

О. И. Громцева

Сборник задач по физике

К учебникам Г. Я. Мякишева и др.
«Физика. 10 класс», «Физика. 11 класс»



10
11
классы



Учебно-методический комплект

О. И. Громцева

Сборник задач по физике

К учебникам Г. Я. Мякишева и др.
«Физика. 10 класс», «Физика. 11 класс»
(М. : Просвещение)

10–11 классы

*Рекомендовано
ИСМО Российской Академии Образования*

Издательство
«ЭКЗАМЕН»
МОСКВА • 2015

УДК 373:53
ББК 22.3я72
Г87

Изображение учебников «Физика. 10 класс. Физика. 11 класс. Учеб. для общеобразоват. организаций с прил. на электрон. носителе : базовый и профиль. уровни / Г. Я. Мякишев, Б. Б. Буховцев, Н. Н. Сотский; под ред. Н. А. Парфентьевой. — М. : Просвещение» приведено на обложке данного издания исключительно в качестве иллюстративного материала (ст. 1274 п. 1 части четвертой Гражданского кодекса Российской Федерации).

Громцева О. И.

Г87 Сборник задач по физике: 10–11 классы / О. И. Громцева. — М. : Издательство «Экзамен», 2015. — 208 с. (Серия «Учебно-методический комплект») ISBN 978-5-377-07959-0

Данное пособие полностью соответствует федеральному государственному образовательному стандарту (второго поколения).

Сборник задач по физике является необходимым компонентом учебно-методического комплекта по физике для 10–11 классов. Пособие охватывает все разделы, изучаемые в 10–11 классах, и включает 2000 задач, ответы ко всем задачам, а также необходимые справочные таблицы. Сборник содержит задачи к каждой теме указанных учебников.

Издание адресовано учителям физики, учащимся 10–11 классов, а также тем, кто готовится к Единому государственному экзамену.

Приказом № 729 Министерства образования и науки Российской Федерации учебные пособия издательства «Экзамен» допущены к использованию в общеобразовательных учреждениях.

УДК 373:53
ББК 22.3я72

Учебное издание

Громцева Ольга Ильинична
Сборник задач по физике
10–11 классы

к учебникам Г. Я. Мякишева и др. «Физика. 10 класс», «Физика. 11 класс»

Издательство **«ЭКЗАМЕН»**

Гигиенический сертификат № РОСС RU. АЕ51. Н 16582 от 08.04.2014 г.

Главный редактор *Л. Д. Лапто*, редактор *Г. А. Лонцова*
Технический редактор *Л. В. Павлова*, корректор *Г. М. Морозова, Н. Е. Жданова*
Дизайн обложки *А. А. Козлова*, компьютерная верстка *М. А. Серова*
107045, Москва, Луков пер., д. 8, www.examen.biz
E-mail: по общим вопросам: info@examen.biz; по вопросам реализации:
sale@examen.biz, тел./факс 641-00-30 (многоканальный)

Подписано в печать 22.05.2014. Формат 60х90/16. Гарнитура «Таймс».
Бумага офсетная Уч.-изд л. 9,54. Усл печ л. 13. Тираж 10 000 экз Заказ № 1805.

Общероссийский классификатор продукции

ОК 005-93, том 2; 953005 — книги, брошюры, литература учебная
Отпечатано в «Красногорская типография», 143405, Московская область,
г. Красногорск, Коммунальный квартал, 2

ISBN 978-5-377-07959-0

© Громцева О. И., 2015
© Издательство «ЭКЗАМЕН», 2015

СОДЕРЖАНИЕ

1. КИНЕМАТИКА

1.1. Механическое движение и его виды. Материальная точка. Траектория	9
1.2. Путь. Перемещение	9
1.3. Проекции вектора на оси координат	10
1.4. Равномерное прямолинейное движение	10
1.4.1. Скорость, путь и время движения при равномерном прямолинейном движении	10
1.4.2. Уравнение координаты при равномерном прямолинейном движении	11
1.4.3. Графики кинематических величин при равномерном прямолинейном движении	12
1.5. Правило сложения скоростей	13
1.6. Относительная скорость	14
1.7. Средняя скорость	15
1.8. Ускорение, время движения, мгновенная скорость при равноускоренном прямолинейном движении	16
1.9. Перемещение и путь при равноускоренном прямолинейном движении	16
1.10. Путь в n -ю секунду	18
1.11. Уравнение координаты, проекции перемещения и проекции скорости	19
1.12. Совместное движение двух тел	19
1.13. Графики кинематических величин равноускоренного прямолинейного движения	20
1.14. Скорость и перемещение при свободном падении (вертикальный бросок)	22
1.15. Путь в n -ю секунду свободного падения	23
1.16. Уравнение скорости и координаты при свободном падении	23
1.17. Горизонтальный бросок	24
1.18. Бросок под углом к горизонту	25
1.19. Движение по окружности с постоянной скоростью	26
1.20. Центробежное ускорение	27

2. ДИНАМИКА

2.1. Инерция. Первый закон Ньютона. Инерциальные системы отсчёта	28
2.2. Инертность	28
2.3. Масса. Плотность	28
2.4. Сила. Второй закон Ньютона	29
2.5. Принцип суперпозиции сил	29
2.6. Третий закон Ньютона	30
2.7. Сила всемирного тяготения	31
2.8. Сила тяжести	32
2.9. Ускорение свободного падения	33
2.10. Первая космическая скорость	33
2.11. Период обращения спутника	34
2.12. Сила упругости	35

2.13. Сила трения скольжения.....	36
2.14. Сила трения покоя.....	37
2.15. Применение второго закона Ньютона.....	37
2.15.1. Движение по горизонтали.....	37
2.15.2. Движение по вертикали с учётом силы тяжести.....	38
2.15.3. Движение по горизонтали с учётом силы тяги, направленной под углом к горизонту.....	39
2.16. Наклонная плоскость.....	40
2.17. Вес тела.....	42
2.18. Движение связанных тел.....	44
2.19. Динамика движения по окружности.....	46

3. ЗАКОНЫ СОХРАНЕНИЯ

3.1. Импульс тела. Относительный импульс.....	48
3.2. Изменение импульса тел.....	49
3.3. Второй закон Ньютона в импульсном виде. Реактивная сила.....	49
3.4. Импульс системы тел.....	50
3.5. Закон сохранения импульса (импульсы тел направлены вдоль одной прямой).....	50
3.6. Закон сохранения импульса в проекциях на оси координат.....	52
3.7. Закон сохранения импульса в векторном виде.....	53
3.8. Работа силы.....	53
3.9. Мощность.....	55
3.10. Кинетическая энергия.....	56
3.11. Теорема о кинетической энергии.....	57
3.12. Потенциальная энергия тела, поднятого над землёй.....	57
3.13. Работа силы тяжести и изменение потенциальной энергии тела.....	58
3.14. Потенциальная энергия упруго деформированной пружины.....	58
3.15. Работа силы упругости и изменение потенциальной энергии пружины.....	59
3.16. Закон сохранения механической энергии.....	59
3.17. Закон сохранения энергии и второй закон Ньютона.....	61
3.18. Закон сохранения импульса и закон сохранения энергии.....	62
3.19. Закон сохранения энергии, второй закон Ньютона в импульсном виде.....	63
3.20. Изменения механической энергии.....	63
3.21. Изменение механической энергии и работа силы трения (силы сопротивления).....	64
3.22. Превращение механической энергии во внутреннюю энергию (с учётом закона сохранения импульса).....	64
3.23. Простые механизмы. КПД.....	65

4. МЕХАНИЧЕСКИЕ КОЛЕБАНИЯ И ВОЛНЫ

4.1. Гармонические колебания.....	67
4.2. Математический маятник.....	68
4.3. Пружинный маятник.....	69
4.4. Закон сохранения механической энергии.....	70
4.5. Вынужденные колебания. Резонанс.....	71
4.6. Длина волны.....	72
4.7. Звуковые волны.....	73

5. СТАТИКА

5.1. Плечо силы. Момент силы.....	75
5.2. Правило моментов (параллельные силы).....	76
5.3. Правило моментов (непараллельные силы).....	77
5.4. Давление твёрдого тела.....	77

6. ГИДРОСТАТИКА

6.1. Давление жидкости и газа.....	79
6.2. Сила давления.....	79
6.3. Гидравлический пресс.....	80
6.4. Сообщающиеся сосуды.....	80
6.5. Архимедова сила.....	81
6.6. Воздухоплавание.....	81
6.7. Полное погружение тел.....	82
6.8. Условие плавания тел.....	82
6.9. Тело плавает на поверхности жидкости.....	83

7. МОЛЕКУЛЯРНАЯ ФИЗИКА

7.1. Строение вещества.....	84
7.2. Размеры молекул. Масса молекул. Количество вещества. Число молекул и атомов.....	84
7.3. Абсолютная температура.....	85
7.4. Основное уравнение молекулярно-кинетической теории идеального газа.....	85
7.5. Следствия из основного уравнения молекулярно-кинетической теории идеального газа.....	87
7.6. Уравнение Клапейрона—Менделеева.....	87
7.7. Изменение количества вещества (массы, молярной массы).....	88
7.8. Объединённый газовый закон.....	89
7.9. Изопроцессы.....	90
7.10. Графики изопроцессов.....	91
7.11. Газ в вертикальном сосуде под поршнем.....	93
7.12. Газ отделён от атмосферы столбиком ртути.....	93
7.13. Воздухоплавание.....	94
7.14. Закон Дальтона.....	95
7.15. Влажность воздуха.....	95

8. ТЕРМОДИНАМИКА

8.1. Внутренняя энергия вещества. Виды теплопередачи.....	97
8.2. Количество теплоты (нагревание и охлаждение).....	97
8.3. Теплообмен без агрегатных переходов.....	98
8.4. Агрегатные (фазовые) переходы.....	99
8.5. Количество теплоты (с агрегатными переходами).....	99
8.6. Взаимные превращения механической и внутренней энергии.....	100
8.7. Мощность нагревателя или холодильника.....	101
8.8. КПД нагревателя.....	102
8.9. Теплообмен с агрегатными переходами.....	102
8.10. Внутренняя энергия идеального газа. Изменение внутренней энергии.....	103
8.11. Работа в термодинамике.....	104

8.12. Первое начало термодинамики.....	106
8.13. Первое начало термодинамики для изопротессов.....	107
8.14. КПД тепловой машины и замкнутого цикла.....	109
9. ЭЛЕКТРОСТАТИКА	
9.1. Электризация тел. Взаимодействие зарядов. Два вида электрического заряда.....	110
9.2. Закон сохранения электрического заряда.....	110
9.3. Закон Кулона.....	110
9.4. Электростатическое поле точечного заряда.....	112
9.4.1. Напряжённость точечного заряда.....	112
9.4.2. Потенциал точечного заряда.....	113
9.4.3. Потенциальная энергия пары зарядов.....	113
9.5. Работа электростатического поля.....	113
9.6. Принцип суперпозиции электрических полей.....	114
9.6.1. Равнодействующая системы зарядов.....	114
9.6.2. Напряжённость системы зарядов.....	115
9.6.3. Потенциал системы зарядов.....	116
9.6.4. Потенциальная энергия системы зарядов.....	117
9.7. Однородное электростатическое поле.....	118
9.7.1. Напряжённость однородного электростатического поля и электрическая сила.....	118
9.7.2. Разность потенциалов однородного электростатического поля.....	119
9.7.3. Проводники и диэлектрики в однородном электрическом поле.....	119
9.8. Электростатическое поле заряженной сферы.....	119
9.9. Соединение заряженных сферических тел.....	120
9.10. Электрическая ёмкость конденсатора.....	121
9.11. Соединения конденсаторов.....	121
9.12. Энергия поля конденсатора.....	122
9.13. Заряженная частица в поле конденсатора.....	123
10. ПОСТОЯННЫЙ ТОК	
10.1. Сила тока.....	124
10.2. Напряжение.....	125
10.3. Электрическое сопротивление.....	125
10.4. Закон Ома для участка цепи.....	126
10.5. Соединения проводников.....	127
10.6. Расчёт электрических цепей.....	128
10.7. Электродвижущая сила. Закон Ома для полной электрической цепи.....	130
10.8. КПД источника тока.....	132
10.9. Работа электрического тока. Количество теплоты.....	133
10.10. Мощность электрического тока.....	134
10.11. КПД электронагревателя.....	135
10.12. КПД электродвигателя.....	135
10.13. Конденсатор в цепи постоянного тока.....	136
10.14. Носители свободных электрических зарядов в металлах, жидкостях, газах и полупроводниках.....	137

11. ЭЛЕКТРОМАГНЕТИЗМ

11.1. Взаимодействие постоянных магнитов	139
11.2. Направление вектора магнитной индукции	139
11.3. Принцип суперпозиции полей.....	140
11.4. Закон Ампера	141
11.5. Направление силы Ампера	142
11.6. Сила Ампера	143
11.7. Сила Лоренца.....	144
11.8. Движение заряженных частиц в магнитном поле.....	146
11.9. Заряженные частицы в магнитном и электрическом поле.....	148
11.10. Явление электромагнитной индукции	149
11.11. Магнитный поток	149
11.12. Закон электромагнитной индукции.....	150
11.12.1. Изменение магнитного потока	150
11.12.2. Изменение индукции магнитного поля	151
11.12.3. Изменение площади контура.....	151
11.12.4. ЭДС индукции в движущихся проводниках	152
11.12.5. Изменение угла между контуром и полем	152
11.12.6. Вращение рамки в однородном магнитном поле.....	153
11.13. Правило Ленца.....	154
11.14. Самоиндукция. Индуктивность.....	155
11.15. Энергия магнитного поля	156

12. ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫЕ КОЛЕБАНИЯ И ВОЛНЫ

12.1. Уравнение и график колебательного процесса	158
12.2. Колебательный контур.....	159
12.3. Сила тока в катушке, заряд и напряжение на конденсаторе.....	160
12.4. Свободные электромагнитные колебания. Закон сохранения энергии	161
12.5. Вынужденные электромагнитные колебания. Резонанс	162
12.6. Переменный ток.....	163
12.7. Производство, передача и потребление электрической энергии. Трансформатор	163
12.8. Электромагнитные волны. Длина волны.....	164
12.9. Различные виды электромагнитных излучений и их практическое применение	166

13. ОПТИКА

13.1. Прямолинейное распространение света	167
13.2. Закон отражения света	167
13.3. Изображение предмета в плоском зеркале	168
13.4. Закон преломления света	169
13.5. Полное внутреннее отражение	170
13.6. Линзы. Оптические приборы.....	171
13.7. Изображения светящихся точек и предметов в собирающей линзе	172
13.8. Изображения светящихся точек и предметов в рассеивающей линзе.....	173
13.9. Оптическая сила линзы	175

13.10. Формула тонкой линзы	175
13.10.1. Действительное изображение в собирающей линзе	175
13.10.2. Мнимое изображение в собирающей линзе	176
13.10.3. Рассеивающая линза.....	176
13.11. Увеличение линзы	177
13.12. Волновые свойства света	179
13.13. Дифракционная решётка	179
13.14. Дисперсия света	180
13.15. Основы специальной теории относительности	180
13.15.1. Принцип относительности Эйнштейна.	
Инвариантность скорости света	180
13.15.2. Формулы специальной теории относительности.....	180

14. КВАНТОВАЯ ФИЗИКА

14.1. Гипотеза М. Планка о квантах	182
14.2. Фотоэффект. Опыты А. Г. Столетова	182
14.3. Уравнение Эйнштейна для фотоэффекта	182
14.4. Световые кванты (фотоны)	184
14.5. Гипотеза де Бройля о волновых свойствах частиц	185
14.6. Планетарная модель атома.....	186
14.7. Квантовые постулаты Бора	186
14.8. Линейчатые спектры	187
14.9. Нуклонная модель ядра. Ядерные силы	188
14.10. Энергия связи нуклонов в ядре	189
14.11. Радиоактивность	189
14.12. Закон радиоактивного распада	190
14.13. Ядерные реакции. Термоядерные реакции.	
Цепная реакция деления ядер.....	191

ОТВЕТЫ	193
---------------------	-----

1. КИНЕМАТИКА

1.1. Механическое движение и его виды.

Материальная точка. Траектория

1. Приведите примеры тел, которые движутся вращательно и поступательно.
2. Что общего и чем отличаются друг от друга колебательное и вращательное движения?
3. Чем механическое движение отличается от теплового движения?
4. Почему в лесу легко заблудиться?
5. Экскурсионный автобус едет из Москвы в Ярославль. Приведите примеры тел, относительно которых пассажиры автобуса находятся в состоянии покоя.
6. На парте лежит учебник. Относительно каких тел эта книга покоится? Относительно каких движется?
7. В каких задачах искусственный спутник Земли можно считать материальной точкой? В каких задачах этого делать нельзя?
8. По какой траектории движется броуновская частица?
9. Какую траекторию движения имеет Луна?
10. Мальчик бросил мяч под углом к горизонту. Какую траекторию описывает мяч в полёте?

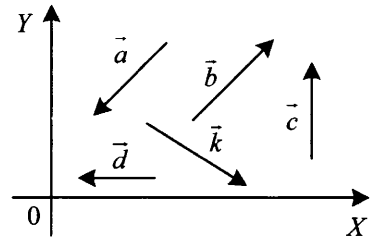
1.2. Путь. Перемещение

1. Стюардесса вышла из кабины пилота, прошла по всему самолёту и вернулась обратно. Чему приблизительно равны путь и модуль перемещения стюардессы в системе отсчёта, связанной с самолётом?
2. Мяч упал с высоты 4 м, отскочил от пола и был пойман на высоте 2 м. Во сколько раз путь, пройденный мячом, больше модуля перемещения мяча?
3. Турист, двигаясь на восток, прошёл 6 км, затем повернул на юг и прошёл ещё 8 км. Чему равен модуль его перемещения? Определите путь туриста.
4. Человек прошёл по горизонтальному полю 400 м строго на север, затем 100 м на восток и 100 м на юг, затем ещё 300 м на восток. Найдите путь и модуль вектора перемещения?
5. Тело, двигаясь прямолинейно, переместилось из точки с координатами $(-2; 3)$ в точку с координатами $(1; 7)$. Определите модуль вектора перемещения.
6. Турист обошёл круглое озеро, радиус которого 120 м. Чему равен путь, пройденный туристом?

7. Конькобежец пробежал на стадионе 5 кругов радиусом 100 м. Определите пройденный путь и модуль перемещения.
8. Чему равны путь и модуль перемещения конца минутной стрелки длиной 1 м за 15 мин?
9. Тело движется по окружности радиусом 3 м. Найдите пройденный путь и модуль перемещения, если радиус окружности повернулся на 120° .
10. Тело, брошенное под углом к горизонту, упало на землю на расстоянии 10 м от точки бросания. Максимальная высота подъёма над землёй в процессе движения составила 5 м. Определите модуль перемещения тела.

1.3. Проекция вектора на оси координат

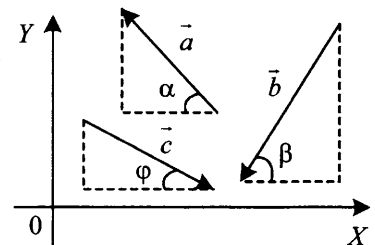
1. Определите графически проекции векторов на оси координат. Какие они имеют знаки?



2. Зная проекции векторов на оси координат, постройте векторы:

- а) $a_x > 0, a_y = 0$; в) $c_x < 0, c_y < 0$;
 б) $b_x = 0, b_y > 0$; г) $d_x < 0, d_y > 0$.

3. Зная углы наклона векторов и их модули, определите проекции векторов на оси координат.



1.4. Равномерное прямолинейное движение

1.4.1. Скорость, путь и время движения при равномерном прямолинейном движении

1. Тело, двигаясь прямолинейно и равномерно в плоскости, перемещается из точки А с координатами (0 м; 2 м) в точку В с координатами (4 м; -1 м) за время, равное 10 с. Определите модуль скорости тела.

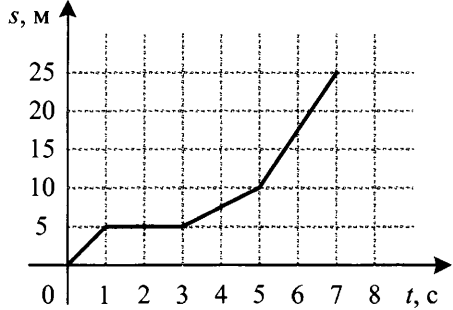
2. Тело, двигаясь прямолинейно и равномерно в плоскости, перемещается из точки А с координатами (1; 2) в точку В с координатами (4; -1) за время, равное 10 с. Каков угол между осью OX и скоростью тела?
3. Поезд длиной 560 м, двигаясь равномерно, прошёл мост длиной 640 м за 2 мин. Определите скорость поезда.
4. На какой высоте окажется самолёт через 8 с после взлёта с аэродрома, если он взлетает с постоянной скоростью 50 м/с, направленной под углом 45° к горизонту?
5. Газонокосилка имеет ширину захвата 80 см. Определите площадь скошенного за 10 мин участка, если скорость косилки 0,1 м/с.
6. В трубопроводе с площадью поперечного сечения 100 см^2 нефть движется со скоростью 1,4 м/с. Какой объём нефти проходит по трубопроводу в течение 8 мин?
7. Вагон шириной 2,4 м, движущийся со скоростью 15 м/с, был пробит пулей, летевшей перпендикулярно направлению движения вагона. Смещение отверстий в стенах вагона относительно друг друга 6 см. Определите скорость пули.

1.4.2. Уравнение координаты при равномерном прямолинейном движении

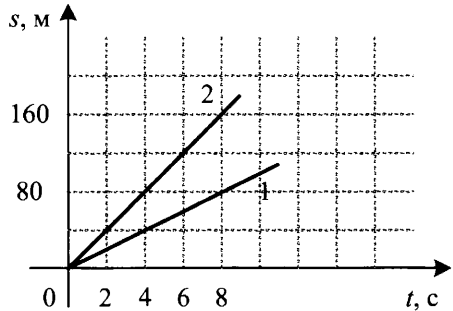
1. Координата материальной точки изменяется с течением времени согласно формуле $x = 9 - 2t$ (м). Определите координату точки через 2 с после начала движения.
2. Координата материальной точки изменяется с течением времени согласно формуле $x = 8 - 3t$ (м). Чему равна проекция скорости материальной точки на ось OX ?
3. Координата тела изменяется с течением времени согласно формуле $x = 10 - 4t$ (м). В какой момент времени координата этого тела будет равна нулю?
4. Тело начало двигаться вдоль оси X с постоянной скоростью 6 м/с из точки, имеющей координату $x_0 = -7$ м. Через сколько секунд координата тела окажется равной 5 м?
5. Даны уравнения координаты для двух материальных точек $x = 2t$ (м) и $x = -8 + 4t$ (м). В какой момент времени вторая точка догонит первую?
6. По оси OX движутся две точки: первая по закону $x_1 = 10 + 2t$ (м), вторая по закону $x_2 = 4 + 5t$ (м). Определите координату места их встречи.

1.4.3. Графики кинематических величин при равномерном прямолинейном движении

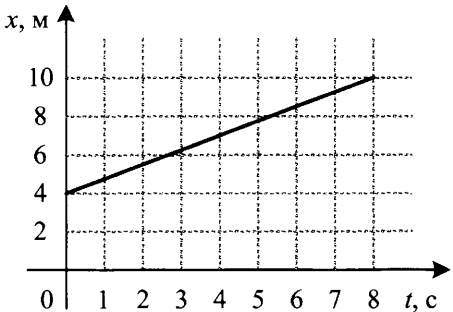
1. На рисунке представлен график зависимости пути s велосипедиста от времени t . Определите скорость велосипедиста в интервале времени от 1 до 3 с и от 3 до 5 с.



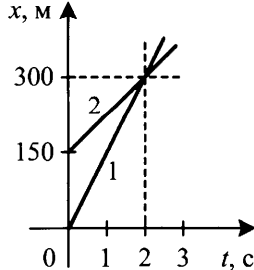
2. На рисунке представлены графики пройденного пути s от времени t для двух тел. На сколько скорость второго тела v_2 больше скорости первого тела v_1 ?



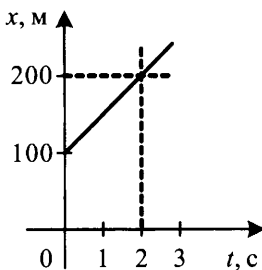
3. На рисунке представлен график движения тела. Определите значение его координаты в момент времени 8 с. Вычислите скорость движения.



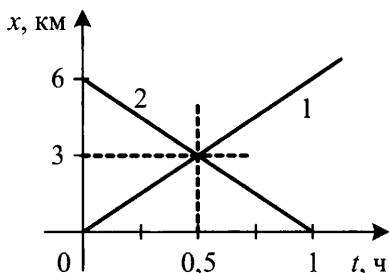
4. По шоссе в одном направлении движутся два автомобиля. Пользуясь графиками зависимости координаты от времени $x(t)$ для этих тел, определите, во сколько раз скорость первого автомобиля больше, чем скорость второго.



5. Пользуясь графиком зависимости координаты тела от времени $x(t)$, определите, в какой момент времени автомобиль проехал мимо светофора, координата которого $x = 500$ м.



6. Из населённых пунктов А и В одновременно навстречу друг другу вышли два пешехода. Первый шёл из пункта А, а второй из пункта В. Определите, пользуясь графиками, на каком расстоянии от пункта А состоится встреча пешеходов.



1.5. Правило сложения скоростей

1. Моторная лодка движется по течению реки со скоростью 5 м/с относительно берега, а в стоячей воде — со скоростью 3 м/с. Чему равна скорость течения реки?
2. Человек бежит со скоростью 5 м/с относительно палубы теплохода в направлении, противоположном направлению движения теплохода. Скорость теплохода относительно пристани 54 км/ч. Определите скорость человека относительно пристани.
3. Между двумя пунктами, расположенными на реке на расстоянии 100 км один от другого, курсирует катер, который, идя по течению, проходит это расстояние за 4 ч, а против — за 10 ч. Определите скорость течения и скорость катера относительно воды.
4. Вертолёт летел на север со скоростью 36 км/ч относительно земли. С какой скоростью относительно земли будет лететь вертолёт, если подует западный ветер со скоростью 15 км/ч?
5. Эскалатор метро движется со скоростью $0,8$ м/с. Пассажир, идущий в направлении движения со скоростью $0,4$ м/с относительно эскалатора, затратил на весь путь 30 с. Какова длина эскалатора?
6. Скорость движения лодки относительно воды в 3 раза больше скорости течения реки. Во сколько раз больше времени займёт поездка на лодке между двумя пунктами против течения, чем по течению?
7. Катер, переправляясь через реку шириной 800 м, двигался перпендикулярно течению реки со скоростью 4 м/с в системе отсчёта, связан-

- ной с водой. На сколько будет снесён течением катер, если скорость течения реки $1,5$ м/с?
8. Моторная лодка развивает скорость 4 м/с. За какое минимальное время лодка может пересечь реку шириной 200 м при скорости течения 3 м/с?
 9. Наблюдатель видит с берега, что пловец пересекает реку шириной 189 м перпендикулярно берегу. При этом скорость течения реки $1,2$ м/с, а скорость пловца относительно воды $1,5$ м/с. Определите время переправы.
 10. Самолёт летит из Москвы в Мурманск. Во время полёта дует западный ветер со скоростью 30 м/с относительно земли, при этом самолёт перемещается точно на север со скоростью 250 м/с относительно земли. Определите скорость самолёта относительно воздуха.

1.6. Относительная скорость

1. По двум параллельным железнодорожным путям равномерно движутся два поезда в противоположных направлениях: грузовой — со скоростью 44 км/ч и пассажирский — со скоростью 100 км/ч. Какова величина относительной скорости поездов?
2. По двум параллельным железнодорожным путям равномерно движутся два поезда в одном направлении: грузовой — со скоростью 48 км/ч и пассажирский — со скоростью 102 км/ч. Какова величина относительной скорости поездов?
3. По дорогам, пересекающимся под прямым углом, едут велосипедист и автомобиль. Скорости велосипеда и автомобиля относительно придорожных столбов, соответственно, равны 8 м/с и 15 м/с. Чему равен модуль скорости автомобиля относительно велосипеда?
4. Два поезда идут навстречу друг другу по параллельным путям со скоростями 20 и 15 м/с. Определите время, в течение которого мимо пассажира, находящегося в первом поезде, будет проходить второй поезд, длина которого 175 м.
5. Сколько времени пассажир, сидящий у окна поезда, идущего со скоростью 36 км/ч, будет видеть обгоняющий поезд длиной 120 м, движущийся со скоростью 72 км/ч?
6. Два поезда идут навстречу друг другу со скоростями 36 и 54 км/ч. Пассажир в первом поезде замечает, что второй поезд проходит мимо него в течение 8 с. Какова длина второго поезда?
7. Пассажир поезда, идущего со скоростью 72 км/ч, видит в окне грузовой поезд, который движется в том же направлении, в течение 26 с. С какой скоростью едет грузовой поезд, если его длина 130 м? Скорость грузового поезда меньше скорости пассажирского.

8. В течение какого времени скорый поезд длиной 300 м, идущий со скоростью 54 км/ч, будет проходить мимо встречного товарного поезда длиной 600 м, идущего со скоростью 36 км/ч?
9. В течение какого времени скорый поезд длиной 200 м, идущий со скоростью 66 км/ч, будет проходить мимо попутного товарного поезда длиной 600 м, идущего со скоростью 30 км/ч?
10. Теплоход, имеющий длину 180 м, движется по прямому курсу в неподвижной воде со скоростью 15 м/с. Катер, имеющий скорость 30 м/с, проходит расстояние от кормы движущегося теплохода до его носа. Сколько времени тратит на это катер?

1.7. Средняя скорость

1. Велосипедист за первые 5 с проехал 35 м, за последующие 10 с — 100 м и за последние 5 с — 25 м. Найдите среднюю скорость движения на всём пути.
2. Турист за 25 мин прошёл 1,2 км, затем полчаса отдыхал, а затем пробежал ещё 800 м за 5 мин. Какова была его средняя скорость (в км/ч) на всём пути? Какова была бы его средняя скорость (в км/ч), если бы он не отдыхал?
3. Поезд прошёл 300 км. В течение первого часа он двигался со скоростью 100 км/ч, затем сделал тридцатиминутную остановку. Оставшуюся часть пути он ехал со скоростью 40 км/ч. Какова средняя скорость поезда?
4. Девочка проезжает на карусели 30 кругов за 3 мин. Радиус карусели 4 м. Определите среднюю скалярную и среднюю векторную скорости.
5. Первую половину пути человек шёл со скоростью 4 км/ч, а вторую — бежал со скоростью 10 км/ч. Определите среднюю скорость человека на всём пути.
6. Половину времени автомобиль движется со скоростью 30 км/ч, оставшуюся половину — со скоростью 70 км/ч. Определите среднюю скорость автомобиля.
7. Первую четверть пути автомобиль двигался со скоростью 60 км/ч, остальной путь — со скоростью 20 км/ч. Определите среднюю скорость автомобиля (в км/ч).
8. Тело две трети времени двигалось со скоростью 6 м/с, а одну треть времени — 9 м/с. Определите среднюю скорость движения тела за весь промежуток времени.
9. Тело одну треть пути двигалось со скоростью 5 м/с. Определите скорость движения на остальной части пути, если средняя скорость на всём пути 7,5 м/с.

10. Первую половину пути автобус шёл со скоростью, в 8 раз большей, чем вторую. Средняя скорость автобуса на всём пути равна 16 км/ч. Определите скорость автобуса на второй половине пути (в км/ч).

1.8. Ускорение, время движения, мгновенная скорость при равноускоренном прямолинейном движении

1. Автомобиль, двигаясь равноускоренно, через 10 с после начала движения достиг скорости 54 км/ч. Найдите ускорение автомобиля.
2. За 0,001 с скорость космической ракеты увеличилась на 0,05 м/с. С каким ускорением она двигалась?
3. Лыжник равноускоренно съезжает со снежной горки. Скорость лыжника в конце спуска 15 м/с. Время спуска 30 с. Определите ускорение лыжника. Спуск начинается со скоростью 3 м/с.
4. Скорость поезда за 20 с уменьшилась с 90 до 54 км/ч. Определите модуль ускорения.
5. Какое ускорение имеет автомобиль, если его скорость за 1 мин увеличилась с 3 м/с до 32,4 км/ч?
6. Каково ускорение поезда, подходящего к станции, если за 25 с до остановки он имел скорость 9 км/ч?
7. Четырёхступенчатая ракета-носитель, выводящая спутник «Эксплорер» на орбиту, за 7 мин довела его скорость до 8 км/с. Определите среднее ускорение ракеты, считая, что благодаря вращению Земли спутник ещё на старте имел полезную начальную скорость 300 м/с.
8. Автомобиль, движущийся со скоростью 72 км/ч, потребовалось срочно остановить. При резком торможении ускорение было равно -5 м/с^2 . Определите время торможения.
9. Велосипедист движется под уклон с ускорением $0,3 \text{ м/с}^2$. Какую скорость приобретёт велосипедист через 20 с, если его начальная скорость 4 м/с?
10. Лыжник съезжает с горки, двигаясь равноускоренно. Время спуска равно 12 с, ускорение $1,5 \text{ м/с}^2$. В конце спуска его скорость 25 м/с. Определите начальную скорость лыжника.

1.9. Перемещение и путь при равноускоренном прямолинейном движении

1. Велосипедист, движущийся со скоростью 2 м/с, спускается с горки с ускорением $0,4 \text{ м/с}^2$. Определите длину горки, если спуск продолжался 8 с.

2. При равноускоренном прямолинейном движении скорость моторной лодки увеличилась за 10 с от 6 до 8 м/с. Какой путь пройден лодкой за это время?
3. При аварийном торможении автомобиль, имеющий начальную скорость 108 км/ч, движется с ускорением 5 м/с^2 . Определите тормозной путь автомобиля.
4. Находящемуся на горизонтальной поверхности стола бруску сообщили скорость 5 м/с. Под действием сил трения брусок движется с ускорением 1 м/с^2 . Чему равен путь, пройденный бруском за 6 с?
5. Какое расстояние пройдёт автомобиль до полной остановки, если шофёр резко тормозит при скорости 60 км/ч, а от начала торможения до остановки проходит 6 с?
6. Тело соскальзывает по наклонной плоскости, проходя за 10 с путь 2 м. Начальная скорость тела равна нулю. Определите модуль ускорения тела.
7. Поезд, отойдя от станции, прошёл путь 562,5 м и развил скорость 27 км/ч. Найдите ускорение поезда.
8. Скорость тела на пути 106,25 м увеличилась на 5 м/с. Определите ускорение тела, если скорость в начале пути 6 м/с.
9. Торможение электропоезда метро должно начаться на расстоянии 250 м от станции. Какое ускорение должен получить электропоезд, движущийся со скоростью 54 км/ч, чтобы остановиться на станции?
10. Сколько времени затратит ракета, движущаяся из состояния покоя с ускорением 6 м/с^2 , на преодоление расстояния 75 м?
11. Тело, двигаясь прямолинейно с ускорением 2 м/с^2 , за время 0,1 мин прошло путь 42 м. Какой была начальная скорость тела?
12. Уклон длиной 100 м лыжник прошёл за 20 с, двигаясь с ускорением $0,3 \text{ м/с}^2$. Какова скорость лыжника в начале и конце уклона?
13. Поезд, двигаясь под уклон, прошёл за 20 с путь 340 м и развил скорость 19 м/с. Какой была скорость в начале уклона и с каким ускорением двигался поезд?
14. На поверхность Марса тело падает с высоты 100 м в течение примерно 7 с. С какой скоростью тело коснётся поверхности Марса, падая с этой высоты?
15. Какую скорость приобретёт ракета, движущаяся из состояния покоя с ускорением 60 м/с^2 на пути 3 км?
16. К. Э. Циолковский в книге «Вне Земли», рассматривая полёт ракеты, пишет: «...через 10 секунд она была от зрителя на расстоянии 5 км». Какую скорость приобрела ракета?

17. Велосипедист подъезжает к краю горки со скоростью 4 м/с. Во время спуска он движется с ускорением $0,4 \text{ м/с}^2$. Определите скорость велосипедиста у подножия горки, если длина спуска 28,8 м.
18. Тело с начальной скоростью 1 м/с и ускорением -5 см/с^2 прошло путь 10 м. Чему равна конечная скорость?
19. Аварийное торможение автомобиля заняло 4 с и происходило с постоянным ускорением 4 м/с^2 . Найдите тормозной путь.
20. За какое время можно остановить автомобиль, движущийся со скоростью 72 км/ч, если при быстром торможении ускорение равно -5 м/с^2 ? Определите тормозной путь.
21. За 2,5 с прямолинейного равноускоренного движения тело прошло 40 м, увеличив свою скорость в 3 раза. Определите начальную скорость тела.
22. На пути 60 м скорость тела за 20 с уменьшилась в 3 раза. Определите скорость тела в конце пути, считая ускорение постоянным.
23. За одну секунду движения тело прошло путь 10 м, при этом его скорость, не меняя направления, увеличилась в 4 раза по сравнению с первоначальной. Определите ускорение тела.
24. Двигаясь с ускорением $0,5 \text{ м/с}^2$, тело на пути 60 м увеличило скорость в 4 раза. Найдите начальную скорость тела.
25. Поезд за 15 с, двигаясь от станции с постоянным ускорением, прошёл 180 м. Определите, какое расстояние преодолел поезд за первые 5 с.

1.10. Путь в n -ю секунду

1. Тело, двигаясь из состояния покоя, за пятую секунду прошло путь 9 м. Определите ускорение тела.
2. Тело, двигаясь из состояния покоя, за пятую секунду прошло путь 18 м. Какую скорость будет иметь тело в конце пятой секунды?
3. Поезд, двигаясь от станции, за вторую секунду проходит путь 1 м. Какой путь пройдёт поезд за 15 с от начала движения?
4. Тело, двигаясь равноускоренно, в течение пятой секунды от начала движения прошло путь 45 м. Какой путь оно пройдёт за 10 с от начала движения?
5. Поезд отошёл от станции и в течение 15 с двигался равноускоренно. Найдите путь, пройденный поездом за это время, если известно, что за десятую секунду он прошёл путь 19 м.
6. При равноускоренном движении из состояния покоя тело за третью секунду проходит путь 10 м. Какой путь пройдёт тело за девятую секунду?

1.11. Уравнение координаты, проекции перемещения и проекции скорости

1. Координата тела изменяется с течением времени согласно формуле $x = 5 - 3t + 2t^2$. Чему равна координата этого тела через 5 с после начала движения?
2. Координата тела изменяется с течением времени согласно формуле $x = t^2 + 3t - 18$. В какой момент времени координата тела будет равна нулю?
3. Координата тела изменяется с течением времени согласно формуле $x = 6 - 4t + t^2$. Составьте соответствующее уравнение проекции перемещения тела.
4. Чему равна проекция перемещения материальной точки за 2 с, движение которой вдоль оси OX описывается уравнением $x = 12 - 3t + t^2$?
5. Координата тела изменяется с течением времени согласно формуле $x = 32 - 8t + 2t^2$. Определите модуль перемещения тела через 3 с.
6. Координата тела изменяется с течением времени согласно формуле $x = 20 - 5t + 6t^2$. Составьте соответствующее уравнение проекции скорости тела.
7. Движение тела описывается уравнением $x = 8 - 6t + 0,5t^2$. Определите проекцию скорости тела через 3 с после начала движения.
8. Движение тела описывается уравнением $x = 14 + 2t - 3t^2$. Определите модуль скорости тела через 4 с после начала движения.
9. Зависимость координаты от времени для некоторого тела приведена в уравнении $x = 8t - t^2$. В какой момент времени скорость тела равна нулю?
10. Точка движется по оси X по закону $x = 5 + 4t - 2t^2$. Определите координату, в которой скорость точки обращается в нуль.
11. При прямолинейном движении зависимость пройденного телом пути s от времени t имеет вид: $s = 4t - t^2$. Определите скорость тела в момент времени $t = 2$ с.
12. Материальная точка движется по оси OX по закону $x = 2 + 5t + 10t^2$. Определите проекцию ускорения точки на ось OX .

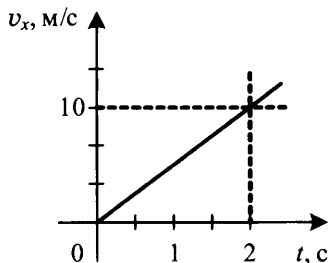
1.12. Совместное движение двух тел

1. Два автомобиля движутся по шоссе по следующим законам: $x_1 = 6t + 2t^2$ и $x_2 = 37,5 - 4t$. Определите время и место встречи двух автомобилей.
2. По одному направлению из одной точки одновременно начали двигаться два тела: одно равномерно со скоростью 5 м/с, а другое равноускоренно без начальной скорости с ускорением 2 м/с². Через сколько секунд второе тело догонит первое?

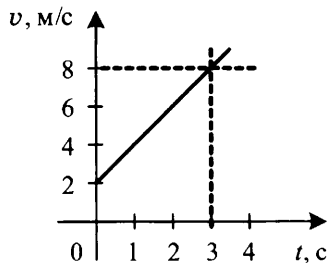
- По одному направлению из одной точки с интервалом в 10 с начали двигаться два тела: одно равномерно со скоростью 5 м/с, а другое равноускоренно без начальной скорости с ускорением 2 м/с². Через сколько секунд от начала движения первого тела второе тело достигнет первое?
- Мимо остановки по прямой улице проезжает грузовик со скоростью 10 м/с. Через 5 с от остановки вдогонку за грузовиком отъезжает мотоциклист, движущийся с ускорением 3 м/с². На каком расстоянии от остановки мотоциклист догонит грузовик?
- Через 20 с после отхода теплохода вдогонку за ним от той же пристани отправляется катер с постоянным ускорением 1 м/с². Определите, на каком расстоянии от пристани катер догонит теплоход, если теплоход двигался равномерно со скоростью 18 км/ч.

1.13. Графики кинематических величин равноускоренного прямолинейного движения

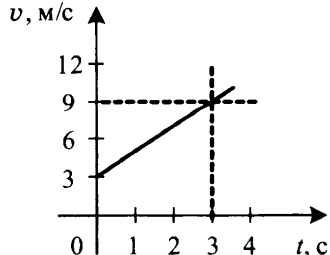
- Тело начинает движение из начала координат вдоль оси OX , причём проекция скорости v_x меняется с течением времени по закону, приведённому на графике. Определите ускорение тела.



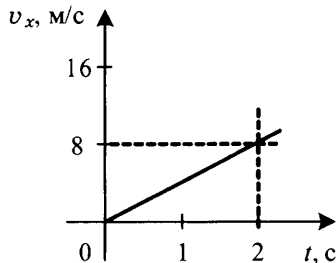
- По графику зависимости модуля скорости от времени, представленному на рисунке, определите ускорение прямолинейно движущегося тела.



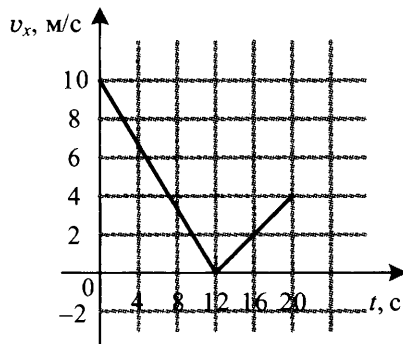
- По графику зависимости модуля скорости от времени, представленному на рисунке, определите ускорение прямолинейно движущегося тела в момент времени 1 с.



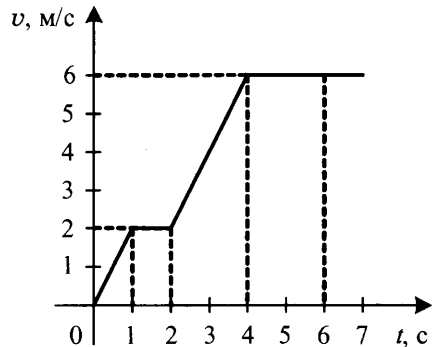
4. Тело движется вдоль оси OX . Проекция его скорости $v_x(t)$ меняется по закону, приведённому на графике. Определите путь, пройденный телом за 2 с.



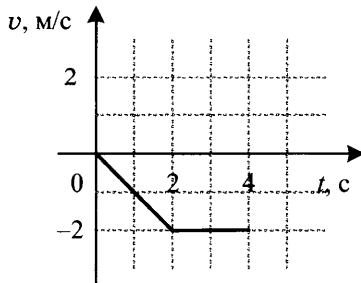
5. Тело движется вдоль оси OX , причём проекция скорости v_x меняется с течением времени по закону, приведённому на графике. Какой путь прошло тело за время от 0 до 20 с?



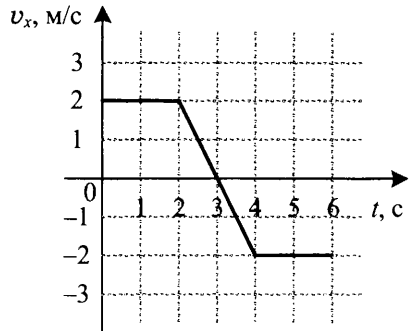
6. По графику зависимости модуля скорости тела от времени, представленному на рисунке, определите путь, пройденный телом за первые 2 с движения и за вторую секунду.



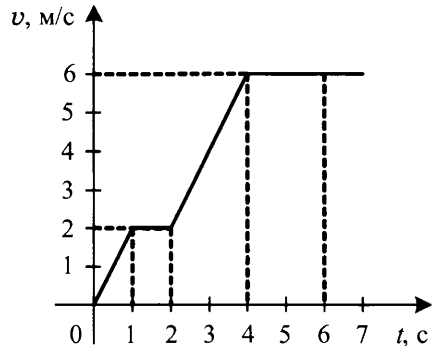
7. На графике показана зависимость скорости тела от времени. Каков путь, пройденный телом к моменту времени $t = 4$ с?



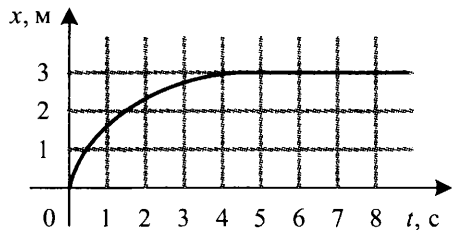
8. На графике изображена зависимость проекции скорости тела, движущегося вдоль оси OX , от времени. Какой путь прошло тело к моменту времени $t = 6$ с? Определите перемещение тела за 5 с.



9. На рисунке представлен график зависимости модуля v скорости автомобиля от времени t . Определите по графику путь, пройденный автомобилем в интервале от момента времени 0 с до момента времени 5 с после начала движения.



10. На рисунке изображён график изменения координаты тела с течением времени. Как изменялась скорость тела в промежуток времени от 0 до 5 с? В какой промежуток времени скорость тела равна нулю?



1.14. Скорость и перемещение при свободном падении (вертикальный бросок)

1. С высокого отвесного обрыва начинает свободно падать камень. Какую скорость он будет иметь через 5 с после начала падения?
2. Камень брошен вертикально вверх с начальной скоростью 20 м/с. Чему будет равен модуль скорости камня через 1,5 с после начала движения?
3. Тело свободно падает из состояния покоя. Определите, на сколько увеличивается скорость тела за третью секунду падения.
4. С какой скоростью тело брошено вертикально вверх, если через 0,8 с после броска его скорость при подъёме уменьшилась вдвое?
5. Камень брошен с некоторой высоты вертикально вниз с начальной скоростью 2 м/с. Чему будет равна скорость камня через 0,6 с после броска?

6. Тело брошено вертикально вверх. Через 0,5 с после броска его скорость равна 20 м/с. Какова начальная скорость тела? Сопротивлением воздуха пренебречь.
7. Вертикально вниз брошен камень со скоростью 2 м/с. Во сколько раз увеличится скорость камня через 1 с после броска?
8. С неподвижного воздушного шара сбрасывают балласт, достигающий поверхности земли со скоростью 100 м/с. На какой высоте находится шар?
9. Тело брошено вертикально вверх с поверхности земли со скоростью 20 м/с. На какую максимальную высоту оно поднимется?
10. Г. Галилей, изучая законы свободного падения, бросал без начальной скорости разные предметы с наклонной башни в городе Пиза, высота которой 57,5 м. Сколько времени падали предметы с этой башни?
11. Тело брошено от земли вертикально вверх со скоростью 9 м/с. На какой высоте скорость тела уменьшится в 3 раза?
12. С вертолѐта, находящегося на высоте 30 м, упал камень. Через сколько секунд камень достигнет земли, если вертолѐт при этом опустился со скоростью 5 м/с?
13. Найдите конечную скорость материальной точки при свободном падении с высоты 45 м.
14. С высоты 2,4 м брошен мяч вертикально вниз со скоростью 1 м/с. Чему равна его скорость в момент падения?

1.15. Путь в n -ю секунду свободного падения

1. Какой путь пройдёт свободно падающее тело за третью секунду? Начальная скорость тела равна нулю.
2. Какой путь пройдёт свободно падающее тело за шестую секунду? Начальная скорость тела равна нулю.
3. За какую секунду свободного падения тело проходит путь 15 м? Начальная скорость тела равна нулю.
4. За какую секунду свободного падения тело проходит путь 65 м? Начальная скорость тела равна нулю.
5. Определите, на сколько метров путь, пройденный свободно падающим телом за десятую секунду, больше пути, пройденного в предыдущую секунду. Начальная скорость тела равна нулю.
6. Камень свободно падает без начальной скорости. За какое время он пролетит третий метр своего пути?

1.16. Уравнение скорости и координаты при свободном падении

1. Тело брошено вертикально вверх со скоростью 30 м/с. Через какое время скорость этого тела изменит направление на противоположное и станет равной 10 м/с?

2. С высоты 12 м над землёй без начальной скорости падает тело. На какой высоте окажется тело через 1 с после начала падения?
3. С неподвижного вертолёта, находящегося на высоте 1000 м, падает бомба, дистанционный взрыватель которой установлен на 14 с. Определите высоту разрыва бомбы над землёй.
4. Тело брошено вертикально вверх с высоты 40 м с начальной скоростью 5 м/с. На какой высоте окажется тело через 2 с?
5. Мяч, брошенный вертикально вверх, упал на землю через 3 с. Определите начальную скорость.
6. Стрела, выпущенная из лука вертикально вверх, упала на землю через 6 с. На какую максимальную высоту поднялась стрела?

1.17. Горизонтальный бросок

1. С башни высотой 45 м горизонтально брошен камень. Через какое время он упадёт на землю?
2. Тело бросили горизонтально с начальной скоростью 40 м/с. Определите его скорость через 3 с.
3. Камень, брошенный горизонтально со скоростью 15 м/с, упал на землю со скоростью 25 м/с. Сколько времени длился полёт камня?
4. Тело брошено горизонтально со скоростью 15 м/с. Через какое время от начала движения горизонтальное смещение будет равно вертикальному?
5. В начальный момент времени скорость тела направлена горизонтально и равна 15 м/с. Определите горизонтальное смещение тела к тому моменту времени, когда вертикальное перемещение будет равно 20 м.
6. Глыбу льда сбрасывают с крыши с высоты 25 м горизонтально со скоростью 3 м/с. На каком расстоянии от дома упадёт глыба?
7. Из окна, расположенного на высоте 5 м от земли, горизонтально брошен камень, упавший на расстоянии 8 м от дома. С какой скоростью брошен камень?
8. Мяч, брошенный с башни горизонтально со скоростью 5 м/с, упал на расстоянии 10 м от её подножия. Чему равна высота башни?
9. Дальность полёта тела, брошенного горизонтально со скоростью 5 м/с, равна начальной высоте. Определите дальность полёта.
10. Мальчик ныряет в воду с крутого горизонтального берега высотой 5 м, имея после разбега скорость 6 м/с. С какой скоростью он достигнет поверхности воды?
11. Камень брошен с горы горизонтально со скоростью 15 м/с. Через какое время его скорость будет направлена под углом 45° к горизонту?
12. Камень брошен с башни горизонтально. Через 3 с вектор скорости камня составил угол 45° с горизонтом. Какова начальная скорость камня?

1.18. Бросок под углом к горизонту

1. Мяч бросили с горизонтальной поверхности земли под углом $\alpha = 30^\circ$ к горизонту. Максимальная скорость мяча во время полёта была равна 12 м/с. Чему равна минимальная скорость мяча во время полёта?
2. Спортсмен толкает ядро с начальной скоростью 15 м/с под углом 45° к горизонту. Определите время полёта ядра.
3. Тело брошено под углом 45° к горизонту со скоростью 20 м/с. Определите координаты тела через 1 с после начала движения.
4. Найдите дальность полёта сигнальной ракеты, выпущенной со скоростью 40 м/с под углом 15° к горизонту.
5. Камень бросили с горизонтальной поверхности земли под углом $\alpha = 30^\circ$ к горизонту. Максимальная скорость камня во время полёта была равна 16 м/с. На какую максимальную высоту поднялся камень?
6. При каком значении угла наклона орудия можно добиться наибольшей дальности полёта?
7. Небольшой камень, брошенный с ровной горизонтальной поверхности земли под некоторым углом к горизонту, достиг максимальной высоты 4,05 м. Сколько времени прошло от броска до того момента, когда его скорость была направлена горизонтально?
8. Стрела пущена с ровной горизонтальной поверхности земли под углом к горизонту. На какую максимальную высоту поднялась стрела, если через 1,5 с после броска её скорость была направлена горизонтально?
9. Небольшой камень, брошенный с ровной горизонтальной поверхности земли под углом к горизонту, упал обратно на землю в 20 м от места броска. Чему равна скорость камня через 2 с после броска, если в этот момент она была направлена горизонтально?
10. Камень бросили с горизонтальной поверхности земли под углом α к горизонту. Минимальная скорость камня во время полёта была равна 12 м/с, а максимальная — 20 м/с. Через какой промежуток времени камень достигнет максимальной высоты?
11. Мяч бросили с горизонтальной поверхности земли под углом к горизонту. Минимальная скорость мяча во время полёта была равна 7 м/с, а максимальная — 10 м/с. Через какой промежуток времени мяч упадёт на землю?
12. Небольшой камень, брошенный с ровной горизонтальной поверхности земли под углом 30° к горизонту, упал обратно на землю в 86,6 м от места броска. Какой максимальной высоты он достиг за время полёта?

13. Небольшой камень, брошенный с ровной горизонтальной поверхности земли под углом к горизонту, достиг максимальной высоты 5 м и упал обратно на землю в 20 м от места броска. Чему равна минимальная скорость камня за время полёта?
14. На соревнованиях по лёгкой атлетике спортсмен прыгнул в высоту на 2 м. Минимальная скорость спортсмена в этом прыжке была равна по модулю 1,2 м/с. Пренебрегая силой трения о воздух, определите длину прыжка.

1.19. Движение по окружности с постоянной скоростью

1. Карусели делают 15 об/мин. Определите период и частоту их вращения.
2. Материальная точка за 2 с прошла треть окружности. Определите период и частоту её вращения.
3. Определите линейную скорость колеса, диаметр которого 40 см, а период вращения 2 с.
4. Известно, что Земля вращается вокруг своей оси. Определите линейную скорость точки экватора, если радиус Земли 6400 км.
5. Определите линейную скорость Луны, обусловленную её обращением вокруг Земли. Период вращения Луны 27,3 суток. Расстояние Земля—Луна $3,84 \cdot 10^5$ км.
6. Период обращения Земли вокруг Солнца равен 1 году (365,25 суток), радиус орбиты Земли 150 млн км. Определите скорость движения Земли вокруг Солнца.
7. Линейная скорость конца минутной стрелки Кремлёвских курантов равна 6 мм/с. Определите длину минутной стрелки.
8. Скорость точек рабочей поверхности шлифовального круга не должна превышать 100 м/с. Определите частоту вращения круга, если его диаметр 40 см.
9. Автомобиль движется со скоростью 36 км/ч. Определите скорость верхней и нижней точки колеса относительно поверхности земли.
10. Минутная стрелка часов на 50% длиннее секундной. Во сколько раз линейная скорость конца секундной стрелки больше минутной?
11. Точка равномерно движется по окружности, совершая один оборот за 1,57 с. Определите угловую скорость точки.
12. Точка равномерно движется по окружности, имея частоту вращения 2 Гц. Определите угловую скорость точки.
13. Точка равномерно движется по окружности радиусом 1,5 м с угловой скоростью 3 рад/с. Определите линейную скорость точки.
14. Найдите угловую скорость барабана лебёдки диаметром 16 см при подъёме груза со скоростью 0,4 м/с.

1.20. Центростремительное ускорение

1. Каково центростремительное ускорение поезда, движущегося по закруглению радиусом 500 м со скоростью 90 км/ч?
2. С какой скоростью автомобиль должен проходить середину выпуклого моста радиусом 40 м, чтобы центростремительное ускорение равнялось ускорению свободного падения?
3. Колесо автомобиля, радиус которого 40 см, имеет угловую скорость 3 рад/с. Определите его центростремительное ускорение.
4. Определите ускорение конца секундной стрелки часов, если длина стрелки равна 2 см.
5. Определите центростремительное ускорение колеса, диаметр которого 60 см, а частота вращения 0,5 Гц.
6. Как изменится центростремительное ускорение точек обода колеса, если линейная скорость уменьшится в 3 раза?
7. Как изменится центростремительное ускорение точек обода колеса, если радиус колеса уменьшится в 4 раза?
8. Как изменится центростремительное ускорение точек обода колеса, если угловая скорость увеличится в 5 раз?
9. Во сколько раз увеличится центростремительное ускорение точек обода колеса, если период обращения колеса уменьшится в 2 раза?
10. Во сколько раз возрастёт линейная скорость вращающегося колеса, если центростремительное ускорение увеличится в 4 раза?
11. Во сколько раз и как изменится угловая скорость тела, если центростремительное ускорение уменьшится в 9 раз?
12. Что происходит с периодом вращения, если центростремительное ускорение тела увеличивается в 4 раза?
13. Что происходит с частотой вращения, если центростремительное ускорение уменьшилось в 9 раз?
14. Период вращения первого колеса в 4 раза больше периода вращения второго, а его радиус в 2,5 раза больше радиуса второго колеса. Во сколько раз центростремительное ускорение точек обода второго колеса больше первого?

2. ДИНАМИКА

2.1. Инерция. Первый закон Ньютона. Инерциальные системы отсчёта

1. Приведите примеры инерции и инерциальных систем отсчёта.
2. Систему отсчёта, связанную с Землёй, можно приближённо считать инерциальной. При каком движении вертолёта относительно Земли связанная с ним система отсчёта также является инерциальной?
3. При каких движениях лифта систему отсчёта, связанную с ним, можно считать инерциальной?

2.2. Инертность

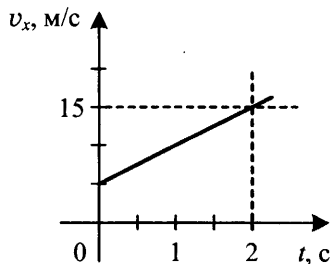
1. Почему бегущий человек, споткнувшись, падает вперёд?
2. При движении экскурсионного автобуса все пассажиры сначала отклонились вправо, а затем резко вперёд. Какие изменения произошли в движении автобуса?
3. Почему перед взлётом или посадкой самолёта все пассажиры должны быть пристёгнуты ремнём безопасности?
4. Почему нельзя перебегать улицу перед близко идущим транспортом?
5. Почему автомобиль с неисправной системой торможения нельзя буксировать с помощью гибкого троса?

2.3. Масса. Плотность

1. Длина стальной проволоки 20 м, площадь сечения 5 мм². Плотность стали 7800 кг/м³. Вычислите массу проволоки.
2. Золото можно расплющить до толщины 0,1 мкм. Определите площадь поверхности, которую можно покрыть листком золота массой 2 г. Плотность золота 19 300 кг/м³.
3. Размеры оконного стекла 60 см × 20 см, толщина 5 мм. Какова его масса? Плотность стекла 2500 кг/м³.
4. Масса бетонного блока, имеющего форму прямоугольного параллелепипеда, равна 6 кг. Какой будет масса блока, если первую его сторону увеличить в 2 раза, вторую — в 1,5 раза, а третью уменьшить в 3 раза?
5. Два кубика изготовлены из одинакового материала. Сторона первого кубика в 2 раза больше, чем второго. Сравните массы кубиков.
6. Какую массу будет иметь кубик с площадью поверхности 24 см², если плотность вещества, из которого он изготовлен, 8,7 г/см³?

2.4. Сила. Второй закон Ньютона

1. Автомобиль массой 1800 кг, двигаясь из состояния покоя по горизонтальному пути, через 10 с достигает скорости 30 м/с. Определите силу тяги двигателя. Сопротивлением движению пренебречь.
2. Пуля массой 9 г движется в пенопласте. За 5 мс её скорость уменьшилась с 250 м/с до 200 м/с. Найдите модуль средней силы сопротивления движению пули.
3. Молоток массой 800 г ударяет по небольшому гвоздю и забивает его в доску. Скорость молотка перед ударом равна 5 м/с, после удара она равна 0, продолжительность удара 0,2 с. Определите среднюю силу удара молотка.
4. Тело массой 400 г движется вдоль оси OX , причём проекция скорости v_x меняется с течением времени по закону, приведённому на графике. Определите значение силы, действующей на это тело.



5. Скорость автомобиля изменяется по закону $v_x = 0,3t$. Определите силу тяги, действующую на автомобиль, если его масса 1,2 т. Силой трения пренебречь.
6. Поезд массой 2000 т, движущийся со скоростью 36 км/ч, остановился, пройдя путь 400 м. Определите величину тормозящей силы.
7. На два тела действуют равные силы. Первое тело массой 300 г движется с ускорением 2 м/с². Определите массу второго тела, если оно движется с ускорением 10 см/с².
8. Сила 40 Н сообщает телу ускорение 0,8 м/с². Какая сила сообщит этому телу ускорение 2 м/с²?
9. На тележку массой 500 г действует сила 15 Н. С какой силой нужно действовать на тележку массой 1 кг, чтобы она двигалась с тем же ускорением, что и первая тележка?
10. Порожний грузовой автомобиль массой 5 т начинает движение с ускорением 0,3 м/с². После загрузки при той же силе тяги он трогается с места с ускорением 0,2 м/с². Сколько тонн груза принял автомобиль? Сопротивлением движению пренебречь.

2.5. Принцип суперпозиции сил

1. Какое наибольшее и наименьшее значение результирующей силы можно получить, имея в своём распоряжении две силы 7 Н и 9 Н? Сделайте чертёж.

2. Две силы 5 Н и 6 Н приложены к одному телу. Угол между направлениями сил 90° . Определите модуль равнодействующей этих сил.
3. Определите равнодействующую двух равных сил по 4 Н, направленных под углом 60° друг к другу.
4. Определите равнодействующую двух равных сил по 5 Н, направленных под углом 120° друг к другу.
5. Силы 6 Н и 8 Н приложены к одному телу. Угол между направлениями сил 90° . Масса тела 2 кг. Определите ускорение, с которым движется тело.
6. На тело массой 5 кг действуют две равные силы, направленные под углом 120° друг к другу. С каким ускорением движется тело, если модули сил 15 Н?
7. С каким ускорением движется тело массой 20 кг, на которое действуют три равные силы по 40 Н каждая, лежащие в одной плоскости и направленные под углом 120° друг к другу?
8. Брусок спускается с наклонной плоскости длиной 15 см в течение 0,25 с. Определите равнодействующую всех сил, действующих на брусок во время движения, если его масса 200 г и движение начинается из состояния покоя.
9. Автомобиль массой 1500 кг, двигаясь равноускоренно из состояния покоя по горизонтальному пути под действием равнодействующей силы 1800 Н, приобрёл скорость 54 км/ч. Определите путь, пройденный автомобилем.
10. Снаряд массой 2 кг вылетает из ствола орудия в горизонтальном направлении со скоростью 400 м/с. Определите значение равнодействующей силы, считая её постоянной, если длина ствола 2,5 м.

2.6. Третий закон Ньютона

1. Что можно сказать о природе, направлении и величине сил, возникающих при взаимодействии тел?
2. При столкновении двух тел разной массы какое из них приобретает большее ускорение?
3. Вес кирпича, лежащего на земле, равен 50 Н. С какой силой Земля притягивается к кирпичу во время его свободного падения?
4. Яблоко свободно падает с дерева. В каком направлении действует сила, с которой яблоко притягивает Землю?
5. Силы, возникающие при взаимодействии двух заряженных шариков, направлены по прямой навстречу друг другу. Как заряжены шарики?
6. К лежащему на столе полосовому магниту поднесли другой магнит. Силы, возникающие при взаимодействии, оказались направленными

по одной прямой друг от друга. Что можно сказать о взаимодействующих полюсах магнитов?

7. На поверхности озера плавают две лодки массой 200 кг каждая, в одной из них сидит человек массой 50 кг. Он подтягивает к себе с помощью верёвки вторую лодку. Сила натяжения верёвки 100 Н. Сила сопротивления воды мала. Какое по модулю ускорение будет у лодки без человека? Определите ускорение лодки с человеком.
8. Лодку массой 50 кг подтягивают канатом к первоначально покоящемуся теплоходу массой 300 т. Лодка движется с ускорением $0,6 \text{ м/с}^2$. Определите ускорение теплохода.
9. Два тела, движущиеся по гладкой горизонтальной плоскости, столкнулись друг с другом. Первое тело массой 500 г после столкновения стало двигаться с ускорением 1 м/с^2 , а ускорение второго равно 2 м/с^2 . Определите массу второго тела.

2.7. Сила всемирного тяготения

1. С какой силой притягиваются два вагона массой по 80 т каждый, если расстояние между ними 1000 м?
2. С какой силой Земля притягивает Луну, если масса Земли $6 \cdot 10^{24}$ кг, а масса Луны $7 \cdot 10^{22}$ кг? Расстояние между их центрами $3,84 \cdot 10^8$ м.
3. Два одинаковых шарика находятся на расстоянии 10 см друг от друга и притягиваются с силой $6,67 \cdot 10^{-15}$ Н. Какова масса каждого шарика?
4. На каком расстоянии сила притяжения между двумя телами массой по 1 т каждое будет равна $6,67 \cdot 10^{-9}$ Н?
5. Как изменится сила всемирного тяготения, если массу одного из взаимодействующих тел увеличить в 6 раз?
6. Как изменится сила всемирного тяготения, если массу одного из взаимодействующих тел увеличить в 6 раз, а массу второго уменьшить в 3 раза?
7. Как изменится сила всемирного тяготения, если расстояние между центрами взаимодействующих шаров уменьшить в 3 раза?
8. Как изменится сила всемирного тяготения, если массу одного из взаимодействующих тел уменьшить в 6 раз, а расстояние уменьшить в 2 раза?
9. Во сколько раз уменьшится сила тяготения между однородным шаром и материальной точкой, соприкасающейся с шаром, если материальную точку удалить от поверхности шара на расстояние, равное двум диаметрам шара?
10. Во сколько раз уменьшится сила тяготения между двумя одинаковыми однородными шарами, если вначале шары соприкасались друг

с другом, а затем один из шаров отодвинули на расстояние, равное диаметру шаров?

2.8. Сила тяжести

1. С какой силой помогает нам бороться лифт?
2. Птица с огромными крыльями парит в вышине. Действует ли на неё сила тяжести?
3. Почему на Земле есть атмосфера, а на Луне её нет?
4. Мальчик массой 45 кг совершает прыжок в высоту. Определите силу тяжести, действующую на него во время прыжка.
5. На некоторой планете сила тяжести, действующая на тело массой 200 г, равна 1,8 Н. Определите по этим данным ускорение свободного падения на планете.
6. Камень брошен вертикально вверх с начальной скоростью 20 м/с. Модуль силы тяжести, действующей на камень в момент броска, равен 2,5 Н. Какую массу имеет камень?
7. Во сколько раз изменится сила тяжести, действующая на ракету, если она с поверхности планеты поднимется на высоту, равную двум радиусам планеты?
8. Как изменится сила тяжести, действующая на космический корабль, если сначала он был на расстоянии трёх земных радиусов от поверхности планеты, а потом только одного радиуса?
9. Как изменится сила тяжести, действующая на ракету, при её подъёме с поверхности Земли до вывода на околоземную орбиту, радиус которой равен двум радиусам Земли?
10. Как изменится сила тяжести, действующая на космический корабль, если сначала он был на расстоянии трёх земных радиусов от центра планеты, а потом приземлился на космодроме?
11. Космонавт, находясь на Земле, притягивается к ней с силой 750 Н. С какой приблизительно силой он будет притягиваться к Марсу, находясь на его поверхности? Радиус Марса в 2 раза меньше, а масса в 10 раз меньше, чем у Земли.
12. Космонавт, находясь на Земле, притягивается к ней с силой 600 Н. С какой силой он будет притягиваться к Луне, находясь на её поверхности, если радиус Луны меньше радиуса Земли в 4 раза, а масса Луны меньше массы Земли в 80 раз?
13. У поверхности Луны на космонавта действует сила тяготения 160 Н. Какая сила тяготения действует со стороны Луны на того же космонавта в космическом корабле, движущемся по круговой орбите вокруг Луны на расстоянии двух лунных радиусов от её центра?

2.9. Ускорение свободного падения

1. Определите ускорение свободного падения на поверхности Марса, если его масса $6,43 \cdot 10^{23}$ кг, а радиус $3,38 \cdot 10^6$ м.
2. Средний радиус планеты Меркурий 2420 км, а ускорение свободного падения $3,72 \text{ м/с}^2$. Найдите массу Меркурия.
3. Ускорение свободного падения на поверхности Венеры $8,75 \text{ м/с}^2$. Определите радиус Венеры, если её масса $4,88 \cdot 10^{24}$ кг.
4. Каково ускорение свободного падения на высоте, равной половине земного радиуса? Ускорение свободного падения на поверхности Земли считайте равным 10 м/с^2 .
5. Радиус планеты Марс составляет 0,53 радиуса Земли, а масса — 0,11 массы Земли. Зная, что ускорение свободного падения на поверхности Земли равно 10 м/с^2 , найдите ускорение свободного падения на Марсе.
6. Определите ускорение свободного падения на планете, масса которой больше массы Земли на 200%, а радиус на 100% больше земного. Ускорение свободного падения на Земле считайте 10 м/с^2 .
7. Предположим, что радиус Земли уменьшился в 3 раза. Как должна измениться её масса, чтобы ускорение свободного падения на поверхности осталось прежним?
8. Как изменится ускорение свободного падения на поверхности планеты, если плотность планеты увеличится в 2 раза, а радиус планеты останется прежним?
9. Как изменится ускорение свободного падения на поверхности планеты, если плотность планеты увеличится в 3 раза, а радиус в 3 раза уменьшится?
10. Зная ускорение свободного падения на поверхности Земли (10 м/с^2) и радиус планеты (6400 км), рассчитайте её среднюю плотность.

2.10. Первая космическая скорость

1. Сверхгигант Антарес (α Скорпиона) имеет массу 10^{32} кг, а радиус $2,28 \cdot 10^{11}$ м. Определите первую космическую скорость для спутника Антареса, летающего на небольшой высоте.
2. Космический корабль движется вокруг Земли по круговой орбите радиусом 30 000 км. Масса Земли $6 \cdot 10^{24}$ кг. Определите его скорость.
3. Первая космическая скорость для спутника Марса, летающего на небольшой высоте, равна 3,5 км/с. Определите массу Марса, если радиус планеты $3,38 \cdot 10^6$ м.
4. Первая космическая скорость для спутника Нептуна, летающего на небольшой высоте, равна 17,7 км/с. Определите радиус Нептуна, если масса планеты $1,04 \cdot 10^{26}$ кг.

5. Как изменилась бы первая космическая скорость, если бы масса планеты увеличилась в 9 раз?
6. Как изменилась бы первая космическая скорость, если бы радиус планеты увеличился в 9 раз?
7. Массу спутника увеличили в 4 раза. Как изменится его первая космическая скорость?
8. Средняя плотность некоторой планеты равна средней плотности планеты Земля, а радиус планеты в 2 раза больше земного радиуса. Определите отношение первой космической скорости на планете к первой космической скорости на Земле $\frac{v_n}{v_3}$.
9. Плотность Меркурия примерно равна плотности Земли, а радиус в 2,63 раза меньше. Определите отношение первой космической скорости на Меркурии к первой космической скорости на Земле $\frac{v_M}{v_3}$.
10. Искусственный спутник обращается по круговой орбите на высоте 600 км от поверхности планеты. Радиус планеты равен 3400 км, ускорение свободного падения на поверхности планеты равно 4 м/с^2 . Какова скорость движения спутника по орбите?

2.11. Период обращения спутника

1. Рассчитайте период обращения спутника Меркурия, летающего на небольшой высоте, если масса планеты $3,26 \cdot 10^{23}$ кг, а радиус $2,42 \cdot 10^6$ м.
2. Каков радиус кольца Сатурна, в котором частицы движутся с периодом, примерно равным периоду вращения Сатурна вокруг своей оси, 10 ч 40 мин? Масса Сатурна равна $5,7 \cdot 10^{26}$ кг.
3. Масса Марса составляет 0,1 от массы Земли, радиус Марса вдвое меньше, чем радиус Земли. Каково отношение периодов обращения $\frac{T_M}{T_3}$ искусственных спутников Марса и Земли, двигающихся по круговым орбитам на небольшой высоте?
4. Среднее расстояние от Солнца до планеты Уран составляет 2875,03 млн км, а до планеты Земля — 149,6 млн км. Чему примерно равен период обращения Урана (в годах) вокруг Солнца, если орбиты обеих планет считать окружностями?
5. Во сколько раз период обращения спутника, движущегося по орбите на расстоянии 21 600 км от поверхности Земли, отличается от периода обращения спутника, движущегося на расстоянии 600 км от её поверхности? Радиус Земли 6400 км.

6. Найдите период обращения спутника Земли, который движется на высоте 600 км. Радиус Земли 6400 км. Ускорение свободного падения на поверхности Земли 10 м/с^2 .
7. Каким должен быть радиус круговой орбиты искусственного спутника Земли для того, чтобы он всё время находился над одной и той же точкой земной поверхности на экваторе? Радиус Земли 6400 км. Ускорение свободного падения на поверхности Земли 10 м/с^2 .
8. Планета представляет собой однородный шар с плотностью 9000 кг/м^3 . Каков период обращения искусственного спутника планеты, движущегося вблизи её поверхности?
9. Плотность Марса приблизительно равна плотности Земли, а масса в 10 раз меньше. Определите отношение периода обращения спутника, движущегося вокруг Марса по низкой круговой орбите, к периоду обращения аналогичного спутника Земли.
10. Масса некоторой планеты в 3 раза меньше массы Земли, а период обращения спутника, движущегося вокруг этой планеты по низкой круговой орбите, совпадает с периодом обращения аналогичного спутника Земли. Определите отношение средних плотностей планеты и Земли.

2.12. Сила упругости

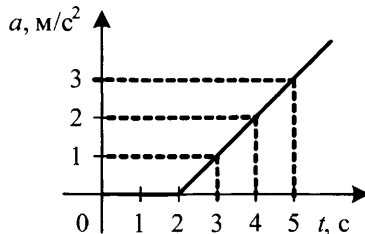
1. Вычислите деформацию пружины жёсткостью 1000 Н/м , растягиваемой двумя противоположно направленными силами по 200 Н каждая.
2. Какие силы надо приложить к концам проволоки, жёсткость которой 20 кН/м , чтобы растянуть её на 1 мм ?
3. К пружине длиной 10 см , жёсткость которой 500 Н/м , подвесили груз массой 2 кг . Какой стала длина пружины?
4. Однородную пружину длиной L и жёсткостью k разрезали пополам. Какова жёсткость половины пружины?
5. Под действием груза проволока удлинилась на 1 см . Этот же груз подвесили к проволоке такой же длины из того же материала, но имеющей в 2 раза большую площадь сечения. Каким будет удлинение проволоки?
6. Определите жёсткость системы пружин при последовательном и параллельном соединениях. Жёсткость первой пружины — 2000 Н/м , а второй — 6000 Н/м .
7. К двум параллельно соединённым пружинам последовательно присоединена третья. Какова жёсткость этой системы, если пружины имеют одинаковую жёсткость, равную 1500 Н/м ?

2.13. Сила трения скольжения

1. У первой грани бруска в форме параллелепипеда площадь в 2 раза больше, чем у второй грани. Как изменится сила трения при переворачивании бруска с первой грани на вторую?
2. У первой грани бруска в форме параллелепипеда площадь и коэффициент трения о стол в 3 раза больше, чем у второй грани. Как изменится сила трения при переворачивании бруска с первой грани на вторую?
3. Тело равномерно движется по горизонтальной плоскости. Сила его давления на плоскость равна 8 Н, сила трения 2 Н. Определите коэффициент трения скольжения.
4. Конькобежец массой 70 кг скользит по льду. Какова сила трения, действующая на конькобежца, если коэффициент трения скольжения коньков по льду равен 0,02?
5. При движении по горизонтальной поверхности на тело массой 54 кг действует сила трения скольжения 12 Н. Какой станет сила трения скольжения после уменьшения массы тела в 6 раз, если коэффициент трения не изменится?
6. При движении по горизонтальной поверхности на тело действует сила трения скольжения 14 Н. Какой станет сила трения скольжения после уменьшения массы тела в 7 раз и увеличения площади его соприкосновения с поверхностью в 2 раза, если коэффициент трения не изменится?
7. Определите коэффициент трения между змеей и землёй, если змея массой 120 г движется равномерно со скоростью 1 м/с, при этом сила трения равна 0,15 Н.
8. На каком минимальном расстоянии от перекрёстка должен начинать тормозить шофёр при красном сигнале светофора, если автомобиль движется со скоростью 90 км/ч? Коэффициент трения между шиной и дорогой равен 0,4.
9. Поезд, подъезжая к станции со скоростью 90 км/ч, начинает равномерно тормозить. Каково наименьшее время торможения поезда до полной остановки, безопасное для спящих на верхних полках пассажиров? Коэффициент трения о полки 0,2. На каком расстоянии до станции необходимо начать тормозить?
10. После удара клюшкой шайба массой 0,15 кг скользит по ледяной площадке. Её скорость при этом меняется в соответствии с уравнением $v = 20 - 3t$. Определите коэффициент трения шайбы о лёд.

2.14. Сила трения покоя

1. На шероховатой горизонтальной поверхности лежит тело массой 1 кг. Коэффициент трения скольжения тела о поверхность равен 0,25. Определите силу трения между телом и поверхностью, которая возникает при действии на тело горизонтальной силы 0,5 Н.
2. На шероховатой горизонтальной поверхности лежит тело массой 5 кг. Коэффициент трения скольжения тела о поверхность равен 0,12. Определите силу трения между телом и поверхностью, которая возникает при действии на тело горизонтальной силы 6 Н.
3. На шероховатой горизонтальной поверхности лежит тело массой 3 кг. Коэффициент трения скольжения тела о поверхность равен 0,2. Определите силу трения между телом и поверхностью, которая возникает при действии на тело горизонтальной силы 8 Н.
4. На шероховатой горизонтальной поверхности лежит тело массой 3 кг. Коэффициент трения скольжения тела о поверхность равен 0,2. Определите равнодействующую силу, которая возникает при действии на тело горизонтальной силы 7 Н.
5. К покоящемуся на шероховатой горизонтальной поверхности телу приложена нарастающая с течением времени сила тяги $F = bt$, где b — постоянная величина. На рисунке представлен график зависимости ускорения тела от времени действия силы. Определите коэффициент трения скольжения.



2.15. Применение второго закона Ньютона

2.15.1. Движение по горизонтали

1. Грузовик взял на буксир легковой автомобиль массой 1 т и, двигаясь равноускоренно, за 50 с проехал 400 м. На сколько при этом удлинится трос, соединяющий автомобили, если его жёсткость 2000 кН/м? Трением колёс можно пренебречь.
2. Тело массой 5 кг движется по горизонтальной поверхности, под действием горизонтально направленной силы 100 Н. Определите уско-

рение тела, если известно, что коэффициент трения между телом и поверхностью 0,2.

3. Электровоз при трогании с места железнодорожного состава развивает максимальную силу тяги 650 кН. Какое ускорение он сообщит составу массой 3250 т, если коэффициент сопротивления равен 0,005?
4. Под действием какой горизонтальной силы вагонетка массой 350 кг движется по горизонтальным рельсам с ускорением $0,15 \text{ м/с}^2$, если сила сопротивления движению 12 Н?
5. Автобус, масса которого с полной нагрузкой 15 т, трогается с места с ускорением $0,9 \text{ м/с}^2$. Найдите силу тяги, если коэффициент сопротивления движению равен 0,03.
6. Состав какой массы может везти тепловоз с ускорением $0,1 \text{ м/с}^2$ при коэффициенте трения 0,005, если он развивает максимальное тяговое усилие 300 кН?

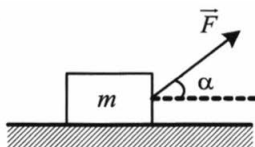
2.15.2. Движение по вертикали с учётом силы тяжести

1. С каким ускорением поднимается лифт, если сила реакции опоры, действующая на груз, увеличилась втрое по сравнению с силой реакции опоры, действующей на неподвижный груз?
2. Прочность троса на разрыв составляет 1600 Н. Какой максимальной массы груз можно поднимать этим тросом с ускорением 15 м/с^2 ?
3. При равноускоренном подъёме верёвка выдерживает груз массой 20 кг. Равномерно на этой верёвке можно поднимать груз 30 кг. Какую максимальную массу груза выдержит верёвка при равноускоренном движении вниз? Числовые значения ускорения одинаковы.
4. Груз поднимают на верёвке: один раз равномерно, второй раз с ускорением, равным 20 м/с^2 . Во сколько раз натяжение верёвки будет больше во втором случае, чем в первом?
5. Найдите время падения тела массой 100 г с высоты 20 м, если сила сопротивления 0,2 Н.
6. Тело брошено вертикально вверх со скоростью 30 м/с и достигло высшей точки через 2,5 с. Какова сила сопротивления воздуха, действующая на тело во время подъёма, если его масса 4 кг?
7. Парашютист массой 80 кг спускается на парашюте с установившейся скоростью 5 м/с. Какой будет установившаяся скорость, если на том же парашюте будет спускаться мальчик массой 40 кг? Считать, что сила сопротивления воздуха пропорциональна скорости парашюта.
8. Парашютист массой 75 кг спускается на парашюте с установившейся скоростью 6 м/с. Какой будет установившаяся скорость, если на том же парашюте будет спускаться мальчик массой 45 кг? Сила сопротивления воздуха пропорциональна квадрату скорости.

9. Брусок массой 0,5 кг прижат к вертикальной стене с силой 10 Н. Коэффициент трения скольжения между бруском и стеной равен 0,4. Какой величины силу надо приложить к бруску, чтобы равномерно поднимать его вертикально вверх?
10. Брусок массой 0,6 кг прижат к вертикальной стене с силой 15 Н. Коэффициент трения скольжения между бруском и стеной равен 0,3. Какой величины силу надо приложить к бруску, чтобы равномерно опускать его вертикально вниз?
11. Брусок массой 3 кг прижат к вертикальной стене с силой 20 Н. Коэффициент трения скольжения между бруском и стеной равен 0,2. Какой величины силу надо приложить к бруску, чтобы поднимать его вертикально вверх с ускорением 2 м/с^2 ?

2.15.3. Движение по горизонтали с учётом силы тяги, направленной под углом к горизонту

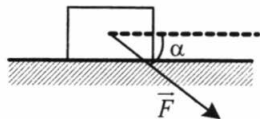
1. Брусок массой m движется равноускоренно по горизонтальной поверхности под действием силы \vec{F} , как показано на рисунке. Определите значение силы реакции опоры.



2. На тело массой 2 кг, находящееся на гладком горизонтальном столе, действует сила 30 Н, направленная вверх под углом 30° к горизонту. С какой силой тело давит на стол?
3. Тело массой 10 кг передвигают вдоль гладкой горизонтальной поверхности, действуя на него силой 40 Н, направленной вверх под углом 60° к горизонту. Найдите ускорение тела.
4. Тело массой 10 кг находится на горизонтальной плоскости. На тело действует сила 50 Н, направленная вверх под углом 30° к горизонту. Определите силу трения, если коэффициент трения 0,2.
5. Брусок массой m движется равноускоренно по горизонтальной поверхности под действием силы \vec{F} , как показано на рисунке к задаче № 1. Коэффициент трения скольжения равен μ . С каким ускорением движется тело?
6. Какое ускорение приобретут санки массой 6 кг, если потянуть за верёвку с силой 20 Н, направленной вверх под углом 30° к горизонту? Коэффициент трения 0,1.
7. Если к телу приложить силу 120 Н под углом 60° к горизонту (см. рисунок к задаче № 1), то тело будет двигаться равномерно. С каким

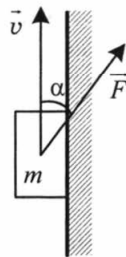
ускорением будет двигаться тело, если ту же силу приложить под углом 30° к горизонту? Масса тела 25 кг.

8. Брусок массой m движется равноускоренно по горизонтальной поверхности под действием силы \vec{F} , как показано на рисунке. Коэффициент трения скольжения равен μ . Выразите модуль силы трения.



9. Тело массой 1 кг движется по горизонтальной плоскости. На тело действует сила 10 Н под углом $\alpha = 30^\circ$ к горизонту, как показано на рисунке к задаче № 8. Коэффициент трения скольжения равен 0,4. Определите ускорение, с которым движется тело.
10. С какой наименьшей силой нужно толкать перед собой тележку, масса которой 12 кг, для того чтобы сдвинуть её с места? Сила направлена под углом $\alpha = 30^\circ$ к горизонту, как показано на рисунке к задаче № 8. Коэффициент трения между полом и тележкой 0,4.

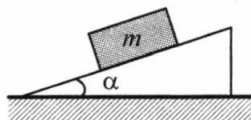
11. Брусок массой m прижат к вертикальной стене силой \vec{F} , направленной под углом α к вертикали (см. рисунок). Коэффициент трения между бруском и стеной равен μ . Определите величину силы \vec{F} , под действием которой брусок будет двигаться по стене вертикально вверх с постоянной скоростью.



12. Брусок массой 2 кг перемещают вверх вдоль вертикальной стены с помощью силы, равной 52 Н и направленной под углом 60° к вертикали. Коэффициент трения бруска о стену равен 0,01. Определите ускорение бруска.
13. Тело массой 1 кг начинает двигаться равноускоренно вверх по вертикальной стене под действием силы 15 Н, направленной под углом 15° к вертикали. Коэффициент трения между телом и стеной равен 0,08. Определите среднюю скорость тела за 2 с движения.

2.16. Наклонная плоскость

1. Брусок массой m покоится на наклонной плоскости с углом наклона α . Коэффициент трения бруска о поверхность равен μ . Определите модуль силы трения, действующей на брусок.



1. Тело массой 80 кг лежит на наклонной плоскости, образующей 30° с горизонтом. Определите силу трения.
2. Тело соскальзывает с наклонной плоскости при отсутствии трения с ускорением 2 м/с^2 . Высота наклонной плоскости 18 м. Найдите длину её ската.
3. Лыжник в начале спуска с горы имел скорость 2 м/с . Спустившись по склону горы, образующей угол 30° с горизонтом, лыжник увеличил свою скорость до 12 м/с . Какое расстояние проехал лыжник под уклон? Трением пренебечь.
4. Шарик катится вверх по гладкой наклонной плоскости, составляющей угол 30° с горизонтом, и проходит до полной остановки путь 40 см. Определите начальную скорость шарика.
5. Тело равномерно движется по наклонной плоскости. На него действуют сила тяжести, равная 25 Н, сила трения 5 Н и сила реакции опоры 20 Н. Определите коэффициент трения.
6. Тело равномерно скользит по наклонной плоскости. Чему равен угол наклона плоскости к горизонту (в градусах), если коэффициент трения тела о плоскость равен 1?
7. Определите коэффициент трения между наклонной плоскостью и движущимся по ней телом, если предельный угол, при котором тело находится в покое на плоскости, 30° .
8. Крыша дома наклонена под углом 25° к горизонту. Каким должно быть значение коэффициента трения между подошвами ботинок рабочего и поверхностью крыши, чтобы он смог пройти вверх по крыше?
9. Тело соскальзывает с наклонной плоскости высотой 3 м и длиной 5 м. Чему равно его ускорение, если коэффициент трения 0,5?
10. Телу толчком сообщили скорость, направленную вверх вдоль наклонной плоскости. Найдите величину ускорения тела, если высота наклонной плоскости 4 м, её длина 5 м, а коэффициент трения 0,5.
11. Груз массой 90 кг поднимают равномерно по наклонной плоскости с углом наклона 30° к горизонту, прикладывая силу, направленную параллельно наклонной плоскости. Найдите эту силу, если коэффициент трения $\sqrt{3}$.
12. Автомобиль массой 4 т движется в гору с ускорением $0,2 \text{ м/с}^2$. Найдите силу тяги, если синус угла наклона горы равен 0,02, коэффициент трения 0,04.
13. На наклонной плоскости длиной 5 м и высотой 3 м находится груз массой 50 кг. Коэффициент трения 0,2. Какую силу, направленную вдоль плоскости, надо приложить к грузу, чтобы втаскивать его с ускорением 1 м/с^2 ?

15. Чему должен быть равен минимальный коэффициент трения между шинами автомобиля и поверхностью дороги с уклоном 30° , чтобы автомобиль мог двигаться по ней вверх с ускорением $0,5 \text{ м/с}^2$?
16. Тело соскальзывает с наклонной плоскости высотой 5 м и длиной 13 м. Коэффициент трения 0,4. Найдите время движения тела вдоль наклонной плоскости.
17. Брусок лежит на доске. Если приподнимать один конец доски, то при угле наклона 30° брусок начинает двигаться. За какое время он соскользнёт с доски длиной 1 м, если угол наклона доски составит 45° ?
18. С вершины наклонной плоскости высотой 5 м и углом наклона к горизонту 45° начинает соскальзывать тело. Определите скорость тела в конце спуска, если коэффициент трения тела о плоскость равен 0,19.
19. Какую начальную скорость надо сообщить телу вверх вдоль наклонной плоскости, чтобы оно достигло её вершины? Высота наклонной плоскости 6 м, её длина 10 м, а коэффициент трения 0,4.
20. Определите путь, пройденный телом до остановки, если его пустили вверх по наклонной плоскости со скоростью 10 м/с. Плоскость наклонена под углом 30° . Коэффициент трения 0,6.

2.17. Вес тела

1. Космический корабль стартует с Земли вертикально вверх с ускорением 20 м/с^2 . Определите вес космонавта во время старта, если его масса 60 кг.
2. Человеческий организм сравнительно долго может переносить четырёхкратное увеличение своего веса. Какое максимальное ускорение можно придать космическому кораблю при старте с поверхности Земли, чтобы не превысить этой нагрузки на организм космонавтов? Старт космического корабля считать вертикальным.
3. Человек массой 70 кг находится в лифте, скорость которого направлена вниз и равна 1,2 м/с. Ускорение лифта направлено вверх и равно 2 м/с^2 . Определите вес человека.
4. Герои романа Жюль Верна «Из пушки на Луну» летели в снаряде. Пушка имела длину ствола 300 м. Учитывая, что для полёта на Луну снаряд при вылете из ствола должен иметь скорость не менее 11,1 км/с, определите, во сколько раз возрастал бы вес пассажиров, считая движение равноускоренным.
5. При раскрытии парашюта скорость парашютиста за 1 с уменьшается с 50 до 10 м/с. Какую перегрузку испытывает парашютист? (Перегрузка — это отношение веса тела в движении к весу тела в покое.)

6. Определите вес мальчика массой 30 кг, который проезжает на санках нижнюю точку оврага со скоростью 10 м/с, а радиус оврага 20 м.
7. Мальчик массой 40 кг качается на качелях с длиной подвеса 4 м. С какой силой он давит на сиденье при прохождении среднего положения со скоростью 6 м/с?
8. Автомобиль массой 5 т движется с постоянной по модулю скоростью 36 км/ч по выпуклому мосту радиусом 100 м. Определите вес автомобиля в верхней точке моста.
9. Автомобиль движется с постоянной скоростью 72 км/ч по выпуклому мосту, имеющему вид дуги окружности. При каком значении радиуса этой окружности водитель в верхней точке моста испытает состояние невесомости?
10. Автомобиль массой 2 т, проходящий по выпуклому мосту радиусом 40 м, имеет вес 15 кН. С какой скоростью движется автомобиль?
11. Определите радиус горбатого мостика, имеющего вид дуги окружности, при условии, что сила давления автомобиля, движущегося со скоростью 90 км/ч, в верхней части мостика уменьшилась вдвое.
12. Лётчик массой 70 кг описывает на самолёте, летящем со скоростью 180 км/ч, «мёртвую петлю» радиусом 100 м. С какой силой прижимается лётчик к сиденью в верхней точке петли?
13. Самолёт выходит из пикирования, описывая в вертикальной плоскости дугу окружности радиусом 800 м, имея скорость в нижней точке 200 м/с. Какую перегрузку испытывает лётчик в нижней точке траектории? (Перегрузка — это отношение веса тела в движении к весу тела в покое.)
14. Камень, привязанный к верёвке длиной 2,5 м, равномерно вращается в вертикальной плоскости. Масса камня 2 кг. При каком значении периода обращения камня его вес в верхней точке траектории станет равен нулю?
15. Сверхзвуковой самолёт со скоростью 2000 км/ч делает поворот в горизонтальной плоскости. При каком радиусе кривизны траектории лётчик будет испытывать пятикратную перегрузку? (Перегрузка — это отношение веса тела в движении к весу тела в покое.)
16. Автомобиль массой 5 т равномерно со скоростью 72 км/ч въезжает на выпуклый мост, по форме представляющий собой дугу окружности радиусом 80 м. Определите, с какой силой автомобиль давит на мост в точке, радиус которой составляет с вертикалью 30° .
17. Автомобиль массой 5 т равномерно со скоростью 54 км/ч въезжает на вогнутый мост, по форме представляющий собой дугу окружности радиусом 100 м. Определите, с какой силой автомобиль давит на мост в точке, радиус которой составляет с вертикалью 60° .

18. Автомобиль массой 3 т равномерно со скоростью 72 км/ч въезжает на вогнутый мост, по форме представляющий собой дугу окружности радиусом 80 м. Определите, с какой силой автомобиль давит на мост в точке, радиус которой составляет с вертикалью 45° .

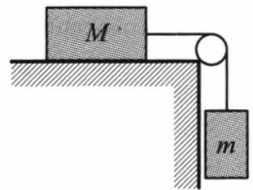
2.18. Движение связанных тел

1. Два мальчика тянут пружину динамометра в противоположные стороны с силой 100 Н каждый. Что покажет динамометр?
2. На гладком столе лежат два связанных нитью груза. Масса левого груза 200 г, масса правого 300 г. К правому грузу приложена сила 0,6 Н, к левому — противоположно направленная сила 0,1 Н. С каким ускорением движутся грузы?

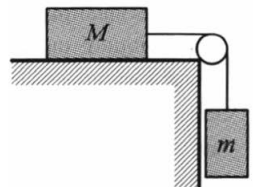


3. Два бруска массой m_1 и m_2 , сцепленные недеформированной пружиной жёсткостью k , находятся на гладком горизонтальном столе. К брускам приложены горизонтальные силы F_1 и F_2 , направленные в противоположные стороны. Определите установившееся удлинение пружины.
4. Два груза массами 2 кг и 4 кг, лежащие на гладкой горизонтальной поверхности, связаны нерастяжимой и невесомой нитью. Первый груз начинают тянуть с помощью равномерно возрастающей силы. Когда сила достигает значения 12 Н, нить обрывается. Чему равно в этот момент значение силы натяжения?
5. Два груза массами 2 кг и 4 кг, лежащие на гладкой горизонтальной поверхности, связаны нерастяжимой и невесомой нитью. Когда на первое тело подействовали силой 9 Н, а на второе 27 Н, нить оборвалась. Какую максимальную силу натяжения выдерживает нить?
6. Два бруска массами 1 кг и 4 кг, соединённые шнуром, лежат на столе. Ко второму из них приложили силу 20 Н, направленную горизонтально. Чему равна сила натяжения шнура при движении, если коэффициент трения скольжения бруска о стол равен 0,2?
7. Два бруска массами 1 кг и 4 кг, соединённые шнуром, лежат на столе. К первому из них приложили силу 40 Н, направленную горизонтально. С каким ускорением движутся тела, если коэффициент трения скольжения бруска о стол равен 0,2?
8. Вертолёт массой 27,2 т поднимает на тросах вертикально вверх груз массой 15,3 т с ускорением $0,6 \text{ м/с}^2$. Найдите силу тяги вертолётa и силу, действующую со стороны груза на прицепной механизм вертолётa.

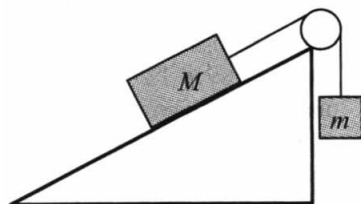
9. На шнуре, перекинутом через неподвижный блок, помещены грузы массами 0,3 кг и 0,2 кг. С каким ускорением движутся грузы? Какова сила натяжения шнура во время движения?
10. Неподвижный блок подвешен к динамометру. Через блок перекинут невесомый шнур, на концах которого укреплены грузы массами 2 кг и 8 кг. Определите показания динамометра при движении грузов. Нить невесома и нерастяжима. Массой блока и трением на блоке пренебречь.
11. Два тела, массы которых различаются в 2 раза, связаны нитью, перекинутой через неподвижный блок. Определите первоначальное расстояние между телами, если они окажутся на одном уровне через 1,2 с после начала движения.
12. На нити, перекинутой через неподвижный блок, подвешены грузы массами 0,3 кг и 0,34 кг. За 2 с после начала движения каждый груз прошёл путь 1,2 м. Найдите ускорение свободного падения, исходя из данных опыта.
13. Через блок перекинута нить, к концу которой подвешены одинаковые гири массой 0,5 кг каждая. Какой дополнительный груз надо положить на одну из гирь, чтобы они стали двигаться с ускорением $0,2 \text{ м/с}^2$? Массой блока и нити можно пренебречь. Нить нерастяжима.
14. К концу нити, перекинутой через неподвижный блок, подвешены два одинаковых груза по 4 кг каждый. На один из грузов положили перегрузок массой 2 кг. Определите силу давления перегрузка на груз.
15. В кабине лифта массой 100 кг лежит груз массой 50 кг. Найдите силу давления груза на пол в то время, когда лифт поднимается с помощью переброшенного через неподвижный блок противовеса массой 200 кг. Массой троса и блока пренебречь.
16. По горизонтальному столу из состояния покоя движется брусок массой $M = 700 \text{ г}$, соединённый с грузом массой $m = 300 \text{ г}$ невесомой нерастяжимой нитью, перекинутой через гладкий невесомый блок, как показано на рисунке. Коэффициент трения бруска о поверхность стола равен 0,2. Чему равно ускорение бруска?



17. По горизонтальному столу из состояния покоя движется массивный брусок, соединённый с грузом массой $m = 400 \text{ г}$ невесомой нерастяжимой нитью, перекинутой через гладкий невесомый блок, как показано на рисунке. Коэффициент трения бруска о поверхность стола равен 0,2. Ускорение груза равно 2 м/с^2 . Определите массу бруска.



18. На вершине наклонной плоскости с углом наклона 30° установлен неподвижный блок, через который переброшена нить, к концам нити прикреплены грузы. Груз массой 5 кг скользит по гладкой наклонной плоскости, а другой груз массой 3 кг опускается по вертикали. Определите ускорение, с которым движутся тела.
19. На вершине наклонной плоскости с углом наклона α установлен неподвижный блок, через который переброшена нить, к концам нити прикреплены грузы. Первый груз массой m_1 лежит на наклонной плоскости, а второй груз массой m_2 может двигаться по вертикали. Определите значение коэффициента трения μ , при котором система будет находиться в равновесии.
20. Грузы массами $M = 1\text{ кг}$ и m связаны лёгкой нерастяжимой нитью, переброшенной через блок, по которому нить может скользить без трения (см. рисунок). Груз массой M находится на шероховатой наклонной плоскости (угол наклона плоскости к горизонту 30° , коэффициент трения $0,3$). Чему равно максимальное значение массы m , при котором система грузов ещё не выходит из первоначального состояния покоя?



2.19. Динамика движения по окружности

- По горизонтальной поверхности гладкого стола скользит шар массой 300 г , описывая окружность. Шар привязан невесомой и нерастяжимой нитью длиной 20 см к гвоздю, вбитому в стол, и движется со скоростью 4 м/с . Определите силу натяжения нити, действующую на шар.
- Диск вращается в горизонтальной плоскости с угловой скоростью 3 рад/с . На расстоянии 30 см от оси вращения на диске лежит небольшое тело массой 50 г . Определите силу трения, которая удерживает тело на диске.
- На горизонтальной дороге автомобиль делает разворот радиусом 9 м . Коэффициент трения шин об асфальт $0,4$. Определите, с какой наибольшей скоростью должен двигаться автомобиль, чтобы его не занесло.
- Автомобиль движется со скоростью 40 м/с . Коэффициент трения резины об асфальт $0,4$. Определите наименьший радиус поворота автомобиля.
- Диск вращается в горизонтальной плоскости с угловой скоростью 4 рад/с . На расстоянии 50 см от оси вращения на диске лежит не-

- большое тело. При каком минимальном значении коэффициента трения тело ещё не будет сброшено с диска?
6. Диск вращается вокруг вертикальной оси с постоянной угловой скоростью 2 рад/с . На каком наибольшем расстоянии от оси вращения тело, расположенное на диске, не будет соскальзывать? Коэффициент трения между телом и поверхностью диска $0,2$.
 7. Горизонтально расположенный диск вращается вокруг вертикальной оси, проходящей через его центр, делая 12 оборотов в минуту. Максимальное расстояние от центра диска, на котором может удерживаться груз на диске, равно 60 см . Найдите значение коэффициента трения между грузом и диском.
 8. Математический маятник равномерно вращается в вертикальной плоскости вокруг точки подвеса. Чему равна масса маятника, если разность между максимальным и минимальным натяжением нити 10 Н ?
 9. В вагоне поезда, идущего равномерно со скоростью 20 м/с по закруглению радиусом 200 м , производится взвешивание груза с помощью динамометра. Масса груза 5 кг . Определите результат взвешивания.
 10. К потолку на нити длиной 1 м прикреплен тяжёлый шарик. Шарик приведён во вращение в горизонтальной плоскости. Нить составляет угол 60° с вертикалью. Найдите период обращения шарика.
 11. Найдите угловую скорость вращения конического маятника на невесомой нерастяжимой нити длиной 5 см , совершающего круговые движения в горизонтальной плоскости. Нить образует с вертикалью угол 60° .
 12. Шарик массой 1 кг , подвешенный на нити L , приведён во вращательное движение в горизонтальной плоскости. Какова должна быть прочность нити, чтобы радиус окружности, по которой движется шарик, стал равен $R = \frac{2L}{\sqrt{5}}$?

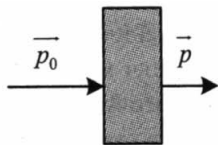
3. ЗАКОНЫ СОХРАНЕНИЯ

3.1. Импульс тела. Относительный импульс

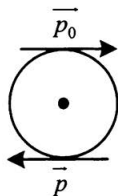
1. Вычислите импульс тела массой 300 г, имеющего скорость 54 км/ч.
2. Определите импульс автомобиля массой 2 т, который движется со скоростью 90 км/ч.
3. В начале спуска лыжник имел скорость 2 м/с, а в конце 10 м/с. Во сколько раз изменился импульс лыжника?
4. При прямолинейном движении зависимость проекции скорости тела v от времени t имеет вид: $v = 4 - 3t$. Определите модуль импульса тела в момент времени $t = 2$ с. Масса тела 5 кг.
5. Скорость тела массой 2 кг изменяется с течением времени в соответствии с уравнением $v_x = 0,5\sin(5\pi t)$. Определите импульс в момент времени 0,1 с.
6. Зависимость координаты x тела от времени t имеет вид $x = 1 + 2t + 3t^2$. Определите импульс тела в момент времени $t = 3$ с. Масса тела 15 кг.
7. Камень массой 200 г свободно падает в ущелье. Каким будет импульс камня через 3 с полёта? Силой сопротивления воздуха пренебречь.
8. Автомобиль массой 1 т начинает движение по дуге окружности радиусом 80 м. Определите импульс автомобиля, если его центростремительное ускорение равно 5 м/с^2 .
9. Масса автобуса в 3 раза больше массы автомобиля. С какой скоростью должен ехать автомобиль, чтобы его импульс был равен импульсу автобуса? Скорость автобуса 36 км/ч.
10. Грузовик массой 3 т ехал со скоростью 72 км/ч. После загрузки его масса увеличилась на 1 т. Во сколько раз изменится импульс грузовика, если он будет возвращаться со скоростью 60 км/ч?
11. Два катера массой m движутся с одинаковыми скоростями v в попутном направлении. Чему равен импульс второго катера в системе отсчёта, связанной с первым катером?
12. Моторная лодка массой m и катер массой $2m$ движутся с одинаковыми скоростями v в попутном направлении. Определите импульс катера в системе отсчёта, связанной с моторной лодкой.
13. Моторная лодка массой m и катер массой $2m$ движутся с одинаковыми скоростями v навстречу друг другу. Определите импульс катера в системе отсчёта, связанной с моторной лодкой.
14. Два одинаковых бильярдных шара массой m движутся с одинаковыми по модулю скоростями v перпендикулярно друг другу. Чему равен импульс первого шара в системе отсчёта, связанной со вторым шаром?

3.2. Изменение импульса тел

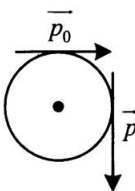
1. На рисунке указаны начальный и конечный импульсы пули, пробившей доску. Постройте вектор изменения пули.



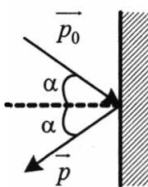
2. Материальная точка движется по окружности с постоянной по модулю скоростью. На рисунке указаны начальный и конечный импульсы точки. Постройте вектор изменения импульса.



3. Материальная точка движется по окружности с постоянной по модулю скоростью. На рисунке указаны начальный и конечный импульсы точки. Постройте вектор изменения импульса.



4. На рисунке указан начальный и конечный импульс мяча, который абсолютно упруго отразился от стены. Постройте вектор изменения импульса мяча.



3.3. Второй закон Ньютона в импульсном виде.

Реактивная сила

1. На покоящееся тело массой 2,5 кг начала действовать постоянная сила. Каким должен быть импульс этой силы, чтобы скорость тела возросла до 4 м/с?
2. Санки съехали с горки и продолжают движение по горизонтальной поверхности. Как изменится модуль импульса санок, если в течение 5 с на них действует сила трения, равная 20 Н?
3. Тело движется по прямой. Под действием постоянной силы за 4 с импульс тела увеличился с 20 кг · м/с до 32 кг · м/с. Чему равен модуль силы?

4. Тело движется по прямой. Под действием постоянной силы, равной по модулю 10 Н, импульс тела в инерциальной системе отсчёта изменился на $5 \text{ кг} \cdot \text{м/с}$. Сколько времени потребовалось для этого?
5. Мяч массой 145 г, которому сообщили скорость 35 м/с, отбивается битой и летит обратно со скоростью 50 м/с. Вычислите среднюю силу удара, если время контакта между мячом и битой 0,5 мс.
6. Космический корабль массой $M = 3000 \text{ кг}$ начал разгон в межпланетном пространстве, включив ракетный двигатель. Из сопла двигателя ежесекундно выбрасывается 3 кг $\left(\frac{\Delta m}{\Delta t} = 3 \frac{\text{кг}}{\text{с}} \right)$ горючего газа со скоростью $v = 600 \text{ м/с}$. Через какое время t скорость корабля увеличится на $\Delta v = 12 \text{ м/с}$? Изменением массы корабля за время движения пренебречь. Принять, что поле тяготения в пространстве, в котором движется корабль, пренебрежимо мало.

3.4. Импульс системы тел

1. Грузовой автомобиль массой M и легковой массой m движутся с одинаковыми скоростями v в одном направлении. Чему равен полный импульс этой системы?
2. Грузовой автомобиль массой $3m$ движется со скоростью v , а легковой массой m со скоростью $2v$. Движутся они навстречу друг другу. Чему равен полный импульс этой системы?
3. Определите полный импульс системы двух материальных точек массой 2 кг каждая, движущихся по взаимно перпендикулярным направлениям со скоростями 3 м/с и 4 м/с.
4. Два одинаковых бильярдных шара массами m движутся один со скоростью v , а другой со скоростью $2v$ в перпендикулярном направлении. Чему равен полный импульс системы?

3.5. Закон сохранения импульса (импульсы тел направлены вдоль одной прямой)

1. Человек массой m прыгает с горизонтальной скоростью v с берега в неподвижную лодку массой M . Каким суммарным импульсом обладают лодка с человеком? Сопротивление воды движению лодки пренебрежимо мало.
2. Молекула массой m , движущаяся со скоростью $2v$, сталкивается с молекулой массой $2m$, движущейся со скоростью v в том же направлении. Каким суммарным импульсом обладают обе молекулы после столкновения?

3. Теннисный мяч массой m , движущийся со скоростью v , сталкивается с таким же мячом, движущимся со скоростью v в противоположном направлении. Каким суммарным импульсом обладают два мяча после столкновения? Столкновение считать упругим, взаимодействие мячей с другими телами пренебрежимо мало.
4. Электровоз массой 180 т, движущийся со скоростью 0,5 м/с, сталкивается с неподвижным вагоном массой 45 т, после чего они движутся вместе. Определите скорость их совместного движения.
5. Пуля массой 10 г попадает в деревянный брусок, неподвижно лежащий на гладкой горизонтальной плоскости, и застревает в нём. Скорость бруска после этого становится равной 8 м/с. Масса бруска в 49 раз больше массы пули. Определите скорость пули до попадания в брусок.
6. Шар массой 200 г, движущийся со скоростью 5 м/с, сталкивается абсолютно неупруго с шаром массой 300 г, который движется в том же направлении со скоростью 4 м/с. Найдите скорость шаров после удара.
7. Два неупругих шара массами 6 кг и 4 кг движутся со скоростями 8 м/с и 2 м/с соответственно, направленными вдоль одной прямой. С какой скоростью они будут двигаться после абсолютно неупругого соударения? Шары движутся навстречу друг другу.
8. Установленная на очень гладком льду замёрзшего озера пушка массой 200 кг стреляет в горизонтальном направлении. Масса выстреливаемого ядра 5 кг, его скорость при вылете из ствола 80 м/с. Какова скорость пушки после выстрела?
9. Неподвижная лодка вместе с находящимся в ней охотником имеет массу 250 кг. Охотник выстреливает из охотничьего ружья в горизонтальном направлении. Какую скорость получит лодка после выстрела? Масса пули 8 г, а её скорость при вылете равна 700 м/с.
10. Снаряд массой 8 кг в верхней точке траектории разорвался на два осколка. Осколок массой 3 кг полетел в обратном направлении со скоростью 300 м/с. Определите скорость большого осколка, если скорость снаряда во время разрыва 250 м/с.
11. Граната, летевшая горизонтально со скоростью 10 м/с, распадается на две части массами 1 кг и 1,5 кг. Скорость большего осколка осталась горизонтальной и возросла до 25 м/с. Определите скорость и направление полёта меньшего осколка.
12. С лодки массой 200 кг, движущейся со скоростью 1 м/с, ныряет мальчик массой 50 кг, двигаясь в горизонтальном направлении. Какой станет скорость лодки после прыжка мальчика, если он прыгает с носа в направлении движения лодки со скоростью 2 м/с?

13. С лодки массой 200 кг, движущейся со скоростью 1 м/с, ныряет мальчик массой 50 кг, двигаясь в горизонтальном направлении. Какой станет скорость лодки после прыжка мальчика, если он прыгает с носа в направлении движения лодки со скоростью 5 м/с?
14. Тележка движется с постоянной скоростью. Человек, скорость которого в два раза больше, догоняет тележку, вскакивает на неё и остаётся на ней, в результате чего скорость тележки увеличивается на 20%. Во сколько раз тележка тяжелее человека?
15. Два тела движутся равномерно навстречу друг другу с одинаковыми по модулю скоростями. Определите отношение масс этих тел, если после неупругого соударения их скорость уменьшилась в 3 раза.
16. На неподвижной тележке массой 20 кг стоит человек массой 80 кг. Определить числовое значение скорости, с которой будет двигаться тележка, если человек пойдёт вдоль неё со скоростью 1,5 м/с относительно тележки.
17. Человек массой 70 кг находится на корме лодки. Длина лодки 5 м, масса 280 кг. Человек переходит на нос лодки. На какое расстояние передвинется лодка относительно воды? Силами сопротивления движению пренебречь.

3.6. Закон сохранения импульса в проекциях на оси координат

1. На тележку массой 100 кг, движущуюся равномерно по гладкой горизонтальной поверхности со скоростью 3 м/с, вертикально падает груз массой 50 кг. С какой скоростью будет двигаться тележка вместе с грузом?
2. На подножку вагонетки, которая движется по рельсам со скоростью 5 м/с, прыгает человек массой 60 кг в направлении, перпендикулярном ходу вагонетки. Масса вагонетки 240 кг. Определите скорость вагонетки вместе с человеком.
3. На вагонетку массой 800 кг, катящуюся по горизонтальному пути со скоростью 0,2 м/с, насыпали сверху 200 кг щебня. На сколько при этом уменьшилась скорость вагонетки?
4. Мальчик массой 50 кг, стоя на очень гладком льду, бросает ядро массой 1 кг под углом 60° к горизонту со скоростью 2 м/с. Какую скорость приобретает мальчик?
5. Конькобежец массой 63 кг, стоя на коньках на льду, бросает камень массой 2 кг со скоростью 3 м/с под углом 30° к горизонту. Определите скорость конькобежца после броска.

6. Пуля массой 20 г, летящая со скоростью 700 м/с под углом 60° к горизонту, попадает в мешок с песком массой 4 кг, лежащий на гладком горизонтальном столе, и застревает в нём. Определите скорость скольжения мешка по столу.
7. По наклонной плоскости с углом наклона 30° равномерно скользит тело массой 10 кг со скоростью 1 м/с. В тело попадает горизонтально летящая пуля массой 10 г. После этого тело останавливается. Определите скорость пули.
8. В ящик с песком массой 9 кг, соскальзывающий с гладкой наклонной плоскости, попадает горизонтально летящее ядро массой 3 кг и застревает в нём. Найдите скорость ящика сразу после попадания в него ядра, если непосредственно перед попаданием скорость ящика равна 6 м/с, а скорость ядра 12 м/с. Угол наклона плоскости к горизонту 60° .
9. Лягушка массой m сидит на конце доски массой M и длиной l . Доска плавает на поверхности пруда. Лягушка прыгает под углом α к горизонту вдоль доски. Какой должна быть скорость лягушки, чтобы она за один прыжок оказалась точно на другом конце доски?
10. Лягушка массой 100 г сидит на конце доски массой 900 г и длиной 50 см. Доска плавает на поверхности пруда. Лягушка прыгает под углом 15° вдоль доски. Какой должна быть скорость лягушки, чтобы она за один прыжок оказалась точно на другом конце доски?

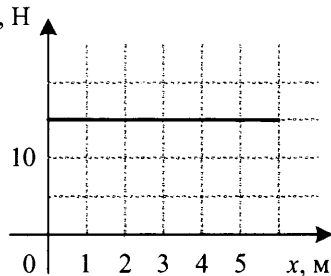
3.7. Закон сохранения импульса в векторном виде

1. При произвольном делении покоившегося ядра химического элемента образовалось три осколка массами: $3m$, $4,5m$, $5m$. Скорости первых двух взаимно перпендикулярны, а их модули равны, соответственно, $4v$ и $2v$. Определите модуль скорости третьего осколка.
2. Снаряд, летящий с некоторой скоростью, разрывается на два осколка. Первый осколок летит под углом 90° к первоначальному направлению со скоростью 50 м/с, а второй — под углом 30° со скоростью 100 м/с. Найдите отношение массы первого осколка к массе второго осколка.

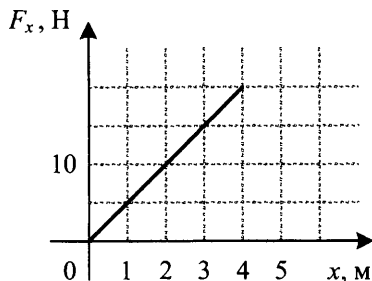
3.8. Работа силы

1. Сплавщик передвигает багром плот, прилагая к нему силу 200 Н. Какую работу совершает сплавщик, переместив плот на 10 м, если угол между направлением силы и направлением перемещения 45° ?
2. Мальчик тянет санки за верёвку с силой 50 Н. Пройдя с санками 100 м, он совершает работу 2500 Дж. Найдите угол между верёвкой и дорогой.

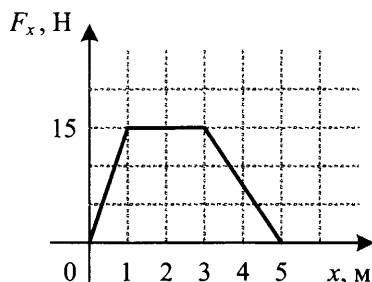
3. Мальчик везёт своего друга на санках по горизонтальной дороге, прикладывая силу 60 Н. Верёвка составляет с горизонталью угол 30° . За некоторое время мальчик совершил механическую работу, равную 6 кДж. Чему равно пройденное расстояние?
4. С помощью динамометра по горизонтальной поверхности равномерно перемещают брусок массой 0,1 кг. Какую работу совершает сила упругости пружины динамометра при перемещении бруска на 20 см? Показания динамометра 0,4 Н.
5. С помощью динамометра, расположенного под углом 30° к горизонтальной поверхности, равномерно перемещают брусок массой 100 г на расстояние, равное 20 см. Определите работу равнодействующей всех сил.
6. Определите работу силы тяжести, которая совершается над искусственным спутником Земли, за время, равное периоду обращения. Спутник движется на высоте равной земному радиусу.
7. Какую работу совершает сила тяжести, действующая на дождевую каплю массой 20 мг при её падении с высоты 2 км?
8. Башенный кран поднимает в горизонтальном положении стальную балку длиной 5 м и сечением 100 см^2 на высоту 12 м. Какую полезную работу совершает кран? Плотность стали 7800 кг/м^3 .
9. Мальчик равномерно тянет санки по дуге окружности радиусом 5 м. При этом на санки действует сила трения 60 Н. Чему равна работа силы тяги за время, необходимое для прохождения половины длины окружности?
10. Ящик тянут по земле за верёвку по горизонтальной окружности диаметром $D = 20$ м с постоянной по модулю скоростью. Работа силы тяги за один оборот по окружности $A = 3$ кДж. Чему равен модуль силы трения, действующей на ящик со стороны земли?
11. Какую работу совершает человек, поднимая груз массой 2 кг на высоту 1,5 м с ускорением 3 м/с^2 ?
12. Автомобиль массой 1000 кг, двигаясь равноускоренно из состояния покоя, за 10 с отъезжает на 200 м. Определите работу силы тяги, если коэффициент трения равен 0,05.
13. Тело движется вдоль оси Ox под действием силы, зависимость проекции которой от координаты представлена на рисунке. Чему равна работа силы на пути 5 м?



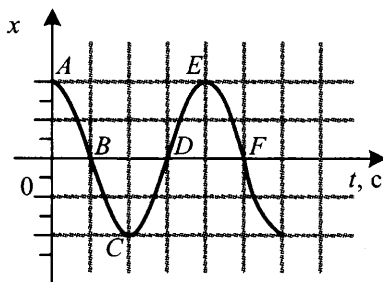
14. Тело движется вдоль оси OX под действием силы, зависимость проекции которой от координаты представлена на рисунке. Чему равна работа силы на пути 4 м?



15. Тело движется вдоль оси OX под действием силы, зависимость проекции которой от координаты представлена на рисунке. Чему равна работа силы на пути 5 м?



16. Груз колеблется на пружине, двигаясь вдоль оси OX . На рисунке показан график зависимости координаты груза x от времени t . На каких участках графика сила упругости пружины, приложенная к грузу, совершает положительную работу?



3.9. Мощность

1. Лыжник за 5 с движения совершил работу 4800 Дж. Какую мощность он при этом развил?
2. Какую работу совершит подъемник мощностью 6 кВт за 30 мин работы?
3. Вентилятор мощностью 400 Вт совершил работу 24 кДж. Какое время он работал?
4. Спортсмен поднял штангу массой 210 кг за 0,5 с на высоту 2 м. Какую мощность он при этом развил?
5. Под действием силы тяги 2000 Н автомобиль движется с постоянной скоростью 72 км/ч. Определите мощность двигателя автомобиля.
6. Самолёт Ил-62 имеет четыре двигателя, сила тяги каждого 100 кН. Какова полезная мощность каждого двигателя при скорости самолёта 240 м/с?

7. Автомобиль массой 3 т движется по горизонтальной дороге со скоростью 36 км/ч. Сила сопротивления движению составляет 0,05 от веса автомобиля. Определите полезную мощность автомобиля.
8. Катер массой 400 кг за 10 секунд после начала движения достигает скорости 18 км/ч. Определите мгновенную мощность в конце десятой секунды.
9. Время разгона автомобиля до 90 км/ч составляет 5 с. Определите мощность двигателя к концу 5-й секунды. Масса автомобиля 1200 кг.
10. Определите мощность трамвая к концу 8-й секунды после начала движения, если он развил к этому моменту скорость 36 км/ч. Масса трамвая 10 т.

3.10. Кинетическая энергия

1. Заяц массой 5 кг может разогнаться до скорости 60 км/ч. Определите кинетическую энергию зайца.
2. Земля массой $5 \cdot 10^{24}$ кг движется вокруг Солнца со скоростью 30 км/с. Определите кинетическую энергию Земли.
3. Мяч обладает кинетической энергией 20 Дж, когда летит со скоростью 36 км/ч. Определите массу мяча.
4. Во сколько раз увеличится импульс тела, если его кинетическая энергия возрастёт на 44%?
5. Чему равна кинетическая энергия тела массой 100 г, брошенного вертикально вверх со скоростью 30 м/с, через 2 с после броска?
6. Определите значение кинетической энергии тела массой 2 кг, брошенного горизонтально с вышки со скоростью 25 м/с, в конце третьей секунды его движения.
7. С некоторой высоты со скоростью 20 м/с горизонтально брошен камень. Через 4 с после броска кинетическая энергия камня стала равна 3000 Дж. Какова масса камня?
8. Пуля массой 20 г выпущена под углом 60° к горизонту с начальной скоростью 600 м/с. Определите кинетическую энергию пули в момент наивысшего подъёма.
9. Мяч брошен под углом 60° к горизонту. Во сколько раз начальная кинетическая энергия мяча больше той, которую он имеет в верхней точке траектории?
10. При бросании тела массой 0,5 кг под углом 15° к горизонту была затрачена энергия 100 Дж. На какое расстояние от точки бросания по горизонтали упадёт тело?

3.11. Теорема о кинетической энергии

1. Скорость свободно падающего тела массой 20 кг на некотором пути увеличилась с 2 до 14 м/с. Найдите работу силы тяжести на этом пути.
2. Автомобиль массой 2 т при торможении уменьшил свою скорость с 90 до 36 км/ч. Какую работу совершила при этом сила трения?
3. Пуля массой 10 г пробила доску. При этом скорость пули уменьшилась с 600 до 200 м/с. Найдите модуль работы сила сопротивления.
4. Шарик массой m движется со скоростью v . После упругого соударения со стенкой он стал двигаться в противоположном направлении, но с такой же по модулю скоростью. Чему равна работа силы упругости, которая подействовала на шарик со стороны стенки?
5. Пуля массой 10 г, летящая горизонтально со скоростью 400 м/с, пробивает бревно толщиной 30 см и вылетает из него со скоростью 100 м/с. Определите среднюю величину силы сопротивления движению пули в бревне.
6. Человек массой 60 кг стоит на льду рядом с санками массой 40 кг. Человек толкает санки, сообщая им скорость 3 м/с, а сам откатывается в противоположную сторону. Какую работу при этом совершает человек?

3.12. Потенциальная энергия тела, поднятого над землёй

1. Девочка, масса которой 42 кг, поднялась на второй этаж, который находился на высоте 6 м от поверхности Земли. Определите её потенциальную энергию.
2. Яблоко, висящее на дереве, на высоте 3 м обладает потенциальной энергией 4,5 Дж. Определите массу яблока.
3. На какой высоте сидит голубь, если он обладает потенциальной энергией 70,4 Дж? Масса птицы 400 г.
4. При работе гидроаккумулирующих электростанций ночью за счёт избытка электроэнергии вода закачивается насосами в водоём на возвышенности, а днём вода течёт из водоёма вниз и насосы выполняют роль гидротурбин. На какую высоту необходимо закачать $5 \cdot 10^6$ т воды, чтобы её запаса хватило для выработки $2,5 \cdot 10^{12}$ Дж энергии? Потерями энергии пренебречь.
5. Во сколько раз уменьшается потенциальная энергия монтажника-высотника, когда он спускается с высоты 70 м на высоту 3,5 м?
6. Тело массой 0,1 кг брошено вверх под углом 30° к горизонту со скоростью 4 м/с. Какова потенциальная энергия тела в высшей точке подъёма? Считать, что потенциальная энергия тела равна нулю на поверхности Земли.

3.13. Работа силы тяжести и изменение потенциальной энергии тела

1. Тело массой 1 кг бросили с поверхности Земли со скоростью 6 м/с под углом 30° к горизонту. Какую работу совершила сила тяжести за время полёта тела от броска до наивысшей точки траектории?
2. Тело массой 2 кг брошено с поверхности Земли со скоростью 20 м/с под углом 45° к горизонту. Какую работу совершила сила тяжести за время полёта тела от броска до падения на поверхность Земли?
3. Шарик массой 100 г скатился с горки длиной 3 м, составляющей с горизонталью угол 30° . Определите работу силы тяжести.
4. Санки с ребёнком общей массой 24 кг скатились с горки длиной 25 м, составляющей с горизонталью угол 30° . Определите работу силы тяжести.
5. Тонкий лом длиной 1,5 м и массой 10 кг лежит на горизонтальной поверхности. Какую работу надо совершить, чтобы поставить его в вертикальное положение?
6. Какую работу необходимо совершить, чтобы лежащий на полу однородный стержень, длина которого 1 м и масса 10 кг, расположить под углом 60° к горизонту?
7. Найдите работу, которую надо совершить, чтобы лежащий на полу однородный стержень, масса которого 4 кг и длина 3 м, расположить под углом 30° к горизонтали.
8. Человек взялся за конец лежащего на земле однородного бревна массой 80 кг и длиной 2 м и поднял его так, что бревно оказалось наклонённым к земле под углом 45° . Какую работу совершил при этом человек?
9. На горизонтальной плоскости лежит тонкая цепь длиной 2 м и массой 5 кг. Цепь поднимают за один конец таким образом, что она располагается вертикально и её нижний конец отстоит от плоскости на расстояние, равное длине цепи. Чему равна работа?
10. Какую работу надо произвести, чтобы груз массой 200 кг поднять из шахты глубиной 20 м на тросе массой 20 кг?

3.14. Потенциальная энергия упруго деформированной пружины

1. Пружину с жёсткостью 10 Н/м сжали на 4 см. Какой потенциальной энергией она обладает?
2. При растяжении пружины на 10 см в ней возникает сила упругости, равная 25 Н. Определите потенциальную энергию этой пружины при растяжении её на 6 см.

3. Как изменится потенциальная энергия упруго деформированного тела при уменьшении её деформации в 3 раза?
4. Как изменится потенциальная энергия упруго деформированной пружины при увеличении жёсткости пружины в 4 раза?
5. Растянутая на 1 см стальная пружина обладает потенциальной энергией упругой деформации 10 Дж. На сколько увеличится потенциальная энергия упругой деформации, если пружина будет растянута на 2 см?
6. Первая пружина имеет жёсткость 20 Н/м и растянута на 5 см, а вторая — 60 Н/м и растянута на 4 см. Определите отношение потенциальных энергий пружин $\frac{E_2}{E_1}$.
7. К динамометру вертикально подвесили груз массой 0,4 кг. Пружина динамометра растянулась на 0,1 м, и груз оказался на высоте 1 м от стола. Чему равна потенциальная энергия пружины?

3.15. Работа силы упругости и изменение потенциальной энергии пружины

1. Для растяжения недеформированной пружины на 10 см требуется сила, равная 30 Н. Какую работу необходимо совершить для сжатия такой же недеформированной пружины на 20 см?
2. Пружина удерживает дверь. Для того чтобы приоткрыть дверь, растянув пружину на 3 см, нужно приложить силу, равную 60 Н. Для того, чтобы открыть дверь, нужно растянуть пружину на 8 см. Какую работу необходимо совершить, чтобы открыть закрытую дверь?
3. Для сжатия на 2 см буферной пружины железнодорожного вагона требуется сила 60 кН. Какую работу следует совершить для её дальнейшего сжатия на 5 см?
4. Две невесомые пружины одинаковой длины, имеющие жёсткость 10 Н/см и 20 Н/см, соединены между собой параллельно. Какую работу следует совершить, чтобы растянуть пружины на 3 см?

3.16. Закон сохранения механической энергии

1. С яблони, с высоты 5 м, упало яблоко. Масса яблока 600 г. Определите, какой кинетической энергией обладало яблоко в момент касания поверхности Земли.
2. Камень брошен вертикально вверх. В момент броска он имел кинетическую энергию 27 Дж. Какую кинетическую энергию будет иметь камень в верхней точке траектории полёта?

3. Тело массой 500 г брошено с высоты 10 м над поверхностью Земли со скоростью 10 м/с. Какой будет кинетическая энергия тела в момент приземления?
4. Найдите кинетическую энергию тела массой 3 кг, падающего свободно с высоты 5 м, в тот момент, когда тело находится на высоте 2 м от поверхности Земли.
5. С какой скоростью нужно выпустить вертикально вверх стрелу для того, чтобы она поднялась на высоту 20 м? Сопротивлением воздуха пренебречь.
6. Камень брошен с поверхности Земли вертикально вверх со скоростью 10 м/с. На какой высоте кинетическая энергия камня уменьшится в 5 раз по сравнению с начальной?
7. С какой скоростью надо бросить вниз мяч с высоты 3 м, чтобы он подпрыгнул на высоту 8 м? Удар мяча о землю считать абсолютно упругим.
8. Тело брошено с поверхности Земли под углом к горизонту. Найдите отношение потенциальной энергии тела к его кинетической энергии на высоте 5 м, если его начальная скорость была равна 12,24 м/с.
9. При выстреле из пружинного пистолета вертикально вверх шарик массой 100 г поднимается на высоту 2 м. Какова жёсткость пружины, если до выстрела пружина была сжата на 5 см?
10. Конькобежец, разогнавшись, въезжает на ледяную гору, наклонённую под углом 30° к горизонту, и проезжает до полной остановки 10 м. Какова была скорость конькобежца перед началом подъёма?
11. После удара клюшкой шайба стала скользить вверх по ледяной горке и у её вершины имела скорость 5 м/с. Высота горки 10 м. Определите скорость шайбы сразу после удара. Трением пренебречь.
12. Автомобиль, двигаясь с выключенным двигателем, на горизонтальном участке дороги имеет скорость 20 м/с. Какое расстояние он проедет до полной остановки вверх по склону горы под углом 30° к горизонту? Трением пренебречь.
13. Снаряд массой 3 кг, выпущенный под углом 45° к горизонту, пролетел по горизонтали расстояние 10 км. Какой будет кинетическая энергия снаряда непосредственно перед его падением на землю? Сопротивлением воздуха пренебречь.
14. Груз массой 200 г привязан к нити длиной 1 м. Нить с грузом отвели от вертикали на угол 60° . Чему равна кинетическая энергия груза при прохождении им положения равновесия?

3.17. Закон сохранения энергии и второй закон Ньютона

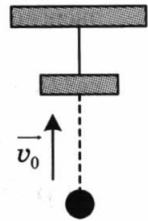
1. Груз массой 50 г привязан к нити длиной 2 м. Нить с грузом отвели от вертикали на угол 90° . Каково центростремительное ускорение груза в тот момент, когда груз проходит положение равновесия?
2. Груз массой 100 г привязан к нити длиной 1 м. Нить с грузом отвели от вертикали на угол 90° . Каково центростремительное ускорение груза в момент, когда нить образует с вертикалью угол 60° ?
3. Нить маятника длиной $l = 1$ м, к которой подвешен груз массой $m = 0,1$ кг, отклонена на угол α от вертикального положения и отпущена. Сила натяжения нити T в момент прохождения маятником положения равновесия равна 2 Н. Чему равен угол α ?
4. Люстра висит на длинной цепи. Цепь может выдержать натяжение не более 500 Н. Масса люстры 25 кг. На какой максимальный угол от положения равновесия можно отклонить люстру, чтобы при последующих качаниях цепь не оборвалась?
5. Нить длиной 0,63 м с привязанным к ней шариком отклонили на 90° от вертикали и отпустили. На каком наименьшем расстоянии под точкой подвеса по вертикали нужно установить гвоздь, чтобы нить, налетев на него, порвалась? В состоянии покоя нить выдерживает восьмикратный вес шарика.
6. Камень массой 500 г, привязанный к верёвке длиной 50 см, вращается в вертикальной плоскости. Натяжение верёвки в нижней точке окружности 45 Н. На какую высоту, отсчитываемую от нижней точки окружности, поднимется камень, если верёвка оборвётся в тот момент, когда скорость камня направлена вертикально вверх?
7. Какую минимальную горизонтальную скорость надо сообщить шарiku, чтобы он сделал полный оборот в вертикальной плоскости, если он висит на жёстком невесомом стержне длиной 90 см?
8. Какую минимальную скорость должен иметь математический маятник, проходя положение устойчивого равновесия, чтобы он мог сделать полный оборот в вертикальной плоскости? Длина нити 98 см.
9. Грузику, висящему на нити длиной 1 м, сообщили горизонтальную скорость 10 м/с. Когда грузик достиг наивысшей точки подъёма, нить пережгли. Как далеко по горизонтали отлетел грузик? Считайте, что высота грузика над полом в начальный момент пренебрежимо мала по сравнению с длиной нити.

10. Шарик скользит без трения по наклонному жёлобу, а затем движется по «мёртвой петле» радиусом R . С какой силой шарик давит на жёлоб в нижней точке петли, если масса шарика равна 100 г, а высота, с которой его отпускают, равна $4R$?
11. Шарик скользит без трения по наклонному жёлобу, а затем движется по «мёртвой петле» радиусом R . С какой силой шарик давит на жёлоб в верхней точке петли, если масса шарика равна 100 г, а высота, с которой его отпускают, равна $4R$?
12. Небольшое тело соскальзывает по гладкой наклонной плоскости, плавно переходящей в «мёртвую петлю», с высоты $3,5R$. Во сколько раз давление тела на высоте, равной R , больше силы тяжести? Трением пренебрегите.

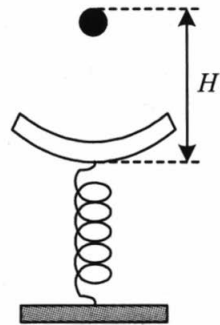
3.18. Закон сохранения импульса и закон сохранения энергии

1. Тело массой 1,8 кг движется горизонтально со скоростью 10 м/с и налетает на другое тело массой 0,7 кг, прикрепленное к горизонтально расположенной невесомой пружине, упирающейся в стену. При ударе пружина деформировалась на 20 см. Считая удар абсолютно неупругим, определите коэффициент жёсткости пружины.
2. Пуля массой 50 г попадает в тело массой 1,95 кг и застревает в нём. Определите деформацию пружины жёсткостью 20 кН/м, которая прикрепляет тело к стене. Начальная скорость пули 100 м/с. Силой трения пренебречь.
3. Тело массой 1 кг падает с высоты 1,8 м на горизонтальную пластину массой 0,5 кг, укрепленную на пружине, жёсткость которой 10 кН/м. Определите максимальное сжатие пружины, если удар абсолютно неупругий. Массой пружины пренебречь.
4. Брусок массой $m_1 = 500$ г соскальзывает по наклонной поверхности с высоты $h = 0,8$ м и, двигаясь по горизонтальной поверхности, сталкивается с неподвижным бруском массой $m_2 = 300$ г. Считая столкновение абсолютно неупругим, определите общую кинетическую энергию брусков после столкновения. Трением при движении пренебречь. Считать, что наклонная плоскость плавно переходит в горизонтальную.
5. Пуля, летящая с горизонтальной скоростью 400 м/с, попадает в мешок, набитый поролоном, массой 4 кг, висящий на длинной нити. Высота, на которую поднимется мешок, если пуля застрянет в нём, равна 5 см. Чему равна масса пули? Ответ выразите в граммах.

6. Кусок пластилина массой 200 г кидают вверх с начальной скоростью $v_0 = 9$ м/с. Через 0,3 с свободного полёта пластилин встречает на своём пути висящий на нити брусок массой 200 г (см. рисунок). Чему равна кинетическая энергия бруска с прилипшим к нему пластилином сразу после удара? Удар считать мгновенным, сопротивлением воздуха пренебречь.



7. Кусок липкой замазки массой 100 г с нулевой начальной скоростью роняют с высоты $H = 80$ см (см. рисунок) на чашу массой 100 г, укрепленную на пружине. Чему равна кинетическая энергия чаши вместе с прилипшей к ней замазкой сразу после их взаимодействия? Удар считать мгновенным, сопротивлением воздуха пренебречь.



3.19. Закон сохранения энергии, второй закон Ньютона в импульсном виде

1. Молот массой 1000 кг падает с высоты 1,8 м на наковальню. Длительность удара 0,1 с. Удар неупругий. Определите среднее значение силы удара.
2. Мяч, летящий со скоростью 12 м/с, отбрасывается ударом ракетки в противоположном направлении со скоростью 18 м/с. Изменение его кинетической энергии равно 10 Дж. Найдите среднюю силу удара, если время действия ракетки на мяч равно 0,1 с.
3. Шарик массой $m = 0,1$ кг на нити длиной $L = 0,4$ м раскачивают так, что каждый раз, когда шарик проходит положение равновесия, на него в течение короткого промежутка времени, равного $t = 0,01$ с, действует сила $F = 0,1$ Н, направленная параллельно скорости. Через сколько полных колебаний шарик на нити отклонится на 60° ?

3.20. Изменения механической энергии

1. Автомобиль массой 1000 кг подъезжает со скоростью 20 м/с к подъёму высотой 5 м. В конце подъёма его скорость уменьшается до 6 м/с. Каково изменение механической энергии автомобиля?
2. Тяжёлый мячик отпустили без начальной скорости с высоты $H = 20$ м, при ударе о землю он потерял часть своей кинетической

энергии и долетел до верхней точки через $t = 3$ с после начала движения. Какая часть кинетической энергии перешла в тепло при ударе? Соппротивлением воздуха пренебречь.

3.21. Изменение механической энергии и работа силы трения (силы сопротивления)

1. Лыжник массой 60 кг спустился с горы высотой 20 м. Какой была сила сопротивления его движению по горизонтальной лыжне после спуска, если он остановился, проехав 200 м? Считать, что по склону горы он скользил без трения.
2. Сани с сидоками общей массой 100 кг начинают съезжать с горы высотой 8 м и длиной 100 м. Какова средняя сила сопротивления движению санок, если в конце горы они достигли скорости 10 м/с?
3. С высоты 5 м бросают вертикально вверх тело массой 200 г с начальной скоростью 2 м/с. При падении на землю тело углубляется в грунт на глубину 5 см. Найдите среднюю силу сопротивления грунта движению тела. (Соппротивлением воздуха пренебречь.)
4. Тело начинает скользить вниз по наклонной плоскости высотой 1 м, образующей угол 30° с горизонтом, и, выйдя на горизонтальную поверхность, останавливается, пройдя путь, равный длине наклонной плоскости. Определите начальную скорость тела, если коэффициент трения на всех участках одинаков и равен 0,3.

3.22. Превращение механической энергии во внутреннюю энергию (с учётом закона сохранения импульса)

1. Шар массой 3 кг ударяется неупруго о покоящийся шар массой 1 кг. Найдите долю потерянной при этом кинетической энергии.
2. Пуля массой 10 г, летевшая горизонтально, попадает в брусок массой 80 г, подвешенный на длинной нити, и застревает в нём. Какая часть начальной энергии пули превратилась в тепло?
3. Два различных тела движутся равномерно навстречу друг другу с одинаковыми по модулю скоростями. При неупругом соударении 75% всей первоначальной кинетической энергии этих тел переходит в тепло. Определите, во сколько раз уменьшилась их скорость после неупругого соударения?
4. Два шара массами 3 кг и 5 кг движутся по гладкой горизонтальной поверхности навстречу друг другу со скоростями 4 м/с и 6 м/с соот-

ветственно. Чему равно изменение внутренней энергии шаров после их неупругого столкновения?

5. Конькобежец массой 80 кг, стоя на коньках на льду, бросает в горизонтальном направлении камень массой 3 кг со скоростью 8 м/с. На какое расстояние откатится при этом конькобежец, если коэффициент трения коньков о лёд равен 0,02.
6. Два шарика массами 70 г и 60 г движутся по поверхности стола во взаимно перпендикулярных направлениях со скоростями 6 м/с и 4 м/с соответственно. Найдите количество теплоты, которое выделится после абсолютно неупругого столкновения.
7. Две частицы массами m и $2m$, имеющие импульсы p и $\frac{p}{2}$ соответственно, движутся во взаимно перпендикулярных направлениях. После соударения частицы обмениваются импульсами. Определите потерю кинетической энергии частиц после соударения.
8. Орудие, масса которого 400 кг, стреляет в горизонтальном направлении. Масса снаряда 8 кг, его начальная скорость 100 м/с. При выстреле орудие откатывается на 50 см. Определите среднее значение силы торможения, развивающейся в противооткатном устройстве орудия.
9. На закреплённом по краям листе бумаги лежит шарик массой 80 г. Снизу вертикально вверх в шарик попадает пуля массой 10 г со скоростью 400 м/с. Пробив шарик, пуля поднимается на высоту 1 км. На какую высоту поднимется шарик?
10. На горизонтальной поверхности стола лежит брусок массой 5 кг. В брусок попадает горизонтально летящая пуля, имеющая массу 9 г и скорость 600 м/с, и застревает в нём. Найдите путь, пройденный бруском после попадания в него пули. Коэффициент трения 0,3.

3.23. Простые механизмы. КПД

1. Для чего используют простые механизмы?
2. Можно ли получить выигрыш в работе, используя простые механизмы?
3. Приведите примеры простых механизмов.
4. Для чего можно использовать подвижный и неподвижный блоки?
5. С помощью неподвижного блока, закреплённого на потолке, поднимают груз массой 20 кг на высоту 1,5 м. Какую работу при этом совершают, если КПД блока равен 90%?

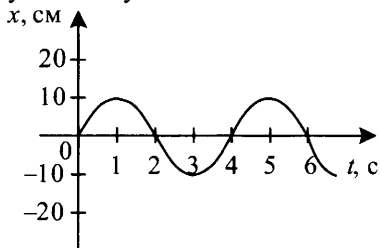
6. С помощью рычага длиной 150 см подняли груз массой 100 кг на высоту 5 см. Какую работу совершили при этом, если КПД устройства 95%?
7. Угол наклона плоскости к горизонту равен 30° . Вверх по этой плоскости тащат ящик массой 90 кг, прилагая к нему силу, направленную параллельно плоскости и равную 600 Н. Определите коэффициент полезного действия наклонной плоскости.
8. Груз перемещают равномерно по наклонной плоскости длиной 2 м. Под действием силы 2,5 Н, направленной вдоль плоскости, груз подняли на высоту 0,4 м. Если полезной считать ту часть работы, которая пошла на увеличение потенциальной энергии груза, то КПД наклонной плоскости в данном процессе равен 40%. Какова масса груза?
9. Двигатель игрушечного автомобиля потребляет мощность 400 Вт. Определите КПД двигателя, если машинка движется со скоростью 4 м/с, а сила сопротивления движению 25 Н.
10. Мотор электровоза при движении со скоростью 72 км/ч потребляет мощность 600 кВт. Определите коэффициент полезного действия силовой установки электровоза, если сила тяги равна 24 кН.
11. Мотор электровоза при движении со скоростью 90 км/ч потребляет мощность 800 кВт. Определите силу тяги мотора, если коэффициент полезного действия силовой установки электровоза равен 0,75.
12. Подъёмный кран равномерно поднимает груз массой 2 т. Мощность двигателя крана 7,4 кВт. Определите скорость подъёма груза, если коэффициент полезного действия крана 60%.

4. МЕХАНИЧЕСКИЕ КОЛЕБАНИЯ И ВОЛНЫ

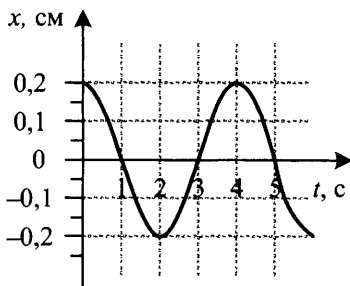
4.1. Гармонические колебания

1. При измерении пульса человека было зафиксировано 75 пульсаций крови за 1 мин. Определите период и частоту сокращения сердечной мышцы.
2. Каков период колебаний поршня двигателя автомобиля, если за 30 с поршень совершает 600 колебаний?
3. Сколько полных колебаний совершит материальная точка за 5 с, если частота колебаний 440 Гц?
4. Тело совершает гармонические колебания по закону $x = 0,2\sin(4\pi t)$. Определите амплитуду и циклическую частоту колебаний.

5. На рисунке представлена зависимость координаты центра шара, подвешенного на пружине, от времени. Чему равен период колебаний?



6. На рисунке показан график колебаний одной из точек струны. Чему равна частота этих колебаний?



7. За какую часть периода T шарик математического маятника проходит путь от крайнего левого положения до положения равновесия?
8. За какую часть периода T шарик математического маятника проходит путь от крайнего левого положения до крайнего правого положения?
9. Амплитуда свободных колебаний тела равна 50 см. Какой путь проходит тело за одно полное колебание?
10. Амплитуда свободных колебаний тела равна 30 см. Какой путь проходит тело за 5 полных колебаний?

4.2. Математический маятник

1. Математический маятник совершил 100 колебаний за 628 с. Чему равна длина нити маятника?
2. Амплитуду колебаний математического маятника уменьшили в 2 раза. Как при этом изменился период колебаний маятника?
3. Длину нити математического маятника уменьшили в 4 раза. Как при этом изменился период колебаний маятника?
4. Длину нити математического маятника уменьшили в 9 раз. Как при этом изменилась частота колебаний маятника?
5. Определите первоначальную длину математического маятника, если известно, что при уменьшении длины маятника на 5 см период колебаний изменился в 1,5 раза.
6. За одно и то же время первый математический маятник совершил 40 колебаний, а второй 60. Определите отношение длины первого маятника к длине второго.
7. Длина первого маятника 1 м, второго 2,25 м. За некоторое время первый маятник совершил 15 колебаний. Сколько колебаний за тот же промежуток времени совершил второй маятник?
8. За один и тот же промежуток времени первый математический маятник совершил 16 колебаний, а второй 10. Определите длину первого маятника, если разность их длин 0,39 м.
9. Первый математический маятник совершает колебания с частотой 6 Гц. Длина нити второго маятника больше длины первого в 3,24 раза. Чему равен период колебаний второго маятника?
10. Секундный маятник перенесли на поверхность Луны. Чему стал равен период колебаний этого маятника? Ускорение свободного падения на Луне в 6 раз меньше, чем на Земле.
11. Математический маятник с длиной нити 7 см находится в лифте, который движется с ускорением 3 м/с^2 , направленным вниз. Рассчитайте период колебаний маятника.
12. Математический маятник с длиной нити 24 см находится в лифте, который движется с ускорением 2 м/с^2 , направленным вверх. Рассчитайте период колебаний маятника.
13. Период колебаний математического маятника в неподвижном лифте 1 с. С каким ускорением, направленным вниз, движется лифт, если период колебаний маятника стал 1,1 с?
14. С каким ускорением двигалась кабина лифта, если секундный маятник, находящийся в ней, совершил 75 колебаний за 100 с? Какое направление имеет ускорение лифта?

15. При какой скорости поезда маятник с длиной нити 1 м, подвешенный в вагоне, раскачивается наиболее сильно? Длина рельса 30 м.
16. Математический маятник длиной 10 см совершает колебания вблизи вертикальной стенки, в которую на расстоянии 6,4 см от точки подвеса по вертикали вбит гвоздь, на который маятник наталкивается. Определите период колебаний такого маятника.

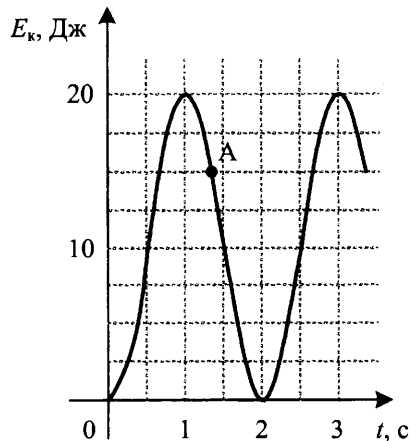
4.3. Пружинный маятник

1. К пружине жёсткостью 40 Н/м подвешен груз массой 0,1 кг. Определите период свободных колебаний этого пружинного маятника.
2. К пружине жёсткостью 200 Н/м подвешен груз массой 0,4 кг. Определите частоту свободных колебаний этого пружинного маятника.
3. Груз, подвешенный на пружине жёсткостью 250 Н/м, совершает свободные колебания с циклической частотой 50 с^{-1} . Найдите массу груза.
4. Груз массой 400 г подвешен к пружине и совершает колебания. Как изменится период колебаний, если к той же пружине вместо этого груза подвесить тело массой 0,8 кг?
5. Груз массой 0,16 кг, подвешенный на пружине, совершает свободные гармонические колебания. Какой массы новый груз нужно подвесить вместо первого, чтобы период колебаний увеличился в 2 раза?
6. Амплитуду колебаний и массу пружинного маятника увеличили в 4 раза. Что произойдёт с периодом его колебаний?
7. Груз массой 200 г подвешен к пружине и совершает колебания. Как изменится частота колебаний, если к той же пружине вместо этого груза подвесить тело массой 0,8 кг?
8. Груз массой 0,16 кг, подвешенный на пружине, совершает свободные гармонические колебания. Какой массы новый груз нужно подвесить вместо первого, чтобы частота колебаний увеличилась в 2 раза?
9. Груз, подвешенный к пружине, совершает свободные колебания. Как изменится частота колебаний, если массу груза увеличить в 2 раза, а пружину заменить на другую? Коэффициент жёсткости новой пружины в 2 раза меньше старой.
10. Груз, подвешенный на лёгкой пружине жёсткостью 100 Н/м, совершает свободные гармонические колебания. Какой должна быть жёсткость другой пружины, чтобы частота колебаний этого груза увеличилась в 4 раза?
11. Тело массой 300 г подвешено к цепочке из двух параллельных пружин с коэффициентами жёсткости 500 и 250 Н/м. Определите период собственных колебаний системы.

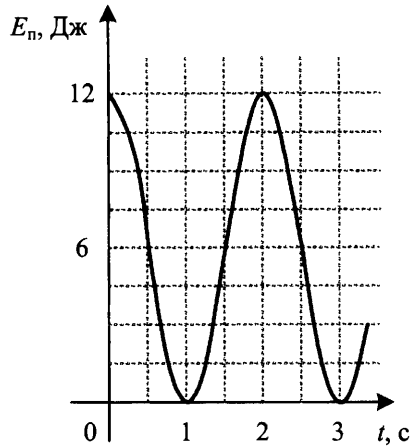
12. Тело массой 600 г подвешено к цепочке из двух последовательных пружин с коэффициентами жёсткости 500 и 250 Н/м. Определите частоту колебаний системы.
13. Математический маятник длиной 0,4 м и пружинный маятник совершают колебания с одинаковым периодом. Определите массу груза пружинного маятника, если жёсткость пружины 20 Н/м.

4.4. Закон сохранения механической энергии

1. Сколько раз за одно полное колебание груза на пружине потенциальная энергия пружины принимает своё наибольшее значение?
2. Сколько раз за одно полное колебание пружинного маятника кинетическая энергия груза бывает равна потенциальной энергии пружины?
3. Во сколько раз период колебания потенциальной энергии пружины меньше периода колебаний маятника?
4. Во сколько раз частота колебания кинетической энергии груза пружинного маятника больше частоты колебаний?
5. Амплитуда колебаний пружинного маятника 5 см, жёсткость пружины 40 Н/м. Чему равна максимальная кинетическая энергия груза?
6. Груз массой 2 кг, закреплённый на пружине жёсткостью 200 Н/м, совершает гармонические колебания с амплитудой 10 см. Какова максимальная скорость груза?
7. Тело массой 100 г совершает колебания на пружине с амплитудой 5 см. Максимальное значение модуля скорости этого тела равно 5 м/с. Определите коэффициент жёсткости пружины.
8. Пружинный маятник жёсткостью 2000 Н/м совершает гармонические колебания. Масса груза 50 г. Максимальная скорость груза 20 м/с. Определите амплитуду колебаний.
9. На рисунке представлен график изменения со временем кинетической энергии ребёнка, качающегося на качелях. Чему равны его полная механическая и потенциальная энергии в момент, соответствующий точке А на графике?



10. На рисунке представлен график зависимости потенциальной энергии математического маятника (относительно положения его равновесия) от времени. Определите его кинетическую энергию в момент времени $t = 2$ с.



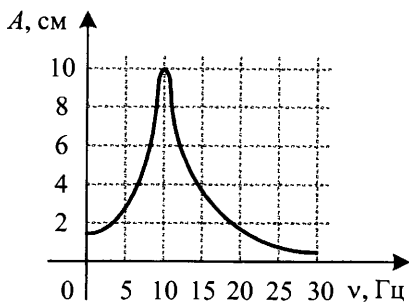
11. Тело массой 5 кг совершает гармонические колебания с амплитудой 10 см. Максимальная кинетическая энергия колеблющегося тела равна 2,5 Дж. Определите период колебаний.
12. Амплитуда колебаний пружинного маятника 5 см, масса груза 400 г. Максимальная кинетическая энергия груза равна 0,05 Дж. Определите собственную частоту колебательной системы.
13. Тело массой 100 г совершает колебания на пружине с амплитудой 5 см. Максимальное значение модуля скорости этого тела равно 5 м/с. Определите частоту колебаний.
14. Груз массой 2 кг совершает колебания с циклической частотой 5 Гц. Амплитуда колебаний 10 см. Какова максимальная скорость груза?
15. Максимальная кинетическая энергия материальной точки массой 10 г, совершающей гармонические колебания с периодом 2 с, равна 100 мкДж. С какой амплитудой происходят колебания?
16. Математический маятник длиной 1 м отводят от положения равновесия и отпускают. Сколько раз за время 6,3 с кинетическая энергия маятника достигнет максимального значения?

4.5. Вынужденные колебания.

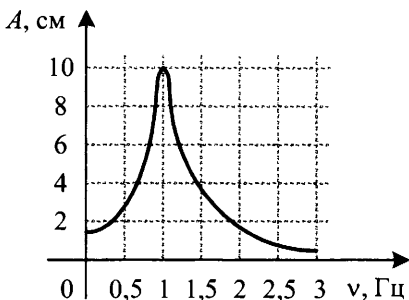
Резонанс

1. В какой колебательной системе (совершающей свободные или вынужденные колебания) может наблюдаться резонанс?
2. При каком условии наступает резонанс?
3. Приведите примеры разрушительного воздействия резонанса.

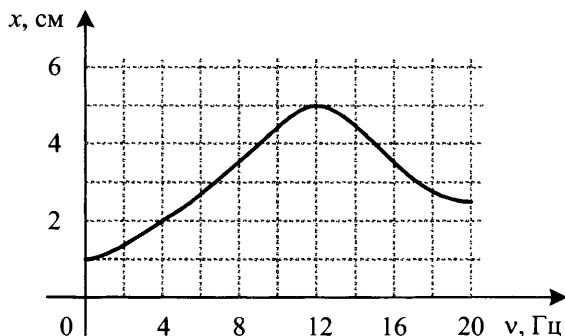
4. На рисунке представлен график зависимости амплитуды A вынужденных колебаний от частоты ν вынуждающей силы. При какой частоте происходит резонанс? Чему равна амплитуда колебаний при резонансе?



5. На рисунке изображена зависимость амплитуды установившихся колебаний маятника от частоты вынуждающей силы (резонансная кривая). Определите отношение амплитуды установившихся колебаний маятника на резонансной частоте к амплитуде колебаний на частоте 0,5 Гц.



6. Груз, прикрепленный к пружине жесткостью 40 Н/м, совершает вынужденные колебания. Зависимость амплитуды этих колебаний от частоты воздействия вынуждающей силы представлена на рисунке. Определите полную энергию колебаний груза при резонансе.



4.6. Длина волны

1. Дайте определение механической волны. Каковы условия её возникновения?
2. Какие виды механических волн вы знаете? Приведите примеры.
3. Что можно сказать о скорости распространения волны в твёрдых телах, в жидкостях и газах? В вакууме?

4. Волна с периодом колебаний $0,5$ с распространяется со скоростью 24 м/с. Определите длину этой волны.
5. В океане длина волны равна 250 м, а период колебаний в ней 20 с. С какой скоростью распространяется волна?
6. На поверхности воды в озере волна распространяется со скоростью 5 м/с. Определите период колебаний бакена, если длина волны 3 м.
7. Расстояние между ближайшими гребнями волн в море 4 м. Лодка качается на волнах, распространяющихся со скоростью 3 м/с. С какой частотой волны ударяют о корпус лодки?
8. Как изменится длина волны, если скорость распространения возрастёт в $1,2$ раза, а период колебаний останется без изменений?
9. Как изменится длина волны, если скорость распространения увеличится в 4 раза, а период колебаний уменьшится в 2 раза?
10. Во сколько раз увеличится скорость распространения волны, если длина волны возрастёт в 3 раза, а период колебаний останется без изменений?
11. Как изменится скорость распространения волны, если длину волны и частоту увеличить в 2 раза?
12. Точка струны совершает колебания с частотой 1000 Гц. Какой путь пройдёт эта точка за $1,2$ с, если амплитуда колебаний равна 2 мм?
13. Длина волны 1 м. Найдите разность фаз колебаний двух точек, лежащих на луче и отстоящих друг от друга на расстоянии 2 м.
14. По верёвке бежит волна со скоростью $0,5$ м/с. Красный флажок, закреплённый на верёвке, совершает колебания вверх-вниз с периодом 1 с. Определите разность фаз точек верёвки, находящихся на расстоянии 2 м друг от друга.

4.7. Звуковые волны

1. Какую частоту имеют источники звука?
2. В какой среде звук не может распространяться?
3. Какие изменения отмечает человек в звуке при увеличении амплитуды колебаний в звуковой волне?
4. Какие изменения отмечает человек в звуке при увеличении частоты колебаний в звуковой волне?
5. Источник колебаний с периодом 5 мс вызывает в воде звуковую волну с длиной волны $7,175$ м. Определите скорость звука в воде.
6. Звуковая волна частотой 1 кГц распространяется в стальном стержне со скоростью 5 км/с. Определите длину этой волны.
7. Скорость звука в воздухе 340 м/с. Длина звуковой волны в воздухе для самого низкого мужского голоса достигает $4,3$ м. Определите частоту колебаний этого голоса.

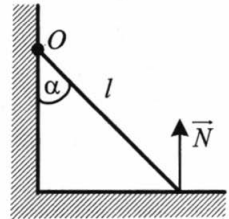
8. Скорость звука в воздухе 340 м/с. Длина звуковой волны в воздухе для самого высокого женского голоса достигает 25 см. Определите частоту колебаний этого голоса.
9. Через 3 с после вспышки молнии наблюдатель услышал гром. На каком расстоянии от него ударила молния? Скорость звука в воздухе 330 м/с.
10. На расстоянии 400 м от наблюдателя рабочие вбивают сваи с помощью копра. Каково время между видимым ударом молота о сваю и звуком удара, услышанным наблюдателем? Скорость звука в воздухе 340 м/с.
11. На каком расстоянии от корабля находится айсберг, если посланный гидролокатором ультразвуковой сигнал, имеющий скорость 1500 м/с, вернулся назад через 0,4 с?
12. При измерении глубины моря под кораблём при помощи эхолота оказалось, что моменты отправления и приёма ультразвука разделены промежутком времени 0,6 с. Определите глубину моря под кораблём. Скорость звука в воде 1400 м/с.
13. Ультразвуковой сигнал с частотой 50 кГц возвратился после отражения от дна моря на глубине 150 м через 0,2 с. Какова длина ультразвуковой волны?

5. СТАТИКА

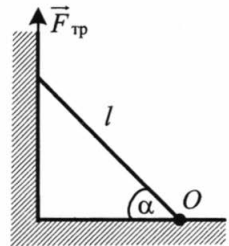
5.1. Плечо силы. Момент силы

1. Ширина входной двери 90 см. Ручку прикрепили на расстоянии 5 см от её края. Определите плечо силы, открывающей дверь.
2. Диаметр велосипедного колеса 60 см. Определите плечо силы трения относительно оси вращения колеса.
3. Груз массой 200 г, привязанный к нити длиной 1 м, совершает колебания. В момент наибольшего отклонения груза от вертикали угол составляет 30° . Чему равно плечо силы тяжести относительно точки подвеса при максимальном отклонении груза?
4. По деревянной лестнице длиной 3 м поднимается человек массой 70 кг. Определите плечо силы тяжести, действующей на человека в тот момент, когда он прошёл треть лестницы. Угол наклона лестницы с полом 60° . Рассмотрите два случая: первый раз ось вращения располагается в месте соприкосновения с полом, а второй раз — со стеной.

5. Однородная лестница массой m и длиной l опирается на стену, образуя с ней угол α (см. рисунок). Найдите плечо силы реакции опоры N относительно точки O .



6. Однородная лестница массой m и длиной l опирается на стену, образуя с полом угол α (см. рисунок). Найдите момент силы трения $F_{\text{тр}}$ относительно точки O .

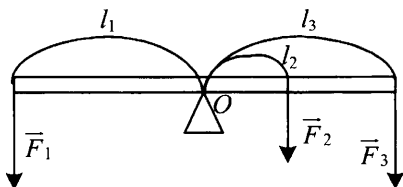


7. Грузик массой 100 г привязан к нити длиной 1 м и вращается в горизонтальной плоскости по окружности радиусом 20 см. Определите момент силы тяжести относительно точки подвеса.
8. К ободу колеса диаметром 60 см приложена касательная тормозящая сила 100 Н. Какой минимальный по величине вращательный момент может заставить колесо вращаться?
9. К маховику приложен вращательный момент $100 \text{ Н} \cdot \text{м}$. Какое плечо должна иметь тормозящая сила в 500 Н, чтобы маховик не вращался?

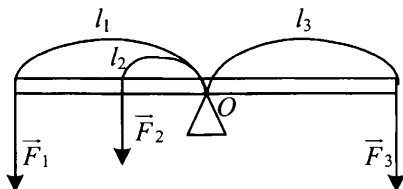
10. На вал с насаженным на него колесом диаметром 20 см относительно оси действует вращающий момент $8 \text{ Н} \cdot \text{м}$. С какой минимальной силой должна быть прижата тормозная колодка к ободу вращающегося колеса, чтобы колесо остановилось? Коэффициент трения 0,8.

5.2. Правило моментов (параллельные силы)

1. Рычаг находится в равновесии под действием двух сил, первая из которых 4 Н. Определите модуль второй силы, если плечо первой силы 15 см, а второй 10 см.
2. Рычаг находится в равновесии под действием двух сил, первая из которых 5 Н. Определите модуль второй силы, если плечо первой силы 10 см, а длина рычага 35 см.
3. Труба массой 1,2 т лежит на земле. Какое усилие надо приложить, чтобы приподнять краном трубу за один из её концов?
4. На концах тонкого стержня длиной 60 см закреплены грузы массами 1 кг и 3 кг. Стержень подвешен на нити и расположен горизонтально. Найдите расстояние от первого груза до точки подвеса. Массой стержня пренебречь.
5. Два шара массами 1 кг и 5 кг скреплены невесомым стержнем. Центр первого шара отстоит от центра второго на расстояние 90 см. На каком расстоянии от центра более лёгкого шара находится центр тяжести системы?
6. Два шара массами 1 кг и 2 кг скреплены невесомым стержнем. Центр первого шара отстоит от центра второго на расстояние 60 см. На каком расстоянии от центра более тяжёлого шара находится центр тяжести системы?
7. Два малых по размеру груза массами 4 кг и 2 кг скреплены невесомым стержнем длиной 60 см. Определите, на каком расстоянии от центра стержня находится центр тяжести такой системы.
8. На рычаг, находящийся в равновесии, действуют три силы $F_1 = 6 \text{ Н}$, $F_2 = 2,5 \text{ Н}$ и F_3 . Плечи этих сил, соответственно, равны $l_1 = 50 \text{ см}$, $l_2 = 20 \text{ см}$ и $l_3 = 50 \text{ см}$ (см. рисунок). Определите значение третьей силы, если рычаг находится в равновесии.



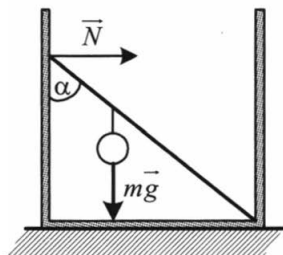
9. На рычаг, находящийся в равновесии, действуют три силы $F_1 = 10$ Н, F_2 и $F_3 = 12$ Н. Плечи этих сил, соответственно, равны $l_1 = 40$ см, $l_2 = 20$ см и $l_3 = 40$ см (см. рисунок). Определите значение третьей силы, если рычаг находится в равновесии.



10. Четыре однородных шара массами 1 кг, 5 кг, 7 кг и 3 кг укреплены последовательно на невесомом стержне так, что их центры находятся на оси стержня на равных расстояниях 20 см друг от друга. На каком расстоянии (в см) от центра третьего шара находится центр тяжести системы?

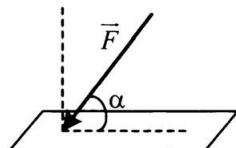
5.3. Правило моментов (непараллельные силы)

1. К стене прислонена лестница массой 15 кг. Центр тяжести лестницы находится на расстоянии $\frac{1}{3}$ длины от верхнего её конца. Какую силу, направленную горизонтально, надо приложить к середине лестницы, чтобы верхний её конец не оказывал давления на стену? Угол между лестницей и стеной 45° .
2. Невесомый стержень длиной 1 м, находящийся в ящике с гладкими дном и стенками, составляет угол $\alpha = 30^\circ$ с вертикалью (см. рисунок). К стержню на расстоянии 25 см от его левого конца подвешен на нити шар массой 2 кг. Каков модуль N силы, действующей на стержень со стороны левой стенки ящика?

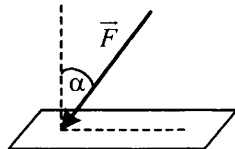


5.4. Давление твёрдого тела

1. На горизонтальную поверхность действует сила \vec{F} , образующая с ней угол α (см. рисунок). По какой формуле можно рассчитать давление, производимое на поверхность?



2. На горизонтальную поверхность действует сила \vec{F} , образующая с вертикалью угол α (см. рисунок). При каком значении угла сила будет оказывать минимальное давление на поверхность?



3. Вода массой 100 кг в водопаде скользит вдоль отвесной скалы, соприкасаясь с поверхностью площадью 3 м^2 . Какое давление оказывает вода на скалу?
4. На стол положили два кубика одинакового размера. Один изготовлен из стали ($\rho_{\text{стали}} = 7800 \text{ кг/м}^3$), а другой из алюминия ($\rho_{\text{алюминия}} = 2700 \text{ кг/м}^3$). Какой кубик оказывает на стол большее давление и во сколько раз?
5. Масса столика на четырёх ножках 1,6 кг. Какое давление оказывает столик на пол, если площадь каждой ножки 4 см^2 ?
6. В мебельном магазине покупатель вначале присел на табурет с тремя ножками, а потом с четырьмя. На сколько процентов уменьшилось давление, оказываемое на пол? Площадь каждой ножки считайте одинаковой.
7. Бетонная плита длиной 2 м и шириной 1,5 м оказывает на грунт давление 3000 Па. Определите массу плиты.
8. Определите силу давления на деталь, если площадь поверхности взаимодействующих частей 20 см^2 , а давление, которое оказывают тиски, 40 кПа.

6. ГИДРОСТАТИКА

6.1. Давление жидкости и газа

1. В открытой цистерне, наполненной до уровня 4 м, находится жидкость. Её давление на дно бочки равно 28 кПа. Определите плотность этой жидкости.
2. Нормальное атмосферное давление 100 кПа. На какой глубине в воде давление в 6 раз больше атмосферного? Плотность воды 1000 кг/м^3 .
3. Эхолотом, установленным на подводной лодке, определили, что расстояние до дна составляет 600 м. Глубина моря в данном месте 2 км. Определите давление морской воды, действующей на подводную лодку. Плотность морской воды 1030 кг/м^3 .
4. На какую высоту необходимо подняться в гору, чтобы давление уменьшилось на 15 925 Па? Плотность воздуха постоянна — $1,3 \text{ кг/м}^3$.
5. В цилиндрическое ведро, площадь дна которого $0,02 \text{ м}^2$, налита вода массой 14 кг. Чему равно давление воды на стенки ведра на расстоянии 0,2 м от дна? Плотность воды 1000 кг/м^3 .

6.2. Сила давления

1. Какую силу испытывает обшивка дна корабля площадью 200 см^2 на глубине 4 м? Плотность воды 1000 кг/м^3 .
2. Ртуть хранится в сосуде, имеющем форму параллелепипеда. С какой силой она давит на его дно размерами $10 \times 15 \text{ см}$, если уровень ртути в сосуде 20 см? Плотность ртути $13\,600 \text{ кг/м}^3$.
3. В подводной части корабля образовалась пробоина площадью 2 см^2 . Отверстие находится ниже уровня воды на глубине 4 м. Какая минимальная сила требуется, чтобы удержать заплату, закрывающую отверстие с внутренней стороны корабля? Атмосферное давление 100 кПа. Плотность воды 1000 кг/м^3 .
4. Канал шириной 10 м и глубиной 5 м наполнен водой и перегороден плотиной. С какой силой вода давит на плотину? Плотность воды 1000 кг/м^3 .
5. Аквариум, имеющий форму прямоугольного параллелепипеда, полностью заполнен водой. С какой силой давит вода на стенку аквариума длиной 50 см, если высота стенок аквариума 30 см? Плотность воды 1000 кг/м^3 .
6. Аквариум наполовину наполнен водой. С какой силой давит вода на стенку аквариума длиной 50 см, если высота стенок аквариума 40 см? Плотность воды 1000 кг/м^3 .

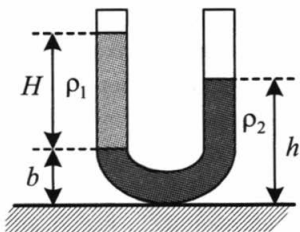
- Определите силу давления жидкости плотностью 800 кг/м^3 на боковую стенку закрытого кубического сосуда объёмом 8 м^3 , полностью заполненного жидкостью.
- Сосуд квадратного сечения (сторона квадрата 20 см) заполнен водой до высоты 40 см . Определите силу давления на боковую стенку сосуда. Плотность воды 1000 кг/м^3 .

6.3. Гидравлический пресс

- К малому поршню гидравлического пресса приложена сила 10 Н , под действием которой за один ход он опускается на 25 см , вследствие чего большой поршень поднимается на 5 мм . Какая сила давления передаётся при этом на большой поршень?
- Малый поршень гидравлического пресса площадью 2 см^2 под действием силы 200 Н опустился на 16 см . Площадь большого поршня 8 см^2 . Определите вес груза, поднятого большим поршнем, и высоту, на которую поднят груз.
- Гидравлический пресс заполнен водой, плотность которой 1000 кг/м^3 . На большой поршень, площадь которого 1000 см^2 , встаёт человек массой 80 кг . На какую высоту при этом поднимется малый поршень?
- Под действием силы 15 Н , приложенной к малому поршню гидравлической машины, была совершена работа 57 Дж , при этом большой поршень поднялся на $0,02 \text{ м}$. Считая, что потери механической энергии не происходит, определите отношение площади большого поршня к площади малого.

6.4. Сообщающиеся сосуды

- В широкую U-образную трубку с вертикальными прямыми коленами налиты керосин плотностью $\rho_1 = 800 \text{ кг/м}^3$ и вода плотностью $\rho_2 = 1000 \text{ кг/м}^3$ (см. рисунок). На рисунке $b = 8 \text{ см}$, $h = 24 \text{ см}$. Определите расстояние H .



- Столб воды в сообщающихся сосудах высотой $17,2 \text{ см}$ уравнивает столб дизельного топлива высотой 20 см . Определите плотность дизельного топлива. Плотность воды 1000 кг/м^3 .
- В сообщающихся сосудах находится ртуть, поверх неё в оба сосуда наливают керосин, причём высота большего столба керосина в одном сосуде 48 см и разность уровней ртути 2 см . Определите высоту керосина в другом сосуде. Плотность ртути 13600 кг/м^3 , а керосина 800 кг/м^3 .

4. В сообщающиеся сосуды налили ртуть, а поверх неё в один сосуд налили столб масла высотой 48 см, а в другой — керосина высотой 20 см. Определите разность уровней ртути в обоих сосудах. Плотность ртути $13\,600\text{ кг/м}^3$, масла 900 кг/м^3 , керосина 800 кг/м^3 .

6.5. Архимедова сила

1. Подводная лодка постепенно погружается в море. Как при этом изменяется архимедова сила, действующая на лодку?
2. Стальной шарик на нити полностью погружён в воду. Ученик, постепенно добавляя и размешивая соль, увеличил плотность воды в 1,1 раза. Как изменилась при этом выталкивающая сила, действующая на шарик?
3. Со дна водоёма поднимается пузырёк воздуха. Как меняется по мере подъёма пузырька выталкивающая сила? Температуру воды считайте одинаковой во всём водоёме.
4. Во время опыта по исследованию выталкивающей силы ученик в 2 раза уменьшил глубину погружения тела, не вынимая его из воды. Как изменилась при этом выталкивающая сила?
5. При взвешивании груза в воздухе показание динамометра равно 2 Н. При опускании груза в воду показание динамометра уменьшается до 1,6 Н. Какая выталкивающая сила действует на груз?
6. Груз, масса которого 250 г, подвешен к нити и опущен в воду. На груз действует архимедова сила 0,7 Н. Определите значение силы натяжения нити.
7. Определите архимедову силу, действующую со стороны атмосферного воздуха на человека объёмом 50 дм^3 ? Плотность воздуха $1,3\text{ кг/м}^3$.
8. Железобетонная плита размером $4\text{ м} \times 0,5\text{ м} \times 0,25\text{ м}$ погружена в воду наполовину своего объёма. Чему равна архимедова сила, действующая на неё? Плотность воды 1000 кг/м^3 .
9. Чему равна архимедова сила, действующая на человека объёмом 60 дм^3 , на треть погружённого в воду? Плотность воды 1000 кг/м^3 .
10. Какую силу надо приложить, чтобы удержать в воде камень, вес которого в воздухе 350 Н? Плотность вещества камня 2500 кг/м^3 , плотность воды 1000 кг/м^3 .

6.6. Воздухоплавание

1. Аэростат объёмом 800 м^3 заполнен гелием. Плотность гелия $0,18\text{ кг/м}^3$, плотность воздуха $1,3\text{ кг/м}^3$. Определите значение архимедовой силы, действующей на аэростат.

2. Объём воздушного шара 800 м^3 . Определите максимальную массу груза, который может поднять шар, если масса оболочки шара с газом равна 450 кг . Плотность воздуха $1,3 \text{ кг/м}^3$.
3. Можно ли на воздушном шаре объёмом $6,5 \text{ м}^3$ поднять груз массой $5,5 \text{ кг}$? Шар наполнен гелием. Сила тяжести, действующая на оболочку и приборы, равна 40 Н . Плотность гелия $0,18 \text{ кг/м}^3$, а воздуха $1,3 \text{ кг/м}^3$.

6.7. Полное погружение тел

1. Во сколько раз сила натяжения нити, удерживающая тонущее в воде тело, меньше силы натяжения нити, действующей на это же тело в воздухе. Тело в обоих случаях покоится. Плотность воды 1000 кг/м^3 , а тела 3500 кг/м^3 .
2. Тело массой 4 кг , подвешенное на пружине, опускают в жидкость, при этом удлинение пружины уменьшилось на $0,025 \text{ м}$. Определите коэффициент жёсткости пружины, если плотность тела в 8 раз больше плотности жидкости.
3. Тело подвесили на пружине и опустили в жидкость, плотность которой в 6 раз меньше плотности тела. Во сколько раз уменьшилось удлинение пружины?
4. Тело массой 3 кг и плотностью 1250 кг/м^3 , подвешенное на пружине жёсткостью 150 Н/м , опущено в жидкость плотностью 900 кг/м^3 . Определите энергию деформированной пружины.

6.8. Условие плавания тел

1. На Луне тело опустили в сосуд с водой. Что будет происходить с телом, если его плотность меньше плотности воды?
2. В ванночке в воде плавает игрушечный батискаф. Что произойдёт с батискафом, если воду заменить растительным маслом?
3. Какой наибольший груз может перевозить бамбуковый плот площадью 10 м^2 и толщиной 50 см , если плотность бамбука 400 кг/м^3 ? Плотность воды 1000 кг/м^3 .
4. Какую наименьшую площадь имеет льдина толщиной 40 см , способная удержать над водой человека массой 80 кг ? Плотность льда 900 кг/м^3 , а плотность воды 1000 кг/м^3 .
5. Погрузится ли льдина площадью 8 м^2 и толщиной 25 см целиком в пресную воду, если на неё встанет человек, вес которого равен 600 Н ? Плотность льда 900 кг/м^3 , плотность воды 1000 кг/м^3 .

6. Бревно, имеющее длину 3,5 м и площадь сечения 700 см^2 , плавает в воде. Плотность дерева 700 кг/м^3 , а плотность воды 1000 кг/м^3 . Определите максимальную массу человека, который сможет стоять на бревне, не замочив ноги.

6.9. Тело плавает на поверхности жидкости

1. Теплоход переходит из устья Волги в солёное Каспийское море. Как изменяется при этом осадка корабля? архимедова сила, действующая на теплоход?
2. Как изменяется значение архимедовой силы при разгрузке судна?
3. Кубик массой 35 г и объёмом 250 см^3 плавает на поверхности воды. Определите выталкивающую силу, действующую на кубик.
4. Прямоугольное тело плотностью 700 кг/м^3 опущено в жидкость с плотностью 1000 кг/м^3 . На какую часть своей высоты погрузится тело?
5. Плотность воды равна 1030 кг/м^3 , а плотность льда 900 кг/м^3 . Определите, какая часть айсберга (в %) находится под водой.
6. Плотность воды равна 1000 кг/м^3 , а плотность льда 900 кг/м^3 . Определите объём всей льдины, если она плавает, выдаваясь на 50 м^3 над поверхностью воды.
7. Кубик, сделанный из сосны, плотностью 400 кг/м^3 плавает в жидкости, погружаясь в неё на 20% своего объёма. Определите плотность жидкости.
8. Однородное тело плавает на поверхности керосина так, что объём погружённой части составляет 0,92 всего объёма тела. Какая часть объёма будет погружена при плавании этого тела в воде? Плотность керосина 800 кг/м^3 , а воды 1000 кг/м^3 .
9. Чему равна плотность материала, если сделанный из него сплошной куб с длиной ребра 10 см плавает в масле, плотностью 900 кг/м^3 , выступая над поверхностью жидкости на 2 см?
10. Чему равна плотность керосина, если плавающей в нём сплошной деревянный куб плотностью 700 кг/м^3 с длиной ребра 8 см выступает над поверхностью жидкости на 1 см?

7. МОЛЕКУЛЯРНАЯ ФИЗИКА

7.1. Строение вещества

1. Что общего и какие отличия у молекул горячей и холодной воды?
2. Почему поднимается уровень спирта в жидкостном термометре при повышении температуры?
3. Как изменяется скорость движения броуновской частицы при понижении температуры?
4. В каком агрегатном состоянии молекулы участвуют в скачкообразном движении?
5. Чем аморфные тела отличаются от кристаллических?

7.2. Размеры молекул. Масса молекул.

Количество вещества. Число молекул и атомов

1. Кусочек парафина объёмом $1,5 \text{ мм}^3$, брошенный в горячую воду, расплавился и образовал плёнку, площадь поверхности которой 3 м^2 . Определите по этим данным примерный диаметр молекулы парафина.
2. На поверхность воды поместили каплю масла массой $0,2 \text{ мг}$. Капля растеклась, образовав пятно, толщиной в одну молекулу. Рассчитайте диаметр молекулы масла, если её плотность 900 кг/м^3 . Радиус пятна 20 см .
3. В Периодической системе элементов Д.И. Менделеева в клеточке, где указан гелий, стоят числа 2 и 4,00. На основе этих данных определите, чему примерно равна молярная масса гелия.
4. В Периодической системе элементов Д.И. Менделеева в клеточке, где указан неон, стоят числа 10 и 20,179. На основе этих данных определите массу одной молекулы неона.
5. Относительная атомная масса азота, указанная в Периодической системе элементов Д. И. Менделеева, равна 14 а. е. м. Определите массу одной молекулы азота.
6. Молярная масса кислорода $0,032 \text{ кг/моль}$. Определите массу одной молекулы кислорода.
7. В баллоне находится примерно $18 \cdot 10^{26}$ молекул газа. Определите количество вещества.
8. В баллоне находится 12 моль газа. Сколько примерно молекул газа находится в баллоне?
9. В сосуде находится смесь двух газов: 3 моль кислорода и 24 моль азота. Найдите отношение числа молекул N_1 кислорода к числу молекул N_2 азота?

10. Определите число молекул, содержащихся в кислороде массой 64 г, молярная масса которого 0,032 кг/моль.
11. В первом сосуде находится 4 г молекулярного водорода, а во втором сосуде 36 г воды. В каком сосуде содержится больше атомов? Молярная масса водорода 0,002 кг/моль, а кислорода 0,032 кг/моль.
12. Какова масса кислорода, у которого количество вещества 500 моль? Молярная масса кислорода 0,032 кг/моль.
13. Какое количество вещества находится в железной отливке объёмом 0,028 м³? Молярная масса железа 0,056 кг/моль, плотность железа 7800 кг/м³.
14. За 10 суток полностью испарилось 100 г воды. Сколько в среднем молекул вылетало с её поверхности за 1 с? Молярная масса воды 0,018 кг/моль.
15. Сколько молекул ртути содержится в 1 см³ воздуха в помещении объёмом 30 м³, в котором испарился 1 г ртути? Молярная масса ртути 0,201 кг/моль.
16. В озеро, имеющее глубину 10 м и площадь поверхности 20 км², бросили кристаллик поваренной соли массой 0,01 г. Сколько молекул этой соли оказалось бы в напёрстке воды вместимостью 2 см³, зачерпнутой из озера, если полагать, что соль, растворившись, равномерно распределилась во всём объёме воды? Молярная масса поваренной соли 0,0585 кг/моль.

7.3. Абсолютная температура

1. Температура газа в сосуде равна 22 °С. Выразите эту температуру в кельвинах.
2. Абсолютная температура тела 350 К. Выразите её в градусах Цельсия.
3. Температуру воды увеличили на 5 К. На сколько градусов изменилась температура по шкале Цельсия?
4. Температура железной детали равна 41 °С, а температура алюминиевой детали 285 К. Какая деталь сильнее нагрета?

7.4. Основное уравнение молекулярно-кинетической теории идеального газа

1. Средняя квадратичная скорость молекул азота 500 м/с, а плотность 1,35 кг/м³. Определите давление азота.
2. Молярная масса аргона 0,04 кг/моль, средняя квадратичная скорость молекул 400 м/с. В 1 м³ находится $5 \cdot 10^{25}$ частиц. Какое давление оказывают на стенки сосуда молекулы аргона?

3. В установке для термического накаливания давление $1,2 \cdot 10^{-3}$ Па, концентрация молекул $2,9 \cdot 10^{17} \text{ м}^{-3}$. Определите среднюю кинетическую энергию поступательного движения молекул.
4. Давление 100 кПа создаётся молекулами газа массой $3 \cdot 10^{-26}$ кг при концентрации 10^{25} м^{-3} . Чему равна среднеквадратичная скорость молекул?
5. В 1 см^3 объёма при давлении 20 кПа находятся $5 \cdot 10^{19}$ атомов гелия. Определите среднюю квадратичную скорость атомов. Молярная масса гелия 0,004 кг/моль.
6. Определите среднюю квадратичную скорость движения молекул газа, если, имея массу 6 кг, он занимает объём 5 м^3 . Давление газа 200 кПа.
7. Определите плотность кислорода при давлении 1300 кПа, если средняя квадратичная скорость его молекул 1,4 км/с.
8. Среднее значение квадрата скорости поступательного движения молекул аргона, находящегося под давлением 100 кПа, равно $2 \cdot 10^6 \text{ м}^2/\text{с}^2$. Молярная масса аргона 0,04 кг/моль. Определите концентрацию молекул при этих условиях.
9. Средняя кинетическая энергия поступательного движения молекул идеального газа равна $6 \cdot 10^{-21}$ Дж. Определите концентрацию молекул газа, если он находится в сосуде под давлением 200 кПа.
10. В сосуде находится идеальный газ под давлением 100 кПа. Какова концентрация молекул этого газа, если его температура $17 \text{ }^\circ\text{C}$?
11. Какой объём занимает газ при температуре 300 К и давлении 414 Па, если число молекул газа составляет $5 \cdot 10^{24}$?
12. Сколько молекул газа находится в сосуде вместимостью 480 см^3 при температуре $17 \text{ }^\circ\text{C}$ и давлении 25 кПа?
13. Во сколько раз изменится давление одноатомного газа в результате уменьшения его объёма в 3 раза и увеличения средней кинетической энергии его молекул в 2 раза?
14. В результате нагревания давление газа в закрытом сосуде увеличилось в 4 раза. Во сколько раз изменилась средняя квадратичная скорость?
15. В закрытом сосуде находится идеальный газ. В результате нагревания давление газа увеличилось в 1,69 раза. На сколько процентов увеличилась среднеквадратичная скорость молекул?
16. В закрытом сосуде находится идеальный газ. На сколько процентов увеличится давление газа, если средняя квадратичная скорость его молекул увеличится на 20%?

7.5. Следствия из основного уравнения молекулярно-кинетической теории идеального газа

1. Определите скорость движения молекул гелия при $27\text{ }^{\circ}\text{C}$. Молярная масса гелия $0,004\text{ кг/моль}$.
2. Масса молекулы первого идеального газа в 4 раза больше массы молекулы второго газа, а температуры обоих газов одинаковы. Во сколько раз средняя квадратичная скорость молекул второго газа больше, чем первого?
3. Средняя квадратичная скорость молекул кислорода при $927\text{ }^{\circ}\text{C}$ равна 960 м/с . Определите среднюю квадратичную скорость этих молекул при температуре 300 К .
4. Чему равна средняя кинетическая энергия хаотического поступательного движения молекул идеального газа при температуре $27\text{ }^{\circ}\text{C}$?
5. Чему равна средняя кинетическая энергия хаотического поступательного движения молекул идеального газа при температуре $327\text{ }^{\circ}\text{C}$?
6. Средняя кинетическая энергия поступательного движения молекул газа в баллоне равна $4,14 \cdot 10^{-21}\text{ Дж}$. Чему равна температура газа в этом баллоне?
7. При какой температуре средняя кинетическая энергия поступательного движения молекул газа равна $6,21 \cdot 10^{-21}\text{ Дж}$?
8. Как изменяется средняя кинетическая энергия теплового движения молекул при понижении абсолютной температуры идеального газа в 5 раз?
9. В результате нагревания газа средняя кинетическая энергия теплового движения его молекул увеличилась в 4 раза. Как изменилась при этом абсолютная температура газа?
10. Гелий находится при температуре $27\text{ }^{\circ}\text{C}$. Кинетическая энергия хаотического теплового движения всех молекул газа равна 10 Дж . Подсчитайте число молекул гелия.

7.6. Уравнение Клапейрона—Менделеева

1. В сосуде объёмом 30 л находится кислород массой 16 г при температуре $27\text{ }^{\circ}\text{C}$. Молярная масса кислорода $0,032\text{ кг/моль}$. Определите давление кислорода.
2. Два моля водорода занимают объём 1 л . Определите давление газа, если его температура повысится до $500\text{ }^{\circ}\text{C}$.
3. Каково давление воздуха в камере сгорания дизельного двигателя при температуре $503\text{ }^{\circ}\text{C}$, если плотность воздуха равна $1,8\text{ кг/м}^3$? Молярная масса воздуха $0,029\text{ кг/моль}$.
4. Газ находится в баллоне объёмом $8,31\text{ л}$ при температуре $127\text{ }^{\circ}\text{C}$ и давлении 100 кПа . Какое количество вещества газа содержится в баллоне?

5. Определите минимальную ёмкость баллона, который следует взять для содержания в нём 0,1 кг водорода, если при температуре 361 К давление в нём не должно превышать 6 МПа. Молярная масса водорода 0,002 кг/моль.
6. Газ при температуре 10 К и давлении $2 \cdot 10^5$ Па имеет плотность 5 кг/м^3 . Определите молярную массу этого газа.
7. На поверхности Венеры температура 477 °С и давление 9120 кПа. Найдите плотность атмосферы у поверхности планеты, считая, что она состоит из углекислого газа. Молярная масса углекислого газа 0,044 кг/моль.

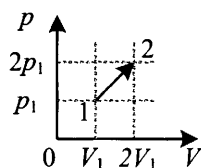
7.7. Изменение количества вещества (массы, молярной массы)

1. Во сколько раз отличается плотность воздуха в открытом сосуде при температуре 7 °С и 37 °С?
2. В сосуде находится газ под давлением 60 атм. Какое установится давление (в атм.), если из сосуда выпустить $\frac{7}{12}$ массы содержащегося газа? Температуру считать постоянной.
3. Баллон содержит сжатый газ при температуре 300 К и давлении 200 кПа. Каким будет давление в баллоне, когда из него будет выпущено 0,7 массы газа, а температура понизится до 273 К?
4. Идеальный газ, нагретый на 100 °С, уменьшил свой объём в 3 раза, увеличил давление в 2 раза, потеряв половину молекул. Найдите первоначальную температуру газа.
5. В баллоне находится газ при температуре 15 °С. Во сколько раз уменьшится давление газа, если 40% его выйдет из баллона, а температура при этом понизится на 8 °С?
6. Когда из сосуда выпустили некоторое количество газа, давление в нём упало на 80%, а температура понизилась на 50%. Какую часть массы газа выпустили?
7. Некоторое количество водорода находится при температуре 200 К и давлении 400 Па. Газ нагревают до температуры 10 000 К, при которой молекулы водорода практически полностью распадаются на атомы. Определите давление газа, если его объём и масса остались без изменения. Молярная масса водорода 0,002 кг/моль.
8. Некоторая масса молекулярного водорода занимает объём $0,3 \text{ м}^3$ при температуре 300 К и давлении 150 кПа. Какое давление будет иметь та же масса водорода при температуре 5000 К и объёме 6 м^3 , если при такой высокой температуре все молекулы диссоциируют на атомы?

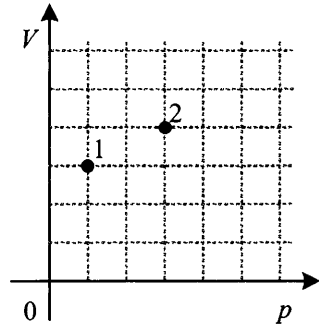
9. При увеличении температуры азота N_2 от $27^\circ C$ до $1077^\circ C$ все молекулы распались на атомы. Во сколько раз увеличилось давление в сосуде?
10. В баллоне содержится 80 г газа при температуре 240 К. Какую массу газа нужно удалить из баллона, чтобы при нагревании оставшегося газа до температуры 360 К, давление в баллоне осталось прежним?
11. На сколько грамм уменьшится масса воздуха в открытом сосуде, если его нагреть от $0^\circ C$ до $100^\circ C$? Начальная масса воздуха 373 г.

7.8. Объединённый газовый закон

1. Газ при давлении 0,2 МПа и температуре $15^\circ C$ имеет объём 5 л. Чему равен объём газа этой массы при нормальных условиях (давление 100 кПа, температура $0^\circ C$)?
2. Какое давление рабочей смеси устанавливается в цилиндрах двигателя автомобиля, если к концу такта сжатия температура автомобиля повышается с 50 до $250^\circ C$, а объём уменьшается с 0,75 до 0,12 л? Первоначальное давление равно 80 кПа.
3. В цилиндре дизельного двигателя автомобиля температура воздуха в начале такта сжатия была $50^\circ C$. Найдите температуру воздуха в конце такта, если его объём уменьшается в 17 раз, а давление возрастает в 50 раз.
4. При сжатии объём неизменного количества идеального газа уменьшился в 2 раза, давление газа уменьшилось также в 2 раза. Как изменилась при этом температура газа?
5. Давление неизменного количества идеального газа уменьшилось в 2 раза, а его температура уменьшилась в 4 раза. Как изменился при этом объём газа?
6. При сжатии идеального газа его объём уменьшился в 2 раза, а температура увеличилась в 2 раза. Как изменилось при этом давление газа?
7. При увеличении абсолютной температуры идеального газа в 2 раза его давление увеличилось на 25%. Что произошло с объёмом этого газа неизменной массы?
8. При уменьшении объёма газа в 2 раза давление изменилось на 120 кПа, а абсолютная температура возросла на 10%. Каково первоначальное давление газа?
9. На pV -диаграмме представлен процесс перехода некоторого количества идеального газа из состояния 1 в состояние 2. Какова температура газа в состоянии 2, если в состоянии 1 она равна 200 К?



10. В сосуде находится некоторое количество идеального газа. Во сколько раз увеличится температура газа, если он перейдет из состояния 1 в состояние 2 (см. рисунок)?



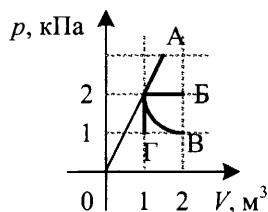
7.9. Изопроцессы

- Газ находится в цилиндре с подвижным поршнем и при температуре 300 К занимает объём 250 см³. Какой объём (в см³) займёт газ, если температура понизится до 270 К? Давление постоянно.
- Автомобильные шины накачаны до давления 200 кПа при температуре 7 °С. После нескольких часов езды температура воздуха в шинах поднялась до 42 °С. Каким стало давление воздуха в шинах?
- Газ изотермически сжали от объёма 6 л до объёма 4 л, при этом изменение давления равно 200 кПа. Определите начальное давление газа.
- При какой температуре находился газ, если при его изобарном нагревании на 300 К объём возрос в 2,5 раза?
- При какой температуре находился газ, если при его изобарическом нагревании на 300 °С его объём увеличился в 3 раза?
- При изобарном нагревании газа его объём увеличился вдвое по сравнению с объёмом при 0 °С. На сколько градусов нагрели газ?
- Некоторая масса идеального газа нагревается при постоянном давлении от 27 °С до температуры 127 °С. Объём газа при этом увеличился на 1 л. Определите первоначальный объём газа.
- Некоторая масса идеального газа нагревается изохорно от 27 °С до температуры 127 °С. Давление газа при этом возросло на 40 кПа. Определите первоначальное давление газа.
- В изохорном процессе давление идеального газа увеличивается на 50 кПа. На сколько кельвин увеличится при этом температура газа, если первоначальное давление было 200 кПа, а первоначальная температура 300 К? Масса газа остаётся неизменной.
- При изменении температуры газа от 286 К до 326 К давление повысилось на 20 кПа. Найдите первоначальное давление газа. Процесс изохорный.
- Идеальный газ сжимают изотермически так, что объём газа изменяется в 1,4 раза, а давление на 200 кПа. Определите начальное давление газа.

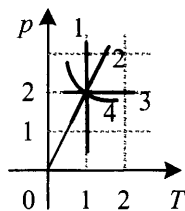
12. Баллон, содержащий 12 л кислорода при давлении 1 МПа, соединяют с пустым баллоном вместимостью 3 л. Определите, какое давление установится в сосудах в процессе изотермического расширения газа.
13. Баллон с воздухом соединяют с тремя одинаковыми сосудами, из которых воздух выкачан. Во сколько раз уменьшится давление в баллоне, если процесс происходил при постоянной температуре, а объём каждого сосуда равен объёму баллона?
14. Пузырёк воздуха всплывает со дна водоёма. На глубине 6 м он имел объём 10 мм^3 . Найдите объём пузырька у поверхности воды. Атмосферное давление 100 кПа. Температура в толще воды и у её поверхности одинакова, плотность воды 1000 кг/м^3 .
15. В сосуде ёмкостью 4 л находится газ под давлением 600 кПа. Газ изотермически расширяется до объёма 12 л. Затем при изохорическом нагревании его температура увеличивается в 2 раза. Определите давление газа в конце процесса.

7.10. Графики изопроцессов

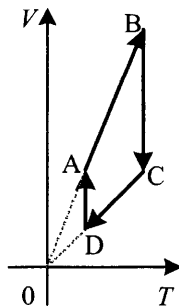
1. Какой из графиков, изображённых на рисунке, соответствует процессу, проведённому при постоянной температуре газа?



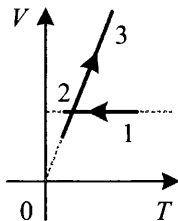
2. На рисунке представлены графики процессов, проводимых с постоянным количеством идеального газа. Какой из изопроцессов изображает график 2?



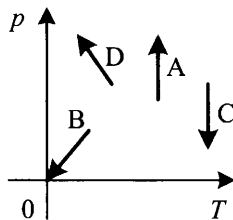
3. На рисунке показан цикл, осуществляемый с идеальным газом. Какой участок соответствует изобарному охлаждению?



4. На VT -диаграмме представлена зависимость объёма идеального газа постоянной массы от абсолютной температуры. Как изменяется давление в процессе 1–2–3?



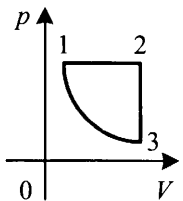
5. На рисунке показаны графики четырёх процессов изменения состояния идеального газа. Какой процесс является изотермическим расширением?



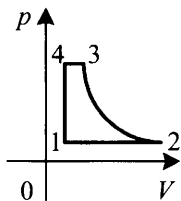
- 6–14. На рисунках представлены графики замкнутых циклов. Вычертите диаграммы замкнутых циклов в координатах:

1) (V, T) и (p, T)

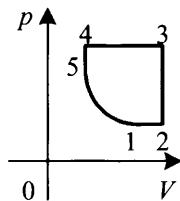
6.



7.

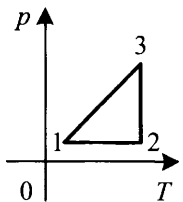


8.

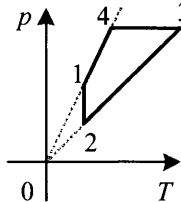


2) (p, V) и (V, T)

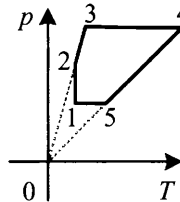
9.



10.

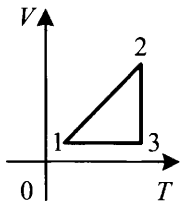


11.

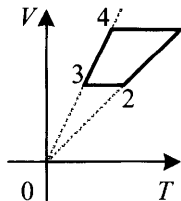


3) (p, V) и (p, T)

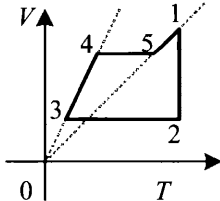
12.



13.



14.



7.11. Газ в вертикальном сосуде под поршнем

1. Температура воздуха в цилиндре $7\text{ }^{\circ}\text{C}$. На сколько переместится поршень при нагревании воздуха на 20 K , если вначале расстояние от дна цилиндра до поршня было равно 14 см ?
2. Газ находится в вертикальном цилиндре при температуре 250 K под невесомым поршнем площадью $0,02\text{ м}^2$. На поршень кладут гирию и он опускается. Какова масса гири, если при нагревании до 300 K поршень оказался на прежней высоте? Атмосферное давление 100 кПа .
3. В цилиндре под поршнем находится газ. Чтобы поршень оставался в неизменном положении при увеличении абсолютной температуры газа в 2 раза, на него следует положить груз массой 10 кг . Площадь поршня 10 см^2 . Найдите первоначальное давление газа.
4. Газ находится в вертикальном цилиндре под поршнем массой 5 кг . Какой массы груз надо положить на поршень, чтобы он остался в прежнем положении, когда абсолютная температура газа будет увеличена вдвое? Атмосферное давление 10^5 Па . Площадь поршня $0,001\text{ м}^2$.
5. В сосуде под поршнем массой 1 кг и площадью 10 см^2 находится 1 г неона. На сколько поднимется поршень при нагревании газа на 10 K ? Атмосферное давление 10^5 Па . Молярная масса неона $0,02\text{ кг/моль}$.
6. В цилиндре под поршнем площадью 100 см^2 находится 28 г азота при температуре 273 K . Цилиндр нагревается до температуры 373 K . На какую высоту поднимется поршень массой 100 кг ? Атмосферное давление 10^5 Па . Молярная масса азота $0,028\text{ кг/моль}$.
7. Цилиндр с тяжёлым поршнем, расположенный вертикально, заполнен кислородом, масса которого 10 г . После увеличения температуры на 50 K поршень поднялся на высоту 7 см . Найдите массу поршня, если атмосферное давление 10^5 Па . Площадь поршня $0,01\text{ м}^2$. Молярная масса кислорода $0,032\text{ кг/моль}$.
8. Цилиндр сечением 30 см^2 закрыт тяжёлым поршнем. При подъёме сосуда с ускорением 30 м/с^2 объём газа под поршнем уменьшился в $1,5$ раза. Определите массу поршня, считая температуру постоянной. Атмосферное давление 100 кПа .
9. Газ находится в вертикальном цилиндре под поршнем массой $20,2\text{ кг}$ и сечением 20 см^2 . После того как цилиндр стали перемещать вертикально вверх с ускорением 5 м/с^2 , высота столба воздуха в цилиндре уменьшилась на 20% . Считая температуру постоянной, найдите атмосферное давление (в кПа).

7.12. Газ отделён от атмосферы столбиком ртути

1. В запаянной с одного конца трубке находится столбик ртути длиной 10 см , запирающий небольшой объём воздуха. Когда трубка расположена вертикально отверстием вверх, объём воздуха под столбиком ртути равен 10 см^3 . Определите объём воздуха при горизонтальном

- расположении трубки. Плотность ртути $13\,600\text{ кг/м}^3$. Атмосферное давление 100 кПа .
2. В горизонтальной пробирке находится 240 см^3 воздуха, отделённого от атмосферы столбиком ртути длиной 150 мм . Если пробирку повернуть открытым концом вверх, то объём воздуха станет 200 см^3 . Найдите атмосферное давление (в кПа). Плотность ртути $13\,600\text{ кг/м}^3$.
 3. В длинной трубке, закрытой с одного конца, находится воздух, запёртый столбиком ртути. Когда трубка расположена горизонтально, столбик воздуха занимает объём 173 мм^3 . Если трубку поставить вертикально открытым концом вниз, объём воздуха в ней равен 200 мм^3 , причём ртуть не выливается. Плотность ртути $13\,600\text{ кг/м}^3$. Атмосферное давление 100 кПа . Определите длину столбика ртути.
 4. В трубке, закрытой с одного конца, столбик воздуха запёрт столбиком ртути, имеющим длину 8 см . Когда трубка расположена горизонтально, столбик воздуха имеет длину 20 см . Найдите длину столбика воздуха, если трубку поставить вертикально открытым концом вверх, а затем вниз. Плотность ртути $13\,600\text{ кг/м}^3$. Атмосферное давление 100 кПа .
 5. Идеальный газ находится в горизонтально расположенном цилиндре и запёрт тяжёлым поршнем, который может перемещаться без трения. При температуре $27\text{ }^\circ\text{C}$ поршень находится на расстоянии 30 см от дна цилиндра. На каком расстоянии от дна сосуда будет находиться поршень, если газ нагреть до температуры $127\text{ }^\circ\text{C}$?

7.13. Воздухоплавание

1. Металлический шарик массой $6,5\text{ мг}$ и объёмом $0,4\text{ см}^3$ находится в закрытом сосуде при давлении 100 кПа в воздухе, плотность которого $1,3\text{ кг/м}^3$. До какого давления необходимо сжать газ при постоянной температуре, чтобы шарик висел в воздухе? Считать, что при большом давлении воздух подчиняется законам идеального газа.
2. На дне сосуда, заполненного воздухом, лежит полый металлический шарик радиусом 2 см и массой 5 г . До какого давления нужно сжать воздух в сосуде, чтобы шарик поднялся вверх? Температура постоянна и равна $20\text{ }^\circ\text{C}$. Молярная масса воздуха $0,029\text{ кг/моль}$.
3. Шар объёмом 100 л , сделанный из тонкой бумаги, наполняют горячим воздухом, имеющим температуру 340 К . Температура окружающего воздуха 290 К . Давление воздуха в шаре и снаружи одинаково и равно 100 кПа . При какой массе оболочки шар будет подниматься? Молярная масса воздуха $0,029\text{ кг/моль}$.
4. Сферическую оболочку воздушного шара наполняют гелием при атмосферном давлении 100 кПа . Минимальная масса оболочки, при которой шар начинает поднимать сам себя, равна 500 кг . Температура гелия и окружающего воздуха одинакова и равна $0\text{ }^\circ\text{C}$. Чему равна

масса одного квадратного метра материала оболочки шара? Молярная масса гелия $0,004 \text{ кг/моль}$, а воздуха $0,029 \text{ кг/моль}$.

7.14. Закон Дальтона

1. Соединённые краном сосуды с газами под давлением 100 и 600 кПа имеют объёмы 2 л и 3 л соответственно. Какое установится давление, если кран открыть?
2. Два баллона соединены трубкой с краном. Вместимость первого баллона в 4 раза меньше второго. В первом баллоне находится воздух под давлением 400 кПа, а во втором — воздух под давлением 600 кПа. Определите, какое установится давление, если открыть кран. Температура постоянна.
3. Два сосуда, вместимость которых 10 и 15 л, содержат газ при разных давлениях. После соединения сосудов в них установилось давление 200 кПа. Каково было начальное давление в меньшем сосуде, если начальное давление в большем сосуде 100 кПа? Температура постоянна.
4. Два сосуда соединены тонкой трубкой с краном. В первом сосуде объёмом 15 л находится газ под давлением 2 атм, во втором — такой же газ под давлением 10 атм. Если открыть кран, то в обоих сосудах устанавливается давление 4 атм. Найдите объём второго сосуда. Температура постоянна.
5. Сосуд вместимостью 2 л разделён перегородкой на две части, в которых газ находится при одинаковой температуре и давлении 100 и 300 кПа. После удаления перегородки в сосуде установилось давление 200 кПа. Определите вместимость первой части сосуда. Температура постоянна.
6. Три баллона, вместимость которых 3, 7 и 5 л, наполнены соответственно кислородом (до давления 2 атм.), азотом (3 атм.) и углекислым газом (0,6 атм.) при одной и той же температуре. Баллоны соединяют между собой, причём образуется смесь той же температуры. Определите давление смеси.

7.15. Влажность воздуха

1. В воздухе объёмом 5 м^3 содержится водяной пар массой 80 г. Определите абсолютную влажность воздуха.
2. Через трубку с поглощающим влагу веществом пропущено 10 л воздуха. При этом масса трубки увеличилась на 300 мг. Определите абсолютную влажность воздуха.
3. В закрытом сосуде объёмом 1 м^3 находится влажный воздух с абсолютной влажностью 10 г/м^3 . Сколько молекул водяного пара находится в сосуде? Молярная масса воды $0,018 \text{ кг/моль}$.

4. Найдите абсолютную влажность воздуха при 293 К, если парциальное давление водяного пара равно 2190 Па. Молярная масса воды 0,018 кг/моль.
5. Определите абсолютную влажность воздуха, если парциальное давление пара 14 кПа, а температура 60 °С. Молярная масса воды 0,018 кг/моль.
6. В сосуде объёмом 0,4 м³ находится насыщенный водяной пар при температуре 150 °С, масса пара равна 0,96 кг, молярная масса 0,018 кг/моль. Рассчитайте давление пара.
7. При температуре 20 °С плотность насыщенного пара ртути 20 г/м³. Определите давление насыщенного пара при этой температуре. Молярная масса ртути 0,201 кг/м³.
8. В цилиндре под поршнем находится 3 г водяного пара при температуре 30 °С. Газ изотермически сжимают. При каком объёме выпадет роса? Давление насыщенного пара при данной температуре 4240 Па. Молярная масса воды 0,018 кг/моль.
9. В сосуде с поршнем находится слой воды толщиной 1 мм при температуре 50 °С. Определите наименьшую высоту, на которую необходимо поднять поршень, чтобы вся вода испарилась. Плотность воды 1000 кг/м³, её молярная масса 0,018 кг/моль. Давление насыщенного пара при температуре 50 °С равно 12 300 Па. Воздуха под поршнем нет. Температура постоянна.
10. Парциальное давление водяного пара в воздухе при 20 °С равно 699 Па, а давление насыщенных паров при этой температуре равно 2330 Па. Определите относительную влажность воздуха.
11. В воздухе с относительной влажностью 40% давление паров воды 1040 Па. Чему равно давление насыщенного пара при той же температуре?
12. Относительная влажность воздуха в цилиндре под поршнем равна 40%. Какой станет относительная влажность воздуха, если объём сосуда при неизменной температуре уменьшить в 2 раза?
13. Относительная влажность воздуха в сосуде под поршнем равна 45%. Воздух изотермически сжали, уменьшив объём в 3 раза. Чему стала равна относительная влажность воздуха в сосуде?
14. В одном кубическом метре воздуха в комнате при температуре 24 °С находится $1,6 \cdot 10^{-2}$ кг водяных паров. Определите относительную влажность воздуха в комнате, если плотность насыщенных паров при данной температуре равна $2,18 \cdot 10^{-2}$ кг/м³.
15. Относительная влажность воздуха при $t = 36$ °С составляет 80%. Давление насыщенного пара при этой температуре $p_n = 5945$ Па. Какая масса пара содержится в 2 м³ этого воздуха? Молярная масса воды 0,018 кг/моль.

8. ТЕРМОДИНАМИКА

8.1. Внутренняя энергия вещества.

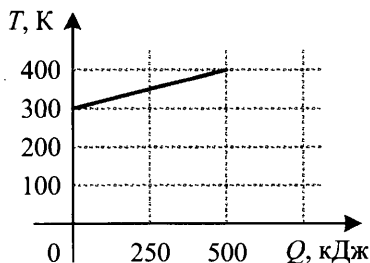
Виды теплопередачи

1. Если бы вам удалось заглянуть в микромир — мир молекул и атомов, что бы вы увидели? Какой энергией обладает каждая молекула?
2. Что такое внутренняя энергия? От каких микро- и макропараметров она зависит?
3. В морозный день вы пошли кататься на лыжах. Замерзли. Какие существуют способы согреться?
4. Можно ли расплавить лёд, не нагревая его?
5. Почему выражение «шуба греет» неверно?
6. Почему ручки у современных сковородок делают пластмассовыми и окрашивают в чёрный цвет?
7. Где следует подвешивать кондиционеры?
8. В чём преимущество «тёплых полов» перед батареями центрального отопления?
9. Турист повесил над костром котелок с водой. Каким преимущественно способом будут нагреваться котелок, вода и турист, сидящий у костра?
10. Почему снег за городом тает медленнее, чем в крупных промышленных городах?

8.2. Количество теплоты (нагревание и охлаждение)

1. Почему для расчёта количества теплоты нет необходимости градусы Цельсия переводить в кельвины?
2. Как, зная удельную теплоёмкость вещества, из которого изготовлено тело, можно рассчитать теплоёмкость тела?
3. В каких единицах измеряются удельная теплоёмкость вещества и теплоёмкость вещества?
4. Какое количество теплоты необходимо сообщить телу, чтобы его температура повысилась на 275 К? Теплоёмкость тела 54 Дж/К.
5. Какую массу воды можно нагреть от 20 °С до кипения, передав жидкости 672 кДж теплоты? Удельная теплоёмкость воды 4200 Дж/(кг · К).
6. Для нагревания детали массой 400 г от 20 до 25 °С потребовалось 760 Дж. Определите по этим данным удельную теплоёмкость металла, из которого изготовлена деталь.
7. Для нагрева железной детали массой 200 г на 20 °С затратили 1800 Дж теплоты. Какова теплоёмкость детали?
8. На сколько градусов понизится температура 5 л воды, если она отдаст в окружающее пространство 252 кДж энергии? Удельная теплоёмкость воды 4200 Дж/(кг · К).

9. До какой температуры остынут 6 л кипятка, отдав в окружающее пространство 1008 кДж энергии? Удельная теплоёмкость воды 4200 Дж/(кг · К).
10. На рисунке приведён график зависимости температуры твёрдого тела от полученного им количества теплоты. Масса тела 8 кг. Какова удельная теплоёмкость вещества этого тела?



8.3. Теплообмен без агрегатных переходов

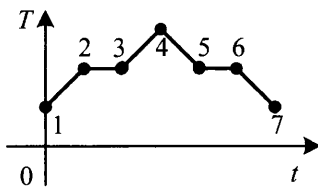
1. Воздух в комнате состоит из смеси газов: водорода, кислорода, азота, водяного пара, углекислого газа и др. Что одинаково у этих газов при тепловом равновесии?
2. Первое тело имеет температуру 400 К, а второе 45 °С. Какое тело будет отдавать энергию в процессе теплопередачи?
3. Температура первого тела 373,15 К, а температура второго 100 °С. У какого тела понизится температура в процессе теплообмена?
4. В кастрюлю, где находится вода объёмом 2 л при температуре 25 °С, долили 3 л кипятка. Какая температура воды установится? Потерями энергии пренебречь.
5. В фарфоровую чашку массой 100 г при температуре 20 °С влили 200 г кипятка. Окончательная температура воды и чашки оказалась 93 °С. Определите удельную теплоёмкость фарфора. Удельная теплоёмкость воды 4200 Дж/(кг · К).
6. Нагретый камень массой 2,5 кг, охлаждаясь в воде на 2 °С, передаёт ей 2,1 кДж тепла. Чему равны удельная теплоёмкость камня и теплоёмкость камня?
7. Удельная теплоёмкость воды равна 4200 Дж/(кг · К). Для измерения температуры воды массой 10 г используют термометр, который показывал температуру воздуха в помещении 20 °С, а после погружения в воду показал 41 °С. Определите действительную температуру воды, если теплоёмкость термометра 2 Дж/К.
8. Смешали три жидкости одинаковой массы и теплоёмкости, но разной температуры. Первая имеет температуру 300 К, вторая 280 К, а третья 335 К. Определите установившуюся температуру.
9. В ванне находится вода массой 80 кг при температуре 313 К. На какое время надо открыть кран, из которого за минуту вытекает 10 кг воды при температуре 353 К, чтобы в ванне установилась температура 333 К?

10. Смешали 3 кг воды при температуре 285 К и 2 кг воды при температуре 350 К. Определите установившуюся температуру, если тепловые потери составляют 21 кДж. Удельная теплоёмкость воды 4200 Дж/(кг · К).

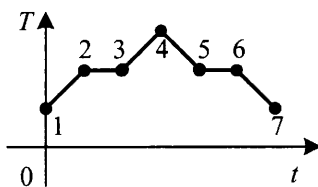
8.4. Агрегатные (фазовые) переходы

1. Почему в процессе плавления и кристаллизации температура вещества не изменяется?
2. В стакане с водой плавает лёд. При каком условии лёд начнёт плавиться или вода отвердевать?
3. Чем аморфные тела отличаются от кристаллических?
4. Какова абсолютная температура кипения воды при нормальном атмосферном давлении по абсолютной шкале температур?
5. В справочной таблице указано, что температура кипения воды 100 °С, а спирта 78 °С. Возможно ли наблюдать кипение воды при 78 °С, а спирта при 100 °С?
6. В Москве температура кипения воды в открытом сосуде колеблется от 98,5 °С до 101 °С. Чем это можно объяснить?
7. Из чего состоит «облако», поднимающееся над кипящей водой?
8. Чему равно давление насыщенного водяного пара при 100 °С?
9. Какие агрегатные переходы сопровождаются уменьшением внутренней энергии вещества?

10. На рисунке показан график зависимости температуры T вещества от времени t . В начальный момент вещество находилось в кристаллическом состоянии. Какая из точек соответствует началу процесса плавления вещества?



11. На рисунке показан график зависимости температуры T жидкого эфира от времени t его нагревания и охлаждения. Какой участок графика соответствует процессу конденсации эфира?



8.5. Количество теплоты (с агрегатными переходами)

1. Сколько теплоты требуется на приготовление воды из льда, масса которого 8 кг? Лёд взят при температуре -20 °С, а температура воды должна быть равна 15 °С. Удельная теплоёмкость льда 2100 Дж/(кг · К), удельная теплота плавления 330 кДж/кг, удельная теплоёмкость воды 4200 Дж/(кг · К).
2. Какое количество теплоты необходимо для нагревания воды, масса которой 15 кг, от 5 °С до 100 °С и превращения 400 г в пар? Удель-

ная теплоёмкость воды $4200 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$, удельная теплота парообразования $2,3 \cdot 10^6 \text{ Дж}/\text{кг}$.

3. Пяти килограммам свинца, находящегося при температуре 300 К , сообщили 270 кДж количества теплоты. Определите массу расплавленного свинца. Удельная теплоёмкость свинца $130 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$, удельная теплота плавления $25 \text{ кДж}/\text{кг}$. Температура плавления свинца 600 К .

8.6. Взаимные превращения механической и внутренней энергии

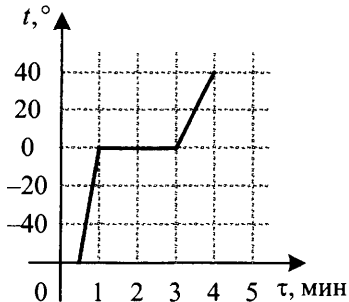
1. Сосуд, содержащий некоторую массу азота, при нормальных условиях движется со скоростью $100 \text{ м}/\text{с}$. Какой будет максимальная температура азота при внезапной остановке сосуда? Удельная теплоёмкость азота при постоянном объёме равна $745 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$.
2. С какой высоты упал без начальной скорости свинцовый шар, если при абсолютно неупругом взаимодействии с поверхностью его температура повысилась на 10 К ? Считайте, что на нагревание шара идёт 80% его механической энергии, которой он обладал непосредственно перед взаимодействием. Сопротивлением воздуха пренебречь. Удельная теплоёмкость свинца $130 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$.
3. Свинцовый шар, падая с некоторой высоты, после удара о землю нагрелся на $4,5 \text{ К}$. Удельная теплоёмкость свинца $130 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$. Определите скорость шара перед ударом, если на нагрев пошла половина его механической энергии.
4. Свинцовая дробинка, летящая со скоростью $100 \text{ м}/\text{с}$, попадает в доску и входит в неё, 52% кинетической энергии дробинки идёт на её нагревание. На сколько градусов нагрелась дробинка? Удельная теплоёмкость свинца $130 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$.
5. Свинцовая пуля, летевшая со скоростью $500 \text{ м}/\text{с}$, пробила стенку. Определите, на сколько нагрелась пуля, если после стенки её скорость снизилась до $400 \text{ м}/\text{с}$. Считайте, что на нагревание пошло 50% выделившейся теплоты. Удельная теплоёмкость свинца $130 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$.
6. С какой скоростью должна лететь свинцовая пуля, чтобы расплавиться при ударе о стену? Температура летящей пули $100 \text{ }^\circ\text{С}$. Считать, что всё количество теплоты, выделившееся при ударе, пошло на нагревание и плавление пули. Удельная теплоёмкость свинца $126 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$, удельная теплота плавления $300 \text{ кДж}/\text{кг}$. Температура плавления свинца $327 \text{ }^\circ\text{С}$.
7. С какой скоростью должна вылететь из ружья свинцовая дробинка при выстреле, сделанном вертикально вниз с высоты 100 м , чтобы при ударе о неупругое тело дробинка расплавилась? Считать, что выделившееся количество теплоты распределилось между дробинкой и те-

лом поровну. Начальная температура дробинки $227\text{ }^{\circ}\text{C}$, температура плавления свинца $327\text{ }^{\circ}\text{C}$, удельная теплоёмкость $130\text{ Дж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$, удельная теплота плавления $25\text{ кДж}/\text{кг}$.

8. С какой наименьшей высоты должны были свободно падать дождевые капли, чтобы при ударе о землю от них не осталось бы «мокрого места»? В момент падения на землю температура капель $20\text{ }^{\circ}\text{C}$. Удельная теплоёмкость воды $4200\text{ Дж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$, а удельная теплота парообразования $2,26\text{ МДж}/\text{кг}$. Сопротивлением воздуха пренебречь. Ускорение свободного падения считайте постоянным.
9. Молот массой 2 т падает на стальную болванку массой 1 кг с высоты 3 м . На сколько градусов нагреется болванка при ударе, если на нагревание идёт 50% всей энергии молота? Удельная теплоёмкость стали $460\text{ Дж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$.
10. Чему равна скорость пули массой 12 г , если при выстреле сгорает $2,4\text{ г}$ пороха? Удельная теплота сгорания пороха $3,8 \cdot 10^6\text{ Дж}/\text{кг}$. КПД карабина 25% .

8.7. Мощность нагревателя или холодильника

1. Чтобы охладить воду в холодильнике от $33\text{ }^{\circ}\text{C}$ до $0\text{ }^{\circ}\text{C}$, потребовалась 21 мин . Сколько необходимо времени, чтобы превратить эту воду в лёд? Удельная теплоёмкость воды $4200\text{ Дж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$, а удельная теплота плавления льда $330\text{ кДж}/\text{кг}$. Потерями энергии пренебречь.
2. Для нагревания на электроплитке некоторого количества воды от $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ до $100\text{ }^{\circ}\text{C}$ потребовалась 21 мин . Сколько после этого времени необходимо для полного испарения воды? Удельная теплоёмкость воды $4200\text{ Дж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$, удельная теплота парообразования $2,24\text{ МДж}/\text{кг}$. Потерями энергии пренебречь.
3. Сосуд с водой нагревают на электроплитке от $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ до кипения за 20 мин . Сколько времени потребуется на то, чтобы 42% воды обратиться в пар? Удельная теплоёмкость воды $4200\text{ Дж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$, удельная теплота парообразования $2,2\text{ МДж}/\text{кг}$. Потерями энергии пренебречь.
4. В калориметре нагревается 200 г льда. На рисунке представлен график зависимости температуры вещества от времени. Пренебрегая теплоёмкостью калориметра и тепловыми потерями, определите подводимую к нему мощность при рассмотрении процесса нагревания льда. Удельная теплоёмкость льда $2100\text{ Дж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$.



8.8. КПД нагревателя

1. Какое количество дров потребуется, чтобы вскипятить 50 л воды, имеющей температуру $10\text{ }^{\circ}\text{C}$, если КПД нагревателя 25%? Удельная теплоёмкость воды $4200\text{ Дж}/(\text{кг} \cdot \text{K})$, удельная теплота сгорания дров $10\text{ МДж}/\text{кг}$.
2. Какое количество каменного угля необходимо для нагревания от 10 до $50\text{ }^{\circ}\text{C}$ кирпичной печи массой $1,2\text{ т}$, если КПД печи 30%? Удельная теплоёмкость кирпича $750\text{ Дж}/(\text{кг} \cdot \text{K})$, удельная теплота сгорания каменного угля $30\text{ МДж}/\text{кг}$.
3. Сколько дров надо сжечь в печке с КПД 40%, чтобы из 200 кг снега, взятого при температуре $(-10\text{ }^{\circ}\text{C})$, получить воду при $20\text{ }^{\circ}\text{C}$? Удельная теплоёмкость льда $2100\text{ Дж}/(\text{кг} \cdot \text{K})$, воды $4190\text{ Дж}/(\text{кг} \cdot \text{K})$, удельная теплота плавления льда $330\text{ кДж}/\text{кг}$, удельная теплота сгорания дров $10\text{ МДж}/\text{кг}$.
4. Для нагревания воды объёмом 2 л , находящейся в алюминиевой кастрюле массой 400 г , от $15\text{ }^{\circ}\text{C}$ до $75\text{ }^{\circ}\text{C}$ было израсходовано 30 г газа. Определите КПД горелки, считая теплоту, израсходованную на нагревание сосуда, полезной. Как изменится результат, если полезной считать теплоту, израсходованную на нагревание воды? Удельная теплоёмкость алюминия $880\text{ Дж}/(\text{кг} \cdot \text{K})$, а воды $4200\text{ Дж}/(\text{кг} \cdot \text{K})$, удельная теплота сгорания газа $35,5\text{ МДж}/\text{кг}$.
5. Алюминиевый чайник массой 400 г , в котором находится 2 л воды при $10\text{ }^{\circ}\text{C}$, помещают на газовую грелку с КПД 40%. Какова мощность горелки, если через 10 мин вода закипела, причём 20 г воды выкипело? Удельная теплоёмкость алюминия $880\text{ Дж}/(\text{кг} \cdot \text{K})$, а воды $4190\text{ Дж}/(\text{кг} \cdot \text{K})$, удельная теплота парообразования $2,3\text{ МДж}/\text{кг}$.
6. В электрический кофейник налили воду объёмом $0,45\text{ л}$ при температуре $30\text{ }^{\circ}\text{C}$ и включили нагреватель. Через какое время после включения выкипит вся вода, если мощность нагревателя 1 кВт , КПД нагревателя $0,9$? Удельная теплоёмкость воды $4200\text{ Дж}/(\text{кг} \cdot \text{K})$, удельная теплота парообразования воды $2256\text{ кДж}/\text{кг}$.

8.9. Теплообмен с агрегатными переходами

1. Кусок свинца массой $6,8\text{ кг}$ при температуре $100\text{ }^{\circ}\text{C}$ поместили в углубление в куске льда, находящегося при температуре плавления. Найдите массу растаявшего льда к тому моменту, когда свинец остыл до $0\text{ }^{\circ}\text{C}$. Удельная теплоёмкость свинца $125\text{ Дж}/(\text{кг} \cdot \text{K})$, удельная теплота плавления льда $3,4 \cdot 10^5\text{ Дж}/\text{кг}$.
2. В сосуд, содержащий 10 кг воды при температуре $10\text{ }^{\circ}\text{C}$, положили лёд, имеющий температуру $(-50\text{ }^{\circ}\text{C})$. В результате теплообмена установилась температура $(-4\text{ }^{\circ}\text{C})$. Определите массу льда. Удельная

теплоёмкость воды $4200 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$, удельная теплота плавления льда $3,3 \cdot 10^5 \text{ Дж}/\text{кг}$, а его удельная теплоёмкость $2100 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$.

3. Ванну вместимостью 100 л необходимо заполнить водой, имеющей температуру $30 \text{ }^\circ\text{C}$, используя воду при $80 \text{ }^\circ\text{C}$ и лёд при температуре $-20 \text{ }^\circ\text{C}$. Определите массу льда, который следует положить в ванну. Удельная теплоёмкость воды $4200 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$, удельная теплота плавления льда $330 \text{ кДж}/\text{кг}$, а его удельная теплоёмкость $2100 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$.
4. В сосуд, содержащий 4,6 кг воды при $20 \text{ }^\circ\text{C}$, бросают кусок стали массой 10 кг, нагретый до $500 \text{ }^\circ\text{C}$. Вода нагревается до $100 \text{ }^\circ\text{C}$, и часть её обращается в пар. Найдите массу образовавшегося пара. Удельная теплоёмкость воды $4200 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot \text{C})$, удельная теплота парообразования $2,3 \cdot 10^6 \text{ Дж}/\text{кг}$, удельная теплоёмкость стали $460 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot \text{C})$.
5. В сосуд, содержащий 9 кг воды при $20 \text{ }^\circ\text{C}$, вводят 1 кг пара при температуре $100 \text{ }^\circ\text{C}$, который превращается в воду. Определите конечную температуру воды. Теплоёмкость сосуда и потери теплоты не учитывайте. Удельная теплоёмкость воды $4200 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot \text{C})$, а удельная теплота парообразования $2,1 \cdot 10^6 \text{ Дж}/\text{кг}$.
6. В калориметр налили 2 кг воды, имеющей температуру $5 \text{ }^\circ\text{C}$, и положили кусок льда массой 5 кг при температуре $-40 \text{ }^\circ\text{C}$. Определите установившуюся температуру. Удельная теплоёмкость воды $4200 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$, удельная теплоёмкость льда $2100 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$, а его удельная теплота плавления $3,3 \cdot 10^5 \text{ Дж}/\text{кг}$.
7. Из сосуда с небольшим количеством воды при $0 \text{ }^\circ\text{C}$ откачивают воздух, при этом испаряется 6,6 г воды, а оставшаяся часть замерзает. Найдите массу образовавшегося льда. Удельная теплота парообразования воды при $0 \text{ }^\circ\text{C}$ $2,5 \cdot 10^6 \text{ Дж}/\text{кг}$, удельная теплота плавления льда $3,3 \cdot 10^5 \text{ Дж}/\text{кг}$.

8.10. Внутренняя энергия идеального газа.

Изменение внутренней энергии

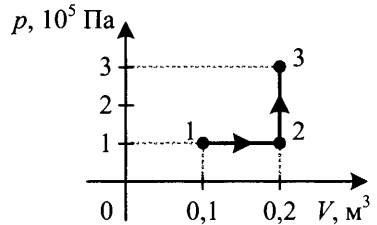
1. В чём отличие внутренней энергии идеального газа от внутренней энергии жидкого или твёрдого вещества?
2. От каких макропараметров зависит внутренняя энергия идеального газа?
3. При постоянной температуре в мяч накачивают воздух. Как изменяется внутренняя энергия воздуха?
4. Определите внутреннюю энергию 2 моль гелия при температуре $27 \text{ }^\circ\text{C}$.

5. Определите внутреннюю энергию гелия, заполняющего аэростат объёмом 80 м^3 , при давлении 100 кПа , температура гелия 273 К .
6. В цилиндре, закрытом подвижным поршнем, находится воздух, который может просачиваться сквозь зазор вокруг поршня. В опыте по изобарному расширению воздуха его объём увеличился в шесть раз, а абсолютная температура возросла в 4 раза. Во сколько раз изменилась внутренняя энергия воздуха в цилиндре? Воздух считать идеальным газом.
7. На сколько изменится внутренняя энергия 8 моль одноатомного идеального газа при его изобарном нагревании от 350 К до 380 К ?
8. Идеальный одноатомный газ находится в сосуде с жёсткими стенками объёмом $0,5 \text{ м}^3$. При нагревании его давление возросло на 4 кПа . На сколько увеличилась внутренняя энергия газа?
9. Одноатомный идеальный газ совершает процесс при постоянном объёме так, что давление газа увеличивается от 100 кПа до 500 кПа . Изменение внутренней энергии при этом равно 5 кДж . Определите объём газа.
10. Телу массой 10 кг передали количество теплоты 120 Дж и подняли его над поверхностью Земли на высоту 5 м . На сколько увеличилась внутренняя энергия тела?

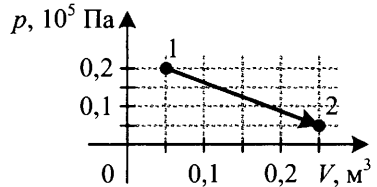
8.11. Работа в термодинамике

1. Объём газа, расширяющегося при постоянном давлении 100 кПа , увеличился на 2 л. Определите работу, совершённую газом в этом процессе.
2. Какая работа была совершена при изобарном сжатии 6 моль водорода, если его температура изменилась на 50 К ?
3. При изобарном нагревании некоторого количества идеального газа от 17 до $117 \text{ }^\circ\text{C}$ газ совершил работу 4 кДж . Найдите количество вещества газа.
4. При изобарическом расширении идеального одноатомного газа была совершена работа 200 Дж . Определите изменение внутренней энергии газа.
5. Определите массу водорода, находящегося под поршнем в цилиндрическом сосуде, если при нагревании его от 250 до 680 К при постоянном давлении была совершена работа 392 Дж . Молярная масса водорода $0,002 \text{ кг/моль}$.
6. Кислород, взятый при температуре $27 \text{ }^\circ\text{C}$, изобарически сжали до объёма в 5 раз меньше первоначального. Определите работу внешней силы при сжатии, если масса газа 160 г , молярная масса $0,032 \text{ кг/моль}$.

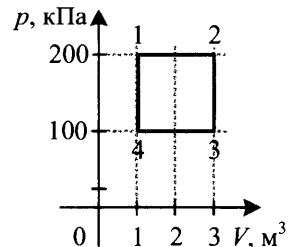
7. Чтобы уменьшить объём идеального газа, при постоянном давлении 100 кПа была совершена работа 20 кДж, при этом температура газа уменьшилась в 3 раза. Определите начальный объём газа.
8. В цилиндре под поршнем находился идеальный газ объёмом 1 л под давлением 200 кПа. При изобарическом нагревании газом была совершена работа 500 Дж. Во сколько раз изменилась плотность газа?
9. Определите работу 2 моль одноатомного газа при изобарическом расширении, если известно, что концентрация молекул в конечном состоянии вдвое меньше, чем в начальном при температуре 300 К.
10. В цилиндре с площадью основания $0,01 \text{ м}^2$ находится воздух при температуре 250 К. На высоте 50 см от основания цилиндра располагается поршень массой 100 кг. Какую работу совершит расширившийся воздух, если нагреть его до 300 К? Атмосферное давление 100 кПа.
11. Газ находится в вертикальном цилиндре с площадью основания 100 см^2 при температуре $27 \text{ }^\circ\text{C}$. На высоте 80 см от основания цилиндра расположен поршень массой 40 кг. Температуру газа медленно повышают на $60 \text{ }^\circ\text{C}$. Определите работу газа при расширении. Атмосферное давление 100 кПа.
12. Какую работу совершает газ при переходе из состояния 1 в состояние 3?



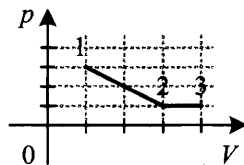
13. Какую работу совершил одноатомный газ в процессе, изображённом на pV -диаграмме?



14. Идеальный одноатомный газ переходит из первого состояния (220 кПа, 1 л) во второе (40 кПа, 2 л). Найдите работу, совершаемую газом.
15. Определите работу газа за термодинамический цикл 1–2–3–4.



16. На рисунке показано, как менялось давление идеального газа в зависимости от его объёма при переходе из состояния 1 в состояние 2, а затем в состояние 3. Каково отношение работ газа $\frac{A_{12}}{A_{23}}$ на этих двух отрезках pV -диаграммы?

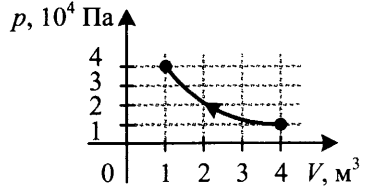


8.12. Первое начало термодинамики

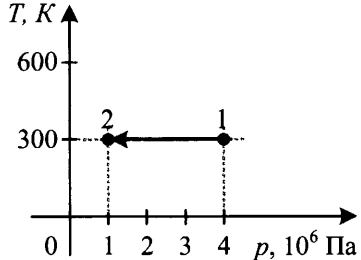
- Идеальный газ получил количество теплоты, равное 300 Дж, и совершил работу, равную 100 Дж. Как изменилась при этом внутренняя энергия газа?
- Каково изменение внутренней энергии газа, если ему передано количество теплоты 300 Дж, а внешние силы совершили над ним работу 500 Дж?
- При передаче газу количества теплоты 300 Дж его внутренняя энергия уменьшилась на 100 Дж. Какую работу совершил газ?
- Идеальный газ отдал количество теплоты 600 Дж, при этом его внутренняя энергия увеличилась на 200 Дж. Чему равна работа, совершённая над газом?
- Идеальный газ получил количество теплоты 100 Дж, и при этом внутренняя энергия газа уменьшилась на 100 Дж. Чему равна работа, совершённая внешними силами над газом?
- В некотором процессе внутренняя энергия газа уменьшилась на 300 Дж, а газ совершил работу 500 Дж. Какое количество теплоты было сообщено газу?
- Внешние силы совершили над газом работу 500 Дж, при этом внутренняя энергия уменьшилась на 200 Дж. Определите количество теплоты, отданное газом.
- Одноатомный идеальный газ в количестве 4 моль поглощает количество теплоты 3 кДж. При этом температура газа повышается на 20 К. Какая работа совершается газом в этом процессе?
- Один моль инертного газа сжали, совершив работу 600 Дж. В результате сжатия температура газа повысилась на 40 °С. Какое количество теплоты отдал газ?
- Одноатомный идеальный газ поглощает количество теплоты 2 кДж. При этом температура газа повышается на 20 К. Работа, совершаемая газом в этом процессе, равна 1 кДж. Определите количество вещества.

8.13. Первое начало термодинамики для изопроцессов

1. На рисунке показан процесс изменения состояния идеального газа. Внешние силы совершили над газом работу, равную $5 \cdot 10^4$ Дж. Какое количество теплоты отдаёт газ в этом процессе?

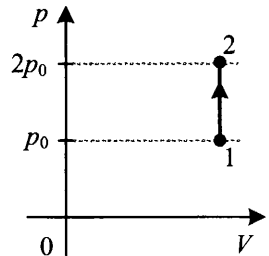


2. На Tp -диаграмме показан процесс изменения состояния идеального газа. Газ совершает работу, равную 3 кДж. Начальный объём газа 10^{-3} м³. Определите количество теплоты, полученное газом.



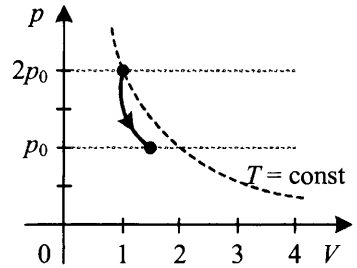
3. Внутренняя энергия одноатомного идеального газа равна 5 кДж. В результате изотермического расширения газ совершил работу 1 кДж. Определите внутреннюю энергию газа после расширения.

4. На pV -диаграмме (см. рисунок) показан процесс изменения состояния постоянной массы идеального одноатомного газа. Внутренняя энергия газа увеличилась на 20 кДж. Какое количество теплоты получил газ?



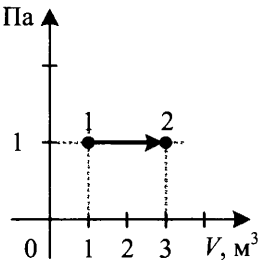
5. Давление идеального одноатомного газа уменьшилось на 50 кПа. Газ находится в закрытом сосуде при постоянном объёме 0,3 м³. Какое количество теплоты было отдано газом?
6. Одноатомный идеальный газ, первоначально занимающий объём 5 м³, изохорически перевели в состояние, при котором его давление увеличилось на 400 кПа. Какое количество теплоты сообщили газу?
7. В закрытом сосуде вместимостью 3 л находится гелий под давлением 1 МПа. При сообщении газу количества теплоты 9 кДж сосуд взрывается. Чему равно давление при взрыве?
8. В закрытом сосуде находится 3 моль гелия при температуре 27 °С. На сколько процентов увеличится давление в сосуде, если газу сообщить 3 кДж теплоты?

9. На рисунке представлен график зависимости давления идеального одноатомного газа от объёма при адиабатном расширении. Газ совершает работу, равную 20 кДж. Какие изменения произошли с внутренней энергией газа?

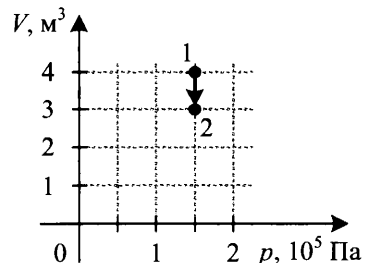


10. При адиабатном сжатии 2 моль идеального одноатомного газа его температура повысилась на 10 К. Определите работу, совершаемую внешними телами при сжатии газа.
11. В цилиндре под поршнем находится 0,5 кг аргона. Какую работу совершает газ при адиабатном расширении, если его температура понижается на 80 °С? Молярная масса аргона 0,04 кг/моль.
12. В цилиндре адиабатически сжимают 60 г одноатомного газа. Какую при этом совершают работу, если температура газа увеличилась на 4,2 °С? Молярная масса газа 0,02 кг/моль.
13. Идеальный одноатомный газ адиабатно переводят из состояния с давлением 220 кПа и объёмом 1 л в состояние с давлением 40 кПа и объёмом 2 л. Определите работу, совершённую газом.
14. Чему равно изменение внутренней энергии газа, если ему передано количество теплоты 500 Дж, а газ при постоянном давлении 10^5 Па расширился на $3 \cdot 10^{-3}$ м³?
15. Нагреваемый при постоянном давлении идеальный одноатомный газ совершил работу 400 Дж. Какое количество теплоты было передано газу?

16. На рисунке приведён график зависимости давления одноатомного идеального газа от его объёма. Внутренняя энергия газа увеличилась на 300 кДж. Чему равно количество теплоты, сообщённое газу?



17. Идеальный одноатомный газ совершает переход из состояния 1 в состояние 2 (см. рисунок). Какое количество теплоты было отведено от системы в этом процессе?



18. 8 моль одноатомного идеального газа изобарно нагрели от 350 до 380 К. Какое количество теплоты подведено к газу?
19. Для нагревания некоторого количества идеального одноатомного газа с молярной массой 0,004 кг/моль на 14 °С при постоянном давлении потребовалось количество теплоты 10 кДж. Найдите массу газа.

8.14. КПД тепловой машины и замкнутого цикла

1. КПД идеальной тепловой машины 40%. За цикл она получает от нагревателя количество теплоты 1200 Дж. Какую полезную работу она при этом совершает?
2. Тепловая машина имеет КПД 40%. За один цикл работы она отдаёт холодильнику количество теплоты 600 Дж. Какое количество теплоты при этом получает машина от нагревателя?
3. КПД идеальной тепловой машины, работающей по циклу Карно, 40%. Какую полезную работу совершает за цикл эта машина, если она отдаёт холодильнику количество теплоты 300 Дж?
4. Вычислите максимальное значение коэффициента полезного действия тепловой машины, если температура нагревателя 127 °С, а температура холодильника 27 °С.
5. Температура нагревателя идеальной тепловой машины 527 °С, а температура холодильника 127 °С. Определите количество теплоты, полученное машиной от нагревателя, если она совершила работу 700 Дж.
6. Температура нагревателя идеальной тепловой машины 900 К, а температура холодильника 27 °С. Определите количество теплоты, отданное машиной холодильнику, если она совершила работу 350 Дж.
7. Тепловая машина имеет КПД 25%. Средняя мощность передачи теплоты холодильнику в ходе её работы составляет 3 кВт. Какое количество теплоты получает рабочее тело машины от нагревателя за 10 с?
8. КПД идеальной тепловой машины, работающей по циклу Карно, 20%. Во сколько раз абсолютная температура нагревателя больше абсолютной температуры холодильника?
9. КПД тепловой машины 18%. Чему будет равен КПД, если потери тепла уменьшить в 2 раза?

9. ЭЛЕКТРОСТАТИКА

9.1. Электризация тел. Взаимодействие зарядов.

Два вида электрического заряда

1. Когда мы снимаем одежду, особенно изготовленную из синтетических материалов, то слышим характерный треск, а иногда видим свечение. О каком явлении идёт речь?
2. Наэлектризованная стеклянная палочка, имеющая положительный заряд, притягивает к себе гильзу, изготовленную из металлической фольги и подвешенную на шёлковой нити. Что можно сказать о заряде гильзы?
3. Отрицательно заряженной палочкой коснулись гильзы, изготовленной из металлической фольги и подвешенной на шёлковой нити. Что произойдёт с гильзой при повторном приближении палочки?
4. Как будет заряжено тело, если в процессе электризации оно потеряло электроны? приобрело электроны?
5. При трении пластмассовой линейки о шерстяной платок линейка заряжается отрицательно. Какое тело, линейка или платок, потеряло электроны?

9.2. Закон сохранения электрического заряда

1. На двух одинаковых металлических шариках находятся положительный заряд $+Q$ и отрицательный заряд $-5Q$. Каков суммарный заряд шариков?
2. Два одинаковых электромметра имеют электрические заряды: -10 мкКл и $+20$ мкКл соответственно. Каким будет заряд у каждого электромметра, если их соединить деревянной линейкой?
3. Два одинаковых электромметра имеют электрические заряды: -30 мкКл и $+10$ мкКл соответственно. Каким будет заряд у каждого электромметра, если их соединить металлическим стержнем на изолирующей ручке?
4. Пылинка, имеющая отрицательный заряд $-10e$, при освещении потереяла четыре электрона. Каким стал заряд пылинки?
5. К капле воды, имеющей заряд $-3e$, присоединилась капля с зарядом $+2e$. Каким стал электрический заряд капли?

9.3. Закон Кулона

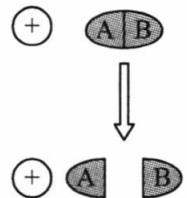
1. Два положительных заряда находятся в вакууме на расстоянии 1,2 м друг от друга и взаимодействуют с силой 0,5 Н. Величина одного заряда в 5 раз больше другого. Определите величину меньшего заряда.

2. Два точечных заряда действуют друг на друга с силой 18 мН. Какой будет сила взаимодействия между ними, если уменьшить значение одного заряда в 3 раза, не меняя расстояния между ними?
3. Как изменится сила кулоновского взаимодействия двух точечных разноимённых электрических зарядов в вакууме, если положительный заряд уменьшить вдвое, а отрицательный увеличить в 4 раза? Расстояние между зарядами оставить без изменения.
4. Заряд одного шарика увеличили в 2 раза. Как надо изменить расстояние между двумя точечными электрическими зарядами, чтобы сила их кулоновского взаимодействия осталась прежней?
5. Два маленьких шарика, обладающих зарядами q каждый, находятся на расстоянии r друг от друга и притягиваются с силой $3F$. Какова сила электростатического притяжения двух других шариков, если заряд одного $3q$, заряд другого $\frac{q}{3}$, а расстояние между их центрами $3r$?
6. Два маленьких одинаковых металлических шарика заряжены положительными зарядами q и $5q$ и находятся на некотором расстоянии друг от друга. Шарик привели в соприкосновение и раздвинули на прежнее расстояние. Как изменилась сила взаимодействия шариков?
7. Два маленьких одинаковых металлических шарика заряжены разноимёнными зарядами $+q$ и $-5q$ и находятся на некотором расстоянии друг от друга. Шарик привели в соприкосновение и раздвинули на прежнее расстояние. Как изменился модуль силы взаимодействия шариков?
8. Два одинаковых металлических шарика заряжены положительными зарядами q и $4q$. Центры шариков находятся на некотором расстоянии друг от друга. Шарик привели в соприкосновение. Во сколько раз необходимо увеличить расстояние между их центрами, чтобы сила взаимодействия осталась прежней?
9. Диэлектрическая проницаемость воды равна 81. Как нужно изменить расстояние между двумя точечными зарядами, чтобы при погружении их в воду сила взаимодействия между ними была такой же, как первоначально в вакууме?
10. Две отрицательно заряженные частицы, находясь на расстоянии $3,2 \cdot 10^{-5}$ м в среде с диэлектрической проницаемостью 9, отталкиваются с силой $2,25 \cdot 10^{-11}$ Н. Считая заряды частиц равными, определите число избыточных электронов на одной из них. Заряд электрона равен $1,6 \cdot 10^{-19}$ Кл.

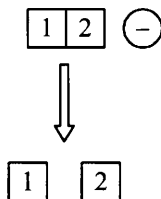
9.4. Электростатическое поле точечного заряда

9.4.1. Напряжённость точечного заряда

1. Для определения направления вектора напряжённости в изучаемую точку вносят пробный заряд. Каким должен быть знак пробного заряда и почему?
2. Сила, действующая на заряд в 20 мкКл, равна 4 Н. Определите напряжённость поля в этой точке.
3. Как изменится модуль напряжённости электрического поля, созданного точечным зарядом в некоторой точке, при увеличении значения этого заряда в 6 раз?
4. Напряжённость электрического поля измеряют с помощью пробного заряда. Как изменится модуль напряжённости электрического поля, если величину пробного заряда увеличить в 3 раза?
5. На пробный заряд q в поле отрицательного заряда Q действует сила притяжения F . Заряд q увеличивают в 4 раза. Как изменится напряжённость поля, создаваемого зарядом Q , в точке пространства, где расположен заряд q ?
6. Как изменится модуль напряжённости электрического поля, созданного точечным зарядом, при уменьшении расстояния от него до точки измерения в 2 раза?
7. На каком расстоянии от заряда 8 мкКл напряжённость поля равна 800 кН/Кл?
8. Напряжённость поля точечного заряда на расстоянии 20 см от него 100 В/м. Определите напряжённость поля на расстоянии 40 см от заряда.
9. Вследствие стекания заряда напряжённость электрического поля, создаваемого маленьким заряженным шариком на расстоянии 30 см от него, уменьшилась на 100 В/м. На сколько уменьшился заряд?
10. Заряд, создающий поле, уменьшили на 30%, расстояние до точки наблюдения увеличили на 20%. На сколько процентов изменилась напряжённость электрического поля?
11. Состоящее из двух соприкасающихся частей А и В незаряженное металлическое тело внесли в электрическое поле положительного заряда. Затем эти части раздвинули. Какими электрическими зарядами будут обладать эти части после разделения?



12. Два стеклянных кубика 1 и 2 сблизили вплотную и поместили в электрическое поле отрицательно заряженного шара, как показано в верхней части рисунка. Затем кубики раздвинули, и уже потом убрали заряженный шар (нижняя часть рисунка). Какими электрическими зарядами (по знаку) будут обладать разделённые кубики?



9.4.2. Потенциал точечного заряда

1. Потенциал поля точечного заряда на расстоянии r_1 от заряда равен $\varphi_1 = 100$ В, а на расстоянии r_2 $\varphi_2 = 300$ В. Чему равен потенциал поля этого заряда на расстоянии, равном среднему арифметическому r_1 и r_2 ($r = \frac{r_1 + r_2}{2}$)?
2. Потенциал поля точечного заряда на расстоянии r_1 от заряда равен $\varphi_1 = 16$ В, а на расстоянии r_2 $\varphi_2 = 100$ В. Чему равен потенциал поля этого заряда на расстоянии r , равном среднему геометрическому r_1 и r_2 ($r = \sqrt{r_1 r_2}$)?
3. Потенциал поля точечного заряда на расстоянии 10 см от заряда равен 300 В. Какой будет напряжённость поля в этой точке?
4. На расстоянии 10 см от точечного заряда потенциал электростатического поля равен 30 В. На каком расстоянии от заряда напряжённость поля будет 900 В/м?

9.4.3. Потенциальная энергия пары зарядов

1. Как определить знак потенциальной энергии двух взаимодействующих зарядов?
2. Величину одного из взаимодействующих зарядов увеличили в 4 раза. Как изменилась при этом потенциальная энергия?
3. Расстояние между двумя разноимёнными зарядами уменьшили в 4 раза. Как изменилась при этом потенциальная энергия?

9.5. Работа электростатического поля

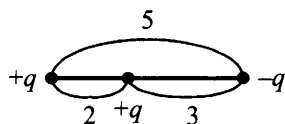
1. Зависит ли работа сил электростатического поля от формы траектории заряженной частицы?
2. Чему равна работа сил, действующих на пробный заряд со стороны электростатического поля при его перемещении по замкнутому контуру?
3. Чему равна работа сил, действующих на пробный заряд со стороны электростатического поля при его перемещении по эквипотенциальной поверхности?

- Потенциал в точке А электрического поля равен 350 В, потенциал точки В равен 150 В. Какую работу совершают силы электрического поля при перемещении положительного заряда 2,5 мКл из точки А в точку В?
- При лечении электростатическим душем к электродам электрической машины прикладывается разность потенциалов 10 кВ. Какой заряд проходит между электродами во время процедуры, если известно, что электрическое поле совершает при этом работу, равную 3600 Дж?
- Электрический заряд медленно перенесли из одной точки электрического поля в другую, разность потенциалов между этими точками равна 200 В. При этом электрическим полем была совершена работа 8 мДж. Чему равна абсолютная величина перенесённого заряда?
- Электрический заряд 1,25 мКл медленно перенесли из одной точки электростатического поля в другую. При этом электрическим полем была совершена работа 5 мкДж. Чему равна абсолютная величина разности потенциалов между этими точками?
- Какую разность потенциалов должен пройти электрон, чтобы его скорость увеличилась от 10^7 до $3 \cdot 10^7$ м/с? Заряд электрона $-1,6 \cdot 10^{-19}$ Кл, а его масса равна $9,1 \cdot 10^{-31}$ кг.

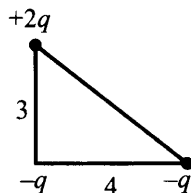
9.6. Принцип суперпозиции электрических полей

9.6.1. Равнодействующая системы зарядов

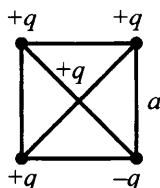
- Два разноимённых заряда $+q$ и $-q$ находятся на расстоянии 5 м друг от друга. Какая сила будет действовать на заряд $+q$, помещённый на расстоянии 2 м от положительного заряда и на расстоянии 3 м от отрицательного (см. рисунок)?



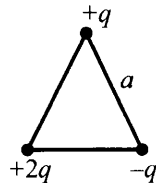
- Три заряда $+2q$, $-q$ и $-q$ находятся в вершинах прямоугольного треугольника. Определите результирующую силу, действующую на отрицательный заряд, находящийся в вершине прямого угла, если катеты треугольника равны 3 и 4 м (см. рисунок).



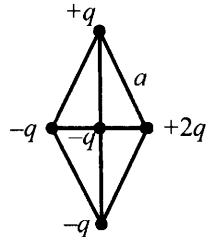
- Четыре заряда $+q$, $+q$, $+q$ и $-q$ расположены в вершинах квадрата со стороной a (см. рисунок). Определите результирующую силу, действующую на положительный заряд $+q$, находящийся на пересечении диагоналей квадрата.



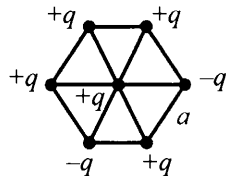
4. Три заряда $+2q$, $+q$ и $-q$ находятся в вершинах равностороннего треугольника со стороной a (см. рисунок). Определите результирующую силу, действующую на положительный заряд $+q$.



5. Четыре заряда $+q$, $+2q$, $-q$ и $-q$ расположены в вершинах ромба, составленного из двух равносторонних треугольников, со стороной a . Определите результирующую силу, действующую на отрицательный заряд $-q$, находящийся на пересечении диагоналей ромба.

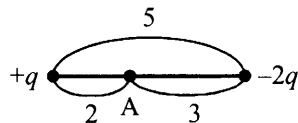


6. Шесть зарядов $+q$, $+q$, $+q$, $-q$, $+q$ и $-q$ находятся в вершинах равностороннего шестиугольника со стороной a (см. рисунок). Определите результирующую силу, действующую на положительный заряд $+q$, находящийся в центре шестиугольника.

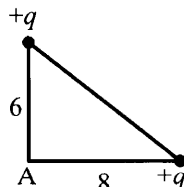


9.6.2. Напряжённость системы зарядов

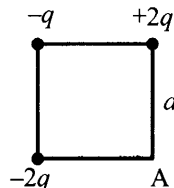
1. Два разноимённых заряда $+q$ и $-2q$ находятся на расстоянии 5 м друг от друга. Определите результирующую напряжённость в точке А (см. рисунок).



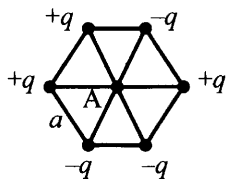
2. Два одинаковых положительных заряда $+q$ и $+q$ находятся в вершинах прямоугольного треугольника. Определите результирующую напряжённость в точке А, если катеты треугольника равны 6 и 8 м (см. рисунок).



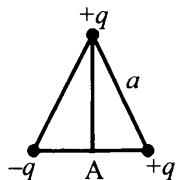
3. Три заряда $-2q$, $-q$ и $+2q$ расположены в вершинах квадрата со стороной a (см. рисунок). Определите результирующую напряжённость в точке А.



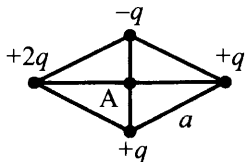
4. Шесть зарядов $+q$, $+q$, $-q$, $+q$, $-q$ и $-q$ находятся в вершинах равностороннего шестиугольника со стороной a (см. рисунок). Определите результирующую напряжённость в точке А.



5. Три заряда $+q$, $+q$ и $-q$ находятся в вершинах равностороннего треугольника со стороной a (см. рисунок). Определите результирующую напряжённость в точке А, являющейся серединой стороны треугольника.

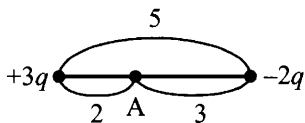


6. Четыре заряда $+2q$, $-q$, $+q$ и $+q$ расположены в вершинах ромба, составленного из двух равносторонних треугольников, со стороной a . Определите результирующую напряжённость в точке А, являющейся точкой пересечения диагоналей.

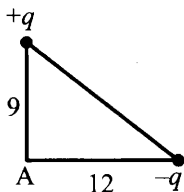


9.6.3. Потенциал системы зарядов

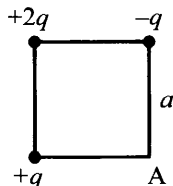
1. Два разноимённых заряда $+3q$ и $-2q$ находятся на расстоянии 5 м друг от друга. Определите результирующий потенциал в точке А, находящейся на расстоянии 2 м от положительного заряда и на расстоянии 3 м от отрицательного (см. рисунок)?



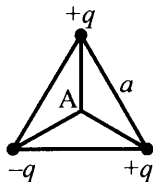
2. Два заряда $+q$ и $-q$ находятся в вершинах прямоугольного треугольника, катеты которого 9 и 12 м (см. рисунок). Определите результирующий потенциал в точке А, находящейся в вершине прямого угла.



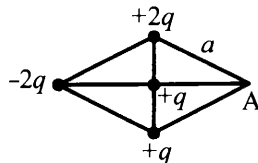
3. Три заряда $+q$, $+2q$ и $-q$ расположены в вершинах квадрата со стороной a (см. рисунок). Определите результирующий потенциал в точке А.



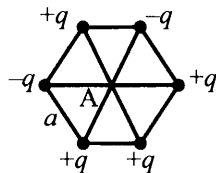
4. Три заряда $-q$, $+q$ и $+q$ расположены в вершинах равностороннего треугольника со стороной a (см. рисунок). Определите результирующий потенциал в точке А, являющейся центральной точкой треугольника.



5. Четыре заряда $+q$, $-2q$, $+2q$ и $+q$ расположены в вершинах и в середине ромба, составленного из двух равносторонних треугольников, со стороной a (см. рисунок). Определите результирующий потенциал в точке А.

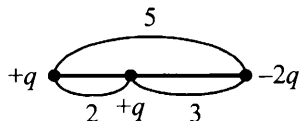


6. Шесть зарядов $+q$, $-q$, $+q$, $-q$, $+q$ и $+q$ находятся в вершинах равностороннего шестиугольника со стороной a (см. рисунок). Определите результирующий потенциал в точке А, являющейся центральной точкой треугольника.

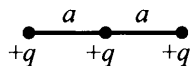


9.6.4. Потенциальная энергия системы зарядов

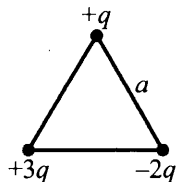
1. Определите потенциальную энергию системы зарядов.



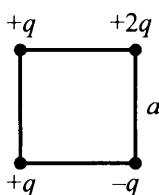
2. Определите потенциальную энергию системы зарядов.



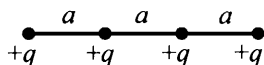
3. Определите потенциальную энергию системы зарядов.



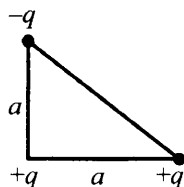
4. Определите потенциальную энергию системы зарядов.



5. Определите потенциальную энергию системы зарядов.



6. Определите потенциальную энергию системы зарядов.



9.7. Однородное электростатическое поле

9.7.1. Напряжённость однородного электростатического поля и электрическая сила

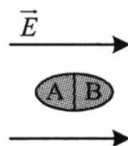
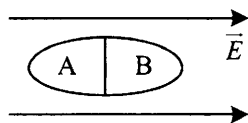
1. Определите силу, действующую на точечный заряд 200 нКл, помещённый в электрическое поле напряжённостью 150 В/м.
2. Определите ускорение электрона, который движется в однородном электрическом поле напряжённостью 200 кВ/м. Заряд электрона $1,6 \cdot 10^{-19}$ Кл, а его масса равна $9,1 \cdot 10^{-31}$ кг.
3. В электрическом поле, вектор напряжённости которого направлен вертикально вверх, неподвижно «висит» песчинка, заряд которой равен $2 \cdot 10^{-11}$ Кл. Масса песчинки равна 10^{-6} кг. Чему равен модуль вектора напряжённости электрического поля?
4. В горизонтальное однородное электрическое поле помещён шарик массой 1 г, подвешенный на тонкой шёлковой нити. Шарик сообщён заряд 1 мКл. Определите напряжённость поля, если нить отклонилась от вертикали на угол 60° .
5. Заряженный шарик, подвешенный на невесомой шёлковой нити, находится во внешнем электрическом поле, силовые линии которого горизонтальны. Нить образует угол 45° с вертикалью. Как и на сколько изменится угол отклонения нити при уменьшении заряда шарика на 30%?
6. Пылинка, имеющая положительный заряд 10^{-11} Кл и массу 10^{-6} кг, влетела в однородное электрическое поле вдоль его силовых линий с начальной скоростью 0,1 м/с и переместилась на расстояние 4 см. Какой стала скорость пылинки, если напряжённость поля 10^5 В/м? Действием силы тяжести пренебречь.
7. Заряженная частица движется против линий напряжённости однородного электрического поля. Начальная скорость частицы 10^6 м/с, её удельный заряд 10^{11} Кл/кг. Какое расстояние пройдёт частица до остановки, если напряжённость поля равна 100 В/м?

9.7.2. Разность потенциалов однородного электростатического поля

1. Электрон под действием сил электрического поля перемещается из точки с меньшим потенциалом в точку с большим потенциалом. Как изменяется при этом скорость электрона?
2. В электростатическом однородном поле разность потенциалов между двумя точками равна 100 В, расстояние между ними 4 см. Найдите модуль напряжённости поля.
3. Разность потенциалов между точками, расположенными на одной силовой линии однородного электрического поля, напряжённость которого 50 В/м, равна 10 В. Чему равно расстояние между этими точками?
4. Перемещая заряд в первом проводнике, электрическое поле совершает работу 20 Дж. Во втором проводнике при перемещении такого же заряда электрическое поле совершает работу 4 Дж. Определите отношение $\frac{U_1}{U_2}$ напряжений на концах первого и второго проводника.
5. Скорость заряженной частицы массой 2 г в начальной точке движения 2 см/с, а в конечной 10 см/с. Определите разность потенциалов между этими точками, если заряд частицы 30 нКл.
6. Расстояние между катодом и анодом диода равно 1 см. Сколько времени движется электрон от катода к аноду при анодном напряжении 440 В? Движение считать равноускоренным. Заряд электрона $1,6 \cdot 10^{-19}$ Кл, а его масса равна $9,1 \cdot 10^{-31}$ кг.

9.7.3. Проводники и диэлектрики в однородном электрическом поле

1. Незаряженное металлическое тело внесено в однородное электростатическое поле, затем разделено на части А и В. Какими электрическими зарядами будут обладать эти части после разделения?
2. Тело из диэлектрика внесено в однородное электростатическое поле, а затем разделено на части А и В (см. рисунок). Какими электрическими зарядами будут обладать эти части после разделения?



9.8. Электростатическое поле заряженной сферы

1. Металлическая сфера радиусом 10 см равномерно заряжена до 50 нКл. Найдите напряжённость электрического поля на расстоянии 8 см и 15 см от центра сферы.

2. Проводящий шар радиусом 5 см заряжен положительным зарядом 0,3 нКл. Определите значение напряжённости поля на расстоянии 5 см от поверхности шара.
3. Потенциал электрического поля на поверхности металлической заряженной сферы радиусом 20 см равен 4 В. Определите потенциал точки электрического поля на расстоянии 10 см от центра сферы.
4. Найдите потенциал проводящего шара радиусом 1 м, если на расстоянии 2 м от его поверхности потенциал электрического поля равен 20 В.
5. Заряд металлического шарика 60 нКл. Потенциал электростатического поля на расстоянии 10 см от его поверхности равен 2,7 кВ. Чему равен радиус шарика?
6. Металлический шарик радиусом 10 см заряжен до 20 нКл. Определите разность потенциалов электрического поля между точкой на поверхности шарика и точкой, расположенной от его поверхности на расстоянии 10 см.
7. Рассчитайте электрический потенциал поверхности Земли, если радиус планеты 6400 км, а напряжённость на поверхности Земли 130 В/м.
8. Проводящий шар радиусом 5 см заряжен до потенциала 40 В. Определите значение напряжённости поля на расстоянии 3 см от поверхности шара.
9. Сфера с центром в точке O равномерно заряжена. В центре сферы потенциал равен 100 В, а в некоторой точке A 50 В. Расстояние от центра сферы до точки A равно 30 см. Определите напряжённость поля в точке A .
10. На каком расстоянии от поверхности заряженной сферы радиусом 0,2 м напряжённость уменьшится в 6,25 раза по сравнению с напряжённостью вблизи сферы. На сколько процентов уменьшится потенциал?
11. Проводящий шар радиусом 5 см заряжен до потенциала 80 В. Определите значение напряжённости поля на расстоянии 4 см от центра шара.
12. При переносе точечного заряда 10 нКл из бесконечности в точку, находящуюся на расстоянии 20 см от поверхности равномерно заряженного шара, необходимо совершить работу 0,5 мкДж. Радиус шара 4 см. Определите потенциал на поверхности шара.

9.9. Соединение заряженных сферических тел

1. Металлический шар радиусом R_1 , заряженный до потенциала ϕ_1 , соединяют тонкой проволокой с незаряженным металлическим шаром радиусом R_2 . Определите общий установившийся потенциал.
2. Два металлических шарика одинакового радиуса находятся на большом расстоянии друг от друга и заряжены до потенциалов ϕ_1 и ϕ_2 .

Какой общий потенциал установится на шариках после их соединения тонким проводом?

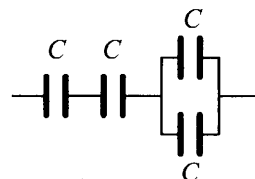
3. Два шарика радиусами R_1 и R_2 , заряженные соответственно зарядами q_1 и q_2 , находятся на большом расстоянии друг от друга. Определите общий потенциал, установившийся на шариках после их соединения тонкой проволокой.
4. Металлические шары, несущие одинаковый заряд, имеют потенциалы 30 и 60 В. Определите потенциалы этих шаров после соединения их проволокой.
5. Два металлических шарика радиусами 20 и 50 см заряжены соответственно зарядами 20 и 60 нКл, их соединяют тонкой металлической проволокой. Определите заряд на первом шарике после соединения.

9.10. Электрическая ёмкость конденсатора

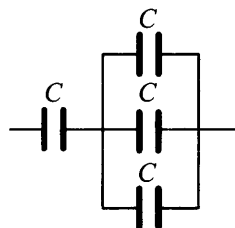
1. Определите электроёмкость плоского воздушного конденсатора с квадратными пластинами, расположенными на расстоянии 1 мм друг от друга. Сторона пластин равна 10 см.
2. Как изменится электрическая ёмкость плоского конденсатора, если площадь пластин увеличить в 3 раза?
3. Как изменится электроёмкость плоского воздушного конденсатора, если расстояние между его пластинами уменьшить в 2 раза?
4. Как изменится ёмкость плоского воздушного конденсатора, если площадь его обкладок и расстояние между ними уменьшить в 2 раза?
5. Как изменится электроёмкость конденсатора, если напряжение между его пластинами увеличить в 3 раза?
6. На сколько надо изменить расстояние между пластинами плоского воздушного конденсатора, чтобы его ёмкость увеличилась в 4 раза? Начальное расстояние между пластинами 2 мм.
7. Расстояние между пластинами заряженного плоского конденсатора уменьшили в 2 раза. Во сколько раз при этом изменится напряжённость поля конденсатора, если он всё время остаётся присоединённым к источнику тока?
8. Площадь каждой пластины плоского конденсатора 401 см^2 . Заряд пластин $1,42 \text{ мкКл}$. Определите напряжённость поля между пластинами.

9.11. Соединения конденсаторов

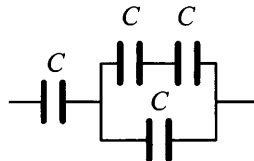
1. Определите электроёмкость батареи, состоящей из четырёх одинаковых конденсаторов; электроёмкость каждого конденсатора C .



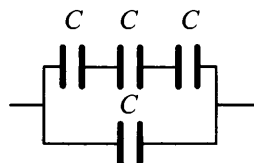
2. Определите электроёмкость батареи, состоящей из четырёх одинаковых конденсаторов; электроёмкость каждого конденсатора C .



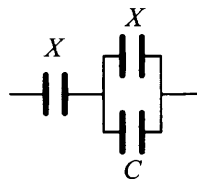
3. Определите электроёмкость батареи, состоящей из четырёх одинаковых конденсаторов; электроёмкость каждого конденсатора C .



4. Определите электроёмкость батареи, состоящей из четырёх одинаковых конденсаторов; электроёмкость каждого конденсатора C .



5. К конденсатору, электрическая ёмкость которого $C = 16$ пФ, подключают два одинаковых конденсатора ёмкостью X : один параллельно, а второй последовательно (см. рисунок). Ёмкость образовавшейся батареи конденсаторов равна ёмкости C . Какова ёмкость X ?



9.12. Энергия поля конденсатора

1. Конденсатор электроёмкостью $0,02$ Ф заряжен до напряжения 30 В. Какой энергией обладает конденсатор?
2. Конденсатору электроёмкостью 4 пФ сообщили заряд 32 мкКл. Какой энергией обладает конденсатор?
3. Площадь пластин плоского конденсатора равна 200 см², а расстояние между ними 8 мм. Определите энергию электрического поля конденсатора, если ему сообщили заряд 5 нКл и погрузили в машинное масло, диэлектрическая проницаемость которого $2,5$.
4. Как изменится энергия электрического поля конденсатора, если напряжение на его обкладках увеличить в 2 раза?
5. Как изменится энергия электрического поля конденсатора, если заряд на его обкладках уменьшить в 3 раза?
6. Плоский воздушный конденсатор зарядили и отключили от источника тока. Как изменится энергия электрического поля внутри конденсатора?

сатора, если расстояние между пластинами конденсатора уменьшить в 3 раза?

7. Плоский конденсатор зарядили и отключили от источника тока. Как изменится энергия электрического поля внутри конденсатора, если увеличить в 2 раза расстояние между обкладками конденсатора?
8. Первый конденсатор ёмкостью C подключён к источнику с ЭДС \mathcal{E} , а второй — ёмкостью C подключён к источнику с ЭДС $3\mathcal{E}$. Определите отношение энергии электрического поля второго конденсатора к энергии электрического поля первого.
9. К незаряженному конденсатору ёмкостью C подключили параллельно заряженный до заряда q конденсатор той же ёмкости. Определите энергию системы из двух конденсаторов после их соединения. Каким будет значение энергии, если конденсатор включить последовательно?
10. Заряженный до разности потенциалов 500 В конденсатор электроёмкостью 1000 мкФ разряжают на резистор, опущенный в воду массой 10 г. На сколько градусов нагреется вода, если её удельная теплоёмкость 4200 Дж/(кг · К)?

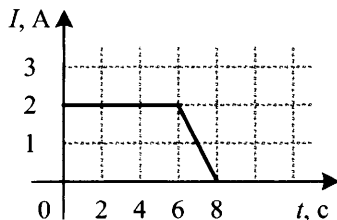
9.13. Заряженная частица в поле конденсатора

1. Шарик, находящийся в масле плотностью 800 кг/м^3 , «висит» в поле плоского конденсатора. Плотность вещества шарика 2700 кг/м^3 , его радиус 2 мкм, расстояние между обкладками конденсатора 1 см. Каков заряд шарика, если электрическое поле направлено вверх, а разность потенциалов между обкладками 2,5 кВ?
2. Между вертикальными пластинами плоского конденсатора висит шарик массой 100 г с зарядом 10 мкКл. После того как на пластины было подано напряжение 2 кВ, нить с шариком отклонилась на 30° от вертикали. Найдите расстояние между пластинами конденсатора.
3. Пластины большого по размерам плоского конденсатора расположены горизонтально на расстоянии d друг от друга. Напряжение на пластинах конденсатора 5000 В. В пространстве между пластинами падает капля жидкости. Масса капли 4 мг, её заряд 80 пКл. При каком расстоянии между пластинами скорость капли будет постоянной? Влиянием воздуха на движение капли пренебречь.
4. Ёмкость плоского воздушного конденсатора 1 пФ, заряд конденсатора 1 мкКл, расстояние между пластинами 4 см. Какой путь вдоль силовых линий поля должна пройти частица массой 1 мг, несущая заряд 1 нКл, чтобы её скорость увеличилась от 10 м/с до 20 м/с?

10. ПОСТОЯННЫЙ ТОК

10.1. Сила тока

1. Через поперечное сечение спирали электролампы каждые 10 с проходит заряд, равный 15 Кл. Чему равна сила тока в лампе?
2. В течение 10 мин через поперечное сечение проводника проходит заряд 12 Кл. Чему равна сила тока в проводнике?
3. Ток в электролампе паяльника 0,5 А. Чему равен заряд, который пройдёт через нагревательный элемент паяльника за 3 мин?
4. Сколько времени длится разряд молнии, если через поперечное сечение её канала протекает заряд 30 Кл, а сила тока в среднем равна 24 кА?
5. В медном проводнике, площадь сечения которого $0,17 \text{ мм}^2$, сила тока 0,15 А. Определите плотность тока в этом проводнике.
6. Через поперечное сечение контактного провода за 2 с проходит $6 \cdot 10^{21}$ электронов. Определите силу тока. Заряд электрона равен $1,6 \cdot 10^{-19}$ Кл.
7. Время рабочего импульса ускорителя электронов равно 1 мкс. Средняя сила тока создаваемого этим ускорителем 48 кА. Определите число электронов ускоряемых за один пуск ускорителя. Заряд электрона равен $1,6 \cdot 10^{-19}$ Кл.
8. В металлическом проводнике с током 64 мкА через поперечное сечение проводника проходит $2 \cdot 10^5$ электронов. Определите время их движения. Заряд электрона равен $1,6 \cdot 10^{-19}$ Кл.
9. В ускорителе заряженных частиц 10^{11} электронов движутся по круговой орбите радиусом 40 м. Их скорость практически равна скорости света $3 \cdot 10^8$ м/с. Определите силу тока, считая, что электроны равномерно распределены по орбите. Заряд электрона равен $1,6 \cdot 10^{-19}$ Кл.
10. Определите величину заряда, проходящего через поперечное сечение проводника в течение 10 с, если сила тока в проводнике за это время равномерно возрастает от 0 до 50 А.
11. На рисунке показана зависимость силы тока в проводнике от времени. Какой заряд прошёл по проводу за 8 с?



12. Скорость упорядоченного движения электронов в стальном проводе составляет 0,5 мм/с, концентрация электронов проводимости $4 \cdot 10^{28} \text{ м}^{-3}$, а площадь поперечного сечения провода 3 мм^2 . Определите силу тока. Заряд электрона равен $1,6 \cdot 10^{-19}$ Кл.

13. Вычислите среднюю скорость упорядоченного движения электронов в проводе сечением 5 мм^2 при силе тока 10 А , если концентрация электронов проводимости $5 \cdot 10^{28} \text{ м}^{-3}$. Заряд электрона равен $1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}$.
14. Скорость направленного дрейфа электронов в электрической цепи увеличилась в 3 раза. Как изменилась сила тока в этой цепи?

10.2. Напряжение

1. Чему равно напряжение на участке цепи, на котором была совершена работа 500 Дж при прохождении заряда 25 Кл ?
2. Какую работу совершает электрическое поле при перемещении заряда 4 мКл , если напряжение равно 45 В ?
3. Напряжение на автомобильной лампочке 12 В . Какой заряд прошёл через нить накала лампочки, если при этом была совершена работа 600 Дж ?
4. Перемещая заряд в первом проводнике, электрическое поле совершает работу 30 Дж . Во втором проводнике при перемещении такого же заряда электрическое поле совершает работу 60 Дж . Определите отношение $\frac{U_1}{U_2}$ напряжений на концах первого и второго проводников.

10.3. Электрическое сопротивление

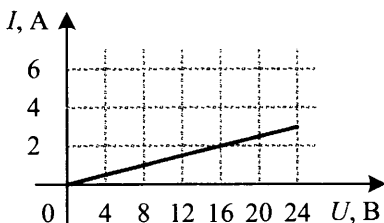
1. Вычислите сопротивление алюминиевого кабеля длиной 10 км и площадью сечения 2 мм^2 . Удельное сопротивление алюминия $2,8 \cdot 10^{-8} \text{ Ом} \cdot \text{ м}$.
2. Какой длины надо взять проволоку площадью поперечного сечения $0,4 \text{ мм}^2$, чтобы её сопротивление было $19,2 \text{ Ом}$? Удельное сопротивление $9,6 \cdot 10^{-8} \text{ Ом} \cdot \text{ м}$.
3. Определите площадь сечения проволоки, сопротивление которой 5 Ом , длина 25 м , удельное сопротивление материала $1,6 \cdot 10^{-8} \text{ Ом} \cdot \text{ м}$.
4. Медная проволока имеет электрическое сопротивление 6 Ом . Какое электрическое сопротивление будет у медной проволоки, у которой в 2 раза больше длина и в 3 раза больше площадь поперечного сечения?
5. Провод сопротивлением 1 Ом растянули по длине в 3 раза. Чему теперь равно сопротивление?
6. Стальная проволока имеет электрическое сопротивление 4 Ом . Каким станет сопротивление этой проволоки, если её протянуть через специальный станок, увеличивающий длину в 2 раза?
7. Определите массу медного провода без изоляции, имеющего сопротивление 10 Ом и длину 80 м . Удельное сопротивление меди $1,7 \cdot 10^{-8} \text{ Ом} \cdot \text{ м}$, плотность меди 8900 кг/м^3 .

8. Определите сопротивление железной проволоки диаметром 1 мм, если масса этой проволоки 1 кг. Удельное сопротивление железа $9,8 \cdot 10^{-8} \text{ Ом} \cdot \text{м}$, а плотность 7900 кг/м^3 .

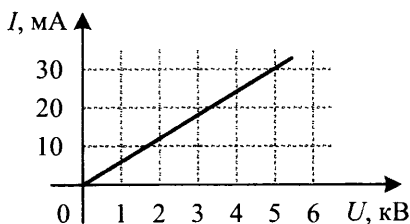
10.4. Закон Ома для участка цепи

1. Определите силу тока в электрочайнике, включённом в сеть с напряжением 125 В, если сопротивление нити накала 50 Ом.
 2. Определите напряжение на электролампе, если её сопротивление 24 Ом, а сила тока 0,04 А.
 3. На цоколе электрической лампы написано 0,35 В и 0,2 А. Определите сопротивление спирали лампы.

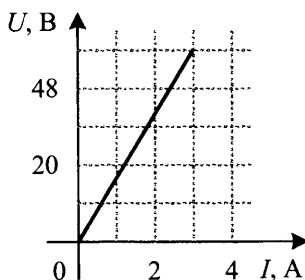
4. На рисунке изображён график зависимости силы тока в проводнике от напряжения на его концах. Чему равно сопротивление проводника?



5. На рисунке изображён график зависимости силы тока от напряжения на одной секции телевизора. Каково сопротивление этой секции?



6. На рисунке представлен график зависимости напряжения U на концах резистора от силы тока I , текущего через него. Определите сопротивление R резистора.

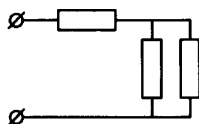


7. Сопротивление резистора увеличили в 2 раза, а приложенное к нему напряжение уменьшили в 2 раза. Как изменилась сила электрического тока, протекающего через резистор?
 8. Как изменится сила тока, протекающего по проводнику, если напряжение на его концах и площадь поперечного сечения проводника увеличить в 2,5 раза?

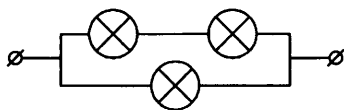
9. Как изменится сила тока, протекающего через проводник, если напряжение между его концами и длину проводника уменьшить в 5 раз?
10. Как изменится сила тока, протекающего по проводнику, если уменьшить в 3 раза напряжение на его концах, а площадь поперечного сечения проводника увеличить в 6 раз?
11. Определите разность потенциалов на концах проводника сопротивлением 50 Ом, если за 200 с по нему прошёл заряд 480 Кл.
12. Сколько электронов пройдёт за 20 с через поперечное сечение проводника сопротивлением 40 Ом при напряжении на его концах 16 В? Заряд электрона равен $1,6 \cdot 10^{-19}$ Кл.

10.5. Соединения проводников

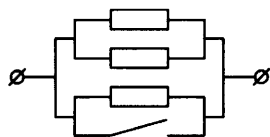
1. В участке цепи, изображённом на рисунке, сопротивление каждого резистора равно 3 Ом. Найдите общее сопротивление цепи.



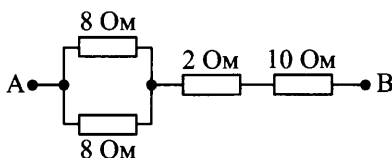
2. На рисунке показан участок цепи постоянного тока, содержащий 3 лампочки накаливания. Сопротивление каждой лампочки 6 Ом. Определите сопротивление всего участка цепи.



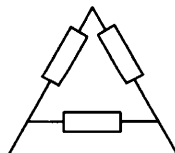
3. Каким будет сопротивление участка цепи, изображённого на рисунке, при замыкании ключа? Каждый из резисторов имеет сопротивление R .



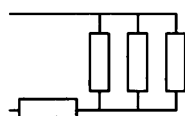
4. Определите сопротивление между точками А и В участка электрической цепи, представленного на рисунке.



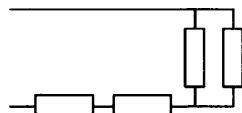
5. Рассчитайте общее сопротивление цепи, если сопротивление одного резистора R .



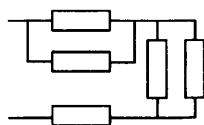
6. Рассчитайте общее сопротивление цепи, если сопротивление одного резистора R .



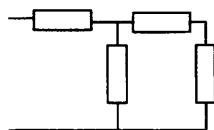
7. Рассчитайте общее сопротивление цепи, если сопротивление одного резистора R .



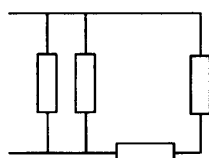
8. Рассчитайте общее сопротивление цепи, если сопротивление одного резистора R .



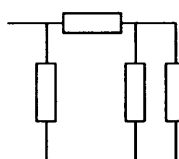
9. Рассчитайте общее сопротивление цепи, если сопротивление одного резистора R .



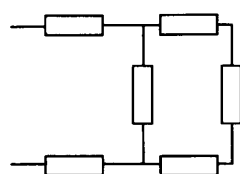
10. Рассчитайте общее сопротивление цепи, если сопротивление одного резистора R .



11. Рассчитайте общее сопротивление цепи, если сопротивление одного резистора R .



12. Рассчитайте общее сопротивление цепи, если сопротивление одного резистора R .



13. Двенадцать проводников сопротивлением 16 Ом каждый соединены по три последовательно в четыре параллельные цепи. Определите общее сопротивление цепи.

14. Электрическая цепь состоит из пяти одинаковых резисторов, соединённых последовательно. Параллельно одному из резисторов подсоединили ещё один такой же резистор. Как изменилось сопротивление электрической цепи? Сопротивление каждого резистора R .

10.6. Расчёт электрических цепей

Определите значение силы тока и напряжения на каждом резисторе, полное сопротивление, полную силу тока и полное напряжение участка. Заполните таблицу.

1.	I_1	I_2	I_3	I_4	I_5	U_1	U_2	U_3	U_4	U_5	R	I	U
		-											
											$R_1 = 20 \text{ Ом}$ $R_2 = 30 \text{ Ом}$ $R_3 = 50 \text{ Ом}$ $R_4 = 15 \text{ Ом}$ $R_5 = 10 \text{ Ом}$ $I_2 = 5 \text{ А}$		
2.	I_1	I_2	I_3	I_4	I_5	U_1	U_2	U_3	U_4	U_5	R	I	U
		-											
											$R_1 = 3 \text{ Ом}$ $R_2 = 6 \text{ Ом}$ $R_3 = 2 \text{ Ом}$ $R_4 = 12 \text{ Ом}$ $R_5 = 6 \text{ Ом}$ $I_1 = 2 \text{ А}$		
3.	I_1	I_2	I_3	I_4	I_5	U_1	U_2	U_3	U_4	U_5	R	I	U
							-						
											$R_1 = 6 \text{ Ом}$ $R_2 = 12 \text{ Ом}$ $R_3 = 10 \text{ Ом}$ $R_4 = 2 \text{ Ом}$ $R_5 = 12 \text{ Ом}$ $U_2 = 60 \text{ В}$		
4.	I_1	I_2	I_3	I_4	I_5	U_1	U_2	U_3	U_4	U_5	R	I	U
							-						
											$R_1 = 8 \text{ Ом}$ $R_2 = 4 \text{ Ом}$ $R_3 = 2 \text{ Ом}$ $R_4 = 10 \text{ Ом}$ $R_5 = 12 \text{ Ом}$ $U_1 = 32 \text{ В}$		

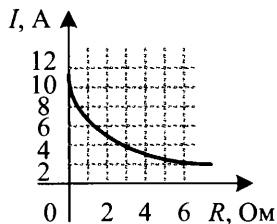
- По цепи, состоящей из четырёх одинаковых параллельно соединённых проводников, идёт ток 48 А. Какой ток будет в цепи, если эти проводники соединить последовательно при том же напряжении?
- По цепи, содержащей проводник сопротивлением 12 Ом, идёт ток 0,06 А. После того как к проводнику последовательно подсоединили стальной провод сечением 1 мм², сила тока в цепи стала 0,04 А. Определите длину провода. Удельное сопротивление стали $12 \cdot 10^{-8} \text{ Ом} \cdot \text{м}$.

7. Электрическая лампа рассчитана на напряжение 36 В при силе тока 1 А. Её нужно включить в сеть 110 В с помощью дополнительного сопротивления из проволоки площадью поперечного сечения 1 мм^2 . Определите длину проволоки. Удельное сопротивление проволоки $3 \cdot 10^{-6} \text{ Ом} \cdot \text{м}$.
8. Проводник скручен из шести никелиновых проволок с площадью сечения 1 мм^2 и длиной 2 м каждая. Какой ток пойдёт по проводнику, если к нему приложить напряжение 0,035 В? Удельное сопротивление никелина $42 \cdot 10^{-8} \text{ Ом} \cdot \text{м}$.
9. К сети присоединили два резистора. При их последовательном соединении ток равен 0,5 А, при параллельном — общий ток равен 3 А. Определите отношение сопротивлений резисторов.
10. Если участок цепи из двух параллельно соединённых резисторов сопротивлениями 3 и 6 Ом замкнуть на источник тока, то сила тока в неразветвлённой части цепи 30 А. Найдите значение силы тока, проходящего через каждый резистор и напряжение на них.

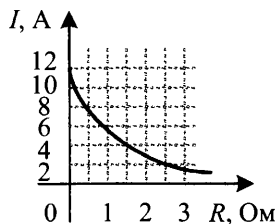
10.7. Электродвижущая сила. Закон Ома для полной электрической цепи

1. Чему равна ЭДС источника тока, если сторонние силы совершают работу 10 Дж при перемещении заряда 5 Кл?
2. ЭДС источника $\mathcal{E} = 1,5 \text{ В}$, ток в цепи равен $I = 0,5 \text{ А}$. Определите работу сторонних сил за 60 с.
3. Рассчитайте силу тока в замкнутой цепи, состоящей из источника тока, у которого ЭДС равна 12 В, а внутреннее сопротивление равно 1 Ом. Сопротивление резистора равно 5 Ом.
4. Чему равно сопротивление резистора, подключенного к источнику тока, где ЭДС равна 10 В, внутреннее сопротивление 2 Ом, а сила тока в электрической цепи равна 2 А?
5. Чему равно внутреннее сопротивление источника тока с ЭДС, равной 15 В, если при подключении к нему резистора сопротивлением 4 Ом по электрической цепи протекает электрический ток силой 3 А?
6. Если источник, ЭДС которого 6 В и внутреннее сопротивление 2 Ом, подключить к внешнему сопротивлению, то в цепи возникает сила тока 1 А. Какой силы ток пойдёт в цепи, если внешнее сопротивление увеличить в 2 раза?
7. В цепи, состоящей из источника тока с ЭДС 8 В и внутренним сопротивлением 1 Ом, возникает сила тока 2 А. Какой будет сила тока в цепи, если сопротивление реостата уменьшить в 3 раза?
8. Сила тока в цепи батареи, ЭДС которой 30 В, равна 3 А. Напряжение на зажимах батареи 18 В. Определите внутреннее сопротивление цепи.

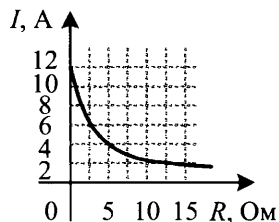
9. К источнику тока с внутренним сопротивлением 2 Ом подключили реостат. На рисунке показан график зависимости силы тока в реостате от его сопротивления. Чему равна ЭДС источника тока?



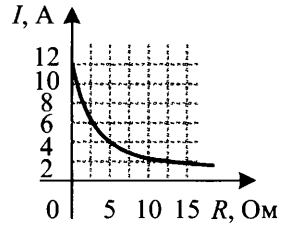
10. К источнику тока с ЭДС = 6 В подключили реостат. На рисунке показан график изменения силы тока в реостате в зависимости от его сопротивления. Чему равно внутреннее сопротивление источника тока?



11. При коротком замыкании элемента возникает сила тока 30 А, а при подключении внешнего сопротивления 2 Ом — сила тока 5 А. Определите ЭДС батареи.
12. К батарее с ЭДС 3 В подключили резистор сопротивлением 20 Ом. Падение напряжения на резисторе оказалось 2 В. Определите силу тока короткого замыкания.
13. Если внешнее сопротивление цепи равно 2 Ом, то в цепи возникает сила тока 1,8 А. Определите силу тока короткого замыкания, если внутреннее сопротивление источника 3 Ом.
14. Сила тока короткого замыкания элемента 1 А. Сила тока этого элемента, замкнутого на резистор сопротивлением R , равна 0,1 А. ЭДС источника 4,4 В. Определите сопротивление резистора.
15. При замыкании элемента на резистор сопротивлением 1,8 Ом в цепи возникает сила тока 0,7 А, а при замыкании на резистор сопротивлением 2,3 Ом — сила тока 0,56 А. Определите внутреннее сопротивление источника.
16. Батарея, замкнутая на резистор сопротивлением 5 Ом, даёт силу тока в цепи 5 А, а замкнутая на резистор сопротивлением 2 Ом — 8 А. Определите ЭДС батареи.
17. Электрическая цепь состоит из источника тока и резистора. На рисунке показан график зависимости силы тока в цепи от сопротивления резистора. Чему равно внутреннее сопротивление источника тока?



18. Электрическая цепь состоит из источника тока и резистора. На рисунке показан график зависимости силы тока в цепи от сопротивления резистора. Чему равна ЭДС источника тока?



19. При внешнем сопротивлении 20 Ом разность потенциалов на зажимах источника равна 30 В, при сопротивлении 40 Ом сила тока равна 1 А. Определите внутреннее сопротивление источника.
20. При увеличении сопротивления нагрузки в 3 раза напряжение на зажимах батареи увеличивается от 5 В до 10 В. Определите ЭДС батареи.
21. Внутреннее сопротивление r источника в 5 раз меньше внешнего сопротивления R элемента, который замкнут на источник с ЭДС \mathcal{E} . Определите, во сколько раз ЭДС источника отличается от напряжения на зажимах элемента.

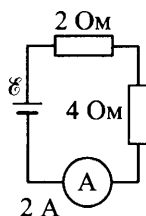
10.8. КПД источника тока

1. При подключении лампочки к источнику тока с ЭДС 12 В напряжение на ней 9 В. Вычислите КПД источника тока.
2. К источнику тока, внутреннее сопротивление которого 1 Ом, подключили резистор сопротивлением 9 Ом. Определите КПД источника тока.
3. Определите КПД источника, если внешнее сопротивление цепи в 4 раза больше внутреннего сопротивления источника.
4. Два одинаковых потребителя сопротивлением R каждый подключаются к источнику один раз последовательно, а другой раз параллельно. В каком случае КПД будет больше и во сколько раз, если внутреннее сопротивление источника $r = 0,1R$?
5. К источнику с ЭДС, равной 10 В, и внутренним сопротивлением 0,25 Ом подключена нагрузка. Сила тока в цепи 8 А. Определите КПД данной схемы.
6. ЭДС источника 5 В, внутреннее сопротивление 2 Ом, сила тока через внешнее сопротивление равна 0,6 А. Определите КПД источника.
7. ЭДС источника равна 2 В, внутреннее сопротивление 1 Ом. Определите силу тока, если КПД 0,75.
8. Аккумулятор, замкнутый на сопротивление 5 Ом, имеет КПД 50%. Каким станет КПД аккумулятора, если его замкнуть на сопротивление 10 Ом?

9. При внешнем сопротивлении 20 Ом напряжение на зажимах источника равно 30 В, при сопротивлении 40 Ом сила тока равна 1 А. Определите КПД источника тока в первом случае.
10. Чему равен КПД источника при силе тока в цепи 2 А, если известно, что ток короткого замыкания данного источника 10 А?

10.9. Работа электрического тока. Количество теплоты

1. Чему равна работа электрического тока за 10 мин, если напряжение на концах проводника равно 10 В, а сила тока равна 5 А?
2. Чему равно напряжение на концах проводника, если при прохождении по нему электрического тока 4 А в течение 7,5 мин выделяется 216 кДж теплоты?
3. При прохождении по проводнику электрического тока силой 5 А в течение 2 мин совершается работа 150 кДж. Чему равно сопротивление проводника?
4. Чему равно время прохождения тока по проводнику, если при напряжении на его концах 120 В совершается работа 540 кДж? Сопротивление проводника 24 Ом.
5. В электронагревателе с неизменным сопротивлением спирали, через который течёт постоянный ток, за время t выделяется количество теплоты Q . Как изменится количество теплоты, выделившееся в нагревателе, если силу тока и время t увеличить вдвое?
6. В электронагревателе с неизменным сопротивлением спирали, через который течёт постоянный ток, за время t выделяется количество теплоты Q . Как изменится количество теплоты, выделившееся в нагревателе, если силу тока увеличить вдвое, а время t в 4 раза уменьшить?
7. В электронагревателе, через который течёт постоянный ток, за время t выделяется количество теплоты Q . Как изменится количество теплоты, выделившееся в нагревателе, если сопротивление нагревателя R и время t увеличить вдвое, не изменяя силу тока?
8. Изучая закономерности соединения резисторов, ученик собрал электрическую цепь, изображённую на рисунке. Какое количество теплоты выделится во внешней части цепи при протекании тока в течение 3 мин? Амперметр считать идеальным.



9. К источнику постоянного тока с внутренним сопротивлением 2 Ом подключён резистор сопротивлением 4 Ом. Напряжение на полюсах источника равно 6 В. Какое количество теплоты выделяется за 1 минуту во внутренней цепи?
10. При подключении к источнику тока резистора с электрическим сопротивлением 2 Ом сила тока в электрической цепи равна 2 А. При подключении к источнику тока резистора с электрическим сопротивлением 1 Ом сила тока в электрической цепи равна 3 А. Определите количество теплоты, которое выделяется внутри источника за 10 с при коротком замыкании.
11. К аккумулятору с ЭДС 10 В и внутренним сопротивлением 2 Ом подключён нагревательный прибор, в котором выделяется 50 Дж теплоты за 5 с. Определите сопротивление прибора.

10.10. Мощность электрического тока

1. На штепсельных вилках некоторых бытовых электрических приборов имеется надпись: «6 А, 250 В». Определите максимально допустимую мощность электроприборов, которые можно включать, используя такие вилки.
2. На цоколе лампы накаливания написано: «150 Вт, 220 В». Найдите силу тока в спирали при включении в сеть с номинальным напряжением.
3. При силе тока в электрической цепи 0,3 А сопротивление лампы равно 10 Ом. Определите мощность электрического тока, выделяющуюся на нити лампы.
4. Какое сопротивление имеет 100-ваттная лампа накаливания, рассчитанная на напряжение 220 В?
5. Лампочку мощностью 16 Вт, рассчитанную на работу при напряжении 12 В, включили в цепь с напряжением 9 В. Какая мощность будет выделяться в лампочке?
6. Две электрические лампы имеют одинаковую мощность. Одна рассчитана на напряжение 127 В, а другая — на 220 В. Во сколько раз отличаются сопротивления ламп?
7. Резисторы поочередно подключают к источнику постоянного тока. Сопротивления резисторов равны, соответственно, 3 Ом и 12 Ом. Мощность тока в резисторах одинакова. Чему равно внутреннее сопротивление источника тока?
8. Сопротивление внешней цепи увеличили в 2,25 раза. При этом мощность, выделяющаяся во внешней части цепи, осталась прежней. Определите, во сколько раз отличается внутреннее сопротивление источника от первоначального сопротивления внешней цепи.
9. Аккумулятор подключён к цепи, содержащей два параллельных резистора сопротивлениями 12 Ом и 4 Ом, причём в цепи второго резистора имеется ключ. Тепловая мощность, выделяемая во внешней

цепи, одинакова при замкнутом и разомкнутом ключе. Определите внутреннее сопротивление аккумулятора.

10. Два одинаковых резистора сопротивлением по 10 Ом каждый соединены параллельно и подключены к батарее с внутренним сопротивлением 2 Ом. Во сколько раз уменьшится тепловая мощность, выделяемая на внешней цепи, если второй резистор отключить?
11. Источник постоянного тока с внутренним сопротивлением 2 Ом замкнут в первом случае на резистор с сопротивлением R , а во втором случае на 4 таких же резистора, соединённых параллельно. Определите сопротивление R , если мощность, выделяемая в нагрузке, одинакова в обоих случаях.

10.11. КПД электронагревателя

1. В чайник со свистком налили воду массой 1 кг и поставили на электрическую плитку мощностью 900 Вт. Через 7 мин раздался свисток. Определите КПД нагревателя. Начальная температура воды 20 °С, удельная теплоёмкость воды 4200 Дж/(кг · К).
2. Кипятильник нагревает 1,2 л воды от 12 °С до кипения за 10 мин. Определите ток, потребляемый кипятильником, если он рассчитан на напряжение 220 В. КПД кипятильника 90%. Удельная теплоёмкость воды 4200 Дж/(кг · К).
3. В электрокипятильнике ёмкостью 5 л с КПД 70% вода нагревается от 10 до 100 °С за 20 мин. Какой силы ток проходит по обмотке нагревателя, если напряжение в сети 220 В? Удельная теплоёмкость воды 4200 Дж/(кг · К).
4. Электрокипятильник со спиралью сопротивлением 160 Ом поместили в сосуд, содержащий 500 г воды при 20 °С, и включили его в сеть с напряжением 220 В. Через сколько времени вода закипит? КПД кипятильника принять равным 80%. Удельная теплоёмкость воды 4200 Дж/(кг · К).
5. В электрический кофейник налили воду объёмом 0,16 л при температуре 30 °С и включили нагреватель. Через какое время после включения выкипит вся вода, если мощность нагревателя 1 кВт, КПД нагревателя 0,8? Удельная теплоёмкость воды 4200 Дж/(кг · К), а удельная теплота парообразования воды 2256 кДж/кг.

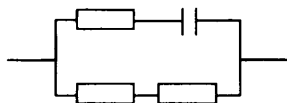
10.12. КПД электродвигателя

1. Башенный кран совершает за 3 с работу по поднятию груза, равную 3300 Дж. Сила тока в электродвигателе 10 А и напряжение на нём 220 В. Определите КПД башенного крана.

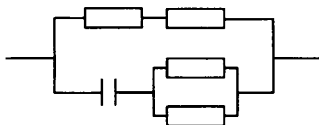
2. Электродвигатель подъёмного крана подключён к источнику тока напряжением 380 В, при этом сила тока в обмотке 20 А. Определите КПД подъёмного крана, если он поднимает груз массой 1 т на высоту 19 м за 50 с.
3. При выполнении лабораторного опыта груз массой 100 г поднимался электродвигателем на высоту 40 см. Определите время подъёма груза, если сила тока в обмотке двигателя 0,24 А, а напряжение 3,6 В. Коэффициент полезного действия двигателя 5%.
4. Определите силу тока в обмотке трамвайного двигателя, развивающего силу тяги 5 кН, если напряжение сети 600 В и трамвай движется со скоростью 4,8 м/с. КПД 80%.
5. Электромобиль массой 100 кг движется равномерно со скоростью 12 м/с. Определите силу тока в обмотке электромотора при напряжении на его клеммах 24 В и КПД 80%. Коэффициент трения при движении 0,01.

10.13. Конденсатор в цепи постоянного тока

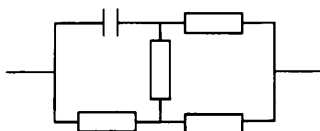
1. Рассчитайте общее сопротивление цепи, если сопротивление одного резистора R .



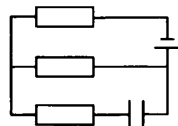
2. Рассчитайте общее сопротивление цепи, если сопротивление одного резистора R .



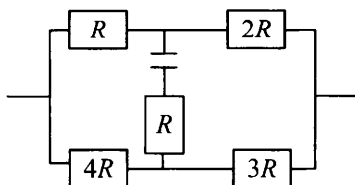
3. Рассчитайте общее сопротивление цепи, если сопротивление одного резистора R .



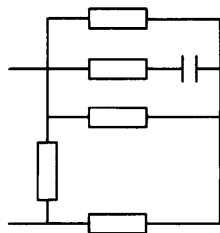
4. Рассчитайте общее сопротивление цепи, если сопротивление одного резистора R .



5. Рассчитайте общее сопротивление цепи.

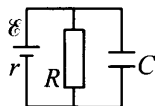


6. Рассчитайте общее сопротивление цепи.

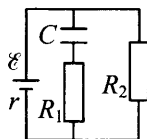


7. К зажимам аккумулятора с ЭДС 6,3 В и внутренним сопротивлением 0,5 Ом подключают параллельно соединённые резистор с сопротивлением 15 Ом и конденсатор ёмкостью 1 мкФ. Определите величину заряда на обкладках конденсатора.

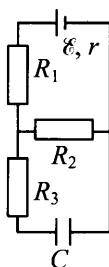
8. К источнику тока с ЭДС $\mathcal{E} = 9$ В и внутренним сопротивлением $r = 1$ Ом подключили параллельно соединённые резистор с сопротивлением $R = 8$ Ом и плоский конденсатор, расстояние между пластинами которого $d = 0,002$ м. Какова напряжённость электрического поля между пластинами конденсатора?



9. Чему равен электрический заряд конденсатора электроёмкостью $C = 100$ мкФ (см. рисунок), если внутреннее сопротивление источника тока $r = 10$ Ом, ЭДС $\mathcal{E} = 15$ В, а сопротивления резисторов $R_1 = 70$ Ом и $R_2 = 20$ Ом?



10. Конденсатор ёмкостью 2 мкФ присоединён к источнику постоянного тока с ЭДС 3,6 В и внутренним сопротивлением 1 Ом. Сопротивления резисторов $R_1 = 4$ Ом, $R_2 = 7$ Ом, $R_3 = 3$ Ом. Каков заряд на правой обкладке конденсатора?



10.14. Носители свободных электрических зарядов в металлах, жидкостях, газах и полупроводниках

1. Какие частицы создают электрический ток в металлах?
2. Какие частицы находятся в узлах кристаллической решётки металла?
3. Какие частицы создают электрический ток в газах?
4. Какими носителями электрического заряда создаётся ток в водном растворе щёлочи?
5. Какими носителями заряда создаётся электрический ток в растворах и расплавах электролитов?

6. Какими носителями заряда создаётся электрический ток в растворах и расплавах солей?
7. В каких средах прохождение тока сопровождается переносом вещества?
8. В каких средах при прохождении тока не происходит переноса вещества?
9. Назовите фамилию нашего соотечественника, получившего Нобелевскую премию за исследование полупроводников, использующихся в лазерах и средствах мобильной связи.
10. Какими носителями электрического заряда может создаваться ток в полупроводниках, не содержащих примесей?
11. Какой тип проводимости преобладает в полупроводниковых материалах с донорными примесями?
12. Каким типом проводимости обладают полупроводниковые материалы с акцепторными примесями?

11. ЭЛЕКТРОМАГНЕТИЗМ

11.1. Взаимодействие постоянных магнитов

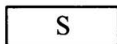
1. Из каких веществ можно сделать постоянные магниты?
2. Как взаимодействуют одноимённые и разноимённые полюса?
3. Как изготовить электромагнит?
4. В чём преимущества электромагнита перед постоянным магнитом?
5. Почему северный конец магнитной стрелки показывает на географический север?
6. Почему полярные сияния можно наблюдать чаще вблизи полюсов Земли?

11.2. Направление вектора магнитной индукции

1. В магнитное поле внесли магнитную стрелку (северный полюс заштрихован), которая заняла положение, указанное на рисунке. Определите направление индукции магнитного поля.



2. На рисунке указано положение полюсов дугового магнита. Определите направление индукции магнитного поля в пространстве между полюсами магнита.



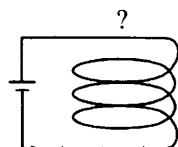
3. На рисунке изображён прямолинейный провод, подключённый к полюсам источника (см. рисунок). Постройте линии магнитной индукции для этого тока и определите их направление.



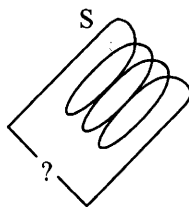
4. Ток по прямолинейному проводу идёт от нас (см. рисунок). Постройте линии магнитной индукции для этого тока и определите их направление.



5. На рисунке изображена электрическая цепь электромагнита. Какой магнитный полюс будет наверху?

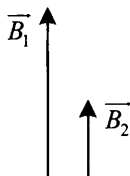


6. На рисунке изображена электрическая цепь электромагнита. Указано положение южного полюса. Определите заряд верхней клеммы источника тока.

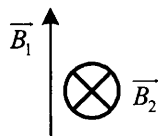


11.3. Принцип суперпозиции полей

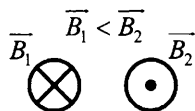
1. Определите модуль результирующего вектора магнитной индукции.



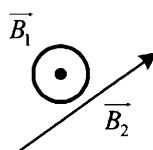
2. Определите модуль результирующего вектора магнитной индукции.



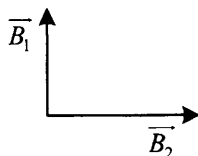
3. Определите модуль результирующего вектора магнитной индукции.



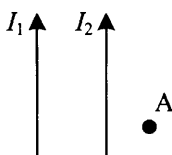
4. Определите модуль результирующего вектора магнитной индукции.



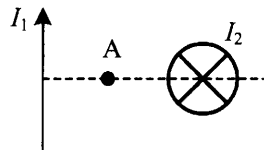
5. Определите модуль результирующего вектора магнитной индукции.



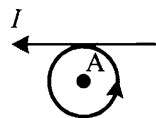
6. Определите модуль результирующего вектора магнитной индукции в точке А.



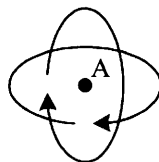
7. Определите модуль результирующего вектора магнитной индукции в точке А.



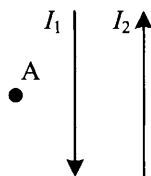
8. Определите модуль результирующего вектора магнитной индукции в точке А, если радиус витка равен R .



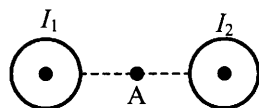
9. Определите модуль результирующего вектора магнитной индукции в точке А, если $I_1 = I_2$; $R_1 = R_2$.



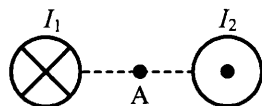
10. Определите модуль результирующего вектора магнитной индукции в точке А.



11. Определите модуль результирующего вектора магнитной индукции в точке А, находящейся на одинаковом расстоянии от проводников с токами и если $I_1 = I_2$.



12. Определите модуль результирующего вектора магнитной индукции в точке А.



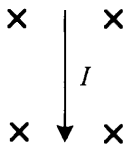
11.4. Закон Ампера

- С какой силой действует однородное магнитное поле с индукцией $0,2$ Тл на проводник длиной 50 см, расположенный под углом 30° к вектору магнитной индукции, если сила тока в проводнике 6 А?
- На прямолинейный проводник длиной 20 см, расположенный перпендикулярно направлению магнитного поля, действует сила 8 Н. Определите значение вектора магнитной индукции, если сила тока в проводнике 40 А.
- Прямолинейный проводник, по которому течёт постоянный ток, находится в однородном магнитном поле и расположен перпендикулярно линиям магнитной индукции. Как изменится сила Ампера, действующая на проводник, если его повернуть так, чтобы он располагался под углом 30° к линиям магнитной индукции?

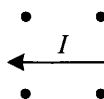
4. На сколько отличаются наибольшее и наименьшее значение модуля силы, действующей на прямой провод длиной 20 см с током 10 А, при различных положениях провода в однородном магнитном поле, индукция которого равна 1 Тл?
5. Прямолинейный проводник, по которому течёт постоянный ток, находится в однородном магнитном поле и расположен перпендикулярно линиям магнитной индукции. Как изменится сила Ампера, действующая на проводник, если его длину увеличить в 3 раза, а силу тока в проводнике уменьшить в 6 раз?
6. Прямолинейный проводник, по которому течёт ток, находится в однородном магнитном поле параллельно линиям индукции. Как изменится сила Ампера, действующая на проводник, если его длину увеличить в 6 раз, а силу тока в проводнике уменьшить в 2 раза?

11.5. Направление силы Ампера

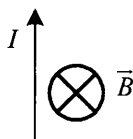
1. В однородное магнитное поле, линии индукции которого направлены от нас, поместили проводник с током. Определите направление действующей на проводник силы.



2. В однородное магнитное поле, линии индукции которого направлены на нас, поместили проводник с током. Определите направление действующей на проводник силы.



3. На рисунке указано направление тока и направление вектора индукции магнитного поля. Определите направление силы Ампера, действующей на проводник.



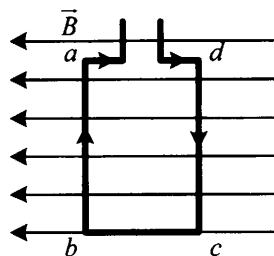
4. На рисунке указано направление тока и направление вектора индукции магнитного поля. Определите направление силы Ампера, действующей на проводник.



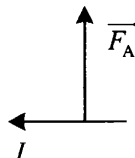
5. В пространство между полюсами постоянного магнита помещён прямой проводник, по которому идёт ток от нас. Определите направление силы Ампера, действующей на проводник.



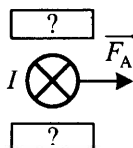
6. Квадратная рамка расположена в однородном магнитном поле в плоскости линий магнитной индукции так, как показано на рисунке. Направление тока в рамке показано стрелками. Как направлена сила, действующая на сторону ab рамки со стороны магнитного поля?



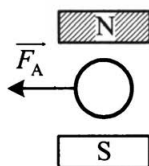
7. Определите направление вектора магнитной индукции на рисунке.



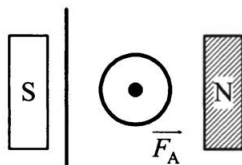
8. Определите полярность дугового магнита, в поле которого на проводник действует сила Ампера так, как показано на рисунке.



9. Определите условное направление тока (см. рисунок).



10. Определите условное направление тока по вертикальному проводнику.



11.6. Сила Ампера

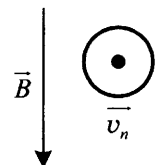
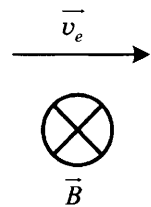
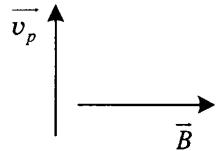
- По горизонтально расположенному проводнику длиной 20 см и массой 40 г течёт ток силой 10 А. Найдите минимальную величину индукции магнитного поля, в которое нужно поместить проводник, чтобы сила тяжести уравновесила магнитную силу.
- Между полюсами электромагнита в горизонтальном магнитном поле находится проводник, расположенный горизонтально, причём его

- направление перпендикулярно магнитному полю. Какой ток должен идти через проводник, чтобы он висел не падая, если индукция магнитного поля 10 мТл и масса 1 м проводника 20 г?
3. На столе лежит прямой медный провод, по которому течёт ток плотностью 10^6 А/м². При создании над столом однородного магнитного поля, силовые линии которого перпендикулярны направлению тока, провод приподнимается над поверхностью стола. Определите величину индукции этого поля. Плотность меди 8900 кг/м³.
 4. Проводник длиной 40 см горизонтально располагается в однородном магнитном поле с индукцией 10 мТл так, что сила тяжести уравновешивается силой Ампера. Напряжение на концах проводника 20 В, его удельное сопротивление $2 \cdot 10^{-5}$ Ом · м. Определите плотность материала проводника. Линии магнитной индукции горизонтальны и перпендикулярны проводнику.
 5. Прямой проводник длиной 20 см и массой 5 г подвешен горизонтально на двух невесомых нитях в однородном магнитном поле. Вектор магнитной индукции перпендикулярен проводнику и равен 50 мТл. Какой силы ток надо пропустить по проводнику, чтобы одна из нитей разорвалась? Нить выдерживает нагрузку 40 мН.
 6. Прямой проводник длиной 50 см и массой 100 г, расположенный перпендикулярно линиям магнитной индукции, при пропускании по нему тока 4 А приобрёл ускорение 5 м/с². Чему равна индукция магнитного поля? Силой трения пренебречь.
 7. Горизонтальные рельсы находятся на расстоянии 40 см друг от друга. На них лежит стержень перпендикулярно рельсам. Какой должна быть индукция магнитного поля для того, чтобы стержень начал двигаться, если по нему пропустить ток силой 50 А? Коэффициент трения стержня о рельсы 0,2. Масса стержня 500 г.
 8. Участок проводника длиной 10 см находится в магнитном поле индукцией 50 мТл. Сила электрического тока, протекающего по проводнику, 5 А. Какую работу совершает сила Ампера при перемещении проводника на 80 см в направлении своего действия? Проводник расположен перпендикулярно линиям магнитной индукции.

11.7. Сила Лоренца

1. Электрон движется в однородном магнитном поле с индукцией 2 Тл со скоростью 1000 км/с, которая направлена под углом 30° к вектору магнитной индукции. С какой силой магнитное поле действует на частицу? Заряд электрона $1,6 \cdot 10^{-19}$ Кл.

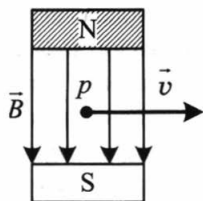
2. В магнитном поле с индукцией $B = 4$ Тл движется электрон со скоростью 10^7 м/с, направленной перпендикулярно линиям индукции магнитного поля. Чему равен модуль силы F , действующей на электрон со стороны магнитного поля? Заряд электрона равен $1,6 \cdot 10^{-19}$ Кл.
3. Первоначально неподвижный электрон поместили в однородное магнитное поле, вектор индукции которого направлен вертикально вверх. Куда начнёт двигаться электрон? Влиянием силы тяжести можно пренебречь.
4. Две частицы с одинаковыми массами и зарядами q и $2q$ влетают в однородное магнитное поле перпендикулярно вектору магнитной индукции со скоростями $2v$ и $4v$ соответственно. Определите отношение модулей сил $F_1 : F_2$, действующих на них со стороны магнитного поля в этот момент времени.
5. Электрон и протон влетают в однородное магнитное поле перпендикулярно вектору магнитной индукции со скоростями $2v$ и v . Модули зарядов электрона и протона равны $1,6 \cdot 10^{-19}$ Кл. Определите отношение модуля силы, действующей со стороны магнитного поля на электрон, к модулю силы, действующей на протон, в этот момент времени.
6. Нейтрон и электрон влетают в однородное магнитное поле перпендикулярно вектору магнитной индукции с одинаковыми скоростями v . Определите отношение модулей сил, действующих на них со стороны магнитного поля в этот момент времени.
7. Протон влетает в магнитное поле, направление индукции которого указано на рисунке. Определите направление силы Лоренца, действующей на протон.
8. Электрон влетает в магнитное поле, направление индукции которого указано на рисунке. Определите направление силы Лоренца, действующей на электрон.
9. Нейтрон влетает в магнитное поле, направление индукции которого указано на рисунке. Определите направление силы Лоренца, действующей на нейтрон.



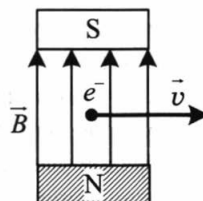
10. Протон влетает в магнитное поле, направление индукции которого указано на рисунке. Определите направление силы Лоренца, действующей на протон.



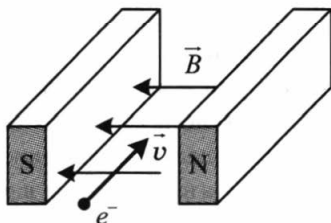
11. Протон p , влетающий в зазор между полюсами электромагнита, имеет горизонтальную скорость \vec{v} , перпендикулярную вектору индукции \vec{B} магнитного поля, направленного вниз (см. рисунок). Куда направлена действующая на протон сила Лоренца \vec{F} ?



12. Электрон e^- , влетающий в зазор между полюсами электромагнита, имеет горизонтальную скорость \vec{v} , перпендикулярную вектору индукции \vec{B} магнитного поля (см. рисунок). Куда направлена действующая на него сила Лоренца \vec{F} ?



13. Электрон e^- , влетающий в зазор между полюсами электромагнита, имеет горизонтально направленную скорость \vec{v} , перпендикулярную вектору индукции магнитного поля \vec{B} (см. рисунок). Куда направлена действующая на электрон сила Лоренца \vec{F} ?



11.8. Движение заряженных частиц в магнитном поле

1. Электрон влетает в однородное магнитное поле с индукцией 1,26 мТл перпендикулярно силовым линиям со скоростью 10^6 м/с. Определите радиус окружности, по которой будет двигаться электрон? Заряд электрона $1,6 \cdot 10^{-19}$ Кл, его масса $9,1 \cdot 10^{-31}$ кг.
2. Как изменится радиус окружности, по которой движется заряженная частица в однородном магнитном поле при увеличении индукции поля в 2 раза и скорости частицы в 2 раза?
3. В однородном магнитном поле по окружности движется заряженная частица. Как изменится радиус частицы, если индукция магнитного поля уменьшится в 2 раза, а масса возрастёт в 3 раза?
4. С какой скоростью вылетает α -частица из радиоактивного ядра, если она, попадая в однородное магнитное поле индукцией $B = 2$ Тл пер-

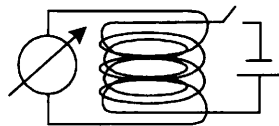
- пендикулярно его силовым линиям, движется по дуге окружности радиусом $R = 1$ м? Масса α -частицы $6,7 \cdot 10^{-27}$ кг, её заряд равен $3,2 \cdot 10^{-19}$ Кл.
5. Электрон движется по окружности в однородном магнитном поле с индукцией 1 Тл. Определите его угловую скорость. Заряд электрона $1,6 \cdot 10^{-19}$ Кл, а его масса $9,1 \cdot 10^{-31}$ кг.
 6. Протон движется по окружности в однородном магнитном поле с индукцией 1 мТл. Определите период обращения протона. Заряд протона $1,6 \cdot 10^{-19}$ Кл, его масса $1,67 \cdot 10^{-27}$ кг.
 7. Электрон движется по окружности в магнитном поле с индукцией 0,2 Тл. Определите период обращения электрона. Заряд электрона $1,6 \cdot 10^{-19}$ Кл, его масса $9,1 \cdot 10^{-31}$ кг.
 8. Как изменится период обращения заряженной частицы в циклотроне при увеличении её скорости в 8 раз? Рассмотрите нерелятивистский случай ($v \ll c$).
 9. В однородное магнитное поле перпендикулярно его силовым линиям влетает протон с кинетической энергией $1,6 \cdot 10^{-13}$ Дж. Индукция магнитного поля 4 Тл. Определите радиус окружности, по которой будет двигаться протон. Заряд протона $1,6 \cdot 10^{-19}$ Кл, а его масса $1,67 \cdot 10^{-27}$ кг.
 10. Заряженная частица массой $8 \cdot 10^{-30}$ кг с кинетической энергией $4 \cdot 10^{-16}$ Дж движется в однородном магнитном поле по окружности радиусом 16 мм. Найдите частоту обращения частицы и силу, действующую на частицу со стороны магнитного поля.
 11. Электрон движется по окружности радиусом 2 см в однородном магнитном поле, имея импульс $6,4 \cdot 10^{-23}$ кг · м/с. Определите модуль магнитной индукции поля. Заряд электрона $1,6 \cdot 10^{-19}$ Кл.
 12. Частица, обладающая зарядом $e = 1,6 \cdot 10^{-19}$ Кл, движется в однородном магнитном поле индукцией B по круговой орбите радиусом $R = 3 \cdot 10^{-2}$ м. Значение импульса частицы равно $p = 2,4 \cdot 10^{-22}$ кг · м/с. Чему равна индукция B магнитного поля?
 13. Как меняется радиус траектории электрона, движущегося в однородном магнитном поле перпендикулярно вектору индукции, при уменьшении его кинетической энергии в 4 раза?
 14. Заряженная частица, двигаясь в магнитном поле по дуге окружности 2 см, прошла через свинцовую пластину, расположенную на пути частицы. Вследствие потери энергии частицей радиус кривизны траектории стал равен 1 см. Во сколько раз уменьшилась кинетическая энергия частицы?

11.9. Заряженные частицы в магнитном и электрическом поле

1. Заряженная частица во взаимно перпендикулярных электрическом (напряжённостью \vec{E}) и магнитном (магнитная индукция \vec{B}) полях движется с постоянной скоростью \vec{v} . Определите скорость частицы.
2. Электрон, пройдя ускоряющую разность потенциалов 500 В, попал в однородное магнитное поле с индукцией 0,001 Тл. Найдите радиус кривизны траектории электрона. Заряд электрона $1,6 \cdot 10^{-19}$ Кл, его масса $9,1 \cdot 10^{-31}$ кг.
3. Отрицательно заряженная частица движется в магнитном поле с индукцией B по дуге окружности радиусом R . Сразу после вылета из магнитного поля частица попадает в область электрического поля с напряжённостью E , причём скорость частицы направлена вдоль линий электрического поля. Через какое время частица остановится?
4. Протон в магнитном поле с индукцией 0,01 Тл движется по дуге окружности радиусом 10 см. После вылета из магнитного поля он полностью тормозится электрическим полем. Чему равна тормозящая разность потенциалов, если отношение заряда протона к его массе равно 10^8 Кл/кг?
5. Электрон, ускоренный разностью потенциалов 400 В, движется по дуге окружности радиусом 20 см перпендикулярно силовым линиям магнитного поля. Вычислите период обращения электрона. Заряд электрона $1,6 \cdot 10^{-19}$ Кл, его масса $9,1 \cdot 10^{-31}$ кг.
6. Покоящийся в начальный момент электрон ускоряется электрическим полем с напряжённостью E . Через 10 мс он влетает в магнитное поле с индукцией 1 нТл, перпендикулярное электрическому. Во сколько раз нормальное ускорение электрона в этот момент отличается от его тангенциального ускорения? Заряд электрона $1,6 \cdot 10^{-19}$ Кл, его масса $9,1 \cdot 10^{-31}$ кг.
7. Отрицательно заряженная частица влетает в область однородного магнитного поля с индукцией 2 мТл, где движется по дуге окружности радиусом 40 см. Затем частица попадает в однородное электрическое поле, где пролетает участок с разностью потенциалов 500 В, при этом её скорость уменьшается в 4 раза. Определите конечную скорость частицы.
8. Два иона с равными зарядами, но разными массами m_1 и m_2 , пройдя одинаковую ускоряющую разность потенциалов, влетели в однородное магнитное поле перпендикулярно линиям индукции. Первый ион движется по дуге окружности R_1 . Определите радиус дуги второго иона.

11.10. Явление электромагнитной индукции

1. Назовите имя учёного, открывшего явление электромагнитной индукции.
2. Какое значение имело открытие явления электромагнитной индукции?
3. Если постоянный магнит движется внутри катушки, соединённой с микроамперметром, то стрелка прибора показывает наличие тока в катушке. Какая сила приводит электроны в движение?
4. Если на одной оси находятся катушка, соединённая с микроамперметром, и катушка электромагнита, то ток возникает только при замыкании и размыкании цепи электромагнита. Назовите причину появления индукционного тока в этом случае.
5. В металлическое кольцо в течение первых двух секунд вдвигают магнит, в течение следующих двух секунд магнит оставляют неподвижным внутри кольца, в течение последующих двух секунд его вынимают из кольца. В какие промежутки времени в катушке течёт ток?



11.11. Магнитный поток

1. Угол между вектором магнитной индукции и плоскостью контура 30° . Определите угол между вектором магнитной индукции и положительной нормалью к контуру.
2. Какой магнитный поток пронизывает плоскую поверхность площадью 50 см^2 при индукции поля $0,4 \text{ Тл}$, если эта поверхность расположена под углом 30° к вектору индукции?
3. В однородное магнитное поле вносят катушку. Ось катушки располагается параллельно силовым линиям магнитного поля. Каким будет угол между вектором магнитной индукции и положительной нормалью в этом случае?
4. Как должна располагаться плоскость витка по отношению к линиям магнитной индукции, чтобы магнитный поток был максимальным? минимальным?
5. На широте Москвы горизонтальная и вертикальная составляющие индукции магнитного поля Земли 18 мТл и 46 мТл . Определите максимальный магнитный поток, если площадь рамки 30 см^2 .
6. Плоскость замкнутого контура расположена под углом 45° к силовым линиям однородного магнитного поля. Что произойдёт с магнитным потоком при увеличении магнитной индукции в 3 раза, если площадь контура и его ориентация не меняются?

7. Плоскость замкнутого контура расположена под углом 60° к силовым линиям однородного магнитного поля. Что произойдёт с магнитным потоком при увеличении площади контура в 2 раза, если магнитная индукция и его ориентация не меняются?
8. Линии магнитной индукции лежат в плоскости замкнутого контура. Как изменится магнитный поток, если модуль вектора магнитной индукции увеличится в 3 раза?

11.12. Закон электромагнитной индукции

11.12.1. Изменение магнитного потока

1. Всегда ли при изменении потока магнитной индукции возникает ЭДС индукции?
2. Всегда ли при изменении потока магнитной индукции возникает индукционный ток?
3. За 0,3 с магнитный поток, пронизывающий проволочную рамку, изменился на 0,06 Вб. Какова скорость изменения магнитного потока?
4. Магнитный поток, пронизывающий контур проводника, равномерно изменился на 0,6 Вб так, что ЭДС индукции оказалась равной 1,2 В. Найдите время изменения магнитного потока.
5. Найдите скорость изменения магнитного потока в соленоиде из 2000 витков при возбуждении в нём ЭДС индукции 120 В.
6. За 4 с магнитный поток, пронизывающий проволочную рамку, увеличился от 3 до 8 Вб. Чему равно при этом значение ЭДС индукции в рамке?
7. Проволочная рамка сопротивлением 2 кОм помещена в магнитное поле. Магнитный поток через площадь рамки равномерно изменяется на 8 Вб за 2 мс. Чему равна при этом сила тока в рамке?
8. При равномерном изменении магнитного потока через плоскость, ограниченную контуром, на 0,6 Вб за 3 с возникает сила тока, равная 0,1 А. Определите сопротивление контура.
9. В витке, выполненном из алюминиевого провода длиной 10 см и площадью поперечного сечения $1,4 \text{ мм}^2$, скорость изменения магнитного потока 10 мВб/с. Определите силу индукционного тока. Удельное сопротивление алюминия $2,8 \cdot 10^{-8} \text{ Ом} \cdot \text{м}$.
10. Какой заряд пройдёт через поперечное сечение витка, сопротивление которого 0,03 Ом, при уменьшении магнитного потока внутри витка на 12 мВб?

11.12.2. Изменение индукции магнитного поля

1. Тонкое медное кольцо площадью 100 см^2 расположено во внешнем магнитном поле так, что плоскость кольца перпендикулярна линиям магнитной индукции. За 2 мс магнитная индукция равномерно увеличивается от 10 до 20 мТл . Определите модуль ЭДС индукции, возникающей при этом.
2. Плоский виток, площадь которого 10 см^2 , расположен перпендикулярно линиям индукции однородного магнитного поля. Найдите абсолютную величину ЭДС, возникающую в витке, если индукция поля равномерно убывает от $0,5$ до $0,1 \text{ Тл}$ за $0,004 \text{ с}$.
3. Неподвижный контур площадью $0,03 \text{ м}^2$ находится в однородном равномерно изменяющемся магнитном поле перпендикулярно линиям индукции. Найдите скорость изменения магнитной индукции, если при этом возникает ЭДС индукции $0,9 \text{ В}$.
4. В однородном магнитном поле находится плоский виток площадью 200 см^2 , расположенный перпендикулярно линиям поля. Чему равна сила тока в витке, если индукция поля убывает с постоянной скоростью $0,8 \text{ Тл/с}$. Сопротивление витка $0,5 \text{ Ом}$.
5. Сопротивление проводящего витка диаметром 8 см равно 5 Ом . Виток находится в однородном магнитном поле с индукцией $0,2 \text{ Тл}$, причём плоскость витка перпендикулярна линиям магнитной индукции. Магнитное поле начинает убывать с постоянной скоростью так, что через $0,02 \text{ с}$ индукция поля станет равной $0,04 \text{ Тл}$. Определите силу тока, протекающего по витку в течение этого времени.
6. В однородном магнитном поле с индукцией $0,09 \text{ Тл}$ находится виток, расположенный перпендикулярно линиям индукции поля. Какой заряд протечёт по витку при выключении магнитного поля? Площадь витка 5 см^2 , его сопротивление 2 Ом .

11.12.3. Изменение площади контура

1. Плоский замкнутый контур площадью 10 см^2 деформируют в однородном магнитном поле с индукцией 10 мТл , оставляя его перпендикулярным линиям индукции. За 2 мс площадь контура равномерно уменьшается до 2 см^2 . Определите среднюю силу тока в контуре за этот промежуток времени, если сопротивление контура 4 Ом .
2. Из провода длиной 2 м сделан квадрат, который расположен горизонтально. Какой электрический заряд пройдёт по проводу, если его потянуть за две диагонально противоположные вершины так, чтобы он сложился? Сопротивление провода $0,1 \text{ Ом}$. Вертикальная составляющая магнитного поля Земли 50 мкТл .
3. Четыре одинаковые проволоки длиной l каждая, соединённые шарнирно, образуют квадрат. Квадрат помещён в однородное магнитное

поле с индукцией B , перпендикулярное его плоскости. Противоположные вершины проволочного квадрата растягивают до тех пор, пока он не превращается в прямой проводник. Какой электрический заряд пройдёт при этом через амперметр, соединённый последовательно с одной из проволок? Сопротивление каждой проволоки R .

11.12.4. ЭДС индукции в движущихся проводниках

1. Проводник длиной 50 см движется в однородном магнитном поле со скоростью 4 м/с перпендикулярно силовым линиям. Найдите разность потенциалов, возникающую на концах проводника, если вектор магнитной индукции 8 мТл.
2. Проводник длиной 25 см движется в однородном магнитном поле со скоростью 5 м/с, направленной под углом 30° к линиям магнитной индукции. Найдите ЭДС индукции, возникающую в проводнике, если индукция магнитного поля 8 мТл.
3. Проводник длиной 20 см движется в однородном магнитном поле со скоростью 3 м/с перпендикулярно силовым линиям. Найдите величину индукции магнитного поля, если на концах проводника возникает разность потенциалов 0,06 В.
4. Самолёт летит горизонтально со скоростью 900 км/ч. Найдите разность потенциалов, возникающую между концами его крыльев, если вертикальная составляющая вектора индукции магнитного поля Земли 50 мкТл, а размах его крыльев 12 м.
5. Определите разность потенциалов, возникающую между концами крыльев самолёта Ту-104, размах крыльев которого 36,5 м. Самолёт летит горизонтально со скоростью 900 км/ч. Вертикальная составляющая вектора индукции магнитного поля Земли 50 мкТл.
6. Автомобиль движется по горизонтальной дороге со скоростью 120 км/ч. Определите разность потенциалов, возникающую на концах задней оси автомобиля, если её длина 1,8 м, а вертикальная составляющая вектора индукции магнитного поля Земли 50 мкТл.

11.12.5. Изменение угла между контуром и полем

1. Катушка, имеющая 100 витков и расположенная перпендикулярно магнитному полю с индукцией 6 Тл, поворачивается за 1 с на угол 90° . За это время в катушке наводится ЭДС со средним значением 0,6 В. Определите площадь поперечного сечения катушки.
2. Круговой контур диаметром 4 см помещён в однородное магнитное поле с индукцией 0,2 Тл. Плоскость контура перпендикулярна направлению магнитного поля, сопротивление контура 1 Ом. Какой заряд протечёт по контуру при повороте его на 90° ?

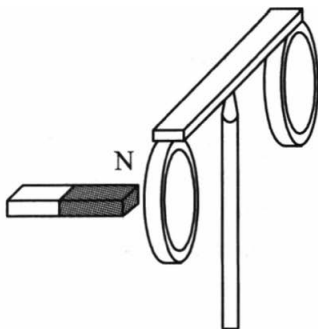
3. Круговой контур площадью $0,1 \text{ м}^2$ помещён в однородное магнитное поле индукцией $0,1 \text{ Тл}$. Плоскость контура перпендикулярна направлению магнитного поля, сопротивление контура 2 Ом . Какой заряд протечёт по контуру при повороте его на 120° ?
4. Проволочная рамка в виде прямоугольника поворачивается в однородном магнитном поле с индукцией $0,5 \text{ Тл}$ из положения, когда плоскость рамки составляет угол 30° с направлением поля, в положение, когда плоскость рамки параллельна линиям поля. Определите величину заряда, протекающего при этом через рамку. Сопротивление рамки 10 Ом , её размеры 10 и 20 см .

11.12.6. Вращение рамки в однородном магнитном поле

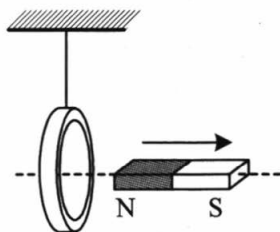
1. Угловая скорость вращения рамки в однородном магнитном поле 45 рад/с , а максимальный магнитный поток 2 Вб . Определите максимальное значение ЭДС индукции, возникающей в этой рамке.
2. Круглая рамка вращается в однородном магнитном поле вокруг оси, проходящей через её диаметр и перпендикулярной вектору индукции. Найдите максимальную величину ЭДС индукции, возникающей в рамке, если её площадь $0,2 \text{ м}^2$, угловая скорость вращения 50 рад/с , а индукция магнитного поля $0,1 \text{ Тл}$.
3. Максимальный магнитный поток, пронизывающий все витки катушки $0,2 \text{ Вб}$. Максимальное значение ЭДС в катушке 8 В . Определите угловую скорость вращения катушки.
4. Определите максимальный магнитный поток через рамку, вращающуюся в однородном магнитном поле с частотой 10 Гц . Максимальная ЭДС, возникающая в рамке, 3 В .
5. Круглая рамка имеет 100 витков и вращается в однородном магнитном поле с индукцией $0,4 \text{ Тл}$ вокруг оси, проходящей через её диаметр и перпендикулярной вектору индукции. Найдите угловую скорость вращения рамки, если максимальная величина ЭДС индукции 20 В , а площадь рамки $0,08 \text{ м}^2$.
6. Рамка площадью 10 см^2 имеет 500 витков и вращается в магнитном поле с индукцией $0,1 \text{ Тл}$ вокруг оси, лежащей в плоскости рамки и перпендикулярной линиям вектора магнитной индукции. Найдите максимальную ЭДС, если период вращения рамки $0,02 \text{ с}$.

11.13. Правило Ленца

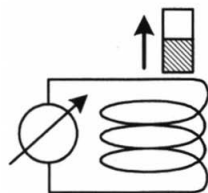
1. На рисунке запечатлён тот момент опыта по проверке правила Ленца, когда все предметы неподвижны. Северный полюс магнита находится вблизи сплошного алюминиевого кольца. Коромысло с алюминиевыми кольцами может свободно вращаться вокруг вертикальной опоры. Что произойдёт с кольцом, если магнит двигать в кольцо?



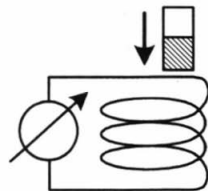
2. Постоянный магнит удаляют от замкнутого алюминиевого кольца, подвешенного на тонком длинном подвесе (см. рисунок). В каком направлении будет двигаться кольцо?



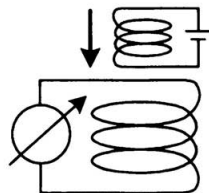
3. Катушка соединена с микроамперметром. Из неё вынимают постоянный магнит (северный полюс заштрихован). Определите направление индукционного тока, возникающего в катушке.



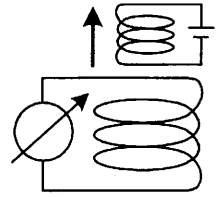
4. Катушка соединена с микроамперметром. К ней сверху приближают постоянный магнит (северный полюс заштрихован). Определите направление индукционного тока, возникающего в катушке.



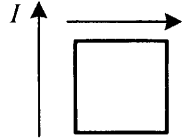
5. Катушка соединена с микроамперметром. Сверху к ней приближают электромагнит. Определите направление индукционного тока, возникающего в катушке.



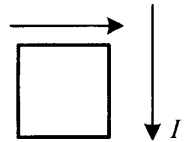
6. Катушка соединена с микроамперметром. От неё удаляют электромагнит. Определите направление индукционного тока, возникающего в катушке.



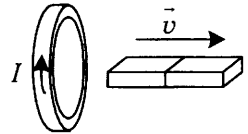
7. Магнитное поле создано прямолинейным проводником, по которому течёт ток, направленный вверх. От проводника удаляют замкнутый контур, имеющий форму квадрата (см. рисунок). Какое направление имеет индукционный ток в контуре?



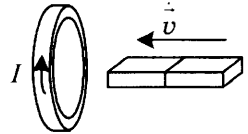
8. Магнитное поле создано прямолинейным проводником, по которому течёт ток, направленный вниз. К проводнику приближают замкнутый контур, имеющий форму квадрата (см. рисунок). Какое направление имеет индукционный ток в контуре?



9. Магнит выводят из кольца, в результате чего появляется ток, направление которого показано на рисунке. Какой полюс магнита ближе к кольцу?



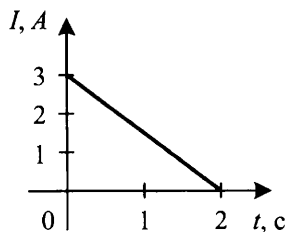
10. Магнит вводят в кольцо, в результате чего появляется ток, направление которого показано на рисунке. Какой полюс магнита ближе к кольцу?



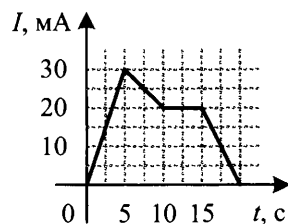
11.14. Самоиндукция. Индуктивность

1. Какой магнитный поток возникает в контуре индуктивностью $0,2 \text{ мГн}$ при силе тока 10 А ?
2. Какая ЭДС самоиндукции возбуждается в обмотке индуктивностью $0,4 \text{ Гн}$ при равномерном изменении силы тока в ней на 5 А за $0,02 \text{ с}$?
3. Определите индуктивность проводника, в котором равномерное изменение силы тока на 2 А в течение $0,25 \text{ с}$ возбуждает ЭДС самоиндукции 20 мВ .
4. В проводнике индуктивностью 5 мГн сила тока в течение $0,2 \text{ с}$ равномерно возрастает с 2 А до какого-то конечного значения. При этом в проводнике возбуждается ЭДС самоиндукции, равная $0,2 \text{ В}$. Определите конечное значение силы тока в проводнике.

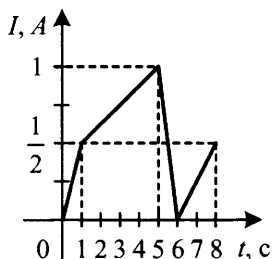
5. На рисунке представлен график изменения силы тока с течением времени в катушке индуктивностью $L = 6$ мГн. Определите значение ЭДС самоиндукции.



6. На рисунке приведён график зависимости силы тока от времени в электрической цепи, индуктивность которой 1 мГн. Определите модуль среднего значения ЭДС самоиндукции в интервале времени от 0 до 5 с и от 10 до 15 с.



7. На рисунке приведён график изменения силы тока в катушке индуктивности от времени. В какой интервал времени модуль ЭДС самоиндукции принимает наибольшее значение?



11.15. Энергия магнитного поля

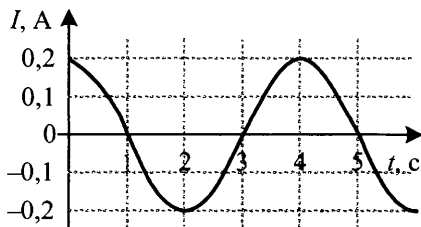
1. Определите энергию магнитного поля соленоида индуктивностью 0,5 Гн при силе тока 4 А.
2. Энергия магнитного поля в дросселе при силе тока 2 А равна 8 Дж. Какую индуктивность имеет дроссель?
3. Энергия магнитного поля катушки, индуктивность которой 3 Гн, равна 6 Дж. Определите силу тока в катушке.
4. Индуктивность катушки увеличили в 2 раза, а силу тока в ней уменьшили в 2 раза. Как изменилась энергия магнитного поля катушки?
5. Чему равна энергия магнитного поля соленоида, в котором при силе тока 10 А возникает магнитный поток 1 Вб?
6. Энергия магнитного поля соленоида при силе тока 0,4 А равна 0,1 Дж. Определите магнитный поток через соленоид при этом токе.
7. По катушке протекает ток, создающий магнитное поле, энергия которого 0,5 Дж. Магнитный поток через катушку равен 0,1 Вб. Определите силу тока.

8. Как изменился магнитный поток через катушку, если при увеличении силы тока в ней, энергия магнитного поля катушки увеличилась в 4 раза?
9. В катушке сила тока равномерно увеличивается со скоростью 2 А/с. При этом в ней возникает ЭДС самоиндукции 20 В. Какова энергия магнитного поля катушки при силе тока в ней 5 А?
10. Источник с ЭДС 9 В и внутренним сопротивлением 1 Ом замкнут на катушку с индуктивностью 0,1 Гн и активным сопротивлением 2 Ом. Определите энергию магнитного поля, локализованного в катушке.

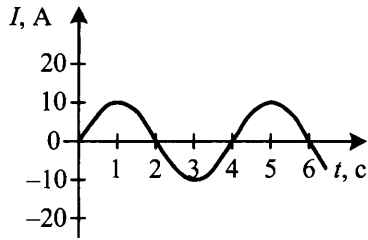
12. ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫЕ КОЛЕБАНИЯ И ВОЛНЫ

12.1. Уравнение и график колебательного процесса

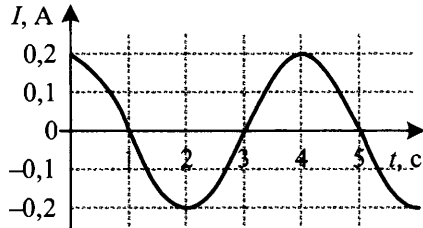
1. Колебания напряжения на конденсаторе в цепи переменного тока описываются уравнением $u = 50\cos(100\pi t)$, где все величины выражены в единицах СИ. Чему равна циклическая частота и амплитуда колебаний напряжения? Определите частоту и период колебаний напряжения.
2. Амплитудное значение заряда на конденсаторе равно 2 мкКл. Чему равно значение заряда на конденсаторе через $\frac{1}{6}$ часть периода колебаний после достижения этого значения? Колебания происходят по закону косинуса. Начальная фаза колебаний равна нулю.
3. Амплитудное значение заряда на конденсаторе равно 3 мкКл. Чему равно значение заряда на конденсаторе через $\frac{1}{12}$ часть периода колебаний после достижения этого значения? Колебания происходят по закону синуса. Начальная фаза колебаний равна нулю.
4. Колебания напряжения на конденсаторе в цепи переменного тока описываются уравнением $u = 50\cos(100\pi t)$, где все величины выражены в единицах СИ. Определите напряжение на конденсаторе через $\frac{T}{4}$ после начала колебаний.
5. Колебания напряжения на конденсаторе в цепи переменного тока описываются уравнением $u = 50\cos(100\pi t)$, где все величины выражены в единицах СИ. Определите напряжение на конденсаторе через $\frac{T}{6}$ после начала колебаний.
6. На рисунке показан график зависимости силы тока в металлическом проводнике от времени. Определите амплитуду колебаний тока.



7. На рисунке представлена зависимость силы тока в металлическом проводнике от времени. Определите период и частоту колебаний тока.

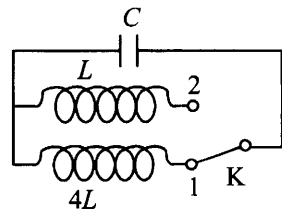


8. На рисунке показан график зависимости силы тока в металлическом проводнике от времени. Определите циклическую частоту колебаний тока.

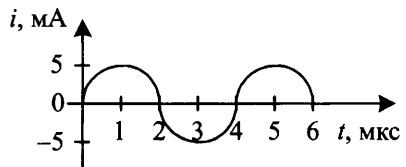


12.2. Колебательный контур

1. Заряженный конденсатор замыкают на катушку. Активное сопротивление проводов и катушки ничтожно мало. Какие изменения происходят с зарядом на положительно заряженной пластине конденсатора?
2. В колебательном контуре после разрядки конденсатора ток исчезает не сразу, а постепенно уменьшается, перезаряжая конденсатор. С каким явлением это связано?
3. Чему равен период колебаний в колебательном контуре, состоящем из конденсатора ёмкостью 4 мкФ и катушки индуктивности 1 Гн?
4. Колебательный контур состоит из конденсатора электроёмкостью C и катушки индуктивности L . Как изменится период электромагнитных колебаний в этом контуре, если электроёмкость конденсатора увеличить в 1,44 раза?
5. Как изменится частота собственных электромагнитных колебаний в контуре (см. рисунок), если ключ K перевести из положения 1 в положение 2?



6. На рисунке приведён график зависимости силы тока от времени в колебательном контуре при свободных колебаниях. Конденсатор в этом контуре заменили

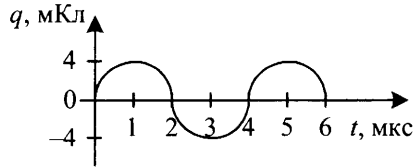


- на другой конденсатор, у которого электроёмкость в 4 раза меньше. Каким будет период колебаний контура?
7. Колебательный контур состоит из конденсатора электроёмкостью C и катушки индуктивностью L . Как изменится частота электромагнитных колебаний в этом контуре, если электроёмкость конденсатора увеличить в 3 раза, а индуктивность катушки уменьшить в 3 раза?
 8. Как изменится период колебаний контура, если его индуктивность увеличить в 10 раз, а ёмкость уменьшить в 2,5 раза?
 9. Колебательный контур состоит из конденсатора электроёмкостью C и катушки индуктивностью L . Как изменится частота электромагнитных колебаний в этом контуре, если электроёмкость конденсатора и индуктивность катушки увеличить в 1,5 раза?
 10. Как изменится период колебаний в колебательном контуре, если площадь каждой пластины конденсатора увеличить в 1,21 раза?
 11. Во сколько раз изменится собственная частота колебаний в колебательном контуре, если зазор между пластинами конденсатора увеличить в 4 раза?
 12. Во сколько раз изменится период колебаний в колебательном контуре, если пространство между пластинами воздушного конденсатора заполнить жидкостью, диэлектрическая проницаемость которой равна 9?
 13. Во сколько раз изменится собственная частота колебаний в колебательном контуре, если параллельно конденсатору подключить ещё три таких же конденсатора?
 14. Во сколько раз изменится частота колебаний в колебательном контуре, если последовательно конденсатору подключить ещё три таких же конденсатора?

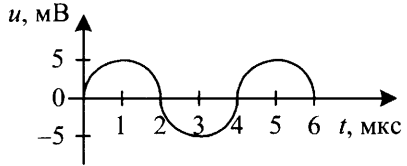
12.3. Сила тока в катушке, заряд и напряжение на конденсаторе

1. Заряд на пластинах конденсатора колебательного контура изменяется с течением времени в соответствии с уравнением $q = 0,01\cos(40\pi t)$. Запишите уравнение зависимости силы тока от времени.
2. Заряд на пластинах конденсатора колебательного контура изменяется с течением времени в соответствии с уравнением $q = 10^{-6}\sin(10^4\pi t)$. Определите амплитуду колебаний силы тока в контуре.
3. Изменения электрического тока в контуре происходят по закону $i = 0,01\cos(20\pi t)$. Чему равна частота колебаний заряда на конденсаторе контура?
4. Заряд на пластинах конденсатора колебательного контура изменяется с течением времени в соответствии с уравнением $q = 0,01\cos(40\pi t)$. Чему равен период колебаний напряжения?

5. На рисунке представлен график изменения заряда конденсатора в колебательном контуре с течением времени. Запишите закон изменения силы тока.



6. На рисунке представлен график изменения напряжения на пластинах конденсатора в колебательном контуре с течением времени. Определите амплитуду



заряда в контуре, если электроёмкость конденсатора 2 мкФ.

7. Колебания напряжения на конденсаторе в цепи переменного тока описываются уравнением: $u = 12\cos(100\pi t)$, где все величины выражены в СИ. Ёмкость конденсатора равна 3 мкФ. Определите заряд конденсатора через $\frac{T}{4}$ после начала колебаний.

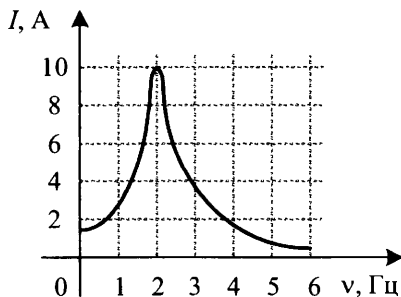
12.4. Свободные электромагнитные колебания. Закон сохранения энергии

1. В колебательном контуре, состоящем из конденсатора, катушки индуктивностью 0,01 Гн и ключа, после замыкания ключа возникают электромагнитные колебания, причём максимальная сила тока в катушке составляет 4 А. Чему равно максимальное значение электрического поля в конденсаторе в ходе колебаний?
2. В идеальном электрическом колебательном контуре ёмкость конденсатора 2 мкФ, а амплитуда напряжения на нём 10 В. Определите максимальное значение энергии магнитного поля катушки.
3. Колебательный контур содержит конденсатор ёмкостью 8 пФ и катушку, индуктивность которой 0,2 мГн. Чему равно максимальное напряжение на обкладках конденсатора, если максимальная сила тока 40 мА?
4. Колебательный контур состоит из катушки индуктивностью 0,1 Гн и конденсатора. Максимальный ток в катушке 0,01 А, максимальное напряжение на конденсаторе 10 В. Определите ёмкость конденсатора.
5. Колебательный контур содержит конденсатор ёмкостью 40 пФ и катушку, индуктивность которой 6 мкГн. Чему равен максимальный ток, протекающий по контуру, если максимальный заряд на конденсаторе равен 3 нКл?
6. Конденсатору с ёмкостью 10 нФ колебательного контура был сообщён заряд 0,1 мКл. Определите максимальную силу тока в контуре, если индуктивность катушки 4 Гн.

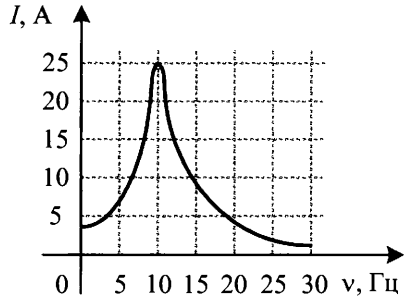
7. В электрическом колебательном контуре ёмкость конденсатора 2 мкФ , а максимальное напряжение на нём 5 В . Определите энергию магнитного поля катушки в тот момент времени, когда напряжение на конденсаторе равно 3 В .
8. Максимальный заряд конденсатора в колебательном контуре 6 мкКл . Индуктивность катушки 3 мГн , электроёмкость конденсатора 2 мкФ . В некоторый момент времени сила тока в колебательном контуре равна $0,024 \text{ А}$. Определите заряд на конденсаторе в этот момент времени.
9. В электрическом колебательном контуре амплитуда колебаний силы тока в катушке индуктивности 5 мА , а амплитуда напряжения на конденсаторе 2 В . Определите напряжение на конденсаторе в тот момент, когда сила тока будет равна 3 мА .
10. В идеальном колебательном контуре амплитуда силы тока в катушке индуктивности равна 10 мА , а амплитуда колебаний заряда конденсатора равна 5 нКл . В момент времени t заряд конденсатора 3 нКл . Найдите силу тока в катушке в этот момент.

12.5. Вынужденные электромагнитные колебания. Резонанс

1. Чем вынужденные электромагнитные колебания отличаются от свободных?
2. Почему свободные электромагнитные колебания со временем затухают?
3. При каком условии наблюдается резонанс в электрических цепях?
4. Какие изменения амплитуды тока происходят при резонансе?
5. Приведите примеры вредного проявления резонанса в электрических цепях.
6. Приведите примеры полезного использования резонанса в электрических цепях.
7. На рисунке представлен график зависимости амплитуды силы тока вынужденных колебаний от частоты ν вынуждающей ЭДС. При какой частоте происходит резонанс?



8. На рисунке представлен график зависимости амплитуды силы тока вынужденных колебаний от частоты ν вынуждающей ЭДС. Определите амплитуду колебаний при резонансе.



12.6. Переменный ток

- Амплитуда колебаний напряжения на участке цепи переменного тока равна 50 В. Чему равно действующее значение напряжения на этом участке цепи?
- Действующее значение силы тока в цепи переменного тока равно 5 А. Чему равна амплитуда колебаний силы тока в цепи?
- Сила тока через резистор меняется по закону $i = 36\sin(128t)$. Определите действующее значение силы тока в цепи.
- Колебания напряжения на конденсаторе в цепи переменного тока описываются уравнением $u = 60\sin(10^3t)$, где все величины выражены в единицах СИ. Ёмкость конденсатора 2 мкФ. Найдите амплитуду силы тока.
- Ёмкость конденсатора, включенного в цепь переменного тока, равна 6 мкФ. Уравнение колебаний напряжения на конденсаторе имеет вид: $u = 40\cos(1 \cdot 10^3t)$, где все величины выражены в СИ. Определите действующее значение силы тока.
- Напряжение на конденсаторе в цепи переменного тока меняется с циклической частотой $\omega = 4000\text{с}^{-1}$. Амплитуда колебаний напряжения и силы тока равны, соответственно, $U_m = 200$ В и $I_m = 4$ А. Найдите электроёмкость конденсатора.
- Индуктивность катушки равна 0,5 Гн. Уравнение колебаний силы тока в ней имеет вид: $i = 0,8\cos(12,5\pi t)$, где все величины выражены в СИ. Определите амплитуду напряжения на катушке.
- Напряжение на выходных клеммах генератора меняется по закону $u = 280\cos(100t)$. Определите действующее значение силы тока, если индуктивность катушки 0,25 Гн.

12.7. Производство, передача и потребление электрической энергии. Трансформатор

- Где используется электрическая энергия?
- Где в промышленных масштабах получают электрическую энергию и как её доставляют потребителю?

3. Какие бывают электростанции?
4. Какие преобразования энергии происходят на ГЭС и ТЭЦ?
5. Какие проблемы возникают при передаче электрической энергии?
6. Для чего около электростанций устанавливают повышающий напряжение трансформатор?
7. Какой трансформатор устанавливают около потребителей электрической энергии?
8. Трансформатор понижает напряжение с 240 до 120 В. Определите число витков во вторичной катушке трансформатора, если первичная катушка содержит 80 витков.
9. Трансформатор понижает напряжение в 5 раз. Определите число витков в первичной катушке трансформатора, если вторичная катушка содержит 80 витков.
10. В первичной обмотке трансформатора 800 витков, сила тока в ней 2 А. Сколько витков во вторичной обмотке, если сила тока в ней 5 А?
11. Трансформатор понижает напряжение в 20 раз. Во сколько раз действующее значение силы тока в первичной катушке отличается от действующего значения силы тока во вторичной?
12. Напряжение на концах первичной обмотки трансформатора 110 В, сила тока в ней 0,1 А. Напряжение на концах вторичной обмотки 220 В, сила тока в ней 0,04 А. Чему равен КПД трансформатора?
13. КПД трансформатора 95%. Напряжение на концах первичной обмотки 220 В, на концах вторичной 110 В. Сила тока во вторичной обмотке 9,5 А. Какова сила тока в первичной обмотке трансформатора?

12.8. Электромагнитные волны. Длина волны

1. Назовите учёного, который теоретически предсказал существование электромагнитных волн.
2. Какой учёный экспериментально обнаружил электромагнитные волны?
3. Что является источником электромагнитных волн?
4. При каком движении заряженная частица не излучает электромагнитную волну?
5. Чему равна длина электромагнитной волны, распространяющейся в воздухе, если период колебаний 0,01 мкс? Скорость распространения электромагнитных волн $c = 3 \cdot 10^8$ м/с.
6. Радиостанция работает на частоте 60 МГц. Найдите длину электромагнитных волн, излучаемых антенной радиостанции. Скорость распространения электромагнитных волн $c = 3 \cdot 10^8$ м/с.

7. На какую длину волны нужно настроить радиоприёмник, чтобы слушать радиостанцию «Наше радио», которая вещает на частоте 101,7 МГц? Скорость распространения электромагнитных волн $c = 3 \cdot 10^8$ м/с.
8. Длина электромагнитной волны в воздухе равна 0,6 мкм. Чему равна частота колебаний вектора напряжённости электрического поля этой волны? Скорость распространения электромагнитных волн $c = 3 \cdot 10^8$ м/с.
9. Электромагнитные волны распространяются в однородной среде со скоростью $2 \cdot 10^8$ м/с. Какую длину волны они имеют в этой среде, если в вакууме длина волны 300 м, а скорость распространения $c = 3 \cdot 10^8$ м/с? Учтите, что при переходе волн из одной среды в другую частота не изменяется.
10. Колебательный контур радиоприёмника настроен на радиостанцию, работающую на волне 100 м. Как нужно изменить ёмкость конденсатора колебательного контура, чтобы он был настроен на волну 25 м? Индуктивность катушки считать неизменной.
11. Контур радиоприёмника настроен на длину волны 15 м. Как нужно изменить индуктивность катушки колебательного контура приёмника, чтобы он был настроен на волну длиной 30 м при неизменной ёмкости конденсатора в контуре?
12. Резонанс в колебательном контуре наступает при частоте 3 МГц. На какую длину волны будет настроен контур, если индуктивность катушки увеличить в 2 раза, а ёмкость конденсатора оставить прежней? Активным сопротивлением пренебречь. Скорость распространения электромагнитных волн $c = 3 \cdot 10^8$ м/с.
13. Колебательный контур радиоприёмника содержит конденсатор, ёмкость которого 10 нФ. Какой должна быть индуктивность контура, чтобы обеспечить приём волны длиной 300 м? Скорость распространения электромагнитных волн $c = 3 \cdot 10^8$ м/с.
14. Определите ёмкость контура, индуктивность которого 1 мкГн, если он испускает электромагнитные волны 50 м. Скорость распространения электромагнитных волн $c = 3 \cdot 10^8$ м/с.
15. Колебательный контур состоит из воздушного конденсатора, площадь каждой пластины которого 100 см^2 и расстояние между ними 3 мм, и катушки индуктивностью 1 мкГн. Определите длину волны, при которой резонирует контур.
16. В наборе радиодеталей для изготовления простого колебательного контура имеются две катушки с индуктивностями $L_1 = 1$ мкГн и $L_2 = 2$ мкГн, а также два конденсатора, ёмкости которых $C_1 = 3$ пФ и $C_2 = 4$ пФ. При каком выборе двух элементов из этого набора длина волны, принимаемая радиоприёмником, будет наибольшей?

12.9. Различные виды электромагнитных излучений и их практическое применение

1. По какому принципу построена шкала электромагнитных волн?
2. Назовите диапазон электромагнитных волн с самой большой частотой.
3. Назовите диапазон электромагнитных волн с минимальной частотой.
4. Перечислите диапазоны электромагнитных волн в порядке возрастания частоты.
5. Что является источником радиоволн? Где они используются?
6. Что является источником инфракрасных волн? Где они используются?
7. У какого света больше длина волны — у красного или синего?
8. У какого света больше частота — у жёлтого или зелёного?
9. Земля удалена от Солнца на расстояние 150 млн км. Сколько времени идёт свет от Солнца к Земле? Скорость распространения электромагнитных волн $c = 3 \cdot 10^8$ м/с.
10. Что является источником ультрафиолетовых волн? Где они используются?
11. Какое излучение используется в медицине благодаря своей проникающей способности?
12. Какое излучение сопровождает ядерный взрыв?

13. ОПТИКА

13.1. Прямолинейное распространение света

1. При каком условии на экране появляется тень? полутень?
2. Предмет, освещённый маленькой лампочкой, отбрасывает тень на стену. Высота предмета 0,03 м, высота его тени 0,15 м. Во сколько раз расстояние от лампочки до предмета меньше, чем от лампочки до стены?
3. Маленькая лампочка освещает экран через непрозрачную перегородку с круглым отверстием радиусом 0,2 м. Расстояние от лампочки до экрана в 6 раз больше расстояния от лампочки до перегородки. Каков радиус освещённого пятна на экране?
4. Тень на экране от предмета, освещённого точечным источником света, имеет размеры в 3 раза больше, чем сам предмет. Расстояние от источника света до предмета равно 1 м. Определите расстояние от предмета до экрана.
5. Тень от столба в два раза длиннее его высоты. Под каким углом к горизонту в этот момент находится Солнце?
6. К потолку комнаты высотой 4 м прикреплена лампа накаливания. На высоте 3 м от пола параллельно ему расположен круглый непрозрачный диск диаметром 2 м. Центр лампы и центр диска лежат на одной вертикали. Каков диаметр тени на полу?
7. К потолку комнаты высотой 3 м прикреплена лампа накаливания. На высоте 2 м от пола параллельно ему расположен непрозрачный прямоугольник размерами 2×1 м. Центр лампы и центр прямоугольника лежат на одной вертикали. Определите длину диагонали прямоугольной тени на полу.
8. К потолку комнаты высотой 3 м прикреплена люминесцентная лампа длиной 2 м. На высоте 1,5 м от пола параллельно ему расположен круглый непрозрачный диск диаметром 2 м. Центр лампы и центр диска лежат на одной вертикали. Найдите максимальное расстояние между крайними точками полутени на полу.

13.2. Закон отражения света

1. Луч света падает на плоское зеркало. Угол отражения равен 17° . Определите угол между падающим и отражёнными лучами.
2. Луч света падает на плоское зеркало. Угол между падающим и отражёнными лучами равен 24° . Определите угол между отражённым лучом и зеркалом.

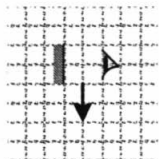
3. Луч света падает на плоское зеркало. Угол между падающим и отражённым лучами равен 36° . Определите угол между падающим лучом и зеркалом.
4. Луч света падает на плоское зеркало. Угол между падающим лучом и зеркалом равен 35° . Определите угол между падающим и отражённым лучами.
5. Луч света падает на плоское зеркало. Угол между падающим лучом и зеркалом уменьшили на 20° . Что произойдёт с углом между отражённым лучом и зеркалом?
6. Луч света падает на плоское зеркало. Угол падения уменьшили на 17° . Что произойдёт с углом между отражённым лучом и зеркалом?
7. Как изменится угол между падающим на плоское зеркало и отражённым лучами при увеличении угла падения на 13° ?
8. Угол между плоским зеркалом и падающим лучом увеличили на 6° . Что произойдёт при этом с углом между падающим и отражённым лучами?

13.3. Изображение предмета в плоском зеркале

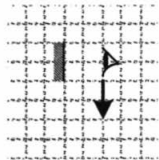
1. Человек находится на расстоянии 1,5 м от плоского зеркала. На каком расстоянии от зеркала находится его изображение?
2. Человек находится на расстоянии 2 м от плоского зеркала. На каком расстоянии от человека находится его изображение?
3. Человек, находившийся на расстоянии 3 м от плоского зеркала, удалился от него на 50 см. На сколько увеличилось расстояние между человеком и его изображением?
4. Во сколько раз увеличится расстояние между предметом и его изображением в плоском зеркале, если зеркало переместить в то место, где было изображение предмета? Предмет остался неподвижен.
5. На горизонтальном столе лежит книга. Под каким углом к поверхности стола нужно расположить зеркало, чтобы изображение книги в плоском зеркале находилось в вертикальной плоскости?
6. Под каким углом к горизонту следует расположить плоское зеркало, чтобы осветить дно вертикального колодца отражёнными от зеркала лучами, падающими под углом 30° к горизонту?
7. Сколько изображений получится от предмета в двух плоских зеркалах, поставленных под углом 60° друг к другу?
8. Человек стоит перед плоским зеркалом, укреплённым на вертикальной стене. Какова должна быть минимальная высота зеркала, чтобы человек мог видеть себя в полный рост? Рост человека 1,8 м.

9. Плоское зеркало движется по направлению к точечному источнику света со скоростью 10 см/с. С какой скоростью движется изображение? Направление скорости перпендикулярно плоскости зеркала.

10. Какая часть изображения стрелки в зеркале видна глазу?



11. На сколько клеток и в каком направлении по вертикали следует переместить глаз, чтобы изображение стрелки в зеркале было видно ему полностью?



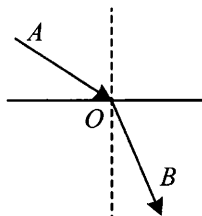
13.4. Закон преломления света

1. Луч света падает на границу двух прозрачных сред. Может ли угол падения быть равен углу преломления? Если да, то при каком условии?
2. При переходе луча света из одной среды в другую угол падения равен 30° , а угол преломления 60° . Определите относительные показатели преломления второй среды относительно первой и первой среды относительно второй.
3. Луч света падает на плоскопараллельную стеклянную пластину. На границе раздела воздух—стекло луч испытывает преломление и частичное отражение. Угол между преломлённым и отражённым лучами равен 105° . Определите угол падения, если угол преломления составляет 25° .
4. Луч света падает на плоскопараллельную стеклянную пластину. На границе раздела воздух—стекло луч испытывает преломление и частичное отражение. Угол между преломлённым и отражённым лучами равен 120° . Определите угол преломления, если угол падения составляет 35° .
5. Какие характеристики электромагнитной волны изменяются при переходе света из одной прозрачной среды в другую, а какие остаются без изменения?
6. Луч света переходит из воздуха в стекло. Сравните угол падения и угол преломления, скорости, длины волн, частоты. Абсолютный показатель преломления воздуха равен 1, а стекла 1,5.
7. Во сколько раз уменьшается скорость света при переходе луча из воздуха в алмаз? Абсолютный показатель преломления воздуха 1, а алмаза 2,42.

8. Во сколько раз увеличивается длина волны при переходе луча из воды в воздух? Абсолютный показатель преломления воды 1,33, а воздуха 1.
9. Оптическая плотность льда меньше плотности воды. В какой из этих сред свет распространяется с большей скоростью?
10. Определите скорость света в среде, если при переходе света из вакуума в данную среду при угле падения 60° угол преломления 45° . Скорость света в вакууме $3 \cdot 10^8$ м/с.
11. Угол падения луча на границу воздух—стекло равен 30° . Скорость света в стекле $2 \cdot 10^8$ м/с. Определите угол преломления. Скорость света в вакууме $3 \cdot 10^8$ м/с.
12. Угол падения луча на границу раздела двух сред равен 30° . Определите угол преломления луча, если скорость света в первой среде $2,5 \cdot 10^8$ м/с, а абсолютный показатель преломления второй среды 1,4. Скорость света в вакууме $3 \cdot 10^8$ м/с.
13. Монохроматическая электромагнитная волна оптического диапазона с частотой $5 \cdot 10^{14}$ Гц распространяется в пластинке, имеющей показатель преломления 1,6. Чему равна длина волны света в пластинке? Скорость света в вакууме $3 \cdot 10^8$ м/с.
14. Определите частоту электромагнитного излучения с длиной волны 2 мкм в среде с показателем преломления 1,5. Скорость света в вакууме $3 \cdot 10^8$ м/с.
15. Чему равен показатель преломления среды, если свет с частотой $5 \cdot 10^{14}$ Гц имеет в ней длину 0,4 мкм? Скорость света в вакууме $3 \cdot 10^8$ м/с.

13.5. Полное внутреннее отражение

1. Световой луч переходит из одной прозрачной среды в другую. На рисунке показана граница двух сред, падающий луч AO и преломлённый луч OB . Можно ли, увеличивая угол падения, наблюдать явление полного внутреннего отражения?



2. Абсолютный показатель преломления для воды 1,33, а для стекла 1,6. В каком направлении свет должен пересекать границу этих двух прозрачных сред, чтобы стало возможным явление полного отражения?
3. Абсолютный показатель преломления для воды 1,33, а для алмаза 2,42. В каком направлении свет должен пересекать границу этих двух прозрачных сред, чтобы стало невозможным явление полного отражения?

4. Показатели преломления относительно воздуха для воды, стекла и алмаза соответственно равны 1,33; 1,5; 2,42. В каком из этих веществ предельный угол полного внутреннего отражения при выходе в воздух имеет максимальное значение?
5. Показатели преломления относительно воздуха для воды, стекла и алмаза, соответственно, равны 1,33; 1,5; 2,42. В каком из этих веществ предельный угол полного внутреннего отражения при выходе в воздух имеет минимальное значение?
6. Синус предельного угла полного внутреннего отражения на границе стекло—воздух равен $\frac{8}{13}$. Определите, чему равен абсолютный показатель преломления стекла.
7. Синус предельного угла полного внутреннего отражения на границе стекло—воздух равен $\frac{8}{13}$. Какова скорость света в стекле? Скорость света в воздухе $c = 3 \cdot 10^8$ м/с.
8. Луч света выходит из скипидара в воздух. Предельный угол полного внутреннего отражения для этого луча 42° . Чему равна скорость распространения света в скипидаре? Скорость света в воздухе $3 \cdot 10^8$ м/с.
9. Определите предельный угол полного внутреннего отражения на границе жидкого азота и алмаза, если показатель преломления алмаза 2,42, а азота 1,21.
10. В некотором прозрачном веществе свет распространяется со скоростью, в 1,5 раза меньшей скорости света в вакууме. Чему будет равен предельный угол полного внутреннего отражения для поверхности раздела этого вещества с вакуумом?

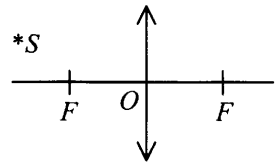
13.6. Линзы. Оптические приборы

1. Что такое линзы? Из чего они обычно изготовлены?
2. В каких оптических приборах используются линзы? Как эти приборы расширили возможности человеческого глаза?
3. Открытие каких оптических приборов послужило развитию астрономии и биологии?
4. Какими оптическими свойствами обладает двояковыпуклая линза в оптически менее плотной среде и в оптически более плотной среде?
5. Какими оптическими свойствами обладает двояковогнутая линза в оптически менее плотной среде и в оптически более плотной среде?
6. Двояковыпуклую стеклянную линзу поместили в жидкость, абсолютный показатель преломления которой равен показателю преломления стекла. На линзу направили пучок света, параллельный глав-

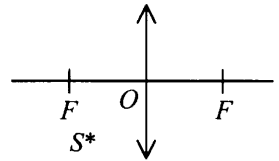
- ной оптической оси. Какие изменения произойдут с пучком света после прохождения линзы?
7. Двоковыпуклую стеклянную линзу поместили в жидкость, абсолютный показатель преломления которой меньше, чем у стекла. Какой будет линза в этой жидкости — собирающей или рассеивающей?
 8. Двоковогнутую стеклянную линзу поместили в жидкость, абсолютный показатель преломления которой больше показателя преломления стекла. Какой будет линза в этой жидкости — собирающей или рассеивающей?

13.7. Изображения светящихся точек и предметов в собирающей линзе

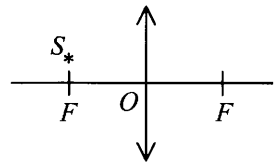
1. Постройте изображение светящейся точки, находящейся за фокусом собирающей линзы.



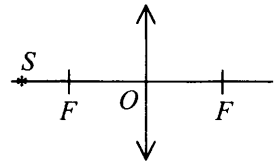
2. Постройте изображение светящейся точки, находящейся перед фокусом собирающей линзы.



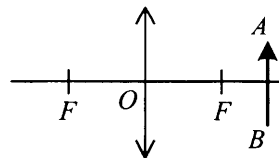
3. Постройте изображение светящейся точки, лежащей в фокальной плоскости собирающей линзы.



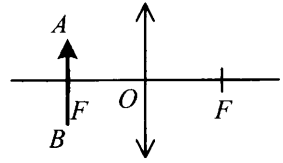
4. Постройте изображение светящейся точки, лежащей на главной оптической оси собирающей линзы.



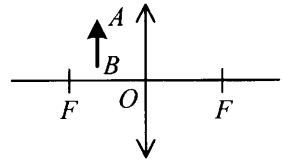
5. Постройте изображение предмета, полученное с помощью собирающей линзы. Предмет находится за фокусом. Каким получилось изображение?



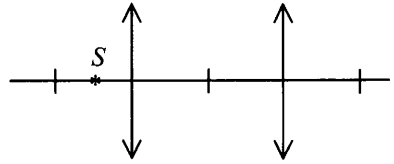
6. Постройте изображение предмета, полученное с помощью собирающей линзы. Предмет находится в фокальной плоскости. Каким получилось изображение?



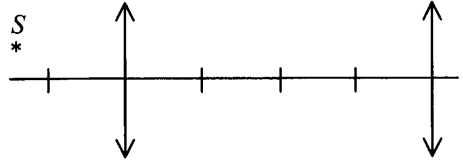
7. Постройте изображение предмета, полученное с помощью собирающей линзы. Предмет находится между линзой и фокусом. Каким получилось изображение?



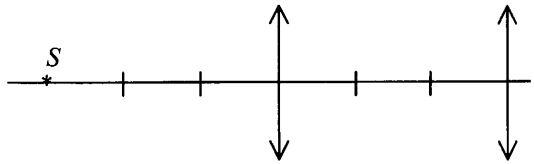
8. Постройте изображение светящейся точки после прохождения системы линз.



9. Постройте изображение светящейся точки после прохождения системы линз.

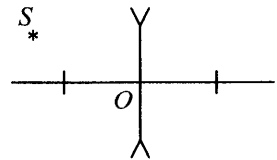


10. Постройте изображение светящейся точки после прохождения системы линз.

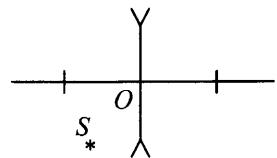


13.8. Изображения светящихся точек и предметов в рассеивающей линзе

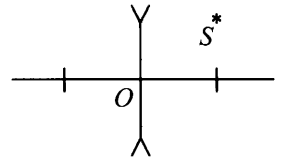
1. Постройте изображение светящейся точки, находящейся за фокусом рассеивающей линзы.



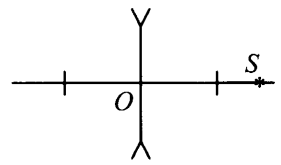
2. Постройте изображение светящейся точки, находящейся перед фокусом рассеивающей линзы.



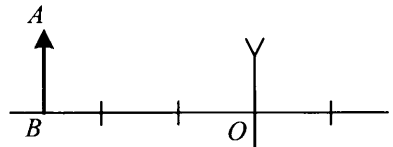
3. Постройте изображение светящейся точки, лежащей в фокальной плоскости рассеивающей линзы.



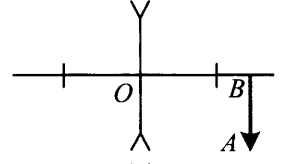
4. Постройте изображение светящейся точки, лежащей на главной оптической оси рассеивающей линзы.



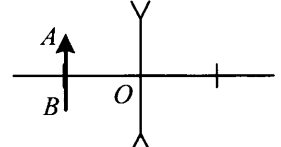
5. Постройте изображение предмета, который находится за двойным фокусом рассеивающей линзы. Каким получилось изображение?



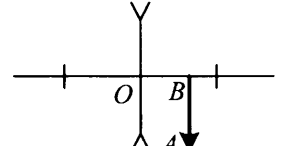
6. Постройте изображение предмета, который находится за фокусом рассеивающей линзы. Каким получилось изображение?



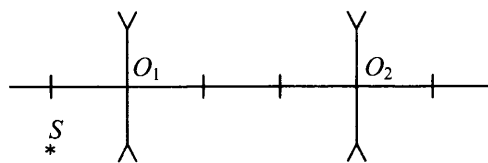
7. Постройте изображение предмета, который находится в фокальной плоскости рассеивающей линзы. Каким получилось изображение?



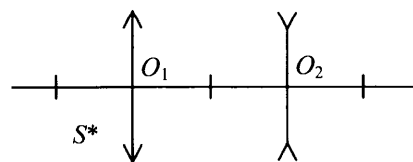
8. Постройте изображение предмета, которое находится между фокусом и рассеивающей линзой. Каким получилось изображение?



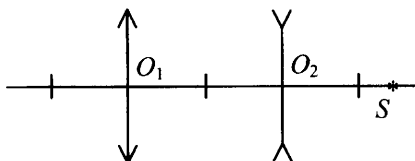
9. Постройте изображение светящейся точки после прохождения системы рассеивающих линз.



10. Постройте изображение светящейся точки после прохождения системы линз.

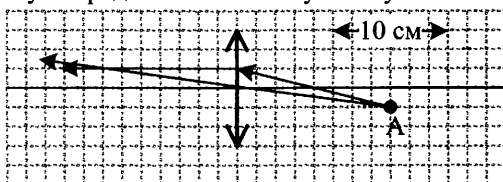


11. Постройте изображение светящейся точки после прохождения системы линз.

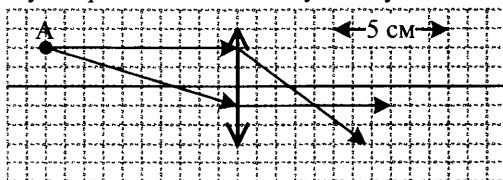


13.9. Оптическая сила линзы

1. В каких единицах измеряется оптическая сила линзы? фокусное расстояние?
2. Одна линза имеет оптическую силу 3 дптр, а другая (-3) дптр. Что общего и чем отличаются эти линзы?
3. Определите оптическую силу рассеивающей линзы, фокусное расстояние которой 50 см.
4. Человек носит очки, фокусное расстояние которых равно 40 см. Определите оптическую силу линз этих очков.
5. Человек носит очки, оптическая сила которых (-2) дптр. Определите фокусное расстояние линзы.
6. При проведении эксперимента ученик использовал две линзы. Фокусное расстояние первой линзы 50 см, фокусное расстояние второй линзы 100 см. Во сколько раз отличаются оптические силы этих линз?
7. На рисунке показан ход лучей от точечного источника света А через тонкую линзу. Определите оптическую силу линзы.



8. На рисунке показан ход лучей от точечного источника света А через тонкую линзу. Определите оптическую силу линзы.



13.10. Формула тонкой линзы

13.10.1. Действительное изображение в собирающей линзе

1. Предмет находится на расстоянии 10 см от линзы, а экран, на котором получено чёткое изображение предмета, удалён от линзы на расстоянии 40 см. Определите фокусное расстояние линзы.

2. Предмет находится на расстоянии 20 см от собирающей линзы с фокусным расстоянием 15 см. Найдите расстояние от изображения до линзы.
3. Расстояние между предметом и экраном равно 80 см. На каком расстоянии от предмета нужно расположить линзу с фокусным расстоянием 20 см, чтобы получить чёткое изображение на экране?
4. Расстояние от предмета до экрана 90 см. На каком расстоянии от предмета следует расположить линзу, оптическая сила которой 5 дптр, чтобы на экране получилось чёткое изображение предмета?
5. Предмет находится на расстоянии 20 см от собирающей линзы, фокусное расстояние которой 10 см. После того как заменили линзу, изображение переместилось дальше от линзы на 2 см. Каково фокусное расстояние второй линзы?
6. Объективом проекционного прибора служит тонкая линза с фокусным расстоянием 10 см. Изображение предмета получено на расстоянии 30 см от объектива. На какое расстояние переместится изображение, если предмет отодвинуть ещё на 20 см от объектива?

13.10.2. Мнимое изображение в собирающей линзе

1. Мнимое изображение предмета находится на расстоянии 0,8 м от собирающей линзы с фокусным расстоянием 0,2 м. На каком расстоянии от линзы находится предмет?
2. Мнимое изображение предмета находится на расстоянии 1,3 м от собирающей линзы с фокусным расстоянием 0,4 м. На каком расстоянии от линзы находится предмет?
3. На каком расстоянии от двояковыпуклой линзы с фокусным расстоянием 0,42 м расположен предмет, если мнимое изображение получилось от неё на расстоянии 0,56 м?
4. Предмет расположен на расстоянии 40 см от линзы с оптической силой 2 дптр. Определите расстояние от линзы до изображения.
5. На каком расстоянии от двояковыпуклой линзы с оптической силой 2,5 дптр надо поместить предмет, чтобы его мнимое изображение получилось на расстоянии 2 м от линзы?
6. Собирающая линза с фокусным расстоянием 10 см формирует мнимое изображение на расстоянии 15 см от линзы. На каком расстоянии от этого изображения находится предмет?
7. Предмет расположен на расстоянии 40 см от линзы с оптической силой 2 дптр. Определите расстояние от предмета до его изображения.

13.10.3. Рассеивающая линза

1. Главное фокусное расстояние рассеивающей линзы равно 12 см. Изображение предмета находится на расстоянии 9 см от линзы. Чему равно расстояние от предмета до линзы?

2. Мнимое изображение предмета в рассеивающей линзе находится от неё на расстоянии в 2 раза меньшем, чем расстояние от линзы до предмета. Найдите расстояние от линзы до изображения, если фокусное расстояние линзы равно 50 см.
3. Расстояние от изображения до рассеивающей линзы составляет 0,75 от фокусного расстояния. Во сколько раз расстояние от предмета до линзы больше фокусного?
4. Главное фокусное расстояние рассеивающей линзы равно 18 см. Изображение предмета находится на расстоянии 6 см от линзы. Чему равно расстояние от предмета до его изображения?
5. Расстояние от предмета до рассеивающей линзы с фокусным расстоянием 4 см равно 12 см. Найдите расстояние от изображения до предмета.
6. Действительное изображение предмета, полученное с помощью собирающей линзы, находится от неё на расстоянии 8 см. Если собирающую линзу заменить рассеивающей с таким же фокусным расстоянием, мнимое изображение этого предмета будет отстоять от линзы на 2 см. Найдите абсолютное значение фокусного расстояния линз.

13.11. Увеличение линзы

1. На каком расстоянии от собирающей линзы с фокусным расстоянием 60 см нужно поместить предмет, чтобы получить действительное изображение, увеличенное в 2 раза?
2. Определите фокусное расстояние тонкой собирающей линзы, если предмет, расположенный на расстоянии 2 м от центра линзы, она увеличивает в 3 раза.
3. Определите увеличение, даваемое линзой, фокусное расстояние которой равно 0,13 м, если предмет отстоит от неё на 15 см.
4. На экране с помощью тонкой линзы с фокусным расстоянием 40 см получено чёткое изображение предмета с пятикратным увеличением. На каком расстоянии от линзы находится предмет?
5. На экране с помощью тонкой линзы с фокусным расстоянием 40 см получено чёткое изображение предмета, находящегося на главной оптической оси. Экран с изображением предмета находится от линзы на расстоянии, равном 50 см. Определите линейное увеличение оптической системы.
6. На каком расстоянии от линзы с фокусным расстоянием 30 см находится экран, если на нём получилось увеличенное в 4 раза изображение?
7. На экране с помощью тонкой линзы с фокусным расстоянием $F = 48$ см получено чёткое изображение предмета, находящегося на

- главной оптической оси на расстоянии, равном $1,5 F$ от линзы. Определите линейное увеличение оптической системы.
- Найдите оптическую силу объектива проекционного аппарата, если он даёт двадцатикратное увеличение, когда слайд находится от него на расстоянии 21 см.
 - Расстояние от линзы до изображения больше расстояния от предмета до линзы на 0,5 м. Увеличение линзы 3. Найдите расстояние от предмета до линзы.
 - Расстояние от собирающей линзы до изображения больше расстояния от предмета до линзы на 0,5 м. Увеличение линзы 3. Определите фокусное расстояние линзы.
 - Расстояние от предмета до собирающей линзы меньше расстояния от линзы до изображения на 0,3 м. Увеличение линзы 2. Определите оптическую силу линзы.
 - Расстояние от предмета до экрана, где получается чёткое изображение предмета, 2,5 м. Величина изображения в 3 раза больше величины предмета. Определите расстояние от собирающей линзы до экрана.
 - Расстояние между предметом и его увеличенным в 3 раза действительным изображением равно 80 см. Найдите фокусное расстояние линзы.
 - Расстояние от предмета до экрана, где получается чёткое изображение предмета, 4 м. Изображение в 3 раза больше самого предмета. Найдите фокусное расстояние линзы.
 - С помощью собирающей линзы получено увеличенное в 5 раз изображение предмета. Расстояние от предмета до экрана 3 м. Определите оптическую силу линзы.
 - Расстояние от предмета до его изображения, полученное с помощью собирающей линзы, 280 см. Коэффициент увеличения линзы равен 3. Найдите оптическую силу линзы.
 - Высота изображения человека ростом 160 см на фотоплёнке 2 см. Найдите оптическую силу объектива фотоаппарата, если человек сфотографирован с расстояния 9 м.
 - Предмет, расположенный на расстоянии 125 см от тонкой собирающей линзы перпендикулярно к её главной оптической оси, даёт на экране изображение высотой 25 мм. Найдите высоту предмета, если оптическая сила линзы 4 дптр.
 - На каком расстоянии от двояковыпуклой линзы с фокусным расстоянием 42 см расположен предмет, если его мнимое изображение получилось на расстоянии 56 см от неё? Определите коэффициент увеличения линзы.

13.12. Волновые свойства света

1. Благодаря какому оптическому явлению после дождя можно наблюдать радугу?
2. Какое оптическое явление объясняет радужную окраску крыльев стрекозы?
3. Какое оптическое явление объясняет радужную окраску мыльных пузырей?
4. Какое оптическое явление объясняет появление цветных радужных пятен на поверхности воды, покрытой тонкой бензиновой плёнкой?
5. Какое явление доказывает, что свет — это поперечная электромагнитная волна?

13.13. Дифракционная решётка

1. Определите постоянную дифракционной решётки, если при её освещении светом длиной 656 нм второй спектральный максимум виден под углом $\varphi = 15^\circ$. Примите, что $\sin 15^\circ = 0,25$.
2. Дифракционная решётка имеет 150 штрихов на 1 мм. Найдите длину волны монохроматического света, падающего на решётку, если первый максимум наблюдается под углом, синус которого 0,06.
3. На дифракционную решётку, имеющую 100 штрихов на 1 мм, нормально падает свет с длиной волны 700 нм. Определите синус угла, под которым наблюдается максимум третьего порядка.
4. Найдите наибольший порядок спектра для жёлтой линии натрия ($\lambda = 589$ нм), если период решётки равен 2 мкм.
5. На дифракционную решётку, имеющую 500 штрихов на миллиметр, падает плоская монохроматическая волна. Длина волны 750 нм. Определите наибольший порядок спектра, который можно наблюдать при нормальном падении лучей на решётку.
6. Какое число штрихов на 1 мм имеет дифракционная решётка, если зелёная линия ($\lambda = 550$ нм) в спектре первого порядка наблюдается под углом $\varphi = 19^\circ$. Считать, что $\sin 19^\circ = 0,33$.
7. Определите длину волны для линии в дифракционном спектре третьего порядка, совпадающей с линией спектра четвёртого порядка с длиной волны 480 нм.
8. При помощи дифракционной решётки с периодом 0,02 мм получено первое дифракционное изображение на расстоянии 3,6 см от центрального и на расстоянии 1,8 м от решётки. Найдите длину световой волны. Считайте, что при малых углах $\sin \alpha \approx \operatorname{tg} \alpha$.
9. Для определения длины световой волны использовали дифракционную решётку с периодом 0,01 мм. На экране второй максимум получили на

расстоянии 12 см от центрального. Экран отстоит от решётки на 2 м. Чему равна длина волны? Считайте, что при малых углах $\sin\alpha \approx \text{tg}\alpha$.

10. Дифракционная решётка с периодом 10^{-5} м расположена параллельно экрану на расстоянии 1,8 м от него. Какого порядка максимум в спектре будет наблюдаться на экране на расстоянии 21 см от центра дифракционной картины при освещении решётки нормально падающим параллельным пучком света с длиной волны 580 нм? Считайте, что при малых углах $\sin\alpha \approx \text{tg}\alpha$.

13.14. Дисперсия света

1. Кто из учёных открыл явление дисперсии? В каком году это было?
2. Лучи какого цвета больше всего преломляются треугольной стеклянной призмой?
3. Лучи какого цвета распространяются в стекле с максимальной скоростью?
4. Забор покрасили зелёной краской. Лучи какого цвета теперь отражает забор?
5. Раму покрасили в белый цвет. Лучи какого цвета теперь отражает рама?

13.15. Основы специальной теории относительности

13.15.1. Принцип относительности Эйнштейна.

Инвариантность скорости света

1. Чем теория относительности А. Эйнштейна отличалась от теории относительности Г. Галилея?
2. Можно ли применять классическое правило сложения скоростей для частиц, летящих со скоростями близкими к скорости света?
3. Как изменяются линейные размеры и масса объектов при их движении с релятивистскими скоростями?
4. Уменьшается или увеличивается время жизни космических частиц, подлетающих к Земле со скоростями близкими к скорости света?

13.15.2. Формулы специальной теории относительности

1. Найдите энергию покоя пылинки массой 1 мг.
2. В результате аннигиляции электрона массой m и позитрона массой m образуется квант электромагнитного излучения. Какова максимальная энергия этого кванта?
3. При проведении опытов учёные обнаружили явление образования пар «электрон и позитрон». Чему равна минимальная суммарная энергия пар? Энергия покоя электрона равна 0,5 МэВ.

4. Звезда каждую секунду испускает излучение с полной энергией около $9 \cdot 10^{26}$ Дж. Определите ежесекундное изменение массы звезды.
5. Ядро атома испустило γ -квант с энергией $27 \cdot 10^{-14}$ Дж. На сколько уменьшилась масса ядра?
6. Мимо неподвижного наблюдателя движется стержень со скоростью $0,6c$. Наблюдатель регистрирует длину стержня 2 м. Какова длина стержня в системе координат, относительно которой стержень покоится?
7. Во сколько раз уменьшается продольный размер тела при движении со скоростью $0,6c$?
8. Какую скорость должно иметь движущееся тело, чтобы его продольные размеры уменьшились в 2 раза?
9. Куб, ребро которого 1 м, движется по отношению к земному наблюдателю со скоростью $0,75c$. Вектор скорости перпендикулярен двум противоположащим граням куба. Определите объём куба относительно земного наблюдателя.
10. С какой скоростью должно двигаться тело, чтобы для неподвижного наблюдателя его масса покоя была равна 3 кг, а релятивистская 5 кг?
11. При какой скорости электрона его релятивистская масса больше массы покоя в 2 раза?
12. Во сколько раз увеличивается масса частицы, которая движется со скоростью $0,8c$?
13. С какой скоростью должен двигаться электрон, чтобы его масса увеличилась на 200%?
14. Время жизни нестабильного мюона, входящего в состав космических лучей, измеренное земным наблюдателем, относительно которого мюон двигался со скоростью, составляющей 95% скорости света в вакууме, оказалось равным 6,4 мкс. Определите время жизни мюона, покоящегося относительно наблюдателя?
15. Во сколько раз увеличивается время жизни нестабильной частицы, если она движется со скоростью, составляющей 99% скорости света?

14. КВАНТОВАЯ ФИЗИКА

14.1. Гипотеза М. Планка о квантах

1. Как называется минимальное количество энергии, которое может излучать и поглощать система?
2. Кто впервые вводит в науку понятие «квант энергии»?
3. Объяснение, какой экспериментальной зависимости способствовало зарождению квантовой физики?
4. Какого цвета мы видим абсолютно чёрное тело?

14.2. Фотоэффект. опыты А. Г. Столетова

1. Что такое фотоэффект?
2. Незаряженный, изолированный от других тел металлический шар освещается ультрафиолетовым светом. Заряд какого знака будет иметь этот шар в результате фотоэффекта?
3. От чего зависит сила тока насыщения?
4. От чего не зависит сила тока насыщения?
5. Как изменяется максимальная кинетическая энергия фотоэлектронов при увеличении частоты падающего света?
6. От чего не зависит максимальная кинетическая энергия фотоэлектронов?
7. Металлическую пластину освещали монохроматическим светом одинаковой интенсивности: сначала красным, потом зелёным и затем синим. В каком случае максимальная кинетическая энергия вылетающих фотоэлектронов была наибольшей?
8. Чем определяется красная граница фотоэффекта?

14.3. Уравнение Эйнштейна для фотоэффекта

1. Энергия фотона, соответствующая красной границе фотоэффекта, для калия $7,2 \cdot 10^{-19}$ Дж. Определите максимальную кинетическую энергию фотоэлектронов, если на металл падает свет, энергия фотонов которого равна 10^{-18} Дж.
2. Работа выхода для материала пластины равна 4 эВ. Пластина освещается монохроматическим светом. Какова энергия фотонов падающего света, если максимальная кинетическая энергия фотоэлектронов равна 2,5 эВ?
3. На пластину из никеля попадает электромагнитное излучение, энергия фотонов которого равна 8 эВ. При этом в результате фотоэффекта из пластины вылетают электроны с максимальной энергией 3 эВ. Какова работа выхода электронов из никеля?

4. Поток фотонов с энергией 12 эВ выбивает из металла фотоэлектроны, максимальная кинетическая энергия которых в 2 раза меньше работы выхода. Определите работу выхода для данного металла.
5. Работа выхода электрона из металла $A_{\text{вых}} = 3 \cdot 10^{-19}$ Дж. Найдите максимальную длину волны излучения, которым могут выбиваться электроны.
6. Определите работу выхода электрона из металла, если красная граница фотоэффекта равна 0,255 мкм.
7. Определите длину волны света, которым освещается поверхность металла, если фотоэлектроны имеют максимальную кинетическую энергию $6 \cdot 10^{-20}$ Дж, а работа выхода из металла $6 \cdot 10^{-19}$ Дж.
8. Для некоторого металла красной границей фотоэффекта является свет с частотой $4,3 \cdot 10^{14}$ Гц. Определите кинетическую энергию, которую приобретут электроны под действием излучения с длиной волны $1,9 \cdot 10^{-7}$ м.
9. Найдите длину волны света, которым освещается поверхность металла, если фотоэлектроны имеют кинетическую энергию $4,5 \cdot 10^{-20}$ Дж, а работа выхода электрона из металла $7,5 \cdot 10^{-19}$ Дж.
10. Определите красную границу ($\lambda_{\text{кр}}$) фотоэффекта для металла, если при облучении его светом с длиной волны 450 нм максимальная кинетическая энергия электронов равна $3,5 \cdot 10^{-19}$ Дж.
11. При освещении катода вакуумного фотоэлемента светом с длиной волны 300 нм фототок в цепи прекращается при задерживающей разности потенциалов 2 В. Определите работу выхода материала катода. Заряд электрона $1,6 \cdot 10^{-19}$ Кл.
12. На металлическую пластинку падает свет с длиной волны $4,125 \cdot 10^{-7}$ м. Фототок прекращается при задерживающей разности потенциалов 1 В. Определите работу выхода электрона из металла. Заряд электрона $1,6 \cdot 10^{-19}$ Кл.
13. Красная граница фотоэффекта для некоторого металла соответствует длине волны 660 нм. Чему равно напряжение, полностью задерживающее фотоэлектроны, вырывающиеся из этого металла излучением с длиной волны $1,8 \cdot 10^{-5}$ см? Заряд электрона $1,6 \cdot 10^{-19}$ Кл.
14. Найдите значение задерживающего потенциала для фотоэлектронов, испускаемых при освещении калия светом, длина волны которого 330 нм. Работа выхода электронов из калия равна 2,2 эВ. Заряд электрона $1,6 \cdot 10^{-19}$ Кл, а $1 \text{ эВ} = 1,6 \cdot 10^{-19}$ Дж.
15. До какого максимального потенциала зарядится цинковая пластина, если она будет облучаться монохроматическим светом длиной волны $3,24 \cdot 10^{-7}$ м? Работа выхода электрона из цинка равна $5,98 \cdot 10^{-19}$ Дж. Заряд электрона $1,6 \cdot 10^{-19}$ Кл.

16. Найдите максимальную скорость фотоэлектронов при освещении металла с работой выхода 4 эВ ультрафиолетовым излучением с частотой $1,2 \cdot 10^{15}$ Гц. Масса электрона $9,1 \cdot 10^{-31}$ кг, а $1 \text{ эВ} = 1,6 \cdot 10^{-19}$ Дж.
17. Работа выхода электронов для некоторого металла 3,375 эВ. Найдите скорость электронов, вылетающих с поверхности металла, при освещении его светом с частотой $1,5 \cdot 10^{15}$ Гц. Масса электрона $9,1 \cdot 10^{-31}$ кг, а $1 \text{ эВ} = 1,6 \cdot 10^{-19}$ Дж.
18. Какова максимальная скорость фотоэлектронов, вылетающих с поверхности цезия под действием света с частотой $\nu = 6 \cdot 10^{14}$ Гц, если красная граница фотоэффекта для цезия соответствует $\lambda_{\text{кр}} = 620$ нм? Масса электрона $9,1 \cdot 10^{-31}$ кг.
19. Красная граница фотоэффекта для цезия 660 нм. Найдите скорость фотоэлектронов, выбитых при облучении цезия светом с длиной волны 400 нм. Масса электрона $9,1 \cdot 10^{-31}$ кг.
20. Поверхность золотой пластины освещают ультрафиолетовым излучением с длиной волны 270 нм. Красная граница фотоэффекта составляет 285 нм. Какова максимальная скорость выбиваемых электронов? Масса электрона $9,1 \cdot 10^{-31}$ кг.
21. Найдите работу выхода электрона с поверхности некоторого материала, если при его облучении жёлтым светом длиной волны 590 нм скорость выбитых электронов равна $3 \cdot 10^5$ м/с. Масса электрона $9,1 \cdot 10^{-31}$ кг.
22. При падении на фотокатод света с частотой $4 \cdot 10^{15}$ Гц максимально возможная скорость фотоэлектронов $2 \cdot 10^6$ м/с. Определите частоту, соответствующую красной границе фотоэффекта.
23. Для некоторого металла частота, соответствующая красной границе фотоэффекта, в 1,2 раза меньше частоты падающего излучения. Определите работу выхода для данного металла, если максимальная скорость фотоэлектронов равна 600 км/с, их масса $9,1 \cdot 10^{-31}$ кг.

14.4. Световые кванты (фотоны)

1. Какой заряд имеет свет с частотой $4 \cdot 10^{15}$ Гц?
2. Какой энергией обладает свет с частотой $5,1 \cdot 10^{14}$ Гц?
3. Какова энергия фотона, соответствующая световой волне, длина которой $\lambda = 6$ мкм?
4. Какова длина волны фотона, энергия которого равна средней кинетической энергии молекулы идеального одноатомного газа при температуре 3000 К?
5. Длина волны рентгеновского излучения равна 10^{-10} м. Во сколько раз энергия одного фотона этого излучения превосходит энергию фотона видимого света длиной волны $4 \cdot 10^{-7}$ м?

6. Во сколько раз энергия фотона с частотой $9 \cdot 10^{21}$ Гц больше энергии фотона с длиной волны излучения $4 \cdot 10^{-10}$ м?
7. Определите импульс фотона, обладающего энергией $4,2 \cdot 10^{-19}$ Дж.
8. Энергия первого фотона в 2 раза больше второго. Во сколько раз отличаются импульсы этих фотонов?
9. Определите длину волны излучения, если импульс фотона 10^{-27} кг · м/с.
10. Два источника света излучают волны, длины которых $\lambda_1 = 3,75 \cdot 10^{-7}$ м и $\lambda_2 = 7,5 \cdot 10^{-7}$ м. Чему равно отношение импульсов $\frac{P_1}{P_2}$ фотонов, излучаемых первым и вторым источниками?
11. Один лазер излучает монохроматический свет с длиной волны $\lambda_1 = 300$ нм, другой — с длиной волны $\lambda_2 = 700$ нм. Чему равно отношение импульсов $\frac{P_1}{P_2}$ фотонов, излучаемых лазерами?
12. С какой скоростью должен двигаться электрон, чтобы его импульс был равен импульсу фотона с длиной волны $5,2 \cdot 10^{-7}$ м? Масса электрона $9,1 \cdot 10^{-31}$ кг.
13. Определите ускоряющую разность потенциалов, которую должен пройти электрон, чтобы его энергия была равна энергии фотона, которому соответствует длина волны 1,24 пм. Заряда $1,6 \cdot 10^{-19}$ Кл.
14. Детектор полностью поглощает падающий на него свет частотой $\nu = 6 \cdot 10^{14}$ Гц. За время $t = 5$ с на детектор падает $N = 3 \cdot 10^5$ фотонов. Какова поглощаемая детектором мощность?
15. Сколько квантов содержится в 3 Дж излучения с длиной волны 0,5 мкм?
16. Ртутная лампа имеет мощность 125 Вт. Сколько квантов света испускается каждую секунду при излучении с длиной волны $5,79 \cdot 10^{-7}$ м?
17. Источник света мощностью 100 Вт испускает $5 \cdot 10^{20}$ фотонов за 1 с. Найдите среднюю длину волны излучения.

14.5. Гипотеза де Бройля о волновых свойствах частиц

1. Какое явление можно считать экспериментальным доказательством того, что электроны обладают волновыми свойствами?
2. Электрон и протон движутся с одинаковыми скоростями. У какой из этих частиц большая длина волны де Бройля?
3. Как изменяется длина волны де Бройля при увеличении скорости электрона в 3 раза?
4. Что произойдёт с длиной волны де Бройля, если и массу, и скорость частицы увеличить в 2 раза?

5. Чему равна длина волны де Бройля для частицы, обладающей импульсом $100 \text{ кг} \cdot \text{м/с}$?

14.6. Планетарная модель атома

1. «Атом представляет собой шар, по всему объёму которого равномерно распределён положительный заряд. Внутри этого шара находятся электроны. Каждый электрон может совершать колебательные движения. Положительный заряд шара равен по модулю суммарному отрицательному заряду электронов, поэтому электрический заряд атома в целом равен нулю». Кто из учёных предложил такую модель строения атома?
2. «В центре атома находится маленькое массивное положительное ядро, а на огромном расстоянии от него находятся маленькие лёгкие электроны, определяющие размер атома». Кто из учёных предложил такую модель строения атома?
3. В опыте Резерфорда большая часть α -частиц свободно проходит сквозь фольгу, практически не отклоняясь от прямолинейных траекторий. Как можно объяснить этот факт?
4. В опытах Резерфорда по рассеянию α -частиц при их прохождении через золотую фольгу было обнаружено, что только одна из нескольких тысяч частиц отклоняется на углы, большие 90° . Какое объяснение дал Резерфорд этому экспериментальному факту?

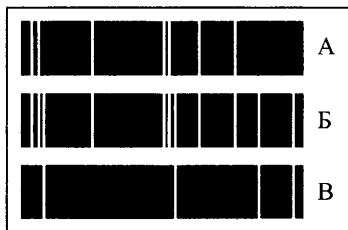
14.7. Квантовые постулаты Бора

1. Какова энергия фотона, излучаемого при переходе атома из возбуждённого состояния с энергией E_1 в основное с энергией E_0 ?
2. Какова энергия фотона, поглощаемого при переходе атома из основного состояния с энергией E_0 в возбуждённое с энергией E_1 ?
3. По какой формуле вычисляется частота фотона, излучаемого при переходе атома из возбуждённого состояния с энергией E_1 в основное с энергией E_0 ?
4. По какой формуле вычисляется длина волны фотона, поглощённого атомом при переходе атома из основного состояния с энергией E_0 в возбуждённое с энергией E_1 ?
5. Как изменился заряд атома при испускании фотона с энергией 6 эВ ?
6. Найдите изменение энергии атома водорода при испускании им волн с частотой $4,57 \cdot 10^{14} \text{ Гц}$.
7. На сколько уменьшилась энергия атома при излучении им фотона длиной волны $6,6 \cdot 10^{-7} \text{ м}$?
8. На сколько изменилась энергия атома при излучении им фотона длиной волны $4,95 \cdot 10^{-7} \text{ м}$?

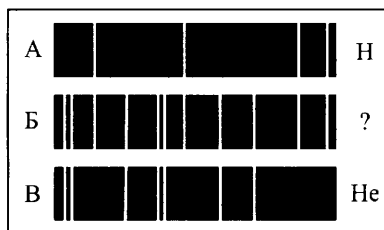
14.8. Линейчатые спектры

1. Химики обнаружили, что если в пламя газовой горелки (цвет пламени синий) бросить щепотку поваренной соли (NaCl), то цвет пламени на время приобретёт яркую жёлтую окраску. Какой метод был разработан благодаря этому опыту?
2. Известно, что криптон имеет в видимой части спектра излучения линии, соответствующие длинам волн 557 и 587 нм. В спектре излучения неизвестного газа обнаружены только две линии, соответствующие 557 и 587 нм. Что можно сказать о неизвестном газе?
3. Известно, что криптон имеет в видимой части спектра излучения линии, соответствующие длинам волн 557 и 587 нм. В спектре излучения неизвестного газа обнаружена только линия, соответствующая 557 нм. Что можно сказать о неизвестном газе?
4. Известно, что криптон имеет в видимой части спектра излучения линии, соответствующие длинам волн 557 и 587 нм. В спектре излучения неизвестного газа обнаружены линии, соответствующие длинам волн 419, 441, 470, 557 и 587 нм. Что можно сказать о неизвестном газе?

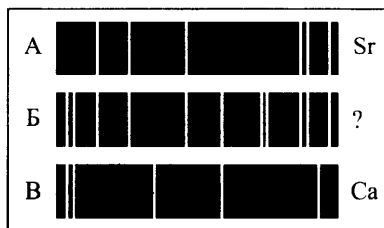
5. На рисунках А, Б, В приведены спектры излучения газов А, В и газовой смеси Б. Что можно сказать на основании анализа этих участков спектров о смеси газов?



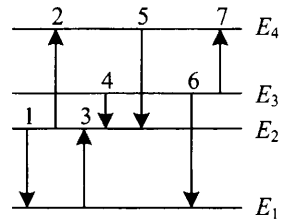
6. На рисунке приведены спектр поглощения неизвестного газа (в середине), спектры поглощения атомов водорода (вверху) и гелия (внизу). Что можно сказать о химическом составе газа?



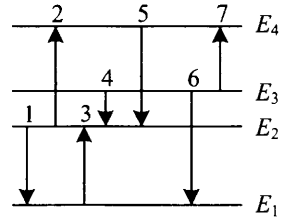
7. На рисунках А, Б, В приведены спектры излучения паров стронция, неизвестного образца и кальция. Что можно сказать о неизвестном образце?



8. На рисунке представлена диаграмма энергетических уровней атома. Какой из отмеченных стрелками переходов между энергетическими уровнями сопровождается испусканием кванта минимальной частоты и минимальной длины волны?



9. На рисунке представлена диаграмма энергетических уровней атома. Какой из отмеченных стрелками переходов между энергетическими уровнями сопровождается поглощением кванта минимальной энергии, максимального импульса?



14.9. Нуклонная модель ядра. Ядерные силы

1. Назовите частицы, входящие в состав ядра атомов.
2. Почему положительно заряженные протоны, входящие в состав ядра, не отталкиваются друг от друга?
3. Как называют протоны и нейтроны с точки зрения ядерного взаимодействия? Важно ли наличие положительного заряда у протонов для ядерного взаимодействия?
4. Почему ядра тяжёлых элементов нестабильны?
5. Что можно узнать по порядковому номеру химического элемента в Периодической системе Д. И. Менделеева?
6. Как определить с помощью Периодической системы Д. И. Менделеева сумму протонов и нейтронов в ядре? количество нуклонов в ядре? число нейтронов в ядре?
7. Сколько протонов в ядре урана ${}_{92}^{238}\text{U}$? Определите количество нуклонов и нейтронов в этом ядре.
8. По данным таблицы химических элементов Д. И. Менделеева определите заряд ядра, число протонов в ядре и число электронов в атоме молибдена.

Mo	42
95,94	
Молибден	
9. По данным таблицы химических элементов Д. И. Менделеева определите число нейтронов в ядре полония.

Po	84
[210]	
Полоний	
10. По данным таблицы химических элементов Д. И. Менделеева определите, на сколько число нейтронов в ядре технеция превышает количество протонов?

Tc	43
[99]	
Технеций	

14.10. Энергия связи нуклонов в ядре

1. Определите дефект масс ядра изотопа дейтерия ${}^2_1\text{H}$ (тяжёлого водорода). Масса протона приблизительно равна 1,0073 а.е.м., нейтрона 1,0087 а.е.м., ядра дейтерия 2,0141 а.е.м., 1 а.е.м. = $1,66 \cdot 10^{-27}$ кг.
2. Определите дефект масс ядра гелия ${}^3_2\text{He}$. Масса протона приблизительно равна 1,0073 а.е.м., нейтрона 1,0087 а.е.м., ядра гелия 3,016 а.е.м., 1 а.е.м. = $1,66 \cdot 10^{-27}$ кг.
3. Определите энергию связи ядра лития ${}^6_3\text{Li}$. Масса протона приблизительно равна 1,0073 а.е.м., нейтрона 1,0087 а.е.м., ядра лития 6,0151 а.е.м., 1 а.е.м. = $1,66 \cdot 10^{-27}$ кг, а скорость света $c = 3 \cdot 10^8$ м/с.
4. Определите энергию связи ядра лития ${}^7_3\text{Li}$. Масса протона приблизительно равна 1,0073 а.е.м., нейтрона 1,0087 а.е.м., ядра лития 7,0156 а.е.м., 1 а.е.м. = $1,66 \cdot 10^{-27}$ кг, а скорость света $c = 3 \cdot 10^8$ м/с.
5. Определите удельную энергию связи ядра гелия ${}^3_2\text{He}$. Масса протона приблизительно равна 1,0073 а.е.м., нейтрона 1,0087 а.е.м., ядра гелия 3,016 а.е.м., 1 а.е.м. = $1,66 \cdot 10^{-27}$ кг, а скорость света $c = 3 \cdot 10^8$ м/с.
6. Определите удельную энергию связи (в МэВ/нуклон) ядра азота ${}^{14}_7\text{N}$. Масса протона приблизительно равна 1,0073 а.е.м., нейтрона 1,0087 а.е.м., ядра азота 14,0067 а.е.м., 1 а.е.м. = $1,66 \cdot 10^{-27}$ кг, а скорость света $c = 3 \cdot 10^8$ м/с.

14.11. Радиоактивность

1. Кому из учёных принадлежит открытие естественной радиоактивности?
2. Какой по знаку заряд у α -, β - и γ -частиц?
3. Что представляет собой α -, β - и γ -излучение?
4. Какой из трёх типов излучения: альфа-, бета- или гамма-, обладает наибольшей проникающей способностью?
5. Между источником радиоактивного излучения и детектором помещён лист фанеры толщиной 25 мм. Какое излучение может пройти через него?
6. Элемент A_ZX испытал α -распад. Какими будут зарядовое и массовое числа у нового элемента Y ?
7. Элемент A_ZX испытал β -распад. Какими будут зарядовое и массовое числа нового элемента Y ?
8. Элемент A_ZX испытал γ -распад. Как изменятся зарядовое и массовое числа?

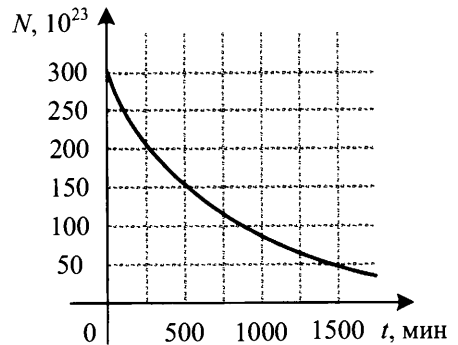
9. Элемент A_ZX испытал два β -распада, сопровождающиеся испусканием двух γ -квантов. Какие массовое и зарядовое числа будут у нового элемента Y ?
10. Элемент A_ZX испытал два α -распада и один β -распад. Какие массовое и зарядовое числа будут у нового элемента Y ?
11. Радиоактивный изотоп тория ${}^{232}_{90}\text{Th}$, испытывая шесть α -распадов и четыре β -распада, превращается в стабильный изотоп элемента X . Чему равны заряд Z и массовое число A этого изотопа?
12. Ядро состоит из 92 протонов и 144 нейтронов. Сколько протонов и нейтронов будет в новом ядре, которое образуется после испускания двух α -частиц и одной β -частицы?
13. Определите число нейтронов в ядре элемента, получившегося в результате трёх последовательных α -распадов ядра тория ${}^{234}_{90}\text{Th}$.
14. В результате серии радиоактивных распадов уран ${}^{238}_{92}\text{U}$ превращается в свинец ${}^{206}_{82}\text{Pb}$. Какое число α - и β -распадов он при этом испытывает?
15. В цепочке радиоактивных превращений ${}^{235}_{92}\text{U}$ в ${}^{207}_{82}\text{Pb}$ содержится несколько α - и β -распадов. Сколько всего распадов в этой цепочке?

14.12. Закон радиоактивного распада

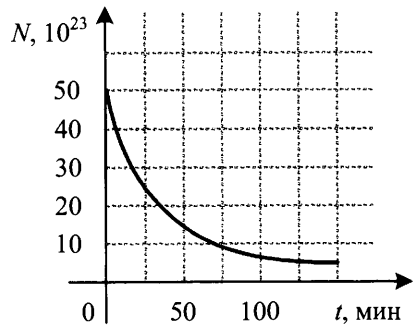
1. В начальный момент времени было 2400 атомных ядер изотопа с периодом полураспада 5 мин. Сколько ядер этого изотопа останется не распавшимися через 10 мин?
2. Период полураспада радия 1600 лет. Через какое время масса радиоактивного радона уменьшится в 4 раза?
3. Количество радиоактивных атомов за 36 суток уменьшилось в 8 раз. Определите период полураспада этого химического элемента.
4. Период полураспада нептуния 2,3 сут. Через какое время количество радиоактивных атомов уменьшится в 32 раза?
5. Период полураспада стронция 27 лет. Через сколько лет произойдёт распад $\frac{7}{8}$ от первоначального числа радиоактивных ядер?
6. Период полураспада радона 3,8 сут. Через какое время масса радона уменьшится в 32 раза?
7. Период полураспада изотопа ртути 15 мин. Если изначально масса этого изотопа равна 80 г, то сколько примерно его будет через 1 ч?
8. Какая доля (в процентах) радиоактивных атомов остаётся не распавшейся через интервал времени, равный двум периодам полураспада?

9. Какая часть исходных радиоактивных ядер распадается за время, равное трём периодам полураспада?

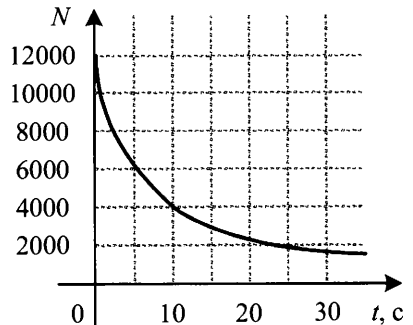
10. Дан график зависимости числа N не распавшихся ядер платины ${}^{200}_{78}\text{Pt}$ от времени. Чему равен период полураспада изотопа платины (в минутах)?



11. Дан график зависимости числа нераспавшихся ядер ртути ${}^{190}_{80}\text{Hg}$ от времени. Чему равен период полураспада этого изотопа ртути (в минутах)?



12. На рисунке дан график зависимости числа N нераспавшихся ядер радиоактивного изотопа от времени. Через какой промежуток времени (в секундах) останется треть первоначального числа ядер?



14.13. Ядерные реакции. Термоядерные реакции.

Цепная реакция деления ядер

1. В результате реакции синтеза дейтерия с ядром ${}^X_Y\text{Z}$ образуется ядро бора и нейтрон в соответствии с реакцией: ${}^2_1\text{H} + {}^X_Y\text{Z} \rightarrow {}^{10}_3\text{B} + {}^1_0\text{n}$. Каковы массовое число X и зарядовое число Y (в единицах элементарного заряда) ядра, вступившего в реакцию с дейтерием?

2. Определите второй продукт ядерной реакции ${}^9_4\text{Be} + {}^4_2\text{He} \rightarrow {}^{12}_6\text{C} + X$.
3. Какая бомбардирующая частица X участвует в ядерной реакции $X + {}^{11}_5\text{B} \rightarrow {}^{14}_7\text{N} + {}^1_0n$?
4. Какая частица X участвует в реакции ${}^{25}_{12}\text{Mg} + X \rightarrow {}^4_2\text{He} + {}^{22}_{11}\text{Na}$?
5. Масса ядра дейтерия ${}^2_1\text{H}$ на $3,9 \cdot 10^{-30}$ кг меньше суммы масс нейтрона и протона. Какая энергия выделяется при термоядерной реакции ${}^1_0n + {}^1_1p = {}^2_1\text{H}$? Скорость света $c = 3 \cdot 10^8$ м/с.
6. В недрах Солнца одной из ядерных реакций является синтез кислорода: ${}^{14}_7\text{N} + {}^1_1p \rightarrow {}^{15}_8\text{O}$. Масса ядра азота равна 13039,97 МэВ, масса протона 938,28 МэВ, масса кислорода 13963,77 МэВ. Какая энергия выделяется в результате этой реакции?
7. Определите энергию ядерной реакции ${}^9_4\text{Be} + {}^2_1\text{H} \rightarrow {}^{10}_5\text{B} + {}^1_0n$. Энергия покоя бериллия ${}^9_4\text{Be}$ — 8392,8 МэВ, дейтерия ${}^2_1\text{H}$ — 1875,6 МэВ, бора ${}^{10}_5\text{B}$ — 9324,4 МэВ и нейтрона — 939,6 МэВ.
8. Какие частицы вызывают деление ядер урана?
9. Какие осколки образуются при самопроизвольном делении атомного ядра?
10. Какие ядерные реакции используют на атомных электростанциях?
11. Какой изотоп урана используют в качестве ядерного топлива?
12. Какую роль играет вода в активной зоне реактора?
13. Где и когда был построен первый ядерный реактор?
14. Где и когда введена в действие первая атомная электростанция?
15. В чём заключаются достоинства и недостатки АЭС?

ОТВЕТЫ

1. КИНЕМАТИКА

1.1. Механическое движение и его виды. Материальная точка. Траектория

8. По ломаной линии. 9. Окружность (точнее эллипс). 10. Параболу.

1.2. Путь. Перемещение

1. Две длины самолёта; 0 м. 2. В 3 раза. 3. 10 км; 14 км. 4. 900 м; 500 м. 5. 5. 6. 753,6 м. 7. 3140 м; 0 м. 8. 1,57 м; 1,41 м. 9. 6,28 м; 5,2 м. 10. 10 м.

1.4. Равномерное прямолинейное движение

1.4.1. Скорость, путь и время движения при равномерном прямолинейном движении

1. 0,5 м/с. 2. -45° . 3. 10 м/с. 4. 282,8 м. 5. 48 м². 6. 6,72 м³. 7. 600 м/с.

1.4.2. Уравнение координаты при равномерном прямолинейном движении

1. 5 м. 2. -3 м/с. 3. 2,5 с. 4. 2 с. 5. 4 с. 6. 14 м.

1.4.3. Графики кинематических величин при равномерном прямолинейном движении

1. 0 м/с; 2,5 м/с. 2. На 10 м/с. 3. 10 м; 0,75 м/с. 4. В 2 раза. 5. 8 с. 6. 3 км.

1.5. Правило сложения скоростей

1. 2 м/с. 2. 10 м/с. 3. 7,5 км/ч; 17,5 км/ч. 4. 39 км/ч. 5. 36 м. 6. В 2 раза. 7. 300 м. 8. 50 с. 9. 210 с. 10. 251,8 м/с.

1.6. Относительная скорость

1. 40 м/с, или 144 км/ч. 2. 15 м/с, или 54 км/ч. 3. 17 м/с. 4. 5 с. 5. 12 с. 6. 200 м. 7. 15 м/с. 8. 36 с. 9. 80 с. 10. 12 с.

1.7. Средняя скорость

1. 8 м/с. 2. 2 км/ч; 4 км/ч. 3. 46,15 км/ч. 4. 4,19 м/с. 5. 5,7 км/ч. 6. 50 км/ч. 7. 24 км/ч. 8. 7 м/с. 9. 10 м/с. 10. 9 км/ч.

1.8. Ускорение, время движения, мгновенная скорость при равноускоренном прямолинейном движении

1. 1,5 м/с². 2. 50 м/с². 3. 0,4 м/с². 4. 0,5 м/с². 5. 0,1 м/с². 6. $-0,1$ м/с². 7. 18,3 м/с². 8. 4 с. 9. 10 м/с. 10. 7 м/с.

1.9. Перемещение и путь при равноускоренном прямолинейном движении

1. 28,8 м. 2. 70 м. 3. 90 м. 4. 12 м. 5. 50 м. 6. 0,04 м/с². 7. 0,05 м/с². 8. 0,4 м/с². 9. 0,45 м/с². 10. 5 с. 11. 1 м/с. 12. 2 м/с; 8 м/с. 13. 15 м/с; 0,2 м/с². 14. 28,6 м/с. 15. 600 м/с. 16. 1000 м/с. 17. 6,25 м/с. 18. 0 м/с. 19. 32 м. 20. 4 с; 40 м. 21. 8 м/с. 22. 1,5 м/с. 23. 12 м/с². 24. 2 м/с. 25. 20 м.

1.10. Путь в n -ю секунду

1. 2 м/с². 2. 20 м/с. 3. 75 м. 4. 500 м. 5. 225 м. 6. 34 м.

1.11. Уравнение координаты, проекции перемещения и проекции скорости

1. 40 м. 2. 3 с. 3. $s_x = -4t + t^2$. 4. -2 м. 5. 6 м. 6. $v_x = -5 + 12t$. 7. -3 м/с. 8. 22 м/с. 9. 4 с. 10. 7 м. 11. 0 м/с. 12. 20 м/с².

1.12. Совместное движение двух тел

1. 2,5 с; 27,5 м. 2. 5 с. 3. 20 с. 4. 150 м. 5. 200 м.

1.13. Графики кинематических величин равноускоренного прямолинейного движения

1. 5 м/с². 2. 2 м/с². 3. 2 м/с². 4. 8 м. 5. 76 м. 6. 3 м; 2 м. 7. 6 м. 8. 10 м; 2 м. 9. 17 м. 10. Уменьшалась; 5 до 9 с.

1.14. Скорость и перемещение при свободном падении (вертикальный бросок)

1. 50 м/с. 2. 5 м/с. 3. На 10 м/с. 4. 16 м/с. 5. 8 м/с. 6. 25 м/с. 7. В 6 раз. 8. 500 м. 9. 20 м. 10. 3,4 с. 11. 3,6 м. 12. 2 с. 13. 30 м/с. 14. 7 м/с.

1.15. Путь в *n*-ю секунду свободного падения

1. 25 м. 2. 55 м. 3. За вторую секунду. 4. За седьмую секунду. 5. 10 м. 6. 0,14 с.

1.16. Уравнение скорости и координаты при свободном падении

1. 4 с. 2. 7 м. 3. 20 м. 4. 30 м. 5. 15 м/с. 6. 45 м.

1.17. Горизонтальный бросок

1. 3 с. 2. 50 м/с. 3. 2 с. 4. 3 с. 5. 30 м. 6. 6,7 м. 7. 8 м/с. 8. 20 м. 9. 5 м. 10. 11,7 м/с. 11. 1,5 с. 12. 30 м/с.

1.18. Бросок под углом к горизонту

1. 10,4 м/с. 2. 2,12 с. 3. 14,14 м; 9,14 м. 4. 80 м. 5. 3,2 м. 6. 45°. 7. 0,9 с. 8. 11,25 м. 9. 5 м/с. 10. 1,6 с. 11. 1,43 с. 12. 12,5 м. 13. 10 м/с. 14. 1,52 м.

1.19. Движение по окружности с постоянной скоростью

1. 4 с; 0,25 Гц. 2. 6 с; 0,17 Гц. 3. 0,628 м/с. 4. 465 м/с. 5. ≈ 1 км/с. 6. 29,85 км/с. 7. 3,44 м. 8. 79,6 Гц. 9. 0 м/с; 20 м/с. 10. В 40 раз. 11. 4 рад/с. 12. 12,56 рад/с. 13. 4,5 м/с. 14. 5 рад/с.

1.20. Центробежное ускорение

1. 1,25 м/с². 2. 20 м/с. 3. 3,6 м/с². 4. 0,00022 м/с². 5. 2,96 м/с². 6. Уменьшится в 9 раз. 7. Увеличится в 4 раза. 8. Увеличится в 25 раз. 9. В 4 раза. 10. В 2 раза. 11. В 3 раза, уменьшится. 12. Уменьшается в 2 раза. 13. Уменьшается в 3 раза. 14. В 6,4 раза.

2. ДИНАМИКА

2.1. Инерция. Первый закон Ньютона. Инерциальные системы отсчёта

2. При равномерном прямолинейном движении. 3. При равномерном движении.

2.3. Масса. Плотность

1. 0,78 кг. 2. 1,04 м². 3. 1,5 кг. 4. 6 кг. 5. У первого масса в 8 раз больше. 6. 69,6 г.

2.4. Сила. Второй закон Ньютона

1. 5400 Н. 2. 90 Н. 3. 20 Н. 4. 2 Н. 5. 360 Н. 6. 250 кН. 7. 6 кг. 8. 100 Н. 9. 30 Н. 10. 2,5 т.

2.5. Принцип суперпозиции сил

1. 16 Н; 2 Н. 2. 7,81 Н. 3. 6,93 Н. 4. 5 Н. 5. 5 м/с². 6. 3 м/с². 7. 0 м/с². 8. 0,96 Н. 9. 93,75 м. 10. 64 кН.

2.6. Третий закон Ньютона

1. Силы имеют одинаковую природу, противоположны по направлению и равны по величине. 2. То, у которого меньше масса. 3. 50 Н. 4. Вверх, от центра Земли. 5. Разноимённо. 6. Они одноимённые. 7. 0,5 м/с²; 0,4 м/с². 8. 0,0001 м/с². 9. 25 кг.

2.7. Сила всемирного тяготения

1. $4,27 \cdot 10^{-7}$ Н. 2. $1,9 \cdot 10^{20}$ Н. 3. 0,001 кг. 4. 100 м. 5. Увеличится в 6 раз. 6. Увеличится в 2 раза. 7. Увеличится в 9 раз. 8. Уменьшится в 1,5 раза. 9. В 25 раз. 10. В 4 раза.

2.8. Сила тяжести

1. С силой тяжести. 2. Да. 3. Масса Земли значительно больше массы Луны, сила тяжести, действующая на земную атмосферу, «удержала» воздух около планеты. 4. 450 Н. 5. 9 м/с². 6. 0,25 кг. 7. Уменьшится в 9 раз. 8. Увеличится в 4 раза. 9. Уменьшится в 4 раза. 10. Увеличится в 9 раз. 11. 300 Н. 12. 120 Н. 13. 40 Н.

2.9. Ускорение свободного падения

1. 3,75 м/с². 2. $3,27 \cdot 10^{23}$ кг. 3. $6,1 \cdot 10^6$ м. 4. 4,44 м/с². 5. 3,92 м/с². 6. 7,5 м/с². 7. Должна уменьшиться в 9 раз. 8. Увеличится в 2 раза. 9. Не изменится. 10. 5595,3 кг/м³.

2.10. Первая космическая скорость

1. 171 км/с. 2. 3652 м/с. 3. $6,2 \cdot 10^{23}$ кг. 4. $2,2 \cdot 10^7$ м. 5. Увеличилась бы в 3 раза. 6. Уменьшилась бы в 3 раза. 7. Не изменится. 8. 2. 9. 0,38. 10. 3,4 км/с.

2.11. Период обращения спутника

1. 5070 с. 2. $1,12 \cdot 10^8$ м. 3. 1,1. 4. 84,25 года. 5. В 8 раз. 6. 5746,8 с. 7. $4,26 \cdot 10^7$ м. 8. 3961,3 с, или 1,1 ч. 9. 1. 10. 1.

2.12. Сила упругости

1. 0,2 м. 2. 20 Н. 3. 14 см. 4. 2к. 5. 0,5 см. 6. 1500 Н/м; 8000 Н/м. 7. 1000 Н/м.

2.13. Сила трения скольжения

1. Не изменится. 2. Уменьшится в 3 раза. 3. 0,25. 4. 14 Н. 5. 2 Н. 6. 2 Н. 7. 0,125. 8. 78,1 м. 9. 12,5 с; 156,25 м. 10. 0,3.

2.14. Сила трения покоя

1. 0,5 Н. 2. 6 Н. 3. 6 Н. 4. 1 Н. 5. $\mu = 0,2$.

2.15. Применение второго закона Ньютона

2.15.1. Движение по горизонтали

1. 0,16 мм. 2. 18 м/с². 3. 0,15 м/с². 4. 64,5 Н. 5. 18 кН. 6. 2000 т.

2.15.2. Движение по вертикали с учётом силы тяжести

1. 20 м/с². 2. 64 кг. 3. 60 кг. 4. В 3 раза. 5. 2,24 с. 6. 8 Н. 7. 2,5 м/с. 8. 4,65 м/с. 9. 9 Н. 10. 1,5 Н. 11. 40 Н.

2.15.3. Движение по горизонтали с учётом силы тяги, направленной под углом к горизонту

1. $mg - F\sin\alpha$. 2. 5 Н. 3. 2 м/с². 4. 15 Н. 5. $\frac{F(\mu\sin\alpha + \cos\alpha)}{m} - \mu g$. 6. 2,05 м/с².

7. 1,04 м/с². 8. $\mu(mg + F\sin\alpha)$. 9. 2,66 м/с². 10. 72 Н. 11. $\frac{mg}{\cos\alpha - \mu\sin\alpha}$. 12. 2,77 м/с².

13. 4,18 м/с.

2.16. Наклонная плоскость

1. $mg\sin\alpha$. 2. 400 Н. 3. 90 м. 4. 14 м. 5. 2 м/с. 6. 0,25. 7. 45°. 8. 0,58. 9. 0,47. 10. 2 м/с². 11. 11 м/с². 12. 1800 Н. 13. 3200 Н. 14. 430 Н. 15. 0,64. 16. 13 с. 17. 0,82 с. 18. 9 м/с. 19. 13,56 м/с. 20. 4,9 м.

2.17. Вес тела

1. 1800 Н. 2. 30 м/с². 3. 840 Н. 4. В 20 536 раз. 5. 5. 6. 450 Н. 7. 760 Н. 8. 45 кН. 9. 40 м. 10. 10 м/с. 11. 125 м. 12. 1050 Н. 13. 6. 14. 3,14 с. 15. ≈ 6 км. 16. 18 301 Н. 17. 36 250 Н. 18. 36 213 Н.

2.18. Движение связанных тел

1. 100 Н. 2. 1 м/с². 3. $\frac{m_1 F_2 + m_2 F_1}{k(m_1 + m_2)}$. 4. 8 Н. 5. 15 Н. 6. 4 Н. 7. 6 м/с². 8. 450,5 кН; 162,18 кН. 9. 2 м/с²; 2,4 Н. 10. 64 Н. 11. 4,8 м. 12. 9,6 м/с². 13. 0,02 кг. 14. 16 Н.

15. 571 Н. 16. 1,6 м/с². 17. 0,8 кг. 18. 0,625 м/с². 19. $\mu = \frac{m_2 - m_1 \sin \alpha}{m_1 \cos \alpha}$ или $\mu = \frac{m_1 \sin \alpha - m_2}{m_1 \cos \alpha}$. 20. 0,76 кг.

2.19. Динамика движения по окружности

1. 24 Н. 2. 0,135 Н. 3. 6 м/с. 4. 400 м. 5. 0,8. 6. 0,5 м. 7. 0,095. 8. 0,5 кг. 9. 50,99 Н. 10. 1,4 с. 11. 20 рад/с. 12. 22,4 Н.

3. ЗАКОНЫ СОХРАНЕНИЯ

3.1. Импульс тела. Относительный импульс

1. 4,5 кг·м/с. 2. 50 000 кг·м/с. 3. Увеличился в 5 раз. 4. 10 кг·м/с. 5. 1 кг·м/с. 6. 300 кг·м/с. 7. 6 кг·м/с. 8. 20 000 кг·м/с. 9. 108 км/ч = 30 м/с. 10. Увеличится в 1,1 раза. 11. 0 кг·м/с. 12. 0 кг·м/с. 13. $4mv$. 14. $\sqrt{2}mv$.

3.3. Второй закон Ньютона в импульсном виде. Реактивная сила

1. 10 Н · с. 2. Уменьшится на 100 кг · м/с. 3. 3 Н. 4. 0,5 с. 5. 24 650 Н. 6. 20 с.

3.4. Импульс системы тел

1. $(m + M)v$. 2. mv . 3. 10 кг · м/с. 4. $\sqrt{5}mv$.

3.5. Закон сохранения импульса (импульсы тел направлены вдоль одной прямой)

1. mv . 2. $4mv$. 3. 0 кг · м/с. 4. 0,4 м/с. 5. 400 м/с. 6. 4,4 м/с. 7. 4 м/с. 8. 2 м/с. 9. 0,0224 м/с. 10. 580 м/с. 11. 12,5 м/с; противоположно начальной скорости гранаты. 12. 0,75 м/с. 13. 0 м/с. 14. В 4 раза. 15. 2. 16. 1,2 м/с. 17. 1 м.

3.6. Закон сохранения импульса в проекциях на оси координат

1. 2 м/с. 2. 4 м/с. 3. На 0,04 м/с. 4. 0,02 м/с. 5. 0,082 м/с. 6. 1,74 м/с. 7. 1154 м/с. 8. 3 м/с. 9. $v_0 = \sqrt{\frac{Mgl}{(M+m)\sin 2\alpha}}$. 10. 3 м/с.

3.7. Закон сохранения импульса в векторном виде

1. $3v$. 2. 1.

3.8. Работа силы

1. 1414,2 Дж. 2. 60°. 3. 115,47 м. 4. 0,08 Дж. 5. 0 Дж. 6. 0 Дж. 7. 0,4 Дж. 8. 46 800 Дж. 9. 942 Дж. 10. 48 Н. 11. 39 Дж. 12. 900 кДж. 13. 75 Дж. 14. 40 Дж. 15. 52,5 Дж. 16. АВ, CD и EF.

3.9. Мощность

1. 960 Вт. 2. 10,8 МДж. 3. 60 с. 4. 8,4 кВт. 5. 40 кВт. 6. 24 МВт. 7. 15 кВт. 8. 1000 Вт. 9. 150 кВт. 10. 125 кВт.

3.10. Кинетическая энергия

1. 694,4 Дж. 2. $2,25 \cdot 10^{33}$ Дж. 3. 0,4 кг. 4. В 1,2 раза. 5. 5 Дж. 6. 1525 Дж. 7. 3 кг. 8. 900 Дж. 9. В 4 раза. 10. 20 м.

3.11. Теорема о кинетической энергии

1. 1920 Дж. 2. -525 кДж. 3. 1600 Дж. 4. 0 Дж. 5. 2500 Н. 6. 300 Дж.

3.12. Потенциальная энергия тела, поднятого над землёй

1. 2520 Дж. 2. 0,15 кг. 3. 17,6 м. 4. 50 м. 5. В 20 раз. 6. 0,2 Дж.

3.13. Работа силы тяжести и изменение потенциальной энергии тела

1. -4,5 Дж. 2. 0 Дж. 3. 1,5 Дж. 4. 3000 Дж. 5. 75 Дж. 6. 43,3 Дж. 7. 30 Дж. 8. 565,7 Дж. 9. 150 Дж. 10. 42 кДж.

3.14. Потенциальная энергия упруго деформированной пружины

1. 0,008 Дж. 2. 0,45 Дж. 3. Уменьшится в 9 раз. 4. Увеличится в 4 раза.
5. На 30 Дж. 6. 1,92. 7. 0,2 Дж.

3.15. Работа силы упругости и изменение потенциальной энергии пружины

1. 6 Дж. 2. 6,4 Дж. 3. 3150 Дж. 4. 1,35 Дж.

3.16. Закон сохранения механической энергии

1. 30 Дж. 2. 0 Дж. 3. 75 Дж. 4. 90 Дж. 5. 20 м/с. 6. 4 м. 7. 10 м/с. 8. 2. 9. 1600 Н/м.
10. 10 м/с. 11. 15 м/с. 12. 40 м. 13. 150 кДж. 14. 1 Дж.

3.17. Закон сохранения энергии и второй закон Ньютона

1. 20 м/с². 2. 10 м/с². 3. 60°. 4. 60°. 5. 0,45 м. 6. 2 м. 7. 6 м/с. 8. 7 м/с. 9. 4,9 м. 10. 9 Н.
11. 3 Н. 12. В 5 раз.

3.18. Закон сохранения импульса и закон сохранения энергии

1. 3240 Н/м. 2. 2,5 см. 3. 0,049 м. 4. 2,5 Дж. 5. 10 г. 6. 1,8 Дж. 7. 0,4 Дж.

3.19. Закон сохранения энергии, второй закон Ньютона в импульсном виде

1. 60 кН. 2. 33,3 Н. 3. 100.

3.20. Изменения механической энергии

1. -132 кДж. 2. 0,75.

3.21. Изменение механической энергии и работа силы трения (силы сопротивления)

1. 60 Н. 2. 30 Н. 3. 210 Н. 4. 1,55 м/с.

3.22. Превращение механической энергии во внутреннюю энергию (с учётом закона сохранения импульса)

1. 0,25. 2. $\frac{8}{9}$. 3. В 2 раза. 4. 93,75 Дж. 5. 0,225 м. 6. 0,84 Дж. 7. $\frac{3p^2}{16m}$. 8. 1600 Н.
9. 52,24 м. 10. 19,44 см.

3.23. Простые механизмы. КПД

1. Для получения выигрыша в силе или изменения её направления. 2. Нет. Выигрывая в силе, мы проигрываем в расстоянии. 3. Клин, блок, наклонная плоскость, рычаг, ворот. 4. Подвижный блок даёт выигрыш в силе в 2 раза, а неподвижный — позволяет изменять направление силы. 5. 333 Дж. 6. 52,63 Дж. 7. 75%.
8. 0,5 кг. 9. 25%. 10. 80%. 11. 24 кН. 12. 0,222 м/с.

4. МЕХАНИЧЕСКИЕ КОЛЕБАНИЯ И ВОЛНЫ

4.1. Гармонические колебания

1. 0,8 с; 1,25 Гц. 2. 0,05 с. 3. 2200. 4. 0,2 м; 4π. 5. 4 с. 6. 0,25 Гц. 7. $\frac{T}{4}$. 8. $\frac{T}{2}$.
9. 2 м. 10. 6 м.

4.2. Математический маятник

1. 10 м. 2. Не изменился. 3. Уменьшился в 2 раза. 4. Увеличилась в 3 раза.
5. 9 см. 6. 2,25. 7. 10. 8. 0,25 м. 9. 0,3 с. 10. 2,45 с. 11. 0,628 с. 12. 0,89 с. 13. 1,74 м/с².
14. 4,38 м/с²; вниз. 15. 15,1 м/с. 16. 0,5 с.

4.3. Пружинный маятник

1. 0,314 с. 2. 3,56 Гц. 3. 0,1 кг. 4. Увеличится в 1,41 раза. 5. 0,64 кг. 6. Увеличится в 2 раза. 7. Уменьшится в 2 раза. 8. 0,04 кг. 9. Уменьшится в 2 раза. 10. 1600 Н/м.
11. 0,1256 с. 12. 2,65 Гц. 13. 0,8 кг.

4.4. Закон сохранения механической энергии

1. 2. 4. 3. В 2 раза. 4. В 2 раза. 5. 0,05 Дж. 6. 1 м/с. 7. 1000 Н/м. 8. 0,1 м. 9. 20 Дж; 5 Дж. 10. 0 Дж. 11. 0,628 с. 12. 10 рад/с. 13. 15,92 Гц. 14. 0,5 м/с. 15. 4,5 см. 16. 6.

4.5. Вынужденные колебания. Резонанс

1. В системе, совершающей вынужденные колебания. 2. При совпадении частоты вынуждающей силы и частоты колебательной системы. 4. 10 Гц; 10 см. 5. 3,3. 6. $5 \cdot 10^{-2}$ Дж.

4.6. Длина волны

4. 12 м. 5. 12,5 м/с. 6. 0,6 с. 7. 0,75 Гц. 8. Увеличится в 1,2 раза. 9. Увеличится в 2 раза. 10. В 3 раза. 11. Увеличится в 4 раза. 12. 9,6 м. 13. 4л. 14. 8л.

4.7. Звуковые волны

1. От 20 Гц до 20 кГц. 2. В вакууме. 3. Увеличение громкости. 4. Повышение тона. 5. 1435 м/с. 6. 5 м. 7. 79 Гц. 8. 1360 Гц. 9. 990 м. 10. 1,18 с. 11. 300 м. 12. 420 м. 13. 0,03 м.

5. СТАТИКА

5.1. Плечо силы. Момент силы

1. 0,85 м. 2. 0,3 м. 3. 0,5 м. 4. 0,5 м; 1 м. 5. $l \sin \alpha$. 6. $F_{mp} / \cos \alpha$. 7. 0,2 Н · м. 8. 30 Н · м. 9. 0,2 м. 10. 100 Н.

5.2. Правило моментов (параллельные силы)

1. 6 Н. 2. 2 Н. 3. 6000 Н. 4. 0,45 м. 5. 0,75 м. 6. 0,2 м. 7. 0,1 м. 8. 5 Н. 9. 4 Н. 10. 5 см.

5.3. Правило моментов (непараллельные силы)

1. 200 Н. 2. 8,66 Н.

5.4. Давление твёрдого тела

1. $p = \frac{F \sin \alpha}{S}$. 2. 90° . 3. 0 Па. 4. Стальной, в 2,89 раза. 5. 10 кПа. 6. На 25%. 7. 900 кг. 8. 80 Н.

6. ГИДРОСТАТИКА

6.1. Давление жидкости и газа

1. 700 кг/м³. 2. 50 м. 3. 14,42 МПа. 4. 1225 м. 5. 5000 Па.

6.2. Сила давления

1. 800 Н. 2. 408 Н. 3. 28 Н. 4. 1250 кН. 5. 225 Н. 6. 100 Н. 7. 32 кН. 8. 160 Н.

6.3. Гидравлический пресс

1. 500 Н. 2. 800 Н; 4 см. 3. 0,8 м. 4. 190.

6.4. Сообщающиеся сосуды

1. 20 см. 2. 860 кг/м³. 3. 0,14 м. 4. 0,02 м.

6.5. Архимедова сила

1. Увеличивается. 2. Увеличилась в 1,1 раза. 3. Возрастает. 4. Не изменилась. 5. 0,4 Н. 6. 1,8 Н. 7. 0,65 Н. 8. 2500 Н. 9. 200 Н. 10. 210 Н.

6.6. Воздухоплавание

1. 10,4 кН. 2. 590 кг. 3. Нельзя, $84,5 \text{ Н} < 106,7 \text{ Н}$.

6.7. Полное погружение тел

1. В 1,4 раза. 2. 200 Н/м. 3. В 1,2 раза. 4. 0,2352 Дж.

6.8. Условие плавания тел

1. Будет всплывать на поверхность. 2. Опустится на дно. 3. 3000 кг. 4. 2 м². 5. Нет, $20\,000 \text{ Н} > 18\,600 \text{ Н}$. 6. 73,5 кг.

6.9. Тело плавает на поверхности жидкости

1. Уменьшается; не изменяется. 2. Уменьшается. 3. 0,35 Н. 4. 0,7. 5. 87,4%. 6. 500 м³. 7. 2000 кг/м³. 8. 0,736. 9. 720 кг/м³. 10. 800 кг/м³.

7. МОЛЕКУЛЯРНАЯ ФИЗИКА

7.2. Размеры молекул. Масса молекул. Количество вещества.

Число молекул и атомов

1. $5 \cdot 10^{-10}$ м. 2. $1,77 \cdot 10^{-9}$ м. 3. 0,004 кг/моль. 4. $3,3 \cdot 10^{-26}$ кг. 5. $4,7 \cdot 10^{-26}$ кг.
6. $5,3 \cdot 10^{-26}$ кг. 7. 3000 моль. 8. $7,2 \cdot 10^{24}$. 9. 0,125. 10. $12 \cdot 10^{23}$. 11. Во втором со-
суде. 12. 16 кг. 13. 3900 моль. 14. $3,9 \cdot 10^{18}$. 15. $9,95 \cdot 10^{14}$. 16. 10^6 .

7.3. Абсолютная температура

1. 295 К. 2. 77 °С. 3. На 5 °С. 4. Железная.

7.4. Основное уравнение молекулярно-кинетической теории идеального газа

1. 112,5 кПа. 2. 178 кПа. 3. $6,2 \cdot 10^{-21}$ Дж. 4. 1000 м/с. 5. 424,3 м/с. 6. 707 м/с.
7. 1,99 кг/м³. 8. $2,25 \cdot 10^{24}$ м⁻³. 9. $5 \cdot 10^{25}$ м⁻³. 10. $2,5 \cdot 10^{25}$ м⁻³. 11. 50 м³.
12. $3 \cdot 10^{21}$. 13. Увеличится в 6 раз. 14. Увеличилась в 2 раза. 15. На 30%. 16. На 44%.

7.5. Следствия из основного уравнения молекулярно-кинетической теории идеального газа

1. 1367,4 м/с. 2. В 2 раза. 3. 480 м/с. 4. $6,2 \cdot 10^{-21}$ Дж. 5. $1,2 \cdot 10^{-20}$ Дж. 6. 200 К.
7. 300 К. 8. Уменьшается в 5 раз. 9. Увеличилась в 4 раза. 10. $1,6 \cdot 10^{21}$.

7.6. Уравнение Клапейрона—Менделеева

1. 41 550 Па. 2. 12847,3 кПа. 3. 400 225 Па. 4. 0,25 моль. 5. 0,025 м³. 6. 0,002 кг/моль.
7. 64,4 кг/м³.

7.7. Изменение количества вещества (массы, молярной массы)

1. В 1,107 раза. 2. 25 атм. 3. 54,6 кПа. 4. 300 К. 5. В 1,7 раза. 6. 0,6. 7. 40 кПа.
8. 250 кПа. 9. В 9 раз. 10. 26,7 г. 11. 100 г.

7.8. Объединённый газовый закон

1. 9,48 л. 2. 809 598 Па. 3. 950 К. 4. Уменьшилась в 4 раза. 5. Уменьшился в 2 раза.
6. Увеличилось в 4 раза. 7. Увеличился в 1,6 раза. 8. 100 кПа. 9. 800 К.
10. В 4 раза.

7.9. Изопроцессы

1. 225 см³. 2. 225 кПа. 3. 400 кПа. 4. 200 К. 5. 150 К. 6. На 273 К. 7. 3 л.
8. 120 кПа. 9. На 75 К. 10. 143 кПа. 11. 500 кПа. 12. 800 кПа. 13. В 4 раза. 14. 16 мм³.
15. 400 кПа.

7.10. Графики изопроцессов

1. В. 2. Изохорный. 3. CD. 4. На участке 1–2 уменьшается, на участке 2–3 остаётся
неизменным. 5. С.

7.11. Газ в вертикальном сосуде под поршнем

1. На 1 см. 2. 40 кг. 3. 10^5 Па. 4. 15 кг. 6. 3,8 см. 7. 41,55 см. 8. 85,5 кг. 9. 6 кг.
10. 101 кПа.

7.12. Газ отделён от атмосферы столбиком ртути

1. 11,36 см³. 2. 102 кПа. 3. 9,93 см. 4. 18 см; 22,4 см. 5. 40 см.

7.13. Воздухоплавание

1. 1,25 МПа. 2. 12 534 кПа. 3. Меньше 17,7 г. 4. 1,75 кг/м².

7.14. Закон Дальтона

1. 400 кПа. 2. 560 кПа. 3. 350 кПа. 4. 5 л. 5. 1 л. 6. 2 атм.

7.15. Влажность воздуха

1. 16 г/м³. 2. 30 г/м³. 3. $3,3 \cdot 10^{23}$. 4. 16 г/м³. 5. 0,091 кг/м³. 6. 468,7 кПа. 7. 242,3 Па.
8. 0,099 м³. 9. 12,12 м. 10. 30%. 11. 2600 Па. 12. 80%. 13. 100%. 14. 73%. 15. 66,7 г.

8. ТЕРМОДИНАМИКА

8.1. Внутренняя энергия вещества. Виды теплопередачи

1. Молекулы движутся и взаимодействуют; кинетической и потенциальной.
2. От скорости молекул и промежутков между ними; от температуры и объёма

вещества. 4. Да, за счёт трения. 5. Воздух, находящийся между ворсинками шубы, только сохраняет тепло человека. 6. У пластмассы теплопроводность хуже, чем у металлов; чёрные тела быстрее охлаждаются за счёт излучения. 7. Сверху, благодаря конвекции охлаждённый воздух будет опускаться. 8. Тёплые слои воздуха поднимаются равномерно по всему объёму помещения. 9. Котелок за счёт теплопроводности, вода — за счёт конвекции, турист — за счёт излучения. 10. Снег за городом белый, отражает излучение, медленно нагревается.

8.2. Количество теплоты (нагревание и охлаждение)

2. $C = ct$. 3. Дж/(кг · К); Дж/К. 4. 14 850 Дж. 5. 2 кг. 6. 380 Дж/(кг · К). 7. 90 Дж/К. 8. На 12 °С. 9. 60 °С. 10. 625 Дж/(кг · К).

8.3. Теплообмен без агрегатных переходов

1. Температура. 2. Первое. 3. Ни у какого. 4. 70 °С. 5. 805,5 Дж/(кг · К). 6. 420 Дж/(кг · К); 1050 Дж/К. 7. 42 °С. 8. 305 К. 9. 8 мин. 10. 310 К.

8.4. Агрегатные (фазовые) переходы

8. 100 кПа. 9. Конденсация и кристаллизация. 10. 2. 11. 5–6.

8.5. Количество теплоты (с агрегатными переходами)

1. 3480 кДж. 2. 6905 кДж. 3. 3 кг.

8.6. Взаимные превращения механической и внутренней энергии

1. 279,7 К. 2. 162,5 м. 3. 48,37 м/с. 4. На 20 К. 5. 173,1 К. 6. 810,7 м/с. 7. 387,3 м/с. 8. 259,6 км. 9. 65,2 К. 10. 616,4 м/с.

8.7. Мощность нагревателя или холодильника

1. 50 мин. 2. 140 мин. 3. 55 мин. 4. 840 Вт.

8.8. КПД нагревателя

1. 7,56 кг. 2. 4 кг. 3. 21,74 кг. 4. 49,3%; 47,3%. 5. 3466 Вт. 6. 1275 с.

8.9. Теплообмен с агрегатными переходами

1. 0,25 кг. 2. 39,38 кг. 3. 29,7 кг. 4. 128 г. 5. 78 °С. 6. 0 °С. 7. 0,05 кг.

8.10. Внутренняя энергия идеального газа. Изменение внутренней энергии

1. У идеального газа потенциальной энергией взаимодействия молекул можно пренебречь. 2. От массы и температуры. 3. Увеличивается. 4. 7479 Дж. 5. $12 \cdot 10^6$ Дж.

6. $\frac{U_2}{U_1} = 6$. 7. На 2991,6 Дж. 8. На 3000 Дж. 9. 8,33 л. 10. На 120 Дж.

8.11. Работа в термодинамике

1. 200 Дж. 2. 2493 Дж. 3. 4,8 моль. 4. 300 Дж. 5. 0,22 г. 6. 9972 Дж. 7. 0,3 м³. 8. В 3,5 раза. 9. 4986 Дж. 10. 200 Дж. 11. 224 Дж. 12. 10 кДж. 13. 2,5 кДж. 14. 130 Дж. 15. 200 кДж. 16. 4.

8.12. Первое начало термодинамики

1. Увеличилась на 200 Дж. 2. 800 Дж. 3. 400 Дж. 4. 800 Дж. 5. –200 Дж. 6. 200 Дж. 7. 700 Дж. 8. 2002,8 Дж. 9. 101,4 Дж. 10. 4,01 моль.

8.13. Первое начало термодинамики для изопроцессов

1. 50 кДж. 2. 3 кДж. 3. 5 кДж. 4. 20 кДж. 5. 22,5 кДж. 6. 3 МДж. 7. 3 МПа. 8. На 26,7%. 9. Уменьшилась на 20 кДж. 10. 249,3 Дж. 11. 12465 Дж. 12. 157,1 Дж. 13. 210 Дж. 14. 200 Дж. 15. 1000 Дж. 16. 500 кДж. 17. 375 кДж. 18. 4986 Дж. 19. 0,138 кг

8.14. КПД тепловой машины и замкнутого цикла

1. 480 Дж. 2. 1000 Дж. 3. 200 Дж. 4. 25%. 5. 1400 Дж. 6. 175 Дж. 7. 40 кДж. 8. 1,25. 9. 59%.

9. ЭЛЕКТРОСТАТИКА

9.1. Электризация тел. Взаимодействие зарядов. Два вида электрического заряда

1. Об электризации. 2. Заряд гильзы отрицательный или равен нулю. 3. Она оттолкнётся. 4. Положительно; отрицательно. 5. Платок.

9.2. Закон сохранения электрического заряда

1. $-4Q$. 2. -10 мкКл; $+20$ мкКл. 3. -10 мкКл; -10 мкКл. 4. $-6e$. 5. $-e$.

9.3. Закон Кулона

1. 4 мкКл. 2. 6 мН. 3. Увеличится в 2 раза. 4. Увеличить в $\sqrt{2}$ раз. 5. $\frac{F}{3}$.
6. Увеличилась в 1,8 раза. 7. Уменьшился в 1,25 раза. 8. В 1,25 раза. 9. Уменьшить в 9 раз. 10. 30 000.

9.4. Электростатическое поле точечного заряда

9.4.1. Напряжённость точечного заряда

1. Положительным; направление напряжённости будет совпадать с направлением силы Кулона. 2. 200 кН/Кл. 3. Увеличится в 6 раз. 4. Не изменится. 5. Не изменится. 6. Увеличится в 4 раза. 7. 0,3 м. 8. 25 В/м. 9. На 1 нКл. 10. Уменьшилась на 51,4%. 11. А — отрицательным, В — положительным. 12. У разделённых кубиков заряд равен нулю.

9.4.2. Потенциал точечного заряда

1. 150 В. 2. 40 В. 3. 3 кВ/м. 4. 5,8 см.

9.4.3. Потенциальная энергия пары зарядов

1. Если заряды разноимённые, то потенциальная энергия притяжения отрицательна; если одноимённые, то потенциальная энергия отталкивания положительна. 2. Увеличилась в 4 раза. 3. Увеличился в 4 раза.

9.5. Работа электростатического поля

1. Нет. 2. 0 Дж. 3. 0 Дж. 4. 0,5 Дж. 5. 0,36 Кл. 6. 40 мкКл. 7. 0,004 В. 8. -2275 В.

9.6. Принцип суперпозиции электрических полей

9.6.1. Равнодействующая системы зарядов

1. $0,36kq^2$. 2. $0,23kq^2$. 3. $\frac{4kq^2}{a^2}$. 4. $\frac{\sqrt{3}kq^2}{a^2}$. 5. $\frac{12,3kq^2}{a^2}$. 6. $\frac{2kq^2}{a^2}$.

9.6.2. Напряжённость системы зарядов

1. $0,47kq$. 2. $\approx 0,03kq$. 3. $\frac{2,87kq}{a^2}$. 4. $\frac{2kq}{a^2}$. 5. $\frac{8,1kq}{a^2}$. 6. $\frac{8,1kq}{a^2}$.

9.6.3. Потенциал системы зарядов

1. $0,83kq$. 2. $\frac{kq}{36}$. 3. $\frac{\sqrt{2}kq}{a}$. 4. $\frac{\sqrt{3}kq}{a}$. 5. $\frac{3kq}{a}$. 6. $\frac{2kq}{a}$.

9.6.4. Потенциальная энергия системы зарядов

1. $-\frac{17kq^2}{30}$. 2. $\frac{2,5kq^2}{a}$. 3. $-\frac{5kq^2}{a}$. 4. $\frac{kq^2}{\sqrt{2}a}$. 5. $\frac{13kq^2}{3a}$. 6. $-\frac{kq^2}{\sqrt{2}a}$.

9.7. Однородное электростатическое поле

9.7.1. Напряжённость однородного электростатического поля и электрическая сила

1. $3 \cdot 10^{-5}$ Н. 2. $3,5 \cdot 10^{16}$ м/с². 3. 500 кВ/м. 4. 17,32 кВ/м. 5. Уменьшится на 10°. 6. 0,3 м/с. 7. 5 см.

9.7.2. Разность потенциалов однородного электростатического поля

1. Возрастает. 2. 2500 В/м. 3. 0,2 м. 4. 5 : 1. 5. 320 В. 6. 1,6 нс.

9.7.3. Проводники и диэлектрики в однородном электрическом поле

1. А — отрицательным, В — положительным. 2. Обе части останутся нейтральными.

9.8. Электростатическое поле заряженной сферы

1. 0 В/м; 20 кВ/м. 2. 270 В/м. 3. 4 В. 4. 60 В. 5. 0,1 м. 6. 900 В. 7. 832 МВ. 8. 312,5 В/м. 9. 166,7 В/м. 10. 0,3 м; на 60%. 11. 0 В/м. 12. 300 В.

9.9. Соединение заряженных сферических тел

1. $\frac{R_1\Phi_1}{R_1 + R_2}$. 2. $0,5(\Phi_1 + \Phi_2)$. 3. $\frac{k(q_1 + q_2)}{R_1 + R_2}$. 4. 40 В. 5. 22,86 нКл.

9.10. Электрическая ёмкость конденсатора

1. $8,85 \cdot 10^{-11}$ Ф. 2. Увеличится в 3 раза. 3. Увеличится в 2 раза. 4. Не изменится. 5. Не изменится. 6. Уменьшить на 1,5 мм. 7. Увеличится в 2 раза. 8. 4 МВ/м.

9.11. Соединения конденсаторов

1. $\frac{2C}{5}$. 2. $\frac{3C}{4}$. 3. $\frac{3C}{5}$. 4. $\frac{4C}{3}$. 5. ≈ 26 пФ. 6. 260 В.

9.12. Энергия поля конденсатора

1. 9 Дж. 2. 128 Дж. 3. 226 нДж. 4. Увеличится в 4 раза. 5. Уменьшится в 9 раз. 6. Уменьшится в 3 раза. 7. Увеличится в 2 раза. 8. 9. $\frac{q^2}{4C}$; $\frac{q^2}{C}$. 10. 2,98 К.

9.13. Заряженная частица в поле конденсатора

1. $2,55 \cdot 10^{-18}$ Кл. 2. 3,5 см. 3. 1 см. 4. 6 мм.

10. ПОСТОЯННЫЙ ТОК

10.1. Сила тока

1. 1,5 А. 2. 0,02 А. 3. 90 Кл. 4. 1,25 мс. 5. $8,8 \cdot 10^5$ А/м². 6. 480 А. 7. $3 \cdot 10^{17}$. 8. $5 \cdot 10^{-10}$ с. 9. 19 мА. 10. 250 Кл. 11. 14 Кл. 12. 9,6 А. 13. 0,25 мм/с. 14. Увеличилась в 3 раза.

10.2. Напряжение

1. 20 В. 2. 0,18 Дж. 3. 50 Кл. 4. 1 : 2.

10.3. Электрическое сопротивление

1. 140 Ом. 2. 80 м. 3. $8 \cdot 10^{-8}$ м². 4. 4 Ом. 5. 9 Ом. 6. 16 Ом. 7. 96,8 г. 8. 20 Ом.

10.4. Закон Ома для участка цепи

1. 2,5 А. 2. 0,96 В. 3. 1,75 Ом. 4. 8 Ом. 5. 166,7 кОм. 6. 20 Ом. 7. Уменьшилась в 4 раза. 8. Увеличится в 6,25 раза. 9. Не изменится. 10. Увеличится в 2 раза. 11. 120 В. 12. $5 \cdot 10^{19}$.

10.5. Соединения проводников

1. 4,5 Ом. 2. 4 Ом. 3. 0 Ом. 4. 16 Ом. 5. $\frac{2R}{3}$. 6. $\frac{4R}{3}$. 7. $\frac{5R}{2}$. 8. 2R. 9. $\frac{5R}{3}$.

10. $\frac{2R}{5}$. 11. $\frac{3R}{5}$. 12. $\frac{11R}{4}$. 13. 12 Ом. 14. Уменьшилось на 0,5R.

10.6. Расчёт электрических цепей

№	I_1	I_2	I_3	I_4	I_5	U_1	U_2	U_3	U_4	U_5	R	I	U
1	5	–	5	10	10	100	150	250	150	100	50	10	500
2	–	1	3	1	2	6	6	6	12	12	2	6	12
3	10	5	7,5	7,5	7,5	60	–	75	15	90	10	15	150
4	4	4	4	4	4	–	16	8	40	48	4	12	48

5. 3 А. 6. 50 м. 7. 24,7 м. 8. 0,25 А. 9. $2 \pm \sqrt{3}$. 10. 20 А; 10 А; 60 В.

10.7. Электродвижущая сила. Закон Ома для полной электрической цепи

1. 2 В. 2. 45 Дж. 3. 2 А. 4. 3 Ом. 5. 1 Ом. 6. 0,6 А. 7. 4 А. 8. 4 Ом. 9. 16 В. 10. 0,5 Ом. 11. 12 В. 12. 0,3 А. 13. 3А. 14. 39,6 Ом. 15. 0,2 Ом. 16. 40 В. 17. 2,5 Ом. 18. 30 В. 19. 20 Ом. 20. 20 В. 21. В 1,2 раза.

10.8. КПД источника тока

1. 75%. 2. 90%. 3. 80%. 4. В 1,4 раза больше при последовательном соединении. 5. 80%. 6. 76%. 7. 0,5 А. 8. 66,7%. 9. 50%. 10. 80%.

10.9. Работа электрического тока. Количество теплоты

1. 30 кДж. 2. 120 В. 3. 50 Ом. 4. 900 с. 5. Увеличится в 8 раз. 6. Не изменится. 7. Увеличится в 4 раза. 8. 4320 Дж. 9. 270 Дж. 10. 360 Дж. 11. 0,76 Ом или 5,24 Ом.

10.10. Мощность электрического тока

1. 1500 Вт. 2. 0,68 А. 3. 0,9 Вт. 4. 484 Ом. 5. 9 Вт. 6. В 3 раза. 7. 6 Ом. 8. В 1,5 раза. 9. 6 Ом. 10. В 1,47 раза. 11. 4 Ом.

10.11. КПД электронагревателя

1. 88,9%. 2. 3,73 А. 3. 10,23 А. 4. 694 с. 5. 510 с.

10.12. КПД электродвигателя

1. 50%. 2. 50%. 3. 9,26 с. 4. 50 А. 5. 6,25 А.

10.13. Конденсатор в цепи постоянного тока

1. $2R$. 2. $2R$. 3. $\frac{5R}{3}$. 4. $2R$. 5. $2,1R$. 6. $0,6R$. 7. $6,1$ мкКл. 8. 4 кВ/м. 9. 1 мКл.

10. 4,2 мкКл.

10.14. Носители свободных электрических зарядов в металлах, жидкостях, газах и полупроводниках

1. Электроны. 2. Положительные ионы. 3. Отрицательные и положительные ионы, электроны. 4. Ионами. 5. Ионами. 6. Ионами. 7. В электролитах и газах. 8. В металлах и полупроводниках. 9. Алфёров. 10. Электронами и дырками. 11. Электронный. 12. Дырочный.

11. ЭЛЕКТРОМАГНЕТИЗМ

11.2. Направление вектора магнитной индукции

1. Вниз. 2. Вверх. 3. По часовой стрелке. 4. По часовой стрелке. 5. Южный полюс. 6. Положительный.

11.3. Принцип суперпозиции полей

1. $B = B_1 + B_2$. 2. $B = \sqrt{B_1^2 + B_2^2}$. 3. $B = B_2 - B_1$. 4. $B = \sqrt{B_1^2 + B_2^2}$.

5. $B = \sqrt{B_1^2 + B_2^2}$. 6. $B = B_1 + B_2 = \frac{\mu\mu_0 I_1}{2\pi r_1} + \frac{\mu\mu_0 I_2}{2\pi r_2}$. 7. $B = \sqrt{B_1^2 + B_2^2} =$

$= \frac{\mu\mu_0}{2\pi} \sqrt{\left(\frac{I_1}{r_1}\right)^2 + \left(\frac{I_2}{r_2}\right)^2}$. 8. $B = B_{\text{прям.}} + B_{\text{крут.}} = \frac{\mu\mu_0 I}{2R} \left(\frac{1}{\pi} + 1\right)$. 9. $B = \sqrt{B_1^2 + B_2^2} =$

$$= \frac{\mu\mu_0 I}{2R} \sqrt{2}. \quad 10. B = |B_1 - B_2| = \frac{\mu\mu_0}{2\pi} \left(\frac{I_1}{r_1} - \frac{I_2}{r_2} \right), \quad 11. 0. \quad 12. B = B_1 + B_2 = \frac{\mu\mu_0}{2\pi} \left(\frac{I_1}{r_1} + \frac{I_2}{r_2} \right).$$

11.4. Закон Ампера

1. 0,3 Н. 2. 1 Тл. 3. Уменьшится в 2 раза. 4. На 2 Н. 5. Уменьшится в 2 раза. 6. Не изменится.

11.5. Направление силы Ампера

1. Вправо. 2. Вверх. 3. Влево. 4. Сила Ампера не действует на проводник. 5. Влево. 6. Перпендикулярно плоскости чертежа, к нам. 7. На нас. 8. Внизу северный полюс. 9. От нас. 10. Вверх.

11.6. Сила Ампера

1. 0,2 Тл. 2. 20 А. 3. 0,089 Тл. 4. 2500 кг/м³. 5. 3 А. 6. 0,25 Тл. 7. 0,05 Тл. 8. 0,02 Дж.

11.7. Сила Лоренца

1. $1,6 \cdot 10^{-13}$ Н. 2. $6,4 \cdot 10^{-12}$ Н. 3. Останется неподвижным. 4. 1 : 4. 5. 2 : 1. 6. 0. 7. От нас. 8. Вниз. 9. Сила Лоренца на нейтрон не действует. 10. Сила Лоренца не действует. 11. От нас. 12. К нам, перпендикулярно плоскости рисунка. 13. Вертикально вниз.

11.8. Движение заряженных частиц в магнитном поле

1. 4,5 мм. 2. Не изменится. 3. Увеличится в 6 раз. 4. $9,55 \cdot 10^7$ м/с. 5. $1,76 \cdot 10^{11}$ рад/с. 6. 65,5 мкс. 7. $1,79 \cdot 10^{-10}$ с. 8. Не изменится. 9. 3,6 см. 10. $\approx 10^8$ Гц; $5 \cdot 10^{-14}$ Н. 11. 0,02 Тл. 12. 0,05 Тл. 13. Уменьшается в 2 раза. 14. В 4 раза.

11.9. Заряженные частицы в магнитном и электрическом поле

1. $v = \frac{E}{B}$. 2. 7,5 см. 3. $\frac{RB}{E}$. 4. 50 В. 5. $1,059 \cdot 10^{-7}$ с. 6. В 1,76 раза. 7. $3,3 \cdot 10^5$ м/с.

8. $R_1 \sqrt{\frac{m_2}{m_1}}$.

11.10. Явление электромагнитной индукции

1. М. Фарадей. 2. Можно было получать электрический ток в промышленных масштабах, на электростанциях. 3. Сила Лоренца. 4. Вихревое электрическое поле. 5. Первые две секунды, пятую и шестую.

11.11. Магнитный поток

1. 60°. 2. 1 мВб. 3. 0°. 4. Перпендикулярно линиям магнитной индукции; параллельно линиям магнитной индукции. 5. 0,148 мВб. 6. Увеличится в 3 раза. 7. Увеличится в 2 раза. 8. Не изменится.

11.12. Закон электромагнитной индукции

11.12.1. Изменение магнитного потока

1. Да. 2. Нет, только в замкнутом проводнике. 3. 0,2 Вб/с. 4. 0,5 с. 5. 0,06 Вб/с. 6. 1,25 В. 7. 2 А. 8. 2 Ом. 9. 5 А. 10. 0,4 Кл.

11.12.2. Изменение индукции магнитного поля

1. 0,05 В. 2. 0,1 В. 3. 30 Тл/с. 4. 0,032 А. 5. 0,008 А. 6. 22,5 мкКл.

11.12.3. Изменение площади контура

1. 1 мА. 2. 125 мкКл. 3. $q = \frac{Bl^2}{4R}$.

11.12.4. ЭДС индукции в движущихся проводниках

1. 0,016 В. 2. 0,005 В. 3. 0,1 Тл. 4. 0,15 В. 5. 0,456 В. 6. 0,003 В.

11.12.5. Изменение угла между контуром и полем

1. 0,001 м². 2. 251,2 мкКл. 3. 7,5 мКл. 4. 0,5 мКл.

11.12.6. Вращение рамки в однородном магнитном поле

1. 90 В. 2. 1 В. 3. 40 рад/с. 4. 48 мВб. 5. 6,25 рад/с. 6. 15,7 В.

11.13. Правило Ленца

1. Удаляться от магнита. 2. За магнитом. 3. По часовой стрелке. 4. Против часовой стрелки. 5. По часовой стрелке. 6. Против часовой стрелки. 7. По часовой стрелке. 8. Против часовой стрелки. 9. Северный. 10. Южный.

11.14. Самоиндукция. Индуктивность

1. 2 мВб. 2. 100 В. 3. 2,5 мГн. 4. 10 А. 5. 9 мВ. 6. 6 мкВ; 0 мкВ. 7. От 5 до 6 с.

11.15. Энергия магнитного поля

1. 4 Дж. 2. 4 Гн. 3. 2 А. 4. Уменьшилась в 2 раза. 5. 5 Дж. 6. 0,5 Вб. 7. 10 А. 8. Увеличился в 2 раза. 9. 125 Дж. 10. 0,45 Дж.

12. ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫЕ КОЛЕБАНИЯ И ВОЛНЫ

12.1. Уравнение и график колебательного процесса

1. 100л · рад/с; 50 В; 50 Гц; 0,02 с. 2. 1 мкКл. 3. 1,5 мкКл. 4. 0 В. 5. 25 В. 6. 0,2 А. 7. 4 с; 0,25 Гц. 8. $\frac{\pi}{2}$.

12.2. Колебательный контур

1. Заряд периодически изменяется от начального значения до противоположного ему по знаку значения. 2. С явлением самоиндукции. 3. 12,56 мс. 4. Увеличится в 1,2 раза. 5. Увеличится в 2 раза. 6. 2 мкс. 7. Не изменится. 8. Увеличится в 2 раза. 9. Уменьшится в 1,5 раза. 10. Увеличится в 1,1 раза. 11. Увеличится в 2 раза. 12. Увеличится в 3 раза. 13. Уменьшится в 2 раза. 14. Увеличится в 2 раза.

12.3. Сила тока в катушке, заряд и напряжение на конденсаторе

1. $i = -0,4\pi\sin(40\pi t)$. 2. 0,0314 А. 3. 10 Гц. 4. 0,05 с. 5. $i = 2000\pi\cos(5 \cdot 10^5\pi t)$. 6. 10 нКл. 7. 0 Кл.

12.4. Свободные электромагнитные колебания. Закон сохранения энергии

1. 0,08 Дж. 2. 10^{-4} Дж. 3. 200 В. 4. 0,1 мкФ. 5. 0,194 А. 6. 0,5 А. 7. 16 мкДж. 8. 5,7 мкКл. 9. 1,6 В. 10. 0,008 А.

12.5. Вынужденные электромагнитные колебания. Резонанс

1. Вынужденные колебания происходят под действием внешней периодически изменяющейся ЭДС, такие колебания не затухают. 2. Из-за сопротивления. 3. При совпадении частоты внешней ЭДС и собственной частоты колебательной системы. 4. Резкое возрастание. 5. Резонанс может приводить к перегреву электрических цепей. 6. В радиосвязи позволяет настроить радиоприёмник на частоту передающей станции. 7. 2 Гц. 8. 25 А.

12.6. Переменный ток

1. 35,4 В. 2. 7,07 А. 3. 25,5 А. 4. 0,12 А. 5. 0,169 А. 6. 5 мкФ. 7. 15,7 В. 8. 7,92 А.

12.7. Производство, передача и потребление электрической энергии.

Трансформатор

1. В промышленности, на транспорте, в быту и т. д. 2. На электростанциях; по линиям электропередач (ЛЭП). 3. Гидроэлектростанции, тепловые, атомные и т. д. 4. Преобразование механической энергии в электрическую; внутренняя энергия

топлива преобразуется во внутреннюю энергию воды, пара и электрическую энергию. 5. Тепловые потери. 6. Для уменьшения потерь энергии. 7. Трансформатор, понижающий напряжение. 8. 40. 9. 400. 10. 320. 11. В первичной катушке действующее значение силы тока в 20 раз меньше. 12. 80%. 13. 5 А.

12.8. Электромагнитные волны. Длина волны

1. Дж. Максвелл. 2. Г. Герц. 3. Ускоренно движущаяся заряженная частица. 4. При равномерном прямолинейном движении. 5. 3 м. 6. 5 м. 7. 2,95 м. 8. $5 \cdot 10^{14}$ Гц. 9. 200 м. 10. Уменьшить в 16 раз. 11. Увеличить в 4 раза. 12. 141 м. 13. 2,54 мкГн. 14. 0,7 нФ. 15. 10,23 м. 16. L_2 и C_2 .

12.9. Различные виды электромагнитных излучений и их практическое применение

1. Диапазоны располагаются по мере возрастания частоты (или уменьшения длины волны). 2. Гамма-излучение. 3. Низкочастотные колебания. 4. Низкочастотные колебания, радиоволны, инфракрасное излучение, видимый свет, ультрафиолетовое излучение, рентгеновское и гамма-излучение. 7. У красного. 8. У зелёного. 9. 500 с. 11. Рентгеновское. 12. Гамма-излучение.

13. ОПТИКА

13.1. Прямолинейное распространение света

1. Если на пути светового луча встречается непрозрачная преграда; если источников света больше двух. 2. В 5 раз. 3. 1,2 м. 4. 2 м. 5. 26,6°. 6. 8 м. 7. 6,7 м. 8. 6 м.

13.2. Закон отражения света

1. 34°. 2. 78°. 3. 72°. 4. 110°. 5. Уменьшится на 20°. 6. Увеличится на 17°. 7. Увеличится на 26°. 8. Уменьшится на 12°.

13.3. Изображение предмета в плоском зеркале

1. 1,5 м. 2. 4 м. 3. На 1 м. 4. В 2 раза. 5. 45°. 6. 60°. 7. 5. 8. 0,9 м. 9. 0,2 м/с. 10. $\frac{1}{4}$. 11. На 1 клетку вверх.

13.4. Закон преломления света

1. Если луч падает перпендикулярно поверхности или если абсолютные показатели преломления двух сред равны. 2. 0,58; 1,73. 3. 50°. 4. 25°. 5. Скорость и длина волны; частота и период излучения. 6. Угол падения больше угла преломления; скорость и длина волны больше в воздухе, частота не изменилась. 7. В 2,42 раза. 8. В 1,33 раза. 9. Во льду. 10. $2,45 \cdot 10^8$ м/с. 11. 19,47°. 12. 25,38°. 13. $3,75 \cdot 10^{-7}$ м. 14. 10^{14} Гц. 15. 1,5.

13.5. Полное внутреннее отражение

1. Нет. 2. Из стекла в воду. 3. Из воды в алмаз. 4. В воде. 5. В алмазе. 6. 1,625. 7. $1,85 \cdot 10^8$ м/с. 8. $2 \cdot 10^8$ м/с. 9. 30°. 10. 41,8°.

13.6. Линзы. Оптические приборы

4. Собирающими; рассеивающими. 5. Рассеивающими; собирающими. 6. Изменений не будет. 7. Собирающей. 8. Собирающей.

13.9. Оптическая сила линзы

1. В дптр; в метрах. 2. Одинаковое значение фокусного расстояния; первая линза собирающая, а вторая рассеивающая. 3. -2 дптр. 4. 2,5 дптр. 5. -0,5 м. 6. Оптическая сила первой линзы в 2 раза больше. 7. 15 дптр. 8. 40 дптр.

13.10. Формула тонкой линзы

13.10.1. Действительное изображение в собирающей линзе

1. 8 см. 2. 60 м. 3. 40 см. 4. 0,3 м; 0,6 м. 5. 10,48 см. 6. На 16 см.

13.10.2. Мнимое изображение в собирающей линзе

1. 0,16 м. 2. 0,31 м. 3. 0,24 м. 4. 2 м. 5. 0,33 м. 6. 9 см. 7. 1,6 м.

13.10.3. Рассеивающая линза

1. 36 см. 2. 25 см. 3. В 3 раза. 4. 3 см. 5. 9 см. 6. 3,2 см.

13.11. Увеличение линзы

1. 90 см. 2. 1,5 м. 3. 6,5. 4. 48 см. 5. 0,25. 6. 150 см. 7. 2. 8. 5 дптр. 9. 0,25 м. 10. 18,75 см. 11. 5 дптр. 12. 1,875 м. 13. 15 см. 14. 75 см. 15. 2,4 дптр. 16. 1,9 дптр. 17. 9 дптр. 18. 100 мм. 19. 24 см; 2,33.

13.12. Волновые свойства света

1. Благодаря дисперсии. 2. Дифракция. 3. Интерференция. 4. Интерференция света. 5. Поляризация.

13.13. Дифракционная решётка

1. 5,248 мкм. 2. 400 нм. 3. 0,21. 4. 3. 5. 2. 6. 600. 7. 640 нм. 8. $4 \cdot 10^{-7}$ м. 9. $3 \cdot 10^{-7}$ м. 10. 2.

13.14. Дисперсия света

1. Ньютон, в 1666 году. 2. Фиолетового. 3. Красного. 4. Зелёного. 5. Лучи всех цветов.

13.15. Основы специальной теории относительности

13.15.2. Формулы специальной теории относительности

1. $9 \cdot 10^{10}$ Дж. 2. $2mc^2$. 3. 1 МэВ. 4. 10^{10} кг. 5. $3 \cdot 10^{-30}$ кг. 6. 2,5 м. 7. В 1,25 раза. 8. $2,6 \cdot 10^8$ м/с. 9. $0,66$ м³. 10. 0,8 с. 11. 0,87 с. 12. В 1,67 раза. 13. $\frac{2\sqrt{2}c}{3}$. 14. 2 мкс. 15. В 7,1 раза.

14. КВАНТОВАЯ ФИЗИКА

14.1. Гипотеза М. Планка о квантах

1. Квант. 2. М. Планк. 3. Закон излучения разогретых твёрдых тел. 4. Любого цвета в зависимости от температуры.

14.2. Фотозффект. Опыты А. Г. Столетова

2. Положительный. 3. От освещённости катода. 4. От частоты падающего света. 5. Возрастает. 6. От освещённости катода. 7. При освещении синим светом. 8. Химической природой металла.

14.3. Уравнение Эйнштейна для фотозффекта

1. $2,8 \cdot 10^{-19}$ Дж. 2. 6,5 эВ. 3. 5 эВ. 4. 8 эВ. 5. 660 нм. 6. $7,76 \cdot 10^{-19}$ Дж. 7. $3 \cdot 10^{-7}$ м. 8. $7,58 \cdot 10^{-19}$ Дж. 9. $2,5 \cdot 10^{-7}$ м. 10. $2,2 \cdot 10^{-6}$ м. 11. $3,4 \cdot 10^{-19}$ Дж. 12. $3,2 \cdot 10^{-19}$ Дж. 13. 5 В. 14. 1,55 В. 15. 0,082 В. 16. $5,8 \cdot 10^5$ м/с. 17. $9,94 \cdot 10^5$ м/с. 18. 410 км/с. 19. $6,5 \cdot 10^5$ м/с. 20. 291 км/с. 21. $2,95 \cdot 10^{-19}$ Дж. 22. $1,25 \cdot 10^{15}$ Гц. 23. $8,19 \cdot 10^{-19}$ Дж.

14.4. Световые кванты (фотоны)

1. 0 Кл. 2. $3,37 \cdot 10^{-19}$ Дж. 3. $3,3 \cdot 10^{-20}$ Дж. 4. 3,19 мкм. 5. В 4000 раз. 6. В 12 000 раз. 7. $1,4 \cdot 10^{-27}$ кг · м/с. 8. У первого фотона импульс в 2 раза больше. 9. $6,6 \cdot 10^{-7}$ м. 10. 2. 11. $\frac{7}{3}$. 12. 1395 м/с. 13. $9,98 \cdot 10^5$ В. 14. $2,38 \cdot 10^{-14}$ Вт. 15. $7,6 \cdot 10^{18}$. 16. $3,66 \cdot 10^{20}$. 17. $9,9 \cdot 10^{-7}$ м.

14.5. Гипотеза де Бройля о волновых свойствах частиц

1. Дифракция. 2. У электрона. 3. Уменьшается в 3 раза. 4. Уменьшится в 4 раза. 5. $6,6 \cdot 10^{-36}$ м.

14.6. Планетарная модель атома

1. Дж. Дж. Томсон. 2. Э. Резерфорд. 3. Ядро атома имеет малые (по сравнению с атомом) размеры. 4. Площадь сечения ядра значительно меньше площади сечения атома.

14.7. Квантовые постулаты Бора

1. $E_1 - E_0$.
2. $E_1 - E_0$.
3. $\frac{E_1 - E_0}{h}$.
4. $\frac{ch}{E_1 - E_0}$.
5. Не изменился.
6. $3 \cdot 10^{-19}$ Дж.
7. $3 \cdot 10^{-19}$ Дж.
8. $4 \cdot 10^{-19}$ Дж.

14.8. Линейчатые спектры

1. Спектральный анализ.
2. Неизвестный газ — криптон.
3. Неизвестный газ — не криптон.
4. В его состав кроме криптона входят другой(-ие) газ(-ы).
5. Смесь газов содержит только газы А и В.
6. Газ содержит только атомы водорода и гелия.
7. В его состав входит стронций, но в нём нет кальция.
8. 4, 6, 9, 7, 2.

14.9. Нуклонная модель ядра. Ядерные силы

1. Протоны и нейтроны.
2. Между протонами и нейтронами действуют ядерные силы. Они сильнее электрических сил отталкивания.
3. Нуклоны. Нет.
4. Ядра тяжёлых элементов крупнее лёгких. Короткодействующие ядерные силы не могут противостоять силам электрического отталкивания.
5. Заряд ядра, число протонов в ядре, число электронов в атоме.
6. Массовое число элемента равно сумме протонов и нейтронов и числу нуклонов в ядре. Разность между массовым числом и порядковым номером равна количеству нейтронов в ядре.
7. 92; 238; 146.
8. 42; 42; 42.
9. 126.
10. На 13.

14.10. Энергия связи нуклонов в ядре

1. $3,15 \cdot 10^{-30}$ кг.
2. $1,21 \cdot 10^{-29}$ кг.
3. $4,92 \cdot 10^{-12}$ Дж.
4. $6,14 \cdot 10^{-12}$ Дж.
5. $3,63 \cdot 10^{-13}$ Дж/нуклон.
6. 7 МэВ/нуклон.

14.11. Радиоактивность

1. А. Беккерелю.
2. Положительный; отрицательный; у гамма-излучения нет заряда.
3. Поток ядер гелия; поток электронов; электромагнитные волны максимальной частоты.
4. Гамма-излучение.
5. β и γ -излучения.
6. ${}_{Z-2}^{A-4}Y$.
7. ${}_{Z+1}^AY$.
8. Останутся прежними.
9. ${}_{Z+2}^AY$.
10. ${}_{Z-3}^{A-8}Y$.
11. $Z = 82$; $A = 208$.
12. Из 89 протонов и 139 нейтронов.
13. 138.
14. 8α - и 6β -распадов.
15. 11.

14.12. Закон радиоактивного распада

1. Около 600.
2. Через 3200 лет.
3. 12 сут.
4. Через 11,5 сут.
5. Через 81 год.
6. Через 19 сут.
7. 5 г.
8. 25%.
9. 0,875.
10. 500 мин.
11. 25 мин.
12. 10 с.

14.13. Ядерные реакции. Термоядерные реакции. Цепная реакция деления ядер

1. $X = 9$; $Y = 4$.
2. 1_0n .
3. α -частица.
4. Протон.
5. $3,51 \cdot 10^{-13}$ Дж.
6. 14,48 МэВ.
7. 4,4 МэВ.
8. Нейтроны.
9. Два соразмерных по массе ядра.
10. Цепные ядерные реакции.
11. Уран-235.
12. Роль замедлителя нейтронов и теплоносителя.
13. В 1942 г. в США.
14. В СССР в 1954 г.