



Высшая проба

ВСЕРОССИЙСКАЯ
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ

РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ УЧАСТНИКОВ

Всероссийской олимпиады школьников «Высшая проба»
по профилю «Физика» для 9, 10, 11 класса

2024/2025 уч. г.



ВЫСШАЯ ШКОЛА ЭКОНОМИКИ
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

Рекомендации для участников олимпиады «Высшая проба» по профилю «Физика»

1. Аннотация

Олимпиада «Высшая проба» по физике впервые была проведена в 2013 году. Ее появление в ряду предметных олимпиад «Высшая проба» напрямую связано с объединением НИУ ВШЭ и МИЭМ, одного из ведущих вузов России. В 2016 году в НИУ ВШЭ был образован новый факультет – факультет физики, программа которого направлена на подготовку специалистов высшей квалификации в области современной физики. Начиная с 2017/18 учебного года олимпиада «Высшая проба» по физике перешла под эгиду этого факультета. В состав методической комиссии и жюри олимпиады вошли действующие ученые и преподаватели факультета физики НИУ ВШЭ, которые и сами были когда-то участниками физических олимпиад.

В олимпиаде предусмотрено участие 9-11 классов. Задание для каждого класса состоит из пяти задач. Для 11-го класса это задачи по механике, термодинамике, электричеству, оптике и задача-оценки, для решения которой нужно понять рассматриваемое физическое явление, придумать простую физическую модель этого явления, выбрать разумные значения физических величин и получить численный результат, более или менее соответствующий реальности. Решающий задачу-оценку может сам выбрать необходимые для решения задачи физические величины и их численные значения. На 2023/24 учебный год олимпиада имеет 2-й уровень в перечне олимпиад РСОШ, однако по уровню сложности задач олимпиада вполне соответствует 1-му уровню.

2. Структура варианта олимпиадных заданий

Олимпиада по профилю «Физика» проводится для учеников 9–11 классов. Ученики младших классов также допускаются к состязанию, но им необходимо решать задачи за выбранный класс.

2.1. Структура варианта олимпиадного задания отборочного этапа.

Типы заданий.

- В рамках отборочного этапа по профилю “Физика” присутствуют **только задания с открытым ответом**.
- Ответ может быть представлен в виде целых или вещественных чисел в десятичном виде в диапазоне $[-\infty; +\infty]$.
- В ответе **не указываются** величины измерений. При этом в условиях каждой задачи указывается размерность, в которой необходимо дать ответ. Следует быть внимательным к внесению ответов с требуемой размерностью.
- В каждом задании в явном виде указана точность (правила округления), с которой необходимо представить ответ. Вычисления в ходе решения задачи необходимо производить с максимально возможной точностью, округляется в явном виде только ответ.

Количество, сложность заданий и вес заданий в итоговой оценке:

- Общее количество заданий отборочного этапа – 15.
- Сложность заданий разделяется на 3 категории: базовые знания, задания средней сложности и задания повышенной сложности.
- Максимальный балл за каждую категорию заданий:
 - Базовые знания – 4 балла.
 - Задания средней сложности – 7 баллов.
 - Задания повышенной сложности – 9 баллов.

Критерии оценивания заданий:

- Оценивается правильность внесенного ответа с учетом точности и правильной размерности, указанной в задании.

2.2. Структура варианта олимпиадного задания заключительного отборочного этапа.

Типы заданий:

- В рамках заключительного этапа по профилю “Физика” присутствуют **только теоретические задания с открытым ответом**. Решение задач производится на бумажных листах. Разрешено использование инженерного **непрограммируемого** калькулятора.
- Особенностью олимпиады является наличие в каждом из классов “**задачи-оценки**”. В данной задаче проверяются базовые понимания физических явлений и закономерностей, знание характерных табличных значений физических величин и различные олимпиадные методики (метод размерностей, разложение в ряд Тейлора и другие).

- Задания являются творческими, поэтому нахождение каждого ответа должно сопровождаться подробной аргументацией. Участником должны быть приведены все необходимые для объяснения логики решения рисунки, формулы, аналитические обоснования.
- Решение каждого задания должно заканчиваться ясной формулировкой ответа в соответствии с условиями задачи. Ответ может быть представлен в любой форме, которая соответствует условиям задачи.
- В ответе **указываются** величины измерений, если это требуется в условии задачи.
- Вычисления в ходе решения задачи необходимо производить с максимально возможной точностью, округляется в явном виде только ответ, за исключением задачи-оценки.
- Некоторые задания могут содержать внутри себя несколько вопросов, на которые необходимо дать ответ. Каждый отдельный вопрос может быть решен независимо от других и соответственно оценен.
- Каждое задание может быть решено частично, выполненная часть задания будет оценена.

Количество, сложность заданий и вес заданий в итоговой оценке:

- Общее количество заданий заключительного этапа – 5.
- Максимальный балл за каждую задачу – 20.

Критерии оценивания заданий:

- Оценивается правильность ответа с учетом точности и правильной размерности.
- Оцениваются аналитические навыки участника.
- Оценивается полнота знаний участника по физическим законам, явлений и междисциплинарным навыкам.
- Оценивается логика решения задачи и качество обоснования решения задачи с представлением всех необходимых для объяснения логики решения рисунков, формул, аналитических обоснований.
- Оценивается корректность выполнения арифметических операций и вычислений.
- В каждой задаче критерии оценивания могут быть уточнены и конкретизированы в соответствии с критериями оценивания, описанными выше.

3. Перечень и содержание тем

Программа олимпиады построена по накопительной системе. Каждый последующий класс и этап прохождения может включать в себя, как задания текущего уровня, указанные соответствующим разделом программы, так и задания, связанные с предыдущими этапами и классами. Возможны также задания, охватывающие сразу несколько тем и разделов. Отдельным пунктом вынесены особенные разделы и формулы математики, которые требуются для успешного написания определенного этапа.

9 класс. Отборочный этап.

МЕХАНИКА

Кинематика

Механическое движение. Способы описания механического движения. Материальная точка. Равномерное прямолинейное движение и его уравнения. Скорость. Графическое представление равномерного прямолинейного движения. Относительное одномерное движение. Прямолинейное неравномерное движение. Ускорение. Равноускоренное движение. Скорость при равноускоренном движении. Кинематические уравнения для равноускоренного движения, графическое представление равноускоренного движения. Одномерное движение в поле тяжести. Равномерное движение по окружности. Центростремительное ускорение.

Динамика

Инерциальные системы отсчета. Первый закон Ньютона. Сила. Масса. Второй закон Ньютона. Запись Второго закона Ньютона в проекции на одну ось. Третий закон Ньютона. Сила тяжести, ускорение свободного падения. Вес тела. Невесомость. Сила трения и коэффициент трения. Сила упругости, коэффициент жесткости и закон Гука. Подвижный и неподвижный блок. Кинематические связи.

Законы сохранения

Работа силы. Работа силы тяжести и силы упругости. Мощность. Потенциальная и кинетическая энергия. Закон сохранения энергии в механике.

Статика

Центр масс. Моменты. Правило рычага. Давление в жидкостях и газах. Закон Паскаля. Закон Архимеда. Условие плавания тел.

МОЛЕКУЛЯРНАЯ ФИЗИКА И ТЕРМОДИНАМИКА

Молекулярно-кинетическая теория

Взаимодействие молекул. Газообразные, жидкие и твердые тела. Фазовые переходы. Конвекция, излучение и теплопроводность.

Термодинамика

Количество теплоты. Внутренняя энергия. Теплоёмкость, удельная теплоёмкость. Испарение. Кипение и конденсация. Удельная теплота парообразования. Плавление и кристаллизация. Удельная теплота плавления. Горение. Удельная теплота горения. Уравнение теплового баланса.

ЭЛЕКТРИЧЕСТВО И МАГНЕТИЗМ

Постоянный ток

Электрический ток. Сила тока. Закон Ома для участка цепи. Сопротивление. Вольт-амперная характеристика резистора, лампочки и идеального диода. Работа и мощность тока. Закон Джоуля-Ленца. Последовательное и параллельное соединение проводников. Измерение силы тока и напряжения. Амперметр, вольтметр и омметр. Правила Кирхгофа. Мостовая схема. Симметричные схемы.

ОПТИКА

Геометрическая оптика

Свет. Закон прямолинейного распространения света. Отражение света. Плоское зеркало. Преломление света. Линза. Фокусное расстояние и оптическая сила линзы. Оптическая сила линзы через радиусы кривизны и показатель преломления линзы и среды. Построение изображения. Формула тонкой линзы. Сферическое зеркало.

Оптические приборы

Фотоаппарат. Проекционный аппарат. Глаз. Очки. Лупа. Микроскоп. Телескоп.

Отдельные главы математики:

длина и площадь круга, площадь сферы, объём шара, квадратные уравнения, тригонометрические функции.

9 класс. Финальный этап.

МЕХАНИКА

Кинематика

Относительное движение в векторном виде. Баллистическое движение. Нормальное и тангенциальное ускорение. Радиус кривизны траектории в криволинейном движении. Мгновенная ось вращения.

Динамика

Векторная сумма сил. Второй Закон Ньютона в проекциях на отдельные оси. Движение по наклонной плоскости. Закон Всемирного тяготения. Первая космическая скорость.

Законы сохранения

Импульс. Закон сохранения импульса. Теорема о движении центра масс. Реактивное движение.

Статика

Правило рычага для случая непараллельных сил. Ламинарное и турбулентное течение жидкости. Уравнение Бернулли. Подъемная сила крыла самолета.

Отдельные главы математики:

вектор, векторные суммы, скалярное произведение, основное тригонометрическое тождество, тригонометрические преобразования функций, синус и косинус половинного и двойного угла.

10 класс. Отборочный этап.

МЕХАНИКА

Динамика

Сила сопротивления среды. Неинерциальные системы отсчета. Силы инерции. Вращающиеся системы отсчета.

Законы сохранения

Упругий и неупругий удар. Потенциальная энергия гравитационного поля. Вторая космическая скорость.

КОЛЕБАНИЯ И ВОЛНЫ

Колебания

Механические колебания. Маятник. Гармонические колебания. Период, частота и фаза колебаний. Превращение энергии. Пружинный и математический маятник.

Волны

Распространение колебаний в пространстве. Волны. Поперечные и продольные волны. Длина волны. Скорость распространения волны. Звук. Скорость звука. Громкость, высота и тембр. Отражение звука. Эхо.

ЭЛЕКТРИЧЕСТВО И МАГНЕТИЗМ

Магнитные взаимодействия.

Магнитная индукция. Линии магнитной индукции. Поток вектора магнитной индукции. Сила Лоренца. Сила Ампера. Взаимодействие проводников с током. Электроизмерительные приборы.

Электромагнитная индукция.

Закон электромагнитной индукции. Индуктивность. Самоиндукция. Свободные и вынужденные электрические колебания. Колебательный контур. Передача и использование электроэнергии. Трансформатор.

Отдельные главы математики:

тригонометрические функции суммы и разницы углов.

10 класс. Финальный этап.

МЕХАНИКА

Динамика

Второй закон Ньютона в импульсной форме. Реактивное движение. Уравнение Циолковского.

МОЛЕКУЛЯРНАЯ ФИЗИКА И ТЕРМОДИНАМИКА

Молекулярно-кинетическая теория

Основные положения МКТ. Масса молекул. Силы взаимодействия молекул. Потенциальная энергия взаимодействия молекул. Газообразные, жидкие и твердые тела. Теплопроводность. Равновесное состояние. Температура. Абсолютная температура. Идеальный газ. Законы Бойля-Мариотта, Гей-Люссака и Шарля. Уравнение состояния идеального газа. Закон Дальтона.

Системы с большим числом частиц. Средняя скорость теплового движения молекул. Основное уравнение МКТ. Температура-мера средней кинетической энергии молекул.

Влажность воздуха и ее измерение.

Термодинамика

Внутренняя энергия идеального газа. Работа в термодинамике. Количество теплоты. Первый закон термодинамики. Теплоемкость. Адиабатный процесс. Необратимость тепловых процессов.

Тепловые двигатели. КПД теплового двигателя. Холодильник.

Поверхностное натяжение. Поверхностная энергия. Сила поверхностного натяжения

ЭЛЕКТРОДИНАМИКА

Электростатика

Электризация тел. Взаимодействие зарядов. Закон Кулона.

Электрическое поле. Напряженность электрического поля. Принцип суперпозиции полей. Теорема Гаусса. Поле заряженной плоскости, сферы и шара. Проводники в электростатическом поле. Диэлектрики в электростатическом поле. Работа поля по перемещению заряда. Потенциальность поля. Потенциальная энергия заряда в однородном поле. Потенциальная энергия системы зарядов. Потенциал электростатического поля. Разность потенциалов. Связь между напряженностью поля и разностью потенциалов. Эквипотенциальные

поверхности. Емкость. Конденсаторы. Типы конденсаторов. Соединения конденсаторов. Энергия конденсаторов. Частично заполненные конденсаторы. Разрядка конденсатора.

Отдельные главы математики:

векторное произведение, показательная функция, экспонента, логарифм, производные простых функций.

11 класс. Отборочный этап.

ЭЛЕКТРОДИНАМИКА

Электрический ток в различных средах

Электронная проводимость металлов. Электрический ток в растворах и расплавах электролитов. Законы электролиза.

Электрический ток в газах. Несамостоятельный и самостоятельный разряды. Различные типы самостоятельного разряда. Плазма.

Электрический ток в вакууме. Диод. Триод.

Электрический ток в полупроводниках. Собственная и примесная проводимость полупроводников. р и n переход. Полупроводниковый диод. Термо- и фоторезисторы

Электромагнитная индукция.

Правило Ленца. Закон электромагнитной индукции. Вихревое электрическое поле. ЭДС индукции в движущихся проводниках. Индукционные токи в массивных проводниках. Самоиндукция. Индуктивность. Энергия магнитного поля.

11 класс. Финальный этап.

МЕХАНИКА

Динамика

Законы Кеплера. Эллипс. Движение небесных объектов по орбитам. Теорема Гаусса для гравитационного поля.

КОЛЕБАНИЯ И ВОЛНЫ

Механические колебания

Гармонические колебания. Уравнение гармонического маятника в дифференциальном виде. Затухающие колебания. Вынужденные колебания. Резонанс.

Электромагнитные колебания

Колебательный контур. Формула Томсона. Переменный электрический ток. Действующее значение силы тока и напряжения. Конденсатор и катушка индуктивности в цепи переменного тока. RLC-цепи. Закон Ома для переменного тока. Резонанс в электрической цепи. Генератор переменного тока. Трансформатор. Выпрямление переменного тока.

Отдельные главы математики:

неопределенные и определенные интегралы простых функций, площадь эллипса, объём эллипсоида.

4. Список литературы

Основная литература*

1. Перышкин А.В. Физика. 7 класс. Учебник. - М.: Дрофа, 2006.
2. Перышкин А.В. Физика. 8 класс. Учебник. - М.: Дрофа, 2006.
3. Перышкин А.В. Физика. 9 класс. Учебник. - М.: Дрофа, 2006.
4. Мякишев Г.Я. Физика Механика 10класс Профильный уровень - М.:Дрофа 2007.
5. Мякишев Г.Я Физика Молекулярная физика и термодинамика 10 класс Профильный уровень. М.:Дрофа 2007.
6. Мякишев Г.Я Физика Электродинамика 10-11 класс Профильный уровень-М.:Дрофа 2007.
7. Мякишев Г.Я Физика Колебания и волны 11 класс Профильный уровень-М.:Дрофа 2007.
8. Мякишев Г.Я Физика Оптика Квантовая физика11 класс Профильный уровень-М.:Дрофа 2007.
9. Гольдфарб Н. И. Сборник вопросов и задач по физике. М.:Дрофа 2009.
10. Кашина С.И., Сезонов Ю.И. Сборник задач по физике. М.: Высшая школа. 2010.
11. Бега Р.К., Лебедев В.В., Хлюстикова И.Н. Электростатика — М.: МЦНМО, 2008.

Дополнительная литература*

1. Бутиков Е.И. Кондратьев А.С. Физика учебное пособие в 3 книгах - М.:ФИЗМАТЛИТ 2004.
2. Драбоич К.Н. Макаров В.А. Чесноков С.С. Физика практический курс для поступающих в университеты-М.:ФИЗМАТЛИТ 2006.
3. БаканинаЛ.П. Белонучкин В.Е. Козел С.М. Сборник задач по физике-Москва Вербум-М 2005.
4. Ландсберг Г.С. элементарный учебник физики:учебное пособие в 3т.- М.: НАУКА. ФИЗМАТЛИТ 1995.

5. Генденштейн Л.Э., Кирик Л.А., Гельфгат И.М: Задачи по физике для основной школы с примерами решений: 7-9 классы М: Илекса, 2011.

* - Для основной и дополнительной литературы допустимы и другие года издания.