

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Смоленский государственный университет»

**ПРОГРАММА ВСТУПИТЕЛЬНОГО ЭКЗАМЕНА  
ПО ФИЗИКЕ**

Смоленск  
2020

# СОДЕРЖАНИЕ ОСНОВНЫХ РАЗДЕЛОВ

## МЕХАНИКА

Механическое движение и его относительность. Способы описания механического движения. Материальная точка. Перемещение, скорость и ускорение точки. Уравнения прямолинейного равномерного и равноускоренного движения. Свободное падение тел. Движение тела, брошенного под углом к горизонту. Движение точки по окружности с постоянной скоростью. Центростремительное ускорение. Закон сложения скоростей. Плоское движение точки. Нормальное и тангенциальное ускорения. Радиус кривизны траектории точки. Абсолютно твердое тело. Поступательное и вращательное движение твердого тела. Угловая скорость и ускорение. Связь между угловыми и линейными величинами.

Масса и сила. Основное утверждение механики. Первый закон Ньютона. Инерциальные и неинерциальные системы отсчета. Принцип относительности Галилея. Второй и третий законы Ньютона. Пространство и время в классической механике. Границы применимости законов Ньютона. Момент инерции и момент силы. Основной закон динамики вращательного движения. Силы тяжести, упругости и трения. Закон всемирного тяготения. Первая космическая скорость. Деформация и сила упругости. Вес тела. Невесомость и перегрузки. Сила трения. Природа и виды сил трения. Силы сопротивления при движении тел в жидкости и газе. Движение тела под действием нескольких сил, движение по наклонной плоскости. Движение связанных тел. Простые механизмы.

Импульс тела и системы тел. Закон сохранения импульса. Следствия из закона сохранения импульса. Движение центра масс. Реактивное движение. Уравнение Мещерского. Реактивный двигатель. Работа силы. Работа сил тяжести, упругости и трения. Работа потенциальной силы. Мощность. Кинетическая энергия и ее связь с работой внешних сил. Теорема об изменении кинетической энергии. Потенциальная энергия. Закон сохранения энергии в механике. Уменьшение механической энергии под действием силы трения. Использование законов механики для объяснения движения небесных тел и для развития космических исследований. Первая и вторая космические скорости. Равновесие тел и его виды. Условия равновесия твердого тела.

Механические колебания, условия их возникновения. Амплитуда, частота, период и фаза колебания. Уравнение гармонических колебаний. Свободные и вынужденные колебания. Резонанс. Механические волны. Поперечные и продольные волны. Длина волны. Уравнение гармонической волны. Свойства механических волн: отражение, преломление, интерференция, дифракция. Звуковые волны.

## МОЛЕКУЛЯРНАЯ ФИЗИКА И ТЕРМОДИНАМИКА

Атомистическая гипотеза строения вещества и ее экспериментальное доказательство. Распределение Максвелла. Характеристические скорости движения молекул газа. Модель идеального газа. Абсолютная температура. Температура как мера средней кинетической энергии теплового движения частиц. Основное уравнение МКТ. Связь между давлением идеального газа и

средней кинетической энергией теплового движения его молекул. Уравнение состояния идеального газа. Изопроцессы. Законы Авогадро и Дальтона. Границы применимости модели идеального газа. Модель строения жидкостей. Поверхностное натяжение. Насыщенные и ненасыщенные пары. Влажность воздуха. Методы определения влажности. Модель строения твердых тел. Механические свойства твердых тел. Дефекты кристаллической решетки. Изменение агрегатных состояний вещества. Фазовые переходы.

Внутренняя энергия и способы ее изменения. Работа газа. Количество теплоты. Первое начало термодинамики и его применение к изопроцессам. Расчет количества теплоты при изменении агрегатного состояния вещества. Адиабатный процесс. Циклические процессы. Принципы действия тепловых машин. КПД тепловой машины. Проблемы энергетики и охрана окружающей среды.

## ЭЛЕКТРОДИНАМИКА

Элементарный электрический заряд. Закон сохранения электрического заряда. Закон Кулона. Напряженность электрического поля. Принцип суперпозиции электрических полей. Линии напряженности электрического поля. Поле заряженной плоскости, сферы и шара. Потенциал электрического поля. Потенциальность электростатического поля. Разность потенциалов. Связь разности потенциалов с напряженностью электрического поля. Диэлектрики и проводники в электрическом поле. Электрическая емкость. Конденсатор. Емкость системы конденсаторов. Энергия конденсатора и электрического поля.

Электрический ток. Сила тока, напряжение и сопротивление. Зависимость сопротивления от размеров проводника. Закон Ома для участка цепи. Параллельное и последовательное соединение проводников. Электродвижущая сила (ЭДС). Закон Ома для полной электрической цепи. Обобщенный закон Ома. Правила Кирхгофа. Расчет разветвленных электрических цепей. Закон Джоуля-Ленца. Условия протекания электрического тока. Электрический ток в металлах, зависимость сопротивления от температуры. Ток в электролитах, закон электролиза. Ток газах, плазма. Электрический ток в вакууме, Вакуумные приборы. Полупроводники. Собственная и примесная проводимости полупроводников. Полупроводниковый диод.

Взаимодействие токов. Опыты Ампера и Эрстеда. Магнитное поле тока. Индукция магнитного поля. Линии индукции магнитного поля. Принцип суперпозиции магнитных полей. Магнитное поле прямого тока, кольцевого тока и соленоида. Сила Ампера. Принцип действия электроизмерительных приборов и электродвигателя. Громкоговоритель.

Сила Лоренца. Движение электрических зарядов в электрическом и магнитном полях. Ускорители заряженных частиц. Определение удельного заряда частиц. Магнитные свойства вещества. Магнитная запись информации. Электромагнитная индукция. Магнитный поток и способы его изменения. ЭДС индукции. Закон электромагнитной индукции. Правило Ленца. Вихревое электрическое поле. Электромагнитное поле. Микрофон и электрогенератор постоянного тока. Самоиндукция. Индуктивность. Индуктивность соленоида. Переходные явления в цепях с индуктивностью. Энергия магнит-

ного поля. Плотность энергии электромагнитного поля. Относительность электрического и магнитного полей. Электромагнитное поле.

Свободные электромагнитные колебания в контуре. Уравнение колебаний в идеальном контуре. Собственная частота колебаний. Превращения энергии в колебательном контуре. Затухающие колебания. Вынужденные электрические колебания. Переменный электрический ток. Действующие значения силы тока и напряжения. Резистор в цепи переменного тока. Конденсатор и катушка индуктивности в цепи переменного тока. Закон Ома для цепи переменного тока. Мощность в цепи переменного тока. Резонанс в электрической цепи. Генератор переменного и постоянного тока. Трансформатор. Выпрямление переменного тока. Трехфазный ток. Соединение обмоток генератора и потребителей трехфазного тока. Асинхронный электродвигатель. Использование электрической энергии. Передача и распределение электрической энергии. Проблемы современной энергетики и охрана природы. Связь между переменным электрическим и переменным магнитным полями. Ток смещения. Электромагнитное поле. Электромагнитная волна и скорость ее распространения. Излучение электромагнитных волн. Энергия электромагнитной волны. Свойства электромагнитных волн (отражение, преломление, интерференция, дифракция, поляризация). Плотность потока излучения. Изобретение радио А.С. Поповым. Принципы радиосвязи. Амплитудная модуляция. Детектирование. Радиоприемник. Распространение радиоволн. Радиолокация. Радиоастрономия. Телевидение.

## ОПТИКА

Свет как электромагнитная волна. Скорость света. Интерференция света. Когерентность. Длина световой волны. Кольца Ньютона. Дифракция света. Дифракция Френеля на простых объектах. Дифракция Фраунгофера. Дифракционная решетка. Разрешающая способность микроскопа и телескопа. Поперечность световых волн. Дисперсия света. Поляризация света. Поперечность световых волн и электромагнитная теория света.

Источники света. Спектры и спектральные аппараты. Виды спектров. Спектральный анализ. Инфракрасное и ультрафиолетовое излучение. Рентгеновские лучи. Шкала электромагнитных излучений. Эффект Доплера.

Геометрическая оптика как предельный случай волновой. Принцип Ферма. Закон отражения света. Сферическое зеркало. Закон преломления света. Полное отражение. Преломление света на сферической поверхности. Линза. Фокусное расстояние и оптическая сила линзы. Формула линзы. Построение изображения, даваемого линзой. Недостатки линз. Световые лучи. Фотометрия. Сила света. Освещенность. Яркость. Фотометры. Фотоаппарат. Глаз. Очки. Лупа. Микроскоп. Телескоп.

## Основы СТО

Законы электродинамики и принцип относительности. Опыт Майкельсона. Постулаты теории относительности. Относительность одновременности. Преобразования Лоренца. Относительность расстояний и промежутков времени. Релятивистский закон сложения скоростей. Релятивистская динамика. Связь массы с энергией.

## КВАНТОВАЯ ФИЗИКА, ФИЗИКА АТОМА И АТОМНОГО ЯДРА

Зарождение квантовой теории. Излучение черного тела. Постоянная Планка. Фотоэффект. Теория фотоэффекта. Фотоны. Применение фотоэффекта. Давление света. Эффект Комптона. Химическое действие света. Фотография. Волновые и квантовые свойства света.

Планетарная модель атома. Опыты Резерфорда. Постулаты Бора. Модель атома водорода по Бору. Экспериментальное доказательство существования стационарных состояний. Трудности теории Бора. Корпускулярно-волновой дуализм. Формула де Бройля. Соотношение неопределенностей Гейзенберга. Статистический характер квантовой механики. Многоэлектронные атомы. Принцип Паули. Квантовые источники света – лазеры.

Методы наблюдения и регистрации элементарных частиц. Естественная радиоактивность. Альфа, бета и гамма-излучения. Радиоактивные превращения. Закон радиоактивного распада. Период полураспада. Изотопы. Искусственное превращение атомных ядер. Открытие нейтрона. Строение атомного ядра. Ядерные силы. Энергия связи атомных ядер. Ядерные реакции. Деление ядер урана. Цепные ядерные реакции. Ядерный реактор. Термоядерные реакции. Получение радиоактивных изотопов и их применение. Получение радиоактивных изотопов и их применение. Биологическое действие радиоактивных излучений.

Открытие позитрона. Античастицы. Открытие нейтрона. Промежуточные бозоны – переносчики слабых взаимодействий. Кварки. Взаимодействие кварков. Глюоны.

## СТРОЕНИЕ И ЭВОЛЮЦИЯ ВСЕЛЕННОЙ

Солнечная система как комплекс тел, имеющих общее происхождение. Общие характеристики планет. Планеты земной группы. Далекие планеты. Солнце и звезды. Строение Солнца. Эволюция звезд. Строение и эволюция Вселенной. Состав и структура Галактики. Вращение галактики. Звездные скопления. Красное смещение и расширяющаяся Вселенная.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Физика: Учебник для 10 класса общеобразовательных учреждений. Базовый и углубленный уровни. В 3 частях. / Л.Э.Генденштейн, Ю.И.Дик. Под ред. В.А. Орлова.– М.: Мнемозина, 2019.
2. Физика: Учебник для 11 класса общеобразовательных учреждений. Базовый и углубленный уровни. В 2 частях. / Л.Э.Генденштейн, Ю.И.Дик. Под ред. В.А. Орлова. – М.: Мнемозина, 2019. – 352 с.
3. Сборник задач по физике для 9-11 классов средней школы. /П.А. Рымкевич, А.П. Рымкевич.– М.: Просвещение, 2011.
4. Физика. 10 класс: учеб. Для общеобразовательных учреждений: базовый и профил. уровни. / Г.Я. Мякишев, Б.Б. Буховцев, Н.Н. Сотский. Под ред. Н.А. Парфентьевой. – М.: Просвещение, 2019.
5. Физика. 11 класс: учеб. Для общеобразовательных учреждений: базовый и профил. уровни. // Г.Я. Мякишев, Б.Б. Буховцев, В.М. Чаругин. Под ред. Н.А. Парфентьевой. – М.: Просвещение, 2019.
6. ЕГЭ-2020. Физика. Типовые экзаменационные варианты. 30 вариантов. Ред ред. М.Ю. Демидовой. М.:Национальное образование, 2019.
7. ЕГЭ-2020. Физика. Типовые варианты экзаменационных заданий. 45 вариантов. /Е.В. Лукашева, Н.И. Чистякова. М.: Экзамен, 2020.
8. Методические рекомендации обучающимся по организации индивидуальной подготовки к ЕГЭ 2020 года. ФИЗИКА. [Электронный ресурс] URL: <https://100balnik.com/wp-content/uploads/2020/04/fizika-ege2020-fipi.pdf>. Режим доступа свободный.

## КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ ВСТУПИТЕЛЬНОГО ИСПЫТАНИЯ

### Форма проведения вступительного испытания

Экзамен проводится в письменной форме (тест).

### Продолжительность вступительного испытания

На подготовку ответов на экзаменационные вопросы отводится три астрономических часа (180 минут).

### Структура вступительного испытания

Вступительное испытание состоит из двух разделов. Первый раздел базового уровня сложности включает 25 закрытых заданий, которые предполагают выбор одного варианта ответа из нескольких предложенных. Второй раздел состоит из 5 задач повышенного уровня сложности, по итогам решения которых необходимо дать числовой ответ.

### Шкала оценивания

**Ответы на вопросы первого раздела** оцениваются дихотомически: за правильный ответ начисляется 2 балла, за неправильный – 0 баллов. Правильным является только один из предложенных вариантов ответа.

*Максимально возможное количество баллов за первую часть* испытания – 50.

**Ответы на вопросы второго раздела** оцениваются по десятибалльной шкале. Правильный числовой ответ с погрешностью не более 10 % оценивается в 10 баллов. В случае, если данный абитуриентом ответ выходит за пределы указанной выше погрешности, ставится 0 баллов.

*Максимально возможное количество баллов за вторую часть* испытания – 50.

*Максимальная возможная оценка за две части вступительного испытания* – 100 баллов.

## ПРИМЕР ЭКЗАМЕНАЦИОННОЙ РАБОТЫ

### Часть 1

*Выполните задания, выбрав один правильный ответ из представленных вариантов. Каждое правильно выполненное задание оценивается в 2 балла.*

1. Тело брошено вертикально вверх с начальной скоростью 20 м/с. Каков модуль скорости тела через 0,5 с после начала движения? Сопротивление воздуха не учитывать.  
1) 5 м/с                      2) 10 м/с                      3) 15 м/с                      4) 20 м/с
2. Автомобиль массой 500 кг, разгоняясь с места равноускоренно, достиг скорости 20 м/с за 10 с. равнодействующая всех сил, действующих на автомобиль, равна  
1) 0,5 кН                      2) 1 кН                      3) 2 кН                      4) 4 кН

3. К пружине школьного динамометра подвешен груз массой 0,1 кг. При этом пружина удлинилась на 2,5 см. Каким будет удлинение пружины при добавлении еще двух грузов по 0,1 кг?
- 1) 5 см                      2) 7,5 см                      3) 10 см                      4) 12,5 см
4. На стоящие на льду сани массой 200 кг с некоторой высоты прыгает человек со скоростью, проекция которой на горизонтальное направление в момент касания саней равна 4 м/с. Скорость саней после прыжка составила 0,8 м/с. Какова масса человека?
- 1) 40 кг                      2) 50 кг                      3) 60 кг                      4) 80 кг
5. Скорость автомобиля массой  $m = 10^3$  кг увеличилась от  $v_1 = 10$  м/с до  $v_2 = 20$  м/с. Работа равнодействующей силы равна
- 1)  $1,5 \cdot 10^5$  Дж              2)  $2,0 \cdot 10^5$  Дж              3)  $2,5 \cdot 10^5$  Дж              4)  $3 \cdot 10^5$  Дж
6. Рычаг находится в равновесии под действием двух сил. Сила  $F_1 = 4$  Н. Какова сила  $F_2$ , если плечо силы  $F_1$  равно 15 см, а плечо силы  $F_2$  равно 10 см?
- 1) 4 Н                      2) 0,16 Н                      3) 6 Н                      4) 2,7 Н
7. Массу математического маятника увеличили, оставив неизменной его длину. Как изменился при этом период его свободных колебаний?
- 1) не изменился  
2) увеличился  
3) уменьшился  
4) ответ зависит от длины нити маятника
8. "Частицы вещества участвуют в непрерывном тепловом хаотическом движении." Это положение молекулярно-кинетической теории строения вещества относится к
- 1) газам и твердым телам  
2) твердым телам и жидкостям  
3) газам и жидкостям  
4) газам, жидкостям и твердым телам
9. При нагревании идеального газа его абсолютная температура увеличилась в 2 раза. Как изменилась при этом средняя кинетическая энергия теплового движения молекул газа?
- 1) увеличилась в 16 раз  
2) увеличилась в 4 раза  
3) увеличилась в 2 раза  
4) не изменилась
10. В сосуде под поршнем находится ненасыщенный пар. Его можно сделать насыщенным,
- 1) повышая температуру  
2) уменьшая объем сосуда  
3) увеличивая внутреннюю энергию  
4) добавляя в сосуд другой газ



11. Внутренняя энергия монеты увеличивается, если ее

- 1) нагреть
- 2) заставить двигаться с большей скоростью
- 3) поднять над поверхностью Земли
- 4) опустить в воду той же температуры

12. Идеальный газ получил количество теплоты 300 Дж и совершил работу 100 Дж. Внутренняя энергия газа при этом

- 1) увеличилась на 400 Дж
- 2) увеличилась на 200 Дж
- 3) уменьшилась на 400 Дж
- 4) уменьшилась на 200 Дж

13. Тепловая машина за цикл работы получает от нагревателя 100 Дж и отдает холодильнику 40 Дж. Чему равен КПД тепловой машины?

- 1) 40%                      2) 60%                      3) 29%                      4) 43%

14. Как изменится сила кулоновского взаимодействия двух точечных зарядов, если расстояние между ними увеличить в 3 раза?

- 1) увеличится в 3 раза
- 2) уменьшится в 9 раз
- 3) уменьшится в 3 раза
- 4) увеличится в 9 раз

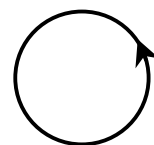
15. Как изменится емкость плоского воздушного конденсатора, если площадь обкладок увеличить в 2 раза, а расстояние между ними уменьшить в 2 раза?

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

16. Резистор подключен к источнику тока с ЭДС 10 В и внутренним сопротивлением 1 Ом. Сила тока в электрической цепи равна 2 А. Каково сопротивление резистора?

- 1) 10 Ом                      2) 6 Ом                      3) 4 Ом                      4) 1 Ом

17. На рисунке изображен проволочный виток, по которому течет электрический ток в направлении, указанном стрелкой. Виток расположен в плоскости чертежа. В центре витка вектор индукции магнитного поля тока направлен

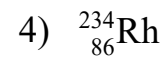
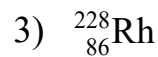
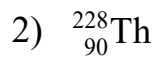
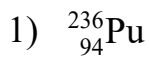


- 1) к нам перпендикулярно плоскости чертежа  $\odot$
- 2) от нас перпендикулярно плоскости чертежа  $\otimes$
- 3) вправо  $\rightarrow$
- 4) влево  $\leftarrow$

18. Укажите устройство, в котором используется явление возникновения тока при движении проводника в магнитном поле.
- 1) электромагнит
  - 2) электродвигатель
  - 3) электрогенератор
  - 4) Амперметр
19. Колебательный контур состоит из конденсатора электроемкостью  $C$  и катушки индуктивностью  $L$ . Как изменится период свободных электромагнитных колебаний в этом контуре, если электроемкость конденсатора и индуктивность катушки увеличить в 3 раза?
- 1) увеличится в 3 раза
  - 2) не изменится
  - 3) уменьшится в 3 раза
  - 4) увеличится в 9 раз
20. Луч света падает на плоское зеркало. Угол отражения равен  $12^\circ$ . Угол между падающим лучом и зеркалом
- 1)  $12^\circ$
  - 2)  $88^\circ$
  - 3)  $24^\circ$
  - 4)  $78^\circ$
21. Предмет расположен между собирающей линзой и ее фокусом. Изображение предмета
- 1) мнимое, перевернутое
  - 2) действительное, перевернутое
  - 3) действительное, прямое
  - 4) мнимое, прямое
22. Разложение белого света в спектр при прохождении через призму обусловлено
- 1) интерференцией света
  - 2) отражением света
  - 3) дисперсией света
  - 4) дифракцией света
23. При фотоэффекте работа выхода электрона из металла зависит от
- 1) частоты падающего света
  - 2) интенсивности падающего света
  - 3) химической природы металла
  - 4) кинетической энергии вырываемых электронов
24. В опыте Резерфорда большая часть  $\alpha$ -частиц свободно проходит сквозь фольгу, практически не отклоняясь от прямолинейных траекторий, потому что
- 1) ядро атома имеет положительный заряд
  - 2) электроны имеют отрицательный заряд
  - 3) ядро атома имеет малые (по сравнению с атомом) размеры

4)  $\alpha$ -частицы имеют большую (по сравнению с ядрами атомов) массу

25. Торий  ${}^{232}_{90}\text{Th}$ , испытав 2 электронных  $\beta$ -распада и 1  $\alpha$ -распад, превращается в элемент



## Часть 2

*Выполните решение следующих физических задач. Полученный в процессе решения ответ впишите в поле для внесения ответа. Необходимые значения физических констант можно найти в прилагаемой к заданию таблице. Каждая правильно выполненная задача оценивается в 10 баллов.*

26. Ящик с песком массой 10 кг стоит на гладкой горизонтальной плоскости. Он соединен со стеной пружиной жесткостью 200 Н/м. На сколько сожмется пружина, если в ящик попадет пуля массой 10 г со скоростью 500 м/с? Ответ дайте в сантиметрах.

Ответ: \_\_\_\_\_ см.

27. Идеальный одноатомный газ в количестве 1 моль нагрели сначала изобарно, а затем изохорно. В результате как давление, так и объем газа увеличились в два раза. Какое количество теплоты получил газ в этих двух процессах, если его начальная температура была 100 К? Ответ дайте в Джоулях.

Ответ: \_\_\_\_\_ Дж.

28. Определите ток короткого замыкания источника тока, если при внешнем сопротивлении 50 Ом ток в цепи 0,2 А; а при сопротивлении 110 Ом ток равен 0,1 А. Ответ запишите в Амперах.

Ответ: \_\_\_\_\_ А.

29. Рамка в форме равностороннего треугольника помещена в однородное магнитное поле с индукцией 0,08 Тл. Перпендикуляр к плоскости рамки составляет с направлением магнитного поля угол  $30^\circ$ . Определите сторону рамки, если известно, что среднее значение ЭДС индукции, возникающей в рамке при выключении поля за 0,03 с, равно 10 мВ. Ответ запишите в сантиметрах.

Ответ: \_\_\_\_\_ см.

30. Расстояние от предмета до экрана равно 5 м. Какой должна быть оптическая сила линзы, чтобы с ее помощью получить на экране увеличенное в 4 раза изображение предмета? Ответ запишите в диоптриях.

Ответ: \_\_\_\_\_ дптр.

## Десятичные приставки

| Наименование | Обозначение | Множитель | Наименование | Обозначение | Множитель  |
|--------------|-------------|-----------|--------------|-------------|------------|
| гига         | Г           | $10^9$    | санти        | с           | $10^{-2}$  |
| мега         | М           | $10^6$    | милли        | м           | $10^{-3}$  |
| кило         | к           | $10^3$    | микро        | мк          | $10^{-6}$  |
| гекто        | г           | $10^2$    | нано         | н           | $10^{-9}$  |
| деци         | д           | $10^{-1}$ | пико         | п           | $10^{-12}$ |

**Константы**

|   |  |
|---|--|
| число $\pi$   | $\pi = 3,14$   |
| ускорение свободного падения на Земле                         | $g = 10 \text{ м/с}^2$   |
| гравитационная постоянная                                     | $G = 6,7 \cdot 10^{-11} \text{ Н} \cdot \text{м}^2 / \text{кг}^2$                      |
| универсальная газовая постоянная                              | $R = 8,31 \text{ Дж}/(\text{моль} \cdot \text{К})$                                     |
| постоянная Больцмана  | $k = 1,38 \cdot 10^{-23} \text{ Дж/К}$   |
| постоянная Авогадро   | $N_A = 6 \cdot 10^{23} \text{ моль}^{-1}$  |
| скорость света в вакууме                                      | $c = 3 \cdot 10^8 \text{ м/с}$   |
| коэффициент пропорциональности в законе Кулона                | $k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} = 9 \cdot 10^9 \text{ Н} \cdot \text{м}^2 / \text{Кл}^2$ |
| модуль заряда электрона<br>(элементарный электрический заряд) | $e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}$  |
| постоянная Планка   | $h = 6,6 \cdot 10^{-34} \text{ Дж} \cdot \text{с}$                                     |

**Соотношение между различными единицами**

|                                      |  |
|--------------------------------------|--|
| температура                          | $0 \text{ К} = -273 \text{ }^\circ\text{С}$              |
| атомная единица массы                | $1 \text{ а.е.м.} = 1,66 \cdot 10^{-27} \text{ кг}$      |
| 1 атомная единица массы эквивалентна | $931,5 \text{ МэВ}$                                      |
| 1 электронвольт                      | $1 \text{ эВ} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Дж}$           |
| 1 астрономическая единица            | $1 \text{ а.е.} \approx 150\,000\,000 \text{ км}$        |
| 1 световой год                       | $1 \text{ св. год} \approx 9,46 \cdot 10^{15} \text{ м}$ |
| 1 парсек                             | $1 \text{ пк} \approx 3,26 \text{ св. года}$             |

**Масса частиц**

|           |  |
|-----------|--|
| электрона | $9,1 \cdot 10^{-31} \text{ кг} \approx 5,5 \cdot 10^{-4} \text{ а.е.м.}$ |
| протона   | $1,673 \cdot 10^{-27} \text{ кг} \approx 1,007 \text{ а.е.м.}$           |
| нейтрона  | $1,675 \cdot 10^{-27} \text{ кг} \approx 1,008 \text{ а.е.м.}$           |

**Астрономические величины**

|                                |   |
|--------------------------------|---|
| средний радиус Земли           | $R_{\oplus} = 6370 \text{ км}$          |
| радиус Солнца                  | $R_{\odot} = 6,96 \cdot 10^8 \text{ м}$ |
| температура поверхности Солнца | $T = 6000 \text{ К}$                    |

**Плотность**

|                    |                       |                     |                          |
|--------------------|-----------------------|---------------------|--------------------------|
| воды               | $1000 \text{ кг/м}^3$ | подсолнечного масла | $900 \text{ кг/м}^3$     |
| древеси́ны (сосна) | $400 \text{ кг/м}^3$  | алюминия            | $2700 \text{ кг/м}^3$    |
| керосина           | $800 \text{ кг/м}^3$  | железа              | $7800 \text{ кг/м}^3$    |
|                    |                       | ртути               | $13\,600 \text{ кг/м}^3$ |

**Удельная теплоёмкость**

|      |  |          |   |
|------|--|----------|---|
| воды | $4,2 \cdot 10^3 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$ | алюминия | $900 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$ |
|------|--|----------|---|

|   |                            |                  |                            |
|---|----------------------------|------------------|----------------------------|
| льда  | $2,1 \cdot 10^3$ Дж/(кг·К) | меди             | 380 Дж/(кг·К)              |
| железа  | 460 Дж/(кг·К)              | чугуна           | 500 Дж/(кг·К)              |
| свинца  | 130 Дж/(кг·К)              |                  |                            |
| <b>Удельная теплота</b>   |                            |                  |                            |
| парообразования воды  | $2,3 \cdot 10^6$ Дж/кг     |                  |                            |
| плавления свинца  | $2,5 \cdot 10^4$ Дж/кг     |                  |                            |
| плавления льда  | $3,3 \cdot 10^5$ Дж/кг     |                  |                            |
| <b>Нормальные условия:</b> давление – $10^5$ Па, температура – 0 °С |                            |                  |                            |
| <b>Молярная масса</b>   |                            |                  |                            |
| азота   | $28 \cdot 10^{-3}$ кг/моль | гелия            | $4 \cdot 10^{-3}$ кг/моль  |
| аргона  | $40 \cdot 10^{-3}$ кг/моль | кислорода        | $32 \cdot 10^{-3}$ кг/моль |
| водорода  | $2 \cdot 10^{-3}$ кг/моль  | лития            | $6 \cdot 10^{-3}$ кг/моль  |
| воздуха   | $29 \cdot 10^{-3}$ кг/моль | неона            | $20 \cdot 10^{-3}$ кг/моль |
| воды  | $18 \cdot 10^{-3}$ кг/моль | углекислого газа | $44 \cdot 10^{-3}$ кг/моль |