

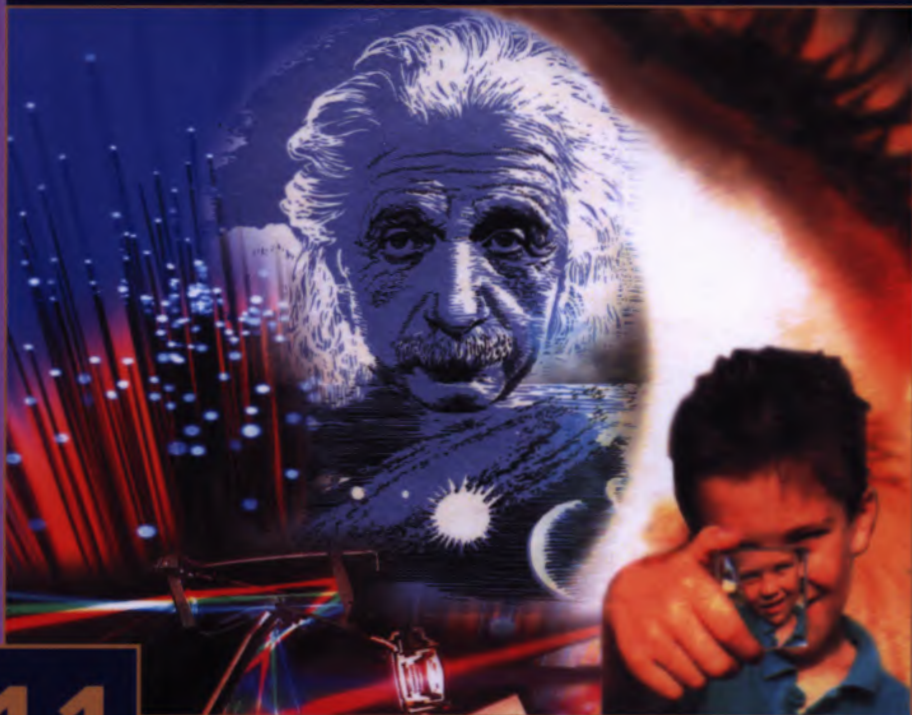


Е. С. Ерюткин  
С. Г. Ерюткина

**Классический курс**

# физика

Самостоятельные  
и контрольные  
работы



**11**

**БАЗОВЫЙ И  
УГЛУБЛЁННЫЙ  
УРОВНИ**

**Классический курс**

**Е. С. Ерюткин  
С. Г. Ерюткина**

# **физика**

**Самостоятельные  
и контрольные работы**

**11 класс**

**БАЗОВЫЙ И УГЛУБЛЁННЫЙ УРОВНИ**

**Учебное пособие  
для общеобразовательных  
организаций**

*2-е издание, стереотипное*

Москва  
«Просвещение»  
2021

УДК 373.167.1:53+53(075.3)  
ББК 22.3я721  
Е80

12+

*Серия «Классический курс» основана в 2007 году*

**Ерюткин, Евгений Сергеевич.**

**Е80** Физика : 11-й класс : базовый и углублённый уровни : самостоятельные и контрольные работы : учебное пособие для общеобразовательных организаций / Е. С. Ерюткин, С. Г. Ерюткина. — 2-е изд., стер. — Москва : Просвещение, 2021. — 95, [1] с. : ил. — (Классический курс).

ISBN 978-5-09-086006-2.

Пособие входит в учебно-методический комплект «Классический курс» и содержит задания самостоятельных и контрольных работ по физике к учебнику 11 класса авторов Г. Я. Мякишева, Б. Б. Буховцева, В. М. Чаругина под редакцией Н. А. Парфентьевой.

Материалы пособия могут быть использованы для осуществления контроля знаний учащихся по всем темам курса физики, изучаемым в 11 классе, и для формирования навыков решения задач при подготовке к экзамену.

УДК 373.167.1:53+53(075.3)  
ББК 22.3я721

ISBN 978-5-09-086006-2

© АО «Издательство «Просвещение», 2020  
© Художественное оформление.  
АО «Издательство «Просвещение», 2020  
Все права защищены



## Предисловие

Пособие предназначено для проведения контроля уровня знаний по физике учащихся 11 класса средней школы в соответствии с требованиями ФГОС, а также для повышения уровня знаний учащихся, планирующих сдавать Единый государственный экзамен.

Сборник включает самостоятельные и контрольные работы по разделам физики, изучаемым в 11 классе по учебнику классического курса физики авторов Г. Я. Мякишева, Б. Б. Буховцева, В. М. Чаругина под редакцией Н. А. Парфентьевой.

Знание физики необходимо для изучения специальных дисциплин, повышения уровня культуры и профессиональной ориентации учащихся. Применение дидактических материалов в процессе обучения даст возможность совершенствования умения учащихся решать задачи аналитическим, графическим и исследовательским методами. В самостоятельных и контрольных работах предложены задачи, предполагающие выполнение расчётов, исследование графиков и анализ качественных вопросов.

В пособии задания подобраны по тематическому принципу, что позволяет использовать их после изучения соответствующих тем учебника. Исходя из конкретных учебно-воспитательных задач, учитель решает вопрос о целесообразности использования заданий той или иной работы.

Самостоятельные и контрольные работы представлены в пяти вариантах, различающихся уровнем сложности. Задания вариантов 1 и 2 являются упрощёнными, а задания варианта 5, отмеченного звёздочкой (\*), предназначены для наиболее подготовленных учащихся.

Самостоятельные работы состоят из двух задач и рассчитаны на 15—20 минут, т. е. на часть урока.

Время для проведения контрольной работы — весь урок (40—45 минут). Контрольная работа включает 4 задачи по всему материалу пройденной темы.

Часть заданий в самостоятельных и контрольных работах даны в формате ЕГЭ. Задание с выбором ответа считается выполненным, если выбранный учащимся ответ является верным.

Большая часть задач требует развёрнутого решения и подразумевает краткую запись условия, перевод единиц физических величин в СИ, изображение рисунка или схемы (при необходимости), запись физических формул, отражающих физические законы, проведение математических преобразований и расчётов, а также запись ответа.



Для получения минимальной удовлетворительной оценки за самостоятельную работу достаточно верно выполнить одно задание. При правильном решении обеих задач и выполнении всех требований к их оформлению выставляется максимальная оценка.

Критерии оценки выполнения заданий контрольной работы зависят от их типа и уровня сложности. Это позволяет дифференцировать требования к уровню подготовки учащихся в зависимости от их интересов с учётом индивидуальной педагогической траектории.

Материалы данного сборника могут быть использованы:

— для письменного контроля знаний учащихся по полным вариантам или частично (одно или два задания, в одном или двух вариантах);

— для устного контроля знаний по полным или неполным заданиям;

— для фронтального письменного контроля знаний всех учащихся или, возможно, по группам;

— при организации индивидуального обучения в качестве домашнего задания;

— для работы в физических кружках при подготовке к олимпиадам;

— для самостоятельного формирования навыков решения задач при подготовке к экзамену.

Представленный сборник может быть использован в работе с учащимися колледжей и техникумов.

Желательно предложить учащимся выполнять решение заданий в отдельной тетради.

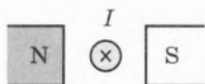
# ОСНОВЫ ЭЛЕКТРОДИНАМИКИ

## Магнитное поле. Электромагнитная индукция

### Самостоятельная работа № 1 Сила Ампера. Правило левой руки

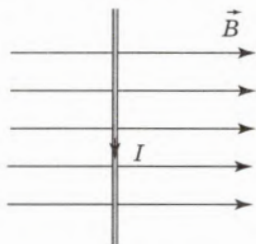
#### Вариант 1

1. Активная часть проводника длиной 20 см со стороны внешнего магнитного поля испытывает действие силы 0,5 Н. Значение магнитной индукции составляет 0,2 Тл. Чему равна сила тока в проводнике, если угол между направлением тока и вектором магнитной индукции составляет  $30^\circ$ ?
2. Проводник с током находится между полюсами магнита перпендикулярно линиям магнитной индукции. Определите направление силы Ампера в ситуации, изображённой на рисунке.



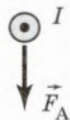
#### Вариант 2

1. На прямой проводник длиной 50 см внешнее магнитное поле действует с силой 5 Н. Сила тока в проводнике 20 А. Проводник расположен перпендикулярно линиям магнитной индукции. Чему равен модуль магнитной индукции поля?
2. Проводник с током находится между полюсами магнита перпендикулярно линиям магнитной индукции. Определите направление силы Ампера в ситуации, изображённой на рисунке.



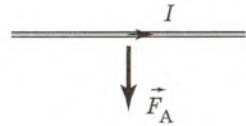
#### Вариант 3

1. По прямому проводнику идёт ток. Вектор магнитной индукции направлен перпендикулярно проводнику. Сила тока в проводнике составляет 10 А. Индукция магнитного поля равна 20 Тл. Чему равна длина активной части проводника, если на него действует сила 20 Н?
2. Определите расположение полюсов магнита относительно проводника в ситуации, изображённой на рисунке, если ток в проводнике идёт «на нас».



### Вариант 4

1. На проводник длиной 50 см действует сила 0,5 Н. Проводник находится в магнитном поле с индукцией 0,1 Тл. Чему равен угол между направлением вектора магнитной индукции и направлением тока, если сила тока в проводнике 20 А?
2. Определите расположение полюсов магнита относительно провода с током в ситуации, изображённой на рисунке.



### Вариант 5\*

1. Прямолинейный проводник массой 100 г находится во взвешенном состоянии в магнитном поле, вектор индукции которого перпендикулярен проводнику. Модуль магнитной индукции равен 0,05 Тл. Чему равна сила тока в проводнике, если его длина 40 см?
2. Определите направление силы, действующей на правый проводник с током в ситуации, изображённой на рисунке.

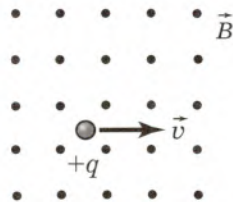


## Самостоятельная работа № 2

### Сила Лоренца. Движение заряженной частицы в магнитном поле

#### Вариант 1

1. Электрон ( $|e| = 1,6 \cdot 10^{-19}$  Кл), двигаясь прямолинейно со скоростью  $2 \cdot 10^4$  км/с, влетает в однородное магнитное поле перпендикулярно линиям индукции, модуль которой равен 0,5 Тл. С какой силой магнитное поле действует на электрон?
2. Заряженная частица движется в магнитном поле перпендикулярно направлению вектора магнитной индукции. Определите направление силы Лоренца в ситуации, изображённой на рисунке.

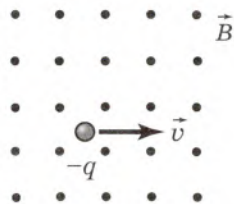


#### Вариант 2

1. В магнитное поле под углом  $30^\circ$  к линиям индукции влетает частица со скоростью 100 км/с. Заряд частицы 30 мкКл. Модуль магнитной индукции 6 мТл. Чему равна сила Лоренца?

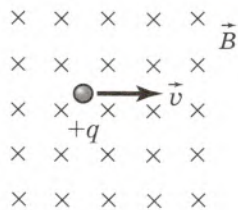


2. Заряженная частица движется в магнитном поле перпендикулярно направлению вектора магнитной индукции. Определите направление силы Лоренца в ситуации, изображённой на рисунке.



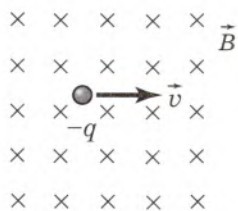
*Вариант 3*

1. Чему равна скорость электрона ( $|e| = 1,6 \times 10^{-19}$  Кл), движущегося в магнитном поле с индукцией 10 Тл, если на него действует сила  $8 \cdot 10^{-11}$  Н?
2. Заряженная частица движется в магнитном поле перпендикулярно направлению вектора магнитной индукции. Определите направление силы Лоренца в ситуации, изображённой на рисунке.



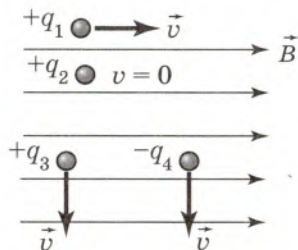
*Вариант 4*

1. Точечный заряд  $10^{-5}$  Кл влетает со скоростью 5 м/с в однородное магнитное поле с индукцией 2 Тл. Чему равна сила Лоренца?
2. Заряженная частица движется в магнитном поле перпендикулярно направлению вектора магнитной индукции. Определите направление силы Лоренца в ситуации, изображённой на рисунке.



*Вариант 5\**

1. Электрон ( $e = -1,6 \cdot 10^{-19}$  Кл) влетает в однородное магнитное поле с индукцией 0,05 Тл перпендикулярно линиям магнитной индукции со скоростью  $4 \cdot 10^4$  км/с. Чему равен радиус кривизны траектории электрона?
2. На рисунке изображено расположение четырёх заряженных частиц в магнитном поле в определённый момент времени. Определите, на какие частицы действует сила Лоренца, и укажите её направление.



## Самостоятельная работа № 3

### Магнитный поток. Закон электромагнитной индукции

#### Вариант 1

1. Плоская квадратная рамка со стороной 10 см находится в однородном магнитном поле с индукцией 2 Тл. Плоскость рамки располагается под углом  $30^\circ$  к вектору магнитной индукции. Чему равен магнитный поток через плоскость рамки?
2. В катушке, содержащей 1000 витков, возникла ЭДС индукции, равная 2 В. Определите скорость изменения магнитного потока.

#### Вариант 2

1. Плоский виток радиусом 10 см находится в однородном магнитном поле с индукцией 10 Тл. Плоскость витка расположена перпендикулярно вектору индукции магнитного поля. Чему равен магнитный поток через плоскость витка?
2. Модуль скорости изменения магнитного потока через катушку составляет 0,5 Вб/с. ЭДС индукции при этом равна 50 В. Определите количество витков в катушке.

#### Вариант 3

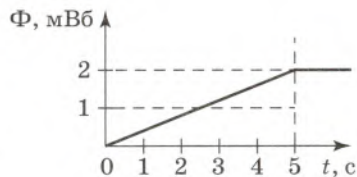
1. Провод длиной 20 см сложили пополам и концы спаяли, затем провод поместили в однородное магнитное поле с индукцией 4 Тл и растянули в квадрат так, что плоскость его расположилась перпендикулярно вектору магнитной индукции. Определите изменение магнитного потока.
2. За 0,02 с магнитный поток через катушку увеличился от 2 Вб до 5 Вб. Количество витков в катушке составляет  $10^3$ . Чему равен модуль ЭДС индукции, возникшей в этой катушке?

#### Вариант 4

1. Плоский виток площадью  $25 \text{ см}^2$  поместили в однородное магнитное поле с индукцией 0,04 Тл. Определите магнитный поток, пронизывающий контур, если вектор индукции магнитного поля расположен под углом  $45^\circ$  к плоскости витка.
2. За 5 мс в катушке, содержащей 500 витков, магнитный поток равномерно увеличился от 3 мВб до 7 мВб. Чему равен модуль ЭДС индукции, возникшей в этой катушке?

### Вариант 5\*

1. Проволочная рамка в виде квадрата со стороной 20 см помещена в однородное магнитное поле с индукцией 0,2 Тл. Плоскость рамки перпендикулярна линиям индукции. Определите изменение магнитного потока через рамку при повороте её на  $60^\circ$  относительно одной из сторон.
2. На рисунке представлен график зависимости магнитного потока от времени для катушки, содержащей 100 витков. Чему равна ЭДС индукции за первые 5 с?

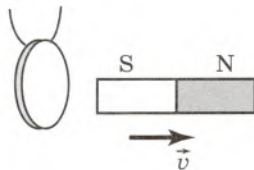


### Самостоятельная работа № 4

#### ЭДС в движущихся проводниках. Правило Ленца

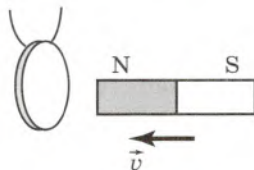
##### Вариант 1

1. Прямой проводник, длина которого 1 м, движется со скоростью 5 м/с перпендикулярно линиям индукции однородного магнитного поля. Разность потенциалов между концами проводника равна 0,2 В. Чему равен модуль магнитной индукции этого магнитного поля?
2. Алюминиевое кольцо подвешено на непроводящих нитях (см. рисунок). Возле него находится полосовой магнит. Определите направление движения кольца в момент, когда магнит начинает от него удаляться.



##### Вариант 2

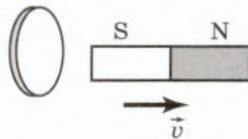
1. Самолёт летит в магнитном поле Земли перпендикулярно линиям индукции поля. Модуль индукции равен 50 мкТл. Скорость самолёта 900 км/ч. Размах крыльев 12 м. Чему равна разность потенциалов между концами крыльев самолёта?
2. Алюминиевое кольцо подвешено на непроводящих нитях. Возле него находится полосовой магнит. Определите направление движения кольца, если магнит движется к кольцу перпендикулярно его плоскости (см. рисунок).





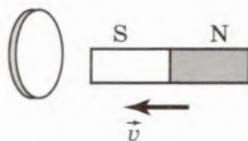
### Вариант 3

1. Самолёт с размахом крыльев 20 м летит со скоростью 720 км/ч в магнитном поле Земли, максимальное значение индукции которого составляет  $6 \cdot 10^{-4}$  Тл. Чему равна разность потенциалов между концами крыльев самолёта?
2. Определите направление индукционного тока в алюминиевом кольце, от которого удаляется полосовой магнит перпендикулярно плоскости кольца (см. рисунок).



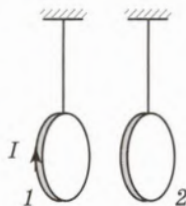
### Вариант 4

1. Прямой проводник длиной 2 м движется со скоростью 10 м/с в однородном магнитном поле с индукцией 0,2 Тл. Проводник перпендикулярен линиям индукции, а вектор скорости составляет с ними угол  $30^\circ$ . Чему равна ЭДС индукции, возникающей в проводнике?
2. Определите направление индукционного тока в алюминиевом кольце, к которому приближается полосовой магнит перпендикулярно плоскости кольца (см. рисунок).



### Вариант 5\*

1. Определите разность потенциалов между концами проводника длиной 80 см, если он движется со скоростью 6 м/с под углом  $30^\circ$  к линиям индукции магнитного поля, а модуль магнитной индукции равен 0,5 Тл.
2. Два кольца подвешены параллельно на непроводящих нитях (см. рисунок). По одному из колец пропускают электрический ток. Как будет реагировать второе кольцо?



## Самостоятельная работа № 5

### Самоиндукция. Энергия магнитного поля

#### Вариант 1

1. В катушке при отключении от источника напряжения сила тока равномерно убывает от 30 А до 10 А за 0,5 с. Чему равна индуктивность катушки, если ЭДС самоиндукции составила 100 В?
2. Определите энергию магнитного поля катушки с индуктивностью 12 Гн при силе тока в ней 2 А.

### Вариант 2

1. Скорость изменения силы тока в катушке составляет  $1,5 \text{ А/с}$ , индуктивность  $0,2 \text{ Гн}$ . Чему равна ЭДС самоиндукции этой катушки?
2. Энергия магнитного поля катушки с проводом составляет  $20 \text{ Дж}$  при силе тока  $5 \text{ А}$ . Рассчитайте магнитный поток, созданный этой катушкой.

### Вариант 3

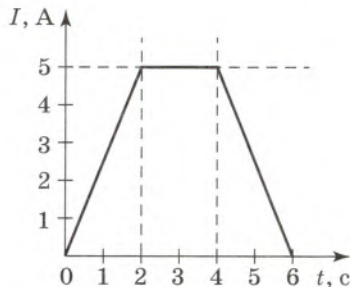
1. Сила тока в обмотке катушки равномерно убывает на  $5 \text{ А}$  за  $0,05 \text{ с}$ , при этом возникает ЭДС самоиндукции  $200 \text{ В}$ . Чему равна индуктивность катушки?
2. В некоторой катушке при силе тока  $10 \text{ А}$  возникает магнитный поток  $12 \text{ Вб}$ . Рассчитайте энергию магнитного поля этой катушки.

### Вариант 4

1. При равномерном изменении силы тока в катушке за  $3 \text{ с}$  возникает ЭДС самоиндукции  $8 \text{ В}$ . Индуктивность катушки равна  $0,6 \text{ Гн}$ . Чему равно изменение силы тока?
2. Сила тока в обмотке катушки с индуктивностью  $6 \text{ мГн}$  составляет  $0,02 \text{ А}$ . Определите энергию магнитного поля этой катушки.

### Вариант 5\*

1. В некоторой катушке при помощи реостата увеличили силу тока в  $1,5$  раза. Во сколько раз при этом увеличилась энергия магнитного поля катушки?
2. На рисунке представлена зависимость силы тока от времени для катушки с индуктивностью  $2 \text{ Гн}$ . Определите ЭДС самоиндукции для каждого участка графика.



## Контрольная работа

### Магнитное поле. Электромагнитная индукция

#### Вариант 1

1. Какие тела создают магнитное поле в системе отсчёта, связанной с Землёй?
  - 1) покоящиеся незаряженные
  - 2) движущиеся незаряженные
  - 3) покоящиеся заряженные отрицательно
  - 4) движущиеся заряженные положительно
2. Активная часть проводника длиной 1 м расположена под углом  $30^\circ$  относительно линий индукции однородного магнитного поля. Модуль магнитной индукции равен 1 Тл. Сила тока в проводнике составляет 1 А. Определите силу, действующую на проводник.
3. Плоскость рамки расположена перпендикулярно линиям однородного магнитного поля. Индукция поля равномерно возрастает от значения 1 В до значения 2 В. Как при этом изменяется ЭДС индукции в рамке?
  - 1) увеличивается в 2 раза
  - 2) уменьшается в 2 раза
  - 3) остаётся постоянной
  - 4) равна 0
4. По катушке, содержащей 1000 витков, идёт ток. При силе тока 0,5 А в одном витке создаётся магнитный поток  $10^{-2}$  Вб. Чему равна энергия магнитного поля катушки при силе тока 2 А?

#### Вариант 2

1. Вокруг постоянного магнита существует магнитное поле. Укажите причину возникновения этого поля.
  - 1) магнит обладает электрическим зарядом
  - 2) внутри магнита есть электрические некомпенсированные токи
  - 3) токи внутри магнита компенсируют друг друга
  - 4) собственные заряды магнита поляризованы
2. Электрон ( $m_e = 9 \cdot 10^{-31}$  кг;  $|q_e| = 1,6 \cdot 10^{-19}$  Кл), двигаясь со скоростью 1000 км/с, влетает в магнитное поле с индукцией  $10^{-5}$  Тл перпендикулярно линиям индукции. Чему равен радиус орбиты электрона при движении в магнитном поле?
3. Плоскость квадратной проволочной рамки со стороной  $a$  располагается перпендикулярно линиям однородного магнитного поля, индукция которого равномерно возрастает от значения 1 В



до значения 2 В. Как изменится ЭДС индукции в рамке, если длину стороны увеличить в 2 раза?

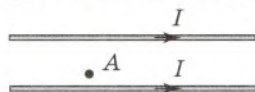
- 1) увеличится в 2 раза
- 2) уменьшится в 2 раза
- 3) не изменится
- 4) увеличится в 4 раза

4. В катушке с индуктивностью 0,8 Гн идёт ток. Сила тока 4 А. Определите изменение энергии магнитного поля и значение ЭДС самоиндукции, если ток в катушке исчезает полностью за 0,5 с.

### Вариант 3

1. По двум параллельным проводникам в одном направлении идут одинаковые токи (см. рисунок). Определите направление вектора магнитной индукции в точке А.

- 1) «на нас»
- 2) «от нас»
- 3) вниз
- 4) вверх



2. Импульс частицы равен  $16 \cdot 10^{-19}$  кг · м/с, заряд соответствует положительному элементарному заряду. Чему равен модуль магнитной индукции поля, если радиус орбиты частицы при движении её в этом магнитном поле равен 5 мкм?

3. Вектор магнитной индукции однородного магнитного поля расположен перпендикулярно плоскости круглой рамки диаметром 22 мм. Модуль магнитной индукции изменяется от  $-0,4$  Тл до  $0,2$  Тл за 60 мс. ЭДС индукции равна:

- 1) 0,45 В
- 2) 0,009 В
- 3) 3,8 мВ
- 4) 2 мВ

4. Сила тока в катушке уменьшилась от 8 А до 4 А за 5 мс. При этом возникла ЭДС самоиндукции 100 В. Вычислите энергию магнитного поля этой катушки при силе тока 10 А.

### Вариант 4

1. По двум параллельным проводникам в одном направлении идут одинаковые токи (см. рисунок). Определите направление вектора магнитной индукции в точке А.

- 1) «на нас»
- 2) «от нас»
- 3) вниз
- 4) вверх



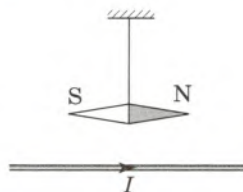
2. Протон и электрон влетают в магнитное поле перпендикулярно линиям индукции. Скорость протона в 2 раза больше скорости электрона. Во сколько раз будут различаться силы, действующие на эти частицы со стороны магнитного поля?

- Проводник длиной 2 м движется в магнитном поле с индукцией  $10^{-5}$  Тл, располагаясь перпендикулярно линиям магнитной индукции. Вектор скорости проводника составляет угол  $90^\circ$  с вектором магнитной индукции. Модуль скорости проводника равен 6 м/с. Чему будет равна сила тока в проводнике, если его концы замкнуть накоротко? Сопротивление проводника равно 0,6 Ом.
- При силе тока 10 А энергия магнитного поля катушки составляет 20 Дж. При какой силе тока энергия магнитного поля будет меньше в 4 раза?

*Вариант 5\**

- Над прямым проводником, по которому идёт постоянный ток, подвесили магнитную стрелку (см. рисунок). Как расположится стрелка относительно плоскости рисунка?

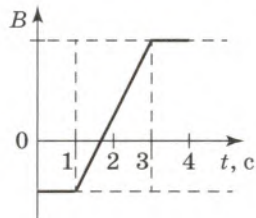
- не изменит направления
- повернётся на  $180^\circ$
- повернётся на  $90^\circ$ , «к нам» будет направлен северный полюс стрелки
- повернётся на  $90^\circ$ , «к нам» будет направлен южный полюс стрелки



- Электрон и протон с одинаковой скоростью влетают в магнитное поле перпендикулярно линиям магнитной индукции. Во сколько раз радиус орбиты протона будет отличаться от радиуса орбиты электрона?

- Плоский виток из тонкого провода расположен перпендикулярно линиям магнитной индукции однородного магнитного поля. Модуль магнитной индукции изменяется с течением времени согласно графику, представленному на рисунке. Определите промежуток времени, в течение которого в рамке существовал электрический ток.

- от 0 до 1 с
- от 1 с до 3 с
- от 3 с до 4 с
- от 0 до 4 с



- При равномерном изменении силы тока от 5 А до 10 А за 0,1 с в проволочной катушке возникает ЭДС самоиндукции, равная 10 В. Чему равно изменение энергии магнитного поля катушки за это время?

# КОЛЕБАНИЯ И ВОЛНЫ

## Самостоятельная работа № 1

### Механические колебания

#### Вариант 1

1. Материальная точка совершает колебания согласно уравнению  $x = 0,5\sin 2\pi t$  (см). Определите амплитуду, период и частоту колебаний.
2. Как изменится частота гармонических колебаний математического маятника, если длину нити подвеса и массу груза увеличить в 4 раза?
  - 1) увеличится в 2 раза
  - 2) уменьшится в 2 раза
  - 3) не изменится
  - 4) увеличится в 4 раза

#### Вариант 2

1. Материальная точка совершает колебания согласно уравнению  $x = 0,02\cos \pi t$  (м). Определите амплитуду, период и частоту колебаний.
2. На Земле период колебаний математического маятника составляет 1 с, а на некоторой другой планете — 2 с. Чему равно ускорение свободного падения на этой планете?
  - 1) 5 м/с<sup>2</sup>
  - 2) 4 м/с<sup>2</sup>
  - 3) 2,5 м/с<sup>2</sup>
  - 4) 6 м/с<sup>2</sup>

#### Вариант 3

1. Математический маятник совершает колебания. Ученик выполнил измерения, результаты которых отражены в таблице. Определите амплитуду, период и частоту колебаний маятника.

$t$ , с	0,0	0,2	0,4	0,6	0,8	1	1,2	1,4	1,6
$x$ , мм	0	5	9	12	14	15	14	12	9

2. Массивный шарик, прикреплённый к невесомой пружине, совершает колебания вдоль гладкой горизонтальной поверхности. Как надо изменить жёсткость пружины, чтобы период колебаний изменился в 2 раза?
  - 1) увеличить в 2 раза
  - 2) уменьшить в 2 раза
  - 3) изменить в 4 раза
  - 4) изменить в 2 раза



### Вариант 4

1. Математический маятник совершает колебания. Ученик выполнил измерения, результаты которых отражены в таблице. Определите амплитуду, период и частоту колебаний маятника.

$t, \text{ с}$	0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8
$x, \text{ см}$	6	3	0	3	6	3	0	3	6

2. Массивный шарик, прикреплённый к невесомой пружине, совершает колебания вдоль гладкой горизонтальной поверхности. Как надо изменить массу шарика, чтобы частота колебаний уменьшилась в 2 раза?
- 1) увеличить в 2 раза
  - 2) уменьшить в 2 раза
  - 3) увеличить в 4 раза
  - 4) уменьшить в 4 раза

### Вариант 5\*

1. Материальная точка совершает синусоидальные гармонические колебания. При фазе  $30^\circ$  смещение точки от положения равновесия составляет 5 мм. Определите амплитуду колебаний.
- 1) 1 см
  - 2) 2,5 мм
  - 3) 1 мм
  - 4) 0,025 м
2. Две одинаковые пружины с жёсткостью 200 Н/м соединили параллельно. К пружинам прикрепили груз массой 1 кг. Чему равна циклическая частота собственных колебаний полученного маятника?

## Самостоятельная работа № 2 Электромагнитные колебания

### Вариант 1

1. В идеальном колебательном контуре происходят колебания. Изменение заряда на пластинах конденсатора происходит по закону  $q = 0,25 \sin 0,2\pi t$  (мкКл). Определите максимальное значение напряжения на конденсаторе этого колебательного контура, если ёмкость конденсатора равна 200 пФ. Чему равен период колебаний в контуре?
2. Колебательный контур состоит из проволочной катушки с индуктивностью  $L = 4$  Гн и конденсатора ёмкостью  $C = 10^{-6}$  Ф. Опре-

делите максимальное значение тока в контуре, если конденсатор зарядили до разности потенциалов 300 В.

### Вариант 2

1. Колебательный контур состоит из катушки индуктивности и плоского воздушного конденсатора. Как изменится частота колебаний в контуре, если конденсатор заполнить диэлектриком с диэлектрической проницаемостью 81?
2. В колебательном контуре катушка обладает индуктивностью 0,0002 Гн, конденсатор — ёмкостью 1 мкФ. После того как конденсатор зарядили до разности потенциалов 100 В, в контуре начались колебания. Определите значение силы тока в катушке, когда энергия магнитного поля станет равной энергии электрического поля.

### Вариант 3

1. В плоском конденсаторе колебательного контура увеличили расстояние между пластинами в 4 раза. Как при этом изменилась частота электромагнитных колебаний?
2. В некоторый момент времени сила тока в колебательном контуре составляет 2 А, при этом энергия магнитного поля в 3 раза больше энергии электрического поля, сосредоточенного в конденсаторе ёмкостью 400 мкФ. Индуктивность катушки 0,03 Гн. Определите первоначальное значение напряжения на конденсаторе.

### Вариант 4

1. Амплитудное значение заряда на пластинах конденсатора составляет 2 мкКл. Колебания происходят по синусоидальному закону с нулевой начальной фазой. Определите заряд на пластинах конденсатора через  $0,25 T$  ( $T$  — период колебаний).
2. В колебательном контуре максимальное значение силы тока составляет 0,2 А. Максимальное значение напряжения на обкладках конденсатора 100 В. Чему равно максимальное значение заряда на пластинах конденсатора, если индуктивность катушки составляет  $10^{-4}$  Гн?

### Вариант 5\*

1. Колебания напряжения на пластинах конденсатора колебательного контура подчиняются закону  $u = 100 \cos(80\pi t)$ . Ёмкость конденсатора 20 мкФ. Определите заряд на пластинах конденсатора через  $0,25 T$  ( $T$  — период колебаний).

2. Отношение максимального значения заряда на пластинах конденсатора колебательного контура к максимальному значению силы тока в катушке индуктивности равно 2. Чему равна циклическая частота собственных колебаний этого контура?

### Самостоятельная работа № 3

#### Механические волны. Звук

##### Вариант 1

1. Частота колебаний частиц в волне составляет 2 Гц. Чему равна длина волны, если скорость распространения этой волны равна 8 м/с?
2. На каком расстоянии от наблюдателя сверкнула молния, если удар грома наблюдатель услышал через 8 с? (Скорость звука в воздухе  $\approx 330$  м/с.)

##### Вариант 2

1. Длина волны равна 10 м, частота колебаний в ней — 16 Гц. Чему равна скорость этой волны?
2. Частота звуковой волны 250 Гц. Определите длину звуковой волны в воздухе. (Скорость звука в воздухе  $\approx 330$  м/с.)

##### Вариант 3

1. Скорость распространения волны в некоторой среде равна 20 м/с. Длина волны равна 5 м. Чему равна частота колебаний частиц в этой волне?
2. Частота звуковых колебаний равна 400 Гц. На сколько различаются длины волн этого звука в воздухе и в воде? (Скорость звука в воздухе  $\approx 330$  м/с; скорость звука в воде  $\approx 1400$  м/с.)

##### Вариант 4

1. Длина волны на поверхности воды равна 4 м, скорость волны — 5 м/с. Чему равен период колебаний?
2. Звук выстрела отразился от препятствия и вернулся обратно через 5 с после выстрела. Определите расстояние до препятствия. (Скорость звука в воздухе  $\approx 330$  м/с.)

##### Вариант 5\*

1. Мимо неподвижного наблюдателя за 20 с прошло 10 гребней волны. Чему равен период колебаний частиц в волне?



2. Частота женского певческого голоса (сопрано) находится в диапазоне от 250 Гц до 1000 Гц. Определите отношение длин волн на границах этого интервала.

## Самостоятельная работа № 4

### Электромагнитные волны

#### Вариант 1

1. Вычислите длину электромагнитной волны с частотой  $1,2 \cdot 10^7$  Гц.
2. Колебательный контур радиоприёмника настроен на длину волны 160 м. Как надо изменить ёмкость конденсатора настроечного контура, чтобы можно было принять сигнал с длиной волны 40 м?

#### Вариант 2

1. Радиостанция работает на частоте 100 МГц. На какую длину волны надо настроить радиоприёмник?
2. Приёмный контур электромагнитных волн настроен на длину волны 20 м. Как надо изменить индуктивность контура, чтобы принять сигнал с длиной волны 40 м?

#### Вариант 3

1. Период колебаний в электромагнитной волне 0,02 мкс. Определите длину волны.
2. Колебательный контур радиоприёмника настроен на частоту 3 МГц. Какой станет длина рабочей волны при настройке, если индуктивность контура увеличить в 9 раз?

#### Вариант 4

1. Основная частота вещания радиостанции 60 МГц. На какую длину волны надо настроить радиоприёмник?
2. Радиостанция ведёт передачу на длине волны 300 м. Определите значение электроёмкости конденсатора приёмного контура радиоприёмника, если индуктивность катушки составляет  $10^{-6}$  Гн.

#### Вариант 5\*

1. Диапазон принимаемых частот радиоприёмника составляет от 40 МГц до 120 МГц. Определите отношение длин волн границ этого диапазона.
2. Локатор посылает  $10^4$  импульсов в секунду. Чему равна максимально возможная дальность определения цели?

## Контрольная работа

### Колебания и волны

#### Вариант 1

1. Материальная точка совершает колебания по закону синуса. Амплитуда колебаний точки равна 2 мм. В начальный момент времени смещение составляет 1 мм. Определите начальную фазу колебаний.
2. Чему равна длина звуковой волны, если частота колебаний струны 680 Гц? (Скорость звука в воздухе 340 м/с.)
3. В колебательный контур включён конденсатор ёмкостью 0,1 мкФ, при этом частота электромагнитных колебаний контура составляет 10 кГц. Определите значение индуктивности катушки в контуре.
4. Трансформатор понижает напряжение от 240 В до 120 В. Сколько витков во вторичной обмотке трансформатора, если первичная обмотка содержит 80 витков?
5. Чему равно действующее значение напряжения в цепи переменного тока, если амплитудное значение напряжения равно 50 В?

#### Вариант 2

1. Начальная фаза колебаний математического маятника составляет  $\frac{\pi}{3}$  рад. Определите амплитуду колебаний, если в начальный момент времени смещение составило 2,5 мм.
2. Скорость звука в некоторой среде равна 600 м/с, а длина волны этого звука равна 2 м. Чему равна частота колебаний в этой среде?
3. Период электромагнитных колебаний в колебательном контуре, содержащем конденсатор электроёмкостью 2 мкФ, равен 1 мс. Вычислите значение индуктивности контура.
4. Трансформатор понижает напряжение от 240 В до 12 В. Во сколько раз отличается число витков в первичной обмотке от числа витков во вторичной обмотке?
5. Действующее значение силы тока в цепи переменного тока равно 8 А. Определите амплитудное значение силы тока.

### Вариант 3

1. Маятник совершает колебания по закону  $x = 5 \cdot 10^{-2} \sin\left(\frac{\pi}{3}t - \frac{\pi}{3}\right)$ . Каким будет смещение маятника от положения равновесия в момент времени  $t = \frac{T}{4}$ ?
2. Частота колебаний звуковых волн изменяется от 200 Гц до некоторого значения. Длины волн этих частот различаются в 2,5 раза. Определите значение частоты для второй границы диапазона.
3. Период собственных колебаний в колебательном контуре равен 0,25 мкс. Чему равна ёмкость конденсатора контура, если индуктивность катушки составляет 2 мкГн?
4. В первичной обмотке трансформатора содержится 900 витков, сила тока в ней 2 А. Сколько витков содержится во вторичной обмотке, если в ней сила тока 6 А?
5. Сила тока в цепи переменного тока изменяется по закону  $i = 5 \sin \pi t$ . Определите действующее значение силы тока в цепи.

### Вариант 4

1. Механические колебания в системе происходят по закону  $x = 6 \cdot 10^{-3} \cos\left(2\pi t - \frac{2\pi}{3}\right)$ . Каким будет смещение от положения равновесия в момент времени  $t = \frac{T}{2}$ ?
2. Мимо наблюдателя, сидящего на берегу, прошло 10 гребней волны за 20 с. Определите период колебаний в этой волне.
3. Ёмкость конденсатора колебательного контура равна 10 мкФ. Каким должен быть диапазон изменения индуктивности катушки для настройки от 400 Гц до 500 Гц?
4. Понижающий трансформатор изменяет напряжение от 127 В до 12,7 В, при этом сила тока изменяется от 1 А до 8 А соответственно. Вычислите КПД этого трансформатора.
5. В цепи переменного тока изменение напряжения происходит по закону  $u = 120 \cos 2\pi t$ . Чему равно действующее значение напряжения?



Вариант 5\*

1. Тело массой 200 г совершает колебания вдоль оси  $OX$ , при этом скорость изменяется по закону  $v = 0,01\cos\pi t$ . Чему равен импульс тела в момент времени  $\frac{T}{2}$ ?
2. На расстоянии 165 м от наблюдателя произведён удар по мячу. Через какое время наблюдатель услышит звук удара? (Скорость звука в воздухе 330 м/с.)
3. Колебательный контур настроен на частоту 400 кГц. Индуктивность контура составляет 30 мкГн. Определите диэлектрическую проницаемость диэлектрика в конденсаторе, если площадь пластин составляет 100 см<sup>2</sup>, а расстояние между пластинами — 0,1 мм.
4. КПД трансформатора 95 %. Трансформатор понижает напряжение от 220 В до 110 В. Чему равна сила тока в первичной обмотке, если во вторичной обмотке сила тока равна 9,5 А?
5. В цепи переменного тока напряжение изменяется по закону  $u = 360\cos 50t$ . Индуктивность цепи 10 Гн. Определите действующее значение силы тока в цепи.

# ОПТИКА

## Самостоятельная работа № 1 Законы геометрической оптики

### Вариант 1

1. Световой луч образует с горизонтом угол  $40^\circ$ . Под каким углом к горизонту надо расположить плоское зеркало, чтобы направить луч вертикально вниз?
2. Скорость света в некоторой среде составляет  $2 \cdot 10^5$  км/с. Определите абсолютный показатель преломления данной среды.

### Вариант 2

1. Световой луч падает на плоское круглое зеркало перпендикулярно поверхности. Зеркало повернули на  $30^\circ$  относительно одного из радиусов. Каким будет угол между падающим лучом и отражённым?
2. Абсолютный показатель преломления некоторой среды составляет 1,2. Определите скорость света в этой среде.

### Вариант 3

1. Круглое плоское зеркало повернули вокруг одного из радиусов на некоторый угол относительно горизонтальной поверхности, при этом угол между падающим лучом и отражённым увеличился на  $50^\circ$ . Определите угол поворота зеркала.
2. Угол падения луча на поверхность шалерита (драгоценный камень) составляет  $60^\circ$ . Под каким углом должен падать луч на поверхность воды, чтобы угол преломления был таким же? ( $n_{\text{ш}} = 2,3$ ;  $n_{\text{воды}} = 1,33$ .)

### Вариант 4

1. Плоское зеркало передвинули в точку расположения изображения предмета. Во сколько раз изменилось расстояние между новым изображением и предметом?
2. При переходе светового луча из воздуха в стекло скорость света изменяется от  $3 \cdot 10^8$  м/с до  $2 \cdot 10^5$  км/с. Определите предельный угол преломления стекла.

### Вариант 5\*

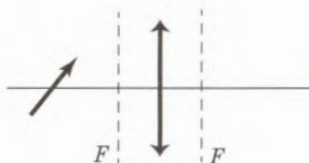
1. Небольшой предмет движется со скоростью  $0,5$  м/с перпендикулярно плоскому зеркалу. С какой скоростью относительно этого предмета будет двигаться изображение?
2. При переходе светового луча из первой среды во вторую угол преломления составил  $45^\circ$ , а при переходе луча из первой среды в третью при том же угле падения угол преломления составил  $30^\circ$ . Определите предельный угол полного внутреннего отражения для луча, переходящего из третьей среды во вторую.

## Самостоятельная работа № 2

### Линзы. Формула тонкой линзы

#### Вариант 1

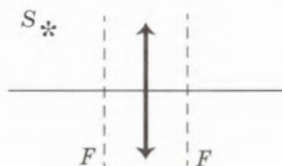
1. Постройте изображение предмета  $AB$  в собирающей линзе (см. рисунок).



2. Определите фокусное расстояние собирающей линзы, если предмет находится на расстоянии  $20$  см от линзы, а расстояние от предмета до изображения составляет  $80$  см. Чему равно увеличение линзы?

#### Вариант 2

1. Постройте изображение точечного источника света в собирающей линзе (см. рисунок).

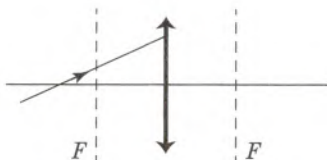


2. Оптическая сила собирающей линзы равна  $5$  дптр. Определите расстояние от предмета до линзы, если расстояние от линзы до изображения составляет  $40$  см. Чему равно увеличение линзы?



### Вариант 3

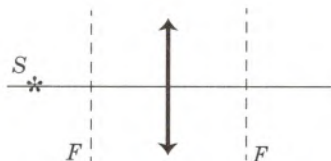
1. Постройте дальнейший ход луча в ситуации, изображённой на рисунке.



2. Расстояние от предмета до собирающей линзы в 1,5 раза больше фокусного расстояния. Во сколько раз расстояние от изображения до линзы больше фокусного расстояния? Определите увеличение линзы.

### Вариант 4

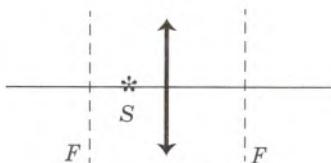
1. Постройте изображение точечного источника света в собирающей линзе (см. рисунок).



2. Расстояние от предмета до собирающей линзы 20 см, а от линзы до мнимого изображения 1 м. Определите оптическую силу и увеличение линзы.

### Вариант 5\*

1. Постройте изображение точечного источника света в собирающей линзе (см. рисунок).



2. Оптическая сила рассеивающей линзы 2 дптр. Определите расстояние от предмета до линзы, если расстояние от линзы до изображения 40 см. Чему равно увеличение линзы?

## Самостоятельная работа № 3

### Волновые свойства света

#### Вариант 1

1. Определите частоту колебаний в световой волне, длина волны которой составляет 500 нм.
2. Мыльные пузыри имеют радужную окраску. Какое явление лежит в основе этого явления?
  - 1) интерференция
  - 2) дифракция
  - 3) дисперсия
  - 4) поляризация

#### Вариант 2

1. Длина волны красного света 750 нм, длина волны фиолетового — 400 нм. Во сколько раз частота колебаний в первом больше частоты колебаний во втором?
2. При прохождении белого света через стеклянную призму свет разлагается в радужную полосу. Это явление наблюдается в результате:
  - 1) интерференции падающего и преломлённого света
  - 2) дифракции света при преломлении в призме
  - 3) зависимости показателя преломления от частоты падающего излучения
  - 4) процесса поглощения света различных частот

#### Вариант 3

1. Длина волны красного света в воздухе 700 нм. Определите длину волны этого излучения в воде ( $n_{\text{воды}} = 1,33$ ;  $n_{\text{воздуха}} \approx 1$ ).
2. Отклонение света от прямолинейного направления распространения при прохождении около препятствий называют:
  - 1) интерференцией
  - 2) дифракцией
  - 3) дисперсией
  - 4) поляризацией

#### Вариант 4

1. Определите показатель преломления среды, в которой свет с длиной волны 510 нм распространяется с частотой  $4,4 \cdot 10^{14}$  Гц.

2. Два источника света испускают излучение с одинаковыми начальной фазой и частотой. Что будет наблюдаться на экране в точке, равноудалённой от источников света?
- 1) максимум интенсивности света независимо от частоты
  - 2) минимум интенсивности света независимо от частоты
  - 3) максимум или минимум интенсивности света в зависимости от частоты
  - 4) нет правильного ответа

*Вариант 5\**

1. Длина волны красного монохроматического света равна  $7300 \text{ \AA}$  в вакууме. На сколько эта длина волны отличается от длины волны в воде ( $n_{\text{воды}} = 1,33$ )?
2. На дифракционную решётку со значением постоянной  $2 \cdot 10^{-6} \text{ м}$  падает монохроматический свет, длина волны которого  $589 \text{ нм}$ . Определите наибольший порядок спектра для этого света.
  - 1) 1
  - 2) 2
  - 3) 3
  - 4) 4

## Контрольная работа

### Оптика. Световые волны

*Вариант 1*

1. На сколько отличается частота фиолетового света, длина волны которого  $400 \text{ нм}$ , от частоты красного света, длина волны которого  $760 \text{ нм}$ ?
2. После того как белый свет пропускают через зелёное стекло, свет становится зелёным. Это происходит, так как световые волны других цветов:
  - 1) отражаются
  - 2) рассеиваются
  - 3) преломляются
  - 4) поглощаются
3. Будет ли наблюдаться интерференция от двух световых волн, идущих от ламп накаливания?
4. Определите длину световой волны, если период дифракционной решётки  $0,02 \text{ мм}$ , а первый максимум получен на расстоянии  $3,6 \text{ см}$ . Расстояние от решётки до экрана  $1,8 \text{ м}$ .



### Вариант 2

1. Длина световой волны в воздухе 580 нм, а в некоторой другой среде — 4350 Å. Чему равен относительный показатель преломления среды?
2. Выберите из приведённого списка электромагнитные волны с максимальной частотой.
  - 1) инфракрасное излучение
  - 2) ультрафиолетовое излучение
  - 3) гамма-излучение
  - 4) излучение радиопередатчика
3. Какое явление лежит в основе образования радужных разводов на поверхности воды в том месте, где был разлит бензин?
4. Определите наибольший порядок спектра для волны, длина которой 600 нм, если период дифракционной решётки равен 2 мкм.

### Вариант 3

1. Частота светового излучения  $6 \cdot 10^{14}$  Гц. Определите число длин волн, укладываемых на отрезке длиной 2 м.
2. На границу раздела воздух—стекло падает белый свет. У волн какого цвета будет максимальный угол преломления?
  - 1) синего
  - 2) зелёного
  - 3) красного
  - 4) фиолетового
3. Назовите причину окрашивания мыльных пузырей в солнечный день.
4. Расстояние от дифракционной решётки до экрана 1,5 м, а расстояние от центрального изображения до третьего максимума 16,5 см. Определите период решётки, если длина световой волны равна 589 нм.

### Вариант 4

1. Длина волны в некоторой среде равна 450 нм. Скорость света в этой среде  $1,8 \cdot 10^5$  км/с. Определите частоту излучения и абсолютный показатель преломления среды.
2. Почему цветные (окрашенные) вещи надо выбирать при дневном свете?
  - 1) окраска тел не зависит от состава падающего излучения
  - 2) цвет тел зависит от состава падающего излучения

- 3) особое значение имеет инфракрасное излучение  
4) особое значение имеет ультрафиолетовое излучение
3. В некоторую точку пространства приходят две световые волны с разностью хода  $1,8 \text{ мкм}$ . Усилится или ослабнет свет в этой точке, если длина волны составляет  $600 \text{ нм}$ ?
4. Период дифракционной решётки равен  $0,01 \text{ мм}$ . Длина волны красного света  $671 \text{ нм}$ . Каким будет наибольший порядок спектра?

*Вариант 5\**

1. Определите расстояние, которое пройдёт монохроматическая волна в вакууме за то же время, за которое она пройдёт расстояние  $1 \text{ м}$  в воде. Абсолютный показатель преломления воды равен  $1,33$ .
2. На металлическую пластинку перпендикулярно её поверхности падает свет. Как будут двигаться на поверхности металла электроны проводимости?
- 1) вдоль вектора  $\vec{B}$   
2) вдоль вектора  $\vec{E}$   
3) против вектора  $\vec{B}$   
4) против вектора  $\vec{E}$
3. В некоторую точку пространства приходят две одинаковые световые волны с разностью хода  $1,8 \text{ мкм}$ . Длина волн равна  $400 \text{ нм}$ . Усилится или ослабнет свет в этой точке?
4. Дифракционная решётка с периодом  $10^{-5} \text{ м}$  расположена перпендикулярно экрану на расстоянии  $1,8 \text{ м}$  от него. На решётку перпендикулярно падает свет, длина волны которого  $580 \text{ нм}$ . Один из максимумов будет наблюдаться на расстоянии  $21 \text{ см}$  от центра дифракционной картины. Определите порядок наблюдаемого спектра.

# ЭЛЕМЕНТЫ ТЕОРИИ ОТНОСИТЕЛЬНОСТИ

## Самостоятельная работа

### Элементы СТО

#### Вариант 1

1. Атом, двигаясь со скоростью  $0,6c$ , испускает фотон в направлении, противоположном скорости атома. Определите скорость фотона относительно атома.
2. На сколько изменится масса  $1$  кг льда при полном его превращении в воду? (Удельная теплота плавления льда  $\lambda = 333$  кДж/кг.)

#### Вариант 2

1. Атом, движущийся со скоростью  $0,8c$ , испускает фотон в направлении своего движения. Определите скорость фотона относительно атома.
2.  $2$  кг воды нагрели на  $90^\circ\text{C}$ . На сколько при этом изменилась масса воды?

#### Вариант 3

1. С какой скоростью должна лететь ракета, чтобы время в ней замедлилось в  $3$  раза?
2. Электрон движется со скоростью  $0,8c$ . Определите его кинетическую энергию и энергию покоя.

#### Вариант 4

1. Скорость ракеты относительно неподвижного наблюдателя составляет  $0,6c$ . Сколько времени пройдёт по часам неподвижного наблюдателя, если по часам в ракете пройдёт  $6$  мин?
2. Электрон движется со скоростью  $0,8c$ . Определите массу электрона и его полную энергию.

#### Вариант 5\*

1. Две частицы движутся навстречу друг другу, каждая со скоростью  $0,75c$  относительно неподвижной системы отсчёта. Определите скорость сближения частиц.
2. Какую работу надо совершить для увеличения скорости движения электрона от  $0,7c$  до  $0,9c$ ?



# КВАНТОВАЯ ФИЗИКА

## Кванты света. Фотоэффект

### Самостоятельная работа № 1

#### Фотоны. Кванты излучения

##### Вариант 1

1. Длина волны, соответствующая середине видимого спектра, равна 500 нм. Определите энергию, массу и импульс фотона данного излучения.
2. Мощность источника света составляет 10 мВт. Какое количество фотонов излучается за одну секунду этим источником света, если длина волны излучения равна 0,6 мкм?

##### Вариант 2

1. Определите энергию, частоту и массу фотона, длина волны которого равна 0,66 мкм.
2. Длина волны зелёного света 0,5 мкм. Сколько фотонов за одну секунду попадает на сетчатку глаза, если мощность источника света  $2 \cdot 10^{-17}$  Вт?

##### Вариант 3

1. Длина волны монохроматического излучения 0,5 мкм. Энергия какого количества фотонов соответствует энергии неподвижного электрона?
2. Мощность лампы 60 Вт. Какое количество фотонов с частотой  $2,5 \cdot 10^{14}$  Гц эта лампа излучает за одну секунду?

##### Вариант 4

1. Определите длину волны фотона, импульс которого равен импульсу электрона, прошедшего ускоряющую разность потенциалов 4,9 В.
2. Предполагается, что 25-ваттная лампа за одну секунду излучает  $152 \cdot 10^{18}$  фотонов. Чему равна длина волны этого излучения?

##### Вариант 5\*

1. Земля в течение года получает от Солнца  $5,4 \cdot 10^{24}$  Дж энергии. На сколько при этом может изменяться масса Земли?

- Капля воды объёмом 0,2 мл нагревается светом, длина волны которого равна 0,75 мкм, ежесекундно поглощая  $10^{10}$  фотонов. Определите скорость нагревания воды.

## Самостоятельная работа № 2

### Красная граница фотоэффекта.

### Уравнение Эйнштейна для фотоэффекта

#### Вариант 1

- Красная граница фотоэффекта для некоторого металла равна  $6,6 \cdot 10^{-5}$  см. Будет ли наблюдаться фотоэффект, если этот металл освещать излучением, длина волны которого  $1,8 \cdot 10^{-5}$  см?
- Красная граница фотоэффекта для некоторого металла равна 600 нм. Определите длину световой волны, способной выбить из этого металла электроны, кинетическая энергия которых в 2 раза меньше работы выхода.

#### Вариант 2

- Работа выхода для некоторого металла составляет 4,5 эВ. Будет ли наблюдаться фотоэффект, если этот металл облучать светом с длиной волны 675 нм?
- Некоторый металл освещают светом, длина волны которого 0,5 мкм. Фототок прекращается при запирающем напряжении 1,48 В. Определите длину волны, соответствующую красной границе.

#### Вариант 3

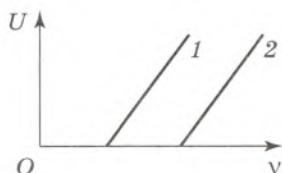
- Чему равна длина волны, соответствующая красной границе фотоэффекта для калия и платины? (Работа выхода для калия 2,15 эВ, для платины 5,29 эВ.)
- Фотон с энергией 3 эВ вырывает из металла электроны с максимальным импульсом  $3,9 \cdot 10^{-25}$  Н · с. Определите работу выхода для этого металла.

#### Вариант 4

- Медную пластинку (для меди работа выхода  $A_{\text{в}} = 4,47$  эВ) облучают монохроматическим светом с длиной волны 400 нм. Наблюдается ли при этом фотоэффект?
- Шар покрыт металлом, работа выхода для которого составляет 4,47 эВ. Шар облучают излучением с длиной волны  $2 \cdot 10^{-7}$  м. Определите максимальный потенциал, до которого зарядится шар.

### Вариант 5\*

1. На рисунке представлена зависимость задерживающего напряжения от частоты падающего света для двух различных металлов. Какой из образцов имеет меньшую работу выхода?



2. Фотоны с энергией 5 эВ падают на поверхность металла, работа выхода для которого составляет 4,7 эВ. Какой максимальный импульс может приобрести электрон, вырванный с поверхности этого металла?

## Атомная физика

### Самостоятельная работа № 1

#### Квантовые постулаты Бора.

#### Модель атома водорода по Бору

##### Вариант 1

1. Радиус орбиты электрона в основном состоянии атома водорода равен  $0,528 \text{ \AA}$ . Определите линейную скорость электрона, движущегося по этой орбите.
2. Сколько фотонов может испустить атом, находящийся на втором энергетическом уровне?

##### Вариант 2

1. На основании первого постулата Бора вычислите радиус первой орбиты электрона для атома водорода.
2. Электрон внешней оболочки атома переходит из стационарного состояния с энергией  $E_1$  в стационарное состояние с энергией  $E_2$ , поглощая квант излучения с частотой  $\nu_1$ . Затем он переходит в состояние с энергией  $E_3$ , поглощая квант частотой  $\nu_2 > \nu_1$ . Что происходит при переходе электрона из состояния  $E_3$  в состояние  $E_1$ ?



### *Вариант 3*

1. Атом водорода излучил фотон, длина волны которого составляет 486 нм. Чему равно изменение энергии электрона?
2. Определите потенциал ионизации атома водорода.

### *Вариант 4*

1. При переходе электрона в атоме с одной орбиты на другую его энергия уменьшилась на  $3 \cdot 10^{-19}$  Дж. Чему равна длина волны излучённого кванта?
2. Определите ускорение электрона на первой боровской орбите атома водорода. Радиус орбиты считайте равной  $0,53 \cdot 10^{-10}$  м.

### *Вариант 5\**

1. Определите энергию кванта излучения при переходе атома водорода со второго уровня на первый. Энергию атома водорода в нормальном состоянии считайте равной 13,53 эВ.
2. Возможна ли ионизация невозбуждённого атома водорода внешним электрическим полем, напряжённость которого равна  $10^8$  В/м?

## **Самостоятельная работа № 2** **Квантовый генератор. Волна де Бройля**

### *Вариант 1*

1. Рубиновый лазер создаёт излучение с длиной волны 694 нм, при этом поглощается энергия, соответствующая излучению с длиной волны 560 нм. Определите разность энергетических уровней атома рабочего тела между состоянием возбуждения и состоянием излучения.
2. Скорость электрона увеличилась в 2 раза. Как изменилась при этом длина волны де Бройля?

### *Вариант 2*

1. Рубиновый лазер в одном импульсе излучает  $2 \cdot 10^{19}$  фотонов с длиной волны 694 нм. Длительность импульса составляет 2 мс. Определите среднюю мощность этого импульса.
2. Длина волны де Бройля увеличилась в 3 раза. Как при этом изменилась скорость электрона?

### Вариант 3

1. Гелий-неоновый лазер, работая в непрерывном режиме, создаёт излучение с длиной волны 630 нм. Определите число фотонов, испускаемое этим лазером за одну секунду, если его мощность составляет 40 мВт.
2. Как изменится длина волны де Бройля для частицы, если её массу и скорость увеличить в 2 раза?

### Вариант 4

1. Мощность непрерывно работающей лазерной указки составляет 1 мВт. Длина волны испускаемого излучения равна 500 нм. В течение какого времени лазер излучает  $5 \cdot 10^{15}$  квантов?
2. Определите длину волны де Бройля для частицы, импульс которой соответствует  $200 \text{ кг} \cdot \text{м/с}$ .

### Вариант 5\*

1. Лазер испускает кванты с длиной волны 330 нм. Излучением этого лазера за время  $12,5 \cdot 10^3 \text{ с}$  был расплавлен кусок льда и полученная вода нагрета до  $100 \text{ }^\circ\text{C}$ . Начальная температура льда была  $0 \text{ }^\circ\text{C}$ . Определите массу льда. Лазер за 1 с излучает  $2 \cdot 10^{20}$  квантов. Считайте, что вещество поглощает 50 % квантов.
2. Определите длину волны и частоту волны, соответствующей частице, масса которой равна массе электрона, а скорость — скорости света.

## Физика атомного ядра

### Самостоятельная работа № 1

#### Строение атомного ядра. Ядерные силы.

#### Энергия связи атомных ядер

##### Вариант 1

1. Какое количество нуклонов содержится в изотопе плутония  ${}_{94}^{239}\text{Pu}$ ?
2. Определите энергию связи, соответствующую дефекту массы 2 а. е. м.

##### Вариант 2

1. Какое количество нуклонов содержится в изотопе урана  ${}_{92}^{235}\text{U}$ ?
2. Определите энергию связи, соответствующую дефекту массы 1 а. е. м.

### Вариант 3

1. Определите состав ядра бериллия  ${}^9_4\text{Be}$ .
2. Вычислите дефект массы ядра атома бора  ${}^{11}_5\text{B}$ .

### Вариант 4

1. Определите состав ядра атома кремния  ${}^{28}_{14}\text{Si}$ .
2. Вычислите энергию связи трития  ${}^3_1\text{H}$ .

### Вариант 5\*

1. Определите элемент, в ядре атома которого содержится 51 протон и 71 нейтрон.
2. Рассчитайте минимальную работу, необходимую для того, чтобы оторвать один нейтрон от изотопа натрия  ${}^{23}_{11}\text{Na}$ . (Примите массу ядра изотопа  ${}^{23}_{11}\text{Na}$  равной 21,994 а. е. м.)

## Самостоятельная работа № 2

### Правила смещения.

### Закон радиоактивного распада

#### Вариант 1

1. Изотоп какого элемента образуется при  $\beta$ -распаде ядра  ${}^{40}_{19}\text{K}$ ?
2. Период полураспада радиоактивного препарата составляет  $\approx 3,7$  сут. Во сколько раз уменьшится радиоактивность этого препарата за два дня?

#### Вариант 2

1. Изотоп какого элемента образуется при  $\alpha$ -распаде ядра  ${}^{232}_{90}\text{Th}$ ?
2. В препарате, содержащем радиоактивный элемент, его активность за 32 дня уменьшилась в 4 раза. Определите период полураспада этого элемента.

#### Вариант 3

1. Сколько электронов образуется при превращении ядра элемента  ${}^{97}_{36}\text{Kr}$  в ядро изотопа  ${}^{97}_{42}\text{Mo}$ ?
2. Период полураспада некоторого радиоактивного элемента 1600 лет. Через сколько лет его активность уменьшится в 4 раза?



#### Вариант 4

1. Ядро изотопа актиния  ${}_{89}^{225}\text{Ac}$  испытывает три  $\alpha$ -распада. Ядро какого атома в результате получается?
2. Какая часть радиоактивного препарата распадается за время, равное двум периодам полураспада?

#### Вариант 5\*

1. Изотоп радия с массовым числом 226 превращается в изотоп свинца с массовым числом 206. Сколько при этом происходит  $\alpha$ - и  $\beta$ -распадов?
2. При распаде полония-210, масса которого 1 мг, выделилось 5,3 МэВ теплоты. Период полураспада полония 138,4 сут. Определите время, в течение которого происходил процесс распада.

### Самостоятельная работа № 3

#### Ядерные реакции. Энергетический выход ядерных реакций

##### Вариант 1

1. При бомбардировке ядра изотопа азота  ${}_{7}^{14}\text{N}$   $\alpha$ -частицами образуются два изотопа, один из которых кислород  ${}_{8}^{17}\text{O}$ . Определите второй изотоп.
2. Выделяется или поглощается энергия и в каком количестве при реакции  ${}_{3}^{6}\text{Li} + {}_{1}^{1}\text{H} \rightarrow {}_{2}^{4}\text{He} + {}_{2}^{3}\text{He}$ ?

##### Вариант 2

1. Ядро изотопа бериллия  ${}_{4}^{9}\text{Be}$  при захвате ядра дейтерия превращается в ядро бора  ${}_{5}^{10}\text{B}$ . Какая частица при этом испускается?
2. При взаимодействии ядра фтора  ${}_{9}^{19}\text{F}$  с протоном образуются ядра кислорода  ${}_{8}^{16}\text{O}$  и гелия  ${}_{2}^{4}\text{He}$ . Определите, сколько энергии освобождается при этой реакции.

##### Вариант 3

1. Изотоп азота  ${}_{7}^{14}\text{N}$  взаимодействует с нейтроном, при этом образуется изотоп бора  ${}_{5}^{11}\text{B}$ . Какая при этом образуется частица?
2. При взаимодействии ядра изотопа алюминия  ${}_{13}^{27}\text{Al}$  с  $\alpha$ -частицей образуются ядро изотопа фосфора  ${}_{15}^{30}\text{P}$  и нейтрон. Определите необходимую энергию для обеспечения этой реакции.

#### Вариант 4

1. Ядро изотопа лития  ${}^6_3\text{Li}$  взаимодействует с нейтроном, в результате чего образуется  $\alpha$ -частица и изотоп некоторого элемента. Определите этот элемент.
2. Какая энергия выделяется при синтезе одного ядра гелия  ${}^4_2\text{He}$  из дейтерия и трития?

#### Вариант 5\*

1. Может ли произойти ядерная реакция при обстреле  $\alpha$ -частицами ядер алюминия  ${}^{27}_{13}\text{Al}$  с образованием изотопа кремния с массовым числом 30 и выбиванием нейтрона?
2. При делении ядра атома урана  ${}^{235}_{92}\text{U}$  освобождается 200 МэВ энергии. Какое количество энергии можно получить при делении ядер урана общей массой 1 г?

### Контрольная работа

#### Световые кванты.

#### Атомная и ядерная физика

##### Вариант 1

1. На поверхность некоторого металла падает излучение, энергия фотонов которого составляет  $10^{-18}$  Дж. Определите, что это за металл, если максимальная кинетическая энергия фотоэлектронов равна 1,75 эВ.
2. Сколько фотонов за 1 с попадает на сетчатку глаза, если мощность источника света  $2 \cdot 10^{-17}$  Вт? Длину волны излучаемого света примите равной 0,5 мкм.
3. Как изменяется атомная масса и номер элемента при  $\alpha$ -распаде?
4. Период полураспада цезия  ${}^{137}_{55}\text{Cs}$  составляет 27 лет. Какая масса из 16 кг этого вещества останется через 135 лет?

##### Вариант 2

1. Металл, работа выхода для которого равна 4 эВ, облучают электромагнитными волнами с длиной волны 0,3 мкм. Определите максимальную скорость фотоэлектронов, вырывааемых при этом из металла.

2. Чему равна длина волны кванта излучения, импульс которого равен импульсу электрона, прошедшего разность потенциалов 9,8 В?
3. Как изменяется атомная масса и номер элемента при  $\beta$ -распаде?
4. В результате исследования археологических находок учёные установили, что активность радиоактивного изотопа углерода  $^{14}_6\text{C}$  составляет 70,7 % первоначальной. Каким оказался возраст экспоната, если период полураспада ядра  $^{14}_6\text{C}$  составляет 5700 лет?

#### Вариант 3

1. Работа выхода электронов с поверхности цезия составляет 1,97 эВ. Определите длину волны излучения, начиная с которой наблюдается возникновение тока в фотоэлементе.
2. Какой должна быть ускоряющая разность потенциалов для электрона, чтобы, пройдя её, электрон приобрёл энергию, равную энергии фотона с длиной волны 1,24 пм?
3. Какая частица при взаимодействии с ядром бора  $^{11}_5\text{B}$  образует ядро азота  $^{14}_7\text{N}$  и нейтрон  $^1_0\text{n}$ ? Запишите уравнение реакции.
4. Изначальное число атомов изотопа кальция  $^{45}_{20}\text{Ca}$  было равно  $4 \cdot 10^{24}$ . Период полураспада этого изотопа составляет 164 сут. Определите число оставшихся атомов изотопа через 328 сут.

#### Вариант 4

1. При облучении некоторого металла, работа выхода для которого  $3,3 \cdot 10^{-19}$  Дж, электромагнитными волнами с длиной волны 300 нм наблюдается фотоэффект. Во сколько раз эта длина волны меньше длины волны, соответствующей красной границе?
2. Давление света с длиной волны 600 нм на зачёрнённую поверхность, расположенную перпендикулярно падающему излучению, составляет 0,1 мкПа. Определите концентрацию фотонов в световом пучке.
3. В результате серии радиоактивных распадов изотоп урана  $^{238}_{92}\text{U}$  превращается в стабильный изотоп свинца  $^{206}_{82}\text{Pb}$ . Сколько  $\alpha$ -распадов и  $\beta$ -распадов при этом происходит?
4. Сколько атомов полония  $^{210}_{84}\text{Po}$  распадётся в течение суток в препарате массой 1 г? Период полураспада полония 138,4 сут.



Вариант 5\*

1. Поверхность некоторого металла освещают поочерёдно светом с длинами волн 350 нм и 450 нм, при этом скорость фотоэлектронов различается в 2 раза. Чему равна работа выхода этого металла?
2. Каплю воды объёмом 0,2 мл нагревают светом с длиной волны 0,75 мкм, при этом каждую секунду поглощается  $10^{10}$  фотонов. Определите скорость нагревания воды.
3. В камере Вильсона ядро бора  $^{11}_5\text{B}$  захватывает быстрый протон, в результате чего образуются три одинаковые частицы. Определите, что это за частицы, и запишите уравнение реакции.
4. Рассчитайте период полураспада висмута  $^{210}_{83}\text{Bi}$ , если 1 г препарата за 1 с выбрасывает  $4,58 \cdot 10^{15}$   $\beta$ -частиц.

# АСТРОНОМИЯ

## Самостоятельная работа

### Солнечная система. Солнце и звёзды

#### Вариант 1

1. Какая планета Солнечной системы имеет самую большую массу и размеры?
  - 1) Земля
  - 2) Венера
  - 3) Юпитер
  - 4) Сатурн
2. Звёзды какого спектрального класса являются самыми горячими?

#### Вариант 2

1. Какая планета Солнечной системы не имеет атмосферы?
  - 1) Меркурий
  - 2) Уран
  - 3) Марс
  - 4) Венера
2. К какому спектральному классу относится Солнце?

#### Вариант 3

1. Какая из планет Солнечной системы имеет самую маленькую массу?
  - 1) Венера
  - 2) Уран
  - 3) Меркурий
  - 4) Нептун
2. Какую температуру поверхности имеют красные гиганты?

#### Вариант 4

1. Какие планеты Солнечной системы не имеют спутников?
  - 1) Уран и Нептун
  - 2) Венера и Меркурий
  - 3) Марс и Уран
  - 4) только Меркурий
2.  $\alpha$ -Тельца (Альдебаран) имеет температуру поверхности 5000 К. Чему равна длина волн  $\lambda_{\text{max}}$ , на которую приходится максимум излучения этой звезды?

*Вариант 5\**

1. Какие метеориты обнаружены на Земле?
  - 1) каменные
  - 2) железные
  - 3) железокремниевые
  - 4) все три типа
  
2. Светимость Солнца составляет  $4 \cdot 10^{26}$  Вт, а светимость  $\alpha$ -Волопаса (Арктур) в 140 раз больше, при этом радиус Арктура превышает радиус Солнца в 25 раз. Определите температуру поверхности Арктура.



## ЗАДАЧИ ДЛЯ ПОВТОРЕНИЯ

### Кинематика

1. Человек идёт по горизонтальной дорожке со скоростью  $1,04$  м/с и проходит под фонарём, расположенным на высоте  $7$  м от земли. Определите скорость перемещения тени, если рост человека  $180$  см.
2. Рыбак, стоящий на берегу, тянет лодку при помощи верёвки. В начальный момент верёвка составляет с поверхностью воды угол  $30^\circ$ . Скорость движения верёвки  $30$  см/с. Определите скорость лодки в этот момент.
3. Самолёт летит из пункта  $A$  в пункт  $B$  и обратно. Докажите, что в безветренную погоду время полёта меньше, чем при наличии ветра.
4. Пассажир, стоя на эскалаторе, спускается за  $40$  с. Если человек идёт по неподвижному эскалатору, то на спуск он тратит  $60$  с. Сколько времени понадобится для спуска пассажиру, когда он будет идти по движущемуся эскалатору?
5. Человек идёт по движущемуся эскалатору и поднимается вверх за  $60$  с. Если он будет идти по движущемуся эскалатору в  $2$  раза быстрее, то потратит на подъём  $45$  с. Сколько времени он будет подниматься, стоя на движущемся эскалаторе?
6. Человек идёт по ходу движения эскалатора. За время своего движения он насчитал  $50$  ступеней. Когда он двигался в  $3$  раза быстрее, количество ступеней оказалось равным  $75$ . Сколько ступеней ему придётся пройти по неподвижному эскалатору?
7. Автомобиль половину пути проехал со скоростью  $10$  м/с, оставшуюся часть пути он половину времени ехал со скоростью  $18$  км/ч, а последний участок — со скоростью  $90$  км/ч. Определите среднюю скорость движения автомобиля.
8. Автомобиль проехал  $40\%$  пути со скоростью  $72$  км/ч, а оставшуюся часть пути — со скоростью  $15$  м/с. Определите среднюю скорость движения автомобиля.
9. Средняя скорость пешехода составляет  $4$  км/ч. Во сколько раз отличается его скорость на первой половине пути от скорости на второй половине, если на втором участке пути она равна  $3$  км/ч?
10. Материальная точка движется вдоль прямой согласно уравнению  $x = 5 - 4t + 2t^2$ . Какой путь точка пройдёт за  $4$  с?

11. Материальная точка начинает движение из начала координат и за 2 с увеличивает свою скорость от 0 до 4 м/с. Запишите уравнение движения точки.
12. Небольшой объект движется вдоль прямой согласно уравнению  $x = -8t + 4t^2$ . Через какое время после начала движения объект снова окажется в начальной точке?
13. Движение материальной точки в данной системе отсчёта подчиняется уравнениям  $x = 2 + t$  и  $y = 1 + 2t$ . Запишите уравнение траектории движения. Определите скорость точки, считая, что все величины выражены в СИ.
14. Начальная скорость прямолинейно движущегося тела равна 4 м/с. Определите ускорение тела, если за шестую секунду оно прошло 2,9 м.
15. Тело движется по прямой с ускорением 2 м/с<sup>2</sup>. За 6 с это тело прошло расстояние 42 м. Определите начальную скорость тела.
16. Тело начало движение вдоль прямой с начальной скоростью 20 м/с и ускорением 1 м/с<sup>2</sup>. Через 0,5 мин из той же точки в том же направлении начинает движение другое тело без начальной скорости и с ускорением 2 м/с<sup>2</sup>. За какое время второе тело догонит первое?
17. Маленький шарик запустили снизу вверх по наклонной плоскости. В точке, находящейся на расстоянии 30 см от начала плоскости, шарик побывал дважды — через 1 с и 2 с соответственно. Определите начальную скорость и ускорение шарика.
18. Тело свободно падает с некоторой высоты и за последние 4 с пролетает 196 м. С какой высоты упало тело?
19. Камень отпустили, и он свободно падает в шахту. Через 6 с услышали звук удара о землю. Скорость звука 330 м/с. Какой глубины была шахта?
20. Ракета стартует с Земли и движется с ускорением 20 м/с<sup>2</sup> вертикально вверх. Через 20 с двигатели отключаются. Через какое время от момента старта ракета упадёт на землю?
21. Тело брошено вертикально вверх с начальной скоростью 25 м/с. Какой путь преодолеет тело за третью секунду движения?
22. Аэростат начинает подниматься с земли вертикально с ускорением 0,5 м/с<sup>2</sup>. Через 30 с после начала движения аэростата из него выпал предмет без начальной скорости относительно аэростата. Через какое время предмет упал на землю?



23. Под каким углом к горизонту нужно бросить тело, чтобы дальность полёта оказалась равной максимальной высоте подъёма тела?
24. Докажите, что максимальная дальность полёта тела, брошенного под углом к горизонту, будет при угле  $45^\circ$ .
25. Стальной шарик свободно падает с высоты 1 м на наклонную плоскость, образующую с горизонтом угол  $30^\circ$ . Чему равно расстояние между точками первого и второго ударов шарика о наклонную плоскость?
26. Материальная точка движется по окружности со скоростью 0,5 м/с и за 2 с проходит дугу, соответствующую углу  $30^\circ$ . Определите центростремительное ускорение точки.
27. Две материальные точки одновременно начинают движение по окружности из одного положения в противоположных направлениях. Через какой минимальный промежуток времени от начала движения они встретятся, если период обращения одной точки 3 с, а другой точки 6 с?
28. Две шестерёнки сцеплены друг с другом и вращаются вокруг неподвижных осей. Отношение периодов вращения шестерёнок равно 3. Радиус меньшей шестерёнки равен 6 см. Чему равен радиус большей шестерёнки?

## Динамика

1. На горизонтальной поверхности находится тело массой 400 г. На тело начинает действовать горизонтально направленная сила  $F$ . Как должна измениться масса тела, чтобы под действием вдвое большей силы ускорение уменьшилось в 4 раза?
2. Автомобиль массой 1 т, начав движение из состояния покоя и двигаясь равноускоренно, за 20 с достиг скорости 72 км/ч. Определите равнодействующую всех сил, действующих на автомобиль.
3. По прямолинейному горизонтальному участку дороги движется поезд. На него действует сила тяги электровоза, равная силе сопротивления. Какое движение совершает поезд?
4. Два тела массами  $M$  и  $m$  ( $M > m$ ) одновременно падают с одинаковой высоты. Одновременно ли они упадут на землю, если сила сопротивления воздуха для обоих тел одинакова и постоянна?



5. Под действием некоторой силы брусок, двигаясь из состояния покоя по гладкой горизонтальной поверхности, прошёл путь 40 см. Когда на этот брусок поставили дополнительный груз массой 200 г, то под действием той же силы за то же время брусок прошёл путь 20 см. Определите первоначальную массу бруска.
6. По горизонтальному участку пути со скоростью 20 м/с движется железнодорожный состав. В некоторый момент времени от состава отцепляется  $1/3$  вагонов. Определите скорость головной части состава в тот момент, когда скорость отцепившейся части уменьшится в 2 раза. Сила тяги локомотива при разрыве состава не изменилась. Сила трения пропорциональна силе тяжести и не зависит от скорости.
7. Начальная скорость поезда перед торможением была равна 20 м/с. В вагоне этого поезда на столе находится книга. Каким должно быть минимальное время торможения поезда до полной остановки, чтобы книга не соскользнула со стола? Коэффициент трения между книгой и поверхностью стола считайте равным 0,2.
8. Брусок массой 500 г начинает движение из состояния покоя под действием силы 3 Н, направленной вверх под углом  $30^\circ$  к горизонту. Коэффициент трения скольжения бруска о поверхность составляет 0,2. Определите скорость бруска через 10 с после начала действия силы.
9. На горизонтальной поверхности стоят санки массой 25 кг. К санкам прикладывают силу 120 Н. Если эта сила направлена под углом  $60^\circ$  к горизонту вверх, то санки движутся прямолинейно и равномерно. Чему будет равно ускорение санок, если сила будет приложена под углом  $30^\circ$  к горизонту?
10. К подвижной стенке приставлен брусок. С каким ускорением надо перемещать стенку в горизонтальном направлении, чтобы брусок не соскользнул вниз? Коэффициент трения скольжения между бруском и стенкой 0,4.
11. Однородную пружину длиной  $L$  и жёсткостью  $k$  разрезали на три равные части. Определите жёсткость каждой части пружины.
12. Под действием груза проволока удлинилась на 1 см. Этот же груз подвесили к проволоке такой же длины из того же материала, но имеющей в 2 раза большую площадь сечения. Чему равно удлинение проволоки?

13. К пружине подвешен груз массой 600 г. Определите изменение длины пружины, если система поднимается вертикально вверх с ускорением  $0,2 \text{ м/с}^2$ . Как изменится удлинение, если тело опускать с тем же ускорением? Жёсткость пружины  $0,3 \text{ кН/м}$ .
14. На подставке лежит тело массой 300 г, соединённое с потолком пружиной с жёсткостью  $6 \text{ мН/м}$ . В начальный момент пружина не деформирована. Подставку начинают опускать вертикально с ускорением  $2 \text{ м/с}^2$ . Через какое время тело оторвётся от подставки?
15. Лифт движется с ускорением  $2 \text{ м/с}^2$ , в лифте находится груз массой 50 кг. На сколько отличается вес тела при движении вверх и вниз?
16. С какой силой космонавт массой 60 кг давит на кресло при вертикальном движении ракеты вверх с ускорением  $9g$ ?
17. Маляр массой 60 кг работает в подвесной люльке массой 10 кг. С какой силой маляр должен тянуть за верёвку, чтобы равномерно подниматься?
18. Человек массой 60 кг сидит в подвесном кресле массой 10 кг. С каким ускорением он себя поднимает, если сила его давления на кресло составляет 400 Н?
19. Определите коэффициент трения между телом и наклонной плоскостью, если тело, запущенное снизу вверх со скоростью  $7 \text{ м/с}$ , до полной остановки прошло 2 м. Угол наклона плоскости к горизонту составляет  $45^\circ$ .
20. Тело соскальзывает с наклонной плоскости, двигаясь равномерно. На какую высоту оно поднимется, если его толкнуть вдоль наклонной плоскости снизу вверх со скоростью  $2,8 \text{ м/с}$ ?
21. Определите коэффициент трения между бруском и наклонной плоскостью с углом наклона  $\alpha$ . При движении бруска вверх с начальной скоростью  $v_0$  он поднимается за время  $t_1$ , а спускается за время  $2t_1$ .
22. На наклонной плоскости находится брусок массой 500 г. Его удерживают в состоянии покоя нитью, направленной вдоль наклонной плоскости. Если тянуть груз с силой 4 Н, то брусок будет равномерно подниматься. Если тянуть с силой 2 Н, то брусок будет двигаться равномерно вниз. Определите коэффициент трения.



23. Грузовой автомобиль массой 4 т тянет за собой вверх по уклону легковой автомобиль массой 1 т. У легкового автомобиля выключен двигатель. Определите максимальное ускорение движения системы. Коэффициент трения между грузовиком и наклонной плоскостью 0,2. Силой трения качения, действующей на легковой автомобиль, пренебрегите. Угол наклона  $\alpha = \arcsin 0,1$ .
24. Автомобиль массой 1 т поднимается по шоссе с углом наклона  $30^\circ$  под действием силы тяги 7 кН. Коэффициент трения между автомобилем и шоссе равен 0,1. Чему равно ускорение автомобиля?
25. Конический маятник отклонили от вертикали и привели в движение. Определите период обращения маятника, если его высота подвеса по вертикали 125 см.
26. Конический маятник движется с угловой скоростью  $\omega$ . Определите угол отклонения подвеса от вертикали, если его длина  $l$ .
27. На горизонтальной поверхности находятся два тела, связанные невесомой нерастяжимой нитью. Масса первого тела  $m_1$ , масса второго тела  $m_2$ . На первое тело действует сила  $F$ , направленная горизонтально. Определите ускорение тел и силу натяжения нити.
28. Два тела массами  $m_1 = 2$  кг и  $m_2 = 1$  кг связаны невесомой нерастяжимой нитью, перекинутой через блок, укрепленный на краю стола. Коэффициент трения между первым телом и поверхностью 0,2. Определите силу натяжения нити и ускорение тел. В начальный момент второе тело свободно висит.
29. Тело массой 5 кг связано тросом массой 1 кг с телом, масса которого 2 кг. На первое тело действует сила, направленная вертикально вверх, равная 100 Н. Система тел движется вертикально вверх. Определите силу натяжения троса в верхней точке, в нижней точке и в середине троса.
30. Человек массой 80 кг, сидящий в лодке массой 120 кг, подтягивает себя и лодку за канат, переброшенный через блок, укрепленный на берегу. Другой конец каната укреплен на лодке. Человек прикладывает к канату силу 70 Н. Лодка движется с ускорением  $0,2$  м/с<sup>2</sup>. Определите силу сопротивления движению.
31. Два тела, лежащие вплотную друг к другу на наклонной плоскости, движутся вниз с некоторым ускорением. Массы тел одинаковы, коэффициент трения первого тела о поверхность наклонной плоскости  $\mu_1$ , коэффициент трения второго тела —  $\mu_2$  ( $\mu_1 > \mu_2$ ), угол наклона плоскости  $\alpha$ . Определите ускорение движения тел.



## Законы сохранения в механике

1. Тело массой 2 кг движется согласно закону  $x = 2t - 2t^2$ . Определите импульс тела через 1 с и 2 с после начала отсчёта времени.
2. С высоты  $H$  над поверхностью земли падает тело. Определите изменение импульса тела при абсолютно неупругом ударе о землю.
3. Человек массой  $m$  переходит с кормы лодки на нос. Масса лодки  $M$ , длина  $L$ . Определите смещение лодки.
4. Снаряд массой 1 кг разорвался в верхней точке траектории на два осколка. Первый осколок имеет массу 200 г и сразу после взрыва движется со скоростью 200 м/с в направлении, перпендикулярном движению снаряда в момент разрыва. Определите скорость второго осколка, если начальная скорость снаряда 100 м/с.
5. Струя воды сечением  $0,5 \text{ см}^2$  ударяет перпендикулярно вертикальной стене и равномерно растекается. Скорость истечения воды 20 м/с. Определите давление и силу давления на стену.
6. Ракета, летящая горизонтально со скоростью 100 м/с, разделяется. После отделения головной части скорость корпуса уменьшилась в 2 раза. Определите скорость головной части, если масса ракеты в 6 раз больше массы головной части. Все части ракеты движутся в одну сторону.
7. Стоящий на льду человек массой 60 кг ловит мяч массой 0,5 кг, летящий горизонтально со скоростью 20 м/с. Коэффициент трения между человеком и льдом равен 0,05. Определите перемещение человека с мячом.
8. Пластилинный шарик движется по горизонтали со скоростью 15 м/с. Шарик сталкивается с бруском, движущимся навстречу шарiku со скоростью 5 м/с. Масса бруска в 4 раза больше массы шарика. Коэффициент трения бруска о поверхность 0,17. Определите расстояние, на которое сместится брусок после столкновения, когда их скорость уменьшится на 30 %.
9. Какая доля кинетической энергии перейдёт в теплоту при столкновении двух одинаковых пластилиновых шаров, движущихся с одинаковой скоростью по взаимно перпендикулярным траекториям?

10. Два тела массами  $m_1 = 1$  кг и  $m_2 = 3$  кг движутся навстречу друг другу со скоростями  $v_1 = 4$  м/с и  $v_2 = 2v_1$ . На сколько градусов нагреется система после абсолютно неупругого удара? Удельная теплоёмкость шаров  $2 \cdot 10^3$  Дж/(кг · К).
11. Автомобиль массой 1 т, отправляясь от остановки, достигает скорости 20 м/с, пройдя расстояние 400 м. Определите мощность автомобиля, если коэффициент трения равен 0,006.
12. Пуля, летящая со скоростью 400 м/с, попадает в препятствие и проходит в нём до полной остановки 50 см. Определите среднюю силу сопротивления движению пули, если её масса 24 г.
13. Тело массой 3 кг свободно падает с некоторой высоты и через 10 с достигает скорости 80 м/с. Вычислите работу, совершённую силами сопротивления движению.
14. От груза массой 1,1 кг, висевшего на пружине жёсткостью 100 Н/м, отрывается кусок массой 100 г. Определите максимальную скорость оставшейся на пружине части груза.
15. Шар движется со скоростью 3 м/с и сталкивается с таким же покоящимся шаром абсолютно упруго. После удара первый шар стал двигаться под углом  $45^\circ$  к первоначальному направлению движения. Определите скорость второго шара после соударения.
16. Шарику массой 250 г, подвешенному на нити, сообщили минимальную скорость, при которой он ещё может описывать окружность в вертикальной плоскости. Определите силу натяжения нити при прохождении шариком положения равновесия.
17. По внутренней поверхности обруча запускают малое тело со скоростью 2 м/с. Когда это тело поднимается на высоту 30 см, оно отрывается от поверхности обруча. Определите радиус обруча.
18. К вертикальной стене при помощи пружины, жёсткость которой 400 Н/м, прикреплен брусок массой 1 кг. Система находится в состоянии покоя. Брусок пробивает пуля, летящая горизонтально. Масса пули 10 г, её начальная скорость 400 м/с, скорость пули после того, как она пробила брусок, стала равна 300 м/с. Определите максимальное сжатие пружины. Силы трения не учитывайте.
19. По наклонной плоскости с углом наклона  $30^\circ$  к горизонту со скоростью 10 м/с запустили малое тело. Определите скорость, с которой оно вернётся в начальное положение. Коэффициент трения 0,2.



## Статика. Гидростатика

1. Однородная балка длиной 12 м лежит на двух опорах в горизонтальном положении. Сила реакции первой опоры, находящейся на конце балки, равна 40 кН. Сила реакции второй опоры, которая расположена на расстоянии 2 м от другого конца, составляет 60 кН. Определите массу этой балки.
2. Через ручей переброшена доска массой 40 кг и длиной 5 м. На доске стоит человек массой 60 кг на расстоянии 1 м от берега. Определите силу реакции опор.
3. На горизонтальной поверхности стоит цилиндр, масса которого  $m$ , высота  $H$  и диаметр  $H/2$ . Определите минимальное значение горизонтально направленной силы, приложенной к верхней грани цилиндра, при которой он опрокинется.
4. Лестница длиной 4 м приставлена к гладкой стене под углом  $60^\circ$  к горизонту (относительно пола). Коэффициент трения между полом и лестницей равен  $1/3$ . На какую высоту по лестнице может подняться человек? Массой лестницы пренебрегите.
5. Вплотную к ступеньке высотой  $h$  располагается колесо радиусом  $R$  ( $R \gg h$ ). Определите минимальную горизонтальную силу, вектор которой проходит через ось колеса, необходимую для подъема колеса на ступеньку. Масса колеса  $m$ .
6. Малый поршень гидравлического пресса за один ход опускается на 25 см, а большой поршень поднимается на 5 мм. Определите силу давления, если на малый поршень действует сила 200 Н.
7. В сообщающиеся сосуды разного диаметра налили ртуть, а затем в широкую трубку сечением  $8 \text{ см}^2$  налили 272 г воды. На сколько выше поднимется ртуть в узкой трубке?
8. В воде плавает айсберг, надводная часть которого составляет  $2000 \text{ м}^3$ . Определите полный объем айсберга.
9. Вес тела в воздухе 10 Н, а его вес в воде 8 Н. Рассчитайте плотность тела.
10. Деревянный шарик в подвешенном состоянии растягивает пружину на 5 см. Определите растяжение пружины, если шарик удерживают под водой той же пружиной в затопленном состоянии. Плотность дерева  $400 \text{ кг/м}^3$ .



## Молекулярная физика

1. В блюдце налили воду и оставили на подоконнике. Определите массу воды в блюдце, если скорость испарения составляет  $4 \cdot 10^{18}$  молекул в секунду, а полное время испарения воды составило 20 дней.
2. Определите кинетическую энергию поступательного движения молекул, находящихся в комнате объёмом  $200 \text{ м}^3$  при нормальных условиях.
3. Один моль углерода собрали в куб. Оцените длину ребра этого куба. Плотность углерода  $2,3 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$ , молярная масса  $12 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$ .
4. В баллоне ёмкостью 3 л содержится азот под давлением 60 кПа при температуре 300 К. Определите число молекул газа в этом баллоне.
5. При какой температуре средняя квадратичная скорость молекул кислорода равна средней квадратичной скорости молекул азота при температуре  $27 \text{ }^\circ\text{C}$ ?
6. Масса Солнца  $2 \cdot 10^{30} \text{ кг}$ , радиус  $7 \cdot 10^8 \text{ м}$ . Определите температуру внутри Солнца, считая, что оно состоит из водорода.
7. Как изменится объём воздушного шара, если его внести с улицы в тёплое помещение? Температура на улице  $-3 \text{ }^\circ\text{C}$ , а в помещении  $+27 \text{ }^\circ\text{C}$ .
8. Объём шара, заполненного горячим воздухом,  $224 \text{ м}^3$ . Масса оболочки шара 145 кг. Воздух в шаре сообщается с окружающей средой через отверстие. Температура окружающего воздуха  $0 \text{ }^\circ\text{C}$ . Определите температуру внутри шара.
9. Герметично закрытый сосуд полностью заполнен водой при температуре  $27 \text{ }^\circ\text{C}$ . Каким будет давление в сосуде, если полностью исчезнут силы взаимодействия между молекулами воды?
10. В сосуде объёмом  $1 \text{ м}^3$  находятся гелий и кислород при давлении 90 кПа и температуре  $-2 \text{ }^\circ\text{C}$ . При этих условиях плотность смеси равна  $0,44 \text{ кг/м}^3$ . Каким будет давление в сосуде, если из него удалить половину молекул кислорода?
11. Глубина водоёма 15 м. Температура воды на дне  $7 \text{ }^\circ\text{C}$ , а на поверхности  $22 \text{ }^\circ\text{C}$ . Атмосферное давление считайте нормальным. Определите объём пузырька воздуха на дне, если у поверхности его объём составляет  $2,6 \text{ мм}^3$ .

12. Горизонтальный теплоизолированный сосуд сечением  $0,5 \text{ м}^2$  разделён подвижным поршнем на две части. Одна часть заполнена азотом, другая — углекислым газом. Масса азота равна массе углекислого газа. Определите длину сосуда, если объём, занимаемый углекислым газом, составляет  $0,02 \text{ м}^3$ .
13. В теплоизолированном сосуде находится лёд при температуре  $-10 \text{ °C}$ . Масса льда  $1,4 \text{ кг}$ . В сосуд добавили воду при температуре  $30 \text{ °C}$ . После установления теплового равновесия температура стала равна  $-2 \text{ °C}$ . Определите массу воды.
14. Теплоизолированный сосуд разделён пористой перегородкой на две равные части. В одной находится газ, способный проходить через перегородку, в другой — газ, который через перегородку пройти не может. Температура газов одинакова и равна  $500 \text{ К}$ . Вначале количество газов одинаково: в каждой части по одному молю. Определите внутреннюю энергию газа в той части, где первоначально находился второй газ. Считайте газы идеальными и одноатомными.
15. Горизонтальный цилиндрический сосуд длиной  $1,2 \text{ м}$  разделён на две части лёгким подвижным теплонепроницаемым поршнем. Весь сосуд заполнен идеальным газом. В начальный момент температура в баллоне одинакова, а объём левой части в 2 раза больше объёма правой. Затем температуру в правой части увеличили, а в левой оставили прежней. При этом поршень переместился на  $0,2 \text{ м}$ . Во сколько раз увеличили температуру в правой части сосуда?
16. В жидкость плотностью  $800 \text{ кг/м}^3$  погрузили открытую с обоих концов вертикально расположенную трубку длиной  $80 \text{ см}$ . Затем плотно закрыли верхний конец трубки и достали её из жидкости. Половина трубки осталась заполнена этой жидкостью. Считая, что опыт проводился при нормальных условиях, определите, на какую глубину была опущена трубка вначале.
17. Для нагревания неизвестного газа массой  $10 \text{ г}$  на  $1 \text{ °C}$  при постоянном давлении израсходовали  $9,12 \text{ Дж}$  теплоты, а при постоянном объёме —  $6,49 \text{ Дж}$ . Какой это газ?
18. Давление воздуха  $200 \text{ кПа}$ , его изобарно нагрели до температуры  $500 \text{ К}$ . Масса воздуха  $580 \text{ г}$ . Какой объём первоначально занимал газ, если при нагревании он совершил работу  $43 \text{ кДж}$ ?
19. Паровая машина мощностью  $15 \text{ кВт}$  потребляет за один час работы  $8,5 \text{ кг}$  угля, удельная теплота сгорания которого  $3,3 \cdot 10^7 \text{ Дж/кг}$ . Температура котла  $200 \text{ °C}$ , а температура холодильника  $50 \text{ °C}$ . Определите КПД этой машины и сравните его с максимально возможным КПД.



## Электростатика

1. Два одинаковых шарика обладают зарядами  $2 \text{ нКл}$  и  $-6 \text{ нКл}$ . Шарики были приведены в соприкосновение и разведены на прежние места. Во сколько раз изменилась сила их взаимодействия?
2. Два одинаковых шарика обладают зарядами  $-4 \text{ нКл}$  и  $8 \text{ нКл}$ . Шарики привели в соприкосновение и развели на прежние места. На сколько изменилась масса первого шарика?
3. Два точечных заряда  $9 \text{ нКл}$  и  $-4 \text{ нКл}$  находятся на расстоянии  $20 \text{ см}$  друг от друга. Где на прямой, соединяющей заряды, находятся точки, напряжённость электрического поля в которых равна нулю?
4. В двух вершинах правильного треугольника со стороной  $2 \text{ м}$  находятся два маленьких шарика с равными положительными зарядами по  $20 \text{ нКл}$  каждый. Определите напряжённость электрического поля в третьей вершине треугольника.
5. Два заряженных маленьких шарика находятся на расстоянии  $50 \text{ см}$  друг от друга. Шарики отталкиваются с силой  $2 \text{ Н}$ . Суммарный заряд шариков составляет  $2 \cdot 10^{-5} \text{ Кл}$ . Определите заряды шариков.
6. Два одинаковых шарика массами по  $0,1 \text{ г}$  каждый подвешены на нитях длиной  $25 \text{ см}$ , так что касаются друг друга. После того как шарикам сообщили одинаковые заряды, они разошлись на расстояние  $5 \text{ см}$ . Определите заряды шариков.
7. Вертикально расположенная плоскость обладает поверхностной плотностью заряда  $4 \text{ нКл/см}^2$ . К плоскости при помощи непроводящей нити подвешен шарик массой  $1 \text{ г}$  и зарядом  $1 \text{ нКл}$ . Определите угол, образованный нитью с плоскостью.
8. Две маленькие концентрические сферы радиусами  $5 \text{ см}$  и  $10 \text{ см}$  соответственно обладают зарядами  $2 \cdot 10^{-8} \text{ Кл}$  и  $1 \cdot 10^{-8} \text{ Кл}$ . Определите напряжённость электрического поля, созданного этими сферами, в точках, отстоящих от центра сфер на расстояния  $3 \text{ см}$ ,  $8 \text{ см}$ ,  $14 \text{ см}$ .
9. Два положительных заряда  $5 \text{ нКл}$  и  $3 \text{ нКл}$  находятся на расстоянии  $20 \text{ см}$  друг от друга. В какой точке надо поместить третий точечный заряд, чтобы он оказался в состоянии равновесия?

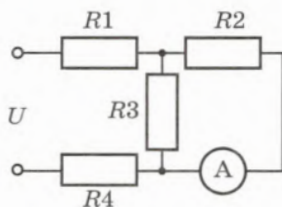


10. Заряженный шарик на изолирующей нити внесли в однородное электрическое поле, направленное горизонтально, при этом нить образовала с вертикалью угол  $45^\circ$ . Определите тангенс угла отклонения нити от вертикали при уменьшении заряда в 1,6 раза.
11. Шар радиусом 10 см обладает зарядом и создаёт электрическое поле, потенциал которого на расстоянии 10 м от его поверхности 20 В. Определите потенциал на поверхности шара.
12. Пробой в воздухе происходит при напряжённости электрического поля 3 МВ/м. До какого значения потенциала можно зарядить в воздухе шар радиусом 3 см? Диэлектрическая проницаемость воздуха  $\epsilon = 1$ .
13. Два шарика радиусами 30 см и 60 см обладают зарядами 4 нКл и 5 нКл соответственно. Шарики соединяют тонкой проволокой. Определите заряды шариков после их соединения.
14. Пылинка массой  $1 \cdot 10^{-8}$  г находится в равновесии между двумя разноимённо заряженными пластинами. Расстояние между пластинами 5 см, а разность потенциалов 5 кВ. Определите заряд пылинки.
15. Электрон движется вдоль силовых линий электрического поля, напряжённость которого 100 В/м. Через какое время он остановится? Начальная скорость электрона была равна  $1,6 \cdot 10^6$  м/с.
16. Два электрона располагаются на большом расстоянии друг от друга. Один электрон покоится, а другой движется к первому со скоростью 1000 км/с. Определите минимальное расстояние сближения электронов.
17. Плоский воздушный конденсатор зарядили до разности потенциалов 200 В и отключили от источника напряжения. Каким станет напряжение между пластинами конденсатора, если расстояние между пластинами увеличить в 2 раза?
18. В пространство между пластинами конденсатора внесли металлическую пластинку толщиной 2 мм параллельно пластинам. Площади пластин и площадь металлической пластинки одинаковы. Первоначально конденсатор зарядили до разности потенциалов 100 В и отключили от источника напряжения. Расстояние между пластинами конденсатора 4 мм. Определите напряжение на конденсаторе после того, как в него внесли металлическую пластинку.

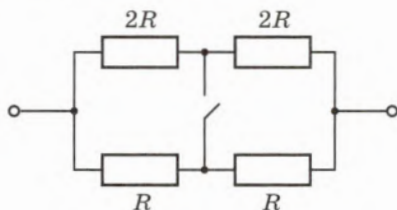
19. Между пластинами плоского конденсатора находится диэлектрик с диэлектрической проницаемостью 6,5. Ёмкость этого плоского конденсатора 111 пФ. Конденсатор зарядили до разности потенциалов 600 В и отключили от источника напряжения. Какую работу надо совершить, чтобы вынуть диэлектрик из конденсатора?
20. Плоский воздушный конденсатор ёмкостью  $C$  подключили к источнику напряжения  $U$ . Какую работу надо совершить, чтобы увеличить расстояние между пластинами конденсатора в 2 раза?

## Законы постоянного тока

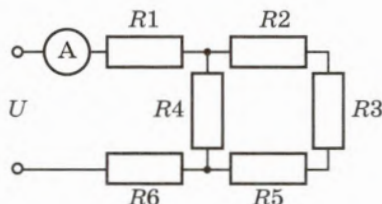
1. Плотность тока, идущего по проводнику сечением  $5 \text{ мм}^2$ , составляет  $2 \cdot 10^3 \text{ А/м}^2$ . Определите количество электричества, прошедшее по проводнику за  $1/6$  минуты.
2. По медному проводнику с поперечным сечением  $1 \text{ мм}^2$  идёт ток. Определите силу тока в этом проводнике, если скорость упорядоченного движения электронов составляет приблизительно  $0,7 \text{ мм/с}$ .
3. Из заготовки алюминия массой  $27,3 \text{ кг}$  изготовили провод длиной  $500 \text{ м}$ . Какой будет сила тока в этом проводнике, если его подключить к источнику тока с напряжением  $10 \text{ В}$ ?
4. Стальной провод, по которому шёл электрический ток, заменили медным. Во сколько раз уменьшились диаметр и масса провода, если его сопротивление стало меньше в 2 раза?
5. Конденсатор зарядили, подключив к источнику напряжения  $100 \text{ В}$ . Ёмкость конденсатора равномерно изменяют согласно закону  $\Delta C/\Delta t = 10 \text{ нФ/с}$ . Определите силу тока в цепи.
6. Фонарь, рассчитанный на напряжение  $40 \text{ В}$  и силу тока  $10 \text{ А}$ , включили в цепь с напряжением  $120 \text{ В}$  через реостат. Определите сопротивление реостата, необходимое для работы фонаря.
7. Определите показания амперметра, если  $U = 15 \text{ В}$ ,  $R_1 = 5 \text{ Ом}$ ,  $R_2 = 10 \text{ Ом}$ ,  $R_3 = R_2$ ,  $R_4 = R_1$  (см. рисунок). Сопротивление амперметра не учитывайте.



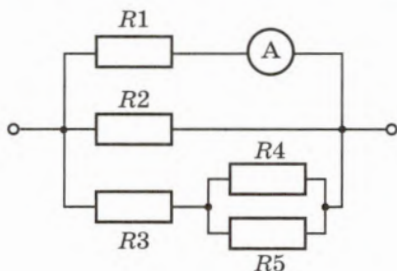
8. В электрический чайник налили 2 л воды при температуре  $15^\circ\text{C}$ . Через сколько минут вода в чайнике закипит, если мощность чайника  $1,2\text{ кВт}$ , а КПД —  $80\%$ ?
9. Три лампочки, мощность которых  $25\text{ Вт}$ ,  $50\text{ Вт}$  и  $75\text{ Вт}$ , включили в цепь последовательно. В какой из этих ламп выделяется наибольшее количество теплоты? Лампы рассчитаны на одно и то же номинальное напряжение.
10. Резисторы соединены по схеме, показанной на рисунке. Как изменится сила тока в цепи после замыкания ключа? Напряжение в каждом случае остаётся неизменным.



11. Резисторы соединены по схеме, показанной на рисунке. Показания амперметра составляют  $2,5\text{ А}$ . Определите входное напряжение, если  $R_1 = 15\text{ Ом}$ ,  $R_2 = R_4 = 20\text{ Ом}$ ,  $R_3 = 10\text{ Ом}$ ,  $R_5 = 50\text{ Ом}$ ,  $R_6 = 5\text{ Ом}$ .

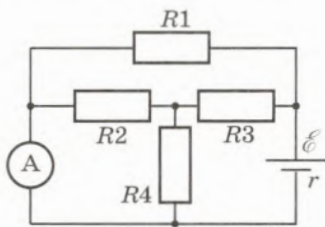


12. Показания амперметра в указанной схеме (см. рисунок) равны  $0,5\text{ А}$ .  $R_1 = 2\text{ Ом}$ ;  $R_2 = 2 R_1$ ;  $R_3 = R_1/2$ ;  $R_4 = R_1$ ;  $R_5 = R_3$ . Определите силу тока, идущего через резистор  $R_4$ .

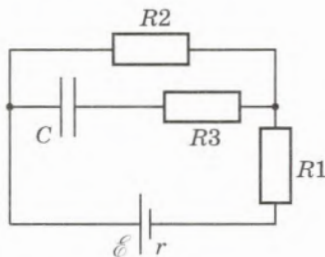




13. Два вольтметра соединены последовательно и подключены к источнику постоянного напряжения с внутренним сопротивлением  $r$ . Показания первого вольтметра 5,5 В, второго — 3,6 В. Если второй вольтметр закоротить, то напряжение на первом вольтметре станет 8,5 В. Чему равна ЭДС источника?
14. Источник тока с внутренним сопротивлением 0,5 Ом отдаёт во внешнюю цепь мощность 8 Вт при силе тока 4 А. Определите мощность, которую отдаст источник тока во внешнюю цепь при силе тока 6 А.
15. Определите показания амперметра в цепи (см. рисунок), где  $R_1 = 20$  Ом,  $R_2 = R_4 = 8$  Ом,  $R_3 = 1$  Ом,  $\mathcal{E} = 50$  В,  $r = 1$  Ом. Сопротивление амперметра не учитывайте.

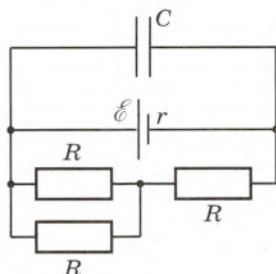


16. В приведённой на рисунке схеме сопротивления резисторов:  $R_1 = 4$  Ом,  $R_2 = 7$  Ом,  $R_3 = 3$  Ом. Источник тока имеет ЭДС 3,6 В и внутреннее сопротивление 1 Ом, а заряд на обкладках конденсатора 4,2 мкКл. Определите ёмкость конденсатора.

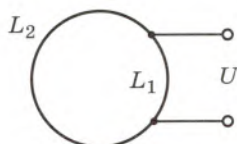


17. К источнику тока с ЭДС 6 В и внутренним сопротивлением  $r$  подключили реостат. Максимальная мощность, выделяемая на реостате, равна 4,5 Вт. Чему равно внутреннее сопротивление источника тока?
18. В замкнутой цепи при силе тока 5 А во внешней цепи выделяется мощность 9,5 Вт, а при силе тока 8 А выделяется мощность 14,4 Вт. Чему равен ток короткого замыкания в этой цепи?

19. Определите ЭДС источника тока в схеме, показанной на рисунке, если заряд конденсатора ёмкостью  $100 \text{ мкФ}$  равен  $3 \text{ мКл}$ , а сопротивление каждого резистора равно  $2 \text{ Ом}$ . Внутреннее сопротивление источника тока  $1 \text{ Ом}$ .



20. Проволочное кольцо, сопротивление которого  $120 \text{ Ом}$ , подключили в цепь с напряжением  $U = 24 \text{ В}$ , как показано на рисунке. Соотношение длин участков  $L_2 / L_1 = 3$ . Определите силу тока в обеих частях кольца.



## Электрический ток в разных средах

1. Чему равна плотность тока в проводнике длиной  $L$ , удельное сопротивление которого  $\rho$ , при температуре  $t$ , если разность потенциалов на концах проводника  $U = \Delta\varphi$  ( $\alpha$  — температурный коэффициент)?
2. При какой температуре сопротивление серебряного проводника станет в 2 раза больше, чем при  $0^\circ\text{C}$ ? Температурный коэффициент сопротивления серебра  $\alpha = 0,004 \text{ К}^{-1}$ .
3. Определите массу серебра, выделившегося на катоде при электролизе азотнокислого серебра за 2 ч, если к электродам электролитической ванны приложено напряжение  $1,2 \text{ В}$ , а сопротивление раствора  $5 \text{ Ом}$ .
4. Энергия ионизации атома ртути равна  $10,4 \text{ эВ}$ . Какой наименьшей скоростью должен обладать электрон, чтобы произвести ионизацию атома ртути ударом?

5. Концентрация электронов проводимости в германии при комнатной температуре  $3 \cdot 10^{19} \text{ м}^{-3}$ . Какую часть составляет число электронов проводимости от общего числа атомов? Плотность германия  $5400 \text{ кг/м}^3$ , молярная масса  $72,6 \text{ кг/моль}$ .

## Магнитный поток. ЭДС индукции. Закон Фарадея. Явление самоиндукции

1. Проволоку длиной  $40 \text{ см}$  сложили вдвое и концы спаяли. Затем проволоку внесли в магнитное поле с индукцией  $8 \text{ Тл}$  и растянули так, чтобы плоскость квадрата была перпендикулярна вектору магнитной индукции. Определите изменение магнитного потока, пронизывающего полученный контур.
2. Проволочное кольцо радиусом  $1 \text{ м}$  поворачивается на  $180^\circ$  относительно горизонтальной оси. Вектор магнитной индукции в начале опыта направлен перпендикулярно плоскости кольца. Значение индукции  $5 \text{ Тл}$ . Чему равен модуль изменения магнитного потока через площадь кольца в результате поворота?
3. Магнитная индукция изменяется по закону  $B = 5 - 2t$  (Тл). Определите скорость изменения магнитного потока, пронизывающего контур, площадь которого  $400 \text{ см}^2$ .
4. По катушке, содержащей  $50$  витков, прошёл индукционный ток  $0,1 \text{ А}$ . Определите время, в течение которого шёл ток, если сопротивление катушки составляет  $100 \text{ Ом}$ , а изменение магнитного потока от  $5 \text{ мВб}$  до  $1 \text{ мВб}$  происходило равномерно.
5. Из двух одинаковых кусков проволоки изготовили квадрат и правильный треугольник. После того как включили переменное магнитное поле, вектор индукции которого перпендикулярен плоскости фигур, оказалось, что электрический ток в квадратной рамке составил  $0,4 \text{ А}$ . Какой была сила тока в треугольной рамке?
6. Проволочный виток площадью  $400 \text{ см}^2$  расположен перпендикулярно линиям магнитной индукции, изменяющейся по закону  $(2 + 5t) \cdot 10^{-2}$  (Тл). Виток разрезали и в месте разреза подключили конденсатор ёмкостью  $10 \text{ мкФ}$ . Определите максимальный заряд и энергию конденсатора.
7. Металлический диск радиусом  $10 \text{ см}$  с малым сопротивлением вращается в магнитном поле с индукцией  $2 \text{ Тл}$ , вектор которой перпендикулярен плоскости диска. Угловая скорость диска  $300 \text{ об/с}$ .



Через скользящие контакты к центру и краю диска подключили резистор сопротивлением  $1 \text{ кОм}$ , параллельно резистору подключили конденсатор ёмкостью  $1 \text{ мкФ}$ . Определите заряд на пластинах конденсатора.

8. Медный тонкий диск диаметром  $10 \text{ см}$  скользит по горизонтальной поверхности с постоянной скоростью  $100 \text{ м/с}$ , касаясь поверхности одной из своих граней. Магнитное поле с индукцией  $0,5 \text{ Тл}$  направлено горизонтально вдоль поверхности и перпендикулярно вектору скорости диска. Чему равен модуль вектора напряжённости поля, возникшего внутри диска?
9. Между параллельными токопроводящими рейками включили лампочку, сопротивление которой  $5 \text{ Ом}$ . По рейкам без трения может скользить перемычка длиной  $1 \text{ см}$ . Полученная рамка расположена перпендикулярно однородному магнитному полю с индукцией  $10^{-3} \text{ Тл}$ . Какую силу нужно приложить к перемычке, чтобы скорость её движения составила  $10 \text{ см/с}$ ?
10. Сила тока в контуре  $10 \text{ А}$ , а индуктивность изменяется по закону  $L = 0,4 - 0,2t$ . Определите ЭДС самоиндукции в контуре для момента времени  $1 \text{ с}$ .
11. Сила тока в катушке изменилась от  $1 \text{ А}$  до  $4 \text{ А}$  за  $3 \text{ с}$ , при этом в ней возникла ЭДС самоиндукции  $0,1 \text{ В}$ . Определите изменение энергии магнитного поля катушки.

## Оптика

1. Луч света падает на трёхгранную призму с преломляющим углом  $3^\circ$  перпендикулярно одной из боковых граней. Определите угол отклонения луча после прохождения призмы.
2. Точечный источник света находится на главной оптической оси в точке двойного фокуса собирающей тонкой линзы. За линзой поставлено плоское зеркало на таком расстоянии, что лучи, отразившись от зеркала и пройдя вторично через линзу, идут параллельно. Определите отношение расстояния от линзы до зеркала к фокусному расстоянию линзы.
3. Источник света и его действительное изображение расположены симметрично относительно тонкой собирающей линзы на главной оптической оси. Расстояние от источника до переднего фокуса линзы  $2 \text{ см}$ . Определите фокусное расстояние линзы.

4. Точечный источник света движется по окружности со скоростью 3 см/с. Плоскость окружности расположена перпендикулярно главной оптической оси на расстоянии  $1,5F$  от линзы ( $F$  — фокусное расстояние). Определите скорость движения изображения источника света.
5. Тонкая собирающая линза с фокусным расстоянием 1 м вставлена в оправу радиусом 1 см. На экране, расположенном на расстоянии 3 м за линзой, получено изображение точечного источника света. Чему будет равен радиус светового круга, полученного на этом экране, после замены собирающей линзы на рассеивающую с тем же фокусным расстоянием?
6. Кубик с ребром 2 см находится перед тонкой собирающей линзой с фокусным расстоянием 10 см таким образом, что центр кубика расположен на главной оптической оси на расстоянии 15 см от центра линзы. Во сколько раз площадь изображения ближней к линзе грани кубика больше площади изображения дальней грани?
7. Материальная точка движется перпендикулярно главной оптической оси тонкой собирающей линзы со скоростью 1 м/с. Фокусное расстояние линзы 0,2 м. Вектор скорости точки пересекает главную оптическую ось на расстоянии 0,6 м от линзы. С какой скоростью движется изображение точки?
8. Точечный источник света находится на главной оптической оси на расстоянии 0,1 м от точки фокуса тонкой собирающей равнофокусной линзы, а изображение — на расстоянии 40 см за линзой от второго фокуса. Определите фокусное расстояние линзы.
9. Собирающая тонкая линза характеризуется оптической силой  $D_1$ , рассеивающая линза характеризуется оптической силой  $D_2$ , причём  $D_1 - |D_2| = 4$  дптр. При каком расстоянии от линзы до предмета каждая из линз будет давать изображение одного и того же размера?
10. В фокальной плоскости тонкой собирающей линзы находится экран, расположенный перпендикулярно главной оптической оси. С другой стороны от линзы из точки фокуса начинает удаляться точечный источник света с ускорением  $1 \text{ м/с}^2$ . Через какое время светлое пятно на экране уменьшится в 1,8 раза?
11. Для измерения длины волны монохроматического светового луча используют дифракционную решётку с периодом 0,01 мм. Первый дифракционный максимум оказался на расстоянии 12 см от



центрального. Определите расстояние до экрана, если длина волны оказалась равной 600 нм.

12. Постоянная дифракционной решётки составляет 0,01 мм. Расстояние от решётки до экрана 2 м. Определите ширину дифракционного спектра первого порядка. Длина волны красного света 760 нм, фиолетового — 400 нм.
13. Что произойдёт с интерференционной картиной, полученной от двух когерентных источников, при переносе их из воздуха в другую среду с показателем преломления  $4/3$  при сохранении всех остальных условий опыта?
14. Световые волны от двух когерентных источников монохроматического света распространяются навстречу друг другу. Длина волны света в опыте составляет 400 нм. Каким будет результат интерференции в точке схождения волн, если разность хода составляет 2 мкм?
15. Определите наибольший порядок спектра для жёлтой линии натрия, длина волны которой 589 нм. Период дифракционной решётки составляет 2 мкм.
16. На поверхность стекла с показателем преломления 1,7 нанесена плёнка толщиной 110 нм с показателем преломления 1,55. Определите длину волны лучей, которые полностью гасятся при отражении.
17. На поверхность стекла с показателем преломления 1,5 нанесли тонкую плёнку с показателем преломления 1,4. На плёнку падает свет с длиной волны 600 нм. Определите толщину плёнки, если в результате интерференции лучи максимально ослабляются.
18. На прозрачную плоскопараллельную пластину положили плосковыпуклую линзу с радиусом кривизны 8 м. При освещении излучением, длина волны которого 536 нм, в отражённом свете наблюдаются кольца Ньютона. Чему равен радиус пятого тёмного кольца?
19. На дифракционную решётку нормально падает монохромный луч света. Период решётки составляет 2 мкм. Определите импульс одного из фотонов, из которых состоит луч, если максимум второго порядка наблюдается под углом  $30^\circ$  к направлению падения луча.
20. При наблюдении в отражённом свете колец Ньютона радиус третьего тёмного кольца равен 2,8 мм. Определите длину световой волны, используемой в опыте, если радиус кривизны линзы составляет 4 м.



## Атомная и ядерная физика

1. Электроны ускоряют при помощи электрического поля с разностью потенциалов 12,3 В и направляют на атомарный водород. Определите длины волн, излучаемых водородом при переходе из возбуждённого состояния в основное.
2. Атом водорода поглощает фотон, в результате электрон атома, находящийся на втором электронном уровне, покидает атом со скоростью 600 км/с. Чему равна частота, соответствующая поглощённому фотону? Постоянная Ридберга равна  $3,29 \cdot 10^{15}$  Гц.
3. Атом водорода в основном состоянии поглощает фотон, соответствующая длина волны которого составляет 121,5 нм. Определите радиус орбиты электрона возбуждённого атома водорода.
4. Невозбуждённый атом водорода поглощает фотон, энергия которого равна 16,5 эВ. В результате атом водорода ионизируется. Определите скорость электрона вдали от ядра атома.
5. Определите длину волны де Бройля для электрона атома водорода, находящегося в невозбуждённом состоянии.
6. Оцените плотность ядерного вещества и концентрацию нуклонов в ядре.
7. Неподвижное ядро лития  ${}^7_3\text{Li}$  захватывает протон и распадается на две  $\alpha$ -частицы. Определите суммарную кинетическую энергию этих частиц.
8. Определите минимальную энергию  $\alpha$ -частицы для осуществления реакции  ${}^7_3\text{Li} + {}^4_2\text{He} \rightarrow {}^{10}_5\text{B} + n$ .
9. Активность радиоактивного препарата уменьшилась в 250 раз. Сколько периодов полураспада произошло за это время?
10. Период полураспада радиоактивного хрома составляет 27,8 сут. За какое время распадётся 80 % радиоактивных атомов?
11. Какая масса урана-238 расщепляется при работе атомной электростанции тепловой мощностью 1 МВт за сутки, если КПД электростанции 20 %? Считайте, что дефект массы при делении ядра урана равен  $4 \cdot 10^{-28}$  кг.
12. Определите электрическую мощность атомной электростанции, работающей на уране-235, с КПД 16 % при суточном расходе радиоактивного вещества 100 г.

# ПРИЛОЖЕНИЕ

## Справочные материалы

### 1. Основные физические константы

Скорость света в вакууме	$c = 2,998 \cdot 10^8$ м/с
Гравитационная постоянная	$G = 6,67 \cdot 10^{-11}$ Н · м <sup>2</sup> /кг <sup>2</sup>
Элементарный заряд	$e = 1,602 \cdot 10^{-19}$ Кл
Постоянная Авогадро	$N_A = 6,022 \cdot 10^{23}$ моль <sup>-1</sup>
Постоянная Больцмана	$k = 1,38 \cdot 10^{-23}$ Дж/К
Универсальная газовая постоянная	$R = 8,314$ Дж/(моль · К)
Нормальное атмосферное давление	$p_a = 101\,325$ Па
Объём моля идеального газа при нормальных условиях	$V = 22,4 \cdot 10^{-3}$ м <sup>3</sup> /моль
Масса покоя электрона	$m_e = 9,1 \cdot 10^{-31}$ кг = $5,5 \cdot 10^{-4}$ а. е. м.
Масса покоя протона	$m_p = 1,673 \cdot 10^{-27}$ кг = 1,00728 а. е. м.
Масса покоя нейтрона	$m_n = 1,675 \cdot 10^{-27}$ кг = 1,00867 а. е. м.
Электрическая постоянная	$\epsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12}$ Ф/м
Магнитная постоянная	$\mu_0 = 12,6 \cdot 10^{-7}$ Гн/м
Постоянная Фарадея	$F = 9,65 \cdot 10^4$ Кл/моль
Постоянная Стефана—Больцмана	$\sigma = 5,67 \cdot 10^{-8}$ Вт/(м <sup>2</sup> · К <sup>4</sup> )
Отношение заряда электрона к его массе	$e/m_e = 1,759 \cdot 10^{11}$ Кл/кг
Отношение массы протона к массе электрона	$m_p/m_e = 18\,356,15$

Атомная единица массы	$1 \text{ а. е. м.} = 1,66057 \cdot 10^{-27} \text{ кг}$
Постоянная Планка	$h = 6,626 \cdot 10^{-34} \text{ Дж} \cdot \text{с} = 4,136 \text{ эВ} \cdot \text{с}$
Постоянная Ридберга	$R = 1,1 \cdot 10^7 \text{ м}^{-1}$
Радиус первой боровской орбиты	$r = 5,29 \cdot 10^{-11} \text{ м}$

## 2. Множители и приставки для образования кратных и дольных единиц и их наименования

Множитель	Наименование	Обозначение
$10^{18}$	экса	Э
$10^{15}$	пета	П
$10^{12}$	тера	Т
$10^9$	гига	Г
$10^6$	мега	М
$10^3$	кило	к
$10^2$	гекто	г
$10^1$	дека	да
$10^{-1}$	деци	д
$10^{-2}$	санти	с
$10^{-3}$	милли	м
$10^{-6}$	микро	мк
$10^{-9}$	нано	н
$10^{-12}$	пико	п
$10^{-15}$	фемто	ф
$10^{-18}$	атто	а



### 3. Греческий алфавит

Α α альфа	Ν ν ню
Β β бета	Ξ ξ кси
Γ γ гамма	Ο ο омикрон
Δ δ дельта	Π π пи
Ε ε эпсилон	Ρ ρ ро
Ζ ζ дзета	Σ σ сигма
Η η эта	Τ τ тау
Θ θ тета	Υ υ ипсилон
Ι ι йота	Φ φ фи
Κ κ каппа	Χ χ хи
Λ λ ламбда	Ψ ψ пси
Μ μ ми (мю)	Ω ω омега

### 4. Некоторые астрономические величины (средние значения)

Величина	Значение
Радиус Земли	$6,37 \cdot 10^6$ м
Масса Земли	$5,98 \cdot 10^{24}$ кг
Плотность Земли	$5,52 \cdot 10^3$ кг/м <sup>3</sup>
Скорость движения Земли по орбите	$10^5$ км/ч
Радиус Солнца	$6,95 \cdot 10^8$ м
Масса Солнца	$1,98 \cdot 10^{30}$ кг
Радиус Луны	$1,74 \cdot 10^6$ м
Масса Луны	$7,33 \cdot 10^{22}$ кг
Расстояние между центрами Земли и Солнца	$1,49 \cdot 10^{11}$ м
Расстояние между центрами Земли и Луны	$3,84 \cdot 10^8$ м
Период обращения Луны вокруг Земли	27,3 сут.
Радиус Венеры	$6,1 \cdot 10^6$ м
Масса Венеры	$4,9 \cdot 10^{24}$ кг
Радиус Марса	$1,73 \cdot 10^6$ м
Масса Марса	$6,4 \cdot 10^{23}$ м

## 5. Спектральная классификация звёзд

Спектральный класс	Цвет	Температура, К
O	Голубой	30 000
B	Бело-голубой	20 000
A	Белый	10 000
F	Жёлто-белый	8000
G	Жёлтый	6000
K	Оранжевый	5000
M	Красный	3500

## 6. Плотность некоторых веществ

Вещество	Плотность, кг/м <sup>3</sup>
Твёрдые вещества (при температуре 20 °С)	
Алмаз	$3,5 \cdot 10^3$
Алюминий	$2,7 \cdot 10^3$
Бетон	$2,2 \cdot 10^3$
Вольфрам	$1,93 \cdot 10^3$
Германий	$5,32 \cdot 10^3$
Графит	$2,1 \cdot 10^3$
Дуб	$0,8 \cdot 10^3$
Железо, сталь	$7,8 \cdot 10^3$
Золото	$1,93 \cdot 10^4$
Иридий	$2,24 \cdot 10^4$
Каучук	$0,94 \cdot 10^3$
Кирпич	$1,5 \cdot 10^3$
Константан	$8,9 \cdot 10^3$

Вещество	Плотность, кг/м <sup>3</sup>
Латунь	$8,5 \cdot 10^3$
Лёд (0 °С)	$0,9 \cdot 10^3$
Манганин	$8,5 \cdot 10^3$
Медь	$8,9 \cdot 10^3$
Никелин	$8,8 \cdot 10^3$
Никель	$8,9 \cdot 10^3$
Нихром	$8,3 \cdot 10^3$
Олово	$7,3 \cdot 10^3$
Парафин	$0,9 \cdot 10^3$
Платина	$2,15 \cdot 10^4$
Поваренная соль	$2,1 \cdot 10^3$
Пробка	$0,24 \cdot 10^3$
Свинец	$1,14 \cdot 10^4$
Серебро	$1,05 \cdot 10^4$
Снег	$0,2 \cdot 10^3$
Слюда	$2,8 \cdot 10^3$
Стекло оконное	$2,5 \cdot 10^3$
Уран	$1,9 \cdot 10^4$
Фарфор	$2,3 \cdot 10^3$
Цинк	$7,1 \cdot 10^3$
Чугун	$7,0 \cdot 10^3 — 7,5 \cdot 10^3$
Эбонит	$1,2 \cdot 10^3$
Янтарь	$1,1 \cdot 10^3$



Вещество	Плотность, кг/м <sup>3</sup>
<b>Жидкости (при 20 °С)</b>	
Ацетон	0,8 · 10 <sup>3</sup>
Бензин	0,7 · 10 <sup>3</sup>
Вода пресная (при 4 °С)	1,0 · 10 <sup>3</sup>
Вода морская	1,03 · 10 <sup>3</sup>
Вода тяжёлая	1,06 · 10 <sup>3</sup>
Глицерин	1,26 · 10 <sup>3</sup>
Керосин	0,8 · 10 <sup>3</sup>
Масло подсолнечное	0,93 · 10 <sup>3</sup>
Масло трансформаторное	0,89 · 10 <sup>3</sup>
Масло касторовое	0,92 · 10 <sup>3</sup>
Нефть	0,9 · 10 <sup>3</sup>
Ртуть (при 0 °С)	13,6 · 10 <sup>3</sup>
Спирт	0,79 · 10 <sup>3</sup>
<b>Газы</b> (при нормальных условиях: $p_0 = 1,013 \cdot 10^5$ Па, $T_0 = 273$ К)	
Азот	1,25
Аммиак	0,77
Аргон	1,78
Ацетилен	1,17
Бутан	0,6
Водород	0,09
Воздух	1,29

Вещество	Плотность, кг/м <sup>3</sup>
Гелий	0,18
Кислород	1,43
Криптон	3,74
Ксенон	5,85
Метан	0,72
Неон	0,9
Пропан	2,01
Углекислый газ	1,98
Хлор	3,21

### 7. Удельная теплоёмкость некоторых веществ

Вещество	Удельная теплоёмкость, Дж/(кг · К)
<b>Твёрдые вещества</b>	
Алюминий	880
Бетон	920
Дерево	2700
Железо	460
Золото	125
Кирпич	750
Латунь	380
Лёд	2100
Медь	380
Нафталин	1300

Вещество	Удельная теплоёмкость, Дж/(кг · К)
Никель	250
Олово	250
Парафин	3200
Песок	970
Платина	125
Сера	712
Свинец	120
Серебро	250
Сталь	460
Стекло	840
Цемент	800
Цинк	400
Чугун	550
<b>Жидкости</b>	
Вода	4190
Глицерин	2430
Керосин	2140
Масло машинное	2100
Ртуть	140
Спирт	2400
Скипидар	1760
<b>Газы (при постоянном давлении)</b>	
Азот	1000



Вещество	Удельная теплоёмкость, Дж/(кг · К)
Аммиак	2100
Водород	14 300
Водяной пар	2130
Воздух	1000
Гелий	5200
Кислород	920
Углекислый газ	880

### 8. Удельная теплота сгорания некоторых веществ

Вещество	Удельная теплота сгорания, Дж/кг
Бензин	$4,4 \cdot 10^7$
Дерево	$1,0 \cdot 10^7$
Древесный уголь	$3,1 \cdot 10^7$
Дизельное топливо	$4,2 \cdot 10^7$
Каменный уголь	$2,9 \cdot 10^7$
Керосин	$4,6 \cdot 10^7$
Мазут	$4,0 \cdot 10^7$
Нефть	$4,6 \cdot 10^7$
Порох	$3,8 \cdot 10^6$
Природный газ	$3,55 \cdot 10^7$
Спирт	$2,9 \cdot 10^7$
Топливо для реактивных самолётов	$4,3 \cdot 10^7$
Торф	$1,5 \cdot 10^7$

**9. Температура плавления и удельная теплота  
плавления некоторых веществ**

Вещество	Температура плавления, °С	Удельная теплота плавления, Дж/кг
Алюминий	660	$3,80 \cdot 10^5$
Лёд	0	$3,34 \cdot 10^5$
Медь	1083	$2,14 \cdot 10^5$
Олово	232	$5,90 \cdot 10^4$
Свинец	327	$2,30 \cdot 10^4$
Серебро	961	$8,70 \cdot 10^4$
Сталь	1400	$8,20 \cdot 10^4$

**10. Температура кипения некоторых веществ**

Вещество	$T$ , К	$t$ , °С
Аммиак	239,6	-33,4
Ацетон	329,2	56,2
Бензин	423	150
Вода	373	100
Воздух	81	-192
Железо	3023	2750
Ртуть	630	357
Скипидар	433	160
Спирт	351	78
Эфир	308	35

**11. Удельная теплота парообразования  
при температуре кипения**

Вещество	Удельная теплота парообразования, Дж/кг
Аммиак	$1,4 \cdot 10^6$
Ацетон	$5,2 \cdot 10^5$
Бензин	$3,0 \cdot 10^5$
Вода	$2,3 \cdot 10^6$
Воздух	$2,1 \cdot 10^5$
Железо	$5,8 \cdot 10^4$
Ртуть	$2,9 \cdot 10^5$
Скипидар	$2,9 \cdot 10^5$
Спирт	$8,5 \cdot 10^5$
Эфир	$3,5 \cdot 10^5$

**12. Поверхностное натяжение некоторых веществ (при 20 °С)**

Вещество	Коэффициент поверхностного натяжения, Н/м
Ацетон	0,024
Бензин	0,029
Вода	0,072
Глицерин	0,059
Керосин	0,024
Масло касторовое	0,033
Молоко	0,045
Мыльный раствор	0,040



Вещество	Коэффициент поверхностного натяжения, Н/м
Ртуть	0,470
Скипидар	0,027
Спирт	0,022
Эфир	0,017

### 13. Диэлектрическая проницаемость некоторых веществ

Вещество	Диэлектрическая проницаемость
Анилин	84
Бензин	2,3
Вакуум	1
Вода	81
Водород	1,0003
Воздух при 1 атм	1,0006
Воздух при 100 атм	1,055
Воск	5,8
Глицерин	39
Керосин	2,0
Лёд (при $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$ )	3,2
Масло трансформаторное	2,2—2,5
Мрамор	8—9
Парафин	2,2

Вещество	Диэлектрическая проницаемость
Резина	2—3
Слюда	6—9
Смола эпоксидная	3,7
Стекло	5—10
Фарфор	4—7
Эбонит	2,7
Шеллак	3,6
Янтарь	2,8

#### 14. Удельное сопротивление некоторых веществ

Вещество	Удельное сопротивление, Ом · м
Алюминий	$2,7 \cdot 10^{-8}$
Вольфрам	$5,3 \cdot 10^{-8}$
Железо	$9,9 \cdot 10^{-8}$
Золото	$2,2 \cdot 10^{-8}$
Константан	$4,7 \cdot 10^{-7}$
Латунь	$6,3 \cdot 10^{-8}$
Манганин	$3,9 \cdot 10^{-7}$
Медь	$1,68 \cdot 10^{-8}$
Никелин	$4,2 \cdot 10^{-7}$
Никель	$7,3 \cdot 10^{-8}$
Нихром	$1,05 \cdot 10^{-6}$

Вещество	Удельное сопротивление, Ом · м
Олово	$1,13 \cdot 10^{-7}$
Осмий	$9,5 \cdot 10^{-8}$
Платина	$1,05 \cdot 10^{-7}$
Ртуть	$9,54 \cdot 10^{-7}$
Свинец	$2,07 \cdot 10^{-7}$
Серебро	$1,58 \cdot 10^{-8}$
Сталь	$1,2 \cdot 10^{-7}$
Уголь	$4 \cdot 10^{-5} - 5 \cdot 10^{-5}$
Фехраль	$1,1 \cdot 10^{-6}$
Цинк	$5,95 \cdot 10^{-8}$

### 15. Электрохимический эквивалент некоторых веществ

Вещество	Электрохимический эквивалент, кг/Кл
Алюминий	$9,32 \cdot 10^{-8}$
Водород	$1,045 \cdot 10^{-8}$
Железо двухвалентное	$2,89 \cdot 10^{-7}$
Железо трёхвалентное	$1,93 \cdot 10^{-7}$
Золото	$6,81 \cdot 10^{-7}$
Калий	$4,052 \cdot 10^{-7}$
Кальций	$2,077 \cdot 10^{-7}$
Кислород	$8,29 \cdot 10^{-8}$



Вещество	Электрохимический эквивалент, кг/Кл
Магний	$1,26 \cdot 10^{-7}$
Медь одновалентная	$6,6 \cdot 10^{-7}$
Медь двухвалентная	$3,29 \cdot 10^{-7}$
Натрий	$2,383 \cdot 10^{-7}$
Никель двухвалентный	$3,04 \cdot 10^{-7}$
Никель трёхвалентный	$2,03 \cdot 10^{-7}$
Ртуть	$2,072 \cdot 10^{-6}$
Свинец	$1,074 \cdot 10^{-6}$
Серебро	$1,118 \cdot 10^{-6}$
Хлор	$3,67 \cdot 10^{-7}$
Хром двухвалентный	$2,79 \cdot 10^{-7}$
Цинк	$3,388 \cdot 10^{-7}$

### 16. Предельные углы полного отражения света

Вещество	Предельные углы полного отражения
Алмаз	24°
Бензин	45°
Вода	49°
Глицерин	43°
Спирт	47°
Различные сорта стекла	30°—42°

### 17. Работа выхода электронов

Вещество	Работа выхода, $\times 10^{-19}$ Дж	Работа выхода, эВ
Барий	3,8	2,4
Вольфрам	7,2	4,5
Германий	7,7	4,8
Золото	6,9	4,3
Кальций	4,5	2,8
Молибден	6,9	4,3
Никель	7,2	4,5
Оксид бария	1,6	1,0
Оксид меди	8,3	5,2
Платина	8,5	5,3
Серебро	6,9	4,3
Торий	5,4	3,4
Цезий	2,9	1,8
Цинк	6,0	3,74

### 18. Энергия связи некоторых ядер

Химический элемент	Обозначение изотопа	Масса изотопа, а. е. м.	Энергия связи ядра, $\times 10^{-23}$ Дж	Энергия связи ядра, МэВ
Водород	${}^1_1\text{H}$	1,007825	—	—
Водород-2	${}^2_1\text{H}$	2,014102	3,5632	2,2241
Водород-3	${}^3_1\text{H}$	3,016049	13,589	8,4820
Гелий-3	${}^3_2\text{He}$	3,016022	12,375	7,7243
Гелий-4	${}^4_2\text{He}$	4,002603	45,329	28,2937

Химический элемент	Обозначение изотопа	Масса изотопа, а. е. м.	Энергия связи ядра, $\times 10^{-23}$ Дж	Энергия связи ядра, МэВ
Литий-6	${}^6_3\text{Li}$	6,015125	51,246	31,9870
Литий-7	${}^7_3\text{Li}$	7,016004	62,865	39,239
Бериллий	${}^9_4\text{Be}$	9,012186	98,167	58,153
Бор-10	${}^{10}_5\text{B}$	10,011294	103,73	64,744
Бор-11	${}^{11}_5\text{B}$	11,009305	122,07	76,192
Углерод-12	${}^{12}_6\text{C}$	12,000000	147,64	92,156
Углерод-13	${}^{13}_6\text{C}$	13,003354	155,57	97,102
Азот-14	${}^{14}_7\text{N}$	14,003074	167,57	104,653
Азот-15	${}^{15}_7\text{N}$	15,000107	185,02	115,486
Кислород-16	${}^{16}_8\text{O}$	15,994915	204,49	127,612
Кислород-17	${}^{17}_8\text{O}$	16,999133	211,08	131,754
Кислород-18	${}^{18}_8\text{O}$	19,999160	223,96	139,789

### 19. Периоды полураспада радиоактивных изотопов

Натрий	${}^{24}\text{Na}$	14,8 ч
Полоний	${}^{210}\text{Po}$	138,4 сут.
Радий-219	${}^{219}\text{Ra}$	$10^{-3}$ с
Радий-226	${}^{226}\text{Ra}$	1600 лет
Радий-230	${}^{230}\text{Ra}$	1,5 ч
Радон	${}^{222}\text{Rn}$	3,82 сут.
Торий	${}^{232}\text{Th}$	$1,4 \cdot 10^{10}$ лет
Углерод	${}^{14}\text{C}$	5730 лет
Уран	${}^{235}\text{U}$	$1,7 \cdot 10^8$ лет



## Список литературы

1. **Мякишев Г. Я.** Физика. 10 класс: учеб. для общеобразоват. организаций: базовый и углубл. уровни / Г. Я. Мякишев, Б. Б. Буховцев, Н. Н. Сотский; под ред. Н. А. Парфентьевой. — М.: Просвещение, 2020.
2. **Мякишев Г. Я.** Физика. 11 класс: учеб. для общеобразоват. организаций: базовый и углубл. уровни / Г. Я. Мякишев, Б. Б. Буховцев, Н. Н. Сотский; под ред. Н. А. Парфентьевой. — М.: Просвещение, 2020.
3. **Баканина Л. П.** Сборник задач по физике для 10—11 классов с углублённым изучением физики / Л. П. Баканина, В. Е. Белонучкин, С. М. Козел. — М.: Вербум-М, 2005.
4. **Бальва О. П.** Физика: универсальный справочник / О. П. Бальва. — М.: Эксмо, 2016.
5. **Григорьев В. А.** Физика: пособие для поступающих / В. А. Григорьев. — М.: Изд-во МГСУ, 2013.
6. ЕГЭ—2017. Физика. 30 тренировочных вариантов экзаменационных работ для подготовки к единому государственному экзамену. — М.: АСТ, 2017.
7. **Ерюткин Е. С.** Физика. Самостоятельные и контрольные работы. 10 класс / Е. С. Ерюткин, С. Г. Ерюткина. — М.: Просвещение, 2018.
8. **Кимбар Б. А.** Сборник самостоятельных и контрольных работ по физике / Б. А. Кимбар, А. М. Качинский, Н. С. Заикина. — Минск: Народная Асвета, 1975.
9. **Кирик Л. А.** Задачи по физике для профильной школы / Л. А. Кирик, Л. Э. Генденштейн, И. М. Гельфгат. — М.: Илекса, 2008.
10. **Резницкий Э. Л.** Физика. Задачник-репетитор / Э. Л. Резницкий. — М.: Просвещение, 2012.
11. **Парфентьева Н. А.** Правильные решения задач по физике / Н. А. Парфентьева, М. В. Фомина. — М.: Мир, 2001.
12. **Парфентьева Н. А.** Физика. Задачи и примеры решения / Н. А. Парфентьева. — М.: Классикс Стиль, 2002.
13. **Рымкевич А. П.** Сборник задач по физике / А. П. Рымкевич, П. А. Рымкевич. — М.: Дрофа, 2005.

14. **Фадеева А. А.** ЕГЭ—2016. Физика. Тренировочные задания / А. А. Фадеева. — М.: Эксмо, 2015.
15. Физика. 3800 задач / Н. В. Турчина, Л. И. Рудакова, О. И. Суров и др. — М.: Просвещение, 2000.
16. ФИПИ. ЕГЭ. Физика. Актив-тренинг. — М.: Национальное образование, 2012.
17. ФИПИ. ЕГЭ. Отличник ЕГЭ. Физика. Решение сложных задач. — М.: Интеллект-Центр, 2011.
18. ФИПИ. ЕГЭ—2019. Физика. Типовые экзаменационные варианты / под ред. М. Ю. Демидовой. — М.: Национальное образование, 2019.

## ОТВЕТЫ

### ОСНОВЫ ЭЛЕКТРОДИНАМИКИ

#### Магнитное поле. Электромагнитная индукция

##### СР № 1. Сила Ампера. Правило левой руки

Вариант 1. 1.  $I = 25$  А. 2. Вертикально вниз.

Вариант 2. 1.  $B = 0,5$  Тл. 2. Перпендикулярно рисунку «на нас».

Вариант 3. 1.  $l = 0,1$  м. 2. Справа — северный полюс, а слева — южный.

Вариант 4. 1.  $\sin \alpha = 0,5$ ;  $\alpha = 30^\circ$ . 2. За рисунком — северный, перед рисунком — южный.

Вариант 5\*. 1.  $I = 50$  А. 2. Справа налево. (Проводники притягиваются.)

##### СР № 2. Сила Лоренца. Движение заряженной частицы в магнитном поле

Вариант 1. 1.  $F_{Л} = 1,6 \cdot 10^{-12}$  Н. 2. Вертикально вниз.

Вариант 2. 1.  $F_{Л} = 9$  мН. 2. Вертикально вверх.

Вариант 3. 1.  $v = 5 \cdot 10^7$  м/с. 2. Вертикально вверх.

Вариант 4. 1.  $F = 0,1$  мН. 2. Вертикально вниз.

Вариант 5\*. 1.  $r = 4,55$  мм. 2.  $F_1 = 0$ ;  $F_2 = 0$ ;  $\vec{F}_3$  — «на нас»;  $\vec{F}_4$  — «от нас».

##### СР № 3. Магнитный поток. Закон электромагнитной индукции

Вариант 1. 1.  $\Phi = 0,01$  Вб. 2.  $\frac{|\Delta\Phi|}{\Delta t} = 2 \cdot 10^{-3} \frac{\text{Вб}}{\text{с}}$ .

Вариант 2. 1.  $\Phi \approx 0,314$  Вб. 2.  $N = 100$ .

Вариант 3. 1.  $\Delta\Phi = 0,01$  Вб. 2.  $\varepsilon_i = 1,5 \cdot 10^5$  В.

Вариант 4. 1.  $\Phi \approx 0,7 \cdot 10^{-4}$  Вб. 2.  $\varepsilon_i = 400$  В.

Вариант 5\*. 1.  $\Delta\Phi = -4 \cdot 10^{-3}$  Вб. 2.  $\varepsilon_i = -40$  мВ.

##### СР № 4. ЭДС в движущихся проводниках. Правило Ленца

Вариант 1. 1.  $B = 0,04$  Тл. 2. Сместится за магнитом (вправо).

Вариант 2. 1.  $\Delta\Phi = 0,15$  В. 2. Сместится от магнита (влево).

Вариант 3. 1.  $\Delta\Phi = 2,4$  В. 2. Против часовой стрелки.



*Вариант 4.* 1.  $\varepsilon_i = 2$  В. 2. По часовой стрелке.

*Вариант 5\*.* 1.  $\Delta\varphi = 1,2$  В. 2. В момент замыкания цепи второе кольцо будет отталкиваться.

### СР № 5. Самоиндукция. Энергия магнитного поля

*Вариант 1.* 1.  $L = 5$  Гн. 2.  $W = 24$  Дж.

*Вариант 2.* 1.  $\varepsilon_{is} = 0,3$  В. 2.  $\Phi = 8$  Вб.

*Вариант 3.* 1.  $L = 2$  Гн. 2.  $W = 60$  Дж.

*Вариант 4.* 1.  $\Delta I = 40$  А. 2.  $W = 1,2$  мкДж.

*Вариант 5\*.* 1.  $\frac{W}{W_0} = 2,25$ . 2.  $\varepsilon_{is1} = -5$  В;  $\varepsilon_{is2} = 0$ ;  $\varepsilon_{is3} = 5$  В.

### КР. Магнитное поле. Электромагнитная индукция

*Вариант 1.* 1. 4). 2.  $F_A = 0,5$  Н. 3. 3). 4.  $W = 40$  Дж.

*Вариант 2.* 1. 2). 2.  $R \approx 0,56$  м. 3. 4). 4.  $\Delta W = 6,4$  Дж;  $\varepsilon_{is} = 6,4$  В.

*Вариант 3.* 1. 1). 2.  $B = 2$  Тл. 3. 3). 4.  $W = 6,25$  Дж.

*Вариант 4.* 1. 2). 2.  $\frac{F_2}{F_1} = 2$ . 3.  $I = 2 \cdot 10^{-4}$  А. 4.  $I = 5$  А.

*Вариант 5\*.* 1. 3). 2.  $\frac{R_1}{R_2} = 1835$ . 3. 2). 4.  $\Delta W = 7,5$  Дж.

## КОЛЕБАНИЯ И ВОЛНЫ

### СР № 1. Механические колебания

*Вариант 1.* 1.  $A = 0,5$  см;  $T = 1$  с;  $\nu = 1$  Гц. 2. 2).

*Вариант 2.* 1.  $A = 0,02$  м;  $T = 2$  с;  $\nu = 0,5$  Гц. 2. 3).

*Вариант 3.* 1.  $A = 15$  мм;  $T = 4$  с;  $\nu = 0,25$  с<sup>-1</sup>. 2. 3).

*Вариант 4.* 1.  $A = 3$  см;  $T = 0,4$  с;  $\nu = 2,5$  Гц. 2. 3).

*Вариант 5\*.* 1. 1). 2.  $\omega = 20$  с<sup>-1</sup>.

### СР № 2. Электромагнитные колебания

*Вариант 1.* 1.  $U = 1250$  В;  $T = 10$  с. 2.  $I = 0,15$  А.

*Вариант 2.* 1. Уменьшится в 9 раз. 2.  $I = 5$  А.

*Вариант 3.* 1. Увеличилась в 2 раза. 2.  $U = 20$  В.

*Вариант 4.* 1.  $q = 2$  мкКл. 2.  $q_{\max} = 40$  нКл.

*Вариант 5\*.* 1.  $q = 0$ . 2.  $\omega = 0,5$  с<sup>-1</sup>.

### СР № 3. Механические волны. Звук

Вариант 1. 1.  $\lambda = 4$  м. 2.  $s = 2640$  м.

Вариант 2. 1.  $v = 160$  м/с. 2.  $\lambda = 1,32$  м.

Вариант 3. 1.  $v = 4$  Гц. 2. На  $\Delta\lambda = 2,675$  м.

Вариант 4. 1.  $T = 0,8$  с. 2.  $s = 825$  м.

Вариант 5\*. 1.  $T = 2$  с. 2.  $\frac{\lambda_1}{\lambda_2} = 4$ .

### СР № 4. Электромагнитные волны

Вариант 1. 1.  $\lambda = 25$  м. 2. Уменьшить в 16 раз.

Вариант 2. 1.  $\lambda = 3$  м. 2. Увеличить в 4 раза.

Вариант 3. 1.  $\lambda = 6$  м. 2.  $\lambda = 300$  м.

Вариант 4. 1.  $\lambda = 5$  м. 2.  $C = 25$  нФ.

Вариант 5. 1.  $\frac{\lambda_1}{\lambda_2} = 3$ . 2.  $s = 15$  км.

### КР. Колебания и волны

Вариант 1. 1.  $\varphi = \frac{\pi}{6}$ . 2.  $\lambda = 0,5$  м. 3.  $L = 4$  мГн. 4.  $N = 40$ .  
5.  $U_d \approx 35,46$  В.

Вариант 2. 1.  $A = 5$  мм. 2.  $v = 300$  Гц. 3.  $L = 0,02$  Гн. 4.  $\frac{N_1}{N_2} = 20$ .  
5.  $I_a \approx 11,28$  А.

Вариант 3. 1.  $x = 2,5$  см. 2.  $v = 500$  Гц. 3.  $C = 1$  пФ. 4.  $N = 300$ .  
5.  $I_d \approx 3,55$  А.

Вариант 4. 1.  $x = 3$  мм. 2.  $T = 2$  с. 3. От  $L_1 = 10$  мГн до  
 $L_2 = 16$  мГн. 4.  $\eta = 80\%$ . 5.  $U_d \approx 85,1$  В.

Вариант 5\*. 1.  $p = -2 \cdot 10^{-3} \frac{\text{кг} \cdot \text{м}}{\text{с}}$ . 2.  $t = 0,5$  с. 3.  $\varepsilon = 6$ . 4.  $I_1 = 5$  А.  
5.  $I_d \approx 0,51$  А.

## ОПТИКА

### СР № 1. Законы геометрической оптики

Вариант 1. 1.  $\alpha = 65^\circ$ . 2.  $n = 1,5$ .

Вариант 2. 1.  $\varphi = 60^\circ$ . 2.  $c_1 = 2,5 \cdot 10^8$  м/с.

Вариант 3. 1.  $\varphi = 25^\circ$ . 2.  $\alpha = 30^\circ$ .

Вариант 4. 1. В 4 раза. 2.  $\alpha_{\text{пред}} \approx 42^\circ$ .

Вариант 5\*. 1.  $v = 1$  м/с. 2.  $\alpha_{\text{пред}} = 45^\circ$ .

### СР № 2. Линзы. Формула тонкой линзы

Вариант 1. 2.  $F = 15$  см;  $\Gamma = 3$ .

Вариант 2. 2.  $d = 40$  см;  $\Gamma = 1$ .

Вариант 3. 2. В 3 раза;  $\Gamma = 2$ .

Вариант 4. 2.  $D = 4$  дптр;  $\Gamma = 5$ .

Вариант 5\*. 2.  $d = 2$  м;  $\Gamma = 0,2$ .

### СР № 3. Волновые свойства света

Вариант 1. 1.  $\nu = 6 \cdot 10^{14}$  Гц. 2. 1).

Вариант 2. 1. В 1,875 раза. 2. 3).

Вариант 3. 1.  $\lambda_2 \approx 526$  нм. 2. 2).

Вариант 4. 1.  $n \approx 1,33$ . 2. 1).

Вариант 5\*. 1.  $\Delta\lambda = 180$  нм. 2. 3).

### КР. Оптика. Световые волны

Вариант 1. 1. На  $\Delta\nu = 3,55 \cdot 10^{14}$  Гц. 2. 4). 3. Не будет.  
4.  $\lambda = 400$  нм.

Вариант 2. 1.  $n \cong 4/3 \approx 1,33$ . 2. 3). 3. Интерференция в тонких плёнках. 4.  $k = 3$ .

Вариант 3. 1.  $N = 4 \cdot 10^6$ . 2. 3). 3. Интерференция в тонких плёнках. 4.  $d = 0,016$  мм.

Вариант 4. 1.  $\nu = 4 \cdot 10^{14}$  Гц;  $n = 1,7$ . 2. 2). 3.  $\lambda/\lambda_1 = 3$  (усилится). 4.  $k = 15$ .

Вариант 5\*. 1.  $l = 1,33$  м. 2. 4). 3.  $\lambda/\lambda_1 = 4,5$  (усилится). 4.  $k = 2$ .

## ЭЛЕМЕНТЫ ТЕОРИИ ОТНОСИТЕЛЬНОСТИ

### СР. Элементы СТО

Вариант 1. 1.  $v = c$ . 2.  $\Delta t = 3,7 \cdot 10^{-12}$  кг.

Вариант 2. 1.  $v = c$ . 2.  $\Delta t = 8,4 \cdot 10^{-12}$  кг.

Вариант 3. 1.  $v \approx 2,83 \cdot 10^8$  м/с. 2.  $E_k \approx 5,5 \cdot 10^{-14}$  Дж;  $E_0 \approx 8,2 \cdot 10^{-14}$  Дж.

Вариант 4. 1.  $t = 7,5$  мин. 2.  $m \approx 1,52 \cdot 10^{-30}$  кг;  $E \approx 13,7 \cdot 10^{-14}$  Дж.

Вариант 5\*. 1.  $v = 0,96c$ . 2.  $A = 7,26 \cdot 10^{-14}$  Дж.



## Кванты света. Фотоэффект

### СР № 1. Фотоны. Кванты излучения

*Вариант 1.* 1.  $E_{\text{ф}} = 4 \cdot 10^{-19}$  Дж;  $m_{\text{ф}} = 4,4 \cdot 10^{-36}$  кг;  
 $p_{\text{ф}} = 1,3 \cdot 10^{-27}$  кг · м/с. 2.  $N = 3 \cdot 10^{16}$ .

*Вариант 2.* 1.  $E_{\text{ф}} = 3 \cdot 10^{-19}$  Дж;  $\nu = 4,5 \cdot 10^{14}$  Гц;  
 $m_{\text{ф}} = 3,3 \cdot 10^{-36}$  кг. 2.  $N = 50$ .

*Вариант 3.* 1.  $N = 2 \cdot 10^5$ . 2.  $N = 3,64 \cdot 10^{20}$ .

*Вариант 4.* 1.  $\lambda = 0,56$  нм. 2.  $\lambda = 1,2 \cdot 10^{-6}$  м.

*Вариант 5\*.* 1.  $\Delta m = 6 \cdot 10^7$  кг. 2.  $\frac{\Delta T}{\Delta t} = 3,35 \cdot 10^{-9} \frac{\text{К}}{\text{с}}$ .

### СР № 2. Красная граница фотоэффекта. Уравнение Эйнштейна для фотоэффекта

*Вариант 1.* 1.  $A_{\text{в}} < E_{\text{ф}}$  (будет). 2.  $\lambda = 1200$  нм.

*Вариант 2.* 1.  $A_{\text{в}} > E_{\text{ф}}$  (не будет). 2.  $\lambda_{\text{кр}} = 1240$  нм.

*Вариант 3.* 1.  $\lambda_{\text{кр}} = 0,58$  мкм;  $0,24$  мкм. 2.  $A_{\text{в}} = 2,48$  эВ.

*Вариант 4.* 1.  $A_{\text{в}} > E_{\text{ф}}$  (не наблюдается). 2.  $\varphi = 1,9$  В.

*Вариант 5\*.* 1. Образец 1. 2.  $p = 3 \cdot 10^{-25}$  кг · м/с.

## Атомная физика

### СР № 1. Квантовые постулаты Бора. Модель атома водорода по Бору

*Вариант 1.* 1.  $v = 2,18 \cdot 10^6$  м/с. 2.  $N = 3$ .

*Вариант 2.* 1.  $r = 0,528 \cdot 10^{-10}$  м. 2. Излучение кванта с частотой  
 $\nu = \nu_1 + \nu_2$ .

*Вариант 3.* 1.  $\Delta E = 2,55$  эВ. 2.  $\varphi = 13,6$  В.

*Вариант 4.* 1.  $\lambda \approx 660$  нм. 2.  $a_{\text{ц}} = 9 \cdot 10^{22}$  м/с<sup>2</sup>.

*Вариант 5\*.* 1.  $E = 10,147$  эВ. 2. Нет, невозможна.

### СР № 2. Квантовый генератор. Волна де Бройля

*Вариант 1.* 1.  $\Delta E = 0,429$  эВ. 2. Уменьшилась в 2 раза.

*Вариант 2.* 1.  $N = 2,87$  кВт. 2. Уменьшилась в 3 раза.

*Вариант 3.* 1.  $n = 12,7 \cdot 10^{16}$ . 2. Уменьшится в 4 раза.

Вариант 4. 1.  $t = 2$  с. 2.  $\lambda = 3,31 \cdot 10^{-36}$  м.

Вариант 5\*. 1.  $m = 1$  кг. 2.  $\lambda = 2,4 \cdot 10^{-12}$  м;  $\nu = 1,2 \cdot 10^{20}$  Гц.

## Физика атомного ядра

СР № 1. Строение атомного ядра. Ядерные силы.

Энергия связи атомных ядер

Вариант 1. 1.  $A = 239$ . 2.  $E_{\text{св}} = 29,88 \cdot 10^{-11}$  Дж.

Вариант 2. 1.  $A = 235$ . 2.  $E_{\text{св}} = 14,92 \cdot 10^{-11}$  Дж.

Вариант 3. 1.  $Z = 4$ ;  $N = 5$ . 2.  $\Delta m = 0,136 \cdot 10^{-27}$  кг.

Вариант 4. 1.  $Z = 14$ ;  $N = 14$ . 2.  $E_{\text{св}} = 13,564 \cdot 10^{-13}$  Дж.

Вариант 5\*. 1.  ${}_{51}^{122}\text{Sb}$  (сурьма). 2.  $A = 19,86 \cdot 10^{-13}$  Дж.

СР № 2. Правила смещения. Закон радиоактивного распада

Вариант 1. 1.  ${}_{20}^{40}\text{Ca}$ . 2.  $B \approx 1,45$  раза.

Вариант 2. 1.  ${}_{88}^{228}\text{Ra}$ . 2.  $T = 16$  сут.

Вариант 3. 1.  $n = 6$ . 2.  $t = 3200$  лет.

Вариант 4. 1.  ${}_{83}^{213}\text{Bi}$ . 2.  $\frac{3}{4}$ .

Вариант 5\*. 1. 5  $\alpha$ -распадов и 4  $\beta$ -распада. 2.  $t \approx T$ .

СР № 3. Ядерные реакции. Энергетический выход ядерных реакций

Вариант 1. 1. Изотоп водорода протий ( ${}^1_1\text{H}$ ). 2. Выделяется;  $\Delta E \approx 4$  МэВ.

Вариант 2. 1. Нейтрон ( ${}^1_0n$ ). 2.  $\Delta E \approx 8,15$  МэВ.

Вариант 3. 1.  $\alpha$ -частица ( ${}^4_2\text{He}$ ). 2.  $\Delta E \approx -3$  МэВ. (Реакция протекает, если  $\alpha$ -частица обладает энергией больше 3 МэВ.)

Вариант 4. 1. Тритий ( ${}^3_1\text{H}$ ). 2.  $\Delta E \approx 17,6$  МэВ.

Вариант 5\*. 1. Не может. 2.  $\Delta E \approx 5,1 \cdot 10^{23}$  МэВ.

КР. Световые кванты. Атомная и ядерная физика

Вариант 1. 1. Калий. 2.  $N = 50$ . 3.  $Z = 2$ ;  $A = 4$ . 4.  $m = 0,5$  кг.

Вариант 2. 1.  $\nu = 2,24 \cdot 10^5$  м/с. 2.  $\lambda = 392$  нм. 3.  $Z + 1$ ;  $A$ . 4.  $t = 2850$  лет.

Вариант 3. 1.  $\lambda = 630$  нм. 2.  $U = 9,98 \cdot 10^5$  В. 3.  $\alpha$ -частица,  ${}^1_5\text{B} + {}^4_2\text{He} \rightarrow {}^{14}_7\text{N} + {}^1_0n$ . 4.  $N = 10^{24}$ .

Вариант 4. 1. В 2 раза. 2.  $n = 3,03 \cdot 10^{11} \text{ м}^{-3}$ . 3. 8  $\alpha$ -распадов и 6  $\beta$ -распадов. 4.  $N = 1,44 \cdot 10^{19}$ .

Вариант 5\*. 1.  $A_{\text{в}} = 4 \cdot 10^{-19} \text{ Дж}$ . 2.  $\frac{\Delta T}{\Delta t} = 3,35 \cdot 10^{-9} \text{ К/с}$ .

3.  $\alpha$ -частицы;  ${}^1_5\text{B} + {}^1_1\text{p} \rightarrow 3{}^4_2\text{He}$ . 4.  $T = 5 \text{ сут}$ .

## АСТРОНОМИЯ

СР. Солнечная система. Солнце и звёзды

Вариант 1. 1. 3). 2. Класс O.

Вариант 2. 1. 1). 2. Класс G.

Вариант 3. 1. 3). 2.  $T \approx 3500 \text{ К}$ .

Вариант 4. 1. 2). 2.  $\lambda_{\text{max}} = 5,8 \cdot 10^{-7} \text{ м}$ .

Вариант 5\*. 1. 4). 2.  $T \approx 4100 \text{ К}$ .

## ЗАДАЧИ ДЛЯ ПОВТОРЕНИЯ

### Кинематика

1. 1,4 м/с. 2. 34 м/с. 4. 24 с. 5. 90 с. 6. 100. 7. 12 м/с.  
8. 16,7 м/с. 9. В 2 раза. 10. 20 м. 11.  $x = t^2$ . 12. 2 с.  
13.  $y = 2x - 3$ ; 2,24 м/с. 14.  $-0,2 \text{ м/с}^2$ . 15. 1 м/с. 16.  $\approx 148 \text{ с}$ .  
17. 0,45 м/с; 0,3 м/с<sup>2</sup>. 18. 238,05 м. 19. 150 м. 20.  $\approx 109 \text{ с}$ .  
21. 2,5 м. 22. 8,4 с. 23.  $\approx 76^\circ$ . 25. 4 м. 26. 0,13 м/с<sup>2</sup>. 27. 2 с.  
28. 18 см.

### Динамика

1. Увеличится в 8 раз. 2. 1 кН. 3. Равномерное. 4. Нет, тело массой  $m$  упадёт позже. 5. 200 г. 6. 25 м/с. 7. 10 с. 8. 38 м/с.  
9.  $\approx 1 \text{ м/с}^2$ . 10. 25 м/с<sup>2</sup>. 11. 3к. 12. 0,5 см. 13. 20,4 мм; 19,6 мм.  
14. 20 с. 15. 200 Н. 16. 6 кН. 17. 350 Н. 18. 6 м/с<sup>2</sup>. 19.  $\approx 0,45$ .  
20. 0,196 м. 21.  $0,6 \text{ tg } \alpha$ . 22. 0,25. 23. 0,6 м/с<sup>2</sup>. 24. 1,2 м/с<sup>2</sup>.



25. 2,2 с.    26.  $\arccos g/(\omega^2 l)$ .    27.  $a = \frac{F}{m_1 + m_2} - \mu g$ ;  $T = \frac{m_2 F}{m_1 + m_2}$ .  
 28. 2 м/с<sup>2</sup>; 8 Н.    29. 37,5 Н; 31,25 Н; 25 Н.    30. 100 Н.  
 31.  $a = g \sin \alpha - \frac{g \cos \alpha}{2}(\mu_1 + \mu_2)$ .

### Законы сохранения в механике

1. -4 кг · м/с; -12 кг · м/с.    2.  $m\sqrt{2gH}$ .    3.  $s = \frac{mL}{M + m}$ .    4. 85 м/с.  
 5.  $4 \cdot 10^5$  Па; 20 Н.    6. 400 м/с.    7.  $\approx 0,03$  м.    8. 15 см.    9. 0,5.  
 10.  $6,725 \cdot 10^{-3}$  °С.    11. 5,6 кВт.    12. 2 кН.    13. 2,4 кДж.  
 14. 0,1 м/с.    15.  $\approx 2,1$  м/с.    16. 15 Н.    17. 0,5 м.    18. 1 см.  
 19.  $\approx 7$  м/с.

### Статика. Гидростатика

1.  $10^4$  кг.    2. 680 Н; 320 Н.    3.  $F \geq mg/4$ .    4. 2 м.    5.  $F = \frac{mg\sqrt{h(2R-h)}}{R-h}$ .  
 6.  $10^4$  Н.    7. 2,5 см.    8. 20 000 м<sup>3</sup>.    9. 5000 кг/м<sup>3</sup>.  
 10. 7,5 см.

### Молекулярная физика

1. 210 г.    2.  $3 \cdot 10^{17}$  Дж.    3. 1,7 см.    4.  $4,3 \cdot 10^{22}$ .    5. 70 °С.  
 6.  $2 \cdot 10^7$  К.    7. Увеличится в 1,1 раза.    8. 273 °С.    9. 140 МПа.  
 10. 79 кПа.    11.  $\approx 1$  мм<sup>3</sup>.    12. 36 см.    13.  $\approx 50$  г.  
 14. 9348,75 Дж.    15. В 2 раза.    16. 41,28 см.    17. Кислород.  
 18. 0,2 м<sup>3</sup>.    19. 19,3 %; 32 %.

### Электростатика

1. В 3 раза.    2.  $34,125 \cdot 10^{-21}$  кг.    3. 0,5 м.    4. 77 Н/м.  
 5.  $1,7 \cdot 10^{-5}$  Кл;     $0,3 \cdot 10^{-5}$  Кл.    6.  $q_1 = q_2 \approx 5,2$  нКл.  
 7.  $\arctg 0,23$ .    8.  $\approx 72$  кН/Кл;     $\approx 18$  кН/Кл;     $\approx 9$  кН/Кл.  
 9. 0,1 м.    10. 0,625.    11. 2,02 кВ.    12. 90 кВ.    13. 6 нКл; 3 нКл.  
 14.  $9,8 \cdot 10^{-16}$  Кл.    15. 90 нс.    16.  $10^{-10}$  м.    17. 400 В.  
 18. 50 В.    19. 110 мкДж.    20.  $A = CU^2/2$ .

## Законы постоянного тока

1.  $q = 100$  Кл.
2. 10 А.
3. 15 А.
4. 1,9;
3.  $5 \cdot 10^{-6}$  А.
6. 8 Ом.
7. 0,5 А.
8. 12 мин.
9. В первой лампе.
10. Не изменится.
11. 90 В.
12. 0,2 А.
13. 10,2 В.
14. 6 Вт.
15. 6 А.
16. 2 мкФ.
17. 2 Ом.
18. 62 А.
19. 40 В.
20. 0,8 А; 0,27 А.

## Электрический ток в разных средах

1.  $j = \frac{U}{\rho L(1 + \alpha t)}$ .
2. 250 °С.
3.  $\approx 1,9$  г.
4.  $\approx 2 \cdot 10^6$  м/с.
5.  $6,7 \cdot 10^{-8}$ .

## Магнитный поток. ЭДС индукции.

### Закон Фарадея. Явление самоиндукции

1.  $0,5 \cdot 10^{-2}$  Вб.
2. 31,4 Вб.
3. 0,08 Вб/с.
4. 0,02 с.
5. 0,2 А.
6. 20 нКл; 20 пДж.
7. 3 мкКл.
8. 50 В/м.
9.  $2 \cdot 10^{-12}$  Н.
10. 2 В.
11. 0,75 Дж.

## Оптика

1. 0,026 рад.
2. 1,5.
3. 0,8 см.
4. 6 см/с.
5. 6 см.
6. 2,25.
7. 0,5 м/с.
8. 0,2 м.
9. 0,5 м.
10. 0,8 с.
11. 2 м.
12. 76 мм.
13. Ширина полос уменьшится в  $\approx 1,33$  раза.
14. Максимум.
15.  $\approx 3$ .
16. 682 нм.
17. 107 нм.
18. 4,6 мм.
19.  $1,32 \cdot 10^{-27}$  кг · м/с.
20. 652 нм.

## Атомная и ядерная физика

1. 103 нм; 122 нм; 656 нм.
2.  $1,07 \cdot 10^{15}$  Гц.
3.  $2,12 \cdot 10^{-10}$  м.
4.  $10^6$  м/с.
5.  $\lambda = 3,3 \cdot 10^{-10}$  м.
6.  $\approx 1,4 \cdot 10^{17}$  кг/м<sup>3</sup>;  $\approx 10^{-45}$  м<sup>-3</sup>.
7. 16,9 МэВ.
8.  $\approx 2,79$  МэВ.
9.  $\approx 8$ .
10. 64,5 дня.
11. 4,7 г.
12. 15 МВт.

# СОДЕРЖАНИЕ

Предисловие . . . . .	3
-----------------------	---

## ОСНОВЫ ЭЛЕКТРОДИНАМИКИ

### Магнитное поле. Электромагнитная индукция

Самостоятельная работа № 1	
Сила Ампера. Правило левой руки . . . . .	5
Самостоятельная работа № 2	
Сила Лоренца. Движение заряженной частицы в магнитном поле . . . . .	6
Самостоятельная работа № 3	
Магнитный поток. Закон электромагнитной индукции . . . . .	8
Самостоятельная работа № 4	
ЭДС в движущихся проводниках. Правило Ленца . . . . .	9
Самостоятельная работа № 5	
Самоиндукция. Энергия магнитного поля . . . . .	10
<b>Контрольная работа</b>	
<b>Магнитное поле. Электромагнитная индукция . . . . .</b>	<b>12</b>

## КОЛЕБАНИЯ И ВОЛНЫ

Самостоятельная работа № 1	
Механические колебания . . . . .	15
Самостоятельная работа № 2	
Электромагнитные колебания . . . . .	16
Самостоятельная работа № 3	
Механические волны. Звук . . . . .	18
Самостоятельная работа № 4	
Электромагнитные волны . . . . .	19
<b>Контрольная работа</b>	
<b>Колебания и волны . . . . .</b>	<b>20</b>

## ОПТИКА

Самостоятельная работа № 1	
Законы геометрической оптики . . . . .	23
Самостоятельная работа № 2	
Линзы. Формула тонкой линзы . . . . .	24



Самостоятельная работа № 3	
Волновые свойства света .....	26
<b>Контрольная работа</b>	
<b>Оптика. Световые волны .....</b>	<b>27</b>

## ЭЛЕМЕНТЫ ТЕОРИИ ОТНОСИТЕЛЬНОСТИ

Самостоятельная работа	
Элементы СТО .....	30

## КВАНТОВАЯ ФИЗИКА

### **Кванты света. Фотоэффект**

Самостоятельная работа № 1	
Фотоны. Кванты излучения .....	31
Самостоятельная работа № 2	
Красная граница фотоэффекта.	
Уравнение Эйнштейна для фотоэффекта .....	32

### **Атомная физика**

Самостоятельная работа № 1	
Квантовые постулаты Бора. Модель атома водорода по Бору....	33
Самостоятельная работа № 2	
Квантовый генератор. Волна де Бройля .....	34

### **Физика атомного ядра**

Самостоятельная работа № 1	
Строение атомного ядра. Ядерные силы.	
Энергия связи атомных ядер.....	35
Самостоятельная работа № 2	
Правила смещения. Закон радиоактивного распада.....	36
Самостоятельная работа № 3	
Ядерные реакции. Энергетический выход ядерных реакций ....	37
<b>Контрольная работа</b>	
<b>Световые кванты. Атомная и ядерная физика .....</b>	<b>38</b>

## АСТРОНОМИЯ

Самостоятельная работа	
Солнечная система. Солнце и звёзды.....	41

## ЗАДАЧИ ДЛЯ ПОВТОРЕНИЯ

Кинематика .....	43
Динамика .....	45
Законы сохранения в механике .....	49
Статика. Гидростатика .....	51
Молекулярная физика .....	52
Электростатика .....	54
Законы постоянного тока .....	56
Электрический ток в разных средах .....	59
Магнитный поток. ЭДС индукции. Закон Фарадея. Явление самоиндукции .....	60
Оптика .....	61
Атомная и ядерная физика .....	64
<b>Приложение</b>	
Справочные материалы .....	65
Список литературы .....	82
<b>Ответы</b> .....	84



Учебное издание  
*Серия «Классический курс»*  
**Ерюткин Евгений Сергеевич**  
**Ерюткина Светлана Григорьевна**

## **ФИЗИКА**

**11 класс**

*Базовый и углублённый уровни*

### **Самостоятельные и контрольные работы**

Учебное пособие для общеобразовательных организаций

**Центр естественно-научного образования**

Ответственный за выпуск *Н. В. Мелешко*

Редактор *Н. В. Мелешко*

Художественный редактор *Т. В. Глушкова*

Техническое редактирование

и компьютерная вёрстка *Э. В. Алексеева*

Корректор *Ю. С. Борисенко*

Подписано в печать 05.04.2021. Формат 70×90/16.

Гарнитура SchoolBookSanPin. Уч.-изд. л. 4,32.

Печать офсетная. Тираж 500 экз. Заказ № 175-183РПР.

Акционерное общество «Издательство «Просвещение».

Российская Федерация, 127473, г. Москва, ул. Краснопролетарская, д. 16,  
стр. 3, этаж 4, помещение I.

Адрес электронной почты «Горячей линии» — [vopros@prosv.ru](mailto:vopros@prosv.ru).

Отпечатано в ООО «Радугапринт».

117105, г. Москва, Варшавское шоссе, д. 28А, т. (495) 252-75-10.

<http://www.raduga-print.ru>





Дополнительные материалы размещены  
в электронном каталоге  
издательства «Просвещение»  
на интернет-ресурсе [www.prosv.ru](http://www.prosv.ru)



## БАЗОВЫЙ И УГЛУБЛЁННЫЙ УРОВНИ

Состав завершённой предметной линии  
учебников серии «Классический курс»:

- Физика. 10 класс. Авторы Г. Я. Мякишев, Б. Б. Буховцев, Н. Н. Сотский
- Физика. 11 класс. Авторы Г. Я. Мякишев, Б. Б. Буховцев, В. М. Чаругин

В учебно-методический комплект  
для 11 класса входят:

- Рабочая программа
- Учебник
- Тетрадь для лабораторных работ
- Самостоятельные и контрольные работы
- Сборник задач по физике
- Учимся решать задачи
- Поурочные разработки

Полный ассортимент продукции издательства  
«Просвещение» вы можете приобрести  
в официальном интернет-магазине [shop.prosv.ru](http://shop.prosv.ru):

- низкие цены;
- оперативная доставка по всей России;
- защита от подделок;
- привилегии постоянным покупателям;
- разнообразные акции в течение всего года.



  
**ПРОСВЕЩЕНИЕ**  
ИЗДАТЕЛЬСТВО

[www.prosv.ru](http://www.prosv.ru)

