

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Владимирский государственный университет
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»

**ПРАКТИКУМ ПО ФИЗИКЕ
ДЛЯ ИНОСТРАННЫХ ГРАЖДАН,
ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ПРОГРАММЕ
«ДОВУЗОВСКАЯ ПОДГОТОВКА»**



Владимир 2020

УДК 53
ББК 22.3
П69

Автор-составитель Е. В. Дмитриева

Рецензенты:

Доктор технических наук, доцент
профессор кафедры физики и прикладной математики
Владимирского государственного университета
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых
Н. Н. Давыдов

Кандидат педагогических наук, доцент
доцент кафедры менеджмента и бизнес-информатики
Финансового университета при Правительстве Российской Федерации
(Владимирский филиал)
Ш. З. Мехдиев

Практикум по физике для иностранных граждан, обучаю-
щихся по программе «Довузовская подготовка» / авт.-сост.
Е. В. Дмитриева ; Владим. гос. ун-т им. А. Г. и Н. Г. Столетовых. –
Владимир : Изд-во ВлГУ, 2020. – 92 с.
ISBN 978-5-9984-1223-3

Представлены задачи по разделам физики: «Механика», «Молекулярная физика и термодинамика», «Электромагнетизм», «Колебания и волны», «Оптика», «Квантовая физика. Физика атома и атомного ядра». Все задачи снабжены ответами. Материал излагается на русском языке.

Предназначен как для аудиторной, так и для самостоятельной работы иностранных граждан, обучающихся по программе «Довузовская подготовка».

Ил. 133. Табл. 9. Библиогр.: 13 назв.

УДК 53
ББК 22.3

ISBN 978-5-9984-1223-3

© ВлГУ, 2020

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	5
Программа курса.....	6
Рекомендации обучающимся	8
Пример решения задачи.....	9
Раздел 1. МЕХАНИКА	11
Т е м а 1. Кинематика.....	11
<i>Прямолинейное движение.....</i>	11
<i>Криволинейное движение. Равномерное движение точки по окружности</i>	15
Т е м а 2. Динамика	18
<i>Сила. Законы Ньютона. Импульс</i>	18
<i>Динамика движения по окружности. Закон всемирного тяготения. Спутники</i>	22
<i>Работа. Мощность. Энергия</i>	24
<i>Законы сохранения</i>	26
Т е м а 3. Статика и гидростатика.....	31
<i>Статика</i>	31
<i>Гидростатика.....</i>	34
Раздел 2. МОЛЕКУЛЯРНАЯ ФИЗИКА И ТЕРМОДИНАМИКА	37
Т е м а 4. Молекулярная физика.....	37
<i>Молекулярно-кинетическая теория идеальных газов. Уравнение состояния идеальных газов</i>	37
<i>Изопроцессы.....</i>	39
Т е м а 5. Термодинамика	42
<i>Теплота. Теплоемкость. Уравнение теплового баланса</i>	42
<i>Первое начало термодинамики. Тепловые двигатели. КПД</i>	46
Раздел 3. ЭЛЕКТРОМАГНЕТИЗМ	49
Т е м а 6. Электростатика	49
<i>Закон Кулона. Напряженность электрического поля.....</i>	49
<i>Потенциал электрического поля. Разность потенциалов</i>	52
<i>Емкость. Конденсаторы.....</i>	54

Т е м а 7. Постоянный ток	56
<i>Сила тока. Напряжение. Сопротивление. Закон Ома.....</i>	<i>56</i>
<i>Работа и мощность тока. Закон Джоуля – Ленца.....</i>	<i>59</i>
Т е м а 8. Магнитное поле.....	61
<i>Индукция магнитного поля. Принцип суперпозиции магнитных полей.</i>	
<i>Сила Ампера. Сила Лоренца</i>	<i>61</i>
<i>Магнитный поток. Закон электромагнитной индукции.</i>	
<i>Самоиндукция.....</i>	<i>67</i>
Раздел 4. КОЛЕБАНИЯ И ВОЛНЫ.....	70
Т е м а 9. Механические колебания и волны.....	70
Т е м а 10. Электромагнитные колебания и волны.....	74
Раздел 5. ОПТИКА	76
Т е м а 11. Геометрическая оптика	76
Т е м а 12. Волновая оптика	80
Раздел 6. КВАНТОВАЯ ФИЗИКА. ФИЗИКА АТОМА И АТОМНОГО ЯДРА.....	81
Т е м а 13. Квантовые свойства света.....	81
Т е м а 14. Атом и атомное ядро	82
Проверочная работа.....	86
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	88
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ.....	89
СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ.....	89
ПРИЛОЖЕНИЕ	90

ВВЕДЕНИЕ

Программа по физике включает в себя практические занятия с целью подготовки иностранных граждан к поступлению на 1-й курс бакалавриата, специалитета ВлГУ или других вузов Российской Федерации.

Практикум по физике предназначен как для аудиторной, так и для самостоятельной работы иностранных граждан, обучающихся по программе «Довузовская подготовка» в ВлГУ. Он рассчитан на обучающихся, освоивших основные физические законы и явления в объеме курса средней школы. Практикум разработан автором-составителем после многолетней работы с иностранными гражданами с учетом различных уровней их базовой подготовки и апробирован на практических занятиях по физике.

При составлении практикума использованы некоторые задачи следующих авторов: А. И. Черноуцана, Г. Н. Степановой, М. Ю. Демидовой, И. И. Нурминского и других, типовые задачи по физике, встречающиеся в различных открытых источниках. Также в издание вошли авторские задачи. Практикум содержит как простые, так и сложные комбинированные задачи по следующим разделам физики: «Механика», «Молекулярная физика и термодинамика», «Электромагнетизм», «Колебания и волны», «Оптика», «Квантовая физика. Физика атома и атомного ядра». Все задачи снабжены ответами.

В приложении приведены таблицы с фундаментальными константами, а также справочная информация, необходимая при решении задач.

Перед решением задач обучающемуся рекомендуется воспроизвести по памяти основные понятия, определения, термины, формулировки законов, базовые формулы и только после этого приступать к решению. Для повторения теоретического материала следует самостоятельно поработать с источниками информации (списком литературы). Рекомендуется решать задачи регулярно, по возможности ежедневно, для выработки навыков физического мышления.

Автор выражает благодарность кандидату технических наук В. С. Плешивцеву за помощь в работе и ценные замечания при подготовке практикума.

Программа курса

Кинематика. Механическое движение. Система отсчета. Траектория. Путь и перемещение. Скорость и ускорение. Равномерное и равноускоренное прямолинейное движение. Графическое представление движения. Свободное падение тел. Равномерное движение по окружности. Линейная и угловая скорости. Центростремительное ускорение.

Динамика. Первый закон Ньютона. Масса. Сила. Второй закон Ньютона. Сложение сил. Третий закон Ньютона. Сила упругости. Закон Гука. Сила трения. Закон всемирного тяготения. Сила тяжести. Вес тела.

Законы сохранения в механике. Импульс тела. Закон сохранения импульса. Механическая работа. Кинетическая и потенциальная энергии. Закон сохранения энергии в механике. Мощность.

Статика. Виды равновесия. Момент силы. Условия равновесия твердого тела.

Жидкости и газы. Давление. Закон Паскаля для жидкостей и газов. Сообщающиеся сосуды. Сила Архимеда для жидкостей и газов. Условие плавания тел.

Основы молекулярно-кинетической теории. Идеальный газ. Основное уравнение молекулярно-кинетической теории идеального газа. Абсолютная температурная шкала. Уравнение состояния идеального газа (уравнение Менделеева – Клапейрона). Изопроцессы.

Термодинамика. Внутренняя энергия. Количество теплоты. Теплоемкость вещества. Работа в термодинамике. Закон сохранения энергии в тепловых процессах (первый закон термодинамики). Применение первого закона термодинамики к различным процессам. Принцип действия тепловых двигателей. КПД теплового двигателя.

Агрегатные состояния вещества. Фаза вещества. Фазовые переходы. Плавление и кристаллизация. Испарение и конденсация.

Электростатика. Электрический заряд. Закон Кулона. Закон сохранения электрического заряда. Электрическое поле. Напряженность электрического поля. Электрическое поле точечного заряда. Принцип суперпозиции электрических полей. Работа электростатического поля при перемещении заряда. Потенциал и разность потенциалов. Связь

между напряженностью и потенциалом электростатического поля. Проводники в электрическом поле. Емкость. Конденсаторы. Соединение конденсаторов. Емкость плоского конденсатора. Энергия электрического поля.

Законы постоянного тока. Электрический ток. Сила тока. Сопротивление проводников. Соединение проводников. Электродвижущая сила. Закон Ома для участка цепи и для замкнутой цепи. Работа и мощность тока. Закон Джоуля – Ленца.

Магнитное поле. Электромагнитная индукция. Магнитное поле. Индукция магнитного поля. Принцип суперпозиции магнитных полей. Сила Ампера. Сила Лоренца. Электромагнитная индукция. Магнитный поток. Закон электромагнитной индукции. Правило Ленца. Явление самоиндукции. Индуктивность. Энергия магнитного поля.

Механические колебания и волны. Гармонические колебания. Амплитуда, период и частота колебаний. Математический и пружинный маятники. Превращение энергии при гармонических колебаниях. Вынужденные колебания. Резонанс. Распространение механических волн в упругих средах. Поперечные и продольные волны. Скорость распространения волны. Длина волны.

Электромагнитные колебания и волны. Свободные электромагнитные колебания в контуре. Превращение энергии в колебательном контуре. Собственная частота колебаний в контуре. Вынужденные электромагнитные колебания. Резонанс. Электромагнитные волны. Скорость их распространения.

Оптика. Прямолинейное распространение света. Законы отражения и преломления света. Показатель преломления. Полное отражение. Предельный угол полного внутреннего отражения. Собирающая и рассеивающая линзы. Построение изображений в линзах. Формула тонкой линзы. Интерференция света. Дифракция света. Дифракционная решетка.

Квантовые свойства света. Кванты света. Фотоэффект и его законы. Уравнение Эйнштейна для фотоэффекта.

Физика атома и атомного ядра. Опыт Резерфорда по рассеянию α -частиц. Планетарная модель атома. Постулаты Бора. Испускание и поглощение света атомом. Радиоактивность. Изотопы. Альфа-, бета- и гамма-излучения. Протоны и нейтроны. Энергия связи атомных ядер. Дефект масс. Ядерные реакции.

Рекомендации обучающимся

Общие рекомендации

На занятиях вам понадобятся: тетрадь для записей (желательно общая), ручка, карандаш, линейка, циркуль, стирательная резинка, калькулятор.

Все записи в тетради ведутся на русском языке!

Рекомендации по решению задач

1. Прочитайте внимательно условие задачи. При сложностях в понимании текста на русском языке можно использовать словарь или онлайн-переводчик. **Внимание!** Словарь или онлайн-переводчик можно применять на всех практических занятиях, исключая самостоятельные и контрольные работы, а также экзамен.

2. Перепишите условие задачи (полностью, без сокращений) в тетрадь.

3. Запишите кратко условие задачи (Дано: ...). При этом важно правильно записать вопрос к задаче. Что требуется найти? Часто в задачах присутствуют такие вопросы:

– на сколько отличается одна величина от другой? Например: на сколько сила тока в начальный момент времени отличается от силы тока через промежуток времени? В этом случае определяется разность величин ΔI ;

– во сколько раз отличается одна величина от другой? Например: во сколько раз сила тока в начальный момент времени отличается от силы тока через промежуток времени? В этом случае определяется от-

ношение величин $\frac{I_1}{I_2}$ или $\frac{I_2}{I_1}$.

4. Переведите, если требуется, числовые значения в единицы системы СИ.

5. При наличии больших и малых значений целесообразно записывать их в виде со степенью. Например: нормальное атмосферное давление $100\ 000\ \text{Па} \equiv 10^5\ \text{Па}$.

6. Сделайте, если возможно, рисунок к задаче. Если в условии задачи приводится рисунок, перечертите его. Рисунок делайте такого размера, чтобы в него можно было вносить дополнения.

7. Определите темы (разделы) физики, которые могут быть использованы в задаче. **Внимание!** Задачи могут быть комбинированные, в этом случае их решение требует знаний по нескольким темам (разделам) физики.

8. Вспомните законы, используемые в этих темах (разделах). Нужные для решения задачи законы запишите в виде математических формул.

9. Решайте задачу в общем виде, пользуясь обозначениями физических величин.

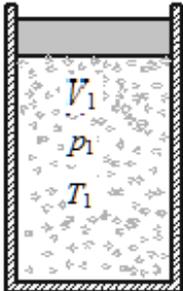
10. Получив конечную формулу, подставьте в нее единицы измерения входящих величин и преобразуйте их комбинацию до вида, соответствующего единице измерения искомой величины.

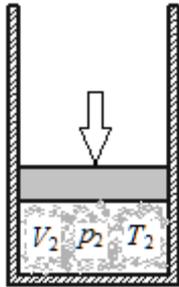
11. Подставьте в конечную формулу числовые значения физических величин и произведите расчет. В случае решения сложных задач с многими действиями допускаются промежуточные числовые расчеты. Фундаментальные константы, необходимые для решения ряда задач, приведены в приложении.

12. В конце решения запишите ответ отдельной строкой.

Пример решения задачи

Задача. В сосуде под поршнем находится газ. Газ сжимают от объема 60 л до объема 50 л, при этом давление возрастает в два раза. Температура газа в конце сжатия $627\ ^\circ\text{C}$. Определите начальную температуру газа.

Дано:	СИ	Решение
$V_1 = 60 \text{ л}$	$60 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3$	 <p>1) Сделаем рисунок к задаче. Сосуд с газом до сжатия: V_1, p_1, T_1 – изменяющиеся параметры состояния системы. ν – неизменяющийся параметр системы.</p>
$V_2 = 50 \text{ л}$	$50 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3$	
$t_2 = 627 \text{ }^\circ\text{C}$	900 К	
$p_2 = 2p_1$		
Найти: T_1		



Сосуд с газом после сжатия:

V_2, p_2, T_2 – изменяющиеся параметры состояния системы.
 ν – неизменяющийся параметр системы.

2) Задача относится к разделу «Молекулярная физика и термодинамика», к теме «Молекулярно-кинетическая теория идеальных газов. Уравнение состояния идеальных газов».

3) Запишем уравнение состояния идеального газа (уравнение Менделеева – Клапейрона):

– начальное состояние (до сжатия): $p_1 V_1 = \nu R T_1$;

– конечное состояние (после сжатия): $p_2 V_2 = \nu R T_2$.

4) Решим систему двух уравнений в общем виде:

$$\begin{cases} p_1 V_1 = \nu R T_1, \\ p_2 V_2 = \nu R T_2. \end{cases}$$

Разделим первое уравнение на второе:

$$\frac{p_1 V_1}{p_2 V_2} = \frac{\nu R T_1}{\nu R T_2}.$$

После преобразования получим

$$\frac{p_1 V_1}{p_2 V_2} = \frac{T_1}{T_2}.$$

Выразим искомую величину T_1 :

$$T_1 = \frac{p_1 V_1 T_2}{p_2 V_2}.$$

Получим единицу измерения искомой величины

$$[T_1] = \frac{\text{Па} \cdot \text{м}^3 \cdot \text{К}}{\text{Па} \cdot \text{м}^3} = \text{К}.$$

Подставим в конечную формулу значения физических величин из «Дано»:

$$T_1 = \frac{p_1 \cdot 60 \cdot 10^{-3} \cdot 900}{2 p_1 \cdot 50 \cdot 10^{-3}} = \frac{60 \cdot 900}{2 \cdot 50} = \frac{54000}{100} = 540 \text{ К}.$$

Ответ: 540 К.

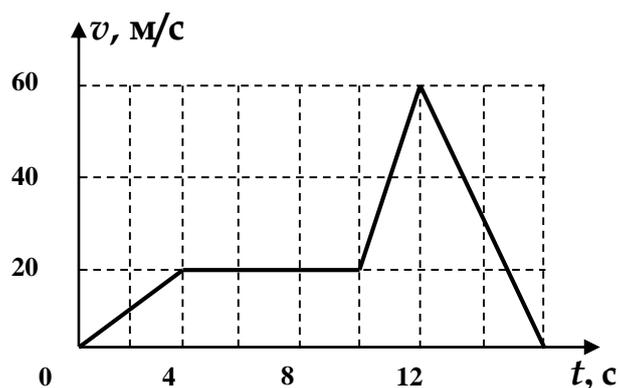
Раздел 1 МЕХАНИКА

Тема 1. Кинематика

Физическая величина	Обозначение	Единица измерения
Время	t	с (секунда)
Скорость	\vec{v}	м/с (метр/секунда)
Ускорение	\vec{a}	м/с ² (метр/секунда ²)
Путь	S	м (метр)
Перемещение	$\Delta\vec{r}$	м (метр)
Скорость угловая	$\vec{\omega}$	рад/с (радиан/секунда)
Период вращения	T	с (секунда)
Частота вращения	ν	с ⁻¹ (секунда ⁻¹)

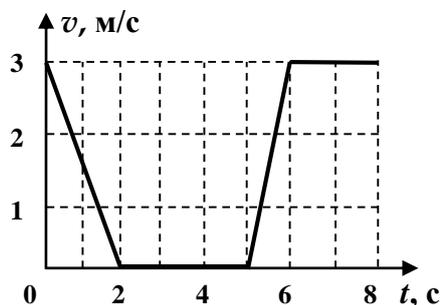
Прямолинейное движение

1.1. На рисунке представлен график зависимости скорости тела от времени. Определите путь, пройденный телом за промежуток времени от 0 с до 10 с.

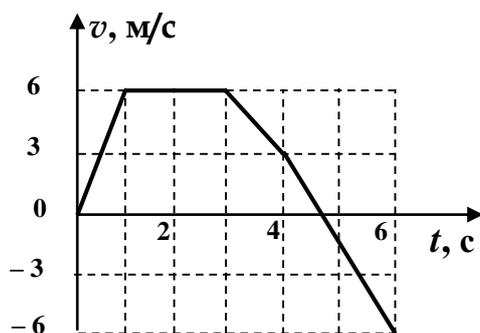


1.2. Мяч начинает падать на землю с высоты 5 м с начальной скоростью, равной нулю. Какую скорость приобретет мяч к моменту удара о поверхность земли? Сопротивлением воздуха пренебречь.

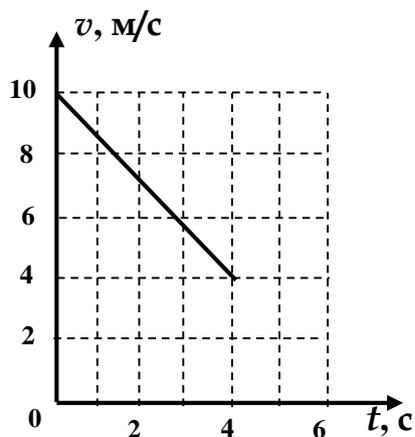
1.3. На рисунке представлен график зависимости скорости от времени для тела, движущегося прямолинейно. Какой путь прошло тело за интервал времени от 2 с до 8 с?



1.4. На рисунке представлен график зависимости скорости от времени для тела, движущегося прямолинейно. В каком интервале времени тело имело максимальное по модулю ускорение? Чему оно равно?

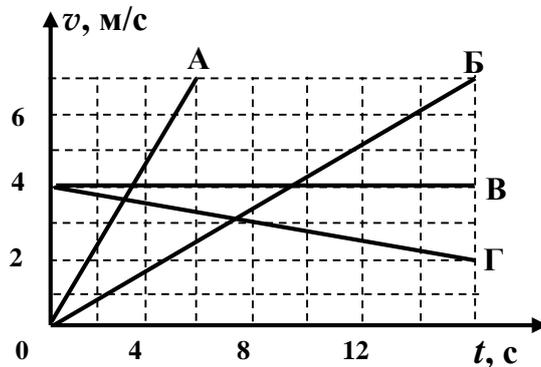


1.5. Используя график зависимости скорости движения тела от времени, определите ускорение тела.

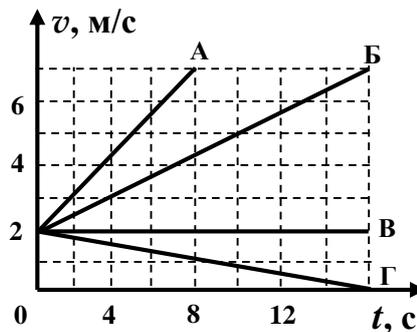


1.6. На рисунке представлены графики зависимости скорости движения от времени для четырех тел. Какой из графиков (А, Б, В, Г)

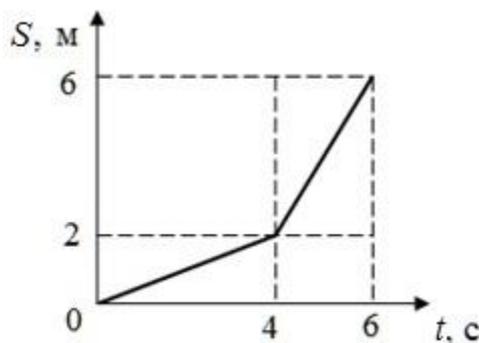
соответствует движению, при котором вектор ускорения противоположен по направлению вектору скорости? Определите это ускорение.



1.7. На рисунке представлены графики зависимости скорости от времени для четырех тел. Какой из графиков (А, Б, В, Г) соответствует уравнению $v = 2 + 0,625t$ (м/с)?



1.8. Материальная точка движется прямолинейно. На графике представлена зависимость пройденного пути от времени. Определите среднюю скорость материальной точки за 6 с движения.



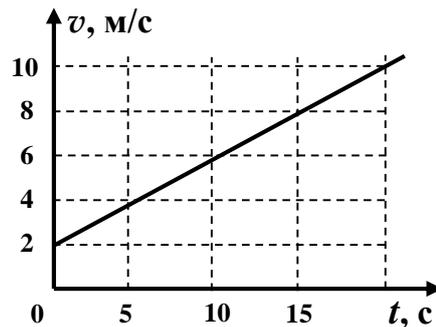
1.9. Пассажирский поезд, двигаясь равномерно, за 30 мин проехал 45 км. Чему равна скорость поезда?

1.10. Автомобиль начинает движение по прямой из состояния покоя с ускорением $0,2 \text{ м/с}^2$. За какое время он разгонится до скорости 20 м/с ?

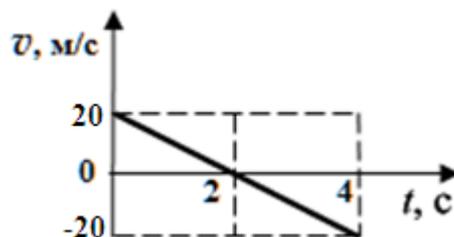
1.11. Пешеход, двигаясь равномерно, прошел 1000 м за 15 мин. С какой скоростью (в километрах в час) двигался пешеход?

1.12. Тело бросили вертикально вверх со скоростью 6 м/с. Через какое время после начала движения его скорость уменьшится в два раза? Сопротивлением воздуха пренебречь.

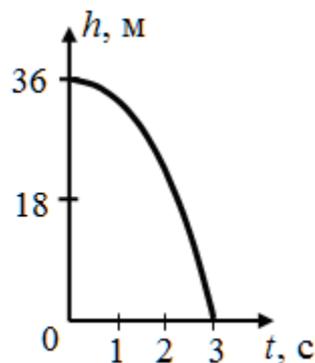
1.13. Используя график зависимости скорости движения тела от времени, определите скорость тела в конце 30-й секунды. Считать, что за это время характер движения тела не изменился.



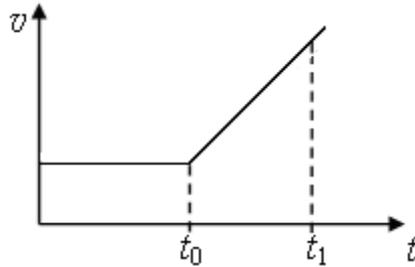
1.14. Тело бросили вертикально вверх с поверхности земли. На графике представлена зависимость скорости тела от времени. На какую максимальную высоту поднялось тело? Сопротивлением воздуха пренебречь.



1.15. На рисунке представлен график зависимости высоты свободно падающего тела от времени на некоторой планете. Определите ускорение свободного падения для этой планеты.



1.16. График зависимости скорости прямолинейно движущегося тела от времени показан на рисунке. За временной интервал $t_1 - t_0 = 1$ с скорость тела увеличилась в три раза, и за это время тело прошло путь, равный 9 м. Определите ускорение тела.



1.17. Из пункта А спортсмен прошел сначала строго на запад путь 300 м со скоростью 1,5 м/с. Затем он прошел строго на север 400 м со скоростью 2 м/с и вернулся обратно в пункт А кратчайшим путем со скоростью 2,5 м/с. Определите среднюю скорость спортсмена на всем пути.

1.18. Тело, свободно падающее с высоты h без начальной скорости, в последнюю секунду своего движения прошло путь, равный $\frac{5}{9}h$. За какое время тело прошло весь путь h ?

1.19. За первую секунду своего движения тело прошло путь 10 м, а его скорость увеличилась в три раза. Определите начальную скорость тела.

1.20. Человек прошел 1 км строго на юг, затем 4 км строго на восток и снова 2 км строго на юг. Определите (в километрах) модуль вектора перемещения человека.

1.21. Автомобиль проехал первую половину пути со скоростью, в два раза меньшей, чем вторую половину пути. Средняя скорость на всем пути составила 12 м/с. Определите скорость автомобиля на второй половине пути.

1.22. Два тела брошены одновременно: одно – вертикально вниз с высоты 120 м и с начальной скоростью 20 м/с, а другое – с высоты 20 м навстречу первому вертикально вверх с начальной скоростью 30 м/с. Определите, какое расстояние будет между телами через 1 с?

Криволинейное движение. Равномерное движение точки по окружности

1.23. Тело брошено под углом 30° к горизонту с начальной скоростью 10 м/с. Найдите проекции вектора начальной скорости на оси X и Y .

1.24. Под каким углом к горизонту брошено тело, если его начальная скорость равна 20 м/с , а проекция начальной скорости на ось Y равна 10 м/с ?

1.25. Тело брошено горизонтально с некоторой высоты со скоростью 15 м/с . Найдите проекции вектора скорости на оси X и Y : а) в начальный момент времени; б) через 1 с после начала движения. Сопротивлением воздуха пренебречь.

1.26. С высоты 45 м в горизонтальном направлении бросили тело с некоторой скоростью. Какое время тело находилось в полете? Сопротивлением воздуха пренебречь.

1.27. Дальность полета тела, брошенного горизонтально со скоростью 8 м/с , равна высоте, с которой его бросили. Какое время тело находилось в полете? С какой высоты бросили тело? Сопротивлением воздуха пренебречь.

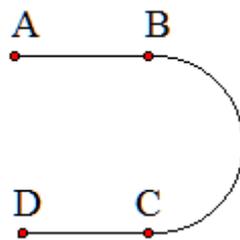
1.28. Тело бросают горизонтально с некоторой высоты со скоростью 15 м/с . При падении на землю скорость тела была равна 25 м/с . Сколько времени длился полет тела? Сопротивлением воздуха пренебречь.

1.29. Снаряд, вылетевший из орудия под углом к горизонту, находился в полете 12 с . Какой наибольшей высоты достигнет снаряд, если пренебречь сопротивлением воздуха?

1.30. Найдите дальность полета сигнальной ракеты, выпущенной со скоростью 40 м/с под углом 15° к горизонту. Сопротивлением воздуха пренебречь.

1.31. Тело брошено с поверхности земли под углом 30° к горизонту. Время полета тела 2 с . Найдите начальную скорость тела. Сопротивлением воздуха пренебречь.

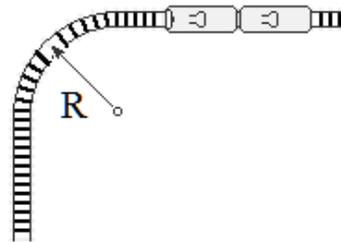
1.32. Точка с постоянной по модулю скоростью движется по траектории ABCD, как показано на рисунке. На каких участках траектории центростремительное ускорение равно нулю?



1.33. Тело движется по окружности с постоянной по модулю скоростью. Как изменится центростремительное ускорение тела при увеличении скорости в два раза, если радиус окружности останется неизменным?

1.34. Две материальные точки движутся по траектории, имеющей форму окружности. Чему равно отношение их центростремительных ускорений a_1/a_2 при соотношении линейных скоростей точек $v_1 = 3v_2$?

1.35. На повороте (см. рисунок) трамвайный вагон движется с постоянной по модулю скоростью, равной 5 м/с. Определите центростремительное ускорение трамвая, если радиус закругления пути R равен 50 м.



1.36. За какое время колесо, имеющее угловую скорость 12,56 рад/с, сделает 100 оборотов?

1.37. Точка движется по окружности с угловой скоростью 16 рад/с и линейной скоростью 2 м/с. Определите центростремительное ускорение точки.

1.38. Как изменится центростремительное ускорение точек обода колеса, если частота вращения колеса возрастет в три раза?

1.39. Линейная скорость точки, лежащей на ободу вращающегося колеса, в 2,5 раза больше линейной скорости точки, лежащей на 3 см ближе к оси вращения колеса. Определите радиус колеса.

1.40. Длина минутной стрелки часов на Спасской башне Московского Кремля 3,28 м. С какой скоростью (в миллиметрах в секунду) движется конец стрелки?

Ответы к задачам темы 1

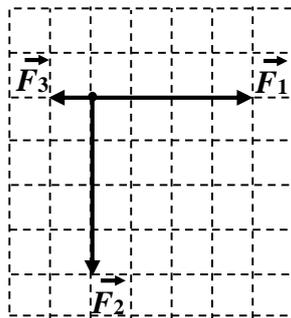
1.1. 160 м. **1.2.** 10 м/с. **1.3.** 7,5 м. **1.4.** от 0 с до 1 с; 6 м/с². **1.5.** -1,5 м/с².
1.6. Г; -0,125 м/с². **1.7.** А. **1.8.** 1 м/с. **1.9.** 25 м/с. **1.10.** 100 с.
1.11. 4 км/ч. **1.12.** 0,3 с. **1.13.** 14 м/с. **1.14.** 20 м. **1.15.** 8 м/с². **1.16.** 9 м/с².
1.17. 2 м/с. **1.18.** 3 с. **1.19.** 5 м/с. **1.20.** 5 км. **1.21.** 18 м/с. **1.22.** 50 м.
1.23. 8,65 м/с; 5 м/с. **1.24.** 30°. **1.25.** а) 15 м/с; 0 м/с; б) 15 м/с; 10 м/с.
1.26. 3 с. **1.27.** 1,6 с; 12,8 м. **1.28.** 2 с. **1.29.** 180 м. **1.30.** 80 м.
1.31. 20 м/с. **1.32.** АВ и CD. **1.33.** Увеличится в четыре раза. **1.34.** 9.
1.35. 0,5 м/с². **1.36.** 50 с. **1.37.** 32 м/с². **1.38.** Увеличится в девять раз.
1.39. 5 см. **1.40.** 5,7 мм/с.

Тема 2. Динамика

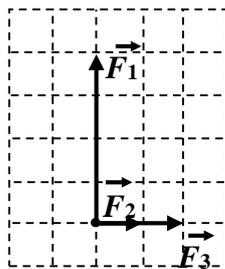
Физическая величина	Обозначение	Единица измерения
Сила	\vec{F}	Н (ньютон)
Масса	m	кг (килограмм)
Импульс	\vec{p}	кг · м/с (килограмм · метр/секунда)
Работа	A	Дж (джоуль)
Мощность	N	Вт (ватт)
Энергия	E	Дж (джоуль)

Сила. Законы Ньютона. Импульс

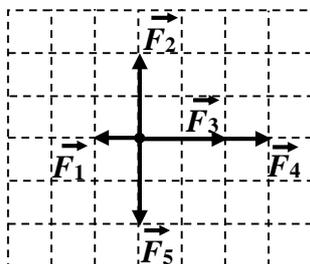
2.1. На рисунке представлены три вектора сил, приложенных к одной точке и лежащих в одной плоскости. Модуль вектора силы F_3 равен 1 Н. Определите модуль равнодействующей этих сил.



2.2. На рисунке представлены три вектора сил, приложенных к одной точке и лежащих в одной плоскости. Модуль вектора силы F_2 равен 1 Н. Определите модуль равнодействующей этих сил.



2.3. На рисунке представлены пять векторов сил, приложенных к одной точке и лежащих в одной плоскости. Модуль вектора силы F_1 равен 1 Н. Определите модуль равнодействующей этих сил.



2.4. Определите ускорение тела массой 2 кг, на которое действуют две силы: $F_1 = 2$ Н и $F_2 = 8$ Н, как показано на рисунке.



2.5. Сила 60 Н сообщает телу ускорение $0,8$ м/с². Какая сила сообщит этому телу ускорение 2 м/с²?

2.6. Тело массой $0,5$ кг движется вдоль оси X таким образом, что зависимость его координаты от времени имеет вид $x(t) = 5t + 2t^2 - 4$ (м). Определите модуль равнодействующей силы, приложенной к телу.

2.7. Тело массой 2 кг движется по плоскости таким образом, что зависимость его координат от времени имеет вид $x(t) = 4t^2 + 5t - 2$ (м), $y(t) = 3t^2 + 4t + 14$ (м). Определите модуль равнодействующей силы, приложенной к телу.

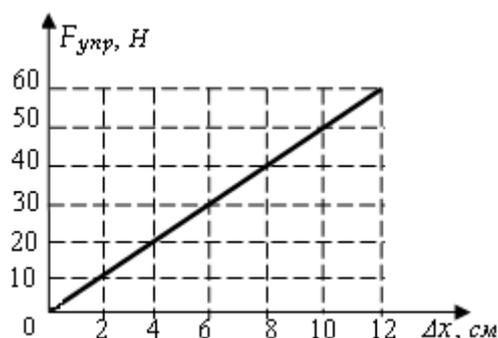
2.8. Тело массой $1,2$ кг движется по горизонтальной поверхности. Определите коэффициент трения, если на тело действует сила трения 6 Н и сила реакции опоры 12 Н.

2.9. Тело массой 50 кг перемещают с постоянной скоростью по полу с помощью веревки. Веревка расположена параллельно полу. Коэффициент трения между телом и полом $0,4$. Определите силу натяжения веревки.

2.10. Тело движется по горизонтальной поверхности стола под действием горизонтально направленной силы 10 Н с ускорением 3 м/с². Определите массу тела, если сила трения составляет 4 Н.

2.11. Груз массой 180 кг поднимают с помощью троса вертикально вверх. Груз движется равноускоренно с ускорением $0,8$ м/с². Определите силу натяжения троса.

2.12. На рисунке представлен график зависимости силы упругости пружины от величины ее деформации. Определите жесткость этой пружины.

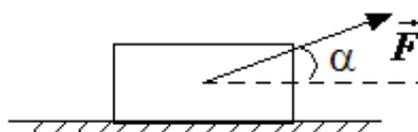


2.13. Тело массой 500 г висит на пружине жесткостью 40 Н/м. Найдите удлинение пружины.

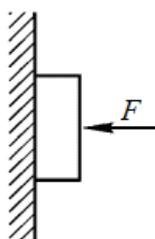
2.14. Шайба, пущенная по поверхности льда с начальной скоростью 20 м/с, остановилась через 40 с. Найдите коэффициент трения шайбы о лед.

2.15. Человек массой 65 кг, находящийся в движущемся лифте, давит на пол лифта с силой 520 Н. Определите модуль и направление вектора ускорения лифта.

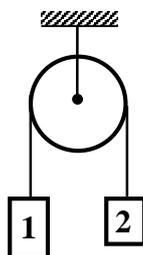
2.16. Брусок массой 2 кг движется по горизонтальной поверхности (см. рисунок). Коэффициент трения бруска о поверхность 0,1. На брусок действует сила F , по модулю равная 24 Н и направленная под углом $\alpha = 30^\circ$ к горизонту. Определите, с каким ускорением движется брусок?



2.17. Брусок массой 0,5 кг прижат к вертикальной стене силой 10 Н, направленной перпендикулярно стене (см. рисунок). Коэффициент трения скольжения между бруском и стеной равен 0,4. Какую минимальную силу надо приложить к бруску по вертикали, чтобы равномерно поднимать его вертикально вверх?

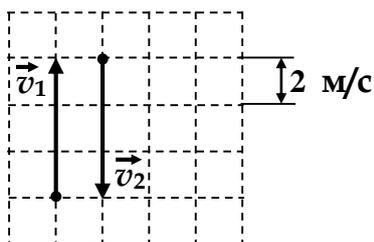


2.18. К потолку подвешен блок (см. рисунок). Через блок перекинута невесомая и нерастяжимая нить с грузами $m_1 = 5$ кг и $m_2 = 3$ кг. Определите, с каким ускорением движется груз массой m_2 ?

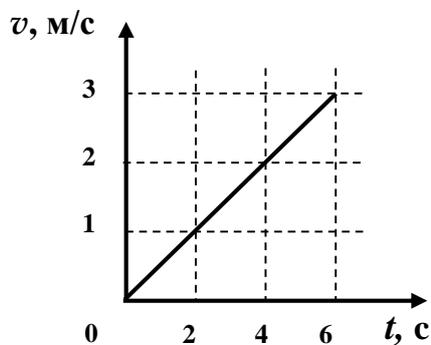


2.19. С вершины наклонной плоскости, имеющей длину 10 м и высоту 5 м, начинает двигаться без начальной скорости тело. Какое время будет продолжаться движение тела до основания наклонной плоскости? Коэффициент трения между телом и плоскостью 0,05.

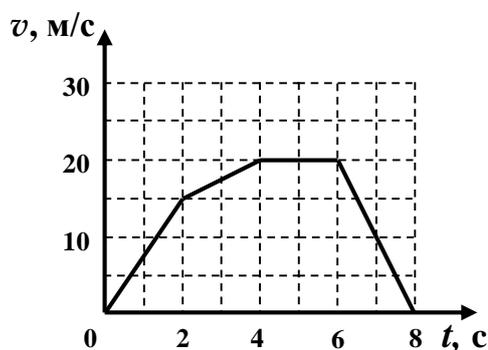
2.20. Система состоит из двух тел 1 и 2, массы которых $m_1 = 2$ кг, $m_2 = 1$ кг. На рисунке стрелками в заданном масштабе указаны скорости этих тел. Определите модуль импульса всей системы.



2.21. На рисунке изображен график зависимости скорости прямолинейного движения тела массой 200 кг от времени. Определите величину действующей на тело силы.



2.22. На рисунке изображен график зависимости скорости прямолинейного движения тела массой 20 кг от времени. Определите величину действующей на тело силы в момент времени 7 с.

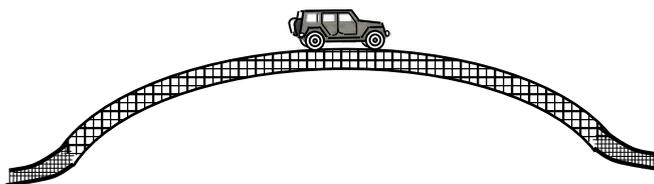


2.23. На тело, движущееся прямолинейно в одном направлении, действует постоянная сила, равная 2 Н. За какое время изменение импульса тела составит 4 кг · м/с?

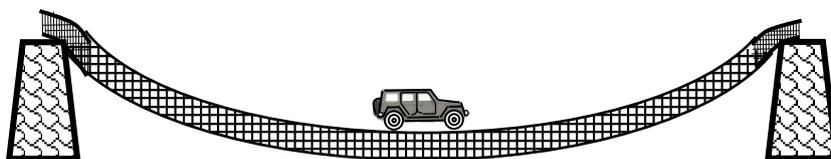
2.24. Материальная точка массой 2 кг движется равномерно по окружности со скоростью 3 м/с. Определите изменение импульса материальной точки при повороте ее по окружности на половину длины окружности.

***Динамика движения по окружности. Закон всемирного тяготения.
Спутники***

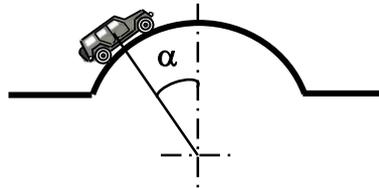
2.25. Автомобиль, масса которого 1000 кг, движется со скоростью 20 м/с по выпуклому мосту (см. рисунок), имеющему радиус кривизны 100 м. Найдите силу, с которой автомобиль давит на мост в его высшей точке.



2.26. Автомобиль массой 2000 кг движется со скоростью 36 км/ч по вогнутому мосту (см. рисунок). Сила, с которой автомобиль давит на мост, проезжая его середину, равна 24 кН. Определите радиус кривизны моста.



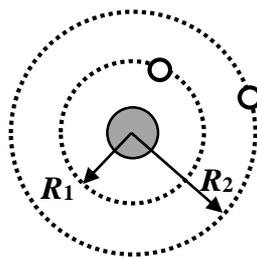
2.27. Автомобиль массой 5 т равномерно со скоростью 72 км/ч въезжает на выпуклый мост, по форме представляющий собой дугу окружности радиусом 80 м (см. рисунок). Определите силу, с которой автомобиль давит на мост в точке, радиус которой составляет с вертикалью угол $\alpha = 30^\circ$.



2.28. Груз массой 200 г, прикрепленный к концу нити длиной 40 см, равномерно вращается в вертикальной плоскости с угловой скоростью 10 рад/с. Определите силу натяжения нити в момент прохождения грузом: а) верхней точки траектории; б) нижней точки траектории.

2.29. Определите силу, с которой действуют друг на друга два соприкасающихся свинцовых шара диаметром по 10 см каждый. Плотность свинца $11,3 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$.

2.30. По круговым орбитам вокруг Земли летают два спутника, причем скорость движения v_1 первого спутника в два раза больше скорости движения v_2 второго спутника. Радиус орбиты первого спутника равен 8000 км (см. рисунок). Определите радиус орбиты второго спутника.



2.31. По круговым орбитам вокруг Земли летают два спутника, причем скорость движения v_1 первого спутника в три раза меньше скорости движения v_2 второго спутника. Период обращения первого спутника равен 900 мин. Определите период обращения второго спутника.

2.32. Масса Луны в 81 раз меньше массы Земли, а радиус Луны в 3,7 раза меньше радиуса Земли. Найдите ускорение свободного падения на поверхности Луны.

2.33. Чему равно ускорение свободного падения на поверхности Солнца, если его радиус примерно в 110 раз больше радиуса Земли, а средняя плотность Солнца в четыре раза меньше средней плотности Земли?

2.34. На каком расстоянии от поверхности Земли ускорение свободного падения равно $6,4 \text{ м/с}^2$? Радиус Земли принять равным 6400 км.

2.35. Космонавт на Земле притягивается к ней с силой 700 Н. С какой приблизительно силой он будет притягиваться к Марсу, находясь на его поверхности, если радиус Марса в два раза меньше радиуса Земли, а масса Марса в 10 раз меньше, чем масса Земли?

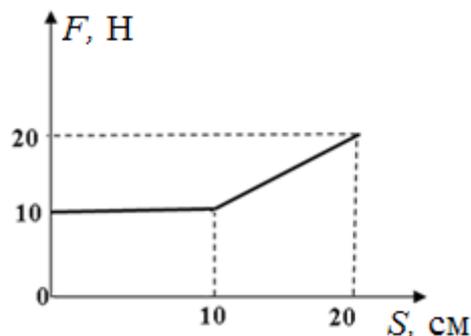
2.36. Ускорение свободного падения на Венере составляет 0,9 от земного, а радиус Венеры равен 0,95 от радиуса Земли. Первая космическая скорость для орбиты, расположенной вблизи поверхности Земли, составляет 7,9 км/с. Определите первую космическую скорость для орбиты, расположенной вблизи поверхности Венеры.

2.37. Какую скорость должен иметь искусственный спутник, чтобы вращаться по круговой орбите на высоте 800 км от поверхности Земли? Радиус Земли принять равным 6400 км.

Работа. Мощность. Энергия

2.38. Санки тянут с силой 80 Н за веревку, составляющую угол 60° к горизонту. Определите работу силы натяжения на пути 10 м.

2.39. На тело вдоль линии движения действует сила, зависимость которой от перемещения представлена на графике. Определите работу данной силы на всем участке пути.



2.40. Тело массой 4 кг падает без начальной скорости в течение 5 с. Чему равна работа силы тяжести?

2.41. Подъемный кран поднимает с постоянной скоростью стальную балку длиной 5 м и сечением 100 см^2 на высоту 12 м (см. рисунок). Какую полезную работу совершает кран? Плотность стали 7800 кг/м^3 .



2.42. При вертикальном подъеме с поверхности земли первоначально покоящегося груза массой 2 кг на высоту 1 м постоянной силой была совершена работа, равная 26 Дж. С каким ускорением поднимали груз?

2.43. Груз массой 50 кг поднимается вертикально вверх под действием постоянной силы на высоту 10 м за время t . Работа этой силы по подъему груза равна 7,5 кДж. Определите время подъема груза.

2.44. На неподвижное тело массой 1 кг начинает действовать постоянная сила 2 Н. Найдите кинетическую энергию, которой будет обладать тело через время 3 с после начала действия силы.

2.45. Кинетическая энергия тела равна 10 Дж, а величина импульса $4 \text{ кг} \cdot \text{м/с}$. Определите массу тела.

2.46. Тело массой 200 г брошено вертикально вверх со скоростью 30 м/с. Определите его кинетическую энергию через время 2 с после броска. Сопротивлением воздуха пренебречь.

2.47. Ученик исследовал зависимость силы упругости пружины от ее растяжения и получил следующие результаты.

Δx , см	0	1	2	3	4	5
$F_{\text{упр}}$, Н	0	5	10	15	20	25

Определите потенциальную энергию пружины при ее растяжении на 0,1 м.

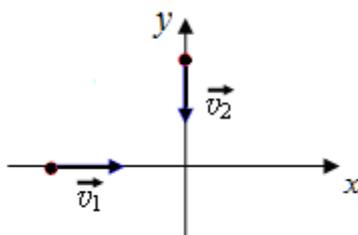
2.48. Пружина жесткостью 30 Н/м растянута на 2 см. Какая была совершена работа при медленном растяжении этой же пружины еще на 4 см?

2.49. Поезд массой 1800 т, двигаясь равноускоренно по горизонтальному пути, отходит от станции с ускорением $0,05 \text{ м/с}^2$. Определите мощность силы тяги локомотива через 5 мин пути от момента начала движения. Сопротивлением движению пренебречь.

2.50. Моторы электровоза при движении со скоростью 72 км/ч потребляют мощность 600 кВт. Коэффициент полезного действия силовой установки электровоза равен 0,8. Какова сила тяги электровоза?

Законы сохранения

2.51. Два тела движутся по двум взаимно перпендикулярно пересекающимся прямым (см. рисунок). Масса первого тела 4 кг, его скорость 2 м/с, масса второго тела 2 кг, его скорость 3 м/с. Определите модуль импульса системы этих тел после их неупругого удара.



2.52. Человек массой 85 кг, стоя на коньках на льду, бросает предмет массой 5 кг со скоростью 8 м/с под углом 30° к горизонту. Какую скорость приобретает человек после броска?

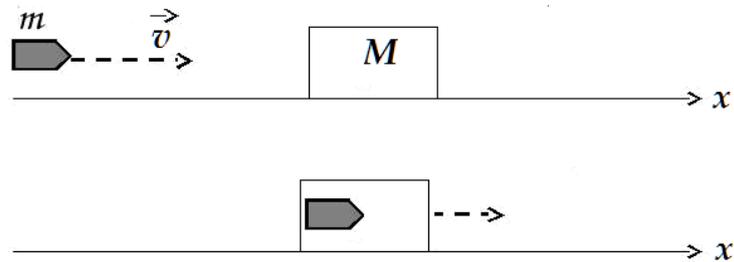
2.53. Два тела, двигавшиеся навстречу друг другу (см. рисунок) со скоростями, равными по модулю 10 м/с, после неупругого соударения стали двигаться вместе со скоростью 5 м/с в направлении движения первого тела. Определите отношение массы первого тела к массе второго тела m_1/m_2 .



2.54. Ядро, летевшее в горизонтальном направлении со скоростью 20 м/с, разорвалось на два осколка с массами $m_1 = 10$ кг и $m_2 = 5$ кг. Осколок массой m_2 продолжает лететь со скоростью 30 м/с в том же направлении, что и ядро до разрыва. Определите модуль скорости осколка m_1 .

2.55. Человек массой 60 кг, стоя на коньках на льду, бросает горизонтально перед собой груз массой 2 кг со скоростью 3 м/с, а сам откатывается назад. Через сколько секунд после броска человек остановится, если коэффициент трения коньков о лед 0,01?

2.56. На гладкой горизонтальной поверхности лежит брусок массой $M = 900$ г, в него попадает пуля массой $m = 12$ г, летящая горизонтально со скоростью 800 м/с, и застревает в нем (см. рисунок). Определите скорость бруска после попадания пули.



2.57. Пуля массой $m = 20$ г, летящая горизонтально, пробивает насквозь брусок массой $M = 4$ кг, лежащий на гладком столе. Скорость пули до столкновения 700 м/с, после столкновения 200 м/с. Определите скорость бруска после попадания пули.

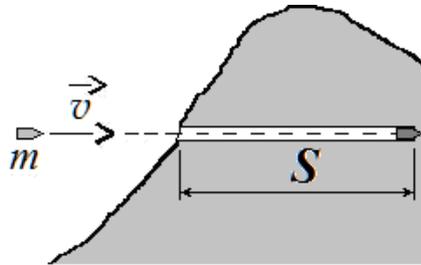
2.58. Тело брошено с поверхности земли вертикально вверх со скоростью 10 м/с. На какой высоте кинетическая энергия тела уменьшится в пять раз? Сопротивлением воздуха пренебречь.

2.59. С какой начальной скоростью нужно бросить мяч вертикально вниз с высоты 0,9 м, чтобы он после удара подпрыгнул на высоту 1,7 м? Соударение считать абсолютно упругим, сопротивлением воздуха пренебречь.

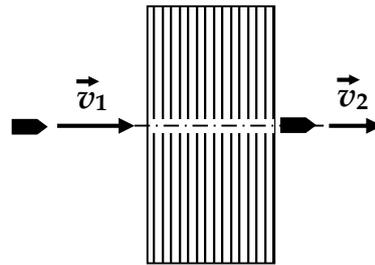
2.60. Небольшое тело скользит по гладкой горизонтальной плоскости со скоростью 4 м/с и въезжает на подъем. На какую высоту над уровнем плоскости поднимется тело?

2.61. Тело движется по горизонтальной абсолютно гладкой поверхности, ударяется о вертикально расположенную стенку и начинает двигаться назад со скоростью 4 м/с. Кинетическая энергия тела перед ударом о стенку составляла 7 Дж. При ударе выделилось количество теплоты 3 Дж. Определите массу тела.

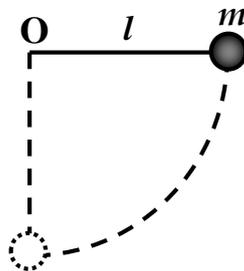
2.62. Пуля, летящая со скоростью 600 м/с, попала в земляную насыпь и углубилась в нее на расстояние $S = 0,5$ м (см. рисунок). Определите силу сопротивления грунта движению пули, если масса пули 9 г. Силу считайте постоянной.



2.63. Пуля, пробив доску, уменьшила свою скорость вдвое (см. рисунок). Сколько процентов ее исходной кинетической энергии перешло в тепло и энергию деформации?

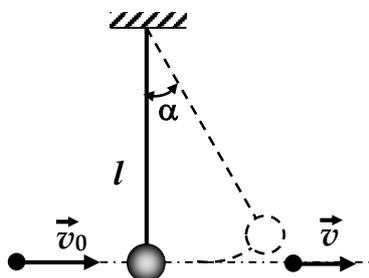


2.64. На тонкой нити длиной 1 м подвешен шар массой 2 кг. Нить приводят в горизонтальное положение и отпускают (см. рисунок). Чему равна сила натяжения нити в тот момент, когда вектор скорости шара направлен горизонтально?

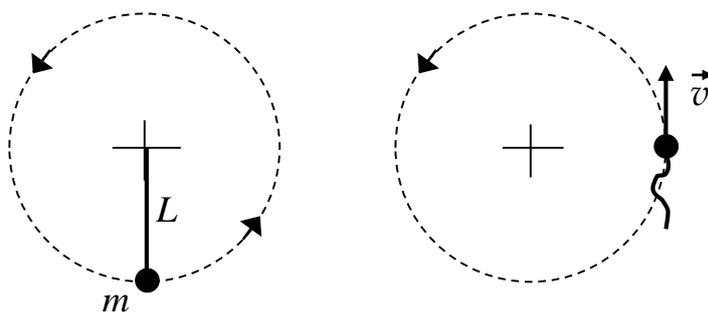


2.65. Пуля, летящая горизонтально со скоростью $v_0 = 100$ м/с, пробивает шар, висящий на невесомой нити длиной 2,5 м, и вылетает со скоростью $v = 90$ м/с (см. рисунок). Масса шара в два раза больше

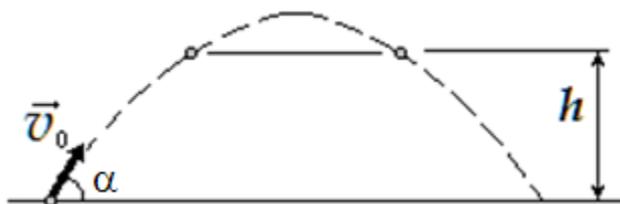
массы пули. Какой угол образует нить с вертикалью при достижении шаром максимальной высоты подъема?



2.66. Камень массой 500 г, привязанный к веревке длиной $L = 50$ см, вращается с постоянной скоростью в вертикальной плоскости (см. рисунок). Сила натяжения веревки в нижней точке окружности равна 45 Н. На какую высоту, отсчитываемую от нижней точки окружности, поднимется камень, если веревку отпустить (освободить) в тот момент, когда скорость камня направлена вертикально вверх? Сопротивлением воздуха и массой веревки пренебречь.

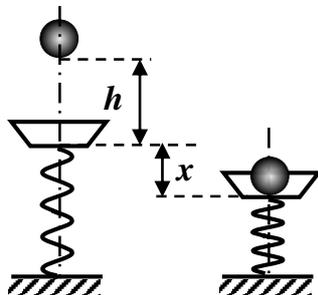


2.67. С поверхности земли брошено тело под углом 60° к горизонту с начальной скоростью 8 м/с (см. рисунок). Определите максимальную высоту подъема тела. Определите скорость тела через 0,18 с после начала движения на некоторой высоте h .

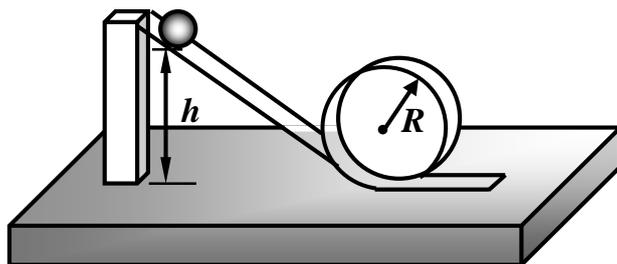


2.68. К столу прикреплена невесомая пружина жесткостью 100 Н/м с невесомой чашей наверху. На чашу с высоты h роняют кусок

пластилина массой 400 г с нулевой начальной скоростью (см. рисунок). Максимальная величина деформации пружины $x = 20$ см. Определите высоту h .



2.69. Шарик скользит без трения по наклонному желобу, а затем движется по «мертвой петле» радиусом 8 см (см. рисунок). С какой силой шарик давит на желоб в нижней точке петли, если масса шарика равна 100 г, а высота, с которой он начинает скатываться, 32 см?



Ответы к задачам темы 2

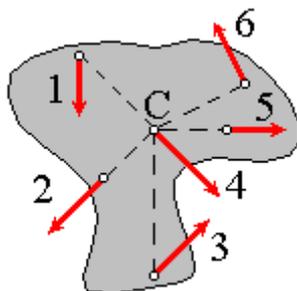
- 2.1. 5 Н. 2.2. 5 Н. 2.3. 4 Н. 2.4. 3 м/с². 2.5. 150 Н. 2.6. 2 Н. 2.7. 20 Н.
 2.8. 0,5. 2.9. 200 Н. 2.10. 2 кг. 2.11. 1944 Н. 2.12. 500 Н/м. 2.13. 0,125 м.
 2.14. 0,05. 2.15. 2 м/с²; вниз. 2.16. 9,98 м/с². 2.17. 9 Н. 2.18. 2,5 м/с².
 2.19. 2,1 с. 2.20. 6 кг · м/с. 2.21. 100 Н. 2.22. 200 Н. 2.23. 2 с. 2.24. 12 кг · м/с.
 2.25. 6 кН. 2.26. 50 м. 2.27. 18,2 кН. 2.28. а) 6 Н; б) 10 Н. 2.29. 23 · 10⁻⁸ Н.
 2.30. 32 000 км. 2.31. 33,3 мин. 2.32. 1,69 м/с². 2.33. 275 м/с².
 2.34. 1600 км. 2.35. 280 Н. 2.36. 7,3 км/с. 2.37. 7,54 км/с. 2.38. 400 Дж.
 2.39. 2,5 Дж. 2.40. 5 кДж. 2.41. 46,8 кДж. 2.42. 3 м/с². 2.43. 2 с.
 2.44. 18 Дж. 2.45. 0,8 кг. 2.46. 10 Дж. 2.47. 2,5 Дж. 2.48. 48 мДж.
 2.49. 1,35 МВт. 2.50. 24 кН. 2.51. 10 кг · м/с. 2.52. 0,4 м/с. 2.53. 3.
 2.54. 15 м/с. 2.55. 1 с. 2.56. 10,5 м/с. 2.57. 2,5 м/с. 2.58. 4 м. 2.59. 4 м/с.
 2.60. 80 см. 2.61. 0,5 кг. 2.62. 3240 Н. 2.63. 75 %. 2.64. 60 Н. 2.65. 60°.
 2.66. 2,5 м. 2.67. 2,4 м, 6,5 м/с. 2.68. 30 см. 2.69. 9 Н.

Тема 3. Статика и гидростатика

Физическая величина	Обозначение	Единица измерения
Момент силы	\vec{M}	Н · м (ньютон · метр)
Давление	p	Па (паскаль)
Плотность	ρ	кг/м ³ (килограмм/метр ³)

Статика

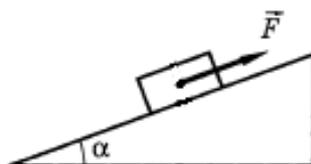
3.1. На рисунке стрелками указаны силы, действующие на тело. Через точку С проходит ось вращения тела. Момент каких сил относительно точки С равен нулю?



3.2. Два шара массами 1 кг и 8 кг скреплены невесомым стержнем. Центр первого шара отстоит от центра второго шара на расстоянии 90 см. На каком расстоянии от центра более легкого шара находится центр тяжести системы?

3.3. На тело, лежащее на поверхности стола, действует горизонтальная сила 12 Н. При какой минимальной массе тела оно остается в состоянии покоя? Коэффициент трения между телом и столом 0,6.

3.4. Тело массой 6 кг лежит на гладкой наклонной плоскости с углом наклона $\alpha = 30^\circ$ (см. рисунок). Какую силу F , направленную вдоль поверхности, нужно приложить к телу, чтобы оно находилось в состоянии покоя?

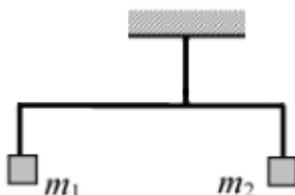


3.5. Определите длину рычага (см. рисунок), если на его концы действуют силы 2 Н и 9 Н, а расстояние от большей силы до точки опоры равно 10 см?



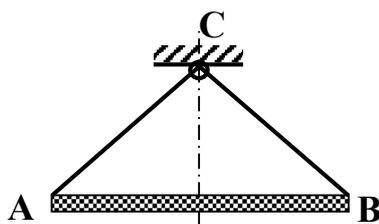
3.6. При равновесии рычага на его меньшее плечо действует сила 30 Н, а на большее плечо – сила 10 Н. Какова длина большего плеча, если длина меньшего плеча равна 6 см?

3.7. На концах тонкого невесомого стержня длиной 1,2 м закреплены грузы $m_1 = 0,5$ кг и $m_2 = 1$ кг. Стержень подвешен на нити и расположен горизонтально (см. рисунок). На каком расстоянии от точки подвеса расположен груз m_1 ?

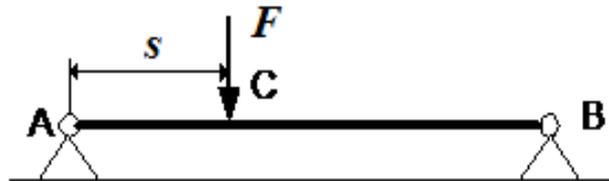


3.8. Груз массой 2 кг подвешен к горизонтальной балке на двух нитях равной длины, угол между которыми равен 120° . Определите натяжение каждой нити.

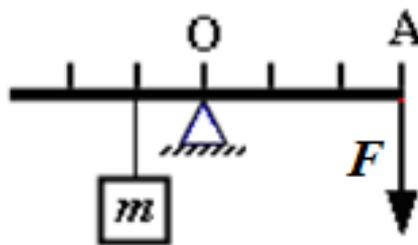
3.9. Однородный стержень АВ длиной 1,2 м и массой 16 кг подвешен в точке С на двух тросах одинаковой длины, равной 1 м (см. рисунок). Определите натяжение каждого троса.



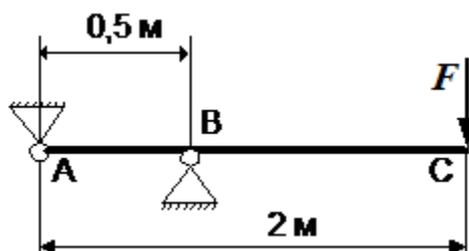
3.10. Невесомый жесткий стержень длиной 10 м лежит на двух опорах А и В. В точке С, отстоящей от точки А на расстоянии $s = 4$ м, на стержень действует вертикальная сила $F = 5$ Н (см. рисунок). Определите силу реакции опоры в точке А.



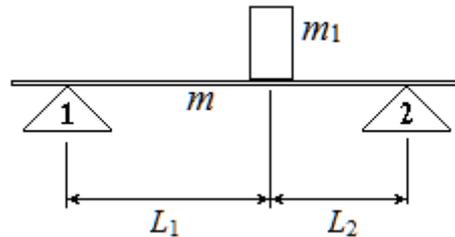
3.11. Какую силу надо приложить к рычагу в точке А, чтобы уравновесить груз массой 0,3 кг? Соотношение плеч измерьте по рисунку.



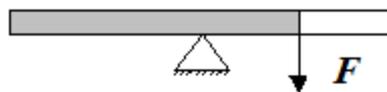
3.12. Однородная балка длиной 2 м и массой 1000 кг удерживается в горизонтальном положении с помощью двух опор А и В, расстояние между которыми равно 0,5 м. На конце балки, в точке С действует вертикальная сила $F = 1$ кН (см. рисунок). Определите силу реакции опоры в точке А.



3.13. Тело массой $m_1 = 80$ кг стоит на балке, опирающейся на две опоры. Расстояния от тела до опор $L_1 = 3$ м и $L_2 = 2$ м (см. рисунок). Найдите силу реакции опоры 1, если масса балки $m = 40$ кг.



3.14. Однородная балка массой 8 кг уравновешена на опоре (см. рисунок). Четвертую часть балки отрезают. Какую вертикальную силу F следует приложить к отрезанному концу для сохранения равновесия балки?

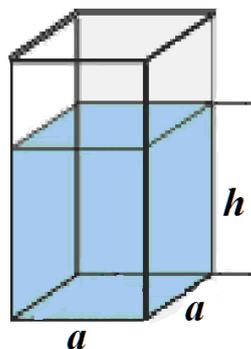


Гидростатика

3.15. Определите давление воды на глубине 20 м. Атмосферное давление принять равным 100 кПа. Плотность воды 10^3 кг/м³.

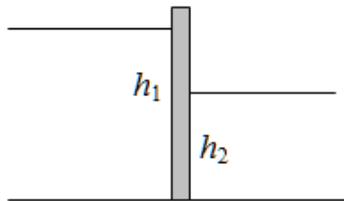
3.16. В цилиндрический сосуд налито равное по массе количество воды и ртути. Общая высота столба жидкостей 146 см. Определите давление этого столба на дно сосуда. Плотность ртути 13 600 кг/м³, плотность воды 1000 кг/м³.

3.17. Сосуд квадратного сечения (сторона квадрата $a = 20$ см) заполнен водой до высоты $h = 40$ см (см. рисунок). Определите силу давления на боковую стенку сосуда. Плотность воды 10^3 кг/м³.

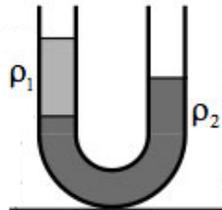


3.18. До какой высоты нужно налить жидкость в цилиндрический сосуд радиусом 6 см, чтобы силы давления на дно и стенки сосуда были одинаковы?

3.19. Канал шириной 8 м перегороден плотиной. Глубина канала с одной стороны плотины $h_1 = 6$ м, с другой стороны плотины $h_2 = 4$ м (см. рисунок). Определите силу давления неподвижной воды на плотину. Плотность воды 10^3 кг/м³.



3.20. В U-образной трубке постоянного сечения находится ртуть (см. рисунок). Какой будет разность в высотах уровня ртути в коленах трубки, если в одну из них налить воду так, что она образует столб высотой 136 мм? Плотность ртути $13,6 \cdot 10^3$ кг/м³, плотность воды 10^3 кг/м³.



3.21. Определите выталкивающую силу, действующую на полностью погруженное в воду тело объемом $0,5$ м³. Плотность воды 10^3 кг/м³.

3.22. Плотность некоторого тела в 1,25 раза больше, чем плотность воды. Во сколько раз вес этого тела в воде будет меньше, чем в воздухе?

3.23. Сплошное тело плавает в воде, причем под водой находится $3/4$ его объема. Объем тела $0,1$ м³. Определите силу тяжести, действующую на тело. Плотность воды 10^3 кг/м³.

3.24. Определите массу (в тоннах) льдины, плавающей в воде, если объем выступающей части льдины 2 м^3 . Плотность воды 10^3 кг/м^3 . Плотность льда 900 кг/м^3 .

3.25. Определите наименьшую площадь плоской однородной льдины толщиной 25 см, способной удержать на воде человека массой 75 кг. Плотность воды 10^3 кг/м^3 . Плотность льда 900 кг/м^3 .

3.26. Определите плотность однородного тела, вес которого в воздухе 2,8 Н, а в воде 1,68 Н. Выталкивающей силой воздуха пренебречь. Плотность воды 1000 кг/м^3 .

3.27. На границе раздела двух несмешивающихся жидкостей с плотностями $\rho_1 = 800 \text{ кг/м}^3$ (масло) и $\rho_2 = 1000 \text{ кг/м}^3$ (вода) плавает однородный шар. Объем части шара, погруженной в масло, в три раза больше объема части шара, погруженной в воду. Определите плотность вещества шара.

3.28. Металлический брусок плавает в сосуде, в который налита ртуть и поверх нее вода. При этом в ртуть брусок погружен на $1/4$ своей высоты, а в воду – на $1/2$ высоты. Определите плотность металла. Плотность воды 1000 кг/м^3 . Плотность ртути $13\,600 \text{ кг/м}^3$.

Ответы к задачам темы 3

3.1. 2; 4 и 5. **3.2.** 80 см. **3.3.** 2 кг. **3.4.** 30 Н. **3.5.** 55 см. **3.6.** 18 см.
3.7. 0,8 м. **3.8.** 20 Н. **3.9.** 100 Н. **3.10.** 3 Н. **3.11.** 1 Н. **3.12.** 13 кН.
3.13. 520 Н. **3.14.** 30 Н. **3.15.** 300 кПа. **3.16.** 27,2 кПа. **3.17.** 160 Н.
3.18. 6 см. **3.19.** 800 кН. **3.20.** 1 см. **3.21.** 5000 Н. **3.22.** 5. **3.23.** 750 Н.
3.24. 18 т. **3.25.** 3 м^2 . **3.26.** 2500 кг/м^3 . **3.27.** 850 кг/м^3 . **3.28.** 3900 кг/м^3 .

Раздел 2 МОЛЕКУЛЯРНАЯ ФИЗИКА И ТЕРМОДИНАМИКА

Тема 4. Молекулярная физика

Физическая величина	Обозначение	Единица измерения
Давление	p	Па (паскаль)
Объем	V	м^3 (метр ³)
Температура	T	К (кельвин)
Молярная масса	M	кг/моль (килограмм/моль)
Концентрация	n	м^{-3} (метр ⁻³)
Количество вещества	ν	моль

Молекулярно-кинетическая теория идеальных газов.

Уравнение состояния идеальных газов

4.1. Найдите массу 25 моль кислорода. Молярная масса кислорода 32 г/моль.

4.2. Какое количество вещества содержит 1,1 кг углекислого газа? Молярная масса углекислого газа 44 г/моль.

4.3. Определите, какое число молекул содержится в 2 м³ газа, если его температура 27 °С, а давление $4,16 \cdot 10^5$ Па.

4.4. Каково давление идеального газа, занимающего объем 2 л, если средняя кинетическая энергия движения молекул этого газа равна 300 Дж?

4.5. Определите температуру азота, если средняя квадратичная скорость его молекул равна 760 м/с. Молярная масса азота 28 г/моль.

4.6. Квадрат средней квадратичной скорости молекул азота, находящегося под давлением 10^5 Па, равен $2 \cdot 10^6$ м²/с². Определите концентрацию молекул азота. Молярная масса азота 28 г/моль.

4.7. В сосуде находится идеальный газ, плотность которого составляет 0,4 кг/м³. Чему равна средняя квадратичная скорость молекул газа, если он оказывает давление на стенки сосуда, равное 81 кПа?

4.8. Плотность гелия при некоторых условиях 0,09 кг/м³. Газ содержит $2,7 \cdot 10^{24}$ молекул. Какой объем занимает гелий? Молярная масса гелия равна 4 г/моль.

4.9. Средняя квадратичная скорость молекул идеального газа при 927 °С равна 640 м/с. Какова средняя квадратичная скорость этих молекул при температуре 27 °С?

4.10. Идеальный газ плотностью $7,3 \text{ кг/м}^3$ находится при температуре $27 \text{ }^\circ\text{C}$ и давлении 414 кПа . Определите массу молекулы этого газа.

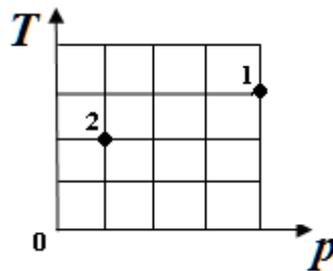
4.11. При понижении температуры идеального газа на 100 К среднеквадратичная скорость движения молекул уменьшилась с $v_1 = 500 \text{ м/с}$ до $v_2 = 300 \text{ м/с}$. Если бы надо было уменьшить среднеквадратичную скорость с $v_1 = 500 \text{ м/с}$ до $v_3 = 400 \text{ м/с}$, то на сколько надо было бы понизить температуру этого же газа?

4.12. В закрытом сосуде содержится 64 г кислорода при температуре $127 \text{ }^\circ\text{C}$ под давлением $8,3 \text{ МПа}$. Определите объем сосуда. Молярная масса кислорода 32 г/моль .

4.13. При температуре 330 К и давлении $0,6 \text{ МПа}$ плотность газа 12 кг/м^3 . Определите молярную массу этого газа.

4.14. В вертикально расположенном цилиндре под подвижным поршнем находится воздух. Поршень опускают, при этом давление возрастает со 125 кПа до 800 кПа , а температура – с 200 К до 300 К . Начальный объем, занимаемый воздухом, 200 л . Определите конечный объем.

4.15. В сосуде находится идеальный газ. Количество вещества постоянно. Объем газа в состоянии 2 равен 24 л . Используя рисунок, определите объем газа в состоянии 1.

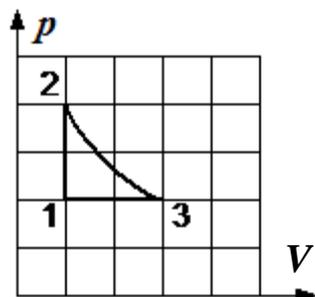


4.16. В баллоне объемом 8 л находится азот массой $1,4 \text{ кг}$ при температуре 500 К . Температуру газа повышают на $100 \text{ }^\circ\text{C}$, при этом часть газа выпускают из баллона, так что в нем остается 20% от первоначальной массы. На сколько уменьшилось давление азота в баллоне? Молярная масса азота 28 г/моль .

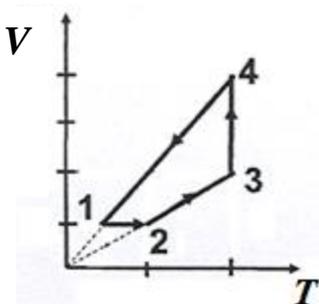
4.17. В сосуде объемом 6 м^3 при температуре $17 \text{ }^\circ\text{C}$ находится 280 г азота и 320 г кислорода. Определите давление смеси газов. Молярная масса азота 28 г/моль . Молярная масса кислорода 32 г/моль .

Изопроцессы

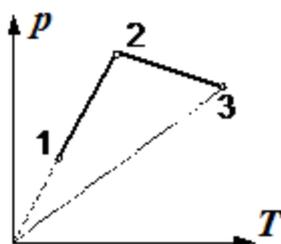
4.18. На рисунке в координатах (p, V) показан циклический процесс $1 - 2 - 3$, который совершает один моль идеального газа, причем переход $2 - 3$ осуществляется при постоянной температуре. Постройте график этого же процесса в координатах (p, T) и (V, T) .



4.19. На рисунке в координатах (V, T) показан циклический процесс $1 - 2 - 3 - 4$, который совершает один моль идеального газа. Постройте график этого же процесса в координатах (p, T) и (p, V) .

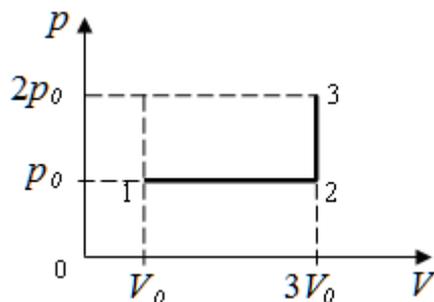


4.20. Дан график зависимости давления некоторой постоянной массы идеального газа от температуры. В каком из состояний газ занимает наибольший объем?



4.21. Идеальный газ нагревают при постоянном давлении. Начальная температура газа 17°C . На сколько нужно изменить температуру газа, чтобы его объем увеличился вдвое?

4.22. Постоянную массу идеального газа переводят из состояния 1 в состояние 3, как показано на рисунке. В состоянии 1 температура газа была равна 200 К. Определите температуру газа в состоянии 2.



4.23. При постоянной температуре давление идеального газа изменяется от 3 кПа до 12 кПа. Каким будет конечный объем газа, если начальный объем, занимаемый газом, составлял $6 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3$?

4.24. Идеальный газ находится в закрытом сосуде. Газ нагревают до температуры $327 \text{ }^\circ\text{C}$. Давление газа при этом изменилось от 2 кПа до 5 кПа. Определите начальную температуру газа.

4.25. При постоянной температуре газ сжимают от объема 7 л до объема 5 л. Давление газа при этом возрастает на 4 кПа. Определите первоначальное давление газа.

4.26. Газ находится в цилиндре с подвижным поршнем и при температуре 300 К занимает объем 250 см^3 . Какой объем займет газ, если температура понизится до 270 К? Давление постоянно.

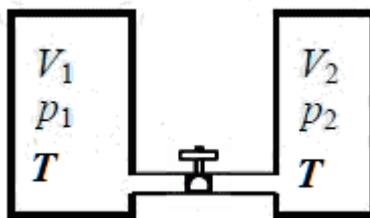
4.27. На сколько градусов необходимо нагреть газ при постоянном давлении, чтобы его объем увеличился в 1,5 раза по сравнению с объемом при $0 \text{ }^\circ\text{C}$?

4.28. В объеме $0,004 \text{ м}^3$ находится газ, масса которого 12 г и температура $177 \text{ }^\circ\text{C}$. При какой температуре плотность этого газа будет 6 кг/м^3 , если давление останется неизменным?

4.29. При нагревании газа постоянного объема на 1 К давление увеличилось на 0,2 %. При какой начальной температуре находился газ?

4.30. Два сосуда соединены тонкой трубкой с краном (см. рисунок). В первом сосуде объемом 15 дм^3 находится газ под давлением $2 \cdot 10^5 \text{ Па}$, во втором – такой же газ под давлением 10^6 Па . Если открыть

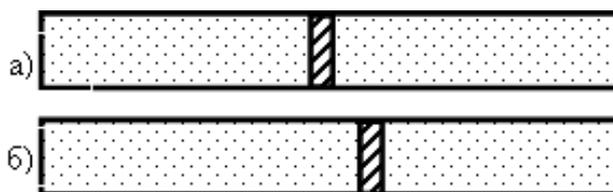
кран, то в обоих сосудах устанавливается давление $4 \cdot 10^5$ Па. Найдите объем второго сосуда. Температура постоянна.



4.31. При уменьшении объема газа в два раза давление увеличилось на 120 кПа, а абсолютная температура возросла на 10 %. Каково было первоначальное давление газа?

4.32. Воздух в цилиндре под поршнем сначала изотермически сжали, увеличив давление в два раза, а затем нагрели при постоянном давлении. В результате объем воздуха увеличился в три раза по сравнению с начальным объемом. До какой температуры нагрели воздух, если его начальная температура была 300 К?

4.33. Теплоизолирующий поршень делит горизонтальный сосуд на две равные части (см. рисунок, а), содержащие газ в одинаковом количестве при температуре 5°C . Длина каждой части 144 мм. Одну часть сосуда нагрели на 18°C , а другую часть – на 2°C . На какое расстояние относительно первоначального положения (см. рисунок, б) сместится поршень?



Ответы к задачам темы 4

- 4.1. 0,8 кг. 4.2. 25 моль. 4.3. $2 \cdot 10^{26}$. 4.4. 10^5 Па. 4.5. 649 К.
 4.6. $3,2 \cdot 10^{24} \text{ м}^{-3}$. 4.7. 780 м/с. 4.8. $0,2 \text{ м}^3$. 4.9. 320 м/с. 4.10. $7,3 \cdot 10^{-26}$ кг.
 4.11. 56,2 К. 4.12. $0,8 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3$. 4.13. 0,055 кг/моль. 4.14. 46,9 л.
 4.15. 9 л. 4.16. 19,7 МПа. 4.17. 8033 Па. 4.20. 3. 4.21. Увеличить на 290 К.
 4.22. 600 К. 4.23. $1,5 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3$. 4.24. 240 К. 4.25. 10 кПа.
 4.26. 225 см^3 . 4.27. 136,5 К. 4.28. 225 К. 4.29. 227°C . 4.30. 5 дм^3 .
 4.31. 100 кПа. 4.32. 1800 К. 4.33. 4 мм.

Тема 5. Термодинамика

Физическая величина	Обозначение	Единица измерения
Удельная теплоемкость	c	Дж/(кг · К) (джоуль/(килограмм · кельвин))
Удельная теплота плавления	λ	Дж/кг (джоуль/килограмм)
Удельная теплота парообразования	r	Дж/кг (джоуль/килограмм)
Удельная теплота сгорания вещества (теплотворная способность)	q	Дж/кг (джоуль/килограмм)
Внутренняя энергия	U	Дж (джоуль)
Количество теплоты	Q	Дж (джоуль)
Коэффициент полезного действия (КПД)	η	—

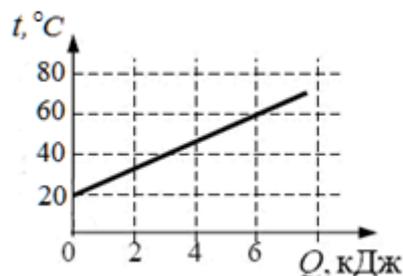
Теплота. Теплоемкость. Уравнение теплового баланса

5.1. На нагревание некоторого вещества массой 200 г от 30 °С до 90 °С затратили 18 кДж энергии. Найдите удельную теплоемкость вещества.

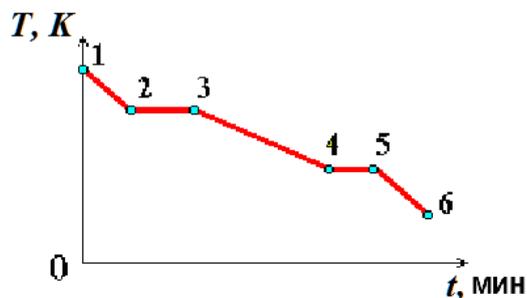
5.2. Температура тела из меди массой 100 г повысилась от 20 °С до 60 °С. Какое количество теплоты получило тело? Удельная теплоемкость меди 380 Дж/(кг · К).

5.3. Для нагревания некоторого вещества массой 2 кг от 20 °С до 85 °С затрачено такое же количество теплоты, как для нагревания той же массы воды на 13 °С. Найдите удельную теплоемкость вещества. Удельная теплоемкость воды 4200 Дж/(кг · К).

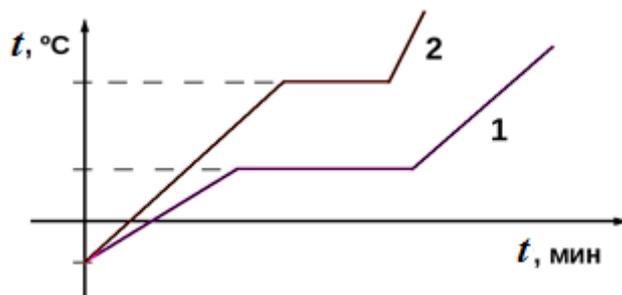
5.4. На графике представлена зависимость температуры тела от подводимого к нему количества теплоты. Масса тела 300 г. Найдите удельную теплоемкость вещества.



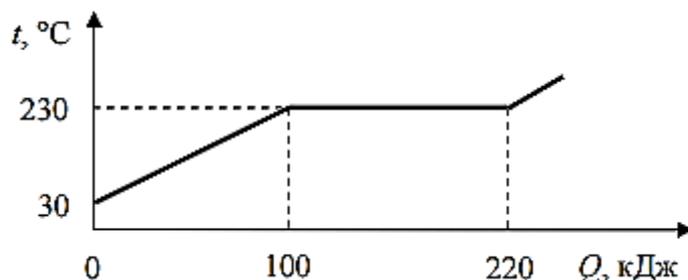
5.5. При охлаждении вещество из газообразного состояния переходит в жидкое, а затем в твердое. На рисунке представлен график зависимости температуры от времени при постоянной мощности теплопередачи. Какой участок графика соответствует процессу кристаллизации вещества?



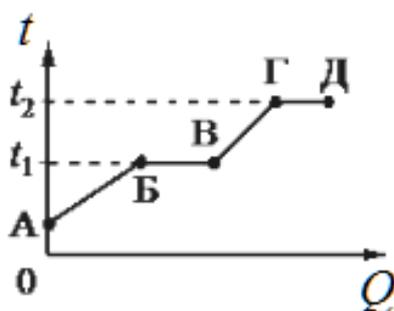
5.6. На рисунке изображены графики зависимости температуры от времени для двух тел одинаковой массы. Первоначально тела находились в твердом состоянии. Количество теплоты, получаемое каждым телом в единицу времени, одинаково. У какого тела больше температура плавления? У какого тела больше удельная теплота плавления? Ответ поясните.



5.7. На графике представлена зависимость температуры тела от подводимого к нему количества теплоты. Масса тела 2 кг. Первоначально тело находилось в твердом состоянии. Определите удельную теплоемкость и удельную теплоту плавления вещества.

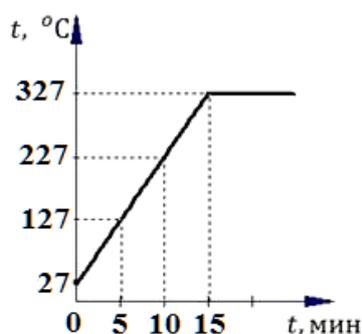


5.8. На графике представлена зависимость температуры вещества от подводимого к нему количества теплоты. Точка А соответствует твердому состоянию вещества. Определите: а) температуру плавления вещества; б) какая точка соответствует жидкому состоянию вещества; в) какой участок соответствует нагреванию жидкого состояния вещества; г) какая точка соответствует газообразному состоянию вещества?

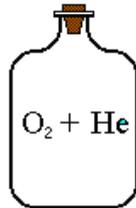


5.9. Какое количество теплоты необходимо затратить, чтобы расплавить 2 кг свинца? Первоначальная температура свинца $227\text{ }^{\circ}\text{C}$, температура плавления свинца $327\text{ }^{\circ}\text{C}$. Удельная теплоемкость свинца $130\text{ Дж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$, удельная теплота плавления свинца $25\text{ кДж}/\text{кг}$.

5.10. На рисунке представлен график зависимости температуры от времени для процесса нагревания слитка свинца массой 1 кг. Какое количество теплоты получил свинец к моменту окончания процесса плавления? Удельная теплоемкость свинца $130\text{ Дж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$, удельная теплота плавления свинца $25\text{ кДж}/\text{кг}$.



5.11. Смесь газов: 2 кг кислорода и 1 кг гелия (см. рисунок) – нагревают на $10\text{ }^{\circ}\text{C}$. Найдите удельную теплоемкость смеси. Удельная теплоемкость чистого кислорода $0,65\text{ кДж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$, чистого гелия $3,12\text{ кДж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$.



5.12. В сосуд наливают 5 кг горячей воды при температуре $80\text{ }^{\circ}\text{C}$ и 3 кг холодной воды при температуре $40\text{ }^{\circ}\text{C}$. Определите установившуюся температуру воды в сосуде. Ответ дать в градусах Цельсия. Теплоемкостью сосуда пренебречь.

5.13. Тело из меди, нагретое до $100\text{ }^{\circ}\text{C}$, опущено в воду, масса которой равна массе медного тела. Тепловое равновесие наступило при температуре $30\text{ }^{\circ}\text{C}$. Определите начальную температуру (в градусах Цельсия) воды. Удельная теплоемкость воды $4200\text{ Дж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$, удельная теплоемкость меди $360\text{ Дж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$.

5.14. Какое количество теплоты надо сообщить 2 кг льда, взятого при температуре $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$, чтобы полностью его растопить? Удельная теплоемкость льда $2100\text{ Дж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$, удельная теплота плавления льда $330\text{ кДж}/\text{кг}$.

5.15. Для того чтобы превратить некоторое количество льда, взятого при температуре $-50\text{ }^{\circ}\text{C}$, в воду с температурой $50\text{ }^{\circ}\text{C}$, требуется затратить 645 кДж энергии. Определите массу льда. Удельная теплоемкость воды $4200\text{ Дж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$, удельная теплоемкость льда $2100\text{ Дж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$, удельная теплота плавления льда $3,3 \cdot 10^5\text{ Дж}/\text{кг}$.

5.16. Какое количество теплоты нужно сообщить 1 кг воды, взятой при $0\text{ }^{\circ}\text{C}$, чтобы нагреть ее до $100\text{ }^{\circ}\text{C}$ и полностью испарить? Удельная теплоемкость воды $4200\text{ Дж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$, удельная теплота парообразования воды $2,3 \cdot 10^6\text{ Дж}/\text{кг}$.

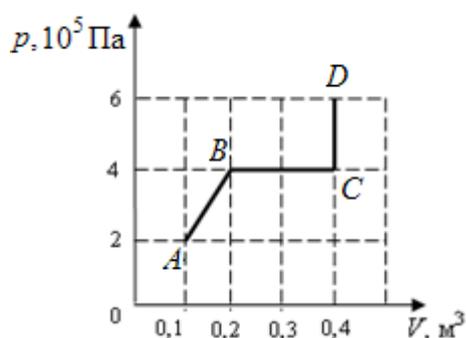
5.17. Какую массу воды можно нагреть до кипения при сжигании в костре $1,8\text{ кг}$ сухих дров, если в окружающую среду рассеивается 95% тепла от их сжигания? Начальная температура воды $20\text{ }^{\circ}\text{C}$, удельная теплота сгорания сухих дров $8,3 \cdot 10^6\text{ Дж}/\text{кг}$, удельная теплоемкость воды $4200\text{ Дж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$.

5.18. Для работы паровой машины расходуется 210 кг угля за 1 час. Охлаждение машины осуществляется водой, которая на входе имеет температуру $17\text{ }^{\circ}\text{C}$, а на выходе $27\text{ }^{\circ}\text{C}$. Определите расход воды за 1 с, если на ее нагревание идет 24 % от общего количества теплоты. Удельная теплоемкость воды $4200\text{ Дж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$, удельная теплота сгорания угля $30\text{ МДж}/\text{кг}$.

5.19. Двигатель реактивного самолета при полете со скоростью $1800\text{ км}/\text{ч}$ развивает силу тяги 86 кН . На работу силы расходуется 20 % выделившейся теплоты. Определите расход (в тоннах) керосина за 1 час полета. Теплотворная способность керосина $4,3 \cdot 10^7\text{ Дж}/\text{кг}$.

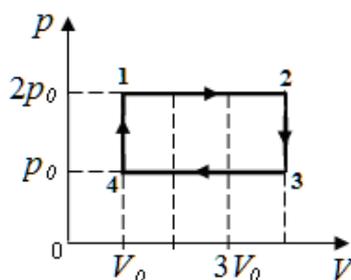
Первое начало термодинамики. Тепловые двигатели. КПД

5.20. Идеальный газ переводят из состояния A в состояние D так, как показано на графике $p(V)$. Определите работу, совершенную газом, на участке BC .

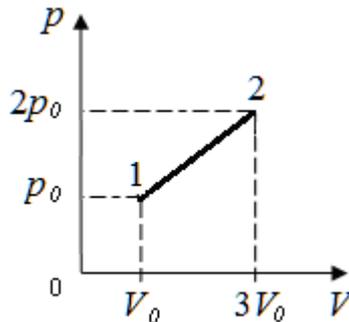


5.21. При постоянном давлении 3 кПа объем газа увеличился от 7 л до 12 л . Определите работу газа.

5.22. Состояние идеального газа изменяют так, как показано на графике $p(V)$. Найдите работу газа на участках $1 - 2$, $2 - 3$, $3 - 4$, $4 - 1$, если $p_0 = 100\text{ кПа}$, $V_0 = 2\text{ л}$.



5.23. Идеальный газ переводят из состояния 1 в состояние 2 так, как показано на графике $p(V)$. Найдите работу, совершенную газом, если $p_0 = 500$ Па, $V_0 = 1$ м³.



5.24. Газ нагревают при постоянном давлении 300 кПа, при этом температура газа увеличивается в три раза. Определите начальный объем газа, если при расширении он совершает работу 18 кДж.

5.25. Определите внутреннюю энергию идеального одноатомного газа в количестве 3 моль при температуре 127 °С.

5.26. Определите температуру идеального одноатомного газа в количестве 2 моль, если известно, что его внутренняя энергия равна 8310 Дж?

5.27. Определите давление идеального одноатомного газа, занимающего объем 2 л, если его внутренняя энергия равна 300 Дж.

5.28. Какое количество теплоты получено газом, если при уменьшении внутренней энергии на 100 Дж он совершил работу 300 Дж?

5.29. Идеальному газу сообщают некоторое количество теплоты, в результате чего газ совершает работу, равную 2 кДж, а его внутренняя энергия увеличивается на 10 кДж. Какое количество теплоты получил газ?

5.30. Идеальный газ получил количество теплоты 250 Дж и совершил работу 200 Дж. Определите изменение внутренней энергии газа.

5.31. Какое количество теплоты получил идеальный газ, если работа газа составила 600 Дж, а его внутренняя энергия увеличилась на 250 Дж?

5.32. Какое количество идеального одноатомного газа можно нагреть на 5 К, подведя к нему 41,5 Дж теплоты? Давление газа постоянно.

5.33. При изобарном нагревании одноатомного газа ему сообщили количество теплоты 10 кДж. Определите работу газа в этом процессе.

5.34. Идеальный одноатомный газ изобарно нагревают, при этом газу было сообщено количество теплоты 290 Дж. Определите изменение внутренней энергии газа.

5.35. При изобарном нагревании газу было сообщено 16 Дж теплоты, в результате чего внутренняя энергия газа увеличилась на 8 Дж, а его объем возрос на $0,002 \text{ м}^3$. Найдите, при каком давлении находится газ?

5.36. Определите КПД идеального теплового двигателя, если температура нагревателя $127 \text{ }^\circ\text{C}$, а холодильника $27 \text{ }^\circ\text{C}$.

5.37. Определите температуру нагревателя идеального теплового двигателя, если его КПД равно 20 %, а разность температур нагревателя и холодильника составляет $80 \text{ }^\circ\text{C}$.

5.38. В идеальной тепловой машине за счет каждого килоджоуля энергии, получаемой от нагревателя, совершается работа 300 Дж. Определите КПД машины и температуру нагревателя, если температура холодильника 280 K .

5.39. Идеальная тепловая машина отдает холодильнику 50 % теплоты, полученной от нагревателя. Определите температуру нагревателя (в градусах Цельсия), если температура холодильника $27 \text{ }^\circ\text{C}$.

5.40. Коэффициент полезного действия идеальной тепловой машины равен 80 %. Во сколько раз температура нагревателя больше температуры холодильника?

5.41. Коэффициент полезного действия теплового двигателя 30 %. Чему станет равен коэффициент полезного действия двигателя, если количество теплоты, которое получает рабочее тело от нагревателя, увеличить на 20 %, а количество теплоты, отданное холодильнику, уменьшить на 16 %?

Ответы к задачам темы 5

5.1. $1500 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot \text{K})$. **5.2.** 1520 Дж. **5.3.** $840 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot \text{K})$. **5.4.** $500 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot \text{K})$.
5.5. 4 – 5. **5.6.** 2; 1. **5.7.** $250 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot \text{K})$; $60 \text{ кДж}/\text{кг}$. **5.8.** а) t_1 ; б) В; в) ВГ; г) Д. **5.9.** 76 кДж . **5.10.** 64 кДж . **5.11.** $1,47 \text{ кДж}/(\text{кг} \cdot \text{K})$. **5.12.** $65 \text{ }^\circ\text{C}$.
5.13. $24 \text{ }^\circ\text{C}$. **5.14.** 744 кДж . **5.15.** 1 кг. **5.16.** 2720 кДж . **5.17.** 2,2 кг.
5.18. 10 кг. **5.19.** 18 т. **5.20.** 80 кДж . **5.21.** 15 Дж. **5.22.** 1,2 кДж; 0; -600 Дж ; 0. **5.23.** 1500 Дж. **5.24.** $0,03 \text{ м}^3$. **5.25.** 15 кДж . **5.26.** 333,3 К.
5.27. 10^5 Па . **5.28.** 200 Дж. **5.29.** 12 кДж . **5.30.** 50 Дж. **5.31.** 850 Дж.
5.32. 0,4 моль. **5.33.** 4 кДж . **5.34.** 174 Дж. **5.35.** 4 кПа. **5.36.** 25 %.
5.37. 400 К. **5.38.** 30 %; 400 К. **5.39.** $327 \text{ }^\circ\text{C}$. **5.40.** 5. **5.41.** 51 %.

Раздел 3 ЭЛЕКТРОМАГНЕТИЗМ

Тема 6. Электростатика

Физическая величина	Обозначение	Единица измерения
Электрический заряд	q	Кл (кулон)
Напряженность электрического поля	\vec{E}	В/м (вольт/метр)
Потенциал электрического поля	φ	В (вольт)
Емкость	C	Ф (фарад)
Диэлектрическая проницаемость среды	ϵ	–

Закон Кулона. Напряженность электрического поля

6.1. На двух одинаковых металлических шарах находятся положительный заряд q и отрицательный заряд $-5q$. Шары соприкасаются. Каким станет заряд на каждом шаре?

6.2. Металлическая поверхность, имеющая отрицательный заряд $-15e$ (e – заряд электрона), при освещении потеряла шесть электронов. Каким стал заряд поверхности?

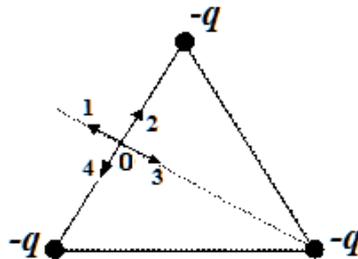
6.3. Два точечных заряда 5 мкКл и -5 мкКл находятся в воздухе на расстоянии 5 см. С какой силой взаимодействуют заряды?

6.4. Два точечных заряда 2 мКл и 6 мкКл находятся в воздухе и взаимодействуют с силой 108 Н. На каком расстоянии находятся заряды?

6.5. Два одинаковых точечных заряда находятся в воздухе на расстоянии 400 см и взаимодействуют с силой 90 Н. Определите величину каждого заряда.

6.6. Два маленьких одинаковых шарика с зарядами $0,5$ мкКл и $1,5$ мкКл находятся на некотором расстоянии друг от друга. Шары привели в соприкосновение и вновь развели на прежнее расстояние. Во сколько раз изменилась сила их взаимодействия?

6.7. В вершинах равностороннего треугольника находятся три одинаковых отрицательных заряда (см. рисунок). В точку O помещают положительный заряд. На этот заряд со стороны результирующего электрического поля будет действовать сила, направление которой указывает стрелка. Укажите номер стрелки.

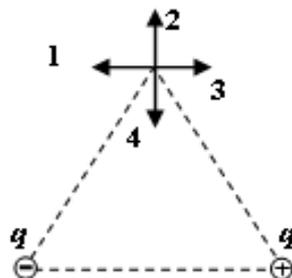


6.8. Два одинаковых точечных заряда находятся в воздухе на расстоянии r_1 и взаимодействуют с силой F . Эти же заряды помещают в диэлектрик ($\epsilon = 4$) на расстоянии 30 см, при этом сила взаимодействия между ними остается равной F . Определите расстояние r_1 .

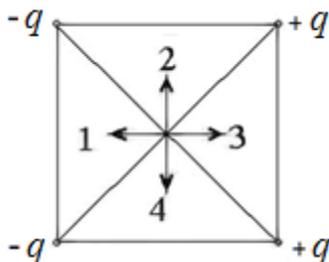
6.9. Заряженный шарик приводят в соприкосновение с точно таким же незаряженным шариком. Затем шарики разводят на расстояние 15 см, и при этом они отталкиваются с силой 100 мН. Каков был первоначально заряд шарика?

6.10. Сила, действующая со стороны электрического поля на заряд 20 мКл, равна 4 Н. Найдите напряженность поля в этой точке.

6.11. В двух вершинах равностороннего треугольника расположены электрические заряды (см. рисунок). Какая стрелка указывает направление вектора напряженности в третьей вершине треугольника?

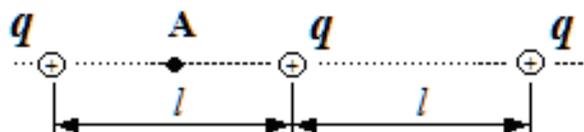


6.12. В вершинах квадрата расположены электрические заряды (см. рисунок). Какая стрелка указывает направление вектора напряженности в центре квадрата?



6.13. Два одинаковых точечных заряда 3 нКл и -2 нКл находятся в воздухе на расстоянии 30 см . Определите напряженность электрического поля в точке, находящейся на середине прямой линии, соединяющей эти заряды.

6.14. Три одинаковых точечных заряда величиной 10^{-9} Кл закреплены в вакууме на одной прямой (см. рисунок). Расстояние $l = 2 \text{ см}$. Определите напряженность электрического поля в точке А, которая находится в середине отрезка, соединяющего первый и второй заряды.

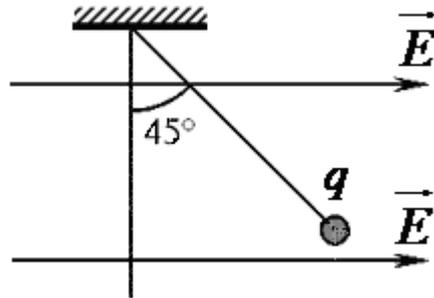


6.15. Напряженность электрического поля точечного заряда на расстоянии 10 см от него 200 В/м . Определите напряженность поля этого заряда на расстоянии 20 см от него.

6.16. В точке А напряженность поля точечного заряда 36 В/м , а в точке С напряженность 9 В/м . Найдите напряженность электрического поля этого заряда в точке В, лежащей посередине между точками А и С (см. рисунок).



6.17. Подвешенный на длинной непроводящей нити маленький шарик массой 0,5 г, несущий заряд 10^{-8} Кл, находится в однородном горизонтальном электрическом поле (см. рисунок). Нить составляет угол 45° с вертикалью. Чему равна напряженность электрического поля?



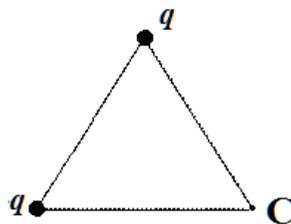
6.18. На нити в воздухе висит неподвижно маленький шарик массой m , имеющий заряд 1 мкКл. Внизу на расстоянии 30 см от него по вертикали расположен такой же одноименный точечный заряд. Натяжение нити 20 мН. Определите массу шарика.

6.19. Электрон движется в однородном электрическом поле напряженностью 0,91 кВ/м. Найдите ускорение, с которым движется электрон.

Потенциал электрического поля. Разность потенциалов

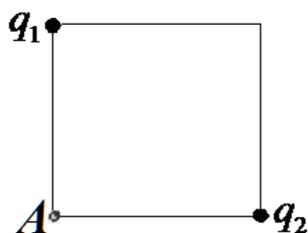
6.20. Определите потенциал электрического поля заряда 1,2 нКл на расстоянии 10 см от него.

6.21. В двух вершинах равностороннего треугольника со стороной 0,3 м расположены два одинаковых положительных точечных заряда по 0,4 мкКл (см. рисунок). Найдите потенциал электрического поля в третьей вершине треугольника (точка С).

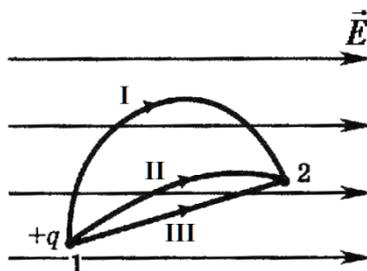


6.22. Заряды $q_1 = 6$ нКл и $q_2 = -4$ нКл расположены на расстоянии 1,2 м. Найдите расстояние от заряда q_1 до точки, лежащей на прямой, соединяющей заряды, в которой потенциал результирующего поля равен нулю.

6.23. В двух противоположных вершинах квадрата со стороной 6 см находятся точечные заряды $q_1 = -1,2$ нКл и $q_2 = 1,6$ нКл. Определите модуль вектора напряженности и потенциал электрического поля этих зарядов в вершине А (см. рисунок).



6.24. Положительный заряд q может перемещаться в однородном электростатическом поле из точки 1 в точку 2 по разным траекториям (см. рисунок). Сравните работу силы электрического поля при перемещении заряда по указанным траекториям.



6.25. Заряд 12 мкКл перемещают в электрическом поле из точки 1 в точку 2, совершая работу 0,36 мДж. Определите разность потенциалов между этими точками поля.

6.26. Какую работу совершает электрическое поле при перемещении заряда 20 нКл из точки с потенциалом 100 В в точку с потенциалом 400 В?

6.27. В электростатическом поле потенциал точки 1 $\varphi_1 = -700$ В, потенциал точки 2 $\varphi_2 = -1500$ В. При перемещении заряда q из точки 1 в точку 2 силы электрического поля совершают работу -40 мкДж. Определите величину заряда.

6.28. Электрон движется в электрическом поле вдоль силовой линии от точки 1 в точку 2, при этом скорость электрона уменьшается от $3 \cdot 10^6$ м/с до $2 \cdot 10^6$ м/с. Определите разность потенциалов между этими точками поля.

6.29. Две параллельные горизонтально расположенные металлические пластины заряжены до разности потенциалов 3 кВ. На заряд 10^{-4} Кл, помещенный между пластинами, со стороны поля действует сила, равная 3 Н. На каком расстоянии друг от друга находятся пластины?

Емкостные конденсаторы

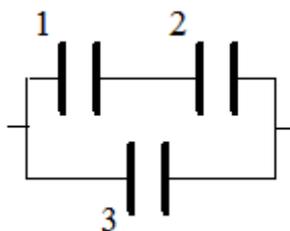
6.30. Определите электрическую емкость металлического шарика радиусом 2 см.

6.31. Найдите емкость плоского конденсатора, состоящего из двух круглых металлических пластин диаметром 10 см, разделенных диэлектриком ($\epsilon = 2$) толщиной 1 мм.

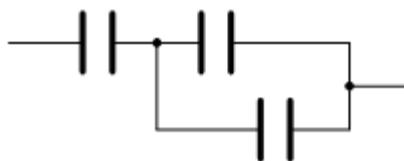
6.32. Воздушный конденсатор образован двумя квадратными металлическими пластинами, отстоящими друг от друга на расстоянии 0,88 мм. Чему должна быть равна сторона квадрата, чтобы емкость конденсатора составляла 1 пФ?

6.33. Плоский воздушный конденсатор емкостью 1 мкФ соединили с источником напряжения, в результате чего конденсатор приобрел заряд 10 мкКл. Напряженность поля внутри конденсатора 2 кВ/м. Определите расстояние между пластинами конденсатора.

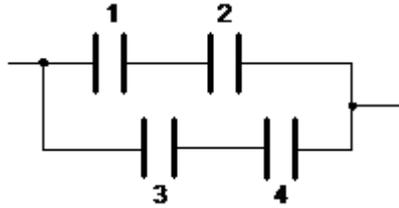
6.34. Три конденсатора соединены, как показано на рисунке. $C_1 = 4$ нФ, $C_2 = 6$ нФ, $C_3 = 8$ нФ. Определите емкость всей системы.



6.35. В системе конденсаторов, изображенной на рисунке, емкость каждого конденсатора равна 3 мкФ. Определите емкость всей системы.



6.36. В системе конденсаторов, изображенной на рисунке, электроемкости конденсаторов $C_1 = C_2 = 2 \text{ мкФ}$, $C_3 = 4 \text{ мкФ}$, $C_4 = 6 \text{ мкФ}$. Определите электроемкость всей системы.



6.37. Плоский воздушный конденсатор емкостью $C_1 = 12 \text{ нФ}$ заполняют диэлектриком ($\epsilon = 2$), затем к нему последовательно подключают воздушный конденсатор емкостью C_2 . Получившаяся система конденсаторов имеет емкость 12 нФ . Определите C_2 .

6.38. Конденсаторы емкостями 2 мкФ и 8 мкФ соединены последовательно и подключены к источнику напряжения 200 В . Определите напряжение на первом конденсаторе.

6.39. Конденсатор, имеющий емкость 100 мкФ , заряжен до разности потенциалов 100 В . Какое количество теплоты выделится, если пластины конденсатора замкнуть проводником?

6.40. Два последовательно соединенных конденсатора емкостями 2 мкФ и 6 мкФ зарядили от источника постоянного напряжения 120 В . Какая энергия выделится, если, отключив источник, конденсаторы замкнуть проводником?

Ответы к задачам темы 6

6.1. $-2q$. 6.2. $-9e$. 6.3. 90 Н . 6.4. 1 м . 6.5. $0,4 \text{ мКл}$. 6.6. Увеличилась в 1,3 раза. 6.7. 3 . 6.8. 60 см . 6.9. 1 мКл . 6.10. 200 В/м . 6.11. 1 . 6.12. 1 . 6.13. 2 кВ/м . 6.14. 10 кВ/м . 6.15. 50 В/м . 6.16. 16 В/м . 6.17. 500 кВ/м . 6.18. 12 г . 6.19. $1,6 \cdot 10^{14} \text{ м/с}^2$. 6.20. 108 В . 6.21. 24 кВ . 6.22. $0,72 \text{ м}$. 6.23. 5 кВ/м ; 60 В . 6.24. Работа одинакова при перемещении по всем траекториям. 6.25. 30 В . 6.26. $-0,6 \cdot 10^{-5} \text{ Дж}$. 6.27. -50 нКл . 6.28. $14,2 \text{ В}$. 6.29. 10 см . 6.30. $222,3 \cdot 10^{-14} \text{ Ф}$. 6.31. $1,39 \cdot 10^{-10} \text{ Ф}$. 6.32. $0,99 \text{ см}$. 6.33. 5 мм . 6.34. $10,4 \text{ нФ}$. 6.35. 2 мкФ . 6.36. $3,4 \text{ мкФ}$. 6.37. 24 нФ . 6.38. 160 В . 6.39. $0,5 \text{ Дж}$. 6.40. $10,8 \text{ мДж}$.

Тема 7. Постоянный ток

Физическая величина	Обозначение	Единица измерения
Сила тока	I	А (ампер)
Напряжение	U	В (вольт)
Электродвижущая сила (ЭДС)	ε	В (вольт)
Сопротивление	R	Ом (ом)
Удельное сопротивление	ρ	Ом · м (ом · метр)

Сила тока. Напряжение. Сопротивление. Закон Ома

7.1. Конденсатор емкостью 5 мкФ, заряженный до разности потенциалов 100 В, разрядился по проводу за время 1 мс. Определите среднюю силу тока при разрядке.

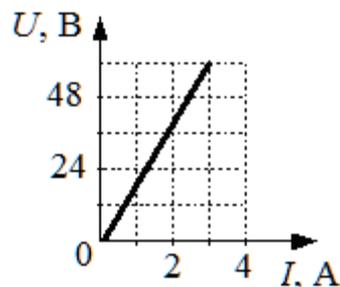
7.2. Определите напряжение на проводнике, имеющем сопротивление 10 Ом, если известно, что за 4 мин по проводнику прошел заряд 120 Кл.

7.3. Медная проволока имеет электрическое сопротивление 12 Ом. Чему равно электрическое сопротивление другой медной проволоки, у которой в четыре раза меньше длина и в шесть раз меньше площадь поперечного сечения?

7.4. Отрезок медной проволоки длиной 5 м имеет массу 8,9 г. Плотность меди $8,9 \cdot 10^3$ кг/м³, удельное сопротивление меди $17 \cdot 10^{-9}$ Ом · м. Определите сопротивление проволоки.

7.5. Как и во сколько раз изменится сила тока, идущего через проводник, если напряжение между концами проводника уменьшить в четыре раза, а длину проводника увеличить в четыре раза?

7.6. На рисунке представлен график зависимости напряжения на концах резистора от силы тока, текущего через него. Определите сопротивление резистора.

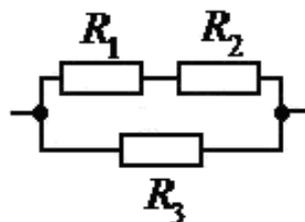


7.7. Какое нужно приложить напряжение к проводнику сопротивлением 25 Ом, чтобы сила тока в проводнике была равна 0,6 А?

7.8. Замкнутая электрическая цепь состоит из источника тока и резистора. Рассчитайте внутреннее сопротивление источника, если ЭДС источника 8 В, сопротивление резистора 4 Ом, сила тока в цепи 1,6 А.

7.9. Электрическая цепь состоит из источника тока с ЭДС 10 В, внутренним сопротивлением 1 Ом и резистора. Сила тока в цепи 2 А. Определите сопротивление резистора.

7.10. Три резистора сопротивлениями $R_1 = R_2 = 2$ Ом и $R_3 = 4$ Ом соединены, как показано на рисунке. Чему равно общее сопротивление участка цепи?



7.11. Резисторы, сопротивления которых 20 Ом и 50 Ом, соединены последовательно и подключены к источнику тока. Напряжение на первом резисторе 2 В. Чему равно напряжение на втором резисторе?

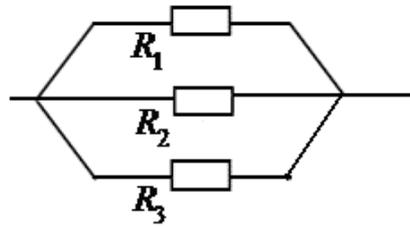
7.12. Резисторы, сопротивления которых 10 Ом и 30 Ом, соединены последовательно и подключены к источнику постоянного напряжения 8 В. Определите силу тока в цепи.

7.13. В электрическую цепь включены последовательно три резистора сопротивлениями 1 Ом, 2 Ом и 3 Ом. Напряжение на втором резисторе 1,2 В. Определите силу тока в цепи.

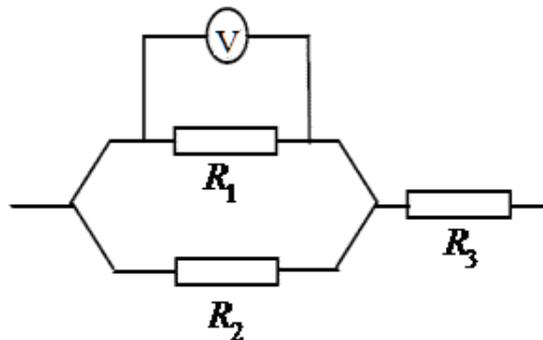
7.14. Два резистора сопротивлениями 1,2 Ом и 2,4 Ом соединены последовательно и подключены к батарейке. Сила тока в цепи 2 А. Определите напряжение на клеммах батарейки.

7.15. На рисунке представлен участок цепи постоянного тока. Сопротивления резисторов $R_1 = 20$ Ом, $R_2 = 15$ Ом. Сила тока, протекающего через первый резистор, $I_1 = 0,3$ А, сила тока через второй резистор

$I_2 = 0,4$ А, сила тока через третий резистор $I_3 = 0,5$ А. Определите сопротивление резистора R_3 .

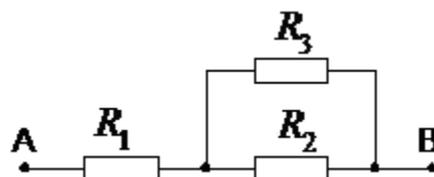


7.16. На рисунке представлен участок цепи постоянного тока. Сопротивления резисторов $R_1 = 10$ Ом, $R_2 = 20$ Ом, $R_3 = 12$ Ом. Показания идеального вольтметра составляют 12 В. Определите силу тока I_3 , протекающего через третий резистор.



7.17. При замыкании источника тока на внешнее сопротивление 4 Ом в цепи протекает ток 0,3 А, а при замыкании на сопротивление 7 Ом протекает ток 0,2 А. Определите ток короткого замыкания.

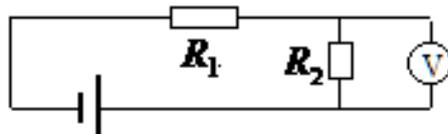
7.18. Определите напряжение на участке АВ (см. рисунок), если через резистор R_3 протекает ток $I_3 = 1$ мА. Сопротивление резисторов: $R_1 = 10$ кОм, $R_2 = 20$ кОм, $R_3 = 30$ кОм.



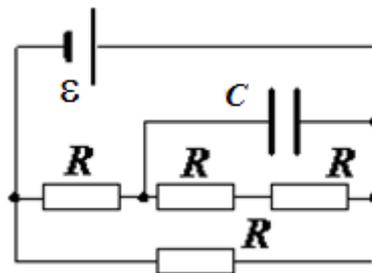
7.19. Кусок проволоки сопротивлением 100 Ом разрезали на пять равных частей и полученные части соединили параллельно. Каково сопротивление соединенной таким образом проволоки?

7.20. При сопротивлении внешней цепи 1 Ом напряжение на зажимах источника 1,5 В, а при сопротивлении 2 Ом напряжение 2 В. Определите ЭДС источника.

7.21. На рисунке представлена электрическая цепь. Электродвижущая сила источника 16 В, внутреннее сопротивление источника 2 Ом, сопротивления $R_1 = 10$ Ом, $R_2 = 8$ Ом. Считая вольтметр идеальным, определите его показания.



7.22. Определите напряженность электрического поля между пластинами воздушного конденсатора в электрической цепи (см. рисунок), если расстояние между его пластинами равно 1 мм, сопротивление всех резисторов одинаково, а напряжение на клеммах источника равно 4,5 В?



Работа и мощность тока. Закон Джоуля – Ленца

7.23. При силе тока в электрической цепи 0,5 А сопротивление лампы равно 6 Ом. Определите мощность электрического тока, выделяющуюся на нити лампы.

7.24. Какая мощность выделяется в электролампе сопротивлением 100 Ом, подключенной к сети напряжением 200 В?

7.25. Электрический чайник мощностью 1800 Вт рассчитан на включение в электрическую сеть напряжением 120 В. Определите сопротивление нагревательного элемента чайника.

7.26. Как и во сколько раз изменится ток в цепи, подключенной к источнику постоянного напряжения 200 В, если вместо электролампы мощностью 200 Вт будут включены параллельно две электролампы по 250 Вт?

7.27. Сколько энергии израсходовала электрическая лампа накаливания за 5 мин при напряжении 220 В, если ее сопротивление равно 440 Ом?

7.28. При параллельном соединении проводников сопротивлениями 6 Ом и 10 Ом и включении их в электрическую сеть выделяется 40 кДж теплоты. Сколько выделится теплоты за такой же промежуток времени, если эти проводники соединить последовательно и включить в ту же сеть?

7.29. Клеммы источника замыкают первый раз проводником сопротивлением 4 Ом, второй раз – проводником сопротивлением 9 Ом. Выделяемая в проводниках мощность в обоих случаях одинакова. Определите внутреннее сопротивление источника.

7.30. Какой ток надо пропустить через железную проволоку длиной 1 м, массой 10^{-3} кг, чтобы нагреть ее за 1 с от температуры 0°C до температуры плавления 1600°C ? Передачу тепла другим телам не учитывать. Удельная теплоемкость железа $500 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot \text{K})$, удельное сопротивление железа $12 \cdot 10^{-8} \text{ Ом} \cdot \text{м}$, плотность железа $7900 \text{ кг}/\text{м}^3$.

7.31. Электрический нагреватель имеет КПД 80 %. За время 350 с воду массой 1 кг доводят до кипения. Начальная температура воды 20°C . Удельная теплоемкость воды $4,2 \text{ кДж}/(\text{кг} \cdot \text{K})$. Определите мощность нагревателя.

7.32. Электровоз движется со скоростью 15 м/с и развивает среднюю силу тяги 68,6 кН. Определите величину потребляемого тока, если напряжение в линии 1,5 кВ, а КПД двигателя 92 %.

Ответы к задачам темы 7

7.1. 0,5 А. **7.2.** 5 В. **7.3.** 18 Ом. **7.4.** 0,425 Ом. **7.5.** Уменьшится в 16 раз.
7.6. 20 Ом. **7.7.** 15 В. **7.8.** 1 Ом. **7.9.** 4 Ом. **7.10.** 2 Ом. **7.11.** 5 В.
7.12. 0,2 А. **7.13.** 0,6 А. **7.14.** 7,2 В. **7.15.** 12 Ом. **7.16.** 1,8 А. **7.17.** 0,9 А.
7.18. 55 В. **7.19.** 4 Ом. **7.20.** 3 В. **7.21.** 6,4 В. **7.22.** 3 кВ/м. **7.23.** 1,5 Вт.
7.24. 400 Вт. **7.25.** 8 Ом. **7.26.** Увеличится в 2,5 раза. **7.27.** 33 кДж.
7.28. 9,4 кДж. **7.29.** 6 Ом. **7.30.** 29 А. **7.31.** 1,2 кВт. **7.32.** 745,6 А.

Тема 8. Магнитное поле

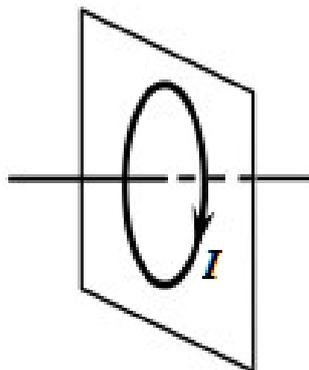
Физическая величина	Обозначение	Единица измерения
Индукция магнитного поля	\vec{B}	Тл (тесла)
Магнитный поток	Φ	Вб (вебер)
Электродвижущая сила индукции (ЭДС индукции)	\mathcal{E}_i	В (вольт)
Электродвижущая сила самоиндукции (ЭДС самоиндукции)	\mathcal{E}_{si}	В (вольт)
Индуктивность	L	Гн (генри)

Индукция магнитного поля. Принцип суперпозиции магнитных полей. Сила Ампера. Сила Лоренца

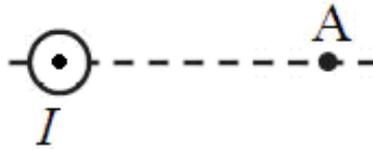
8.1. На рисунке изображен проволочный виток, по которому течет электрический ток в направлении, указанном стрелкой. Виток расположен в горизонтальной плоскости. Как направлен вектор магнитной индукции в центре витка?



8.2. На рисунке изображен проволочный виток, по которому течет электрический ток в направлении, указанном стрелкой. Виток расположен в вертикальной плоскости. Как направлен вектор магнитной индукции в центре витка?



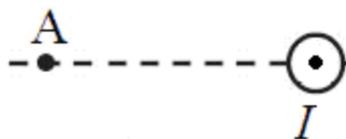
8.3. На рисунке изображен линейный проводник, расположенный перпендикулярно плоскости чертежа. По проводнику течет ток I . Определите направление вектора магнитной индукции в точке A .



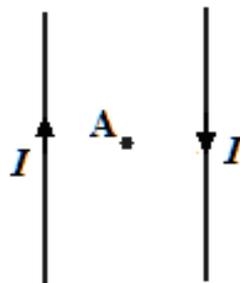
8.4. На рисунке изображен линейный проводник, расположенный перпендикулярно плоскости чертежа. По проводнику течет ток I . Определите направление вектора магнитной индукции в точке A .



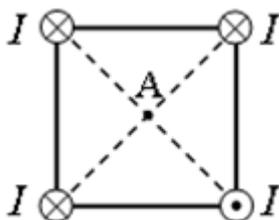
8.5. По линейному проводнику течет ток I (см. рисунок). Как направлен вектор индукции создаваемого им магнитного поля в точке A ?



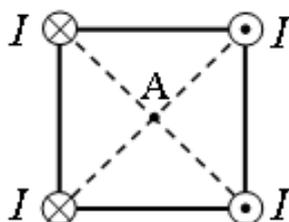
8.6. По двум проводникам, параллельным друг другу, текут одинаковые токи (см. рисунок). Как направлен вектор индукции создаваемого ими магнитного поля в точке A , находящейся посередине между проводниками?



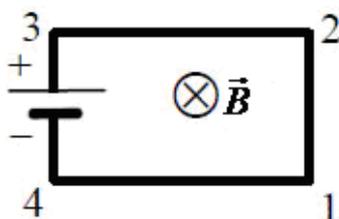
8.7. По каждому из четырех длинных прямых параллельных проводников, проходящих через вершины квадрата перпендикулярно его плоскости, течет одинаковый по величине ток. Как направлен вектор индукции магнитного поля, создаваемого этими токами, в центре квадрата, в точке A ?



8.8. По каждому из четырех длинных прямых параллельных проводников, проходящих через вершины квадрата перпендикулярно его плоскости, течет одинаковый по величине ток. Как направлен вектор индукции создаваемого ими магнитного поля в центре квадрата, в точке A ?

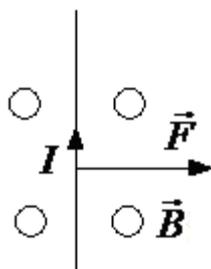


8.9. Электрическая цепь, состоящая из четырех проводников ($1 - 2$, $2 - 3$, $3 - 4$, $4 - 1$) и источника постоянного тока, находится в однородном магнитном поле с индукцией B (см. рисунок, вид сверху). Укажите направление силы Ампера, действующей на проводник $1 - 2$.

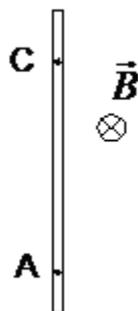


8.10. Прямой проводник с током помещен в однородное магнитное поле с индукцией B . На проводник со стороны поля действует сила

Ампера (см. рисунок). Определите направление вектора магнитной индукции поля.



8.11. Прямой проводник с током помещен в однородное магнитное поле перпендикулярно линиям магнитной индукции (см. рисунок). Как направлена сила Ампера, действующая на проводник, если потенциал точки А больше потенциала точки С?

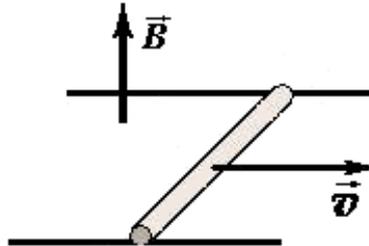


8.12. На прямой проводник длиной 0,5 м, расположенный перпендикулярно к линиям индукции магнитного поля, действует со стороны поля сила 0,12 Н. Определите ток, протекающий в проводнике, если магнитная индукция равна 20 мТл.

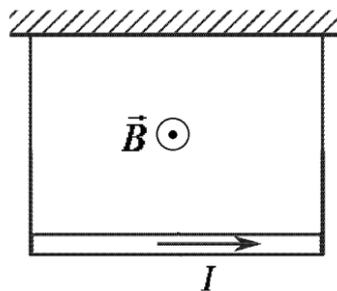
8.13. Какова индукция магнитного поля, в котором на прямой провод длиной 10 см, расположенный под углом 30° к линиям индукции, действует со стороны поля сила 0,3 Н, когда по нему проходит ток 5 А?

8.14. Проводник с током 50 А длиной 8 см расположен в однородном магнитном поле с индукцией 20 мТл перпендикулярно линиям магнитной индукции. Определите работу силы Ампера при перемещении проводника на 10 см перпендикулярно линиям индукции.

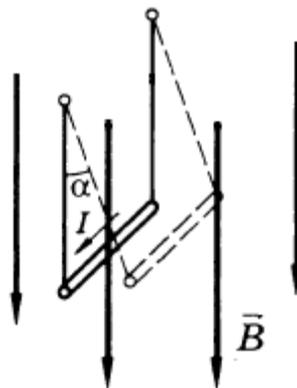
8.15. Горизонтальные рельсы находятся на расстоянии 0,3 м друг от друга. На них перпендикулярно рельсам лежит проводник массой 500 г (см. рисунок). Какой должна быть индукция магнитного поля, чтобы проводник двигался равномерно, если по нему пропускать электрический ток 50 А? Коэффициент трения стержня о рельсы 0,2.



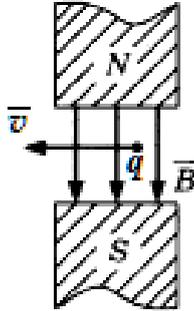
8.16. Прямой проводник длиной 20 см и массой 5 г подвешен горизонтально на двух легких нитях в однородном магнитном поле (см. рисунок) с индукцией 4 мТл. При какой силе тока в проводнике нити разорвутся? Каждая нить разрывается при нагрузке 39 мН.



8.17. Проводник массой 100 г и длиной 10 см подвешен на тонких нитях в однородном вертикальном магнитном поле с индукцией 1 Тл (см. рисунок). На какой угол α от вертикали отклонится проводник при пропускании по нему тока 10 А?



8.18. Положительно заряженная частица движется между полюсами магнита (см. рисунок). Как направлена сила, действующая на частицу со стороны магнитного поля?



8.19. Протон движется со скоростью 10^6 м/с перпендикулярно линиям индукции однородного магнитного поля. Найдите силу, действующую на протон в магнитном поле, если индукция $B = 10$ Тл.

8.20. На заряд $0,2$ Кл, движущийся со скоростью 2 м/с под углом 30° к направлению индукции магнитного поля, действует со стороны поля сила 5 Н. Чему равна индукция этого поля?

8.21. Электрон движется в однородном магнитном поле с индукцией $0,015$ Тл по окружности радиусом 5 см. Определите импульс электрона.

8.22. Заряженная частица с кинетической энергией $0,5$ кэВ ($1\text{эВ} = 1,6 \cdot 10^{-19}$ Дж) движется в однородном магнитном поле по окружности. На частицу со стороны поля действует сила, равная $1,6 \cdot 10^{-13}$ Н. Определите радиус окружности.

8.23. Какую ускоряющую разность потенциалов должна пройти частица массой $0,5$ мг и зарядом 2 мкКл, чтобы в однородном магнитном поле с индукцией 5 мТл на нее действовала бы сила $2 \cdot 10^{-6}$ Н? Магнитное поле направлено перпендикулярно скорости частицы. Первоначально частица покоилась.

8.24. Определите частоту обращения электрона по круговой орбите в магнитном поле, индукция которого $0,3$ Тл.

8.25. Частица массой 10 мг и зарядом 1 мкКл ускоряется однородным электрическим полем с напряженностью 10 кВ/м в течение времени 10 с. Затем она влетает в однородное магнитное поле с индукцией $2,5$ Тл, силовые линии которого перпендикулярны скорости частицы. Найдите силу, действующую на частицу со стороны магнитного поля. Начальная скорость частицы равна нулю.

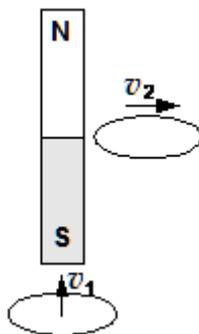
8.26. Электрон ускоряется однородным электрическим полем, напряженность которого $1,6 \text{ кВ/м}$. Пройдя в электрическом поле некоторый путь, он влетает в однородное магнитное поле и начинает двигаться по окружности радиусом 2 мм . Какой путь прошел электрон в электрическом поле? Индукция магнитного поля 30 мТл . Начальная скорость электрона равна нулю.

**Магнитный поток. Закон электромагнитной индукции.
Самоиндукция**

8.27. Контур площадью 10^{-2} м^2 находится в однородном магнитном поле с индукцией $0,2 \text{ Тл}$. Угол между плоскостью контура и вектором индукции составляет 30° . Чему равен магнитный поток через этот контур?

8.28. Линии индукции однородного магнитного поля пронизывают рамку площадью 1 м^2 под углом 30° к ее поверхности, создавая магнитный поток, равный $0,1 \text{ Вб}$. Чему равен модуль вектора индукции магнитного поля?

8.29. Проводящее кольцо с разрезом из начального положения поднимают вверх к полосовому магниту, а сплошное проводящее кольцо из начального положения смещают вправо (см. рисунок). В каком кольце будет возникать индукционный ток? Ответ обоснуйте.



8.30. Проводящий контур площадью 2 см^2 расположен перпендикулярно к линиям индукции однородного магнитного поля. Найдите ЭДС индукции, если за время $0,05 \text{ с}$ магнитная индукция равномерно убывает от $0,5 \text{ Тл}$ до $0,3 \text{ Тл}$.

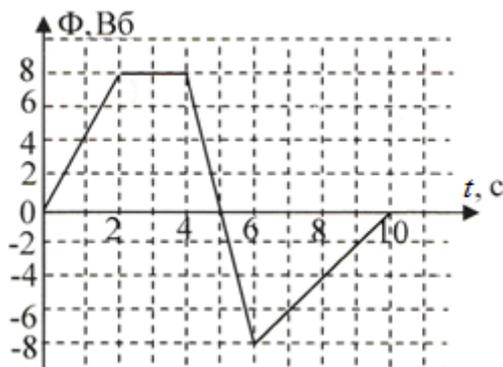
8.31. Проволочная проводящая рамка в форме квадрата сопротивлением 5 мОм покоится в изменяющемся магнитном поле. Плоскость рамки перпендикулярна линиям индукции поля. Скорость изменения магнитного поля $0,05 \text{ Тл/с}$. Индукционный ток, текущий по рамке, равен $1,6 \text{ А}$. Определите длину стороны рамки.

8.32. Плоский проводящий контур площадью 10^{-2} м^2 и сопротивлением 10 Ом находится в однородном магнитном поле с индукцией $0,2 \text{ Тл}$. Угол между нормалью к плоскости контура и вектором индукции составляет 60° . За время 3 с модуль вектора индукции увеличился в четыре раза. Чему равна сила индукционного тока, текущего по контуру?

8.33. Квадратная рамка со стороной $6,8 \text{ см}$, сделанная из медной проволоки с площадью поперечного сечения 1 мм^2 , помещена в магнитное поле; плоскость рамки перпендикулярна линиям индукции. Индукция магнитного поля равномерно изменяется на 2 Тл за $0,1 \text{ с}$. Чему равна при этом сила индукционного тока в рамке? Удельное сопротивление меди $1,7 \cdot 10^{-8} \text{ Ом} \cdot \text{м}$.

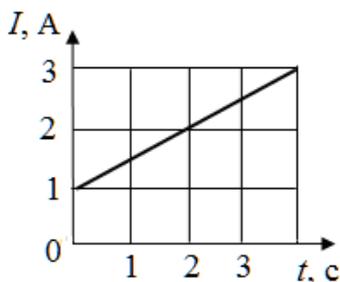
8.34. В однородном магнитном поле с индукцией $0,09 \text{ Тл}$ находится проводящий виток, плоскость которого перпендикулярна линиям индукции поля. Какой заряд протечет по витку при выключении магнитного поля? Площадь витка $0,001 \text{ м}^2$, его сопротивление 1 Ом .

8.35. Магнитный поток через проводящий контур сопротивлением 5 Ом меняется так, как показано на графике. Определите индукционный ток в контуре в момент времени 5 с .



8.36. Индуктивность катушки равна $0,5 \text{ Гн}$. По катушке идет ток 6 А . Определите магнитный поток, пронизывающий катушку.

8.37. На рисунке приведена зависимость изменения силы тока в катушке от времени. Индуктивность катушки равна $0,28 \text{ Гн}$. Определите модуль ЭДС самоиндукции, возникающей в катушке.



8.38. В катушке индуктивностью 0,1 Гн сила тока изменяется от 2 А до 10 А за время 4 с. Определите модуль возникающей в катушке ЭДС самоиндукции.

8.39. При изменении силы тока по закону $I = (1 - 0,5t)$ (А) в катушке возбуждается ЭДС самоиндукции 2 мВ. Определите индуктивность катушки.

8.40. Энергия магнитного поля катушки при токе 2 А равна 4 Дж. Определите индуктивность катушки.

8.41. Сила тока в катушке 0,1 А. Энергия магнитного поля катушки 100 мДж. Определите магнитный поток, пронизывающий катушку.

8.42. На катушке сопротивлением 10 Ом поддерживается напряжение 50 В. Чему равна энергия магнитного поля катушки, если ее индуктивность 20 мГн?

8.43. Энергия магнитного поля катушки при протекании в ней тока 2 А равна 10 Дж. Силу тока в катушке линейно увеличивают в четыре раза за время 3 с. Определите ЭДС самоиндукции, возникающую в катушке.

8.44. В катушке индуктивности сила тока равна 4 А. При линейном увеличении силы тока в катушке в два раза за время 4 с в ней возникает ЭДС самоиндукции, равная 5 В. Определите первоначальное значение энергии магнитного поля катушки.

8.45. По катушке индуктивности проходит электрический ток I_0 . В некоторый момент времени ток начинает изменяться, причем его значение линейно увеличивается до $3I_0$. При этом энергия магнитного поля катушки изменяется на 4 Дж. Определите первоначальное значение энергии магнитного поля катушки.

Ответы к задачам темы 8

8.1. Вниз ↓. **8.2.** Вправо →. **8.3.** Вверх ↑. **8.4.** Влево ←. **8.5.** Вниз ↓.
8.6. От нас ⊗. **8.7.** □. **8.8.** Вниз ↓. **8.9.** Вправо →. **8.10.** На нас ⊙.
8.11. Влево ←. **8.12.** 12 А. **8.13.** 1,2 Тл. **8.14.** 8 мДж. **8.15.** 67 мТл.
8.16. 35 А. **8.17.** 45°. **8.18.** На нас ⊙. **8.19.** $1,6 \cdot 10^{-12}$ Н. **8.20.** 25 Тл.
8.21. $1,2 \cdot 10^{-22}$ кг · м/с. **8.22.** 1 мм. **8.23.** 5 кВ. **8.24.** $8,4 \cdot 10^9$ Гц.
8.25. 25 мН. **8.26.** 19,8 см. **8.27.** 1 мВб. **8.28.** 0,2 Тл. **8.29.** В сплошном кольце. **8.30.** 0,8 мВ. **8.31.** 0,4 м. **8.32.** 0,1 мА. **8.33.** 20 А. **8.34.** 90 мкКл.
8.35. 1,6 А. **8.36.** 3 Вб. **8.37.** 0,14 В. **8.38.** 0,2 В. **8.39.** 4 мГн. **8.40.** 2 Гн.
8.41. 2 Вб. **8.42.** 250 мДж. **8.43.** 10 В. **8.44.** 40 Дж. **8.45.** 0,5 Дж.

Раздел 4 КОЛЕБАНИЯ И ВОЛНЫ

Тема 9. Механические колебания и волны

Физическая величина	Обозначение	Единица измерения
Амплитуда колебаний	A	м (метр)
Период колебаний	T	с (секунда)
Частота колебаний	ν	Гц (герц)
Циклическая частота колебаний	ω	рад/с (радиан/секунда)
Длина волны	λ	м (метр)

9.1. Тело совершает гармонические колебания вдоль оси X . Координата тела изменяется по закону $x = 0,02\cos 20\pi t$ (м). Определите период, частоту и циклическую частоту колебаний тела.

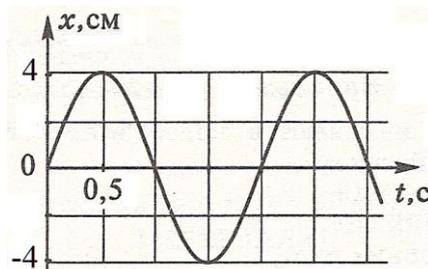
9.2. Движение материальной точки вдоль оси X описывается уравнением $x = 8\sin\left(15\pi t + \frac{\pi}{4}\right)$ (м). Определите амплитуду, период, частоту и циклическую частоту колебаний материальной точки.

9.3. Уравнение колебаний имеет вид $x = 0,4\cos\left(\frac{\pi}{6}t + \frac{\pi}{6}\right)$ (м). Определите фазу колебаний в момент времени 1 с.

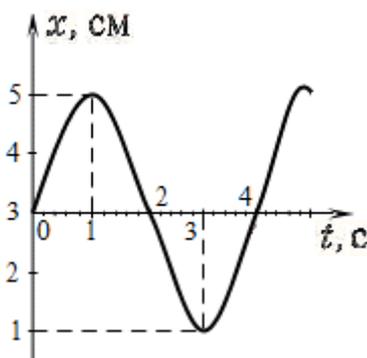
9.4. Уравнение колебаний частицы имеет вид $x = A\cos\omega t$. Амплитуда колебаний равна 0,5 м, циклическая частота колебаний равна $\frac{\pi}{3}$ рад/с. Определите координату частицы в момент времени 1 с.

9.5. Движение материальной точки вдоль оси X описывается уравнением $x = 0,4\cos(0,5\pi t + 1,5\pi)$ (м). Через какой промежуток времени после момента $t = 0$ (с) тело окажется в точке с координатой 40 см?

9.6. На рисунке показан график зависимости смещения материальной точки от времени при гармонических колебаниях. Определите амплитуду, период, частоту и циклическую частоту колебаний материальной точки.

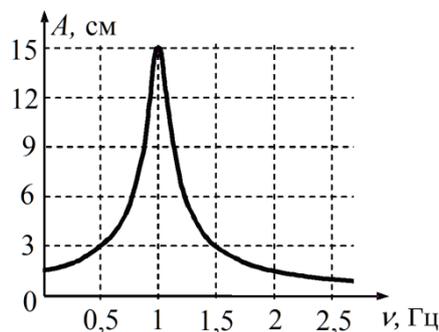


9.7. На графике показана зависимость координаты колеблющегося тела от времени. Чему равна амплитуда колебаний, частота колебаний и циклическая частота колебаний?



9.8. Частота колебаний частицы 5 Гц. Сколько полных колебаний совершит частица за 1,5 мин?

9.9. На графике изображена зависимость амплитуды вынужденных колебаний от частоты вынуждающей силы. Определите по графику резонансную частоту колебаний.



9.10. Уравнение колебаний частицы имеет вид $x = 0,5\cos\omega t$ (м). Определите циклическую частоту колебаний, если максимальная скорость частицы 3 м/с.

9.11. Тело массой 3 кг совершает гармонические колебания с амплитудой 10 см. Период колебаний равен 1,57 с. Определите максимальную кинетическую энергию колеблющегося тела.

9.12. Математический маятник имеет длину подвеса 40 см. Определите период колебаний маятника.

9.13. За пять минут математический маятник совершает 300 колебаний. Определите длину подвеса маятника.

9.14. Какое число колебаний за одну минуту совершает математический маятник с длиной подвеса 57 см?

9.15. Два математических маятника совершают гармонические колебания. За одно и то же время первый маятник совершил 25 полных колебаний, а второй маятник – 10 полных колебаний. Определите отношение периодов колебаний маятников T_1/T_2 и отношение длин маятников l_2/l_1 .

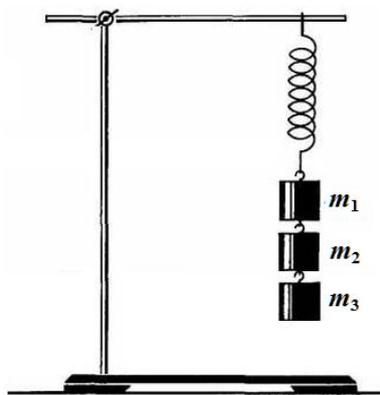
9.16. Период колебаний математического маятника на Земле равен 7,4 с. Маятник переносят с Земли на Луну. Чему станет равен период колебаний этого маятника? Масса Луны в 81 раз меньше массы Земли, а радиус Земли в 3,7 раза больше радиуса Луны.

9.17. Груз, подвешенный на пружине, совершает колебания с периодом 1,5 с. Чему станет равен период колебаний груза, если массу груза увеличить в четыре раза?

9.18. Найдите массу груза, который на пружине жесткостью 250 Н/м делает 20 колебаний за 16 с.

9.19. Груз, подвешенный к легкой пружине, растягивает ее на 1,6 см. Чему будет равен период колебаний груза на этой пружине, если груз вывести из положения равновесия?

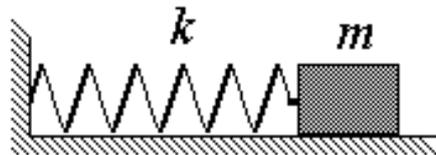
9.20. Несколько разных грузов общей массой 12 кг подвешены на пружине (см. рисунок) и совершают гармонические колебания с периодом 10 с. Какой по массе груз нужно убрать, чтобы период колебаний стал равен 5 с?



9.21. Периоды колебаний тела, подвешенного на нити длиной 4 м (математический маятник), и тела массой 200 г, подвешенного на пружине, равны. Определите жесткость пружины.

9.22. Тело массой 400 г, подвешенное на пружине жесткостью 0,1 Н/м, совершает малые гармонические колебания. Амплитуда колебаний равна 12 см. Определите максимальную скорость движения тела.

9.23. К горизонтально расположенной пружине жесткостью 400 Н/м прикреплено тело массой 1 кг, лежащее на абсолютно гладком столе (см. рисунок). После того как пружину растянули и отпустили, начались колебания. Определите, через какое время после начала колебаний кинетическая энергия тела будет максимальной?



9.24. Какова амплитуда гармонических колебаний тела на пружине, если максимальная потенциальная энергия пружины 10 мДж, а максимальная сила, действующая на тело, 1 Н?

9.25. Волна частотой 20 Гц распространяется в воздухе со скоростью 300 м/с. Определите длину волны.

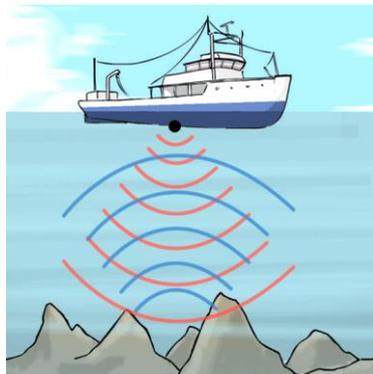
9.26. С какой скоростью распространяется волна, если длина волны 50 м, а частота колебаний 0,1 Гц?

9.27. Человек услышал звуковой сигнал через 3 с после начала работы источника. На каком расстоянии находится человек от источника, если скорость звука в воздухе 340 м/с?

9.28. Человек услышал звуковой сигнал через 4 с после начала работы источника. На каком расстоянии находится от источника человек, если частота звука 1 кГц, а длина звуковой волны 36 см?

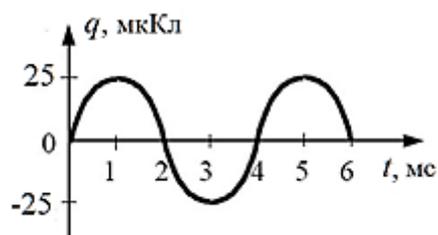
9.29. В некоторой среде распространяется волна, длина волны равна 2,5 м. На какое расстояние распространится волна за время, в течение которого частица среды совершает 40 колебаний?

9.30. Определите глубину моря под кораблем, если при ее измерении с помощью эхолота (см. рисунок) от послышки звукового сигнала до его возвращения прошло 8 с. Скорость звука в воде 1500 м/с.

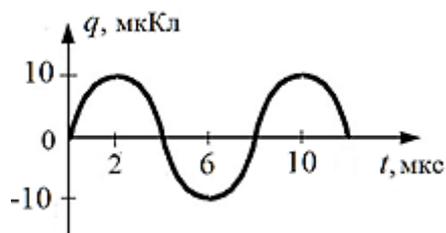


Тема 10. Электромагнитные колебания и волны

10.1. На рисунке показан график зависимости заряда на обкладках конденсатора в колебательном контуре от времени. Определите период, частоту и циклическую частоту электромагнитных колебаний.



10.2. Колебательный контур содержит конденсатор емкостью 16 нФ и катушку. На рисунке показан график зависимости заряда на обкладках конденсатора от времени. Определите максимальное напряжение на обкладках конденсатора и индуктивность катушки.



10.3. Какой емкости надо взять конденсатор для колебательного контура, чтобы получить электромагнитные колебания с частотой 10^5 Гц, если индуктивность катушки равна 5 мкГн?

10.4. Колебательный контур состоит из плоского воздушного конденсатора, площадь пластин которого 300 см^2 , и катушки индуктивностью 50 мкГн. Период колебаний в контуре 0,3 мкс. Определите расстояние между пластинами конденсатора.

10.5. Колебательный контур содержит конденсатор емкостью 8 пФ и катушку, индуктивность которой 0,2 мГн. Чему равно максимальное напряжение на обкладках конденсатора, если максимальная сила тока 40 мА?

10.6. Колебательный контур состоит из катушки индуктивностью 2,5 мкГн и двух конденсаторов емкостью 5 нФ каждый, соединенных между собой параллельно. Определите период электромагнитных колебаний в контуре.

10.7. Максимальный заряд конденсатора в колебательном контуре радиоприемника составляет 6 нКл. Радиоприемник настроен на частоту 0,64 МГц. Определите максимальную силу тока в колебательном контуре.

10.8. Зависимость изменения величины заряда от времени в конденсаторе колебательного контура описывается уравнением $q = 0,2\cos 100\pi t$ (Кл). Определите максимальное значение энергии магнитного поля, запасенной в контуре, если индуктивность контура 0,1 мГн.

10.9. Колебательный контур состоит из катушки индуктивностью 3 мГн и конденсатора емкостью 2 мкФ. Максимальный заряд конденсатора составляет 6 мкКл. Определите заряд на обкладках конденсатора в момент времени, когда сила тока в колебательном контуре равна 24 мА.

10.10. Колебательный контур радиоприемника, состоящий из конденсатора и катушки индуктивностью 0,1 мГн, настроен на длину волны 300 м. Какова емкость конденсатора?

10.11. Колебательный контур состоит из катушки индуктивностью 2 мГн и плоского конденсатора. Расстояние между пластинами конденсатора 1 см, площадь пластин 800 см², пространство между пластинами конденсатора заполнено веществом ($\epsilon = 11$). Определите длину волны, на которую настроен контур.

10.12. Колебательный контур состоит из катушки индуктивности и конденсатора емкостью 0,9 нФ. В некоторый момент времени скорость изменения силы тока в катушке индуктивности равна 4 А/с, а возникающая при этом ЭДС самоиндукции составляет 40 мВ. Какова длина волны электромагнитного излучения колебательного контура?

Ответы к задачам тем 9 и 10

9.1. 0,1 с; 10 Гц; 62,8 рад/с. **9.2.** 8 м; 0,13 с; 7,5 Гц; 47,1 рад/с. **9.3.** $\frac{\pi}{3}$.
9.4. 0,25 м. **9.5.** 1 с. **9.6.** 4 см; 2 с; 0,5 Гц; 3,14 рад/с. **9.7.** 2 см; 0,25 Гц; 1,57 рад/с. **9.8.** 450. **9.9.** 1 Гц. **9.10.** 6 рад/с. **9.11.** 0,24 Дж. **9.12.** 1,26 с.
9.13. 25 см. **9.14.** 40. **9.15.** 0,4; 6,25. **9.16.** 18 с. **9.17.** 3 с. **9.18.** 4 кг.
9.19. 0,25 с. **9.20.** 9 кг. **9.21.** 0,5 Н/м. **9.22.** 0,06 м/с. **9.23.** 0,078 с.
9.24. 2 см. **9.25.** 15 м. **9.26.** 5 м/с. **9.27.** 1020 м. **9.28.** 1440 м. **9.29.** 100 м.
9.30. 6000 м.
10.1. 4 мс; 250 Гц; 1570 рад/с. **10.2.** 625 В; 0,1 мГн. **10.3.** 0,5 мкФ.
10.4. 5,8 мм. **10.5.** 200 В. **10.6.** 1 мкс. **10.7.** 24,1 мА. **10.8.** 0,2 Дж.
10.9. 5,7 мкКл. **10.10.** 253 пФ. **10.11.** 2351 м. **10.12.** 5652 м.

Раздел 5 ОПТИКА

Тема 11. Геометрическая оптика

11.1. Показатель преломления стекла 1,5. Определите скорость распространения света в стекле.

11.2. Длина волны света в вакууме 550 нм. Из вакуума луч света перешел в вещество, где стал распространяться со скоростью $1,5 \cdot 10^8$ м/с. Определите длину волны света в веществе.

11.3. Свет с частотой $1,5 \cdot 10^{15}$ Гц распространяется в среде с показателем преломления 1,6. Определите длину волны света в веществе.

11.4. Свет переходит из среды с абсолютным показателем преломления 2,42 в среду с абсолютным показателем преломления 1,54. Как и во сколько раз при этом изменяется длина волны?

11.5. Длина световой волны в некоторой среде $6 \cdot 10^{-7}$ м, а частота $4 \cdot 10^{14}$ Гц. Определите показатель преломления этой среды.

11.6. При переходе луча света из первой среды во вторую угол падения равен 45° , а угол преломления 30° . Определите относительный показатель преломления второй среды по отношению к первой.

11.7. Луч света переходит из воздуха в вещество, угол падения светового луча 45° , угол преломления 30° . Определите скорость распространения света в веществе.

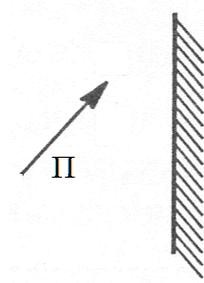
11.8. На границу раздела воздух – вещество с показателем преломления 1,8 падает из воздуха луч света под углом 60° . Определите угол преломления луча.

11.9. На границу раздела воздух – вещество с показателем преломления $\sqrt{3}$ падает из воздуха луч света. Причем угол преломления в два раза меньше угла падения. Определите угол падения луча.

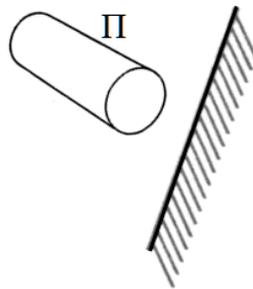
11.10. Луч света выходит из вещества в воздух. Предельный угол полного внутреннего отражения для этого луча 45° . Чему равна скорость распространения света в веществе?

11.11. Луч света падает на плоское зеркало под углом 20° . Определите угол между отраженным лучом и зеркалом.

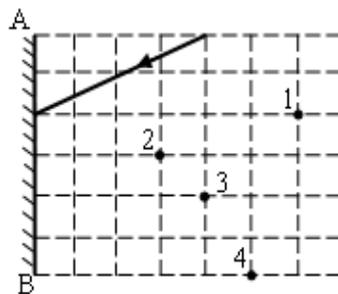
11.12. Постройте изображения предмета П (см. рисунок) в плоском зеркале.



11.13. Постройте изображения предмета П (см. рисунок) в плоском зеркале.



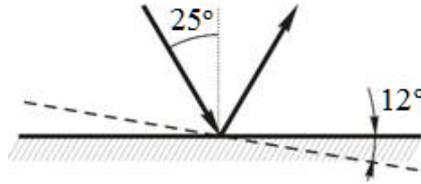
11.14. Световой луч падает на плоское зеркало АВ (см. рисунок). Через какую из точек (1, 2, 3, 4) пройдет отраженный луч?



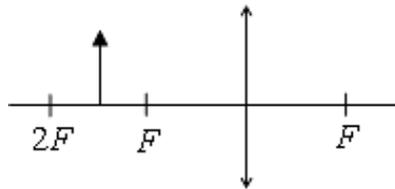
11.15. Человек стоит перед плоским зеркалом. Как изменится расстояние между человеком и его изображением, если он приблизится к зеркалу на 1,5 м?

11.16. Предмет находится от плоского зеркала на расстоянии 10 см. На каком расстоянии от предмета окажется его изображение, если предмет отодвинуть от зеркала еще на 15 см?

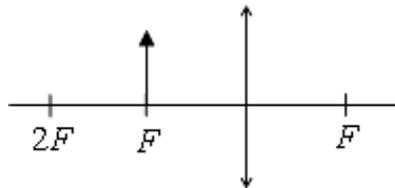
11.17. На плоское зеркало, расположенное горизонтально, падает световой луч под углом 25° . Зеркало поворачивают на 12° (см. рисунок). Определите угол между отраженным лучом и зеркалом после поворота зеркала.



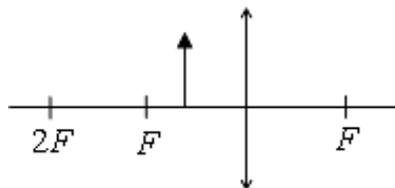
11.18. Предмет расположен от собирающей линзы на расстоянии больше фокусного, но меньше двойного фокусного, как показано на рисунке. Постройте изображение предмета.



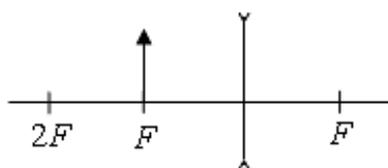
11.19. Предмет расположен от собирающей линзы на расстоянии, равном фокусному, как показано на рисунке. Постройте изображение предмета.



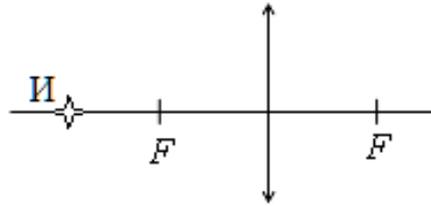
11.20. Предмет расположен от собирающей линзы на расстоянии меньше фокусного, как показано на рисунке. Постройте изображение предмета.



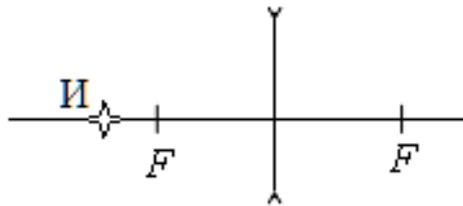
11.21. Предмет расположен от рассеивающей линзы на расстоянии, равном фокусному, как показано на рисунке. Постройте изображение предмета.



11.22. Постройте изображение точечного источника И, находящегося на главной оптической оси собирающей линзы (см. рисунок).



11.23. Постройте изображение точечного источника И, находящегося на главной оптической оси рассеивающей линзы (см. рисунок).



11.24. Фокусное расстояние собирающей линзы 0,4 м. На каком расстоянии от линзы находится предмет, действительное изображение которого получено на расстоянии 1,2 м от линзы?

11.25. Предмет находится на расстоянии 20 см от собирающей линзы, его действительное изображение получено на расстоянии 60 см от линзы. Определите фокусное расстояние линзы.

11.26. Расстояние от предмета до собирающей линзы в 1,5 раза больше фокусного. Во сколько раз расстояние от действительного изображения до линзы больше фокусного?

11.27. Предмет находится на расстоянии 8 см от собирающей линзы с оптической силой 10 дптр. На каком расстоянии от линзы находится изображение предмета?

11.28. Собирающая линза с фокусным расстоянием 10 см формирует мнимое изображение на расстоянии 15 см от линзы. На каком расстоянии от этого изображения находится предмет?

11.29. Предмет помещают на расстоянии 15 см от собирающей линзы и получают действительное изображение на расстоянии от линзы в пять раз больше фокусного. Определите фокусное расстояние линзы.

11.30. Предмет помещен перед рассеивающей линзой на расстоянии 60 см. Линза дает его изображение, уменьшенное в четыре раза. Определите фокусное расстояние линзы.

11.31. Предмет расположен на расстоянии 120 см от собирающей линзы с фокусным расстоянием 30 см. Действительное изображение предмета по высоте равно 2,5 см. Какова высота предмета?

Тема 12. Волновая оптика

12.1. Дифракционная решетка освещается белым светом через светофильтр. Светофильтр последовательно меняется на зеленый, оранжевый, фиолетовый. На экране наблюдается дифракционная картина, состоящая из темных и светлых полос. Укажите последовательность цветов, при которой расстояние между светлыми полосами увеличивается от одного опыта к другому. Ответ поясните.

12.2. Дифракционная решетка с периодом 5 мкм освещается нормально падающим световым пучком с длиной волны 480 нм. Под каким углом виден максимум второго порядка дифракционной картины?

12.3. Дифракционная решетка с периодом 4 мкм освещается нормально падающим световым пучком с длиной волны 508 нм. Какой наибольший порядок спектра можно наблюдать в дифракционной картине?

12.4. Определите период дифракционной решетки, если при ее освещении светом с длиной волны 690 нм максимум третьего порядка виден под углом 15° .

12.5. Дифракционная решетка освещается нормально падающим световым пучком. Определите длину волны для максимума четвертого порядка, совпадающего с максимумом третьего порядка для длины волны 492 нм.

12.6. На дифракционную решетку с периодом 1 мкм нормально падает световой пучок. Определите угол между максимумом первого порядка для излучения с длиной волны 500 нм и максимумом минус второго порядка для излучения с длиной волны 435 нм.

12.7. На дифракционную решетку нормально падает световой пучок с длиной волны 0,5 мкм. Максимум пятого порядка может быть виден под углом 90° . Определите количество штрихов на 1 мм у этой дифракционной решетки.

Ответы к задачам тем 11 и 12

11.1. $2 \cdot 10^8$ м/с. 11.2. 275 нм. 11.3. 125 нм. 11.4. Увеличивается в 1,57 раз.
11.5. 1,25. 11.6. 1,41. 11.7. $2,13 \cdot 10^8$ м/с. 11.8. 29° . 11.9. 60° .
11.10. $2,1 \cdot 10^8$ м/с. 11.11. 70° . 11.14. 3. 11.15. Уменьшится на 3 м.
11.16. 50 см. 11.17. 53° . 11.24. 0,6 м. 11.25. 15 см. 11.26. 3.
11.27. 40 см. 11.28. 9 см. 11.29. 12 см. 11.30. 20 см. 11.31. 7,5 см.
12.2. 11° . 12.3. 7. 12.4. 8 мкм. 12.5. 369 нм. 12.6. 90° . 12.7. 400.

Раздел 6

КВАНТОВАЯ ФИЗИКА. ФИЗИКА АТОМА И АТОМНОГО ЯДРА

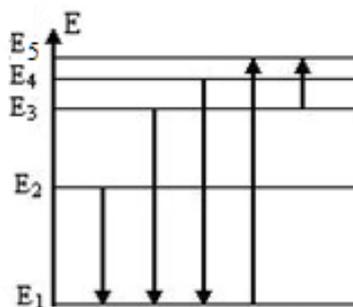
Тема 13. Квантовые свойства света

- 13.1. Какой массой обладает фотон с длиной волны $6 \cdot 10^{-4}$ мм?
- 13.2. Определите импульс фотона излучения с длиной волны 600 нм.
- 13.3. Первый лазер излучает монохроматический свет с длиной волны 520 нм, второй – с длиной волны 650 нм. Определите отношение импульсов p_1/p_2 фотонов, излучаемых лазерами.
- 13.4. Чему равна энергия кванта света с длиной волны 0,72 мкм?
- 13.5. Найдите массу, импульс и энергию фотона, если соответствующая ему длина волны равна 1,6 пм.
- 13.6. Лазер мощностью 3 кВт каждую секунду испускает $16 \cdot 10^{22}$ фотонов. Определите длину волны излучения лазера.
- 13.7. Длина волны, соответствующая красной границе фотоэффекта, для натрия составляет 530 нм. Определите работу выхода электронов из натрия.
- 13.8. Работа выхода электронов из лития равна 2,4 эВ. Найдите длину волны, соответствующую красной границе фотоэффекта.
- 13.9. Максимальная энергия фотоэлектронов, вылетающих из рубидия при его освещении ультрафиолетовыми лучами с длиной волны 317 нм, равна $2,84 \cdot 10^{-19}$ Дж. Определите работу выхода, длину волны и частоту, соответствующую красной границе фотоэффекта для рубидия.
- 13.10. Определите максимальную кинетическую энергию фотоэлектронов, вылетающих из калия при его освещении лучами с длиной волны 345 нм. Работа выхода электронов из калия равна 2,26 эВ.
- 13.11. Работа выхода электронов из кадмия равна 4,08 эВ. Какова частота света, падающего на кадмий, если максимальная скорость фотоэлектронов равна $7,2 \cdot 10^5$ м/с?
- 13.12. Наибольшая длина волны света, при которой еще может наблюдаться фотоэффект для калия, равна 450 нм. Найдите максимальную скорость электронов, выбитых из калия светом с длиной волны 300 нм.
- 13.13. Определите задерживающую разность потенциалов для фотоэлектронов, вылетающих из металла, если их максимальная скорость равна $1,1 \cdot 10^3$ км/с.

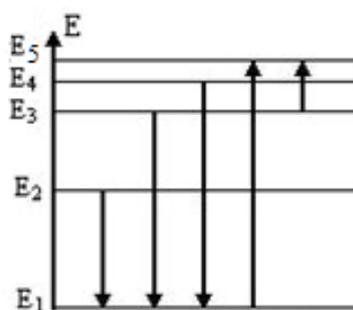
13.14. Цинковую пластинку освещают светом с длиной волны 300 нм. Работа выхода электронов из цинка равна 3,74 эВ. Вне пластинки создано задерживающее однородное поле напряженностью 1000 В/м. На какое максимальное расстояние от пластинки может удалиться фотоэлектрон?

Тема 14. Атом и атомное ядро

14.1. На рисунке представлена диаграмма энергетических уровней атома. Какой из отмеченных стрелками переходов между энергетическими уровнями сопровождается поглощением кванта минимальной частоты?



14.2. На рисунке представлена диаграмма энергетических уровней атома. Какой из отмеченных стрелками переходов между энергетическими уровнями сопровождается испусканием кванта с минимальной длиной волны?



14.3. Какое утверждение соответствует планетарной модели атома?

А. Ядро – в центре атома, заряд ядра положителен, электроны – на орбитах вокруг ядра.

Б. Ядро – в центре атома, заряд ядра отрицателен, электроны – на орбитах вокруг ядра.

В. Электроны – в центре атома, ядро обращается вокруг электронов, заряд ядра положителен.

Г. Электроны – в центре атома, ядро обращается вокруг электронов, заряд ядра отрицателен.

14.4. Какое представление о строении атома соответствует модели атома Резерфорда?

А. Ядро – в центре атома, заряд ядра отрицателен, большая часть массы атома сосредоточена в ядре.

Б. Ядро – в центре атома, заряд ядра отрицателен, большая часть массы атома сосредоточена в электронной оболочке.

В. Ядро – в центре атома, заряд ядра положителен, большая часть массы атома сосредоточена в ядре.

Г. Ядро – в центре атома, заряд ядра положителен, большая часть массы атома сосредоточена в электронах.

14.5. Какое из утверждений соответствует планетарной модели атома?

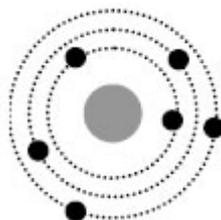
А. Атом представляет собой шар, заполненный электронами, протонами и нейтронами в равных количествах.

Б. Атом состоит из положительно заряженных протонов и такого же числа отрицательно заряженных электронов.

В. В центре атома находится ядро, состоящее из протонов и электронов. Вокруг ядра вращаются нейтроны. Количество нейтронов равно общему количеству электронов и протонов.

Г. В центре атома находится ядро, состоящее из протонов и нейтронов. Вокруг ядра вращаются электроны. Количество протонов равно количеству электронов.

14.6. На рисунке изображена схема планетарной модели атома. Какому атому соответствует схема?



А. ${}^{14}_7\text{N}$

Б. ${}^6_3\text{Li}$

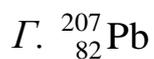
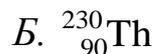
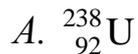
В. ${}^{12}_6\text{C}$

Г. ${}^7_4\text{Be}$

14.7. Определите количество протонов и нейтронов в ядре стронция ${}_{38}^{84}\text{Sr}$.

14.8. Определите количество нейтронов в ядре и электронов на орбитах у атома бария ${}_{56}^{136}\text{Ba}$.

14.9. Какое ядро образуется в результате α -распада изотопа урана ${}_{92}^{234}\text{U}$?



14.10. Ядро бериллия ${}_{4}^9\text{Be}$, поглотив изотоп водорода ${}_{1}^2\text{H}$, превращается в ядро бора ${}_{5}^{10}\text{B}$. Какая частица при этом выбрасывается?

14.11. Сколько происходит α - и β^- -распадов при радиоактивном распаде ${}_{92}^{238}\text{U}$, если при этом получается ядро ${}_{82}^{198}\text{Pb}$?

14.12. Определите второй продукт ядерной реакции



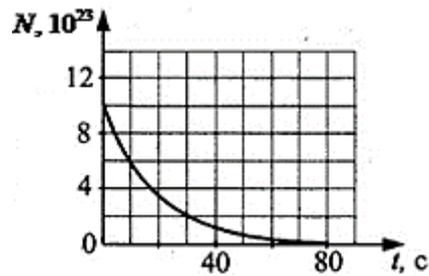
14.13. Определите количество нейтронов в ядре элемента, получившегося в результате трех последовательных α -распадов ядра тория ${}_{90}^{234}\text{Th}$.

14.14. В результате последовательной серии радиоактивных α - и β^- -распадов торий ${}_{90}^{232}\text{Th}$ превращается в висмут ${}_{83}^{208}\text{Bi}$. Определите количество β^- -распадов.

14.15. Какая часть исходных радиоактивных ядер останется нераспавшимися за время, равное двум периодам полураспада?

14.16. 75 % изначально имевшихся ядер радиоактивного изотопа распалось за 1 час. Каков период полураспада этого изотопа?

14.17. На рисунке показан график изменения числа нераспавшихся ядер радиоактивного изотопа с течением времени. Определите период полураспада этого изотопа.



Ответы к задачам тем 13 и 14

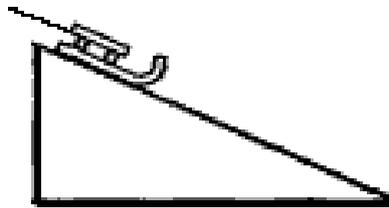
- 13.1.** $3,7 \cdot 10^{-36}$ кг. **13.2.** $1,1 \cdot 10^{-27}$ кг · м/с. **13.3.** 1,25. **13.4.** $27,5 \cdot 10^{-20}$ Дж.
13.5. $1,38 \cdot 10^{-30}$ кг; $4,12 \cdot 10^{-22}$ кг · м/с; $12,4 \cdot 10^{-14}$ Дж. **13.6.** 10,6 мкм.
13.7. $3,7 \cdot 10^{-19}$ Дж. **13.8.** 516 нм. **13.9.** 2,1 эВ; 589 нм; $0,51 \cdot 10^{15}$ Гц.
13.10. $2,12 \cdot 10^{-19}$ Дж. **13.11.** $1,3 \cdot 10^{15}$ Гц. **13.12.** $6,9 \cdot 10^5$ м/с. **13.13.** 3,44 В.
13.14. 0,38 мм.
14.1. С 3-го на 5-й уровень. **14.2.** С 4-го на 1-й уровень. **14.3.** А. **14.4.** В.
14.5. Г. **14.6.** В. **14.7.** 38 и 46. **14.8.** 80 и 56. **14.9.** Б. **14.10.** Нейтрон.
14.11. 10 и 10. **14.12.** α-частица. **14.13.** 138. **14.14.** 5. **14.15.** 0,25.
14.16. 30 мин. **14.17.** 10 с.

Проверочная работа

1. Две частицы движутся вдоль оси X : первая – по закону $x_1 = 2t + 18$ (м), вторая – по закону $x_2 = 4t + 12$ (м). В какой момент времени они встретятся?

2. Тормозной путь поезда до полной остановки равен 50 м. При торможении на поезд действует сила 150 кН. Масса поезда 150 т. Определите скорость поезда перед торможением?

3. По склону горы длиной 50 м на веревке начинают спускать санки массой 60 кг (см. рисунок). Высота горы 10 м. Определите силу натяжения веревки, считая ее постоянной, если санки у основания горы имеют скорость 5 м/с, а сила трения составляет 0,1 от силы тяжести, действующей на санки. Начальная скорость санок равна нулю.



4. Груз массой 50 кг поднимается вертикально вверх под действием постоянной силы на высоту 10 м за время t . Работа этой силы по подъему груза равна 7,5 кДж. Определите время подъема груза. Первоначально груз покоился.

5. С некоторой высоты со скоростью 20 м/с горизонтально брошен камень. Через 4 с после броска кинетическая энергия камня стала равной 3 кДж. Какова масса камня?

6. На пружине жесткостью 100 Н/м висит груз массой 1 кг. После того как груз полностью погрузили в воду, длина пружины изменилась на 4 см. Определите плотность материала, из которого изготовлен груз. Плотность воды 10^3 кг/м³.

7. Какова температура газа, находящегося под давлением 0,5 МПа, если в сосуде объемом 13,8 л содержится $1,78 \cdot 10^{24}$ молекул?

8. Газ находится в цилиндре с подвижным поршнем и при температуре 27 °С занимает объем V_1 . После понижения температуры на 30 °С объем газа составил 270 см³. Определите первоначальный объем V_1 . Процесс считать изобарным.

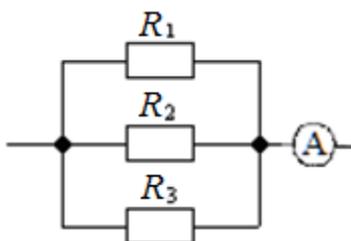
9. Сосуд объемом $40 \cdot 10^{-4}$ м³ содержит некоторый газ массой 0,6 г под давлением 200 кПа. Определите среднюю квадратичную скорость молекул газа.

10. Какую массу льда при температуре $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ необходимо положить в ванну, чтобы охладить воду объемом 75 л от $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ до $10\text{ }^{\circ}\text{C}$. Удельная теплоемкость воды $4200\text{ Дж}/(\text{кг} \cdot \text{K})$. Удельная теплота плавления льда $333\text{ кДж}/\text{кг}$, плотность воды $1000\text{ кг}/\text{м}^3$.

11. Для изобарного нагревания некоторого газа в количестве 800 моль на 500 К ему сообщили количество теплоты $9,4\text{ МДж}$. Определите работу газа и изменение его внутренней энергии.

12. Электрон, помещенный в однородное электрическое поле, движется с ускорением $1,6 \cdot 10^{14}\text{ м}/\text{с}^2$. Определите напряженность поля.

13. Определите показание амперметра (см. рисунок), если через сопротивление R_2 течет ток $0,3\text{ А}$, а значения сопротивлений составляют: $R_1 = 60\text{ Ом}$, $R_2 = 20\text{ Ом}$, $R_3 = 15\text{ Ом}$.



14. Определите количество теплоты, которое за время 3 мин выделяет электрическая плитка сопротивлением 18 Ом при силе тока 5 А .

15. Рамка, имеющая форму равностороннего треугольника со стороной 10 см , помещена в однородное магнитное поле с индукцией $0,8\text{ Тл}$. Перпендикуляр к плоскости рамки составляет с направлением магнитного поля угол 30° . Определите среднее значение ЭДС индукции, возникающей в рамке при выключении поля в течение времени $0,3\text{ с}$.

16. Катушка индуктивностью $3 \cdot 10^{-5}\text{ Гн}$ присоединена к плоскому конденсатору с площадью пластин 10^{-2} м^2 и расстоянием между ними 10^{-4} м . Чему равна диэлектрическая проницаемость среды, заполняющей пространство между пластинами, если контур настроен на волну длиной 750 м ?

17. Амплитуда косинусоидальных гармонических колебаний равна 3 см , частота колебаний $0,5\text{ Гц}$. Определите модуль скорости колеблющейся точки в момент времени, когда ее смещение от положения равновесия составило $1,5\text{ см}$. Считать начальную фазу равной нулю.

18. Вещество освещается оптическим излучением с частотой $0,75 \cdot 10^{15}\text{ Гц}$. Определите длину волны этого излучения в веществе, если показатель преломления вещества равен $2,46$.

19. Работа выхода электрона с поверхности металла равна 1,5 эВ. Металл освещают светом с длиной волны $5 \cdot 10^{-7}$ м. Определите максимальную скорость электронов, выбитых светом из металла.

20. В результате нескольких α - и β^- -распадов ядро урана ${}_{92}^{238}\text{U}$ превращается в ядро свинца ${}_{82}^{210}\text{Pb}$. Определите количество α - и β^- -распадов в этой реакции.

Ответы к задачам проверочной работы

1	3 с	11	3,3 МДж; 6,1 МДж
2	10 м/с	12	0,91 кВ/м
3	45 Н	13	0,8 А
4	2 с	14	81 кДж
5	3 кг	15	11,5 мВ
6	$2,5 \cdot 10^3$ кг/м ³	16	6
7	281 К	17	0,047 м/с
8	300 см ³	18	0,16 мкм
9	$2 \cdot 10^3$ м/с	19	$5,9 \cdot 10^5$ м/с
10	8,4 кг	20	7 и 4

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Физика – базовая дисциплина для большого числа общеинженерных и специальных дисциплин. Последовательное изучение физики вырабатывает специфическое мышление, физическую интуицию, которые оказываются весьма плодотворными в различных науках. Выполняя задания по темам курса физики, студенты закрепляют свои умения и навыки практического и теоретического характера.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Черноуцан, А. И. Физика. Задачи с ответами и решениями : учеб. пособие / А. И. Черноуцан. – 5-е изд. – М. : КДУ, 2008. – 352 с. – ISBN 978-5-98227-438-0.
2. Сборник задач по физике : Для 9 – 11 кл. общеобразоват. учреждений / сост. Г. Н. Степанова. – 3-е изд. – М. : Просвещение : Моск. учебники, 1997. – 256 с. – ISBN 5-7461-0160-5.
3. Решу ЕГЭ. Образовательный портал для подготовки к экзаменам [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://phys-ege.sdangia.ru> (дата обращения: 15.05.2020).
4. Физический портал для школьников и абитуриентов [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://fizportal.ru> (дата обращения: 15.05.2020).
5. ЕГЭ 2010. Физика : сб. экзаменац. заданий / авт.-сост. М. Ю. Демидова, И. И. Нурминский. – М. : Эксмо, 2010. – 464 с. – ISBN 978-5-699-36852-5.
6. ФизМат Банк [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://fizmatbank.ru> (дата обращения: 15.05.2020).
7. Москалев, А. Н. Физика. ЕГЭ 2011 / А. Н. Москалев, Г. А. Никулова. – М. : Дрофа, 2011. – 318 с. – ISBN 978-5-358-08842-9.
8. ЕГЭ-2013. Физика : Самое полное издание типовых вариантов заданий / авт.-сост. В. А. Грибов. – М. : Астрель, 2013. – 186 с. – ISBN 978-5-271-45138-6.

СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Яворский, Б. М. Физика : справ. рук. для поступающих в вузы / Б. М. Яворский, Ю. А. Селезнев. – 5-е изд., перераб. – М. : Физматлит, 2006. – 592 с. – ISBN 5-9221-0027-0.
2. Мякишев, Г. Я. Физика. 10 класс : учеб. для общеобразоват. учреждений : базовый и профильный уровни / Г. Я. Мякишев, Б. Б. Буховцев, Н. Н. Сотский. – 18-е изд. – М. : Просвещение, 2009. – 366 с. – ISBN 978-5-09-021137-6.
3. Мякишев, Г. Я. Физика. 11 класс : учеб. для общеобразоват. учреждений : базовый и профильный уровни / Г. Я. Мякишев, Б. Б. Буховцев, В. М. Чаругин ; под ред. В. И. Николаева, Н. А. Парфентьевой. – 19-е изд. – М. : Просвещение, 2010. – 399 с. – ISBN 978-5-09-022777-3.
4. Открытая Физика 2.6 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://physics.ru/textbook/index.html> (дата обращения: 15.05.2020).
5. ЭБС «КОНСУЛЬТАНТ СТУДЕНТА». Студенческая электронная библиотека [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru> (дата обращения: 15.05.2020).

ПРИЛОЖЕНИЕ

Обозначения основных единиц системы СИ

Величина	Единица измерения		Обозначение	
	русское название	международное название	русское	международное
Длина	метр	metre (meter)	м	m
Масса	килограмм	kilogram	кг	kg
Время	секунда	second	с	s
Сила электрического тока	ампер	ampere	А	A
Термодинамическая температура	кельвин	kelvin	К	K
Сила света	кандела	candela	кд	cd
Количество вещества	моль	mole	моль	mol

Приставки и множители для образования десятичных кратных и дольных единиц и их наименования

Наименование	Русское обозначение	Множитель
фемто	ф	10^{-15}
пико	п	10^{-12}
нано	н	10^{-9}
микро	мк	10^{-6}
милли	м	10^{-3}
санتي	с	10^{-2}
деци	д	10^{-1}
кило	к	10^3
мега	М	10^6
гига	Г	10^9
тера	Т	10^{12}

Некоторые физические постоянные

Физическая постоянная	Обозначение	Значение
Ускорение свободного падения	g	10 м/с^2
Гравитационная постоянная	G	$6,67 \cdot 10^{-11} \text{ м}^3/(\text{кг} \cdot \text{с}^2)$
Постоянная Авогадро	N_A	$6,02 \cdot 10^{23} \text{ моль}^{-1}$
Универсальная газовая постоянная	R	$8,31 \text{ Дж}/(\text{моль} \cdot \text{К})$
Постоянная Больцмана	k	$1,38 \cdot 10^{-23} \text{ Дж/К}$
Скорость света в вакууме	c	$3 \cdot 10^8 \text{ м/с}$
Модуль заряда электрона (элементарный электрический заряд)	e	$1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}$
Коэффициент пропорциональности в законе Кулона	$\frac{1}{4\pi\epsilon_0}$	$9 \cdot 10^9 \text{ Н} \cdot \text{м}^2/\text{Кл}^2$
Электрическая постоянная	ϵ_0	$8,85 \cdot 10^{-12} \text{ Ф/м}$
Масса покоя электрона	m_e	$9,109 \cdot 10^{-31} \text{ кг}$
Масса покоя протона	m_p	$1,673 \cdot 10^{-27} \text{ кг}$
Масса покоя нейтрона	m_n	$1,675 \cdot 10^{-27} \text{ кг}$
Постоянная Планка	h	$6,6 \cdot 10^{-34} \text{ Дж} \cdot \text{с}$

Греческий алфавит

Буква	Название	Буква	Название
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	дзэта	Σ σ	сигма
Η η	эта	Τ τ	тау
Θ θ	тэта	Υ υ	ипсилон
Ι ι	йота	Φ φ	фи
Κ κ	каппа	Χ χ	хи
Λ λ	ламбда	Ψ ψ	пси
Μ μ	мю	Ω ω	омега

Учебное издание

ДМИТРИЕВА Елена Валерьевна

ПРАКТИКУМ ПО ФИЗИКЕ ДЛЯ ИНОСТРАННЫХ ГРАЖДАН,
ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ПРОГРАММЕ «ДОВУЗОВСКАЯ ПОДГОТОВКА»

Редактор Т. В. Евстюничева

Технический редактор Т. В. Евстюничева

Корректор Н. В. Пустовойтова

Компьютерная верстка Л. В. Макаровой

Выпускающий редактор А. А. Амирсейидова

Подписано в печать 22.09.20.

Формат 60×84/16. Усл. печ. л. 5,35. Тираж 50 экз.

Заказ

Издательство

Владимирского государственного университета
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых.
600000, Владимир, ул. Горького, 87.