Федеральное государственное автономное

образовательное учреждение высшего образования

Национальный исследовательский университет

«Высшая школа экономики»

Московский институт электроники и математики им. А.Н. Тихонова

Методические рекомендации
по решению конкурсных заданий теоретического этапа
Московского конкурса межпредметных навыков и знаний
«Интеллектуальный мегаполис. Потенциал» в номинации «ИТ-класс»
по направлению

«Информационная безопасность»

Москва, НИУ ВШЭ

2022 г.

Оглавление

Введение

Материалы теоретического этапа Московского конкурса межпредметных навыков и знаний «Интеллектуальный мегаполис. Потенциал» предназначены для оценки уровня практической подготовки участников Конкурса.

Задания теоретического этапа Конкурса разработаны преподавателями образовательных организаций высшего образования, участвующих в проекте «ИТ-класс в московской школе».

Индивидуальный вариант участника формируется автоматически во время проведения теоретического этапа Конкурса предпрофессиональных умений из базы конкурсных заданий.

Индивидуальный вариант участника включает 15 заданий, основанных на содержании предметов «математика», «физика» и «информатика», изучаемых на базовом и углубленном уровне.

В данном пособии предлагаются теоретические выкладки по проверяемым темам и разбор заданий демонстрационного конкурсного варианта.

Тематическая направленность номеров конкурсных материалов

№ задания	Проверяемые темы	Контролируемые требования к проверяемым умениям
1.	1.3.1 Производная функции в точке. Касательная к графику функции 1.3.2 Геометрический и физический смысл производной. Производные элементарных функций. Правила дифференцирования 1.3.4 Исследование элементарных функций на точки экстремума, наибольшее и наименьшее значения с помощью производной	Умение искать производные функций, применять их для анализа
2.	2.1.3 Равномерное и равноускоренное прямолинейное движение 2.1.4 Свободное падение. Ускорение свободного падения. Движение тела, брошенного под углом к горизонту 2.1.5 Криволинейное движение. Движение материальной точки по окружности. Угловая и линейная скорость. Период и частота. Центростремительное ускорение	Умение решать задачи по теме «Кинематика»
3.	3.1 Принципы построения компьютерных сетей	Умение корректно использовать терминологию по теме «Компьютерные сети»
4.	3.1 Сетевые протоколы	Знание основных сетевых протоколов

№ задания	Проверяемые темы	Контролируемые требования к проверяемым умениям
5.	1.2 Условие Фано. Кодирование числовой информации 1.3 Коды, обеспечивающие обнаружение и исправление ошибок при передаче информации. Код Хэмминга	Знание базовых принципов кодирования информации
6.	1.2.3 Тригонометрические уравнения 1.2.4 Показательные уравнения 1.2.5 Логарифмические уравнения	Умение решать уравнения разных типов
7.	2.1.2 Сложение перемещений и сложение скоростей 2.1.3 Равномерное и равноускоренное прямолинейное движение 2.2.1 Первый закон Ньютона. Инерциальные системы отсчёта (ИСО). Принцип относительности Галилея. Неинерциальные системы отсчёта (определение, примеры) 2.2.2 Масса тела. Сила. Принцип суперпозиции сил 2.2.3 Второй закон Ньютона для материальной точки в ИСО. Третий закон Ньютона для материальных точек	Умение решать задачи по теме «Динамика»
8.	3.1.7 Газовые законы. Уравнение Клапейрона – Менделеева. Закон Дальтона 3.1.8 Изопроцессы в идеальном газе с постоянным количеством вещества: изотерма, изохора, изобара. 3.2.2 Количество теплоты и работа. Внутренняя энергия одноатомного идеального газа 3.2.3 Расчёт количества теплоты при теплопередаче	Умение решать задачи по теме «Термодинамика»

№ задания	Проверяемые темы	Контролируемые требования к проверяемым умениям
	3.2.4 Первый закон термодинамики. Применение первого закона термодинамики к изопроцессам. Понятие об адиабатном процессе. Расчёт работы газа с помощью pV-диаграмм 3.2.5 КПД тепловой машины. Цикл Карно и его КПД	
9.	3.1 Адресация в сети Интернет	Умение решать задачи по теме «IP-адресация»
10.	2.2.4 Закон всемирного тяготения. Эквивалентность гравитационной и инертной массы 2.2.5 Сила тяжести. Зависимость ускорения свободного падения от высоты над поверхностью планеты и от географической широты 2.2.6 Движение небесных тел и их спутников. Законы Кеплера. Первая космическая скорость	Умение решать задачи по темам «Закон всемирного тяготения», «Ускорение свободного падения», «Первая космическая скорость»
11.	5.1.4 Амплитуда и фаза колебаний. Связь амплитуды колебаний исходной величины с амплитудами колебаний её скорости и ускорения 5.1.5 Период и частота колебаний. Период малых свободных колебаний математического маятника. Период свободных колебаний пружинного маятника	Умение решать задачи по теме «Колебания»
12.	3.2 Основные законы алгебры логики. Операции «импликация», «эквиваленция»	Умение решать задачи по теме «Алгебра логики»

№ задания	Проверяемые темы	Контролируемые требования к проверяемым умениям
13.	1.1.1 Решение задач с применением изученных фактов о делимости целых чисел	Умение решать задачи на делимость
14.	1.4.7 Первообразная. Неопределённый интеграл. Первообразные элементарных функций. Площадь криволинейной трапеции 1.4.8 Формула Ньютона – Лейбница. Определённый интеграл. Вычисление площадей плоских фигур и объёмов тел вращения с помощью интеграла	Умение решать задачи по теме «Интегралы»
15.	2.3.1 Решение задач с использованием теорем о треугольниках, соотношений в прямоугольных треугольниках, фактов, связанных с четырёхугольниками 2.3.2 Решение задач с использованием фактов, связанных с окружностями	Умение решать задачи по теме «Планиметрия»

Теоретические выкладки

Математика

О дифференцировании

Пределом функции $f(x)$ в точке x_0 называют предел отношения приращения функции к приращению аргумента при стремлении к нулю приращения аргумента:

$$f'\left(x_0\right) = \frac{\Delta f}{\Delta x} \ = \frac{f\left(x_0+\Delta x\right)-f\left(x_0\right)}{\Delta x}$$

Таблица производных элементарных функций

$(const)' = 0$	$(f(x) + g(x))' = f'(x) + g'(x)$
$\left(x^n\right)' = n\cdot x^{n-1}$	$\left((ax+b)^c\right)' = ac(ax+b)^{c-1}$
$\left(e^x\right)' = e^x$	$(\ln ln\, x)' = \frac{1}{x},\ x > 0$
$\left(a^x\right)' = a^x \ln ln\, a,\ 0 < a \neq 1$	$(x)' = \frac{1}{x \ln ln\, a},\ 0 < a \neq 1$
$(\sin sin\, ax)' = a\cdot \cos cos\, a$	$(arcsin\, x)' = \frac{1}{\sqrt{1-x^2}}$
$(\cos cos\, x)' = -\ \sin sin\, x$	$(arccos\, x)' = \frac{-1}{\sqrt{1-x^2}}$
$(tg\, x)' = \frac{1}{x}$	$(arctg\, x)' = \frac{1}{1+x^2}$
$(ctg\, x)' = \frac{-1}{x}$	$(arcctg\, x)' = \frac{-1}{1+x^2}$

Правила дифференцирования

Умножение на константу $(C\cdot f(x))' = C\cdot f'(x)$

Умножение функций $(f(x)\cdot g(x))' = f'(x)\cdot g(x) + f(x)\cdot g'(x)$

Частное функций $\left(\frac{f(x)}{g(x)}\right)' = \frac{f'(x)\cdot g(x) - f(x)\cdot g'(x)}{g^2(x)}$

Сложная функция $(f(g(x)))' = f'(g(x)) \cdot g'(x)$

Механический смысл производной – мгновенная скорость процесса. Геометрический смысл производной – угловой коэффициент касательной к графику функции в конкретной точке:

$$y_{kas} = f\left(x_0\right) + f'\left(x_0\right)\left(x - x_0\right)$$

Необходимое условие экстремума:

Если функция $f(x)$ имеет в точке x_0 экстремум, то в ней производная не существует или равна нулю.

Достаточное условие экстремума:

Если производная функция $f(x)$ в точке x_0 меняет знак, то это точка экстремума.

О некоторых функциях

Функция	**Область определения**	**Область значений**	**Четность**	**Нули функции**
$\sin sin\, x$	R	$[-\ 1; 1]$	нечетная	$x\ =\ \pi n,\ n \in Z$
$\cos cos\, x$	R	$[-\ 1; 1]$	четная	$x\ =\ \frac{\pi n}{2},\ n \in Z$

x	$x\neq\frac{\pi n}{2},\ n\in Z$	R	нечетная	$x\ =\ \pi n,\ n\in Z$
x	$x\neq\pi n,\ n\in Z$	R	нечетная	$x\ =\frac{\pi n}{2},\ n\in Z$
arcsin $arcs$	$x\in[-\ 1;1]$	$\left[-\frac{\pi}{2};\frac{\pi}{2}\right]$	нечетная	0
x	$x\in[-\ 1;1]$	$[0;\pi]$	общего вида	1
x	R	$\left(-\frac{\pi}{2};\frac{\pi}{2}\right)$	нечетная	0
x	R	$(0;\pi)$	общего вида	нет
e^{x}	R	$(0;+\ \infty)$	общего вида	нет
a^{x}, $0\ <\ a\neq1$	R	$(0;+\ \infty)$	общего вида	нет
ln $ln\,x$	$x\ >\ 0$	R	общего вида	1
x , $0\ <\ a\neq1$	$x\ >\ 0$	R	общего вида	1

Некоторые свойства тригонометрических функций

$$x\ +\ x\ =\ 1$$
$$\sin sin\,2x\ =\ 2\cdot\sin sin\,x\ \cdot$$
$$\cos cos\,2x\ =\ x\ -\ x$$

$$x\ =\frac{\sin sin\,x}{\cos cos\,x}$$
$$x\ =\frac{\cos cos\,x}{\sin sin\,x}$$
$$x\ \cdot\ x\ =\ 1$$

$$x\ +\ 1\ =\frac{1}{x}$$
$$x\ +\ 1\ =\frac{1}{x}$$

Некоторые свойства показательных функций

$$a^{m}\cdot a^{n}=a^{m+n}$$
$$\frac{a^{m}}{a^{n}}=a^{m-n}$$

$$\left(a^{m}\right)^{n}=a^{m\cdot n}$$
$$\frac{1}{a}=a^{-1}$$
$$(a\cdot b)^{m}=a^{m}\cdot b^{m}$$

$$\left(\frac{a}{b}\right)^{m}=\frac{a^{m}}{b^{m}}$$

Некоторые свойства логарифмических функций

$$a\ =\ 1$$
$$1\ =\ 0$$
$$a^{b}\ =\ b$$
$$(b\cdot c)\ =\ b\ +\ c$$

$$\frac{b}{c}\ =\ b\ -\ c$$
$$b^{c}\ =\ c\cdot b$$
$$c\ =\frac{1}{b}\cdot\ c$$

$$b\ =\frac{b}{a}$$
$$\frac{1}{b}\ =-\ log_{a}b$$

О простоте и делимости

Простое число – натуральное число, имеющее ровно два различных натуральных делителя – 1 и само себя. Последовательность простых чисел начинается так: 2, 3, 5, 7, 11, 13, 17, 19, …Существуют разные тесты простоты, например, решето Эратосфена, тест Миллера, вероятностный тест Ферма.

Основная теорема арифметики утверждает, что каждое натуральное число, большее единицы, представимо, причём единственным способом, в виде произведения простых чисел. Наибольшим общим делителем двух целых чисел A и B называется наибольший из их общих делителей: $\text{НОД}(A, B)$. Если $\text{НОД}(A, B) = 1$, то числа A и B называются взаимно простыми.

Наименьшее общее кратное двух целых чисел A и B – это наименьшее натуральное число, которое делится на A и B без остатка: $\text{НОК}(A, B)$.

Критерий кратности 2: число оканчивается на четную цифру.

Критерий кратности 3: сумма цифр числа кратна 3.

Критерий кратности 4: последние две цифры числа составляют число кратное 4.

Критерий кратности 5: число оканчивается на 5 или 0.

Критерий кратности 9: сумма цифр числа кратна 9.

Критерий кратности 11 (для некоторых трехзначных чисел): сумма двух крайних цифр равна средней.

Для нахождения $\text{НОД}(A, B)$ существует множество алгоритмов, мы приведём здесь классический алгоритм Евклида: пусть A и B – целые числа, не равные одновременно нулю. Без потери общности положим, $A > B$ (ели числа равны, то задача поиска общего делителя вырождается). Определим последовательность чисел

$A > B > r_1 > r_2 > \ldots > r_n$ следующим образом r_k – это остаток от деления предпредыдущего числа на предыдущее, а предпоследнее делится на последнее нацело, то есть:

$A = Bq_0 + r_1,$
$B = r_1 q_1 + r_2,$
$r_1 = r_2 q_2 + r_3,$
…
$r_{n-2} = r_{n-1} q_{n-1} + r_n,$
$r_{n-1} = r_n q_n.$

Тогда НОД$(A, B) = r_n$ (есть последний ненулевой член этой последовательности).

Об интегрировании

Если функция $F(x)$ является первообразной для функции $f(x)$, то

$$F'(x) = f(x),$$

а множество функций $F(x) + C$, где $C -$ константа, называют неопределенным интегралом от $f(x)$ и обозначают

$$\int f(x)\,dx = F(x) + C$$

Таблица интегралов

$$\int x^n\,dx = \frac{x^{n+1}}{n+1} + C,\ n \neq -1 \qquad \int \frac{1}{x}\,dx = \ln ln\,|x| + C$$

$$\int e^x\,dx = e^x + C \qquad \int \alpha^x\,dx = \frac{\alpha^x}{\ln ln\,\alpha} + C$$

$$\int \sin sin\,x\ dx =- \cos cos\,x + C \qquad \int \cos cos\,x\ dx = \sin sin\,x + C$$

$$\int \frac{1}{x}\,dx = x + C \qquad \int \frac{1}{x}\,dx =- x + C$$

$$\int \frac{dx}{x^2+a^2} = \frac{1}{a}\frac{x}{a} + C,\ a\neq 0 \qquad \int \frac{dx}{x^2-a^2} = \frac{1}{2a}\ln ln\left|\frac{x-a}{x+a}\right| + C,\ a\neq 0$$

$\int \frac{dx}{\sqrt{a^2-x^2}} = \arcsin arcsin \frac{x}{a} + C, \quad \int \frac{dx}{\sqrt{x^2 \pm a^2}} = \ln ln \left| x + \sqrt{x^2 \pm a^2} \right| + C, a \neq 0$

Правила интегрирования

Сложение функций	$\int (f(x) + g(x))\, dx = \int f(x)\, dx + \int g(x)\, dx$
Умножение на константу	$\int \alpha \cdot f(x)\, dx = \alpha \int f(x)\, dx = \alpha \cdot F(x) + C$
Метод замены переменной	$\int f(y(x)) \cdot y'(x)\, dx = \int f(y(x))\, dy(x)$
Интегрирование по частям	$\int f(x) \cdot g'(x)\, dx = f(x) \cdot g(x) - \int f'(x) \cdot g(x)\, dx$

Геометрический смысл определенного интеграла $\int_a^b f(x)\, dx$ – площадь криволинейной трапеции, ограниченной сверху графиком функции $f(x) > 0$, снизу – осью абсцисс, слева и справа – прямыми $x = a,\ x = b$, параллельными оси ординат.

Формула Ньютона-Лейбница: $\int_a^b f(x)\, dx = F(b) - F(a)$.

Физика

О кинематике

Уравнения скорости материальной точки

Векторная форма (проекция на ось абсцисс)

Скалярная форма

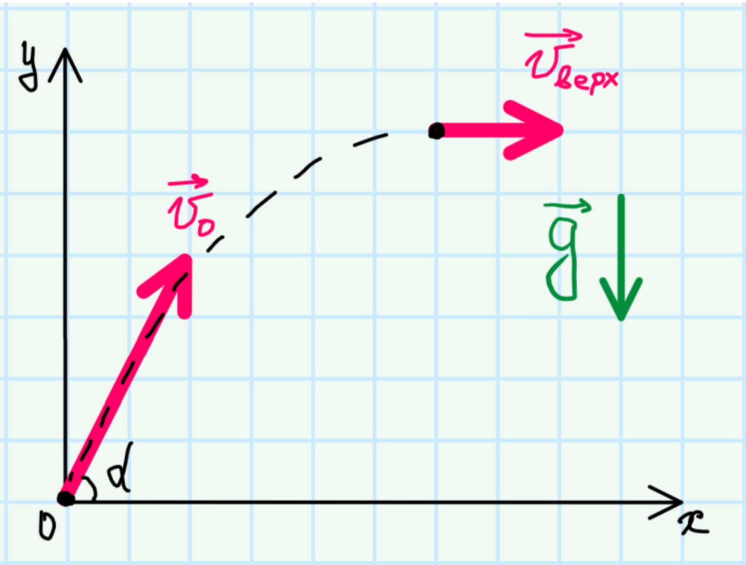
$\vec{v}(t) = \vec{v}_0 + \vec{a}\Delta t$ $\qquad v_x(t) = v_{0x} + a_x\Delta t$

Уравнения движения материальной точки

Векторная форма (проекция на ось абсцисс)

Скалярная форма

$\vec{r}(t) = \vec{r}_0 + \vec{v}_0\Delta t + \frac{\vec{a}}{2}\cdot(\Delta t)^2$ $\qquad x(t) = x_0 + v_{0x}\Delta t + \frac{a_x}{2}\cdot(\Delta t)^2$



В начальный момент составляющие скорости: $v_x = v\cdot \cos cos\, \alpha$, $v_y = v\cdot \sin sin\, \alpha$.

Проекции ускорения свободного падения на оси: $a_x = 0$, $a_y =- g$.

О динамике

Сила — векторная физическая величина $\vec{F}$, которая является мерой взаимодействия тел и приводит к изменению скорости движения тел или их частей.

Принцип суперпозиции сил гласит: для определения равнодействующей силы, приложенной к материальной точке, необходимо сложить все силы, действующей на нее по правилам сложения векторов.

$$\vec{F}_{\text{р}} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \ldots + \vec{F}_n$$

Инерция – физическое явление, благодаря которому тело сохраняет свою скорость неизменной, пока результирующая приложенных к нему сил равна нулю или пока действие со стороны других тел отсутствует.

Первый закон Ньютона: существуют такие системы отсчета (назовем их инерциальными), в которых тело движется прямолинейно и равномерно или находится в состоянии покоя в том случае, если на тело не действуют силы или все силы, действующие на тело, скомпенсированы.

Второй закон Ньютона: в инерциальных системах отсчета ускорение, приобретаемое материальной точкой, прямо пропорционально вызывающей его силе, совпадает с ней по направлению и обратно пропорционально массе материальной точки.

$$\vec{a} = \frac{\vec{F}_{\text{р}}}{m}$$

Третий закон Ньютона: материальные точки взаимодействуют друг с другом с силами, имеющими одинаковую природу, направленными вдоль прямой, соединяющей эти точки, равными по модулю и противоположными по направлению.

$$\vec{F}_{12} = -\vec{F}_{21}$$

Закон всемирного тяготения был открыт английским ученым Ньютоном: две материальные точки массами m_1 и m_2 находящиеся на расстоянии R друг от друга, притягиваются с силой, прямо пропорциональной массам материальных точек и обратно пропорциональной квадрату расстояния между ними, т.е.

$$F = G\frac{m_1 m_2}{R^2},$$

где $G = 6,67\cdot10^{-11}\frac{\text{Н}\cdot\text{м}^2}{\text{кг}^2} -$ гравитационная постоянная.

Сопоставляя закон всемирного тяготения и второй закон Ньютона, можно вывести ускорение свободного падения на поверхности любого космического объекта: $g = G\frac{M}{R^2}$, где M и $R -$ масса и радиус космического тела.

Скорость, которую необходимо сообщить объекту, чтобы он двигался по круговой орбите вблизи поверхности космического тела, называется первой космической скоростью $v = \sqrt{gR}$, где $g -$ ускорение свободного падения, а $R -$ радиус космического тела.

О термодинамике

Все вещества состоят из мельчайших частиц (атомов, молекул, электронов, ионов). Соотношение между макроскопическими параметрами – температурой, объемом и давлением – называется уравнением состояния.

Относительная молекулярная масса M_r равна отношению массы m_0 молекулы данного вещества к 1/12 массы атома углерода m_{0C}, то есть

$$M_r = \frac{m_0}{\frac{1}{12}m_{0C}}$$

Аналогично относительной молекулярной массе определяется и относительная атомная масса как отношение массы атома данного вещества к

1/12 массы атома углерода.

Величина, которая определяет число молекул в данном образце вещества, называется количеством вещества. Один моль — это количество вещества, которое содержит столько же молекул, сколько атомов углерода содержится в 12 г углерода. Количество вещества в данном образце, выраженное в молях, обозначается ν.

Согласно определению моля, в одном моле любого вещества содержится одно и то же число молекул. Измерения показали, что это число равно $6\cdot10^{23}$. В честь итальянского ученого Авогадро, открывшего, что многие свойства газов определяются числом молекул, число молекул в одном моле называется постоянной Авогадро: $N_A = 6\cdot10^{23}\frac{1}{\text{моль}}$.

Массу одного моля вещества называют молярной массой и измеряют в кг/моль. Молярная масса M связана с массой образца m следующим соотношением. Поскольку в одном моле вещества содержится молекул в количестве постоянной Авогадро, молярная масса связана с массой одной молекулы линейным соотношением.

Если привести в соприкосновение два тела – холодное и горячее, то холодное тело начнет нагреваться, а горячее – остывать. Температура каждого из этих тел будет изменяться до тех пор, пока их температуры не выровняются. Температура характеризует состояние теплового равновесия: тела, находящиеся в тепловом равновесии, имеют одинаковую температуру.

Основное уравнение молекулярно-кинетической теории: $p = \frac{1}{3} n m_0 \overline{v^2}$, где $p -$ давление газа, $n = \frac{1}{v} -$ концентрация молекул, $m_0 -$ масса одной молекулы,

$\overline{v^2} = \frac{v_1^2 + v_2^2 + ... + v_N^2}{N} -$ среднее значение квадрата скорости молекулы.

Процессы, в которых один из его трех параметров данной массы газа (давление, объем или температура) остается постоянным, называются изопроцессами.

Изобарный процесс	**Изохорный процесс**	**Изотермический процесс**
Изменение объема и температуры данной массы газа при постоянном давлении	Изменение давления и температуры данной массы газа при постоянном объеме	Изменение давления и объема данной массы газа при постоянной температуре
Закон Гей-Люссака	Закон Гей-Люссака	Закон Бойля-Мариотта
$\frac{V}{T} = const, \; p = const$	$\frac{p}{T} = const, \; V = const$	$pV = const, \; T = const$

Уравнение Клапейрона: для данной массы газа произведение давления газа на его объем, деленное на абсолютную температуру газа, есть величина постоянная: $pV/T = const$

Уравнение Клапейрона- Менделеева: $pV = \nu RT$, где $R = 8,31 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}} -$ универсальная молярная газовая постоянная.

Согласно первому закону термодинамики количество теплоты, переданное телу, равно сумме изменения внутренней энергии тела и работы, совершенной телом над внешними телами: $Q = \Delta U + A_{\text{т}}$

Второй закон термодинамики (в формулировке Клаузиуса): невозможен процесс, единственным результатом которого была бы передача теплоты от холодного тела к горячему. Вторым законом термодинамики обусловлена необратимость процессов в природе.

О колебательных процессах

Механические колебания возникают в случаях, когда система взаимодействующих тел находится вблизи положения устойчивого равновесия. При отклонении системы от положения устойчивого равновесия равнодействующая всех сил, приложенных к телу, стремится вернуть систему в положение равновесия. Эту равнодействующую называют возвращающей силой. Вернувшись в положение равновесия, система вследствие инерции «проскакивает» его, после чего снова возникает возвращающая сила, направленная теперь в противоположную сторону. Чтобы колебания продолжались длительное время, необходимо, чтобы силы трения или силы сопротивления были достаточно малыми.

Основные характеристики колебательного движения:

Амплитуда A – модуль наибольшего смещения относительно положения равновесия.

Период T – длительность одного полного колебания (наименьший интервал времени, через который движение полностью повторяется).

Частота ν – число колебаний за одну секунду (в СИ измеряется в герцах: $1\ \text{Гц} = 1/\text{с}$): $\nu = \frac{1}{T}$.

Круговая (циклическая) частота ω – количество радиан, проходящих функцией, описывающей систему, за единицу времени: $\omega = 2\pi\nu$.

Колебания, происходящие по закону синуса или косинуса, называются гармоническими.

Математическим маятником называется материальная точка, подвешенная на невесомой нерастяжимой нити. Расчеты показывают, что период малых колебаний математического маятника $T = 2\pi\sqrt{l/g}$, где $l -$ длина нити, $g -$ ускорение свободного падения в данном месте.

Пружинным маятником называют колебательную систему из пружины, один конец которой закреплен, а на втором находится груз. Период свободных колебаний пружинного маятника с жесткостью пружины k и массой привешенного груза m определяется по формуле Гюйгенса: $T = 2\pi\sqrt{m/k}$.

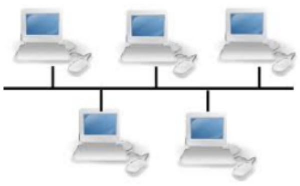
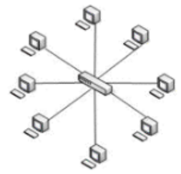
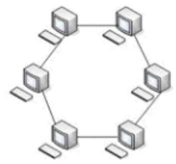
Информатика

О компьютерных сетях

Компьютерная сеть – соединение компьютеров для обмена информацией и совместного использования ресурсов (принтер, модем и т. д).

Локальные сети – это небольшие компьютерные сети, работающие в пределах одного предприятия, объединяющие некоторое количество компьютеров.

Общая схема соединения компьютеров в локальной сети называется её топологией. Классифицируются локальные сети по способу взаимодействия компьютеров и подразделяются на: одноранговые и сети с выделенным сервером. В одноранговых локальных сетях чаще всего используются следующие виды топологий:

прямое подключение	шина	звезда	кольцо
			

Для подключения локальной сети необходимы следующие аппаратные средства:

- Компьютеры (рабочие станции и серверы);
- Сетевая плата (адаптер);
- Каналы связи (кабели);
- Специальные устройства (маршрутизаторы, концентраторы, коммутаторы).

Протокол – набор правил и соглашений, определяющих порядок обмена данными в сети. Специальное устройство, выполняющее перевод данных в формат другого протокола, называют шлюзом.

Уровень модели OSI	Примеры протоколов
Прикладной уровень	FTP, SMTP, HTTPs
Уровень представления данных	SSL, TLS
Сеансовый уровень	PAP, PPTP, L2TP
Транспортный уровень	TCP, UDP
Сетевой уровень	IPv4, IPv6, ICMP
Канальный уровень	Ethernet, PPP
Физический уровень	Ethernet

О кодировании

Кодирование – процесс преобразования информации без потери информационной ценности в форму, удобную для дальнейшей обработки (хранения, передачи, и прочих информационных процессов). Принято выделять 4 вида кодирования:

- ***Кодирование источника*** в основном необходимо для оцифровки данных. Например, для оцифровки символов языка принято использовать кодовые таблица ASCII или Unicode. Также на этом этапе можно производить сжатие, убирая избыточность данных. Примерами таких кодов могут служить энтропийные коды Хаффмана, Шеннона-Фано, Шеннона.
- ***Кодирование канала***. Данный вид преобразований принято проводить перед отправкой информации в канал связи для повышения помехоустойчивости. За счет добавления новых служебных бит к последовательности мы получаем возможность контролировать ее

целостность. Примерами таких кодов выступают коды кратных повторений, инверсный код, код Хемминга.

- ***Криптография***. Это особый вид кодирования с секретом, который нужен для защиты конфиденциальности информации.
- ***Физическое кодирование*** **–** способ представления данных в виде каких-либо сигналов, пригодных для среды, в которую должна перейти информация (для хранения или распространения).

Важным вопросом в любом виде кодирования является однозначность восстановление исходной информации – декодирование. Двоичный код является декодируемым, если любая закодированная последовательность однозначно разбивается на отдельные кодовые слова. Для взаимно однозначного кодирования можно использовать разделители, блочные коды или специально построенные префиксные (или постфиксные) коды.

Об IP-адресации

IP-адрес четвертой версии протокола состоит из 32 бит, которые принято делить на четыре блока – октета. Маска подсети – это битовая маска для определения по IP-адресу адреса подсети и адреса узла этой подсети. Она формируется так: подряд ставится $32 - n$ единиц, а затем n нулей. Тогда в IP-адресе $32 - n$ первых позиций определят адрес сети (оставшиеся позиции надо заполнить нулями). Адрес сети получается в результате поразрядной конъюнкции к IP адреса узла и маски.

Есть два особых адреса подсети, которые резервируются и не используются на общих основаниях. Это адрес подсети (последние n позиций адреса заменяются нулями) и широковещательный адрес (последние n позиций заменяются единицами). Поэтому, чтобы определить количество доступных адресов для устройств этой подсети, нужно от всех возможных адресов, которые можно записать таким количеством бит, отнять 2 адреса. То есть количество определяется по формуле: $2^n - 2$.

Об алгебре логики

Приведем тут элементы алфавита языка логики высказываний, знание которых проверяются в конкурсных материалах.

Символы	Значение
¬	Отрицание (инверсия)
∧	Конъюнкция (И)
∨	Дизъюнкция (ИЛИ)
→	Импликация

Этим операциям соответствуют следующие таблицы истинности.

A	¬A
0	1
1	0

A	B	A ∧ B
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

A	B	A ∨ B
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	1

A	B	A → B
0	0	1
0	1	1
1	0	0
1	1	1

Если логическое выражение содержит несколько операций, то их выполнение предписывается в следующем порядке (для изменения применяют скобки):

1. Отрицание;

2. Конъюнкция;

3. Дизъюнкция;

4. Импликация.

Из прочих примечательных инструментов в решении задач по основам алгебры логики используются различные свойства логических операций. Приведем ниже некоторые из них.

Закон не противоречия: логическое высказывание не может одновременно быть истинно и ложно, т.е. $A \wedge \neg A = 0$

Закон исключения третьего случая: логическое высказывание может быть либо истинно, либо ложно (третьего не дано), т.е. $A \vee \neg A = 1$

Закон двойного отрицания: отрицание отрицания логического высказывания есть его утверждение, т.е. $\neg(\neg A) = A$

Законы идемпотентности: в алгебре логики не допускаются степени и коэффициенты

$$A \vee A = A \qquad\qquad A \wedge A = A$$

Законы ассоциативности:

$$A \vee (B \vee C) = (A \vee B) \vee C \qquad\qquad A \wedge (B \wedge C) = (A \wedge B) \wedge C$$

Законы дистрибутивности:

$$(A \wedge B) \vee C = (A \vee C) \wedge (B \vee C) \qquad\qquad (A \vee B) \wedge C = (A \wedge C) \vee (B \wedge C)$$

Законы де Моргана: конъюнкция двойственна дизъюнкции.

$$\neg(A \wedge B) = \neg A \vee \neg B \qquad\qquad \neg(A \vee B) = \neg A \wedge \neg B$$

Законы поглощения:

$$A \vee 1 = 1 \qquad\qquad A \wedge 1 = A$$
$$A \vee 0 = A \qquad\qquad A \wedge 0 = 0$$
$$A \vee (A \wedge B) = A \qquad\qquad A \wedge (A \vee B) = A$$

Законы склеивания:

$$(A \wedge B) \vee (\neg A \wedge B) = B \qquad\qquad (A \vee B) \wedge (\neg A \vee B) = B$$

Решение демонстрационного варианта

Рассмотрим решение демонстрационного варианта конкурсных материалов.

Задача 1. Производные

Производной какой из предложенных функций является $3 + 18x\cdot(3x)$?

Вариант ответа	**Ответ**
1.	$\left(9x^2 + 1\right)\cdot(3x)$
2.	$\left(9x^2 - 1\right)\cdot(3x)$
3.	$\left(18x^2 + 1\right)\cdot(x/3)$

Решение

Найдем производные предложенных функций:

$$\left(\left(9x^2 + 1\right)\cdot(3x)\right)' = \left(9x^2 + 1\right)'\cdot(3x) + \left(9x^2 + 1\right)\cdot((3x))' =$$
$$= 9\cdot 2x\cdot(3x) + \left(9x^2 + 1\right)\cdot\frac{1}{1+9x^2}\cdot 3 = 18x\cdot(3x) + 3$$

$$\left(\left(9x^2 - 1\right)\cdot(3x)\right)' = \left(9x^2 - 1\right)'\cdot(3x) + \left(9x^2 - 1\right)\cdot((3x))' =$$
$$= 9\cdot 2x\cdot(3x) + \left(9x^2 - 1\right)\cdot\frac{1}{1+9x^2}\cdot 3 = 18x\cdot(3x) + 3\cdot\frac{9x^2-1}{9x^2+1}$$

$$\left(\left(18x^2 + 1\right)\cdot(x/3)\right)' =$$
$$= \left(18x^2 + 1\right)'\cdot(x/3) + \left(18x^2 + 1\right)\cdot((x/3))' =$$
$$= 18\cdot 2x\cdot\left(\frac{x}{3}\right) + \left(18x^2 + 1\right)\cdot\frac{1}{1+(x/3)^2}\cdot\frac{1}{3} =$$
$$= 18x\cdot(x/3) + 3\cdot\frac{18x^2+1}{x^2+9}$$

Ответ: А

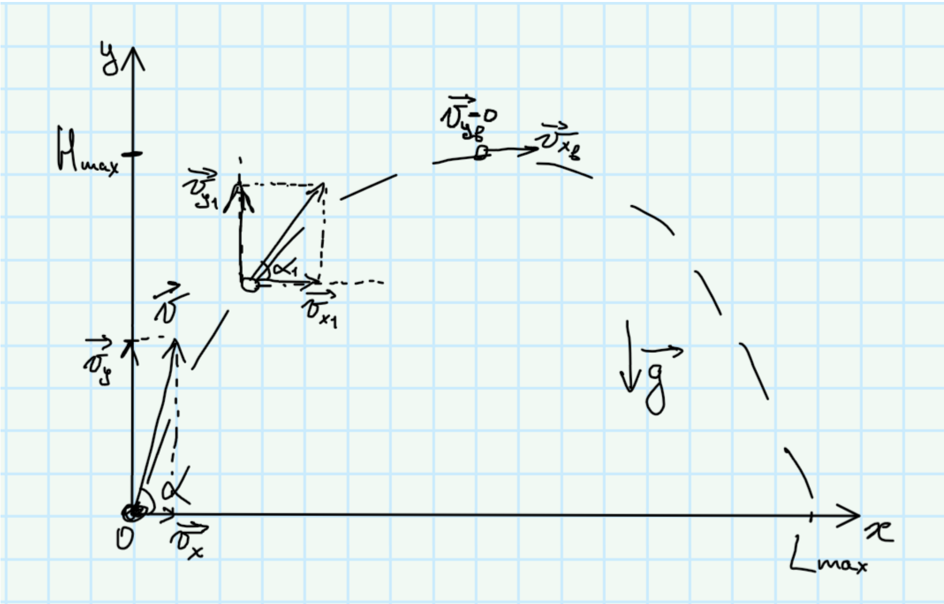
Задача 2. Кинематика

Какая формула позволяет определить максимальную высоту тела, брошенного с начальной скоростью v под углом α к горизонту?

Вариант ответа	**Ответ**
1.	$\frac{2v^2 \sin sin\,\alpha \cdot \cos cos\,\alpha}{g}$
2.	$\frac{v \cdot \sin sin\,\alpha}{g}$
3.	$\frac{v^2 \alpha}{2g}$

Решение

Схематично изобразим движение тела. Разложим скорость на две составляющие по осям. Заметим, что по оси ординат на тело действует ускорение свободного падения, поэтому до определенного момента тело будет двигаться по оси ординат равнозамедленно, пока вертикальная составляющая скорости не станет равна 0. Горизонтальная составляющая скорости не будет претерпевать изменений (так как в задаче обратное не указано).



Итак, в начальный момент составляющие скорости:

$$v_x = v\cdot \cos cos\, \alpha\,, \quad v_y = v\cdot \sin sin\, \alpha$$

Запишем закон изменения скорости при равнозамедленном движении:

$$\vec{v}(t) = \vec{v}_0 + \vec{a}t, \quad v_y(t) = v\cdot \sin sin\, \alpha\ - gt$$

В самой верхней точке своего движения тело имеет нулевую вертикальную составляющую скорости:

$$v_y\left(t_{\text{верх}}\right) = v\cdot \sin sin\, \alpha\ - gt_{\text{верх}} = 0, \quad t_{\text{верх}} = \frac{v\cdot \sin sin\, \alpha}{g}$$

Запишем закон изменения координаты при равнозамедленном движении:

$$\vec{r}(t) = \vec{r}_0 + \vec{v}_0 t + \frac{\vec{a}t^2}{2}, \quad y(t) = v\cdot \sin sin\, \alpha \cdot t - \frac{gt^2}{2},$$

$$y\left(t_{\text{верх}}\right) = v\cdot \sin sin\, \alpha\ \cdot \frac{v\cdot \sin sin\, \alpha}{g} - \frac{g}{2}\left(\frac{v\cdot \sin sin\, \alpha}{g}\right)^2 = \frac{v^2\cdot \alpha}{2g}$$

$$[H] = \left[\frac{v^2\cdot \alpha}{2g}\right] = \frac{(\text{м/с})^2\cdot 1}{\text{м/с}^2} = \text{м}$$

Ответ: В

Задача 3. Компьютерные сети

Закончите фразу. Узел сети, с помощью которого соединяются две сети, построенные по одинаковой технологии, называется …

Вариант ответа	**Ответ**
1.	Шлюз
2.	Мост
3.	Сервер

Решение

В задании предложено определение моста.

Ответ: Б

Задача 4. Сетевые протоколы

Как называется уровень модели OSI, к которому относится протокол L2TP?

Вариант ответа	**Ответ**
1.	Сеансовый
2.	Транспортный
3.	Канальный

Решение

L2TP – протокол туннелирования сеансового уровня модели OSI.

Ответ: А

Задача 5. Кодирование

Из предложенных методов кодирования выберите лишний (все остальные относятся к одному виду).

Вариант ответа	**Ответ**
1.	Инверсный код
2.	Код кратных повторений
3.	Код Хаффмана

Решение

Все предложенные коды, кроме кода Хаффмана, относятся к канальным помехоустойчивым кодам. Код Хаффмана же относится к энтропийным кодам источника.

Ответ: В

Задача 6. Уравнения

Решите предложенное уравнение. В ответе введите действительный корень, арифметически округленный до десятых. Если корней несколько, укажите их произведение.

$$(x-2)^6 = (x-1)^4$$

Решение

Воспользуемся свойствами логарифма для упрощения уравнения:

$$\frac{3}{3} \cdot (x - 2)^2 = \frac{2}{2} \cdot (x - 1)^2,$$

$$(x - 2)^2 = (x - 1)^2, \; x^2 - 4x + 4 = x^2 - 2x + 1, \; 2x = 3, \; x = 1,5$$

Ответ: 1,5

Задача 7. Динамика

Движение тела массой 5 кг описывается уравнением $x = t + 0,2 \cdot t^2$ (м). Рассчитайте модуль силы, под действием которой происходит это движение. Ответ запишите в единицах СИ, округлив арифметически до целого значения.

Решение

Согласно второму закону Ньютона, $\vec{a} = \frac{\vec{F}}{m}$. Тогда модуль действующей на тело силы равен $F = m \cdot a$

Модуль ускорения можно найти из уравнения движения:

$$x = x_0 + v_0 \cdot t + \frac{a}{2} \cdot t^2.$$

Значит, $a/2 = 0,2$, $a = 0,4$, $F = 5 \cdot 0,4 = 2$ (кг).

Ответ: 2

Задача 8. Термодинамика

Газ при температуре 300 К изохорно нагревают так, что его давление увеличилось в 1,2 раза. На сколько градусов нагрели газ? В ответе укажите целое число (округление арифметическое).

Решение

Согласно уравнению Клапейрона $\frac{pV}{T} = const.$

Изохорный процесс происходит при постоянном объеме. Значит, $V_1 = V_2$ и согласно закону Гей-Люссака

$$\frac{p}{T} = const,\ \frac{p_1}{T_1} = \frac{p_2}{T_2},\ \frac{T_2}{T_1} = \frac{p_2}{p_1} = \frac{6}{5}\ (\text{по усл} - \text{ю}).$$

$$T_2 = \frac{6}{5}T_1,\ \Delta T = T_2 - T_1 = \frac{6}{5}T_1 - T_1 = \frac{1}{5}T_1 = 60.$$

Так как спрашивают о разности двух температур, перевод кельвинов в градусы несущественен, ведь перевод этих шкал линеен.

Ответ: 60

Задача 9. IP-адресация

В ответе укажите количество хостов, на которые рассчитана подсеть с маской 255.255.248.0.

Решение

Рассмотри двоичное представление маски:

255.255.248.0 11111111.11111111.11111000.00000000

В ней 11 нулей в конце. Значит, количество устройств, которые можно связать этой подсетью:

$$2^{11} - 2 = 2\,046.$$

Ответ: 2046

Задача 10. Первая космическая скорость

Вычислите первую космическую скорость для некоторого космического тела, принимая его за однородный шар радиусом 2700 км, а ускорение свободного падения тел на его поверхности – 1,2 м/с^2. В ответе укажите скорость (км/с), округлив арифметически до десятых.

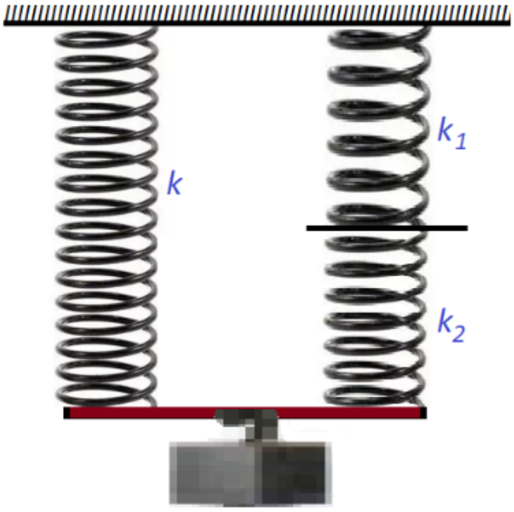
Решение

Первая космическая скорость $v = \sqrt{g \cdot R} = \sqrt{1,2 \cdot 2,7 \cdot 10^6} = 1,8 \cdot 10^3 \left(\text{м/с}^2\right)$

Ответ: 1,8

Задача 11. Колебания

На систему из трёх пружин (см. рисунок) подвесили груз. Известно, что k = 30 Н/м, k_1 = 60 Н/м, k_2 = 30 Н/м. В результате зафиксированы свободные колебания с циклической частотой 15 рад/с. Определите массу груза, ответ запишите в единицах СИ, округлив арифметически до десятых.



Решение

Задача сводится к определению общей жесткости системы пружин и применению формулы Гюйгенса.

Для последовательного соединения пружин жесткостью k_1 и k_2 справедливо

$$\frac{1}{k_{12}} = \frac{1}{k_1} + \frac{1}{k_2}, \quad k_{12} = \frac{k_1 \cdot k_2}{k_1 + k_2}.$$

Для параллельного соединения пружины жесткостью k и системы пружин общей жесткостью k_{12} справедливо

$$k_{общ} = k + k_{12} = k + \frac{k_1 \cdot k_2}{k_1 + k_2} = \frac{k \cdot k_1 + k \cdot k_2 + k_1 \cdot k_2}{k_1 + k_2}.$$

Согласно закону Гюйгенса,

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k_{общ}}}, \quad m = \frac{k_{общ} T^2}{4\pi^2}.$$

Период найдем из соотношений частот:

$$\omega = 2\pi\nu, \ \nu = \frac{\omega}{2\pi}, \ T = \frac{1}{\nu} = \frac{2\pi}{\omega}.$$

Объединяя полученные выкладки приходи к формуле

$$m = \frac{k_{общ} T^2}{4\pi^2} = \frac{k \cdot k_1 + k \cdot k_2 + k_1 \cdot k_2}{k_1 + k_2} \cdot \frac{4\pi^2/\omega^2}{4\pi^2} = \frac{k \cdot k_1 + k \cdot k_2 + k_1 \cdot k_2}{\omega^2 \cdot (k_1 + k_2)}$$

$$[m] = \frac{Н/м \cdot Н/м + Н/м \cdot Н/м + Н/м \cdot Н/м}{(рад/с)\hat{}2 \cdot (Н/м + Н/м)} = \frac{кг \cdot м/с^2}{м} \cdot с^2 = кг$$

$$m = \frac{30 \cdot 60 + 30 \cdot 30 + 30 \cdot 60}{15^2 \cdot (60 + 30)} = \frac{5 \cdot 900}{15 \cdot 15 \cdot 90} = \frac{10}{45} = \frac{2}{9} \approx 0,22$$

Ответ: 0,2

Задача 12. Алгебра логики

В ответе укажите вектор, состоящий из значений предложенной логической функции

$$F = (a \vee \neg b) \rightarrow (c \vee a \wedge d)$$

Значения F(a,b,c,d) выписывать в порядке возрастания для abcd от 0000 до 1111.

Решение

Оформим решение таблицей истинности.

a	**b**	**c**	**d**	**a ∨ ¬b**	**c ∨ a ∧ d**	**F**
0	0	0	0	1	0	0
0	0	0	1	1	0	0
0	0	1	0	1	1	1
0	0	1	1	1	1	1
0	1	0	0	0	0	1
0	1	0	1	0	0	1
0	1	1	0	0	1	1
0	1	1	1	0	1	1
1	0	0	0	1	0	0
1	0	0	1	1	1	1
1	0	1	0	1	1	1

1	0	1	1	1	1	1
1	1	0	0	1	0	0
1	1	0	1	1	1	1
1	1	1	0	1	1	1
1	1	1	1	1	1	1

Ответ: 0011111101110111

Задача 13. Понятие делимости, простых чисел, НОД, НОК

Разложите число 21 681 на простые множители. В ответе приведите все простые делители в порядке возрастания, написанные подряд без разделителей. Если множитель кратный, запишите его столько раз, какова его кратность.

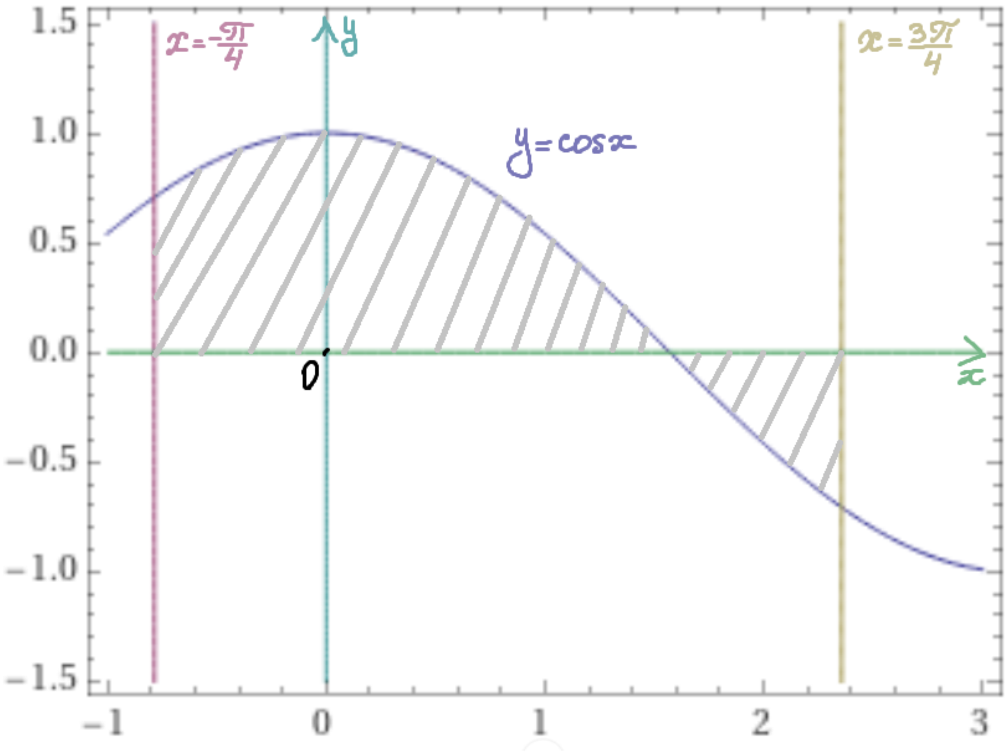
Решение

Факторизация возможна благодаря тому, что очевидна кратность маленьким простым: 2, 3 и 5. Итак $21\,681 = 3^3 \cdot 803 = 3^3 \cdot 11 \cdot 73$.

Ответ: 3331173

Задача 14. Интегралы

Какова площадь заштрихованной области (см. рисунок)? В ответе укажите целое число (округление арифметическое).



Решение

Важно заметить, что часть заштрихованной области находится под осью, поэтому нужно разбить интеграл на два:

$$S = \int\limits_{-\pi/4}^{3\pi/4} |y|\, dx = \int\limits_{-\pi/4}^{\pi/2} y\, dx + \int\limits_{\pi/2}^{3\pi/4} (-\ y)\, dx = \int\limits_{-\pi/4}^{\pi/2} \cos cos\ x\ \ dx - \int\limits_{\pi/2}^{3\pi/4} \cos cos\ x\ \ dx =$$

$$= \sin sin\ x\ |\pi/2\ -\ \pi/4\ -\ \sin sin\ x\ |3\pi/4\ \pi/2\ = \sin sin\ \pi/2\ -\ \sin sin\ (-\ \pi/4)\ -\ (\sin$$

$$= 2\cdot \sin sin\ \pi/2\ + \sin sin\ \pi/4\ - \sin sin\ 3\pi/4\ = 2\cdot \sin sin\ \pi/2\ = 2$$

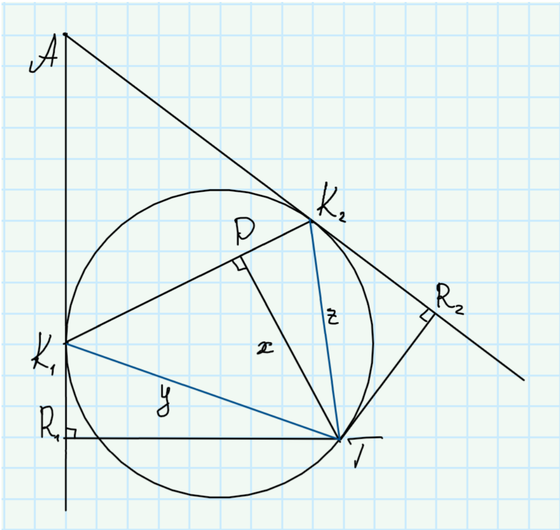
Ответ: 2

Задача 15. Планиметрия

К некоторой окружности из точки А провели две касательные. На окружности выбрана точка Т, на расстоянии 1,25 и 5 от касательных. Определите расстояние от точки Т до отрезка, соединяющего точки касания. В ответе укажите число, арифметически округленное до десятых.

Решение

Построим чертеж и введем некоторые обозначения:



Пусть K_1 и K_2 – точки касания с окружностью. Опустим перпендикуляры $TR_1 = 5$, $TR_2 = 1,25$ и TP из точки T к касательным и отрезку K_1K_2. Обозначим искомое расстояние TP за x. Для удобства введем $y = K_1T$ и $z = K_2T$.

Рассмотрим треугольники ΔTK_1R_1 и ΔTK_2P:

$\angle TK_1R_1 = \angle TK_2P \ \angle K_1R_1T = \angle K_2PT \} \ \Delta TK_1R_1 \sim \Delta TK_2P \Leftrightarrow \frac{z}{y} = \frac{x}{R_1T}$

Аналогично, $\Delta TR_2K_2 \sim \Delta TPK_1$

$$\frac{z}{y} = \frac{TR_2}{x}$$

Тогда

$$\frac{x}{R_1T} = \frac{TR_2}{x}, \ x^2 = TR_2 \cdot TR_1, \ x = \sqrt{TR_2 \cdot TR_1} = \sqrt{1,25 \cdot 5} = \sqrt{6,25} = 2,5$$

Ответ: 2,5

Список литературы

1. Информатика. 10 класс. Базовый и углубленный уровни: учебник: в 2 ч. Ч. 1. ФГОС / К. Ю. Поляков, Е. А. Еремин. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2018. – 352 с.: ил.
2. Информатика. 10 класс. Базовый и углубленный уровни: учебник: в 2 ч. Ч. 2. ФГОС / К. Ю. Поляков, Е. А. Еремин. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2018. – 352 с.: ил.
3. Гашков С.Б. Системы счисления и их применение. – М.: МЦНМО, 2004. — 52 с.
4. Златопольский Д.М. Занимательная информатика. – М.: Бином. Лаборатория знаний, 2011. – 424 с.
5. Лось, А. Б. Криптографические методы защиты информации : учебник для академического бакалавриата / А. Б. Лось, А. Ю. Нестеренко, М. И. Рожков. — 2-е изд., испр. — Москва : Издательство Юрайт, 2018. — 473 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-01530-0. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: https://urait.ru/bcode/413075 (дата обращения: 27.03.2020).
6. Замятина, О. М. Вычислительные системы, сети и телекоммуникации. Моделирование сетей : учебное пособие для магистратуры / О. М. Замятина. — Москва : Издательство Юрайт, 2019. — 159 с. — (Университеты России). — ISBN 978-5-534-00335-2. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: https://urait.ru/bcode/433938 (дата обращения: 27.03.2020).