

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Агафонов Александр Викторович

Должность: директор филиала

Дата подписания: 04.07.2026 14:08:18

Уникальный программный ключ:

7559477a56c7066c3d116404411e0603145006

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
ЧЕБОКСАРСКИЙ ИНСТИТУТ (ФИЛИАЛ) МОСКОВСКОГО ПОЛИТЕХНИЧЕСКОГО УНИВЕРСИТЕТА

Кафедра информационных технологий,  
электроэнергетики и систем управления



Методические рекомендации по подготовке и защите  
расчетно-графической работы по дисциплине

Физика

(наименование дисциплины)

|                         |                                                                                                              |
|-------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Специальность           | <b>23.05.01 Наземные транспортно-технологические средства</b><br>(код и наименование направления подготовки) |
| Специализация           | <b>«Автомобили и тракторы»</b><br>(наименование профиля подготовки)                                          |
| Квалификация выпускника | <b>инженер</b>                                                                                               |
| Форма обучения          | <b>очная, заочная</b>                                                                                        |

Чебоксары, 2022

Методические указания разработаны в соответствии с:

Рабочая программа дисциплины разработана в соответствии с:

Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования – специалитет по специальности 23.05.01 Наземные транспортно-технологические средства, утвержденный приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации №935 от 11 августа 2020 года, зарегистрированный в Минюсте 25 августа 2020 года, рег. номер 59433

- учебным планом (очной, заочной форм обучения) по специальности 23.05.01 Наземные транспортно-технологические средства;
- рабочей программой дисциплины «Физика».

Автор Самсонов Алексей Михайлович, ст.преподаватель кафедры Информационных технологий, электроэнергетики и систем управления

Методические указания одобрены на заседании кафедры информационных технологий, электроэнергетики и систем управления (протокол № 11 от 14.05.2022 г.)

В Методических рекомендациях изложены методология и методика подготовки расчетно-графических работ, а также требования к их оформлению; кроме того, определены основные обязанности кафедры транспортно-энергетических систем и научных руководителей по руководству, даны рекомендации студентам по их защите.

Методические рекомендации предназначены для руководителей расчетно-графических работ, а также для студентов всех форм обучения обучающихся по направлению по специальности 23.05.01 Наземные транспортно-технологические средства в Чебоксарском институте (филиале) Московского политехнического университета.

## **1. Порядок выбора и утверждения темы расчетно-графической работы**

Тема расчетно-графической работы определяется студентом совместно с преподавателем на основании перечня направлений научно-исследовательской деятельности, ежегодно утверждаемых кафедрами, и затем формулируется им в первоначальной редакции.

## **2. Структура и содержание расчетно-графической работы**

Расчетно-графическая работа должна отвечать следующим требованиям к структуре:

- введение;
- основная часть;
- заключение;
- список использованной литературы.

Во введении обсуждается постановка задачи, выбор и обоснование начальных условий. В основной части приводятся все произведенные расчеты. В заключении анализируются и обсуждаются полученные результаты.

Номер варианта расчетно-графической работы выбирается обучающимся по последней цифре в шифре номера зачетной книжки. Так, например, если последняя цифра шифра 1, то обучающийся выполняет расчетно-графическую работу по варианту № 1.

## **3. Порядок оформления расчетно-графической работы**

Расчетно-графическая работа выполняется на компьютере на стандартных листах А4. Текст печатается на одной стороне листа. На странице должно **располагаться 28-30 строк, каждая из которых содержит 60-65 знаков, включая пробелы. Междустрочный интервал – 1,5, шрифт текста – 14 (Times New Roman), в таблицах - 12, в подстрочных сносках -10.** Текст печатается строчными буквами (кроме заглавных), выравнивается по ширине с использованием переносов слов. На титульном листе надпись: расчетно-графическая работа печатается 18 шрифтом. Подчеркивание слов и выделение их курсивом внутри самой работы не допускается. Однако заголовки и подзаголовки при печатании текста письменной работы выделяются полужирным шрифтом. Абзацный отступ должен **соответствовать 1,25 см** и быть одинаковым по всей работе.

Ориентировочный объем расчетно-графической работы составляет **25-35 страниц**. В данный объем не входят приложения и список использованных источников. По согласованию с преподавателем объем работы может быть увеличен.

Страницы, на которых излагается текст, должны иметь поля: **левое -30 мм, правое - 10 мм, верхнее - 20 мм, нижнее - 20 мм.**

В тексте работы «Введение», название глав, «Заключение» и «Список использованной литературы» печатаются (начинаются) с новой страницы.

Расстояние между заголовком и подзаголовком, заголовком и последующим текстом, подзаголовком и предыдущим текстом отделяют двумя полуторными межстрочными интервалами, а между подзаголовком и последующим текстом - одним полуторным межстрочным интервалом.

Главы письменных работ нумеруются арабскими цифрами и должны

начинаться с новой страницы (листа). Номер главы состоит из числа: 1, 2 и т.д.

Заголовки (подзаголовки) располагаются центрированным (посередине текста) способом.

**Страницы письменных работ должны иметь сквозную нумерацию арабскими цифрами по всему тексту. Номер страницы проставляют в внизу поля страницы по центру без точки в конце.** Первой страницей письменной работы является титульный лист. Он не нумеруется. В работе второй страницей является содержание.

Титульный лист должен содержать наименование учебного заведения, формы обучения, обозначение характера работы (курсовая), ее тему, фамилию, имя, отчество выполнившего ее студента, номер курса и группы, ученую степень, должность или ученое звание научного руководителя, его фамилию и инициалы, графы «Дата сдачи», «Допустить к защите», «Дата защиты», «Оценка», место и год написания работы.

Оглавление работы, которое следует после титульного листа, должно содержать названия элементов структуры работы и номера листов, с которых они начинаются.

При использовании литературы и цитировании отдельных научных положений студент обязан осуществлять в сносках ссылки на авторов и источники, откуда он заимствует материал (фамилия и инициалы автора, название работы, место и год издания, конкретная страница, откуда заимствована цитата). При этом цитирование допускается только в ограниченном объеме, оправданном целью цитирования (для обоснования актуальности рассматриваемого вопроса; демонстрации различных взглядов, существующих в науке по проблемам темы, подтверждения или опровержения выдвигаемых студентом тезисов и т.п.).

Прямое цитирование в тексте обязательно оформляется с помощью кавычек. В случае буквального воспроизведения положений научных трудов без указания на их названия и авторов расчетно-графическая работа к защите не допускается.

В списке использованных источников должны быть указаны только те материалы, на которые имеется ссылка (сноска) в работе.

Если в курсовой работе имеются приложения, их необходимо пронумеровать. Все листы расчетно-графической работы должны быть пронумерованы.

Нумерация страниц в курсовой работе должна быть сплошной. Студент отвечает за грамотность и аккуратность оформления расчетно-графической работы.

Наличие грамматических, орфографических и пунктуационных ошибок либо небрежное оформление работы может послужить причиной неудовлетворительной оценки работы.

#### **4. Порядок представления расчетно-графической работы на защиту**

Расчетно-графическая работа, подготовленный студентом в окончательной форме, должна быть представлена делопроизводителю кафедры в следующем комплекте:

в письменной форме в прошитом, сброшюрованном или скрепленном виде – 1

экземпляр;

**в электронной форме посредством направления на электронный почтовый адрес кафедры транспортно-энергетических систем [ttm@chebpolytech.ru](mailto:ttm@chebpolytech.ru) – 1 экземпляр.**

Делопроизводитель кафедры после регистрации факта и даты сдачи расчетно-графической работы передает ее для проверки научным руководителем.

Передача расчетно-графической работы в электронной форме может быть осуществлена путем направления ее студентом непосредственно научному руководителю по электронной почте.

После поступления расчетно-графической работы на кафедру научный руководитель проверяет ее в течение 14 календарных дней с момента поступления на кафедру, после чего возвращает ее делопроизводителю со своим отзывом. В отзыве указываются следующие положения:

- наименование учебного заведения, кафедры, формы обучения;
- обозначение характера работы (курсовая), ее тему;
- фамилию, имя, отчество выполнившего ее студента, номер курса и группы;
- ученую степень, должность или ученое звание научного руководителя, его фамилию и инициалы;
- соответствие представленной расчетно-графической работы общим требованиям, указанным в настоящих Методических указаниях;
- указание на имеющиеся в курсовой работе недостатки (как по форме, так и по содержанию работы), не препятствующие допуску работы к защите;
- вывод о возможности допуска расчетно-графической работы к защите.

В случае если поставленные научным руководителем вопросы не ясны студенту, он вправе уточнить их у научного руководителя лично во время его еженедельных консультаций (дежурств на кафедре) или дистанционно через электронную почту.

В случае формулирования научным руководителем вывода о невозможности допуска расчетно-графической работы к защите расчетно-графическая работа подлежит подготовке заново с учетом замечаний, указанных научным руководителем, и повторному представлению на защиту в порядке, предусмотренном разделами 3-5, тому же научному руководителю.

## **5. Порядок защиты расчетно-графической работы**

Защита расчетно-графической работы может проводиться только научному руководителю.

Защита расчетно-графической работы проводится в форме, установленной научным руководителем. При устной форме защиты расчетно-графической работы студент должен подготовить ответы на вопросы, поставленные ему научным руководителем в рецензии.

Научный руководитель вправе по своему усмотрению задавать студенту дополнительные вопросы для проверки уровня и качества освоения им знаний по теме расчетно-графической работы, а также для дополнительной проверки самостоятельности выполнения расчетно-графической работы.

По итогам защиты научный руководитель определяет, может ли быть защита

зачтена, или требуется повторная защита.

По итогам первоначальной или (в случае ее неудачи) повторной защиты расчетно-графической работы научный руководитель ставит отметку о защите расчетно-графической работы в зачетной книжке студента, в ведомости и на титульном листе работы.

**После защиты рецензия и расчетно-графическая работа подлежат сканированию самим студентом и заливке в Электронную информационно-образовательную среду (Электронное портфолио) Чебоксарского института (филиала) Московского политехнического университета по адресу <http://students.polytech21.ru/login.php>, после чего работа в письменной форме передаются студентом делопроизводителю для хранения в архиве Филиала.**

## ПЕРЕЧЕНЬ ОСНОВНОЙ И ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ РАСЧЕТНО- ГРАФИЧЕСКОЙ РАБОТЫ

### Основная литература:

1. Савельев, И. В. Курс общей физики. В 3 томах. Том 1. Механика. Молекулярная физика : учебник для вузов / И. В. Савельев. — 21-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2026. — 448 с. — ISBN 978-5-507-55015-9. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/515100>

2. Савельев, И. В. Курс общей физики. В 3 томах. Том 2. Электричество и магнетизм. Волны. Оптика : учебник для вузов / И. В. Савельев. — 20-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2026. — 512 с. — ISBN 978-5-507-55016-6. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/515101>

3. Савельев, И. В. Курс общей физики. В 3-х тт. Том 3. Квантовая оптика. Атомная физика. Физика твердого тела. Физика атомного ядра и элементарных частиц / И. В. Савельев. — 16-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2025. — 320 с. — ISBN 978-5-507-50503-6. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/440198>

4. Савельев, И. В. Сборник вопросов и задач по общей физике : учебное пособие для вузов / И. В. Савельев. — 12-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2025. — 292 с. — ISBN 978-5-507-53464-7. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/487382>

### Дополнительная литература

1. Айзензон, А. Е. Физика : учебник и практикум для вузов / А. Е. Айзензон. — Москва : Издательство Юрайт, 2023. — 335 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-00487-8. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/511373>

2. Горлач, В. В. Физика. Самостоятельная работа студента : учебник для вузов / В. В. Горлач, Н. А. Иванов, М. В. Пластинина. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2025. — 168 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-9916-9816-0. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/561804>

3. Ивлиев, А. Д. Физика / А. Д. Ивлиев. — 4-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2024. — 676 с. — ISBN 978-5-507-48769-1. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/362933>

4. Кравченко, Н. Ю. Физика : учебник и практикум для вузов / Н. Ю. Кравченко. — Москва : Издательство Юрайт, 2025. — 322 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-19224-7. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/560805>

5. Родионов, В. Н. Физика : учебное пособие для вузов / В. Н. Родионов. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2025. — 236 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-20787-3. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/558786>

6. Трофимова, Т. И. Руководство к решению задач по физике : учебник для вузов / Т. И. Трофимова. — 3-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2025. — 265 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-9916-3429-8. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/559650>

1. Физика : учебник и практикум для вузов / В. А. Ильин, Е. Ю. Бахтина, Н. Б. Виноградова, П. И. Самойленко ; под редакцией В. А. Ильина. — Москва : Издательство Юрайт, 2025. — 399 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-9916-6343-4. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/560134>

Периодика:

1. Нефтегазовая промышленность: отраслевой журнал. <https://nprom.online>. - Текст: электронный.

2. Бурение и нефть: научно-технический рецензируемый журнал. <https://burneft.ru/ethics>. - Текст: электронный.

#### **4. Задания и методические указания для выполнения расчетно-графической работы студентами очной формы обучения**

1. Основные законы геометрической оптики.
2. Тонкие линзы. Построение изображений с помощью линз.
3. Основные фотометрические величины.
4. Когерентность и монохроматичность световых волн. Интерференция света. Методы ее наблюдения. Расчет интерференционной картины от двух источников.
5. Интерференция света в тонких пленках.
6. Дифракция света. Принцип Гюйгенса-Френеля.
7. Метод зонд Френеля. Прямолинейное распространение света. Дифракция Френеля на круглом отверстии и диске.
8. Дифракция Фраунгофера.
9. Дифракция на пространственной решетке. Формула Вульфа-Бреггов.
10. Разрешающая способность оптических приборов.
11. Дисперсия света. Электронная теория дисперсии света.
12. Поглощение света.
13. Эффект Доплера. Излучение Вавилова-Черенкова.
14. Поляризация света. Естественный и поляризованный свет. Закон Малюса.
15. Поляризация света при отражении и преломлении на границе двух диэлектриков.
16. Двойное лучепреломление. Поляризаторы. Анализ поляризованного света.
17. Искусственная оптическая анизотропия.
18. Вращение плоскости поляризации.

19. Тепловое излучение и его характеристики. Закон Кирхгофа. Частные законы теплового излучения. Формула Планка.
20. Оптическая пирометрия. Радиационная, цветовая, яркостная температуры.
21. Фотоэффект. Его виды. Основные законы внешнего фотоэффекта. Уравнение Эйнштейна для внешнего фотоэффекта.
22. Масса и импульс фотона. Давление света.
23. Эффект Комптона. Единство корпускулярных и волновых свойств электромагнитного излучения.
24. Модели атома Томсона и Резерфорда.
25. Линейчатый спектр атома водорода. Постулаты Бора. Опыты Франка и Герца. Спектр атома водорода по Бору.
26. Корпускулярно-волновой дуализм свойств вещества. Свойства волн де Бройля.
27. Соотношения неопределенностей.
28. Волновая функция и ее статистический смысл.
29. Общее уравнение Шредингера. Уравнение Шредингера для стационарных состояний.
30. Движение свободной частицы.
31. Частица в одномерной прямоугольной «потенциальной яме» с бесконечно высокими «стенками».
32. Прохождение частицы сквозь потенциальный барьер. Туннельный эффект.
33. Линейный гармонический осциллятор в квантовой механике.
34. Атом водорода в квантовой механике. Квантовые числа.
35.  $1s$  – состояние электрона в атоме водорода. Спин электрона. Спиновое квантовое число.
36. Принцип неразличимости тождественных частиц. Фермионы и бозоны.
37. Принцип Паули. Распределение электронов в атоме по состояниям.
38. Рентгеновские спектры. Закон Мозли.
39. Молекулярные спектры. Комбинационное рассеяние света.
40. Спонтанное и вынужденное излучения. Лазеры.
41. Фазовое пространство. Функция распределения.
42. Квантовые статистики Бозе-Эйнштейна и Ферми-Дирака.
43. Металлы, диэлектрики и полупроводники по зонной теории.
44. Собственная и примесная проводимости полупроводников.
45. Размер, состав и заряд атомного ядра. Массовое и зарядовое числа. Дефект массы и энергия связи ядра.
46. Спин ядра и его магнитный момент.
47. Ядерные силы. Модели ядра.
48. Радиоактивное излучение и его виды.
49. Закон радиоактивного распада. Правила смещения.
50. Закономерности альфа-распада. Бетта-минус-распад. Нейтрино. Гамма-излучение и его свойства.

51. Резонансное поглощение гамма-излучения (эффект Мессбауэра).
52. Ядерные реакции и их основные типы.
53. Позитрон. Бетта-плюс-распад. Электронный захват.
54. Ядерные реакции под действием нейтронов. Реакция деления ядра. Цепная реакция деления.
55. Реакция синтеза атомных ядер.
56. Уровень элементарных частиц. Космическое излучение.
57. Мюоны и их свойства. Мезоны и их свойства.
58. Типы взаимодействий элементарных частиц.
59. Частицы и античастицы. Спиральность.
60. Лептоны. Закон сохранения лептонного числа.
61. Адроны. Закон сохранения барионного числа.
62. Гипероны. Странность и четность элементарных частиц.
63. Классификация элементарных частиц. Кварки.
64. Переносчики фундаментальных взаимодействий.

### **МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ**

1. Номера задач, которые студент должен включить в свою контрольную работу, определяются по таблицам вариантов.

2. Контрольные работы надо выполнять в школьной тетради, на обложке которой привести следующие сведения: номер контрольной работы, наименование дисциплины, специальность, курс и форму обучения, учебный шифр, фамилия и инициалы студента, а также фамилия ведущего преподавателя.

3. Условия задач в контрольной работе надо переписать полностью без сокращений. Каждую задачу необходимо начинать с новой страницы.

4. В конце контрольной работы следует указать учебники или учебные пособия, которые использовались студентом при решении задач.

5. Контрольную работу на проверку следует сдать в деканаты своих факультетов до начала экзаменационной сессии.

6. Если контрольная работа при проверке не зачтена, студент обязан исправить неверные решения и представить исправленную работу на повторную проверку непосредственно преподавателю. Исправления необходимо сделать в той же тетради.

7. Студент должен быть готов во время зачета или экзамена дать пояснения по существу решения задач, входящих в контрольные работы.

8. Решения задач следует сопровождать краткими, но исчерпывающими пояснениями; в тех случаях, когда это, возможно, сделать схематический чертеж или рисунок, поясняющий содержание задачи.

9. Решать задачу необходимо в общем, виде, т.е. выразить

искомую величину в буквенных обозначениях величин, заданных в условии задач. При таком способе решения не производится вычисления промежуточных величин.

10. После получения сложной расчетной формулы для проверки правильности ее следует подставить в правую часть формулы вместо символов величин обозначения единиц этих величин, произвести с ним необходимые действия и убедиться в том, что полученная при этом единица соответствует искомой величине. Если такого соответствия нет, то это означает, что задача решена неверно.

11. Числовые значения величин при подставке их в расчетную формулу следует выражать только в единицах СИ. В виде исключения допускает выражать в любых, но одинаковых единицах числовые значения однородных величин, стоящих в числителе и знаменателе дроби и имеющие одинаковые степени.

12. При подстановке в расчетную формулу, а также при записи ответа числовые значения величин следует записывать как произведение десятичной дроби с одной значащей цифрой перед запятой на соответствующую степень десяти. Например, вместо 3520 надо записать  $3,52 \cdot 10^3$ , вместо 0,00129 записать  $1,29 \cdot 10^{-3}$  и т. п.  $\square$

13. Вычисления по расчетной формуле надо проводить с соблюдением правил приближенных вычислений. Как правило, окончательный ответ следует записывать с тремя значащими цифрами. Это относится к случаю, когда результат получен с применением калькулятора.

## **Задачи**

### **Вариант 8**

1. Определить энергетическую освещенность (облученность)  $E_e$  зеркальной поверхности, если давление  $p$ , производимое излучением, равно 40 мкПа. Излучение падает нормально к поверхности.

2. Невозбужденный атом водорода поглощает квант излучения с длиной волны  $\lambda = 102,6$  нм. Вычислить, пользуясь теорией Бора, радиус  $r$  электронной орбиты возбужденного атома водорода.

3. Энергия возбужденного атома водорода 0,85 эВ. Вычислить длину волны де Бройля электрона на этой орбите.

4. Оценить с помощью соотношения неопределенностей минимальную кинетическую энергию электрона, движущегося внутри сферы радиусом  $R = 0,05$  нм.

5. Найти период полураспада  $T_{1/2}$  радиоактивного изотопа, если его активность за время  $t = 10$  сут уменьшилась на 24% по сравнению с первоначальной.

6. Радиоактивное ядро, состоящее из 5 протонов и 5 нейтронов, выбросило  $\alpha$ -частицу. Какое ядро образовалось в результате  $\alpha$ -распада?

Определить энергию связи образовавшегося ядра.

7. Вычислить энергию, которая выделяется в ядерной реакции синтеза  ${}^2_1\text{H} + 3{}_1\text{H} \rightarrow 4{}_2\text{He} + 0,1 n$ .

8. Вычислить характеристическую температуру  $\Theta_D$  Дебая для железа, если при температуре  $T = 20$  К молярная теплоемкость железа  $C_m = 0,226$  Дж/(К·моль). Условие  $T \ll \Theta_D$  считать выполненным.

## Вариант 2

1. Давление  $p$  света с длиной волны  $\lambda = 40$  нм, падающего нормально на черную поверхность, равно 2 нПа. Определить число  $N$  фотонов, падающих за время  $t = 10$  с на площадь  $S = 1$  мм<sup>2</sup> этой поверхности.

2. Вычислить по теории Бора радиус  $r_2$  второй стационарной орбиты и скорость  $v_2$  электрона на этой орбите для атома водорода.

3. Протон движется со скоростью  $1 \cdot 10^7$  м/с. Определить длину волны де Бройля протона.

4. Используя соотношение неопределенностей, оценить наименьшие ошибки  $\Delta v$  в определении скорости электрона и протона, если координаты центра масс этих частиц могут быть установлены с неопределенностью 1 мкм.

5. Определить, какая доля радиоактивного изотопа  ${}^{225}_{89}\text{A}$  с распадается в течение времени  $t = 6$  сут.

6. Вычислить энергию связи ядра и его удельную энергию связи, то есть энергию, приходящуюся на один нуклон для элемента  ${}^{196}_{79}\text{Au}$ .

7. Вычислить энергию ядерной реакции  ${}^3_2\text{He} + n \rightarrow {}^3_2\text{H} + {}^1_1p$ .

8. Зная, что для алмаза  $\Theta_D = 2000$  К, вычислить его удельную теплоемкость при температуре  $T = 30$  К

## Вариант 3

1. Определить коэффициент отражения  $\rho$  поверхности, если при энергетической освещенности  $E_e = 120$  Вт/м<sup>2</sup> давление  $p$  света на нее оказалось равным 0,5 мкПа.

2. Вычислить по теории Бора период  $T$  вращения электрона в атоме водорода, находящегося в возбужденном состоянии, определяемом главным квантовым числом  $n = 2$ .

3. Дебройлевская длина волны электрона уменьшалась с 1 до 0,5 нм. На сколько изменилась энергия электрона?

4. Какова должна быть кинетическая энергия  $T$  протона в моноэнергетическом пучке, используемого для исследования структуры с линейными размерами  $l \approx 10^{-13}$  см?

5. Активность  $A$  некоторого изотопа за время  $t = 10$  сут уменьшилась на 20%. Определить период полураспада  $T_{1/2}$  этого изотопа.

6. Определить энергию связи ядра и его удельную энергию связи для элемента  ${}^{132}_{55}\text{Cs}$ .

7. Вычислить энергию ядерной реакции  ${}^{27}_{13}\text{Al} + {}^1_0n \rightarrow {}^{27}_{12}\text{Mg} + {}^1_1p$

8. Молярная теплоемкость  $C_m$  серебра при температуре  $T = 20$  К

оказалась равной 1,65 Дж/(моль•К). Вычислить по значению теплоемкости характеристическую температуру  $\Theta_D$ . Условие  $T \ll \Theta_D$  считать выполненным.

#### Вариант 4

1. Давление света, производимое на зеркальную поверхность,  $p = 5$  мПа. Определить концентрацию  $n_0$  фотонов вблизи поверхности, если длина волны света, падающего на поверхность  $\lambda = 0,5$  мкм.

2. Определить изменение энергии  $\Delta E$  электрона в атоме водорода при излучении атомом фотона с частотой  $\nu = 6,28 \cdot 10^{14}$  Гц.

3. Найти длину волны де Бройля для протона, прошедшего разность потенциалов 1000 кВ.

4. Используя соотношение неопределенностей, оценить ширину  $l$  одномерного потенциального ящика, в котором минимальная энергия электрона  $E_{\min} = 10$  эВ.

5. Определить массу  $m$  изотопа  $^{131}\text{I}$ , имеющего активность  $A = 37$  ГБк.

6. Вес нейтрального атома изотопа лития  $^7\text{Li}$  равен  $7,01601$ , определить массы ионов лития: однозарядного ( $^7\text{Li}^+$ ), двухзарядного ( $^7\text{Li}^{2+}$ ) и трехзарядного ( $^7\text{Li}^{3+}$ ).

7. Вычислить энергию ядерной реакции  $^{33}\text{S}_{16} + n \rightarrow ^{33}\text{P}_{15} + ^1\text{p}_1$ .

8. Вычислить (по Дебаю) удельную теплоемкость хлористого натрия при температуре  $T = \Theta_D/20$ . Условие  $T \ll \Theta_D$  считать выполненным.

#### Вариант 5

1. На расстоянии  $r = 5$  м от точечного монохроматического ( $\lambda = 0,5$  мкм) изотропного источника расположена площадка ( $S = 8$  мм<sup>2</sup>) перпендикулярно падающим пучкам. Определить число  $N$  фотонов, ежесекундно падающих на площадку. Мощность излучения  $P = 100$  Вт.

2. Во сколько раз изменится период  $T$  вращения электрона в атоме водорода, если при переходе в невозбужденное состояние атом излучил фотон с длиной волны  $\lambda = 97,5$  нм.

3. Вычислить длину волны де Бройля для молекулы азота, движущейся со средней скоростью, соответствующей комнатной температуре.

4. Альфа-частица находится в бесконечно глубоком, одномерном, прямоугольном потенциальном ящике. Используя соотношение неопределенностей, оценить ширину  $l$  ящика, если известно, что минимальная энергия альфа-частицы  $E_{\min} = 8$  МэВ.

5. Найти среднюю продолжительность жизни  $\tau$  атома радиоактивного изотопа кобальта  $^{60}\text{Co}_{27}$ .

6. Используя известные значения масс нейтральных атомов  $^1\text{H}$ ,  $^2\text{H}$ ,  $^{12}\text{C}$  и электрона, определить массы протона, дейтрона и ядра  $^{12}\text{C}$ .

7. Вычислить энергию ядерной реакции  $^2_1\text{H} + ^7_3\text{Li} \rightarrow 2^4_2\text{He} + ^1_0\text{n}$ .

8. Вычислить по теории Дебая теплоемкость цинка массой  $m = 100$  г при

температуре  $T = 10$  К. Принять для цинка характеристическую температуру Дебая  $\Theta_D = 300$  К и считать условие  $T \ll \Theta_D$  выполненным.

### Вариант 6

1. На зеркальную поверхность под углом  $\alpha = 60^\circ$  к нормали падает пучок монохроматического света ( $\lambda = 590$  нм). Плотность потока энергии светового пучка  $\varphi = 1$  кВт/м<sup>2</sup>. Определить давление  $p$ , производимое светом на зеркальную поверхность.

2. На сколько изменилась кинетическая энергия электрона в атоме водорода при излучении атомом фотона с длиной волны  $\lambda = 435$  нм?

3. Длина волны де Бройля для электрона равна 1,3 нм. Определить скорость электрона.

4. Среднее время жизни атома в возбужденном состоянии составляет  $\Delta t \approx 10^{-8}$  с. При переходе атома в нормальное состояние испускается фотон, средняя длина волны которого равна 600 нм. Оценить ширину  $\Delta\lambda$  излучаемой спектральной линии, если не происходит ее уширения за счет других процессов.

5. Счетчик  $\alpha$ -частиц, установленный вблизи радиоактивного изотопа, при первом измерении регистрировал  $N_1 = 1400$  частиц в минуту, а через время  $t = 4$  ч – только  $N_2 = 400$ . Определить период полураспада  $T_{1/2}$  изотопа.

6. Масса  $\alpha$ -частицы (ядро гелия  ${}^4_2\text{He}$ ) равна 4,00150 а. е. м. Определить массу нейтрального атома гелия.

7. Определить энергию ядерной реакции  ${}^9\text{Be}_4 + {}^2\text{H}_1 \rightarrow {}^{10}\text{B}_5 + {}^1_0n$ .

8. Образец магния массой 50 г нагревается от 0 до 20 К. Определить теплоту, необходимую для нагревания. Принять характеристическую температуру Дебая для магния 400 К и считать условие  $T \ll \Theta_D$  выполненным.

### Вариант 7

1. Свет падает нормально на зеркальную поверхность, находящуюся на расстоянии  $r = 10$  см от точечного изотропного излучателя. При какой мощности  $P$  излучателя давление  $p$  на зеркальную поверхность будет равным 1 мПа?

2. В каких пределах  $\Delta\lambda$  должна лежать длина волн монохроматического света, чтобы при возбуждении атомов водорода квантами этого света радиус  $r_n$  орбиты электрона увеличился в 16 раз?

3. Скорость электронов равна  $0,8 \cdot c$ . Найти длину волны де Бройля электронов.

4. Для приближенной оценки минимальной энергии электрона в атоме водорода можно предположить, что неопределенность  $\Delta r$  радиуса  $r$  электронной орбиты и неопределенность  $\Delta p$  импульса  $p$  электрона на такой орбите соответственно связаны следующим образом:  $\Delta r \approx r$  и  $\Delta p \approx p$ . Используя эти связи, а также соотношение неопределенностей, найти

значение радиуса электронной орбиты, соответствующего минимальной энергии электрона в атоме водорода.

5. Во сколько раз уменьшится активность изотопа  $^{32}\text{P}$  через время  $t = 20$  сут?

6. Определить дефект массы и энергию связи ядра атома тяжелого водорода.

7. Определить энергию ядерной реакции  $^6\text{Li}_3 + ^2\text{H}_1 \rightarrow ^4\text{He}_2 + ^4\text{He}_2$

8. Вычислить по теории Дебая удельную теплоемкость серебра при температуре 8 К. Считать условие  $T \ll \Theta_D$  выполненным и принять для серебра  $\Theta_D = 225$  К.

### Вариант 8

1. Свет с длиной волны  $\lambda = 600$  нм нормально падает на зеркальную поверхность и производит на нее давление  $p = 4$  мкПа. Определить число  $N$  фотонов, падающих за время  $t = 10$  с на площадь  $S = 1$  мм<sup>2</sup> этой поверхности.

2. В однозарядном ионе лития электрон перешел с четвертого энергетического уровня на второй. Определить длину волны  $\lambda$  излучения, испущенного ионом лития.

3. Коротковолновая граница рентгеновского спектра  $0,2 \cdot 10^{-10}$  м. Определить длину волны де Бройля для электронов, бомбардирующих антикатод.

4. Моноэнергетический пучок электронов высвечивает в центре экрана электронно-лучевой трубки пятно радиусом  $r \approx 10^{-3}$  см. Пользуясь соотношением неопределенностей, найти, во сколько раз неопределенность  $\Delta x$  координаты электрона на экране в направлении, перпендикулярном оси трубки, меньше размера  $r$  пятна. Длину  $L$  электронно-лучевой трубки принять равной 0,50 м, а ускоряющее электрон напряжение  $U$  – равным 20 кВ.

5. На сколько процентов уменьшится активность изотопа иридия  $^{192}\text{Ir}$  через время  $t = 15$  сут?

$_{73}^{74}\text{a}$

6. Какое количество энергии освободится при соединении одного протона и двух нейтронов в атомное ядро?

7. Определить энергию ядерной реакции  $^7_3\text{Li} + ^4_2\text{He} \rightarrow ^{10}_5\text{B} + ^1_0\text{n}$

8. Молярная теплоемкость молибдена при температуре 20 К равна 0,6 Дж/(моль·К). Вычислить характеристическую температуру Дебая. Условие  $T \ll \Theta_D$  считать выполненным.

### Вариант 9

1. На зеркальную поверхность площадью  $S = 6$  см<sup>2</sup> падает нормально поток излучения  $\Phi_e = 0,8$  Вт. Определить давление  $p$  и силу давления  $F$  света на эту поверхность.

2. Электрон в атоме водорода находится на третьем энергетическом

уровне. Определить кинетическую  $T$ , потенциальную  $U$  и полную  $E$  энергию электрона. Ответ выразить в электрон-вольтах.

3. Вычислить длину волны де Бройля для электрона обладающего кинетической энергией 1 эВ.

4. Среднее время жизни  $\Delta t$  атома в возбужденном состоянии составляет около  $10^{-8}$  с. При переходе атома в нормальное состояние испускается фотон, средняя длина волны  $\langle \lambda \rangle$  которого равна 400 нм. Оценить относительную ширину  $\Delta \lambda / \lambda$  излучаемой спектральной линии, если не происходит уширения линии за счет других процессов.

5. Определить число  $N$  ядер, распадающихся в течение времени: 1)  $t_1 = 1$  мин; 2)  $t_2 = 5$  сут, - в радиоактивном изотопе фосфора  $^{32}\text{P}$  массой  $m = 1$  мг.

6. Определить удельную энергию связи (т. е. среднюю энергию связи, приходящуюся на один нуклон) ядра  $^{12}\text{C}$ .

7. Определить энергию ядерной реакции  $^7\text{Li}_3 + ^1\text{H}_1 \rightarrow ^7\text{B}_4 + ^1\text{n}_0$

8. Определить теплоту, необходимую для нагревания двух молей никеля от 20 до 30 К. Принять характеристическую температуру Дебая для никеля 450 К и условие  $T \ll \Theta_D$  считать выполненным.

### Вариант 10

1. Точечный источник монохроматического ( $\lambda = 1$  нм) излучения находится в центре сферической зачерненной колбы радиусом  $R = 10$  см. Определить световое давление  $p$ , производимое на внутреннюю поверхность колбы, если мощность источника  $P = 1$  кВт.

2. Фотон выбивает из атома водорода, находящегося в основном состоянии, электрон с кинетической энергией  $T = 10$  эВ. Определить энергию  $E$  фотона.

3. Определить длину волны де Бройля для  $\alpha$ -частиц, прошедших разность потенциалов: 1) 200 В; 2) 100 кВ.

4. Для приближенной оценки минимальной энергии электрона в атоме водорода можно предположить, что неопределенность  $\Delta r$  радиуса  $r$  электронной орбиты и неопределенность  $\Delta p$  импульса  $p$  электрона на такой орбите соответственно связаны следующим образом:  $\Delta r \approx r$  и  $\Delta p \approx p$ . Используя эти связи, а также соотношение неопределенностей, определить минимальное значение энергии  $T_{\min}$  электрона в атоме водорода.

5. Из каждого миллиона атомов радиоактивного изотопа каждую секунду распадается 200 атомов. Определить период полураспада  $T_{1/2}$  изотопа.

6. Энергия связи ядра, состоящего из двух протонов и одного нейтрона, равна 7,72 МэВ. Определить массу нейтрального атома, имеющего это ядро.

7. Определить энергию ядерной реакции  $^{44}_{20}\text{Ca} + ^1_1\text{H} \rightarrow ^{41}_{19}\text{K} + ^4_2\text{He}$ .

8. Вычислить по теории Дебая удельную теплоемкость германия при температуре 20 К. Принять для германия  $\Theta_D = 370$  К и условие  $T \ll \Theta_D$  считать выполненным.

## **5. Критерии оценки расчетно-графической работы и типовые ошибки при ее выполнении.**

Критерии оценки расчетно-графической работы:

- оценка «зачтено» выставляется обучающемуся в том случае, если все задачи решены, к задачам приведены пояснения;
- оценка «не зачтено» ставится в том случае, если какая-либо задача отсутствует или приведены недостаточные пояснения к решению задачи.

При выполнении расчетно-графической работы по физике часто встречаются следующие ошибки:

1. Не соблюдены правила оформления расчетно-графической работы.
2. Не выдержана структура расчетно-графической работы (отсутствует библиографический список, теоретическая часть к задаче и т. д.).
3. Не указаны единицы измерения полученных результатов.
4. В задаче отсутствуют выводы или содержимое выводов к задаче неконструктивны.
5. Отсутствие готовности обучающегося отвечать на теоретические вопросы, являющиеся основой для решения задачи.
6. Задание на расчетно-графическую работу выполнено не по своему варианту.

**ПРИЛОЖЕНИЕ 2**

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
ЧЕБОКСАРСКИЙ ИНСТИТУТ (ФИЛИАЛ) МОСКОВСКОГО ПОЛИТЕХНИЧЕСКОГО УНИВЕРСИТЕТА**

---

**Кафедра Информационных технологий, электроэнергетики и систем  
управления**

**РАСЧЕТНО-ГРАФИЧЕСКАЯ РАБОТА**  
**по дисциплине «ФИЗИКА»**

---

Наименование темы

Выполнил: студент \_\_ курса  
\_\_\_\_\_ отделения  
по направлению \_\_\_\_\_

---

Ф.И.О.

Научный руководитель:

---

должность, звание

---

Ф.И.О.

Оценка \_\_\_\_\_

Дата «\_\_» \_\_\_\_\_ 2021г.

Чебоксары 2021

