

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

«САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»



ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ «ГРАНИТ НАУКИ»

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ПОДГОТОВКИ
К ОТБОРОЧНОМУ ТУРУ ОЛИМПИАДЫ**

2022/2023

ЕСТЕСТВЕННЫЕ НАУКИ

(предметы - математика, физика)

9 класс

МАТЕМАТИКА

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

На решение задач отборочного тура Олимпиады отводится **2 (два)** астрономических часа (120 минут). Отсчет времени начинается с момента начала выполнения заданий. Место и время выполнения заданий определяются участниками самостоятельно. Для выполнения заданий необходим компьютер с доступом в сеть Интернет. Оргкомитет не несет ответственности за сбои электропитания и сети Интернет в момент решения задач отборочного тура.

Каждый вариант олимпиадной работы отборочного тура включает в себя задания, предполагающие подготовленность участников олимпиады в рамках программы, соответствующей Кодификатору элементов содержания по математике года, размещенному на сайте ФГБ НУ «Федеральный институт педагогических измерений» <https://fipi.ru/oge/demoversii-specifikacii-kodifikatory#!/tab/173801626-2>. В олимпиадные задания отборочного тура включены элементы следующих разделов (тем) курса математики:

- числа и вычисления;
- алгебраические выражения
- уравнения и неравенства;
- числовые последовательности
- функции;
- координаты точки на прямой и плоскости;
- геометрия;
- элементы комбинаторики, статистики и теории вероятностей.

Участник олимпиады получает индивидуальный вариант олимпиадной работы отборочного тура, 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.

ПЕРЕЧЕНЬ ЭЛЕМЕНТОВ СОДЕРЖАНИЯ, ВКЛЮЧЕННЫХ В ЗАДАНИЯ ОЛИМПИАДЫ ОТБОРОЧНОГО ТУРА

Числа и вычисления

Натуральные числа. Десятичная система счисления. Римская нумерация. Арифметические действия над натуральными числами. Степень с натуральным показателем. Делимость натуральных чисел. Простые и составные числа, разложение натурального числа на простые множители. Признаки делимости на 2, 3, 5, 9, 10. Наибольший общий делитель и наименьшее общее кратное. Деление с остатком.

Дроби. Обыкновенная дробь, основное свойство дроби. Сравнение дробей. Арифметические действия с обыкновенными дробями. Нахождение части от целого и целого по его части. Десятичная дробь, сравнение десятичных дробей. Арифметические действия с десятичными дробями. Представление десятичной дроби в виде обыкновенной дроби и обыкновенной в виде десятичной

Рациональные числа. Целые числа. Модуль (абсолютная величина) числа. Сравнение рациональных чисел. Арифметические действия с рациональными числами. Степень с целым показателем. Числовые выражения, порядок действий в них, использование скобок. Законы арифметических действий.

Действительные числа. Квадратный корень из числа. Корень третьей степени из числа. Нахождение приближённого значения корня. Запись корней с помощью степени с дробным показателем. Понятие об иррациональном числе. Десятичные приближения иррациональных чисел. Действительные числа как бесконечные десятичные дроби. Сравнение действительных чисел.

Измерения, приближения, оценки

Единицы измерения длины, площади, объёма, массы, времени, скорости. Размеры объектов окружающего мира (от элементарных частиц до Вселенной), длительность процессов в окружающем мире. Представление зависимости между величинами в виде формул. Проценты. Нахождение процента от величины и величины по её проценту. Отношение, выражение отношения в процентах. Пропорция. Пропорциональная и обратно пропорциональная зависимости. Округление чисел.

Алгебраические выражения

Буквенные выражения. Буквенные выражения. Числовое значение буквенного выражения. Допустимые значения переменных, входящих в алгебраические выражения. Подстановка выражений вместо переменных. Равенство буквенных выражений, тождество. Преобразования выражений.

Свойства степени с целым показателем

Многочлены. Многочлен. Сложение, вычитание, умножение многочленов. Формулы сокращённого умножения: квадрат суммы и квадрат разности, формула разности квадратов. Разложение многочлена на множители. Квадратный трёхчлен. Теорема Виета. Разложение квадратного трёхчлена на линейные множители. Степень и корень многочлена одной переменной.

Алгебраическая дробь. Алгебраическая дробь. Сокращение дробей. Действия с алгебраическими дробями. Рациональные выражения и их преобразования.

Свойства квадратных корней и их применение в вычислениях

Уравнения и неравенства

Уравнения. Уравнение с одной переменной, корень уравнения. Линейное уравнение. Квадратное уравнение, формула корней квадратного уравнения. Решение рациональных уравнений. Примеры решения уравнений высших степеней. Решение уравнений методом замены переменной. Решение уравнений методом разложения на множители. Уравнение с двумя переменными, решение уравнения с двумя переменными. Система уравнений, решение системы алгебраическим сложением. Уравнение с несколькими переменными.

Решение простейших нелинейных систем.

Неравенства. Числовые неравенства и их свойства. Неравенство с одной переменной. Решение неравенства. Линейные неравенства с одной переменной. Системы линейных неравенств. Квадратные неравенства.

Текстовые задачи. Решение текстовых задач.

Числовые последовательности

Понятие последовательности

Арифметическая и геометрическая прогрессии

Функции

Числовые функции. Понятие функции. Область определения функции. Способы задания функции. График функции, возрастание и убывание функции, наибольшее и

наименьшее значения функции, нули функции, промежутки знакопостоянства функции, чтение графиков функций. Функция, описывающая прямую пропорциональную зависимость, её график. Линейная функция, её график, геометрический смысл коэффициентов. Функция, описывающая обратно пропорциональную зависимость, её график. Гипербола. Квадратичная функция, её график. Парабола. Координаты вершины параболы, ось симметрии. Использование графиков функций для решения уравнений и систем.

Координаты на прямой и плоскости

Координатная прямая. Изображение чисел точками координатной прямой. Геометрический смысл модуля. Числовые промежутки: интервал, отрезок, луч.

Декартовы координаты на плоскости. Декартовы координаты на плоскости, координаты точки. Координаты середины отрезка. Формула расстояния между двумя точками плоскости. Уравнение прямой, угловой коэффициент прямой, условие параллельности прямых. Уравнение окружности. Графическая интерпретация уравнений с двумя переменными и их систем. Графическая интерпретация неравенств с двумя переменными и их систем.

Геометрия

Геометрические фигуры и их свойства. Измерение геометрических величин

Угол. Прямой угол. Острые и тупые углы. Вертикальные и смежные углы. Биссектриса угла и её свойства. Прямая. Параллельность и перпендикулярность прямых. Отрезок. Свойство серединного перпендикуляра к отрезку. Перпендикуляр и наклонная к прямой. Понятие о геометрическом месте точек. Преобразования плоскости. Движения. Симметрия.

Треугольник. Высота, медиана, биссектриса, средняя линия треугольника; точки пересечения серединных перпендикуляров, биссектрис, медиан, высот или их продолжений. Равнобедренный и равносторонний треугольники. Свойства и признаки равнобедренного треугольника. Прямоугольный треугольник. Теорема Пифагора. Признаки равенства треугольников. Неравенство треугольника. Сумма углов треугольника. Внешние углы треугольника. Зависимость между величинами сторон и углов треугольника. Теорема Фалеса. Подобие треугольников, коэффициент подобия. Признаки подобия треугольников. Синус, косинус, тангенс острого угла прямоугольного треугольника. Решение прямоугольных треугольников. Основное тригонометрическое тождество. Теорема косинусов и теорема синусов.

Многоугольники. Параллелограмм, его свойства и признаки. Прямоугольник, квадрат, ромб, их свойства и признаки. Трапеция, средняя линия трапеции, равнобедренная трапеция. Сумма углов выпуклого многоугольника. Правильные многоугольники.

Окружность и круг. Центральный угол, вписанный угол, величина вписанного угла. Взаимное расположение прямой и окружности, двух окружностей. Касательная и секущая к окружности; равенство отрезков касательных, проведённых из одной точки. Окружность, вписанная в треугольник. Окружность, описанная около треугольника. Вписанные и описанные окружности правильного многоугольника.

Измерение геометрических величин. Длина отрезка, длина ломаной, периметр многоугольника. Расстояние от точки до прямой. Длина окружности. Градусная мера угла, соответствие между величиной угла и длиной дуги окружности. Площадь и её свойства. Площадь прямоугольника. Площадь параллелограмма. Площадь трапеции. Площадь треугольника. Площадь круга, площадь кругового сектора. Формулы объёма прямоугольного параллелепипеда, куба, шара.

Векторы на плоскости. Вектор, длина (модуль) вектора. Равенство векторов. Линейные операции над векторами (сумма векторов, умножение вектора на число). Угол между векторами. Коллинеарные векторы, разложение вектора по двум неколлинеарным векторам. Координаты вектора. Скалярное произведение векторов.

Статистика и теория вероятностей

Описательная статистика. Представление данных в виде таблиц, диаграмм, графиков. Средние результатов измерений.

Вероятность. Частота события, вероятность. Равновозможные события и подсчёт их вероятности. Представление о геометрической вероятности

Комбинаторика. Решение комбинаторных задач: перебор вариантов, комбинаторное правило умножения.

СТРУКТУРА ВАРИАНТА ОЛИМПИАДНОЙ РАБОТЫ

Общая база включает три блока заданий из всех, указанных выше, разделов курса математики.

Для конструирования вариантов олимпиадной работы 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 и второй блоки содержат задания закрытой формы с выбором одного верного ответа из предложенного списка вариантов или открытой формы с вводом краткого ответа. Для выполнения этих заданий участникам олимпиады необходим достаточный уровень подготовки, умение использовать в рамках задачи знания, относящиеся к одной или нескольким темам, умение обобщать знания, комбинировать известные алгоритмы действий, получать выводы, особенно к задачам, имеющим прикладную направленность или политехнический характер.

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

Участник олимпиады получает индивидуальный вариант олимпиадной работы, 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 каждое выполненное задание, суммируются.

ПРИМЕРЫ ЗАДАНИЙ

Блок 1.

1. Вычислить $\sqrt{3-\sqrt{8}} - \sqrt{3+\sqrt{8}}$.

Ответ: -2.

2. Первый член возрастающей геометрической прогрессии $b_1 = \sqrt{3}$, пятый член $b_5 = \sqrt{243}$.
Найти квадрат шестого члена.

Решение:

$$b_5 = b_1 \cdot q^4 = \sqrt{3} \cdot q^4 = \sqrt{243} \Rightarrow q^4 = \sqrt{\frac{243}{3}} = 3^4; q = \pm 3, b_6 = \sqrt{243} \cdot q = \pm \sqrt{81 \cdot 3^2} = \pm 27.$$

Ответ: 27.

3. У мальчика столько же сестер, сколько и братьев, а у его сестры вдвое меньше сестер, чем братьев. Сколько братьев в семье?

Ответ: 4.

4. Морская вода содержит 5% соли (по весу). Сколько килограммов пресной воды нужно прибавить к 40 кг морской, чтобы содержание соли в смеси составляло 2%?

Ответ: 60.

Блок 2

1. Вычислить $1, (714285) + 0, (285714)$.

Ответ: 2.

2. Решить уравнение $\frac{26,751}{3,249} - \frac{6,751}{3,249} \cdot x = \frac{23,249}{6,751} - \frac{3,249}{6,751} \cdot x$.

Решение. Обозначив $a = 6,751$, и $b = 3,249$, получим $\frac{a+20}{b} - \frac{a}{b}x = \frac{b+20}{a} - \frac{b}{a}x$; решим

это уравнение:

$$\left(\frac{b}{a} - \frac{a}{b}\right)x = \frac{b+20}{a} - \frac{a+20}{b}; \left(\frac{b^2 - a^2}{ab}\right)x = \frac{b^2 + 20b - a^2 - 20a}{ab}; x = \frac{b^2 - a^2 + 20(b-a)}{b^2 - a^2};$$

$$x = 1 + \frac{20}{b+a} = 1 + \frac{20}{10} = 3.$$

Ответ: 3.

3. Найти сумму корней уравнения $\left(x - \frac{1}{x}\right) \cdot \left(x - \frac{4}{x}\right) \cdot \left(x - \frac{9}{x}\right) = (x-1) \cdot (x-2) \cdot (x-3)$.

Решение. Уравнение имеет смысл при $x \neq 0$. Приведя к общему знаменателю, получим:

$$\frac{x^2-1}{x} \cdot \frac{x^2-4}{x} \cdot \frac{x^2-9}{x} = (x-1) \cdot (x-2) \cdot (x-3);$$

$$\frac{(x-1)(x+1)}{x} \cdot \frac{(x-2)(x+2)}{x} \cdot \frac{(x-3)(x+3)}{x} = (x-1)(x-2)(x-3).$$

Значения $x=1, 2, 3$ – решения данного уравнения. Сократив на общие множители, получим

$$(x+1) \cdot (x+2) \cdot (x+3) = x^3; \quad x^3 + 6x^2 + 11x + 6 = x^3;$$

$$6x^2 + 11x + 6 = 0.$$

Дискриминант $D = -23$, следовательно, других решений исходное уравнение не имеет.

Ответ: 6.

4. Поезд проходит мост длиной в 450 м за 45 секунд и 15 секунд идет мимо телеграфного столба. Вычислить длину поезда.

Решение. Обозначим x искомую длину поезда в метрах. По условию задачи голова поезда за 45 секунд преодолевает расстояние $450+x$ метров, следовательно, скорость поезда равна $\frac{450+x}{45}$ метров в секунду. С другой стороны, за 15 секунд поезд проходит расстояние равное своей длине, то есть скорость поезда равна $\frac{x}{15}$. Приравнивая эти выражения, получим $\frac{450+x}{45} = \frac{x}{15}$, откуда $x = \frac{450}{2} = 225$ метров.

Ответ: 225.

5. Громоотвод защищает от молнии все предметы, расстояние от которых до его основания не превышает его удвоенной высоты. Найти наименьшую высоту громоотвода, необходимую для защиты прямоугольного участка на метров.

Решение. Громоотвод высоты h защищает круглую площадь радиуса $2h$, следовательно, задача сводится к отысканию радиуса наименьшего круга, в который можно вписать данный прямоугольник. Очевидно, диаметр такого круга должен совпадать с диагональю прямоугольника $d = \sqrt{7^2 + 24^2} = 25$, и необходимая высота $h = \frac{d}{4} = \frac{25}{4} = 6,25$.

Ответ: 6,25.

Блок 3

1. Найти наименьшее значение выражения $\left(x^2 + \frac{1}{x^2}\right)^3 + \left(y^2 + \frac{1}{y^2}\right)^3$

Решение. Область определения неравенства ограничивается условиями $x \neq 0$, $y \neq 0$.

Заметим, что $u + \frac{1}{u} \geq 2$ для любых положительных u , так как это неравенство равносильно

$$\frac{u^2+1}{u} \geq 2 \Leftrightarrow u^2+1 \geq 2u \Leftrightarrow u^2+1-2u \geq 0 \Leftrightarrow (u-1)^2 \geq 0,$$

причем равенство достигается при $u = 1$.

Таким образом, наименьшее значение выражения достигается при $x = y = 1$ и равно $2^3 + 2^3 = 16$.

Ответ. 16.

2. Оптовая торговая компания приобрела у производителя товар по цене x рублей за единицу, где x – натуральное число. Цену каждой единицы товара умножили на 1,7, затем округлили до целого (по обычному правилу) и отправили в магазин. В магазине цену опять умножили на 1,7 и округлили до целого. Получилось число 515. Какова цена производителя?

Решение. Последнее число $x_2 = 515$ получилось в результате округления числа x_1 , которое должно принадлежать интервалу $[514,5; 515,5)$. Разделив границы интервала на 1,7, получим: $514,5 \div 1,7 \approx 302,6$, $515,5 \div 1,7 \approx 303,2$. Таким образом, $x_1 = 303$, и, следовательно $x \cdot 1,7 \in [302,5; 303,5)$. В этом случае $x \in [177,9; 178,5)$, то есть, $x = 178$.

Ответ: 178.

3. Две вершины квадрата площадью 256 см^2 лежат на окружности, а две другие вершины – на касательной к этой окружности. Найти радиус окружности.

Ответ: 10.

4. Найти количество девяток, составляющих число $1000^{2023} - 1$.

Решение.

Число 1000^{2023} содержит 1 и 6069 нулей, при вычитании из него 1 получим число, состоящее из 6069 девяток.

Ответ: 6069.

5. Найти сумму всех четырехзначных чисел, в десятичной записи которых участвуют лишь цифры 1,2,3,4,5, причем каждая цифра встречается не более одного раза.

Решение. Любая из этих цифр встречается в любом разряде столько раз, сколькими способами можно распределить остальные четыре цифры по оставшимся трем разрядам. Это число $4 \cdot 3 \cdot 2 = 24$. Следовательно, сумма цифр, стоящих в каждом из четырех разрядов, взятая по всем четырехзначным числам, удовлетворяющим условиям задачи, равна $24 \cdot (1 + 2 + 3 + 4 + 5) = 24 \cdot 15 = 360$, а сумма самих четырехзначных чисел $360 \cdot (10^3 + 10^2 + 10 + 1) = 360 \cdot 1111 = 399960$.

Ответ. 399960.

Составитель - доцент кафедры высшей математики *А.А. Яковлева*

Научный редактор

заведующий кафедрой высшей математики профессор *А.П. Господариков*

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 и Гидростатика; Законы сохранения в механике; Механические колебания и волны; Молекулярная физика; Термодинамика; Электрическое поле; Законы постоянного тока; Магнитное поле, электромагнитная индукция, электромагнитные колебания и волны; Оптика; Физика атома и 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 тура, 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 и 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

- 4.1. Простые механизмы. «Золотое правило» механики. Рычаг. Условие равновесия рычага. КПД.
- 4.2. Гидростатическое давление.
- 4.3. Закон Паскаля. Гидравлический пресс.
- 4.4. Закон Архимеда. Условия плавания тел.

5. МЕХАНИЧЕСКИЕ КОЛЕБАНИЯ И ВОЛНЫ

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

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.
- 7.7 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

- 9.1. Постоянный электрический ток. Действия электрического тока. Сила тока. Напряжение.
- 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:

$$F = k\Delta x,$$

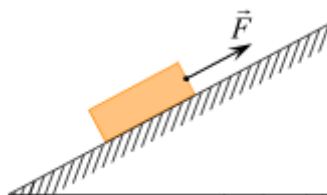
где F — приложенная сила, k — жёсткость пружины, Δx — величина растяжения. По условию жёсткость первой пружины равна $k_1 = 8$ Н/м, жёсткость второй равна $k_2 = 4$ Н/м, и сказано, что величина растяжения у них одинакова, то есть $\Delta x_1 = \Delta x_2$. Тогда по закону Гука получим, что

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

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: $F = 40$ Н, $m = 4$ кг, $h = 1$ 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 °С? КПД спиртовки (с учётом потерь теплоты) равен 20%. (Удельная теплота сгорания спирта $2,9 \cdot 10^7$ Дж/кг, удельная теплоёмкость воды 4200 Дж/(кг·°С)).

Дано: $m = 580$ г, $\Delta t = 80$ °С, $\eta = 20$ %, $q = 2,9 \cdot 10^7$ Дж/кг, $c = 4200$ Дж/(кг·°С).

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:

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

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

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

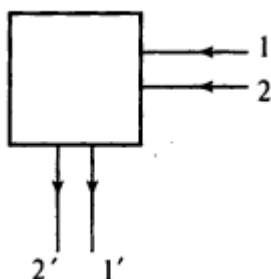
Ответ: утверждение 3

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 n 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/м^3 .

Ответ: $0,001 \text{ м}^3$

10. Два однородных кубика привели в тепловой контакт друг с другом. Первый кубик изготовлен из меди, длина его ребра 3 см, а начальная температура $t_1 = 2 \text{ }^\circ\text{C}$. Второй кубик изготовлен из алюминия, длина его ребра 4 см, а начальная температура $t_2 = 74 \text{ }^\circ\text{C}$. 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: $c_A = 920 \text{ Дж/(кг}\cdot\text{ }^\circ\text{C)}$, $c_M = 400 \text{ Дж/(кг}\cdot\text{ }^\circ\text{C)}$. Ответ укажите с точностью до целых.

Ответ: $47 \text{ }^\circ\text{C}$

11. Сколько литров воды при $83 \text{ }^\circ\text{C}$ нужно добавить к 4 л воды при $20 \text{ }^\circ\text{C}$, чтобы получить воду температурой $65 \text{ }^\circ\text{C}$? Теплообменом с окружающей средой пренебречь.

Ответ: 10 л

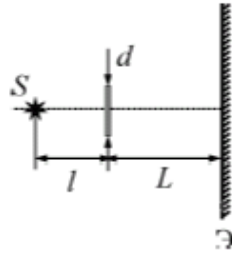
12. Два одинаковых металлических шарика, заряженных положительными зарядами q_1 и q_2 , привели в соприкосновение. При этом заряд второго шарика увеличился в 1,5 раза и стал равен $q'_2 = 9 \text{ нКл}$. Чему был равен заряд (в нКл) первого шарика q_1 до соприкосновения?

Ответ: 12

13. На железный проводник длиной 10 м и сечением 2 мм^2 подано напряжение 12 мВ. Чему равна сила тока, протекающего по проводнику? Удельное сопротивление железа — $0,098 \text{ Ом}\cdot\text{мм}^2/\text{м}$. Ответ округлить до десятых.

Ответ: 24,5 мА

14. За точечным источником света S на расстоянии $l = 0,1$ м от него поместили картонный круг диаметром $d = 0,15$ м. Какой диаметр имеет тень от этого круга на экране, находящемся на расстоянии $L = 0,2$ 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 ${}_{36}^{97}\text{Kr}$ в результате серии распадов превратился в изотоп молибдена ${}_{42}^{97}\text{Mo}$. Сколько β -частиц было испущено в этой серии распадов?

Ответ: 6

Составитель - ассистент кафедры общей и технической физики И.А. Аверин