

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Агафонов Александр Викторович  
Должность: директор филиала  
Дата подписания: 18.06.2025 15:41:11  
Уникальный программный ключ:  
2579477a30c77060c4c1164bc4116b6d3c4ab06

**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 УКАЗАНИЯ**  
**по выполнению расчетно-графических работ №3**  
**по дисциплине**  
**«Физика»**

Направление подготовки	<b>23.03.03 Эксплуатация транспортно-технологических машин</b>
Направленность подготовки	(код и наименование направления подготовки) <b>Автомобильное хозяйство и сервис</b>
Квалификация выпускника	(наименование профиля подготовки) <b>бакалавр</b>
Форма обучения	<b>очная</b>

Методические указания разработаны  
в соответствии с требованиями ФГОС ВО по  
направлению подготовки  
23.03.03 Эксплуатация транспортно-технологических машин

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

*(указать ФИО, ученую степень, ученоезвание или должность)*

Методические рекомендации одобрены на заседании кафедры Информационных технологий, электроэнергетики и систем управления

(протокол № 10 от 14.05.2022 г.).

**1. Цель расчетно-графической работы** - выявить знания студентов основ физики, производить расчеты, привить обучающимся навыки самостоятельной работы с применением математических методов.

В ходе выполнения расчетно-графической работы обучающийся должен проявить умение самостоятельно работать с учебной литературой, применять теоретические знания для решения задач и анализа конкретных данных.

Расчетно-графическая работа должна быть выполнена и представлена в срок, установленный графиком учебного процесса.

**Выполнение расчетно-графической работы** включает следующие этапы:

- ознакомление с программой дисциплины «Физика», методическими рекомендациями по выполнению расчетно-графической работы;
- проработка соответствующих разделов физики: «Оптика и квантовая физика» и «Атомная и ядерная физика» по рекомендованной учебной литературе, конспектам лекций;
- выполнение расчетов с применением освоенных методов.

Завершенная работа представляется для проверки на кафедру преподавателю в установленные учебным графиком сроки. Срок проверки не более 5-7 дней. Преподаватель проверяет качество работы, отмечает положительные стороны, недостатки работы и оценивает ее. Обучающиеся, не подготовившие расчетно-графическую работу, к зачету и экзамену не допускаются.

## **2. Выбор варианта и структура расчетно-графической работы**

Задания для расчетно-графических работ составляются преподавателем, который ведет данную дисциплину, и утверждаются кафедрой.

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.

По этому номеру и по таблице вариантов (таблицы 1 и 2) находятся задачи, которые должен решить студент.

Таблица 1

Задачи	Вариант									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1										
2										
3										
4										
5										
6										
7										
8										

Например, если номер зачетной книжки 803681 и по учебному плану необходимо выполнить 8 задач.

Задания выполняются в течение 3-го семестра.

При выполнении расчетно-графической работы необходимо придерживаться следующей структуры:

- титульный лист;
- введение;
- расчетная часть;
- заключение;
- список использованной литературы.

**Титульный лист** является первой страницей расчетно-графической работы. Образец его оформления приведен в Приложении.

**Во введении** содержатся общие сведения о выполненной работе (0,5-1 с).

**В расчетной части** обучающийся должен показать умение применять математические методы расчетов, рассчитывать необходимые данные, делать на их основе аргументированные выводы.

Условия задач в расчетной части должны быть приведены полностью. Решение задач следует сопровождать развернутыми расчетами, ссылками на математические формулы, анализом и выводами. Задачи, в которых даны только ответы без промежуточных вычислений, считаются нерешенными.

Следует обратить особое внимание на выводы, которые должны быть обоснованными, подтверждаться предварительным анализом цифрового материала.

**В заключении** расчетно-графической работы (1 с.) в краткой форме резюмируются результаты работы.

После заключения приводится список литературы, включающий только те источники, которые были использованы при выполнении расчетно-графической работы и на которые имеются ссылки в тексте работы.

При описании литературных источников необходимо указать:

- фамилии и инициалы авторов;
- название книги, сборника, статьи;
- место издания;
- издательство;
- год издания;
- количество страниц или конкретные страницы (последние в случае ссылки на статью или статистический сборник).

Стандартный формат описания источников приведен в списке литературы.

### **3. Требования к оформлению расчетно-графической работы**

При оформлении расчетно-графической работы необходимо руководствоваться следующими требованиями:

1. Объем работы - 5-10 страниц текста на стандартных листах формата А4, набранных на компьютере с использованием текстового редактора или вручную (письменно), табличного процессора или других программных средств (размер шрифта - 14 пунктов, интервал - 1,5).

2. Страницы должны быть пронумерованы и иметь поля слева и справа не менее 25 мм для замечаний преподавателя-консультанта.

3. В тексте не должно быть сокращений слов, кроме общепринятых.

4. Все промежуточные данные проводимых расчетов и результаты следует представлять в явном виде.

5. Все таблицы должны иметь сквозную нумерацию. Приведенные в работе иллюстрации (графики, диаграммы) должны иметь подрисовочные надписи.

6. Описание литературных источников выполняется в соответствии со стандартными требованиями, приведенными в предыдущем разделе.

#### **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.

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  ${}^2_1\text{H} + {}^3_1\text{H} \rightarrow {}^4_2\text{He} + {}^1_0\text{n}$ .

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  ${}^{225}_{89}\text{Ac}$  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  ${}^3_2\text{He} + n \rightarrow {}^3_1\text{H} + {}^1_1\text{p}$ .

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  ${}^{27}_{13}\text{Al} + n \rightarrow {}^{27}_{12}\text{Mg} + {}^1_1\text{p}$

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

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

#### Вариант 4

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

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

3. Найти длину волны де Бройля для протона, прошедшего разность потенциалов  $1000 \text{ кВ}$ .

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

5. Определить массу  $m$  изотопа  $^{131}_{53}\text{I}$  имеющего активность  $A = 37 \text{ ГБк}$ .

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  $^{33}_{16}\text{S} + n \rightarrow ^{33}_{15}\text{P} + ^1_1\text{p}$ .

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  $r = 5 \text{ м}$  от точечного монохроматического ( $\lambda = 0,5 \text{ мкм}$ ) изотропного источника расположена площадка ( $S = 8 \text{ мм}^2$ ) перпендикулярно падающим пучкам. Определить число  $N$  фотонов, ежесекундно падающих на площадку. Мощность излучения  $P = 100 \text{ Вт}$ .

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

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  $E_{\min} = 8 \text{ МэВ}$ .

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

6. Используя известные значения масс нейтральных атомов  $^1_1\text{H}$ ,  $^2_1\text{H}$ ,  $^{12}_6\text{C}$  и электрона, определить массы протона, дейтрона и ядра  $^{12}_6\text{C}$ .

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  $m = 100 \text{ г}$  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  ${}^9\text{Be}_4 + {}^2_1\text{H} \rightarrow {}^{10}_5\text{B} + {}^1_0\text{n}$ .

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  $^{192}\text{Ir}$  время  $t = 15$  сут?

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  $^{44}_{20}\text{Ca} + ^1_1\text{H} \rightarrow ^{41}_{18}\text{K} + ^4_2\text{He}$ .

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.

## 6. Рекомендуемая литература

### Основная литература

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>

2. 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>

### Дополнительная литература

1. Бордовский, Г. А. Физика. Механика, термодинамика и электромагнетизм : учебное пособие для вузов / Г. А. Бордовский, Э. В. Бурсиан. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2025. — 242 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-20167-3. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/557672>

Бордовский, Г. А. Физика. Оптика, квантовая, атомная и ядерная физика : учебник для вузов / Г. А. Бордовский, Э. В. Бурсиан. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2025. — 299 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-05452-1. — Текст : электронный // Образовательная <sup>14</sup>платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/557674>

## 6. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для написания РГР

1. Профессиональная база данных и информационно-справочные системы	Информация о праве собственности (реквизиты договора)
<p>Ассоциация инженерного образования России  <a href="http://www.ac-raee.ru/">http://www.ac-raee.ru/</a></p>	<p>Совершенствование образования и инженерной деятельности во всех их проявлениях, относящихся к учебному, научному и технологическому направлениям, включая процессы преподавания, консультирования, исследования, разработки инженерных решений, включая нефтегазовую отрасль, трансфера технологий, оказания широкого спектра образовательных услуг, обеспечения связей с общественностью, производством, наукой и интеграции в международное научно-образовательное пространство.                      свободный доступ</p>
<p>научная электронная библиотека Elibrary  <a href="http://elibrary.ru/">http://elibrary.ru/</a></p>	<p>Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU - это крупнейший</p>

1. Профессиональная база данных и информационно-справочные системы	Информация о праве собственности (реквизиты договора)
	<p>российский информационно-аналитический портал в области науки, технологии, медицины и образования, содержащий рефераты и полные тексты более 26 млн научных статей и публикаций, в том числе электронные версии более 5600 российских научно-технических журналов, из которых более 4800 журналов в открытом доступе свободный доступ</p>
<p>Федеральный портал «Российское образование» [Электронный ресурс] – <a href="http://www.edu.ru">http://www.edu.ru</a></p>	<p>Федеральный портал «Российское образование» – уникальный интернет-ресурс в сфере образования и науки. Ежедневно публикует самые актуальные новости, анонсы событий, информационные материалы для широкого круга читателей. Еженедельно на портале размещаются эксклюзивные материалы, интервью с ведущими специалистами – педагогами, психологами, учеными, репортажи и аналитические статьи. Читатели получают доступ к нормативно-правовой базе сферы образования, они могут пользоваться самыми различными полезными сервисами – такими, как онлайн-тестирование, опросы по актуальным темам и т.д.</p>

**ПРИЛОЖЕНИЕ 1**

**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

**заочного** отделения

по направлению \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Ф.И.О.

Научный руководитель:

\_\_\_\_\_

должность, звание

\_\_\_\_\_

Ф.И.О.

Оценка \_\_\_\_\_

Дата «\_\_» \_\_\_\_\_ 2022г.

Чебоксары 2022

7.