0,1 мКи |  |  |  |  |
| 2. | 1 мКи |  |  |  |  |
| 0,1мКи |  |  |  |  |

б) критерии оценивания компетенций (результатов)

* правильность выполнения задания;

в) описание шкалы оценивания

* оценивание проводится по бальной системе в диапазоне от «0» до «1» баллов.

Критерии оценки: правильность выполнения задания (0-1 баллов).