

5252



60 баллов

1	2	3	4	5
1	4	1	0	4

$\Sigma = 10$

заполняется жюри!

**ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА УЧАСТНИКА
ОЛИМПИАДЫ ШКОЛЬНИКОВ СПбГУ
2017–2018**

заключительный этап

Предмет (комплекс предметов) Олимпиады

ИНЖЕНЕРНЫЕ СИСТЕМЫ

10-11 класс

Город, в котором проводится Олимпиада

Челябинск

Дата

Вариант п

ЗАДАЧА № 1

Хитрый предприниматель придумал способ легкого заработка: он решил покупать золото в Мехико (около 20° сев.ш.), а продавать в Мадриде (около 40° сев. ш.), взвешивая золото на одних и тех же пружинных весах. Сколько процентов прибыли можно получить таким способом, если золото покупать и продавать по одной и той же цене?

ЗАДАЧА № 2

В поезде, составленном из одинаковых вагонов, есть полностью заполненные вагоны, а также есть вагоны с одним, с двумя и с тремя свободными местами. При этом доля вагонов, в которых нет свободных мест, равна $k_1=0.1$, с одним свободным местом — k_2 , с двумя свободными местами — k_3 , с тремя свободными местами — k_4 . Среднее число пассажиров в вагонах поезда оказалось равным 45.4. Найдите наибольшее возможное значение k_4 .

ЗАДАЧА № 3

Определите, за какое время в пещере вырастет конусообразный сталагмит из карбоната магния высотой 75 см и диаметром основания 40 см (плотность карбоната магния 2.85 г/см³), если с потолка пещеры каждые 4 секунды капает капля насыщенного раствора MgCO₃ объемом 0.5 мл. Примите, что весь карбонат из капли переходит на растущий сталагмит. Произведение концентраций ионов Mg²⁺ и CO₃²⁻ в насыщенном растворе MgCO₃ составляет 1.1*10⁻⁸.

ЗАДАЧА № 4

Колориметрия (от лат. color — «цвет» и греч. μέτρον — «измеряю») — физический метод химического анализа, основанный на определении концентрации вещества по поглощению света растворами.

4-(4-Диметиламинофенилазо) бензолсульфонат натрия - известный кислотно-основный индикатор, синтетический органический краситель из группы азокрасителей. Его получают диазотируя сульфаниловую кислоту (*n*-аминобензолсульфо кислота), а затем сочетая полученное вещество с диметиланилином. В реакцию были взяты *n*-аминобензолсульфо кислота (1.2 г) и диметиланилин (1.9 г). После проведения реакции был получен осадок темно-желтого цвета содержащий продукт в виде натриевой соли с неизвестным количеством примесей массой 3.24 г. После растворения навески вещества массой 100 мг, в 1 литре воды и доведении рН, до значения 2 с помощью концентрированной серной кислоты был проведен колориметрический анализ. Поглощение света на длине волны 505 нм составило 7.46×10^{-5} .

Напишите уравнение вышеуказанной реакции. Используя данные градуировочной зависимости поглощения от концентрации индикатора в водном растворе при рН=2 рассчитайте выход реакции. Какой цвет имеет раствор красителя при рН=2? Будет ли он отличаться от раствора с рН=3.9, рН=8, если да, то почему?

Концентрация индикатора (моль/литр)	Поглощение ($\lambda_{\max}=505$ нм)
0.2	0.0740
0.00005	0.0000185

ЗАДАЧА № 5

В комплекс космической безопасности входит автоматизированная система телескопов для наблюдения за небесными объектами в поясе астероидов. В зоне действия одного из телескопов, отслеживающего ситуацию в своем секторе размером 100x100 условных единиц измерения, ожидается пролет кометы. Телескоп засекает координаты x и y , а также их приращения для всех движущихся объектов в своем секторе. Эти данные были переданы в информационно-аналитический центр, где суперкомпьютер рассчитывает возможные траектории астероидов, которые потенциально могут полететь в направлении Земли.

Составьте программу, выделяющую астероиды, траектории которых должен рассчитать суперкомпьютер.

Входные данные по астероидам (в момент времени $t=0$) считываются из файла, и имеют следующую структуру: первые два числа через запятую — координаты астероида, следующие два числа со знаком «+» или «-» — приращения координат. Например:

25, 10, +3, -1,

где 25, 10 — это координаты, а значения +3, -1 — это приращения координат x и y соответственно. Для данного примера, в следующий момент времени (т.е. $t=1$) астероид окажется в точке с координатами (28, 9) т.е. $25+3$ и $10-1$.

Столкновение астероидов и кометы происходит в случае, если у них совпадают координаты или если при переходе от момента времени $t=T$ к моменту времени $t=T+1$ их траектории пересекутся. Столкновения считать упругими. Координаты объектов после столкновения округляются до целого. Масса кометы равна $15M$, а каждого из астероидов — $2M$.

В момент времени $t=0$ комета имеет координаты 50, 0 и приращения координат 0, +10. Необходимо выделить те астероиды, которые к моменту времени $t=20$ будут иметь координату x больше 0.

Примечание: количество астероидов (строк во входном файле) — 10 штук.

задача (2).

y — кол-во вагонов в поезде.
 z — кол-во мест в вагоне.

Условия:
 $x: 10$; т.к. z $k_1 = 0, 1$ — не целое число вагонов, чего быть не может.
 z — целое число.

$$k_1 + k_2 + k_3 + k_4 = 1.$$

Ситуация Для того чтобы кол-во вагонов с 3 пустыми местами было наибольшим нужно ~~не~~ терять ~~не~~ меньше мест. на других вагонах, то есть самый лучший вариант для нас это брать вагоны с одним без свободных мест и вагоны с 3 свободными местами. (k_2 и $k_3 = 0$).

$$k_1 \cdot xz + k_4 \cdot (z-3) = 45, 4.$$

$$k_2 + k_4 (z-3) = 45, 4 \quad \text{т.е. } k_1 = 0, 1 \Rightarrow k_4 = 0, 9.$$

$$0, 1z + 0, 9z = 2, 7$$

$z = 48, 1$, но это противоречит условиям обозначенным выше $= 7$.
 такой ситуации быть не может.

Ситуация Для того чтобы всё подходило условиям нам нужно это-то добавить (вагоны с опред. кол-ом мест) \Rightarrow добавим k_2 (то есть вагоны с 1 пустым местом) Пусть $k_2 = y \Rightarrow k_4 = 0, 9 - y$, где $y \in [0; 0, 9]$.

$$k_1 z + k_2 (z-1) + k_4 (z-3) = 45, 4.$$

$$0, 1z + yz - y + 0, 9z - yz - 2, 7 + 3y = 45, 4.$$

$$z + 2y = 48, 1. \Rightarrow \begin{cases} y = 0, 05 \\ z = 40, 55 \end{cases} \text{ для того чтобы } z \text{ было целое.}$$

следовательно k_4 будет наибольшим при $y = 0, 05 \Rightarrow k_4 = 0, 85$.

Ответ: 0, 85.

(3) Объем цилиндра будет описанной формулы и определяться по формуле

$$V = \frac{1}{3} h \pi r^2 = \frac{1}{3} \cdot h \cdot \pi \cdot d^2 = \frac{h \pi d^2}{12}.$$

Подставим значения.

$$V = \frac{25 \cdot 40 \cdot 40 \cdot \pi}{4 \cdot 3} = 10000 \pi \text{ см}^3.$$

т.к. мы знаем плотность параболата натрия $\rho = 2,85 \text{ г/см}^3$ можем найти массу (m). для заполнения "полюсного" объема.

$$m = \rho V = 10000 \text{ л} \cdot 2,85 = 28500 \text{ л г}$$

$$\text{концентрация } \text{MgCO}_3 \Rightarrow C_{\text{MgCO}_3} = \frac{m_{\text{MgCO}_3}}{V} \Rightarrow \left. \begin{aligned} m_{\text{MgCO}_3} &= C_{\text{MgCO}_3} \cdot V \\ C_{\text{MgCO}_3} &= \frac{m_{\text{MgCO}_3}}{V} \end{aligned} \right\} \Rightarrow C_{\text{MgCO}_3} = \frac{m_{\text{MgCO}_3}}{V_{\text{MgCO}_3}} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \text{масса одной капли} \Rightarrow m_{\text{MgCO}_3} = \frac{C_{\text{MgCO}_3} \cdot M_{\text{MgCO}_3}}{2}$$

• для подсчета капель $n = \frac{m}{m_{\text{MgCO}_3}} \Rightarrow$ для подсчета времени нужно $t =$

$$t = \frac{m}{m_{\text{MgCO}_3}} = \frac{28500 \text{ л} \cdot 2}{C_{\text{MgCO}_3} \cdot M_{\text{MgCO}_3}} = \frac{28500 \text{ л}}{C_{\text{MgCO}_3} \cdot M_{\text{MgCO}_3}} \text{ секунд} = \frac{62 \text{ л}}{C_{\text{MgCO}_3} \cdot M_{\text{MgCO}_3}} \text{ габ.}$$

①. Из курса физики мы знаем что в зависимости от широты меняется, и ускорение свободного падения, ~~наблюдается~~ ускорение тем ближе к экватору, тем меньше ускорение свободного падения. Нам принципом и помогается. Киррой предприниматель.

n-пробовь равна.

$$g = G \frac{M_3}{R_3^2} \Rightarrow g_1 = G \frac{M_3}{(R_3 \cos 20^\circ)^2} \quad g_2 = G \frac{M_3}{(R_3 \cos 40^\circ)^2}$$

$$n = \frac{\text{вес на } 20^\circ \text{ шир.}}{\text{вес на } 40^\circ \text{ шир.}} = \frac{g_1}{g_2} = \left(\frac{\cos 40^\circ}{\cos 20^\circ} \right)^2 \cdot 100\%$$



- цели \odot для случая когда x и y не целое. $\Rightarrow k = \frac{\text{приращение } y}{\text{приращение } x}$, $x = (\text{координата } \odot \times)$
 - Приравниваем приращение каждого с каждым по $\odot (y = kx + b)$, если лежит на пути следования
 - Находим x
 - Подставим в формулу либо каметы либо астероида найдем y .
 - Найдем время за которое они пересекутся.
 - Найдем наименьшее время t_0 этого момента.
- цели \odot прокрутка времени координаты объектов каждого объекта.
- Находим \odot прокрутка времени координаты объектов каждого объекта.
 - При столкновении будем отражать ~~путь~~ приращение если \odot приращение x
 - то меняем знак y приращение. x , если же наоборот то y приращение.
 - y . (Основано на ~~унов~~ упругом ударе). В случае если встречается камета и астероид, скорость меняется и, - скорость каметы = $\frac{2M_1 v_{1\text{столк.}} - M_2 v_{2\text{столк.}}}{M_1 + M_2}$ теперь
 - смадовываем векторно $U_{\text{кам.}}$ и U_1 - получаем новое значение приращение, для астероида $v_1 = \frac{M_2 v_{1\text{столк.}} + M_1 v_{2\text{столк.}}}{M_1 + M_2}$ - теперь смаяв векторно v_1 и $v_{\text{кам.}}$ - получ.
 - новые значения приращение.
 - Векторно поле каждой секунды объекты где координаты не $\in [0; 100]$.
 - повторяем пункты (1, 2, 3, 4) до достижения времени 20 сек.