ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЙ
МЕГАПОЛИС

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

Инженерный класс
в московской школе

НАПРАВЛЕНИЕ
АВИАСТРОИТЕЛЬНЫЕ КЛАССЫ

ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ ЭТАП

МОСКВА
2025

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ РАЗРАБОТАНЫ:

Национальным исследовательским ядерным университетом «МИФИ»

в лице:

Александровой Н.В., к.т.н., доцента кафедры общей физики НИЯУ МИФИ;

Петровской А.В., старшего преподавателя отделения интеллектуальных кибернетических систем офиса образовательных программ НИЯУ МИФИ;

Шаврина О.А., зав. Методическим объединением учителей математики Предуниверситария НИЯУ МИФИ.

МОСКВА

2025

Оглавление

1. Предмет «математика»

Задание 1

«Задание на исследования числовых последовательностей и прогрессий»

<u>Определение:</u> Арифметической прогрессией называется последовательность чисел, в которой разность между любыми двумя соседними членами постоянна. Иными словами, каждый следующий член последовательности можно получить, прибавив к предыдущему числу постоянную величину, которая называется разностью прогрессии.

Определение арифметической прогрессией можно сформулировать в виде рекуррентного соотношения: если $\{a_n\}$ – арифметическая прогрессия, то для каждого её члена верно соотношение $a_{n+1} = a_n + d$, где d – некоторое фиксированное число (разность прогрессии).

Для решения задач гораздо удобнее использовать *<u>формулу общего члена арифметической прогрессии</u>*

$a_n = a_1 + (n-1)d,$

где a_1 – первый член прогрессии, d – разность прогрессии, n – номер члена прогрессии.

Например, если a_1= 2,3, d = 0,4, то формулой общего члена прогрессии будет иметь вид: $a_n = 2{,}3 + 0{,}4 \cdot (n-1)$. Если нужно найти 17 член прогрессии, то вместо n нужно подставить 17 и получить $a_{17} = 2{,}3 + 0{,}4 \cdot (17-1) = 2{,}3 + 0{,}4 \cdot 16 = 8{,}7$

Так же в задачах на арифметическую прогрессию часто встречаются следующие важные формулы:

<u>Формула суммы первых n членов арифметической прогрессии</u>:

$S_n = \frac{a_1+a_n}{2} \cdot n,$

где S_n суммы первых n членов арифметической прогрессии, a_1 и a_n – соответственно первый, и n – й член прогрессии. Если к a_n применить формулу общего члена то формула приобретёт следующий вид:

$$S_n = \frac{a_1 + a_n}{2} \cdot n = \frac{2a_1 + (n-1)d}{2} \cdot n$$

Какую из этих формул применять зависит от данных конкретной задачи.

Характеристическое свойство арифметической прогрессии:

для любых трёх последовательных членов арифметической прогрессии верно соотношение:

$$a_n = \frac{a_{n-1} + a_{n+1}}{2}$$

У этой формулы существует обобщение: если a_m, a_n, a_k и a_p некоторые члены арифметической прогрессии, то

$$a_m + a_n = a_k + a_p \Leftrightarrow m + n = p + k$$

Знания этих формул достаточно для решения любой задачи на арифметическую прогрессию.

Рассмотрим задачу демоварианта.

При прохождении компьютерного квеста на каждом уровне можно набрать некоторое количество очков. На первом уровне можно набрать 400 очков, а на каждом из последующих на 20 очков больше, чем на предыдущем. Сколько уровней в квесте, если максимально возможное число очков после прохождения всех уровней равно 6760.

Решение: Так как число очков на каждом из последующих уровней квеста на 20 очков больше, чем на предыдущем, последовательность чисел является арифметической прогрессией с первым членом $a_1 = 400$ и разностью $d = 20$. Нам известно что сумма некоторых первых n членов прогрессии равна 6760. Запишем формулу для суммы первых n членов арифметической прогрессии:

$$S_n = \frac{2a_1 + (n-1)d}{2} \cdot n$$

подставив данные задачи, получим квадратное уравнение относительно переменной n:

$$6760 = \frac{2 \cdot 400 + 20 \cdot (n-1)}{2} \cdot n$$

Решая уравнение, получим ответ задачи $n = 13$

Ответ: 13

<u>Приведём пример ещё одной более сложной задачи:</u>

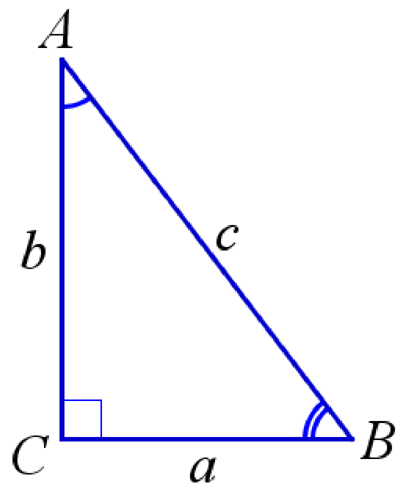
<u>Условие:</u> Настя решила заняться бегом. Согласно плану, она проводит ровно три тренировки в неделю и на каждой тренировке в течение одной недели пробегает одно и то же расстояние. На первой неделе она пробегает по 2 километра на каждой тренировке, а затем увеличивает длину дистанции, пробегаемой на тренировке, на 400 метров каждую неделю, начиная со второй. Прозанимавшись так ровно 11 недель, Настя решила увеличить число тренировок до четырёх в неделю и каждую неделю стала увеличивать длину дистанции, пробегаемой на тренировке, на 600 метров. В конце очередной недели она подсчитала, что в итоге с начала занятий пробежала 288 километров. Сколько всего тренировок провела Настя?

<u>Решение:</u> Так как увеличение дистанции в первые 11 недель происходило на одно и то число метров, данная модель соответствует арифметической прогрессии с первым членом $a_1 = 2$ и разностью $d = 0{,}4$. Расстояние, которое пробежала Настя за первые 11 недель, равняется $3S_{11}$, где S_{11} – сумма первых 11-и членов арифметической прогрессии. Используя формулу суммы *n* первых членов арифметической прогрессии $S_n = \frac{2a_1+(n-1)d}{2}n$, вычислим $3S_{11} = 3 \cdot \frac{2\cdot 2+(11-1)\cdot 0{,}4}{2} \cdot 11 = 132$. Дистанция, пробегаемая Настей на 11-й неделе, является 11-м членом данной прогрессии, её можно вычислить по формуле $a_n = a_1 + (n-1)d$. При *n* = 11 получим $a_{11} = 2 + (11-1)\cdot 0{,}4 = 6$. На 12 неделе и далее дистанция, пробегаемая Настей, увеличилась уже на 0,6 км, что соответствует арифметической прогрессии с первым членом $a_1 = 6{,}6$ и разностью $d = 0{,}6$. Так как всего Настя пробежала 288 км, то в данном режиме она пробежала $288 - 132 = 156$ км, что в свою очередь равно $4S_n$, где *n* – число недель тренировок по новому графику, а S_n – сумма новой арифметической прогрессии. Составим уравнение $4S_n = \frac{2\cdot 6{,}6+(n-1)\cdot 0{,}6}{2}n = 156$, которое после преобразований сводится к квадратному уравнению $n^2 + 21n - 130 = 0$. Корнями уравнения являются числа 5 и – 26, из которых второе не подходит по смыслу задачи. Значит по новому графику Настя тренировалась 5 недель, а общее число тренировок равняется $11 \cdot 3 + 5 \cdot 4 = 53$.

<u>Ответ:</u> 53

Задание 2

«Задание на вычисление элементов треугольника с использованием тригонометрических функций»



1. Тригонометрические функции острого угла.

1. Синусом острого угла в прямоугольном треугольнике называется отношение противолежащего катета к гипотенузе:

sin A = a/c; sin B = b/c.

2. Косинусом острого угла в прямоугольном треугольнике называется отношение прилежащего катета к гипотенузе:

cos A = b/c; cos B = a/c.

3. Тангенсом острого угла в прямоугольном треугольнике называется отношение противолежащего катета к прилежащему:

tg A = a/b; tg B = b/a.

4. Котангенсом острого угла в прямоугольном треугольнике называется отношение прилежащего катета к противолежащему:

ctg A = b/a; ctg B = a/b.

Значения тригонометрических функций угла равны значениям соответствующих кофункций угла, дополняющего его до 90 градусов:

$$\sin A = \frac{a}{c} = \cos B \qquad \operatorname{tg} A = \frac{a}{b} = \operatorname{ctg} B$$

$$\cos A = \frac{b}{c} = \sin B \qquad \operatorname{ctg} A = \frac{b}{a} = \operatorname{tg} B$$

Тангенс и котангенс связаны с остальными тригонометрическими функциями следующими соотношениями:

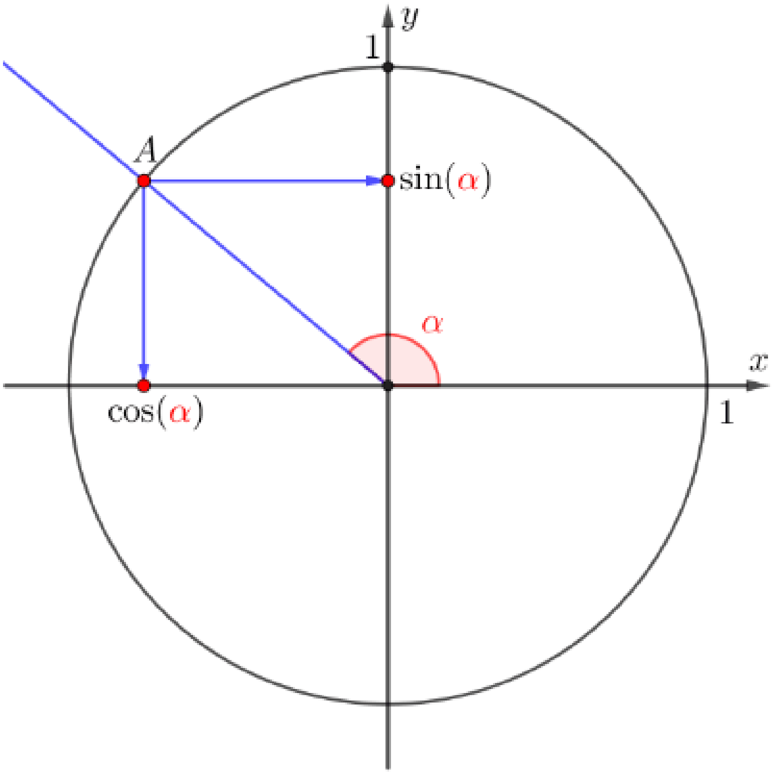
$$\operatorname{tg}\alpha = \frac{\sin\alpha}{\cos\alpha}; \quad \operatorname{ctg}\alpha = \frac{\cos\alpha}{\sin\alpha};$$

$$\operatorname{tg}\alpha \cdot \operatorname{ctg}\alpha = 1;$$

2. Тригонометрические функции произвольного угла.

Для произвольного (не обязательно остроугольного) треугольника значения тригонометрических функций определяются с помощью *тригонометрической окружности*:

Луч OA повёрнут на угол α относительно положительного направления оси OX против часовой стрелки, тогда точка A имеет координаты (sin α; cos α) (угол α может быть даже отрицательным!). Это определение согласовано с определениями тригонметрических функций острого угла, введёнными через отношения сторон прямоугольного треугольника.



3. Основное тригонометрическое тождество.

Из уравнения окружности следует основное тригонометрическое тождество, связывающее синус и косинус одного угла:

$$\sin^2\alpha + \cos^2\alpha = 1;$$

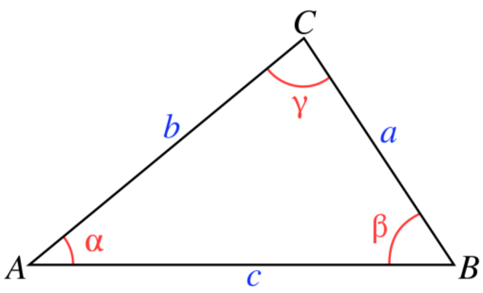
Поделив это тождество на квадрат синуса или косинуса, получаем следствия для тангенса и котангенса:

$$\frac{1}{\cos^2 \alpha} = 1 + \mathrm{tg}^2\, \alpha;$$

$$\frac{1}{\sin^2 \alpha} = 1 + \mathrm{ctg}^2\, \alpha.$$

3. Теоремы синусов и косинусов.

Длины сторон треугольника и значения тригонометрических функций его углов связаны следующими теоремами:



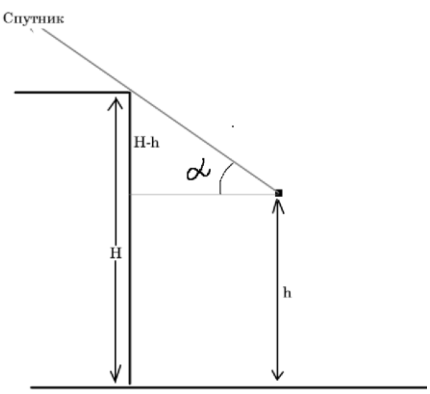
$$\frac{a}{\sin A} = \frac{b}{\sin B} = \frac{c}{\sin C} \text{ (теорема синусов)}$$

$$c^2 = a^2 + b^2 - 2ab\cos\gamma \text{ (теорема косинусов)}$$

<u>Рассмотрим задачу демоварианта прошлого года.</u>

Квадрокоптер во время полёта должен поддерживать связь с геостационарным спутником. Спутник виден под углом $\alpha = 30^0$ к горизонту в направлении на юг. На какое минимальное расстояние квадрокоптер может приблизиться с севера к стене здания высотой H=42 м, если максимально допустимая высота полёта квадрокоптера составляет h=20м? Дайте ответ в метрах и округлите до целого числа.

<u>Решение:</u>



1) H-h = 42 - 22 = 22 (м) — высота, на которую крыша здания выше положения квадрокоптера

2) $tg\alpha = \frac{H-h}{x}$, где *x* — минимальное расстояние до стены здания, отсюда:

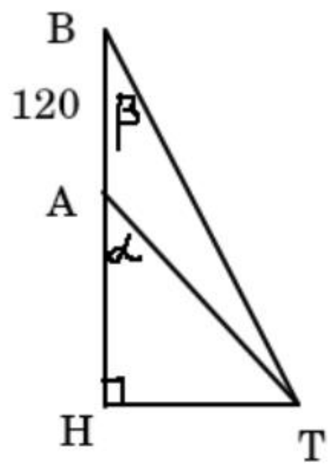
3) $x = \frac{H-h}{tg\alpha} = 22\sqrt{3} = 38{,}1$ ...(м).

Ответ: 38 метров.

Рассмотрим задание из демоварианта текущего года.

<u>Условие:</u> Воздушный шар поднимается вертикально вверх над полигоном. Рядом с полигоном растёт дерево. В некоторый момент времени угол между направлениями от шара к основанию дерева и от шара вертикально вниз составлял *arctg0,2*. Когда шар поднялся ещё на 120 м, угол между направлениями от шара на основание дерева и от шара вертикально вниз составил *arctg0,15*. Найдите расстояние (в метрах) от дерева до места старта шара.

<u>Решение:</u>



Пусть α = arctg0,2, β=arctg0,15, точка T — основание дерева, а H — точка старта воздушного шара, A и B положение воздушного шара в первый и второй момент времени соответственно (см. рис). Тогда

$HT = AH \cdot tg\alpha = (AH + 120) \cdot tg\beta$

HT = AH · 0,2 = (AH + 120) · 0,15, откуда AH=360.

Искомое расстояние HT = 360·0,2 = 72 (м).

<u>Ответ:</u> 72

Задание 7

«Задание на теорию вероятностей»

Для решения задач необходимо знать основные теоремы о сумме и произведении вероятностей событий.

Теорема сложения вероятностей двух событий

Вероятность суммы двух событий равна сумме вероятностей этих событий без вероятности их совместного появления: *P(A + B) = P(A) + P(B) - P(AB)*.

Теорема сложения вероятностей двух несовместных событий

Вероятность суммы двух несовместных событий равна сумме вероятностей этих событий:

<u>*Замечание:*</u> Эта формула получается из предыдущей в случае, когда *A* и *B* - несовместные события; в этом случае *AB* - невозможное событие и
P(AB) = 0.

Теорема умножения вероятностей

Вероятность произведения двух событий равна произведению вероятности одного из них на условную вероятность другого при условии, что первое событие произошло:

P(AB) = P(A)P(B/A), P(AB) = P(B)P(A/B)

Событие *B* не зависит от события *A*, если *P(B/A) = P(B)* ,
Т.е. вероятность события *B* не зависит от того, произошло ли событие *A*.
B этом случае и событие *A* не зависит от события *B*, т.е. свойство независимости событий является взаимным.

Теорема умножения вероятностей двух независимых событий

Вероятность произведения двух независимых событий равна произведению их вероятностей: *P(AB) = P(A)P(B)*
Все теорем обобщаются на большее число событий.

Теорема умножения вероятностей *n* независимых событий

Если события $A_1, A_2, \dots A_n$ независимы, то вероятность их произведения равна произведению вероятностей этих событий: $P(A_1A_2 \dots A_n) = P(A_1) \cdot P(A_2) \dots \cdot P(A_n)$

Приведём примеры решения задач с использованием этих теорем:

<u>Пример 1</u>. Спортсмен стреляет по мишени, разделенной на 3 сектора. Вероятность попадания в первый сектор равна 0,4, во второй - 0,3. Какова вероятность попадания либо в первый, либо во второй сектор?

Решение. События *A* «попадание в первый сектор» и *B* – «попадание во второй сектор» несовместны (попадание в один сектор исключает попадание во второй), поэтому применима теорема сложения вероятностей несовместных событий. В соответствии с этой теоремой находим искомую вероятность:

P(A + B) = P(A) + P(B) = 0,4 + 0,3 = 0,7.

Пример 2: Вероятность попадания в мишень для первого спортсмена 0,85, а для второго – 0,8. Спортсмены независимо друг от друга сделали по одному выстрелу. Найти вероятность того, что в мишень попадет хотя бы один спортсмен?

Решение. Введем обозначения: события А – «попадание первого спортсмена», В - "попадание второго спортсмена", С – «попадание хотя бы одного из спортсменов». Очевидно, A + B = C, причем события А и В совместны (оба могут попасть в мишень). В соответствии с формулой получаем *P(C) = P(A) + P(B) - P(AB)* или *P(C) = P(A)+ P(B)-P(A)P(B)*, поскольку А и В - независимые события, а для них верна формула *P(AB) = P(A)P(B)*. Подставив данные значения *P(A)* = 0,85, *P(B)* = 0,8 в формулу для *P(C)*, найдем искомую вероятность *P(C)* = (0,85 + 0,8) - 0,85·0,8 = 0,97.

Приведём в качестве примера одну известную задачу из ЕГЭ:

Условие: В торговом центре два одинаковых автомата продают кофе. Обслуживание автоматов происходит по вечерам после закрытия центра. Известно, что вероятность события «К вечеру в первом автомате закончится кофе» равна 0,25. Такая же вероятность события «К вечеру во втором автомате закончится кофе». Вероятность того, что кофе к вечеру закончится в обоих автоматах, равна 0,15. Найдите вероятность того, что к вечеру кофе останется в обоих автоматах.

Решение: Рассмотрим события:

A – кофе закончится в первом автомате,

B – кофе закончится во втором автомате.

Тогда

A·B – кофе закончится в обоих автоматах,

A + B – кофе закончится хотя бы в одном автомате.

По условию P(A) = P(B) = 0,25; P(A·B) = 0,15.

События A и B совместные, вероятность суммы двух совместных событий равна сумме вероятностей этих событий, уменьшенной на вероятность их произведения:

P(A + B) = P(A) + P(B) − P(A·B) = 0,25 + 0,25 − 0,15 = 0,35.

Следовательно, вероятность противоположного события, состоящего в том, что кофе останется в обоих автоматах, равна $1 - 0{,}35 = 0{,}65$.

Ответ: 0,65.

Рассмотрим задачу демоварианта.

Условие: Рота мушкетеров капитана де Тревиля состоит из 20 гасконцев и 60 бургундцев. Каждый вечер капитан назначает случайно выбранного мушкетера в ночной караул. Найдите вероятность, что из пяти ночных караулов ровно в трех будут находиться гасконцы (один и тот же человек может несколько раз быть назначен в караул).

Решение: Вероятность назначить в каждый из караулов гасконца равна 0,25 (так как из 80 человек 20 является гасконцами), вероятность назначить бургундца – 0,75. Вероятность любой последовательности подходящих караулов (например, Г Г Б Г Б) равна произведению вероятностей $0{,}25 \cdot 0{,}25 \cdot 0{,}75 \cdot 0{,}25 \cdot 0{,}75 = \left(\frac{1}{4}\right)^3 \cdot \left(\frac{3}{4}\right)^2$, и одинакова для любой из таких последовательностей, поскольку отличается лишь порядком множителей. Посмотрим сколькими способами из пяти караулов можно выбрать три, в которые будет назначен гасконец. Число способов сделать этот выбор равно числу сочетаний из пяти по три и вычисляется по формуле $C_5^3 = \frac{5!}{3!\cdot(5-3)!} = 10$ (более подробно о решении комбинаторных задач можно прочитать в методических рекомендациях к прошлым конкурсам). Так как любая из таких последовательностей не совместима с другой, вероятность наступления хотя бы одной из них равна сумме вероятностей. Всего таких последовательностей 10, поэтому можно умножить вероятность одной из них на 10. Значит, искомая вероятность равна

$C_5^3 \cdot \left(\frac{1}{4}\right)^3 \cdot \left(\frac{3}{4}\right)^2 = \frac{45}{512} = 0{,}087890625$

Задание 8

«Задание на выбор наилучшего варианта (экстремальная задача)»

Экстремальные задачи – это задачи на достижение наилучшего результата, нахождение наибольшего или наименьшего значения некоторой величины. При решении таких задач могут использоваться различные методы, изучаемые в рамках школьного образования: метод перебора, метод оценок, использование свойств функций, геометрические методы и др. В рамках данного материала мы рассмотрим наиболее часто используемый метод – аналитический с использованием методов математического анализа.

При использовании этого метода можно выделить следующие основные этапы решения:

1. Необходимо выбрать и ввести переменную величину, через которую впоследствии выразить остальные величины, использующиеся в задаче. При выборе переменной необходимо указать её область определения, которая зависит как от физических свойств (например, положительность скорости, длины итд), так и от конкретных условий задачи (например высота треугольника не может быть больше сторон, заключающих эту сторону)
2. По смыслу задачи строим целевую функцию (иногда ее называют опорной функцией), зависящую от введенной переменной, для которой необходимо найти наибольшее (наименьшее) значение при заданных условиях. Если нужно найти наибольший объём, то целевая функция – это объём и т.д.
3. Методами математического анализа исследуем целевую функцию на экстремум. Если требуемый по условию задачи экстремум не входит в область определения переменных, то исследуем целевую функцию на наибольшее (наименьшее) значение на указанном промежутке. Обратите внимание, что при определении экстремума в обязательном порядке необходимо определить его вид (максимум или минимум).
4. При записи ответа, лишний раз обратите внимание на вопрос, поставленный в задаче, чтобы ответить именно на него.

Примеры:

Задача 1. Прямоугольный лист жести имеет линейные размеры 5 м и 8 м. В четырех его углах вырезают одинаковые квадраты и делают открытую коробку, загибая края под прямым углом. Какова наибольшая вместимость полученной коробки?

Решение. Пусть $x \in (0\,;2{,}5)$ - сторона вырезаемых квадратов. Ограничение на x определяются положительностью длины стороны квадрата и условием, что сумма двух сторон квадратов должна быть меньше стороны исходного прямоугольника. Тогда два других измерения параллелепипеда будут равны $(5-2x)$ и $(8-2x)$. В данной задаче целевая функция это объем полученной коробки.

$V(x) = x(5-2x)(8-2x) = 4x^3 - 26x^2 + 40x$, при $x \in (0\,;2{,}5)$

Исследуем целевую функцию:

Найдём производную и приравняем к нулю, чтобы найти критические точки: $V' = 12x^2 - 52x + 40 = 0$. Корни этого уравнения: $x = 1$ и $x = 10/3$. Второй корень не входит в область определения переменной. Знаки производной показывают, что первый корень – точка максимума целевой функции. Получившийся наибольший объем равен 18 м^2.

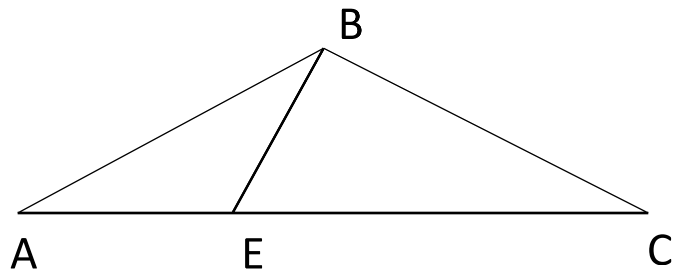
Задача 2. Часть оконного проема в виде полукруга радиусом 2 м планируют заложить так, чтобы оно получилось в форме прямоугольника. Какая наибольшая площадь окна может получиться в этом случае?

Решение. Пусть размеры полученного окна будут: $x\epsilon(0\,;2)$, $y\epsilon(0\,;4)$ (высота и ширина). Целевая функция – площадь полученного окна: $S = xy$. Геометрия задачи позволяет сформулировать дополнительное условие: $x^2 + \frac{y^2}{4} = 4$ или $y = \sqrt{16-4x^2}$. Тогда целевая функция имеет вид: $S = x\sqrt{16-4x^2}$. Исследуем эту функцию: $S' = \sqrt{16-4x^2} - x\frac{8x}{2\sqrt{16-4x^2}} = 0$. Положительный корень этого уравнения: $x = \sqrt{2}$. Знаки производной показывают, что это точка максимума целевой функции. Тогда $y = 2\sqrt{2}$, а искомая площадь - $S = 4$ м^2.

Разбор задачи демоварианта:

Задача 3. В вершине равнобедренного треугольника с боковой стороной 100 м и углом при вершине 120° находится Стрелок, охраняющий Дерево познания Добра и Зла, которое находится в одной из вершин при основании треугольника. Из норы, расположенной в другой вершине при основании, выполз Змей и прямиком пополз к Дереву со скоростью 10 м/с. Увидев это, Стрелок, мгновенно выстрелил в направлении предполагаемого положения Змея на основании треугольника. С какой минимальной скоростью (в метрах в секунду) Стрелок должен выпустить стрелу, чтобы поразить Змея?

<u>Решение</u>



На рисунке схематически изображены положения: стрелок в точке В, змей - в точке С, дерево – в точке А, место поражения змея стрелой - в точке Е. Углы треугольника по условию равны 120^0, 30^0 и 30^0. Запишем теорему косинусов для треугольника ЕВС:

$$BE^2 = BC^2 + CE^2 - 2BC \cdot BE \cdot cos30^0$$

Пусть V - скорость стрелы, а t – время до поражения змея, тогда по рисунку

$BE^2 = (V*t)^2 = 10000+(10t)^2-2\cdot100\cdot10t\cdot\frac{\sqrt{3}}{2}$. Выразим из этой формулы V^2:

$V^2=10000/t^2 + 100 - 1000\sqrt{3}/t$. Для отыскания экстремума (минимума) этой функции найдем ее производную:

$- 20000/t^3 + 1000\sqrt{3}/t^2$. Производная равна нулю при $t=20/\sqrt{3}$. Исследование показывает, что это значение – точка минимума. Подсчитываем, что в этой точке $V^2=25$, соответственно минимальное значение скорости стрелы равно: $V=5$.

Рассмотрим задачу демоварианта.

<u>Условие</u>: Фараон Им Хотел II захотел построить суперобъемный саркофаг в форме правильной четырехугольной призмы. Поверхность саркофага (без учета нижнего основания) должна быть облицована нанокерамикой. Египетские мастера смогли изготовить только 3 квадратных единицы данного материала. Какой может быть наибольший объем данного саркофага в объемных единицах?

Решение: Пусть длина основания равна ***a***, а высота равна ***h***. Тогда объем саркофага $V = a^2h$, а площадь облицовки $S = a^2 + 4ah = 3$. Выражаем: $h = \frac{1}{4}(\frac{3}{a} - a)$, получаем $V = \frac{1}{4}(3a - a^3)$. Исследуем полученную функцию: $V' = \frac{1}{4}(3 - 3a^2)$=0. $a = \pm 1$. Корень a = –1 – посторонний. A = 1 – точка максимума. Получаем наибольшее значение объема $V = 0.5$.

2. Предмет «физика»

Задание 3

Это задача базового уровня с выбором ответа, для успешного решения которой требуется обладать знаниями по следующим темам:

Перемещение, скорость (мгновенная скорость) и ускорение материальной точки, их проекции на оси системы координат. Равномерное и равноускоренное прямолинейное движение. Зависимость координат, скорости, ускорения и пути материальной точки от времени.

Также обучающимся необходимо знать законы равноускоренного прямолинейного движения материальной точки и уметь применять их для решения задач.

1. С поверхности земли с ускорением 2 м/с^2 поднимается вертикально вверх аэростат. Через 5 с от начала движения из него выпал предмет. Через какое время предмет упадет на землю? Ускорение свободного падения g = 10 м/с^2, сопротивлением воздуха пренебречь. Ответ выразите в секундах и округлите до сотых. Выберите верный ответ.

1) 4,00

2) 1,45

3) 2,05

4) 3,45

5) 3,56

Решение задания 3

Рассмотрим движение аэростата и предмета в поле силы тяжести Земли. Сопротивлением воздуха по условию задачи пренебрежем. Движение обоих тел прямолинейное равноускоренное в вертикальной плоскости, соответственно, рассматриваем его только по оси OY. Ось OY целесообразно направить вертикально вверх, приняв нулевой уровень на поверхности земли.

В любой момент времени высоту (координату тела Y) можно определить по закону: $h = h_0 + \upsilon_0 t + \frac{at^2}{2}$

Необходимо записать данное выражение конкретно для падающего предмета и решить относительно t. Начальной высотой будет являться высота аэростата в момент начала падения предмета, а начальной скоростью, соответственно, скорость аэростата в этот же момент.

Потому запишем законы движения для аэростата, учитывая, что $h_{0a} = 0$, $\upsilon_{0a} = 0$,

ускорение направленно вертикально вверх: $h_a = \frac{a{t_a}^2}{2}$, $\upsilon_a = at_a$

Подставив данные из условия, получаем h_a = 25 м, υ_a = 10 м/с.

Далее подставляем полученные числовые значения в формулу для высоты выпавшего тела. Обычно школьникам проще решать квадратное уравнение не в буквенном общем виде, а в привычном численном, особенно учитывая ограничение по времени. В результате получается такое квадратное уравнение: $0 = 25 + 10t - \frac{10t^2}{2}$

Обращаем внимание, что ускорение свободного падения, с которым движется предмет, направлено к земле, поэтому перед ускорением ставится знак " – ". Найти надо время падения, высота в этот момент будет равна нулю.

Приведем уравнение к виду $t^2 - 2t - 5 = 0$

Решения уравнения: $t_{1,2} = \frac{2 \pm \sqrt{2^2 + 4 \cdot 5}}{2}$

Отрицательным время быть не может, оставляем только положительное значение: t = 3,449≈3,45 с

Ответ: 3,45 с (4)

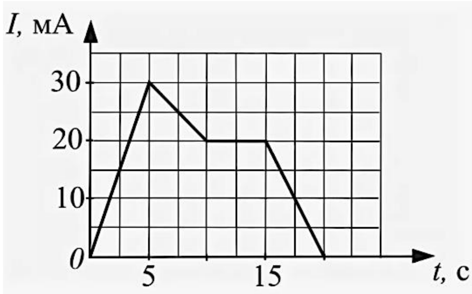
Задание 4

Это задача базового уровня с выбором ответа, для успешного решения которой требуется обладать знаниями по следующим темам:

Явление электромагнитной индукции. Поток вектора магнитной индукции. ЭДС индукции. Закон электромагнитной индукции Фарадея. Индуктивность. Явление самоиндукции. ЭДС самоиндукции. Энергия магнитного поля катушки с током.

Также обучающимся необходимо знать закон электромагнитной индукции Фарадея, формулу для энергии магнитного поля катушки с током и уметь применять их для решения задач, уметь определять значения физических величин по графику.

На рисунке представлен график зависимости силы тока в катушке от времени. Определите индуктивность катушки, если энергия магнитного поля катушки изменилась на 12,5 мкДж с 5 по 15 секунду? Ответ выразите в генри и округлите до тысячных. Выберите верный ответ.



1) 0,025

2) 0,005

3) 0,250

4) 1,125

5) 0,050

Решение задания 4

Катушка индуктивности — это один из элементов электрических цепей, представляющий собой намотанный в виде спирали провод, и обладающий значительной индуктивностью. Индуктивность *L* — коэффициент пропорциональности между электрическим током *I*, текущим в катушке или в каком-либо замкнутом контуре, и полным магнитным потоком *Ф*: $L = {}^{\Phi}/_{I}$, измеряется в генри (Гн).

При заданной силе тока индуктивность определяет энергию магнитного поля $W_м$, создаваемого током: $W_м = \frac{LI^2}{2}$.

Самоиндукция — возникновение ЭДС индукции в проводящем контуре при изменении в нем силы тока. При этом ЭДС самоиндукции определяется: $\varepsilon_{is} = -L\frac{\Delta I}{\Delta t}$, где Δt - промежуток времени, за который сила тока изменяется на ΔI.

Соответственно, зная из условия изменение энергии магнитного поля $\Delta W_м$, можно выразить индуктивность:

$$\Delta W_м = W_{м2} - W_{м1} = \frac{L{I_2}^2}{2} - \frac{L{I_1}^2}{2} = \frac{L}{2}({I_2}^2 - {I_1}^2),$$ откуда $$L = \frac{2\Delta W_м}{{I_2}^2 - {I_1}^2}.$$

Далее из графика необходимо определить $I_1 = 30$ мА (при t_1 = 5 с) и $I_2 = 20$ мА (при t_2 = 15 с).

Подставляем числовые значения в полученную формулу и получаем искомое значение индуктивности катушки:

$$L = \frac{2 \cdot 12{,}5 \cdot 10^{-6}}{(30 \cdot 10^{-3})^2 - (20 \cdot 10^{-3})^2} = 0{,}05 \text{ Гн}.$$ При округлении до тысячных *L*= 0,050 Гн.

Ответ: 0,050 Гн (5)

Задание 9

Это комплексная задача повышенного уровня, для успешного решения которой требуется обладать знаниями по следующим темам из разных разделов физики:

Количество теплоты. Теплоёмкость тела. Удельная теплоёмкость вещества. Расчёт количества теплоты при теплопередаче Парообразование и конденсация. Испарение и кипение. Удельная теплота парообразования. Плавление и кристаллизация. Удельная теплота плавления. КПД.

Закон Ома для участка цепи. Работа электрического тока. Закон Джоуля – Ленца. Мощность электрического тока

Также обучающимся необходимо знать закон Ома для участка цепи, закон Джоуля-Ленца, формулы для мощности электрического тока, для количества теплоты, поглощаемой или выделяемой телами при нагревании и охлаждении, при фазовых переходах (парообразовании, конденсации, плавлении, кристаллизации) и уметь применять их для решения задач.

Определите сопротивление электроплитки, если с ее помощью можно нагреть и испарить при 100°С за 30 минут 0,8 л воды в стальной кастрюле. Начальная температура 15°С. При этом через электроплитку протекает ток 4,5 А. Масса кастрюли 0,6 кг, к.п.д. плитки η = 60%, удельная теплоемкость стали $c_{ст}$ = 500 Дж/(кг·°С), удельная теплоемкость воды $c_{в}$ = 4200 Дж/(кг·°С), удельная теплота парообразования воды L = 2,3·10^6 Дж/кг, плотность воды $\rho_{в}$ = 1000 кг/м^3. Ответ выразите в омах и округлите до десятков.

Решение задания 9

При нагревании или охлаждении тела количество теплоты, поглощаемое или выделяемое им, рассчитывается по формуле:

$Q = cm(t_2 - t_1)$,

где m – масса тела;

$(t_2 - t_1)$ – разность температур тела (можно подставлять значения температуры и в градусах Цельсия ° С, и в Кельвинах К);

с – удельная теплоёмкость вещества, из которого состоит тело (табличная величина).

Фазовые переходы — это термодинамические процессы, приводящие к изменению агрегатного состояния вещества. К ним относятся плавление, кристаллизация, парообразование, конденсация.

Плавление — переход вещества из твердого состояния в жидкое. Для расчета количества теплоты, необходимого для плавления, применяется формула:

$Q = \lambda m$,

где m — масса вещества;

λ — удельная теплота плавления (табличная величина).

Плавление каждого вещества происходит при определенной температуре, которую называют температурой плавления. Температура в процессе плавления не изменяется.

Кристаллизация (отвердевание) — переход вещества из жидкого состояния в твердое (процесс, обратный плавлению). Кристаллизация происходит при той же температуре, что и плавление, в процессе кристаллизации температура также не изменяется. Количество теплоты, выделяемое в процессе кристаллизации:

$$Q = -\lambda m$$

Парообразование — переход вещества из жидкого состояния в газообразное. Количество теплоты, необходимое для процесса парообразования, вычисляется по формуле:

$Q = Lm$,

где m — масса вещества;

L — удельная теплота парообразования (табличная величина).

Парообразование происходит при определенной температуре, температуре кипения, которая не изменяется во время всего процесса.

Конденсация — процесс, обратный парообразованию. Это переход вещества из газообразного состояния в жидкое. Конденсация происходит при определенной температуре кипения, которая также не изменяется во время всего процесса. Количество теплоты, выделяемое в процессе конденсации:

$$Q = - Lm$$

В задаче теплота, необходимая для нагревания кастрюли с водой и испарения воды, поступает от нагревательного элемента электрической плитки. Закон Джоуля-Ленца определяет количество теплоты, выделяющееся при прохождении по проводнику электрического тока, т.е. в данном случае через нагревательный элемент:

$$Q = I^2 R\Delta t$$

При этом имеются потери тепла, а КПД плитки η равно:

$\eta = \frac{Q_{получ}}{Q_{отд}} 100\%,$

где $Q_{получ}$ – «полученное» количество теплоты, идущее на нагревание и испарение, $Q_{отд}$ – «отданное» количество теплоты, поступившее от нагревателя.

Кастрюля и вода в ней имеют одинаковую температуру, так как находятся в состоянии теплового равновесия. Соответственно, поступившая теплота идет на нагревание стальной кастрюли и воды от начальной температуры до 100°C и на полное испарение воды. Подставляем всю необходимую теплоту в формулу для КПД:

$\eta = \frac{c_в V \rho_в\ (t_2 - t_{1)} + c_{ст} m_{ст}\ (t_2 - t_{1)} + V\rho_в L}{I^2 R\Delta t} 100\%$

Далее выражаем сопротивление плитки и подставляем значения, при этом не забывая переводить минуты в секунды:

$$R = \frac{c_в V \rho_в\ (t_2 - t_{1)} + c_{ст} m_{ст}\ (t_2 - t_{1)} + V\rho_в L}{I^2 \Delta t \eta} 100\%$$

$$R = \frac{4200 \cdot 0{,}8 \cdot 10^{-3} \cdot 1000(100 - 15) + 500 \cdot 0{,}6(100 - 15) + 0{,}8 \cdot 10^{-3} \cdot 1000 \cdot 2{,}3 \cdot 10^6}{4{,}5^2 \cdot 30 \cdot 60 \cdot 60\%} 100\% = 98\ \text{Ом} \approx 100\ \text{Ом}$$

Отметим, что задачи по физике целесообразно решать не по действиям, а получая ответ в общем буквенном виде, после чего только подставлять численные значения. Это дает возможность получить более точный результат, не округляя получающиеся в каждом действии числа.

Ответ: 100 Ом

Задание 10

Это комплексная задача повышенного уровня, для успешного решения которой требуется обладать знаниями по следующим темам из разных разделов физики:

Второй закон Ньютона для материальной точки.

Сила Ампера, её модуль и направление.

Также обучающимся необходимо знать формулу для силы Ампера, уметь определять направление силы Ампера и решать задачи, используя второй закон

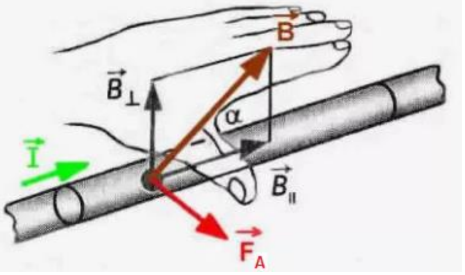
Ньютона.

В однородном магнитном поле с индукцией 4,9 Тл горизонтально подвешен на двух нитях прямолинейный проводник массой 0,6 кг и длиной 0,3 м, по которому течет ток силой в 2 А. На какой угол от вертикали отклонятся нити, если вектор магнитной индукции направлен вертикально вниз? Ускорение свободного падения *g* = 10 м/с^2. Ответ выразите в градусах и округлите до целого значения.

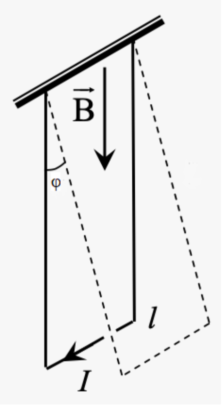
Решение задания 10

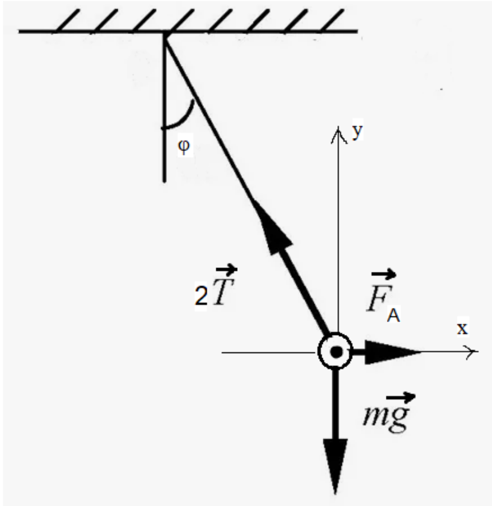
На проводник с током *I и* длиной *l*, помещенный в магнитное поле с индукцией *B*, действует сила Ампера: $F_A = IBl\sin\alpha$,
где *α* – угол между вектором магнитной индукции и направлением тока в проводнике.

Направление силы Ампера определяется по правилу левой руки: если ладонь левой руки расположить так, чтобы перпендикулярная проводнику составляющая вектора индукции магнитного поля входила в ладонь, а четыре вытянутых пальца указывали направление тока, то тогда отогнутый на 90º большой палец укажет направление силы Ампера.



В данной задаче, если выбрать направление тока на нас, то сила Ампера будет действовать вправо, и проводник отклонится на угол φ.





К задаче необходимо сделать рисунок, указав все силы, действующие на проводник: силу тяжести, силу натяжения нитей (их две) и силу Ампера (рис.).

Записываем второй закон Ньютона в векторном виде, учитывая, что проводник не приобретает ускорения: $m\vec{g} + 2\vec{T} + \vec{F_A} = 0$

Выбираем произвольно оси, удобнее ось OX направить вправо, ось OY вверх. Далее записываем второй закон Ньютона в проекциях на оси.

По оси OX: $2T sin\, \varphi = F_A$

По оси OY: $2T cos\, \varphi = mg$

Поделив первое выражение на второе, получаем:

$$tg\, \varphi = \frac{F_A}{mg} = \frac{IBl\sin\alpha}{mg}$$

Откуда $\varphi = arctg \frac{IBl\sin\alpha}{mg}$

Подставляем численные значения, учитывая, что α = 90º.

$$\varphi = arctg \frac{2 \cdot 4{,}9 \cdot 0{,}3 \cdot 1}{0{,}6 \cdot 10} = arctg\, 0{,}49 = 26{,}1^0 \approx 26^0$$

Ответ: 26°

Задание 11

Это задача повышенного уровня, для успешного решения которой требуется обладать знаниями по следующим темам:

Импульс материальной точки. Закон сохранения импульса в ИСО. Кинетическая энергия материальной точки. Потенциальная энергия. Потенциальная энергия тела в однородном гравитационном поле. Закон сохранения механической энергии в ИСО.

Также обучающимся необходимо знать законы сохранения импульса, сохранения механической энергии и уметь применять их для решения задач.

В небольшой шар массой M = 250 г, висящий на нити длиной l = 50 см, попадает и застревает в нем летящая горизонтально пуля массой m = 10 г. При какой минимальной скорости пули шар после этого совершит полный оборот в вертикальной плоскости? Ускорение свободного падения g = 10 м/с^2, сопротивлением воздуха пренебречь. Ответ выразите в м/с и округлите до целого значения.

Решение задания 11

Для решения данной задачи необходимо применить законы сохранения импульса и механической энергии в ИСО. Систему отсчета, связанную с Землей, можно считать инерциальной, а тела - материальными точками.

Закон сохранения импульса выполняется в замкнутых системах тел. Это такие системы, в которых тела взаимодействуют только друг с другом, а сумма внешних сил, действующих на систему, равна нулю. В данном случае система состоит из шара и пули, проекции внешних сил (силы тяжести и силы натяжения нити) на горизонтальную ось в момент взаимодействия равны нулю. Следовательно, можно использовать закон сохранения импульса в проекциях на эту ось.

Закон сохранения механической энергии выполняется в замкнутых системах, где между телами действуют только консервативные силы. Сопротивлением воздуха по условию задачи можно пренебречь, а единственная неконсервативная сила, действующая на шар (сила натяжения нити) не совершает работы при движении шара по окружности, так как она перпендикулярна скорости движения шара.

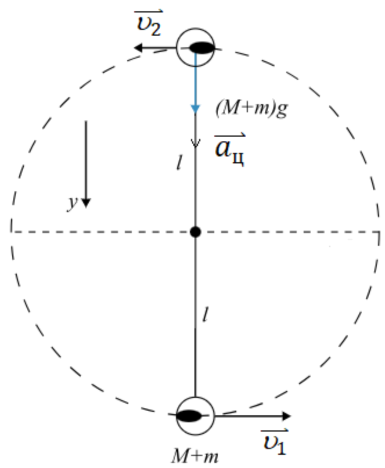
Отдельно обратим внимание на условие, при котором скорость пули минимальна: шар совершает полный оборот в вертикальной плоскости, но при этом натяжение нити в верхней точке (и только в ней) равно нулю.

Запишем закон сохранения импульса:

$m\upsilon = (M + m)\upsilon_1$,

где υ – скорость пули,

υ_1- скорость пули и шара сразу после попадания пули в шар.



$$\upsilon = \frac{(M + m)\upsilon_1}{m}$$

Примем за нулевой уровень потенциальной энергии начальную высоту шара и пули

($h_1 = 0$, $E_{p1} = (M + m)gh_1 = 0$).

В конечный момент времени, когда шар с пулей находятся на максимальной высоте $h_2 = 2l$ (рис.), потенциальная энергия равна

$E_{p2} = (M + m)gh_2 = (M + m)g \cdot 2l$

Тогда закон сохранения механической энергии записывается так:

$E_{k1} = E_{k2} + E_{p2}$

$$\frac{(M + m){\upsilon_1}^2}{2} = \frac{(M + m){\upsilon_2}^2}{2} + 2l(M + m)$$

После сокращений и преобразований:

${\upsilon_1}^2 = {\upsilon_2}^2 + 4l$

Запишем второй закон Ньютона для шара и пули, находящейся внутри него, в проекции на ось OY для верхней точки (сила натяжения T=0):

$(M + m)g = (M + m)a_ц = \frac{(M+m){\upsilon_2}^2}{l}$,

где $a_ц$ – центростремительное ускорение.

Выражаем: ${\upsilon_2}^2 = gl$

Далее подставляем в полученное выше выражение: ${\upsilon_1}^2 = gl + 4gl = 5gl$

В итоге получаем ответ: $\upsilon = \frac{(M+m)\sqrt{5gl}}{m}$

$\upsilon = \frac{(0{,}25+0{,}01)\sqrt{5\cdot 10\cdot 0{,}5}}{0{,}01} = 130$ м/с

Ответ: 130 м/с

3. Предмет «информатика»

Задание 5

Для задания масок кроме обычных символов, допустимых в именах файлов или директорий, используют специальные символы:

Символ «*» (звездочка) означает **любую** последовательность символов произвольной длины в том числе «*» может задавать и **пустую** последовательность;

Символ «?» (знак вопроса) заменяет **один** и **только один** обязательно стоящий в указанном месте символ.

Например, маске *D:\Школа12??\Этаж2\Кабинет2*\Математика.doc* соответствуют списки вещей в кабинетах математики (опись) с номерами, начинающимися на цифру 2, которые расположены на вторых этажах в школах, у которых номер начинается на “12” и имеет строго четыре цифры.

Все данные о техническом состоянии самолётов гражданской авиации хранятся в следующей структуре:

D:\Аэропорт_Международный\Терминал*\Гейт*\БортовойНомер_ТипСамолета_ГодВыпуска.txt

При подготовке к инспекции потребовалось найти все файлы, относящиеся к **самолётам типа "Airbus"**, выпущенным в **2010-х годах (2010–2019)**, которые обслуживаются в **гейтах с номерами, оканчивающимися на 5**, и при этом эти гейты принадлежат **терминалам, начинающимися на букву "B"**.

1) ***D:\Аэропорт_Международный\ТерминалB*\Гейт*5*_Airbus_201?.txt***
2) ***D:\Аэропорт_Международный\Терминал?B*\Гейт?5**Airbus*201*.txt***
3) ***D:\Аэропорт_Международный\Терминал*B*\Гейт*5*?_Airbus_201?.txt***
4) ***D:\Аэропорт_Международный\ТерминалB??\Гейт??5*_Airbus201?.txt***

Краткая теоретическая справка

Для групповых операций с файлами используются маски имен файлов. Маска представляет собой последовательность букв, цифр и прочих допустимых в именах файлов символов, в которых также могут встречаться следующие символы: Символ «?» (вопросительный знак) означает ровно один произвольный символ. Символ «*» (звездочка) означает любую последовательность символов произвольной длины, в том числе «*» может задавать и пустую последовательность.

Решение задания 5

Решение задания подразумевает под собой проверку каждого варианта ответа, пока не будет найдена подходящая для решения поставленной задачи маска.

Приведем возможные рассуждения при решении задания из демоварианта.

Данное задание лучше решать методом отсечения: для каждого условия из задания нужно постепенно отсеивать предложенные неверные варианты ответа.

Так, например, условие “обслуживаются в **гейтах с номерами, оканчивающимися на 5**” позволяет сразу исключить вариант ответа *под номером 2*, так как в нем после пятерки в номере гейта стоит знак “*”, а значит номер гейта не обязательно заканчивается на цифру “5”.

В свою очередь, условие “гейты принадлежат **терминалам, начинающимися на букву "В"**” исключает *третий* вариант ответа, так как в нем маска номера терминала содержит символ “*” перед символом “**В**”, а значит он не будет обязательно начинаться на эту букву, “**В**” может быть **в любом месте**, не обязательно в начале.

Остались варианты ответа 1 и 4. Известно, что данные о техническом состоянии самолётов гражданской авиации хранятся в файле с названием вида “***БортовойНомер_ТипСамолета_ГодВыпуска***”. Таким образом, сразу исключается 4-й вариант ответа, потому что там пропущен знак “_” после типа самолета, то есть не соблюден формат названия файла, указанный в названии.

Остается вариант ответа под номером 1. Проверяем соответсвие условию:

ТерминалВ* — название Терминала начинается с **"В";**

Гейт*5 — название гейта **заканчивается на 5;**

*_Airbus_201?.txt — имя включает тип и нужный диапазон годов.

Ответ: 1.

Задание 6

Какой будет массив после одной полной итерации внешнего цикла сортировки вставками (после вставки второго элемента на своё место)?

Исходный массив: [7, 3, 5, 8, 6]

1) [3, 7, 5, 8, 6]

2) [3, 5, 7, 8, 6]

3) [7, 3, 5, 6, 8]

4) [5, 3, 6, 7, 8]

Краткая теоретическая справка

Сортировка вставками — это простой алгоритм сортировки, который строит отсортированную последовательность поэтапно. На каждом шаге текущий элемент вставляется в **уже отсортированную часть массива** так, чтобы сохранялся порядок.

Принцип работы сортировки вставками:

1. Первый элемент считается отсортированным.
2. Начиная со второго, каждый элемент сравнивается с элементами слева от него.
3. Все элементы, **большие текущего**, сдвигаются вправо.
4. Текущий элемент вставляется в "пустое место".

Алгоритм работы сортировки вставками:

- Алгоритм начинает работу со второго элемента массива (так как первый элемент уже считается отсортированным).
- Текущий элемент сравнивается с предыдущими элементами массива, начиная справа налево.
- Пока текущий элемент меньше сравниваемого, элементы сдвигаются на одну позицию вправо, освобождая место для вставки.
- Как только найдено место, где текущий элемент не меньше предыдущего, он вставляется на соответствующую позицию.
- Процесс повторяется до тех пор, пока не будут обработаны все элементы массива.

Пример работы алгоритма:

Исходный массив: [6, 3, 5, 2]

Алгоритм выполнения сортировки вставками:

1-я итерация (вставка 2-го элемента — 3):

- Сравниваем 3 и 6 → 3 < 6 → сдвигаем 6 вправо.
- Вставляем 3 перед 6.

Массив после итерации:

[3, 6, 5, 2]

2-я итерация (вставка 3-го элемента — 5):

- Сравниваем 5 и 6 → 5 < 6 → сдвигаем 6.
- Сравниваем 5 и 3 → 5 > 3 → вставляем после 3.

Массив после итерации:

[3, 5, 6, 2]

3-я итерация (вставка 4-го элемента — 2):

- Сравниваем 2 и 6 → сдвигаем 6.
- Сравниваем 2 и 5 → сдвигаем 5.
- Сравниваем 2 и 3 → сдвигаем 3.
- Вставляем 2 в начало.

Массив после итерации:

[2, 3, 5, 6]

Все элементы массива отсортированы и итоговый массив:

[2, 3, 5, 6]

Решение задания

Для решения задания из демонстрационного варианта, необходимо выполнить первую итерацию алгоритма сортировки вставками.

Исходный массив:

[7, 3, 5, 8, 6]

1-я итерация (вставка второго элемента):

Текущий элемент: 3

Сравниваем с 7:

- 3 < 7 → сдвигаем 7 вправо
- Вставляем 3 перед 7

Результат после первой итерации:

[3, 7, 5, 8, 6]

Ответ: 1

Задание 12

Текст задания демоварианта

В базе данных определено два отношения: **«Самолёт»** (aircraft) и **«Ангар»** (hangar), которые соединены внешним ключом — атрибут hangar_id в таблице aircraft ссылается на атрибут id в таблице hangar.

Какие действия будут выполнены с записями дочерней таблицы при удалении записи из родительской таблицы?

```
CREATE TABLE aircraft (
   id INT NOT NULL,
   model VARCHAR(50) NOT NULL,
   year_of_manufacture INT NOT NULL,
   hangar_id INT NOT NULL,
   CONSTRAINT PK_aircraft PRIMARY KEY (id)
);
CREATE TABLE hangar (
   id INT NOT NULL,
   location VARCHAR(100) NOT NULL,
   capacity INT NOT NULL,
   CONSTRAINT PK_hangar PRIMARY KEY (id)
);
ALTER TABLE aircraft
ADD CONSTRAINT FK_aircraft_hangar
FOREIGN KEY (hangar_id) REFERENCES hangar (id)
```

ON DELETE CASCADE ON UPDATE RESTRICT;

1) При удалении записи из родительской таблицы автоматически старое значение во внешнем ключе всех соответствующих записей дочерней таблицы меняется на NULL.
2) При удалении записи из родительской таблицы автоматически старое значение во внешнем ключе всех соответствующих записей дочерней таблицы меняется на некоторое новое (заданное заранее или вычисляемое прямо в процессе операции).
3) СУБД не позволит удалить из родительской таблицы запись, значение первичного ключа которой присутствует во внешнем ключе хотя бы одной записи дочерней таблицы.

При удалении записи из родительской таблицы автоматически удаляются все относящиеся к ней записи из дочерей таблицы.

Краткая теоретическая справка

Оператор SQL CREATE TABLE — создает новую, изначально пустую таблицу в текущей базе данных. Владельцем таблицы будет пользователь, выполнивший эту команду. Если задано имя схемы (например, CREATE TABLE myschema.mytable ...), таблица создается в указанной схеме, в противном случае — в текущей.
Пример SQL запроса на создание новой таблице:

```
CREATE TABLE Student (
code INT  NOT NULL,
name VARCHAR(50) NOT NULL,
address VARCHAR(150) NOT NULL,
mark DECIMAL
);
```

Самое основное, что задается в данном запросе это столбцы будущей таблицы и ограничения.
Оператор ALTER TABLE обеспечивает возможность изменять структуру существующей таблицы. Например, можно добавлять или удалять столбцы и ограничения, создавать или уничтожать индексы или переименовывать столбцы либо саму таблицу.

Суть ограничений в том, чтобы указать некие правила, которым должны удовлетворять добавляемые или изменяемые строки, чтобы операция добавления или изменения была выполнена успешно. То есть по факту они нужны для того, чтобы при попытки добавить некорректные данные сделать это было невозможно. Ограничение представляет собой SQL-объект, помогающий некоторым способом определить множество допустимых значений в таблице.

Определить ограничения можно двумя способами: в виде ограничений таблицы и в виде ограничений колонки. Ограничение колонки определяется как часть определения колонки, а ограничение таблицы не привязывается к конкретной колонке и может задействовать несколько колонок. Любые ограничения колонок можно также записать в виде ограничения таблицы, они введены просто для удобства записи в случаях, когда ограничение затрагивает только одну колонку.

NOT NULL. Данная колонка не принимает значения NULL.

CHECK (выражение). В ограничении CHECK задается выражение, возвращающее булевский результат, по которому определяется, будет ли успешна операция добавления или изменения для конкретных строк. Операция выполняется успешно, если результат выражения равен TRUE или UNKNOWN. Если же для какой-нибудь строки, задействованной в операции добавления или изменения, будет получен результат FALSE, возникает ошибка, и эта операция не меняет ничего в базе данных. Ограничение-проверка, заданное как ограничение колонки, должно ссылаться только на значение самой колонки, тогда как ограничение на уровне таблицы может ссылаться и на несколько колонок.

DEFAULT выражение_по_умолчанию. Предложение DEFAULT задает значение по умолчанию для колонки, в определении которой оно присутствует. Это выражение будет использоваться во всех операциях добавления данных, в которых не задается значение данной колонки. Если значение по умолчанию не определено, таким значением будет NULL.

UNIQUE (ограничение колонки). Ограничение UNIQUE определяет, что данная колонка таблицы может содержать только уникальные значения. При проверке ограничения уникальности значения NULL не считаются равными.

PRIMARY KEY (ограничение колонки). Ограничение первичного ключа определяет, что колонка может содержать только уникальные (неповторяющиеся) значения не NULL. С технической стороны PRIMARY KEY представляет собой просто сочетание ограничений UNIQUE и NOT NULL, но объявление первичного ключа привносит также метаданные о конструкции схемы, так как первичный ключ подразумевает, что другие таблицы могут ссылаться на этот набор колонок как на уникальный идентификатор строк.

Для таблицы можно определить только один первичный ключ, будь то ограничение для колонки или для таблицы.

В определении первичного ключа должен задаваться набор колонок, отличный от набора любого другого ограничения уникальности, установленного для данной таблицы.

REFERENCES внешняя_таблица [(внешняя_колонка)] (ограничение колонки).

FOREIGN KEY (имя_колонки [, ...]) REFERENCES внешняя_таблица [(внешняя_колонка [, ...])] (ограничение таблицы).

Эти предложения определяют ограничение внешнего ключа, требующее, чтобы указанная группа из одной или нескольких колонок новой таблицы содержала только такие значения, которым соответствуют значения в заданных внешних колонках некоторой строки во внешней таблице. Если список внешних_колонок опущен, в качестве него используется первичный ключ внешней_таблицы. Значения, вставляемые в ссылающиеся столбцы, сверяются со значениями во внешних столбцах внешней таблицы с учетом заданного типа совпадения. Кроме того, при изменении значений во внешних колонках с данными в колонках этой таблицы могут производиться определенные действия. Предложение ON DELETE задает действие, производимое при удалении некоторой строки во внешней таблице. Предложение ON UPDATE подобным образом задает действие, производимое при изменении значения в целевых колонках внешней таблицы. Если строка изменена, но это изменение не затронуло целевые колонки, никакое действие не производится. Для каждого предложения возможные следующие варианты действий:

NO ACTION Выдать ошибку, показывающую, что при удалении или изменении записи произойдет нарушение ограничения внешнего ключа. Для отложенных ограничений ошибка произойдет в момент проверки ограничения, если строки, ссылающиеся на эту запись, по-прежнему будут существовать. Этот вариант действия подразумевается по умолчанию.

RESTRICT Выдать ошибку, показывающую, что при удалении или изменении записи произойдет нарушение ограничения внешнего ключа.

CASCADE Удалить все строки, ссылающиеся на удаляемую запись, либо поменять значения в ссылающихся колонках на новые значения во внешних колонках, в соответствии с операцией.

SET NULL Установить ссылающиеся колонки равными NULL.

SET DEFAULT Установить в ссылающихся колонках значения по умолчанию. (Если эти значения не равны NULL, во внешней таблице должна быть строка, соответствующая набору значений по умолчанию; в противном случае операция завершится ошибкой.)

Если внешние колонки меняются часто, будет разумным добавить индекс для ссылающихся колонок, чтобы действия по обеспечению ссылочной целостности, связанные с ограничением внешнего ключа, выполнялись более эффективно.

Решение задания

В тексте находим правильный ответ: «при удалении записи из родительской таблицы автоматически удаляются все относящиеся к ней записи из дочерей таблицы.»

Ответ: 4