

**ПЕРВОЕ ВЫСШЕЕ ТЕХНИЧЕСКОЕ УЧЕБНОЕ ЗАВЕДЕНИЕ РОССИИ**



**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

**«САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ  
ВСТУПИТЕЛЬНОГО ИСПЫТАНИЯ ПО ПРЕДМЕТУ  
ФИЗИКА**

Санкт-Петербург  
2020

ФИЗИКА: Методические указания для вступительного испытания по предмету физика / Санкт-Петербургский горный университет. Сост. *Н.Н.Смирнова*: СПб, 2020, 14 с.

Методические указания составлены для абитуриентов, поступающих в Санкт-Петербургский горный университет по результатам вступительных испытаний в письменной форме, которые проводятся для следующих категорий граждан:

- детей-инвалидов, инвалидов;
- иностранных граждан;

– лиц, которые получили документ о среднем общем образовании в течение одного года до дня завершения приема документов и вступительных испытаний включительно, если все пройденные ими в указанный период аттестационные испытания государственной итоговой аттестации по образовательным программам среднего общего образования сданы не в форме ЕГЭ (либо они прошли итоговые аттестационные процедуры в иностранных образовательных организациях и не сдавали ЕГЭ в указанный период);

– лиц, которые прошли государственную итоговую аттестацию по отдельным общеобразовательным предметам в форме государственного выпускного экзамена, при условии, что они получили документ о среднем общем образовании в течение одного года до дня завершения приема документов и вступительных испытаний включительно и в этот период не сдавали ЕГЭ по соответствующим общеобразовательным предметам;

- лиц, поступающих на базе профессионального образования.

Основное назначение настоящих методических указаний – дать абитуриенту достаточно полное представление об уровне и специфике требований вступительного испытания по физике, необходимого для поступления на обучение в Горный университет.

В методических указаниях представлены вопросы и примеры заданий по содержанию и сложности приближенные к экзаменационным.

Научный редактор проф. *А.С. Мустафаев*

## Введение

В экзаменационные билеты включены задания из всех разделов курса физики в соответствии с перечнем элементов обязательного минимума содержания и требованиями Федерального государственного образовательного стандарта среднего общего образования к результатам освоения программы по физике.

Предметные результаты освоения программы по физике в соответствии с требованиями ФГОС подразумевают, что для выполнения заданий абитуриентам необходимо: *овладеть* понятийным аппаратом и символическим языком дисциплины; *знать/понимать* смысл физических понятий, величин, законов, принципов и постулатов; *уметь* описывать и объяснять физические явления и свойства тел, определять характер физического процесса по графику, таблице и формуле, определять продукты ядерных реакций на основе законов сохранения электрического заряда и массового числа, применять полученные знания при решении задач различного уровня сложности.

Задания разработаны в соответствии с Кодификатором элементов содержания и требований к уровню подготовки выпускников образовательных организаций для проведения единого государственного экзамена по физике 2020 года, размещенном на сайтах [www.ege.edu.ru](http://www.ege.edu.ru) и [www.fipi.ru](http://www.fipi.ru).

### 1. Содержание, структура и форма проведения вступительного испытания

Вступительный экзамен по физике проводится в письменной форме на русском языке. На выполнение всей экзаменационной работы отводится 3 часа 55 минут (235 минут).

Во время выполнения работы абитуриентам предоставляются все необходимые справочные материалы.

В экзаменационной работе контролируются элементы содержания из пяти разделов курса физики:

1. Механика
2. Молекулярная физика. Термодинамика
3. Электродинамика
4. Основы специальной теории относительности
5. Квантовая физика

Задания, включённые в билеты, различаются уровнем знаний, необходимым для их выполнения и, соответственно, баллами, которыми оценивается каждое задание.

Билет вступительного испытания по физике содержит 10 заданий разного уровня сложности (*базового, повышенного и высокого*), позволяющих проверить умение абитуриента применять физические законы и формулы как в типовых учебных ситуациях, так и в нетрадиционных ситуациях, требующих проявления достаточно высокой степени самостоятельности при комбинировании известных алгоритмов действий. При этом используются различные виды формулировки условия задач: в форме обычного текста или рисунка со схемой; в виде функциональной зависимости или графика.

Задачи могут быть как вычислительного, так и качественного характера, для которых ответ может звучать как «больше», «меньше», «увеличится», «уменьшится» и т.д.

*Базовый* уровень сложности предусматривает решение простых задач, проверяющих усвоение наиболее важных физических понятий, моделей, явлений и законов по любому разделу курса и позволяет оценить уровень освоения наиболее значимых содержательных элементов стандарта по физике.

Для решения задач *повышенного* уровня сложности необходимо умение использовать понятия и законы физики для анализа различных процессов и явлений, а также решения задач на применение одного-двух законов (формул) по какой-либо теме школьного курса физики.

Выполнение заданий *высокого* уровня сложности требует от абитуриента более глубоких знаний, умения использовать законы и теории физики в измененной или новой ситуации и

применять знания сразу из нескольких разделов физики, комбинировать известные алгоритмы действий, т.е. требует высокого уровня подготовки абитуриента.

Различная формулировка заданий позволяет проверить способность абитуриента комплексно использовать знания и умения из различных разделов курса физики. Значит, соответственно, оценка заданий в баллах различна.

Выполнение заданий экзаменационной работы оценивается с учетом сложности задания, правильности решения и полноты мотивации ответа.

Экзаменационные работы оцениваются по 100-балльной шкале.

Объективность проверки заданий обеспечивается едиными критериями оценивания, а также наличием процедуры апелляции.

При выполнении всех заданий вступительного испытания по физике необходимо представить развёрнутое решение задач, в котором *необходимо*:

- выполнить рисунок или начертить схему (если это требуется для решения);
- сопровождать ход рассуждений, применяемые формулы и законы пояснениями, мотивирующими решение;
- в задачах вычислительного характера представить результат в общем виде, т.е. преобразовать выражение для определяемой величины так, чтобы в него входили лишь буквенные обозначения величин, заданных в условии задачи, и необходимые физические константы;
- проверить размерность (или единицы величин) полученного результата;
- выполнить необходимые вычисления;
- построить графики (если необходимо по условию задачи);
- сформулировать полный ответ в соответствии с вопросом задачи.

## **2. Разделы дисциплины, рассматриваемые в ходе вступительного испытания**

### **Раздел 1. Механика**

#### 1.1. КИНЕМАТИКА

1.1.1. Механическое движение и его виды. Относительность механического движения.

Система отсчета

1.1.2. Материальная точка и ее радиус-вектор. Траектория, перемещение, путь.

Сложение перемещений

1.1.3. Скорость материальной точки. Сложение скоростей

1.1.4. Ускорение материальной точки

1.1.5. Равномерное прямолинейное движение

1.1.6. Равноускоренное прямолинейное движение

1.1.7. Свободное падение. Ускорение свободного падения. Движение тела, брошенного под углом  $\alpha$  к горизонту

1.1.8. Движение точки по окружности. Линейная и угловая скорость точки, соответственно. Центробежное ускорение

1.1.9. Твердое тело. Поступательное и вращательное движение твердого тела

#### 1.2. ДИНАМИКА

1.2.1. Инерциальные системы отсчета. Первый закон Ньютона. Принцип относительности Галилея

1.2.2. Масса тела. Плотность вещества

1.2.3. Сила. Принцип суперпозиции сил

1.2.4. Второй и третий законы Ньютона

1.2.5. Закон всемирного тяготения. Сила тяжести. Зависимость силы тяжести от высоты над поверхностью планеты. Вес тела. Невесомость

1.2.6. Движение небесных тел и их искусственных спутников. Первая космическая скорость. Вторая космическая скорость

1.2.7. Сила упругости. Закон Гука

- 1.2.8. Сила трения. Сухое трение. Сила трения скольжения. Сила трения покоя. Коэффициент трения
- 1.2.9. Давление
- 1.3. СТАТИКА
  - 1.3.1. Момент силы относительно оси вращения
  - 1.3.2. Условия равновесия твердого тела
  - 1.3.3. Закон Паскаля
  - 1.3.4. Давление в жидкости, покоящейся в ИСО
  - 1.3.5. Закон Архимеда. Условия плавания тел
- 1.4. ЗАКОНЫ СОХРАНЕНИЯ В МЕХАНИКЕ
  - 1.4.1. Импульс материальной точки. Импульс системы тел
  - 1.4.2. Закон изменения и сохранения импульса
  - 1.4.3. Работа силы. Мощность силы
  - 1.4.4. Кинетическая энергия материальной точки. Закон изменения кинетической энергии системы материальных точек
  - 1.4.5. Потенциальная энергия для потенциальных сил. Потенциальная энергия тела в однородном поле тяжести. Потенциальная энергия упруго деформированного тела
  - 1.4.6. Закон изменения и сохранения механической энергии
  - 1.4.7. Закон сохранения механической энергии
- 1.5. МЕХАНИЧЕСКИЕ КОЛЕБАНИЯ И ВОЛНЫ
  - 1.5.1. Гармонические колебания. Амплитуда и фаза колебаний. Кинематическое, динамическое и энергетическое (закон сохранения механической энергии) описание. Связь амплитуды колебаний исходной величины с амплитудами колебаний её скорости и ускорения
  - 1.5.2. Период и частота колебаний
  - 1.5.3. Период малых свободных колебаний математического и пружинного маятника
  - 1.5.4. Вынужденные колебания. Резонанс
  - 1.5.5. Поперечные и продольные волны. Скорость распространения и длина волны. Интерференция и дифракция волн

## **Раздел 2. Молекулярная физика. Термодинамика**

- 2.1. МОЛЕКУЛЯРНАЯ ФИЗИКА
  - 2.1.1. Модели строения газов, жидкостей и твердых тел
  - 2.1.2. Тепловое движение атомов и молекул вещества
  - 2.1.3. Взаимодействие частиц вещества. Диффузия. Броуновское движение
  - 2.1.4. Модель идеального газа в МКТ: частицы газа движутся хаотически и не взаимодействуют друг с другом
  - 2.1.5. Абсолютная температура. Связь температуры газа со средней кинетической энергией поступательного теплового движения его частиц
  - 2.1.6. Модель идеального газа в термодинамике
  - 2.1.7. Уравнение Менделеева – Клапейрона. Уравнение  $p = nkT$ . Выражение для внутренней энергии одноатомного идеального газа
  - 2.1.8. Закон Дальтона для давления смеси разреженных газов
  - 2.1.9. Изопроцессы: изотермический, изохорный, изобарный, адиабатный процессы
  - 2.1.10. Изменение агрегатных состояний вещества: испарение и конденсация, плавление и кристаллизация, кипение жидкости. Преобразование энергии в фазовых переходах
- 2.2. ТЕРМОДИНАМИКА
  - 2.2.1. Тепловое равновесие и температура
  - 2.2.2. Внутренняя энергия
  - 2.2.3. Теплопередача
  - 2.2.4. Количество теплоты. Удельная теплоемкость вещества. Удельная теплота парообразования. Удельная теплота плавления. Удельная теплота сгорания топлива

- 2.2.5. Элементарная работа в термодинамике. Вычисление работы по графику процесса на  $pV$ -диаграмме
- 2.2.6. Первый закон термодинамики
- 2.2.7. Второй закон термодинамики
- 2.2.8. Принципы действия и КПД тепловой машины. Цикл Карно
- 2.2.9. Уравнение теплового баланса

### Раздел 3. Электродинамика

#### 3.1. ЭЛЕКТРИЧЕСКОЕ ПОЛЕ

3.1.1. Электризация тел. Электрический заряд. Два вида заряда. Закон сохранения электрического заряда

3.1.2. Взаимодействие зарядов. Точечные заряды. Закон Кулона

3.1.3. Электрическое поле. Его действие на электрические заряды

3.1.4. Напряженность электрического поля. Поле точечного заряда. Однородное поле. Картины линий поля

3.1.5. Потенциальность электростатического поля. Разность потенциалов и напряжение. Связь напряженности поля и разности потенциалов для однородного электростатического поля

3.1.6. Принцип суперпозиции электрических полей

3.1.7. Проводники в электростатическом поле

3.1.8. Диэлектрики в электростатическом поле. Диэлектрическая проницаемость вещества

3.1.9. Конденсатор. Емкость конденсатора. Параллельное и последовательное соединение конденсаторов

3.1.10. Энергия заряженного конденсатора

#### 3.2. ЗАКОНЫ ПОСТОЯННОГО ТОКА

3.2.1. Постоянный электрический ток. Сила тока

3.2.2. Напряжение и электродвижущая сила (ЭДС)

3.2.3. Закон Ома для участка цепи

3.2.4. Электрическое сопротивление. Удельное сопротивление вещества

3.2.5. Источники тока. ЭДС и внутреннее сопротивление источника тока

3.2.6. Закон Ома для полной (замкнутой) электрической цепи

3.2.7. Параллельное и последовательное соединение проводников

3.2.8. Работа электрического тока. Закон Джоуля – Ленца

3.2.9. Мощность электрического тока. Тепловая мощность, выделяемая на резисторе. Мощность источника тока

3.2.10. Носители свободных электрических зарядов в металлах, жидкостях и газах

#### 3.3. МАГНИТНОЕ ПОЛЕ

3.3.1. Механическое взаимодействие магнитов. Магнитное поле. Вектор магнитной индукции. Принцип суперпозиции магнитных полей. Линии магнитного поля

3.3.2. Магнитное поле проводника с током

3.3.3. Сила Ампера

3.3.4. Сила Лоренца. Движение заряженной частицы в однородном магнитном поле

#### 3.4. ЭЛЕКТРОМАГНИТНАЯ ИНДУКЦИЯ

3.4.1. Поток вектора магнитной индукции

3.4.2. Явление электромагнитной индукции. Закон электромагнитной индукции Фарадея

3.4.3. Правило Ленца

3.4.4. Индуктивность

3.4.5. Самоиндукция. ЭДС самоиндукции

3.4.6. Энергия магнитного поля катушки с током

### 3.5. ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫЕ КОЛЕБАНИЯ И ВОЛНЫ

3.5.1. Колебательный контур. Свободные электромагнитные колебания. Формула Томсона. Закон сохранения энергии в колебательном контуре

3.5.2. Вынужденные электромагнитные колебания. Резонанс

3.5.3. Гармонические электромагнитные колебания

3.5.4. Переменный ток. Производство, передача и потребление электрической энергии

3.5.5. Электромагнитное поле. Свойства электромагнитных волн. Взаимная ориентация векторов в электромагнитной волне в вакууме. Шкала электромагнитных волн

### 3.6. ОПТИКА

3.6.1. Прямолинейное распространение света в однородной среде. Луч света

3.6.2. Закон отражения света

3.6.3. Построение изображений в плоском зеркале

3.6.4. Закон преломления света. Абсолютный показатель преломления. Относительный показатель преломления. Ход лучей в призме. Соотношение частот и длин волн при переходе монохроматического света через границу раздела двух оптических сред

3.6.5. Полное внутреннее отражение

3.6.6. Собирающие и рассеивающие линзы. Фокусное расстояние и оптическая сила тонкой линзы

3.6.7. Формула тонкой линзы. Увеличение, даваемое линзой. Построение изображений в линзах

3.6.8. Фотоаппарат как оптический прибор. Глаз как оптическая система

3.6.9. Интерференция света. Когерентные источники. Условия наблюдения максимумов и минимумов в интерференционной картине от двух синфазных когерентных источников

3.6.10. Дифракция света. Дифракционная решетка. Условия наблюдения главных максимумов при нормальном падении монохроматического света

3.6.11. Дисперсия света

## Раздел 4. Основы специальной теории относительности

4.1. Инвариантность модуля скорости света в вакууме. Принцип относительности Эйнштейна

4.2. Энергия свободной частицы. Импульс частицы. Связь массы и энергии. Энергия покоя свободной частицы

## Раздел 5. Квантовая физика

### 5.1. КОРПУСКУЛЯРНО-ВОЛНОВОЙ ДУАЛИЗМ

5.1.1. Гипотеза М. Планка о квантах. Формула Планка

5.1.2. Фотоны. Энергия, импульс и масса фотона

5.1.3. Фотоэффект. Уравнение Эйнштейна для фотоэффекта

5.1.4. Волновые свойства частиц. Волны де Бройля. Длина волны де Бройля движущейся частицы. Корпускулярно-волновой дуализм

### 5.2. ФИЗИКА АТОМА И АТОМНОГО ЯДРА

5.2.1. Планетарная модель атома

5.2.2. Постулаты Бора. Излучение и поглощение фотонов при переходе атома с одного уровня энергии на другой

5.2.3. Линейчатые спектры

5.2.4. Нуклонная модель ядра Гейзенберга – Иваненко. Заряд ядра. Массовое число ядра. Изотопы. Энергия связи нуклонов в ядре. Ядерные силы. Дефект массы ядра

5.2.5. Радиоактивность. Альфа-распад. Бета-распад. Электронный  $\beta$ -распад. Позитронный  $\beta$ -распад. Гамма-излучение. Закон радиоактивного распада

### 3. Примеры решения и оформления заданий

**Пример 1.** Определите длину волны де Бройля для нейтрона, движущегося со средне-квадратичной скоростью при  $T = 290$  К.

**Дано:**

$$T = 290 \text{ К}$$

$$m_n = 1,67 \cdot 10^{-27} \text{ кг}$$

$$\lambda = ?$$

**Решение:**

Длина волны де Бройля определяется по формуле

$$\lambda_B = \frac{h}{p}$$

Модуль импульса нейтрона

$$p = m_n v$$

Средняя кинетическая энергия теплового движения нейтрона

$$E_K = \frac{3}{2} kT$$

Кинетическая энергия нейтрона массой  $m_n$

$$E_K = \frac{m_n v^2}{2}$$

Приравняв выражения для энергий, получим среднеквадратичную скорость нейтрона:

$$v = \sqrt{\frac{3kT}{m_n}}$$

Модуль импульса нейтрона

$$p = m_n \sqrt{\frac{3kT}{m_n}} = \sqrt{3kTm_n}$$

Следовательно, длина волны де Бройля

$$\lambda = \frac{h}{\sqrt{3kTm_n}}$$

Проверка единиц измерения:

$$[\lambda] = \frac{\text{Дж} \cdot \text{с}}{\sqrt{\frac{\text{Дж}}{\text{К}} \cdot \text{К} \cdot \text{кг}}} = \frac{\frac{\text{кг} \cdot \text{м}^2}{\text{с}^2} \cdot \text{с}}{\sqrt{\frac{\text{кг} \cdot \text{м}^2}{\text{с}^2} \cdot \text{кг}}} = \text{м}$$

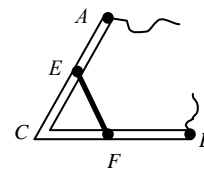
Вычисление:

$$\lambda = \frac{h}{\sqrt{3kTm_n}} = \frac{6,62 \cdot 10^{-34}}{\sqrt{3 \cdot 1,38 \cdot 10^{-23} \cdot 290 \cdot 1,67 \cdot 10^{-27}}} \approx 0,15 \cdot 10^{-9} \text{ м}$$

**Ответ:** длина волны де Бройля для нейтрона, движущегося со среднеквадратичной скоростью при  $T = 290$  К, равна  $\lambda = 0,15 \cdot 10^{-9}$  м.



**Пример 2.** Провод  $ACB$  изогнут так, что точки  $A$ ,  $C$  и  $B$  находятся в вершинах правильного треугольника (см. рис.). К серединам  $AC$  и  $BC$  подключена перемычка  $EF$  из провода с вдвое меньшей площадью сечения. К точкам  $A$  и  $B$  подано напряжение  $U = 3 В$ . Определить падение напряжения на перемычке.



хосто-  
сто-  
шей  
реде-

**Дано:**

$$S_{ACB} = 2S_{EF}$$

$$U = 3В.$$

$$U_{II} = ?$$

**Решение:**

Из условия задачи вытекает, что длины участков  $AE$ ,  $EC$ ,  $CF$ ,  $FB$  одинаковы (см.рис.).

Обозначим длину каждого из них за  $l$ , т. е.  $AE = EC = CF = FB = l$ . Сопротивление каждого участка  $R = \rho \frac{l}{S_{ACB}}$  ( $\rho$  и  $S_{ACB}$  также одинаковы).

Так как по условию задачи  $S_{ACB} = 2S_{EF}$ , то сопротивление перемычки  $EF$ :  
 $R_{II} = \rho \frac{2l}{S_{EF}} = 2R$ . Сопротивление участка  $ECF$ :  $R_I = 2R$ .

Перемычка и участок  $ECF$  соединены параллельно и их общее сопротивление  $R_2 = 2R/2 = R$ . Общее сопротивление проводника и перемычки  $R_{общ.} = 3R$ .

Сила тока в цепи  $I = U/(3R)$ .

С другой стороны  $I = I_I + I_{II} = 2 I_{II}$  (т. к.  $R_I = R_{II}$ ). Следовательно, сила тока в перемычке  $I_{II} = U/(6R)$ .

Падение напряжения на перемычке

$$U_{II} = U \cdot 2R / (6R) = U/3.$$

Проверка единиц измерения:

$$[U_{II}] = В \cdot Ом / Ом = В.$$

Вычисление:

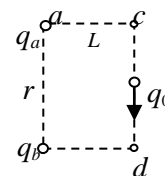
$$U_{II} = U/3 = 3/3 = 1 В.$$

**Ответ:** падение напряжения на перемычке  $U_{II} = 1 В$ .

#### 4. Пример экзаменационного билета

1. Сколько протонов и нейтронов содержит ядро мышьяка  ${}_{33}^{67}As$ ?
2. С помощью рассеивающей линзы необходимо уменьшить размеры предмета в 2 раза. Где надо расположить предмет? Ответ обосновать и результат изобразить.
3. В телевизоре с электронно-лучевой трубкой сила тока в электронном луче  $10^{-4} А$ . Какое количество вещества попадает на экран этого телевизора за 1 с? Заряд электрона  $1,6 \cdot 10^{-19} Кл$ .
4. Найти концентрацию молекул кислорода, если его давление 0,2 МПа, а средняя квадратичная скорость 700 м/с.
5. Материальная точка, двигаясь прямолинейно и равноускоренно, за 10 с прошла путь 90 м, причём её скорость за это время увеличилась в 5 раз. Определить ускорение точки.
7. Доска толщиной 5 см плавает в воде, погрузившись на 70%. Поверх воды разливается слой нефти толщиной 1 см. На сколько будет выступать доска над поверхностью нефти?
8. Определите длину волны монохроматического света, падающего на дифракционную решетку, содержащую 250 штрихов на 1 мм, если угол между двумя максимумами четвёртого порядка равен  $60^\circ$ .

9. Два заряда  $q_a = 2 мкКл$  и  $q_b = 5 мкКл$  расположены на расстоянии  $r = 40 см$  друг от друга в точках  $a$  и  $b$  (см. рис.). Вдоль прямой  $cd$ , проходящей параллельно прямой  $ab$  на расстоянии  $L = 30 см$  от нее, перемещается заряд  $q_0 = 100 мкКл$ . Определите работу электрических



сил при перемещении заряда из точки  $c$  в точку  $d$ , если прямые  $ac$  и  $bd$  перпендикулярны к прямой  $cd$ .

10. Каким должен быть угол падения луча на поверхность стекла, чтобы угол преломления был в 2 раза меньше угла падения? Луч света переходит в стекло из воздуха. Диэлектрическая проницаемость стекла превышает диэлектрическую проницаемость воздуха в  $k$  раз.

### 5. Варианты задач с ответами для самостоятельного решения

1. Автомобиль проходит середину выпуклого моста радиусом 40 м с центростремительным ускорением равным ускорению свободного падения. Определить скорость автомобиля.

**Ответ:**  $v = 20$  м/с.

2. В скважине глубиной 80 м свободно падает камень. Определить время его падения.

**Ответ:**  $t = 4$  с.

3. Какая частица  $X$  участвует в реакции  ${}^1_9\text{F} + X \rightarrow {}^4_2\text{He} + {}^{16}_8\text{O}$ ?

**Ответ:** протон

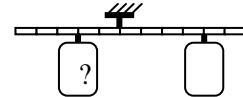
4. Во сколько раз длина волны красного света больше длины волны фиолетового света, если энергия фотона красного света в 2 раза меньше, чем энергия фотона фиолетового света?

**Ответ:** в 2 раза.

5. Чему равен вес кислорода, занимающего объем 166 л при температуре  $47^\circ\text{C}$  и давлении  $1,5 \cdot 10^5$  Па? (Молярная масса кислорода 0,032 кг/моль).

**Ответ:**  $P = 3$  Н.

6. Тело массой 0,2 кг подвешено к правому плечу невесомого рычага (см. рис.). Груз какой массы надо подвесить ко второму делению левого плеча рычага для достижения равновесия?



**Ответ:**  $m = 0,4$  кг.

7. Сколько витков должна содержать катушка с площадью поперечного сечения  $50$  см<sup>2</sup>, чтобы при изменении магнитной индукции от 0,5 Тл до 0,6 Тл в течение 4 мс в ней возбудилась э.д.с. 10 В?

**Ответ:**  $N = 80$  витков.

8. Луч лазера с длиной волны 0,6 мкм достигает экрана за 0,02 мкс. Сколько длин волн укладывается на пути света от лазера до экрана?

**Ответ:**  $N = 10^7$  длин волн.

9. Собирающая линза даёт действительное и увеличенное в два раза изображение предмета. Определить фокусное расстояние линзы, если расстояние между линзой и изображением предмета равно 24 см.

**Ответ:**  $F = 0,08$  м.

10. Угол падения света на поверхность воды равен  $\alpha$ . Под каким углом свет должен упасть на поверхность стекла, чтобы угол преломления остался прежним? Скорость света в воде  $v_{\text{в}}$  скорость света в стекле  $v_{\text{ст}}$ .

**Ответ:**  $\alpha_2 = \arcsin\left(\frac{v_{\text{в}}}{v_{\text{ст}}}\sin\alpha\right)$ .

11. Груз массой 8 кг, подвешенный на пружине, совершает гармонические колебания с периодом  $T$ . На сколько нужно уменьшить массу груза, чтобы период колебаний составил  $T/2$ ?

**Ответ:**  $\Delta m =$  на 6 кг.

12. Человек сидит на краю круглой горизонтальной платформы радиусом 5 м. С какой максимальной частотой должна вращаться платформа вокруг вертикальной оси, чтобы человек мог удержаться на ней при коэффициенте трения 2 Н/м?

**Ответ:**  $v = 0,32 \text{ с}^{-1}$ .

13. На прямой проводник с током 5 А в однородном магнитном поле с индукцией 0,1 Тл действует максимально возможная для данного поля сила Ампера, численно равная силе тяжести. Определить площадь сечения проводника, если он изготовлен из материала плотностью  $2500 \text{ кг/м}^3$ .

**Ответ:**  $S = 0,2 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2$ .

14. Кубик из стали с длиной ребра  $a = 10 \text{ см}$  плавает в ртути. Поверх ртути наливают воду вровень с верхней гранью кубика. Какова высота  $H$  слоя воды? (Плотность стали  $\rho = 7,8 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$ , плотность ртути  $\rho_{\text{ртм}} = 13,6 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$ , плотность воды  $\rho_{\text{в}} = 10^3 \text{ кг/м}^3$ ).

**Ответ:**  $H = 4,6 \cdot 10^{-2} \text{ м}$ .

15. Тело плотностью  $\rho$  плавает на границе раздела двух жидкостей с плотностями  $\rho_1$  и  $\rho_2$ , причём  $\rho_1 > \rho_2$ . Какая часть объёма погружена в «нижнюю» жидкость?

**Ответ:**  $V_1/V = \frac{\rho - \rho_2}{\rho_1 - \rho_2}$ .

16. В центр квадрата, в каждой вершине которого находится заряд  $q = 2,33 \text{ нКл}$ , помещён отрицательный заряд  $q_0$ . Определить этот заряд, если на каждый заряд  $q$  действует результирующая сила  $F = 0$ .

**Ответ:**  $q_0 = -2,23 \text{ нКл}$

17. Шарик массой  $m = 0,2 \text{ кг}$  на нити длиной  $L = 0,9 \text{ м}$  раскачивают так, что каждый раз, когда шарик проходит положение равновесия, на него в течение короткого промежутка времени  $t = 0,01 \text{ с}$  действует сила  $F = 0,1 \text{ Н}$ , направленная параллельно скорости. Через сколько полных колебаний шарик на нити отклоняется на угол  $60^\circ$ ?

**Ответ:** 300 колебаний.

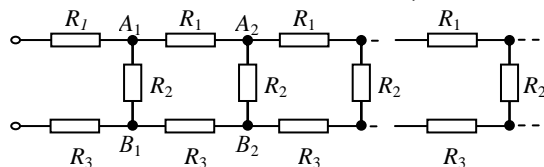
18. Подставка совершает в горизонтальном направлении гармонические колебания с периодом 5 с. Находящееся на подставке тело начинает по ней скользить, когда амплитуда колебаний подставки достигает 0,5 м. Определить коэффициент трения между телом и подставкой. Принять, что  $\pi^2 = 10$ .

**Ответ:**  $\mu = (2\pi/T)^2 A/g = 0,08$

19. Пластины плоского воздушного конденсатора расположены горизонтально. Половина конденсатора заполнена жидким диэлектриком, диэлектрическая проницаемость которого равна  $\epsilon$ . Положение конденсатора изменили так, что расположение пластин стало вертикальным. Какую часть конденсатора в этом случае надо заполнить таким же диэлектриком, чтобы его ёмкость не изменилась?

**Ответ:**  $1/(1+\epsilon)$ .

20. Определить сопротивление  $R$  бесконечной цепи, показанной на рисунке.



**Ответ:**  $R = \frac{R_1 + R_3}{2} \left( 1 + \sqrt{1 + \frac{4R_2}{R_1 + R_3}} \right) 3 \cdot 10^4 \text{ Ом}$ .

## 6. Рекомендуемый библиографический список

### Основная литература

1. Демидова М.Ю., Грибов В.А., Гиголо А.И. ЕГЭ 2019. Физика. Я сдам ЕГЭ! Механика. Молекулярная физика. Типовые задания. М.: Просвещение, серия: Я сдам ЕГЭ. 2019, 204 с.

2. Демидова М.Ю., Грибов В.А., Гиголо А.И. Физика. Курс самоподготовки. Технология решения заданий. М.: Просвещение, серия: Я сдам ЕГЭ. 2019, 160 с.
3. Демидова М.Ю., Грибов В.А., Гиголо А.И. ЕГЭ Физика. 1000 задач с ответами и решениями. М.: Экзамен. 2019, 430 с.
4. Кабардин О.Ф., Громцева О.И., Кабардина С.И., Орлов В.А. ЕГЭ Эксперт 2019. Физика. М.: Экзамен. 2019, 464 с.
5. Касаткина И.Л. Новый репетитор по физике для подготовки к ЕГЭ. Электромагнетизм. Колебания и волны. Оптика. Элементы теории относительности. Физика атома и атомного ядра. М.: Феникс, серия: «Государственный экзамен». 2018, 845 с.
6. Кабардин О.Ф., Кабардина С.И., Орлов В.А. Физика. Типовые тестовые задания. Создано разработчиками ЕГЭ. 2019, 320 с.
7. Касьянов В.А. Физика. 11 класс. Учебник. Базовый уровень. ФГОС. М.: Дрофа, серия: «Вертикаль. 11 класс». 2019, 278 с.
8. Мякишев Г.Я., Буховцев Б.Б., Сотский Н.Н., Парфентьева Н.А. Физика. 10 класс. Базовый уровень. Учебник. С онлайн-приложением. ФГОС. М.: Просвещение, серия: «Классический курс». 2018, 416 с.
9. Мякишев Г.Я., Чаругин В.М., Буховцев Б.Б. Физика. 11 класс. Учебник. Базовый уровень. С онлайн-приложением. ФГОС. М.: Просвещение, серия: «Классический курс». 2018, 416 с.
10. Парфентьева Н.А. Сборник задач по физике. 10-11 классы. М.: Просвещение, серия: «Классический курс». 2017, 208 с.
11. Рымкевич А.П. Физика. 10-11 классы. Задачник. М.: Дрофа ООО, серия: Задачники «Дрофы». 2018, 192 с.
12. Хижнякова Л.С., Синявина А.А., Холина С.А. Физика. 10 класс. Учебник. Базовый и углубленный уровни. ФГОС. М.: Вентана-Граф. серия: Физика. Эврика. (Алгоритм успеха). 2019, 400 с.

#### **Дополнительная литература**

1. Мякишев Г.Я., Синяков А.З. Физика. Молекулярная физика. Термодинамика. 10 класс. Углублённый уровень. Учебник. ФГОС. М.: Дрофа, серия: «Вертикаль. 10 класс». 2019, 352 с.
2. Мякишев Г.Я. Физика. Электродинамика. Учебник (углубленное изучение) ФГОС. М.: Дрофа, серия: «Вертикаль.10-11 классы». 2019, 480 с.
3. Мякишев Г.Я., Синяков А.З. Физика. Механика. 10 класс. Углублённый уровень. Учебник. ФГОС. М.: Дрофа, серия: «Вертикаль. 10 класс». 2018, 512 с.
4. Мякишев Г.Я. Физика. Оптика. Квантовая физика. 11 класс. Углубленный уровень. ФГОС. Учебник. М.: Дрофа. серия: «Вертикаль. 11 класс» 2018, 480 с.
5. Мякишев Г.Я. Физика. Колебания и волны. 11 класс. Учебник. Углубленный уровень. ФГОС. М.: Дрофа. серия: «Вертикаль. 11 класс». 2018, 288 с.

#### **Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы**

1. Федеральное хранилище «Единая коллекция цифровых образовательных ресурсов» ([school-collection.edu.ru](http://school-collection.edu.ru)).
2. Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам» ([window.edu.ru](http://window.edu.ru)).
3. Федеральный перечень учебников, рекомендуемых к использованию при реализации имеющих государственную аккредитацию образовательных программ начального общего, основного общего, среднего общего образования (<https://www.ctege.info/demoversii-ege-2018-po-vsem-predmetam/demoversiya-ege-2018-po-fizike.html>).

### **Специальные интернет-сайты**

1. Федеральный портал поддержки ЕГЭ **[www.ege.edu.ru](http://www.ege.edu.ru)** и **[www.fipi.ru](http://www.fipi.ru)**.
2. Региональный портал ЕГЭ в Санкт-Петербурге **[www.ege.spb.ru](http://www.ege.spb.ru)**.
3. Федеральный портал «Российское образование» **[www.edu.ru](http://www.edu.ru)**.
4. Портал Росаккредагенства **[www.fepo.ru](http://www.fepo.ru)**. Интернет - тестирование базовых знаний по физике.

## Содержание

Введение.....	3
1. Содержание, структура и форма проведения вступительного испытания .....	3
2. Разделы дисциплины, рассматриваемые в ходе вступительного испытания .....	4
Раздел 1. Механика.....	4
Раздел 2. Молекулярная физика. Термодинамика .....	5
Раздел 3. Электродинамика .....	6
Раздел 4. Основы специальной теории относительности .....	7
Раздел 5. Квантовая физика .....	7
3. Примеры решения и оформления заданий.....	8
4. Пример экзаменационного билета.....	9
5. Варианты задач с ответами для самостоятельного решения.....	10
6. Рекомендуемый библиографический список.....	11
Основная литература .....	11
Дополнительная литература .....	12
Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы .....	12
Специальные интернет-сайты .....	13