

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

заключительный этап

Предмет (комплекс предметов) Олимпиады

ИНЖЕНЕРНЫЕ СИСТЕМЫ

**10-11 класс**

\*\*\*\*\*

**ЗАДАЧА № 1 (5 баллов)**

Хитрый предприниматель придумал способ легкого заработка: он решил покупать золото в Сингапуре (около 1° сев.ш.), а продавать в Хельсинки (около 60° 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 (5 баллов)**

В поезде, составленном из одинаковых вагонов, есть полностью заполненные вагоны, вагоны с одним свободным местом, с двумя, с тремя и т.д. и, наконец, вагоны без пассажиров. При этом доля вагонов с различными количествами свободных мест одинакова. Среднее число пассажиров в вагонах поезда оказалось равным 28. Сколько вагонов в этом поезде?

**ЗАДАЧА № 3 (5 баллов)**

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/см<sup>3</sup>), если с потолка пещеры каждые 4 секунды капает капля насыщенного раствора MgCO<sub>3</sub> объемом 0.5 мл. Примите, что весь карбонат из капли переходит на растущий сталагмит. Произведение концентраций ионов Mg<sup>2+</sup> и CO<sub>3</sub><sup>2-</sup> в насыщенном растворе MgCO<sub>3</sub> составляет 1.1\*10<sup>-8</sup>.

#### ЗАДАЧА № 4 (5 баллов)

Колориметрия (от лат. color — «цвет» и греч. μετρώ — «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*-аминобензолсульфоокислота), а затем сочетая полученное вещество с диметиланилином. В реакцию были взяты *n*-аминобензолсульфоокислота (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 доведения pH, до значения 2 с помощью концентрированной серной кислоты был проведен колориметрический анализ. Поглощение света на длине волны 505 нм составило  $7.46 \times 10^{-5}$ .

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

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

### ЗАДАЧА № 5 (5 баллов)

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  $100 \times 100$  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  $10M$ , а каждого из астероидов —  $1M$ .

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

Примечание: количество астероидов: 10 штук.