

**ПЕРВОЕ ВЫСШЕЕ ТЕХНИЧЕСКОЕ УЧЕБНОЕ ЗАВЕДЕНИЕ РОССИИ
МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

**«САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМПЕРАТРИЦЫ ЕКАТЕРИНЫ II»**



ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ «ГРАНИТ НАУКИ»

ФИЗИКА

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ПОДГОТОВКИ
К ОТБОРОЧНОМУ ТУРУ ОЛИМПИАДЫ
2024/2025 ГОДА**

9 К Л А С С

Ф И З И К А

Отборочный тур олимпиады школьников «Гранит науки» по профилю «Естественные науки» (предмет олимпиады – физика) проходит с использованием интернет-технологий (дистанционно).

Общая база включает три блока заданий из всех, указанных ниже, разделов курса физики.

Все блоки содержат задачи, которые включают в себя такие разделы физики, как Кинематика; Динамика; Статика; Законы сохранения в механике; Механические колебания и волны; Молекулярно-кинетическая теория; Законы идеального газа; Законы термодинамики; Электрическое поле, постоянный электрический ток; Магнитное поле, электромагнитная индукция, электромагнитные колебания и волны; Оптика; Фотоны; Физика атома; Физика атомного ядра.

Для конструирования вариантов олимпиадной работы отборочного тура использованы различные способы представления информации в текстах заданий (графики, таблицы, схемы и схематические рисунки). Содержательные элементы представлены в каждом варианте заданиями, различающимися по уровню сложности и форме выполнения.

Первый блок содержит тестовые задания с выбором правильного ответа из четырех представленных. Второй блок содержит тестовые задания с открытым ответом в виде числового значения и единиц искомой физической величины.

Для выполнения заданий второго блока участникам олимпиады необходимо уметь использовать в рамках задачи более двух физических законов, относящихся к одной или нескольким темам, комбинировать известные алгоритмы действий.

Третий блок содержит расчётные задания высокого уровня сложности, позволяющие оценить способность участников олимпиады применять свои знания и умения в сложных ситуациях, требующих проявления достаточно высокой степени самостоятельности мышления, творческих способностей, более глубоких знаний и смекалки.

На задания из третьего блока необходим краткий ответ в виде числового значения и единиц искомой физической величины.

Участник олимпиады получает индивидуальный вариант олимпиадной работы отборочного этапа, состоящий из **25 заданий**: десять задач из первого блока заданий, десять задач из второго блока заданий; пять задач из третьего блока заданий.

Каждое задание оценивается в зависимости от уровня его сложности и правильности полученного результата. Баллы, полученные участником олимпиады за выполненные задания, суммируются.

РАЗДЕЛЫ ДИСЦИПЛИНЫ И ТЕМЫ, ВКЛЮЧЕННЫЕ В ЗАДАНИЯ ОЛИМПИАДЫ ОТБОРОЧНОГО ТУРА 2022/2023

1. КИНЕМАТИКА

- 1.1. Механическое движение. Относительность механического движения.
- 1.2. Равномерное прямолинейное движение.
- 1.3. Равноускоренное движение.
- 1.4. Свободное падение.
- 1.5. Движение точки по окружности.

2 ДИНАМИКА

- 2.1. Масса тела. Плотность вещества.
- 2.2. Сила. Принцип суперпозиции сил.
- 2.3. Инерциальные системы отсчета. Первый закон Ньютона.
- 2.4. Второй закон Ньютона.
- 2.5. Взаимодействие тел. Третий закон Ньютона.
- 2.6. Трения покоя и трение скольжения.
- 2.7. Деформация тела. Упругие и неупругие деформации. Сила упругости. Закон Гука.

2.8. Закон всемирного тяготения. Сила тяжести. Вес тела.

3. ЗАКОНЫ СОХРАНЕНИЯ В МЕХАНИКЕ

3.1. Импульс тела. Импульс системы тел.

3.2. Закон сохранения импульса для замкнутой системы тел.

3.3. Механическая работа. Механическая мощность.

3.4. Кинетическая и потенциальная энергия.

3.5. Механическая энергия. Закон сохранения механической энергии.

4. СТАТИКА И ГИДРОСТАТИКА

КПД.

4.1. Простые механизмы. «Золотое правило» механики. Рычаг. Условие равновесия рычага.

4.2. Гидростатическое давление.

4.3. Закон Паскаля. Гидравлический пресс.

4.4. Закон Архимеда. Условия плавания тел.

5. МЕХАНИЧЕСКИЕ КОЛЕБАНИЯ И ВОЛНЫ

волны.

5.1. Механические колебания. Амплитуда, период и частота колебаний. Механические

6. МОЛЕКУЛЯРНАЯ ФИЗИКА

6.1. Молекула. Агрегатные состояния вещества.

6.2. Тепловое движение атомов и молекул.

6.3. Диффузия.

6.4. Тепловое равновесие.

6.5. Виды теплопередачи: теплопроводность, конвекция, излучение.

6.6. Испарение и конденсация. Кипение жидкости.

6.7. Плавление и кристаллизация. Удельная теплота плавления.

6.8. Преобразование энергии в фазовых переходах.

7. ТЕРМОДИНАМИКА

7.1. Тепловое равновесие и температура.

7.2. Внутренняя энергия.

7.3. Нагревание и охлаждение тел. Количество теплоты. Удельная теплоемкость.

7.4. Закон сохранения энергии в тепловых процессах. Уравнение теплового баланса.

7.5. Влажность воздуха.

7.6. Тепловые машины. Внутренняя энергия сгорания топлива.

8. ЭЛЕКТРИЧЕСКОЕ ПОЛЕ

8.1. Электризация тел.

8.2. Два вида электрических зарядов. Взаимодействие электрических зарядов.

8.3. Закон сохранения электрического заряда.

8.4. Электрическое поле. Проводники и диэлектрики.

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

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

8.7. Энергия заряженного конденсатора.

9. ЗАКОНЫ ПОСТОЯННОГО ТОКА

Напряжение.

9.1. Постоянный электрический ток. Действия электрического тока. Сила тока.

9.2. Электрическое сопротивление. Удельное электрическое сопротивление.

9.3. Закон Ома. Соединение проводников.

9.4. Работа и мощность электрического тока.

9.5. Закон Джоуля – Ленца.

10. МАГНИТНОЕ ПОЛЕ

- 10.1. Опыт Эрстеда. Магнитное поле прямого проводника с током.
- 10.2. Магнитное поле постоянного магнита.
- 10.3. Опыт Ампера. Действие магнитного поля на проводник с током.

11. ЭЛЕКТРОМАГНИТНАЯ ИНДУКЦИЯ

- 11.1. Поток вектора магнитной индукции.
- 11.2. Электромагнитная индукция. Опыты Фарадея.
- 11.3. Правило Ленца.
- 11.4. Индуктивность.
- 11.5. Энергия магнитного поля катушки с током.

12. ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫЕ КОЛЕБАНИЯ И ВОЛНЫ

- 12.1. Колебательный контур. Свободные электромагнитные колебания. Формула Томсона. Закон сохранения энергии в колебательном контуре.
- 12.2. Переменный электрический ток. Электромагнитные колебания и волны.

13. ОПТИКА

- 13.1. Закон прямолинейного распространения света
- 13.2. Закон отражения света. Плоское зеркало.
- 13.3. Преломление света.
- 13.4. Полное внутреннее отражение.
- 13.5. Дисперсия света.
- 13.6. Линзы. Фокусное расстояние и оптическая сила тонкой линзы.
- 13.7. Формула тонкой линзы. Увеличение, даваемое линзой. Построение изображений в линзах.
- 13.8. Глаз как оптическая система. Оптические приборы.

14. ФИЗИКА АТОМА И АТОМНОГО ЯДРА

- 14.1. Планетарная модель атома.
- 14.2. Радиоактивность. Альфа-, бета-, гамма-излучения.
- 14.3. Опыты Резерфорда по рассеянию альфа-частиц.
- 14.4. Состав атомного ядра. Изотопы.
- 14.5. Ядерные реакции. Ядерный реактор. Термоядерный синтез.

ПРИМЕР ЗАДАЧИ И ЕЁ РЕШЕНИЯ ИЗ ВАРИАНТА ЗАДАНИЙ

Пример 1. Две упругие пружины под действием приложенных к ним сил удлинились на одну и ту же величину. К первой пружине жёсткостью 8 Н/м была приложена сила величиной F_1 , а ко второй, жёсткостью 4 Н/м — сила F_2 . Как соотносятся силы, растягивающие пружины?

- 1) $F_1 = F_2$
- 2) $F_1 = 2F_2$
- 3) $F_1 = \frac{1}{2}F_2$
- 4) $F_1 = \frac{1}{4}F_2$

Решение:

Упругое растяжение пружины подчиняется закону Гука:

$$F = k\Delta x,$$

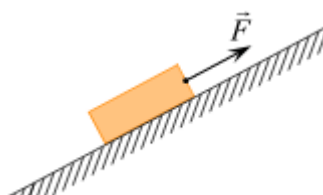
где F — приложенная сила, k — жесткость пружины, Δx — величина растяжения. По условию жесткость первой пружины равна $k_1 = 8 \text{ Н/м}$, жесткость второй равна $k_2 = 4 \text{ Н/м}$, и сказано, что величина растяжения у них одинакова, то есть $\Delta x_1 = \Delta x_2$. Тогда по закону Гука получим, что

$$k_1 \Delta x_1 = 2k_2 \Delta x_2 \Rightarrow F_1 = 2F_2$$

Правильный ответ указан под номером 2.

ОТВЕТ: 2.

Пример 2. Под действием силы 40 Н груз массой 4 кг перемещается вверх по наклонной плоскости. Коэффициент полезного действия наклонной плоскости — 50%. Чему равна длина наклонной плоскости, если её высота — 1 м? *Ответ запишите в метрах.*



Дано: $F = 40 \text{ Н}$, $m = 4 \text{ кг}$, $h = 1 \text{ м}$, $\eta = 50 \%$.

Найти: l

Решение.

КПД есть отношение полезной работы A_1 к полной совершённой работе A_2 . Полной работой является работа силы F по перемещению груза на длину наклонной плоскости l , полезной работой является работа силы тяжести mg по подъёму груза на высоту плоскости h . Напишем выражение для КПД и выразим из него длину l :

$$\eta = \frac{|A_1|}{|A_2|} = \frac{mgh}{Fl} \Rightarrow l = \frac{mgh}{F\eta}$$

Подставляя условия задачи, находим:

$$l = \frac{4 \text{ кг} \cdot 10 \text{ м/с}^2 \cdot 1 \text{ м}}{40 \text{ Н} \cdot 0,5} = 2 \text{ м}$$

Ответ: 2.

Пример 3. Сколько граммов спирта нужно сжечь в спиртовке, чтобы нагреть на ней воду массой 580 г на 80°C ? КПД спиртовки (с учётом потерь теплоты) равен 20%. (Удельная теплота сгорания спирта $2,9 \cdot 10^7 \text{ Дж/кг}$, удельная теплоёмкость воды $4200 \text{ Дж/(кг} \cdot ^\circ \text{C)}$).

Дано: $m = 580 \text{ г}$, $\Delta t = 80^\circ \text{C}$, $\eta = 20 \%$, $q = 2,9 \cdot 10^7 \text{ Дж/кг}$, $c = 4200 \text{ Дж/(кг} \cdot ^\circ \text{C)}$.

Найти: $m_{\text{сп}}$

Решение.

При нагревании тела на температуру Δt тело получает количество теплоты $Q = cm\Delta t$. При сгорании тела выделяется энергия $Q_{\text{сгор}} = qm_{\text{сп}}$. Учитывая, что КПД спиртовки равен 20%, получаем:

$$Q = 0,2Q_{\text{сгор}} \Rightarrow cm\Delta t = 0,2qm_{\text{сп}} \Rightarrow m_{\text{сп}} = \frac{cm\Delta t}{0,2q}.$$

$$m_{сп} = \frac{4200 \cdot 0,58 \cdot 80}{0,2 \cdot 2,9 \cdot 10^7} = 336 \cdot 10^{-4} \text{ кг} = 33,6 \text{ г}$$

Ответ: 33,6 г.

ЗАДАЧИ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОГО РЕШЕНИЯ

1. С некоторой достаточно большой высоты без начальной скорости падает камень. Через малое время с этой же высоты падает ещё один такой же камень, также без начальной скорости. Сопротивление воздуха пренебрежимо мало. Во время полёта первый камень относительно второго камня

- 1) движется ускоренно
- 2) движется равномерно, удаляясь от него
- 3) покоится
- 4) движется равномерно, приближаясь к нему

Ответ: утверждение 2

2. Верхняя граница частоты звуковых колебаний, воспринимаемых ухом человека, составляет для детей 22 кГц, для пожилых людей — 10 кГц. Звук с длиной волны 2 см при скорости распространения 340 м/с

- 1) не услышит ни ребёнок, ни пожилой человек
- 2) услышит и ребёнок, и пожилой человек
- 3) услышит только ребёнок
- 4) услышит только пожилой человек

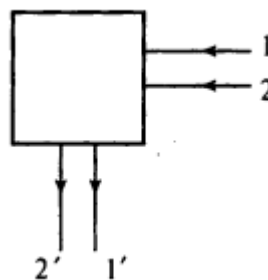
Ответ: утверждение 3

3. На какую длину волны нужно настроить радиоприемник, чтобы слушать радиостанцию, которая вещает на частоте 106,2 МГц?

- 1) 2,825 см
- 2) 2,825 м
- 3) 3,186 м
- 4) 3,186 км

Ответ: утверждение 2

4. После прохождения оптического прибора, закрытого на рисунке ширмой, ход лучей 1 и 2 изменился на 1' и 2'. За ширмой находится



- 1) собирающая линза
- 2) рассеивающая линза
- 3) плоское зеркало
- 4) сферическое зеркало

Ответ: утверждение 3

5. Какой из типов радиоактивного излучения представляет собой поток положительно заряженных частиц?

- 1) нейтронное излучение

- 2) β -лучи
- 3) γ -лучи
- 4) α -лучи

Ответ: утверждение 4

6. Точечное тело начинает двигаться по горизонтальной плоскости из состояния покоя с постоянным ускорением в положительном направлении горизонтальной оси Ox . Во сколько раз путь, пройденный этим телом за пятую секунду, больше пути, пройденного им за вторую секунду?

Ответ: 3

7. К тележке массой 1 кг прикрепили пружину и начали тянуть за неё, прикладывая горизонтально направленную постоянную силу, так, что за время 2 с тележка проехала расстояние 1,6 м. При этом в течение движения тележки пружина была удлинена на 1 см. Какова жёсткость пружины? Трением пренебречь.

Ответ: 80 Н/м

8. Груз массой 2 кг равномерно втаскивают по шероховатой наклонной плоскости, имеющей высоту 0,6 м и длину 1 м, действуя на него силой, равной по модулю 20 Н и направленной вдоль наклонной плоскости. Чему равен КПД наклонной плоскости?

Ответ: 60 %

9. Чему равен объем рыбы, плавающей в морской воде, если на нее действует выталкивающая сила 10,3 Н? Плотность морской воды принять равной 1030 кг/м³.

Ответ: 0,001 м³

10. Два однородных кубика привели в тепловой контакт друг с другом. Первый кубик изготовлен из меди, длина его ребра 3 см, а начальная температура $t_1 = 2^\circ\text{C}$. Второй кубик изготовлен из алюминия, длина его ребра 4 см, а начальная температура $t_2 = 74^\circ\text{C}$. Пренебрегая теплообменом кубиков с окружающей средой, найдите температуру кубиков после установления теплового равновесия. Плотности алюминия и меди соответственно: $\rho_A = 2700 \text{ кг/м}^3$, $\rho_M = 8900 \text{ кг/м}^3$. Удельные теплоёмкости алюминия и меди соответственно: $c_A = 920 \text{ Дж/(кг}\cdot^\circ\text{C)}$, $c_M = 400 \text{ Дж/(кг}\cdot^\circ\text{C)}$. Ответ укажите с точностью до целых.

Ответ: 47 °C

11. Сколько литров воды при 83 °C нужно добавить к 4 л воды при 20 °C, чтобы получить воду температурой 65 °C? Теплообменом с окружающей средой пренебречь.

Ответ: 10 л

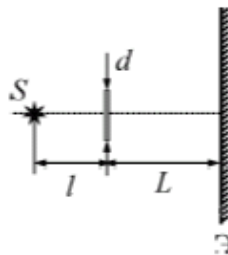
12. Два одинаковых металлических шарика, заряженных положительными зарядами q_1 и q_2 , привели в соприкосновение. При этом заряд второго шарика увеличился в 1,5 раза и стал равен $q'_2 = 9 \text{ нКл}$. Чему был равен заряд (в нКл) первого шарика q_1 до соприкосновения?

Ответ: 12

13. На железный проводник длиной 10 м и сечением 2 мм² подано напряжение 12 мВ. Чему равна сила тока, протекающего по проводнику? Удельное сопротивление железа — 0,098 Ом · мм²/м. Ответ округлить до десятых.

Ответ: 24,5 мА

14. За точечным источником света S на расстоянии $l = 0,1 \text{ м}$ от него поместили картонный круг диаметром $d = 0,15 \text{ м}$. Какой диаметр имеет тень от этого круга на экране, находящемся на расстоянии $L = 0,2 \text{ м}$ за кругом? Плоскости круга и экрана параллельны друг другу и перпендикулярны линии, проходящей через источник и центр круга.



Ответ: 45 см

15. Изотоп криптона $^{97}_{36}\text{Kr}$ в результате серии распадов превратился в изотоп молибдена $^{97}_{42}\text{Mo}$. Сколько β -частиц было испущено в этой серии распадов?

Ответ: 6