

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

Уральский федеральный университет

имени первого Президента России Б. Н. Ельцина

## **Физика твердого тела**

контрольные задания для студентов технических специальностей заочной  
формы обучения

Екатеринбург

2022

## **ОБЩИЕ МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ**

Основной формой обучения студента-заочника является самостоятельная работа над учебным материалом. Для облегчения этой работы в периоды лабораторно-экзаменационных сессий читаются лекции и проводятся лабораторные работы. Процесс изучения физики твердого тела состоит из следующих этапов:

- I. Самостоятельная работа над учебниками и учебными пособиями [1 – 6].
- II. Выполнение контрольных работ.
- III. Прохождение лабораторного практикума.
- IV. Сдача зачетов и экзаменов.

### **Самостоятельная работа**

При самостоятельной работе над учебным материалом необходимо:

1. Изучать курс физики твердого тела систематически в течение всего семестра. Изучение материала курса только лишь перед экзаменом не позволит получить глубокие и прочные знания.

2. В качестве основного учебного пособия использовать один из рекомендованных учебников, чтобы не утрачивалась логическая связь между отдельными вопросами. В конце методического пособия приведен список литературы для самостоятельной работы над материалом курса.

3. Составлять конспект при работе над учебным материалом, в котором записывать законы и формулы, выражающие эти законы, определения основных физических величин и сущность физических явлений и методов исследования.

4. Решить контрольные работы. Контрольные работы призваны закрепить теоретический материал и позволить более глубоко разобраться в материале при решении конкретных задач.

5. Прослушать курс обзорных лекций по физике твердого тела для студентов-заочников, организуемый в начале каждой сессии. Пользоваться очными консультациями преподавателей.

### **Выполнение контрольных работ**

При выполнении контрольных работ студенту необходимо руководствоваться следующим:

1. Номер варианта контрольной работы определяется последней цифрой его шифра. Шифр (личный номер студента) указан в студенческом билете. Номера задач каждого варианта определяются таблицей вариантов, приведенной в указаниях.

2. Контрольные работы выполняются в обычной школьной тетради, на лицевой стороне которой (на обложке) приводятся сведения по следующему образцу:

Студент заочного факультета УрФУ

специальность

Андреев И. В.

Шифр 253720

**№ группы**

Адрес: 620460, г. Верхняя Салда,

ул. Восточная, д. 16, кв. 54

Контрольная работа № 1 по физике твердого тела

3. Условия задач в контрольной работе переписываются полностью без сокращений. На страницах тетради оставляются поля для замечаний преподавателя и после каждой решенной задачи необходимо оставлять место для замечаний преподавателя и для ответа на эти замечания. Каждая следующая задача должна начинаться с новой страницы.

4. В конце контрольной работы указывается, каким основным учебником или учебным пособием пользовался студент при изучении курса физики твердого тела (название, автор, год издания).

5. На рецензию следует высылать одновременно не более одной работы во избежание одних и тех же ошибок. Очередную работу нужно высылать только после получения рецензии на предыдущую работу.

6. Если контрольная работа при первой проверке не зачтена, то студент обязан представить ее на повторную проверку не позднее чем за две недели до начала сессии, включив в нее те задачи, решение которых оказалось неверным. Зачтенные задачи заново переписывать не надо. Если работа для повторной проверки переписана заново, то ее надо представлять вместе с уже проверенной работой.

7. Защита выполненных, но незачтенных работ производится во время лабораторно-экзаменационной сессии в форме собеседования с преподавателем (дни и часы защиты работ указываются в расписании).

8. В том случае, когда работа зачтена, студенту отсылается только обложка работы с отметкой преподавателя и его росписью.

Обложка зачтенной контрольной работы предъявляется экзаменатору перед началом экзамена.

## **Указания к решению и оформлению задач**

1. Записать условие задачи полностью.

2. Выписать численные данные и перевести их в Международную систему измерения физических величин (СИ).

3. Выполнить чертеж или рисунок, поясняющий содержание задачи, показав на нем соответствующие обозначения физических величин, используемых при решении именно этой задачи.

4. Проанализировать условия задачи и указать основные законы, которые нужно применить для решения, указать, почему их можно применить и записать их аналитическую форму. Пояснить буквенные обозначения физических величин, входящих в эти формулы. Если величины векторные, то на рисунке показать их направления и пояснить, как определяются эти направления. Если при решении задач применяется частная формула, не выражающая какой-нибудь закон или не являющаяся определением какой-либо физической величины, то ее следует вывести.

5. Необходимо сопровождать весь ход решения задачи краткими, но исчерпывающими пояснениями. Результатом анализа и решения задачи является составление системы уравнений, которая включает в себя все искомые величины.

6. Получить решение задачи в аналитическом виде, т. е. выразить искомые величины через заданные величины в буквенном виде и стандартные физические постоянные.

7. Подставить в полученную формулу численные значения всех величин, выраженных в системе СИ. Произвести вычисления и получить искомый результат. Записать ответ, указав единицы измерения искомой величины.

Проанализировать полученный результат.

## **Выполнение лабораторных работ**

Лабораторные работы выполняются студентами-заочниками в лабораториях кафедры физики УрФУ в периоды экзаменационных сессий, часы и даты этих занятий указываются в сессионном расписании.

## **Сдача экзаменов**

После выполнения всех видов работ, предусмотренных учебным планом, студенты сдают экзамен или зачет.

На экзамен или зачет студент должен явиться, имея при себе зачетную книжку, в которой должна быть запись преподавателя о том, что лабораторные работы

студент выполнил. Кроме этого, на руках у него должна быть корочка зачтенной контрольной работы (одной или двух, согласно учебному плану).

## Контрольная работа

Таблица вариантов

Вариант	Номера задач				
1	1	11	21	31	41
2	2	12	22	32	42
3	3	13	23	33	43
4	4	14	24	34	44
5	5	15	25	35	45
6	6	16	26	36	46
7	7	17	27	37	47
8	8	18	28	38	48
9	9	19	29	39	49
10	10	20	30	40	50

### Задача 1.

1. Рассчитать плотность молибдена. Решётка ОЦК,  $a = 3,15 \cdot 10^{-10}$  м,  $A = 95,9$  г/моль.
2. Рассчитать плотность натрия. Решётка ОЦК,  $a = 4,28 \cdot 10^{-10}$  м,  $A = 23,0$  г/моль.
3. Рассчитать плотность калия. Решётка ОЦК,  $a = 5,33 \cdot 10^{-10}$  м,  $A = 39,1$  г/моль
4. Рассчитать плотность меди. Решётка ГЦК,  $a = 3,61 \cdot 10^{-10}$  м,  $A = 63,5$  г/моль.
5. Рассчитать плотность серебра. Решётка ГЦК,  $a = 4,09 \cdot 10^{-10}$  м,  $A = 107,9$  г/моль
6. Рассчитать плотность золота. Решётка ГЦК,  $a = 4,08 \cdot 10^{-10}$  м,  $A = 197$  г/моль
7. Рассчитать плотность никеля. Решётка ГЦК,  $a = 3,52 \cdot 10^{-10}$  м,  $A = 58,7$  г/моль.
8. Рассчитать плотность  $\alpha$ -железа. Решётка ОЦК,  $a = 2,87 \cdot 10^{-10}$  м,  $A = 55,8$  г/моль
9. Рассчитать плотность молибдена. Решётка ОЦК,  $a = 3,15 \cdot 10^{-10}$  м,  $A = 95,9$  г/моль
10. Рассчитать плотность ниобия. Решётка ОЦК,  $a = 3,30 \cdot 10^{-10}$  м,  $A = 92,9$  г/моль

### Задача 2.

11. Пользуясь классической теорией теплоёмкости, рассчитать удельную теплоёмкость натрия ( $A = 23,0$  г/моль). Сравнить с табличным значением этой величины ( $1220$  Дж/кг·К) и объяснить различие.
12. Пользуясь классической теорией теплоёмкости, рассчитать удельную теплоёмкость меди ( $A = 63,5$  г/моль). Сравнить с табличным значением этой величины ( $383$  Дж/кг·К) и объяснить различие.
13. Пользуясь классической теорией теплоёмкости, рассчитать удельную теплоёмкость алюминия ( $A = 27,0$  г/моль). Сравнить с табличным значением этой величины ( $897$  Дж/кг·К) и объяснить различие.

14. Пользуясь классической теорией теплоёмкости, рассчитать удельную теплоёмкость вольфрама ( $A = 184,0$  г/моль). Сравнить с табличным значением этой величины ( $134$  Дж/кг·К) и объяснить различие.

15. Пользуясь классической теорией теплоёмкости, рассчитать удельную теплоёмкость серебра ( $A = 107,9$  г/моль). Сравнить с табличным значением этой величины ( $235$  Дж/кг·К) и объяснить различие.

16. Пользуясь классической теорией теплоёмкости, рассчитать удельную теплоёмкость золота ( $A = 197$  г/моль). Сравнить с табличным значением этой величины ( $129$  Дж/кг·К) и объяснить различие.

17. Пользуясь классической теорией теплоёмкости, рассчитать удельную теплоёмкость железа ( $A = 55,8$  г/моль). Сравнить с табличным значением этой величины ( $425$  Дж/кг·К) и объяснить различие.

18. Пользуясь классической теорией теплоёмкости, рассчитать удельную теплоёмкость никеля ( $A = 58,7$  г/моль). Сравнить с табличным значением этой величины ( $443$  Дж/кг·К) и объяснить различие.

19. Пользуясь классической теорией теплоёмкости, рассчитать удельную теплоёмкость платины ( $A = 195,05$  г/моль). Сравнить с табличным значением этой величины ( $195$  Дж/кг·К) и объяснить различие.

20. Пользуясь классической теорией теплоёмкости, рассчитать удельную теплоёмкость цинка ( $A = 65,4$  г/моль). Сравнить с табличным значением этой величины ( $385$  Дж/кг·К) и объяснить различие.

### **Задача 3.**

21. Рассчитать напряженность электрического поля в никелевой проволоке диаметром  $1,5$  мм, по которой течет ток  $4,0$  А. Удельное электросопротивление принять равным  $6,99 \cdot 10^{-8}$  Ом·м.

22. Рассчитать напряженность электрического поля в железной проволоке диаметром  $1,5$  мм, по которой течет ток  $4,0$  А. Удельное электросопротивление принять равным  $1,0 \cdot 10^{-7}$  Ом·м.

23. Рассчитать напряженность электрического поля в платиновой проволоке диаметром  $1,5$  мм, по которой течет ток  $4,0$  А. Удельное электросопротивление принять равным  $1,06 \cdot 10^{-7}$  Ом·м.

24. Рассчитать напряженность электрического поля в оловянной проволоке диаметром  $1,5$  мм, по которой течет ток  $4,0$  А. Удельное электросопротивление принять равным  $1,09 \cdot 10^{-7}$  Ом·м.

25. Рассчитать напряженность электрического поля в свинцовой проволоке диаметром  $1,5$  мм, по которой течет ток  $4,0$  А. Удельное электросопротивление принять равным  $2,2 \cdot 10^{-7}$  Ом·м.

26. Рассчитать напряженность электрического поля в серебряной проволоке диаметром  $1,5$  мм, по которой течет ток  $4,0$  А. Удельное электросопротивление принять равным  $1,59 \cdot 10^{-8}$  Ом·м.

27. Рассчитать напряженность электрического поля в медной проволоке диаметром 1,5 мм, по которой течет ток 4,0 А. Удельное электросопротивление принять равным  $1,68 \cdot 10^{-8}$  Ом·м.

28. Рассчитать напряженность электрического поля в золотой проволоке диаметром 1,5 мм, по которой течет ток 4,0 А. Удельное электросопротивление принять равным  $2,44 \cdot 10^{-8}$  Ом·м.

29. Рассчитать напряженность электрического поля в алюминиевой проволоке диаметром 1,5 мм, по которой течет ток 4,0 А. Удельное электросопротивление принять равным  $2,82 \cdot 10^{-8}$  Ом·м.

30. Рассчитать напряженность электрического поля в вольфрамовой проволоке диаметром 1,5 мм, по которой течет ток 4,0 А. Удельное электросопротивление принять равным  $5,60 \cdot 10^{-8}$  Ом·м.

#### **Задача 4.**

31. На стеклянную пластинку (диэлектрическая проницаемость равна 7,0) толщиной 5,0 мм подано напряжение 1000 В. Рассчитать напряженность поля внутри пластинки и поверхностную плотность связанных зарядов.

32. На фарфоровую пластинку (диэлектрическая проницаемость равна 5,0) толщиной 5,0 мм подано напряжение 1000 В. Рассчитать напряженность поля внутри пластинки и поверхностную плотность связанных зарядов.

33. На слюдяную пластинку (диэлектрическая проницаемость равна 7,0) толщиной 4,0 мм подано напряжение 1000 В. Рассчитать напряженность поля внутри пластинки и поверхностную плотность связанных зарядов.

34. На эбонитовую пластинку (диэлектрическая проницаемость равна 3,0) толщиной 5,0 мм подано напряжение 1000 В. Рассчитать напряженность поля внутри пластинки и поверхностную плотность связанных зарядов.

35. На стеклянную пластинку (диэлектрическая проницаемость равна 7,0) толщиной 2,5 мм подано напряжение 1000 В. Рассчитать напряженность поля внутри пластинки и поверхностную плотность связанных зарядов.

36. На фарфоровую пластинку (диэлектрическая проницаемость равна 5,0) толщиной 2,5 мм подано напряжение 1000 В. Рассчитать напряженность поля внутри пластинки и поверхностную плотность связанных зарядов.

37. На слюдяную пластинку (диэлектрическая проницаемость равна 7,0) толщиной 2,5 мм подано напряжение 1000 В. Рассчитать напряженность поля внутри пластинки и поверхностную плотность связанных зарядов.

38. На стеклянную пластинку (диэлектрическая проницаемость равна 3,0) толщиной 2,5 мм подано напряжение 1000 В. Рассчитать напряженность поля внутри пластинки и поверхностную плотность связанных зарядов.

39. На стеклянную пластинку (диэлектрическая проницаемость равна 7,0) толщиной 5,0 мм подано напряжение 2000 В. Рассчитать напряженность поля внутри пластинки и поверхностную плотность связанных зарядов.

40. На фарфоровую пластинку (диэлектрическая проницаемость равна 5,0) толщиной 5,0 мм подано напряжение 2000 В. Рассчитать напряженность поля внутри пластинки и поверхностную плотность связанных зарядов.

### Задача 5.

41. Рассчитать намагниченность ферромагнетика во внешнем поле 300 А/м, полагая, что его магнитная восприимчивость равна 200.

42. Кусок стали внесли в магнитное поле напряженностью 1600 А/м. Определить намагниченность стали, если её магнитная индукция стала равной 1,25 Тл.

43. Прямоугольный ферромагнитный брусок объёмом  $V = 10 \text{ см}^3$  приобрёл в магнитном поле напряженностью  $H = 800 \text{ А/м}$  магнитный момент  $p_m = 0,8 \text{ А/м}^2$ . Определить магнитную проницаемость ферромагнетика.

44. Рассчитать намагниченность ферромагнетика во внешнем поле 600 А/м, полагая, что его магнитная восприимчивость равна 100.

45. Прямоугольный ферромагнитный брусок объёмом  $V = 10 \text{ см}^3$  приобрёл в магнитном поле напряженностью  $H = 800 \text{ А/м}$  магнитный момент  $p_m = 0,4 \text{ А/м}^2$ . Определить магнитную проницаемость ферромагнетика.

46. Рассчитать намагниченность ферромагнетика во внешнем поле 300 А/м, полагая, что его магнитная восприимчивость равна 100.

47. Прямоугольный ферромагнитный брусок объёмом  $V = 20 \text{ см}^3$  приобрёл в магнитном поле напряженностью  $H = 400 \text{ А/м}$  магнитный момент  $p_m = 0,8 \text{ А/м}^2$ . Определить магнитную проницаемость ферромагнетика.

48. Прямоугольный ферромагнитный брусок объёмом  $V = 10 \text{ см}^3$  приобрёл в магнитном поле напряженностью  $H = 800 \text{ А/м}$  магнитный момент  $p_m = 0,8 \text{ А/м}^2$ . Определить магнитную восприимчивость ферромагнетика.

49. Прямоугольный ферромагнитный брусок объёмом  $V = 10 \text{ см}^3$  приобрёл в магнитном поле напряженностью  $H = 800 \text{ А/м}$  магнитный момент  $p_m = 0,4 \text{ А/м}^2$ . Определить магнитную восприимчивость ферромагнетика.

50. Рассчитать намагниченность ферромагнетика во внешнем поле 250 А/м, полагая, что его магнитная восприимчивость равна 200.



## Библиографический список

1. М. Г. Валишев. Курс общей физики: учеб. пособие / М. Г. Валишев, А. А. Повзнер. СПб.: Лань, 2009. 576 с.
2. Епифанов, Г. И. Физика твердого тела: учебное пособие / Г. И. Епифанов. — 4-е изд., стер. — Санкт-Петербург: Лань, 2011. — 288 с.
3. В. С. Волькенштейн. Сборник задач по общему курсу физики: для студентов техн. вузов / В. С. Волькенштейн. 3-е изд., испр. и доп. СПб: Книжный мир, 2008. 328 с.
4. А. Г. Чертов. Задачник по физике: учеб. пособие для вузов / А. А. Чертов, А. А. Воробьев. 7-е изд., перераб. и доп. М.: Физматлит, 2003. 640 с.
5. Бараз В.Р., Левченко В.П., Повзнер А.А. Строение и физические свойства кристаллов: учебное пособие / В.Р. Бараз, В.П. Левченко, А.А. Повзнер. Екатеринбург: УГТУУПИ, 2009. 164 с. [https://kf-info.urfu.ru/fileadmin/user\\_upload/site\\_62\\_6389/pdf/crystals.pdf](https://kf-info.urfu.ru/fileadmin/user_upload/site_62_6389/pdf/crystals.pdf)
6. А.В. Мелких, А.А. Повзнер, К.А. Шумихина Основы статистической физики и термодинамики. Глава 4. Твердые тела. [https://kf-info.urfu.ru/fileadmin/user\\_upload/site\\_62\\_6389/pdf/therm\\_p4.pdf](https://kf-info.urfu.ru/fileadmin/user_upload/site_62_6389/pdf/therm_p4.pdf)