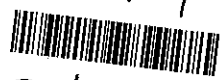


2744



84 балла

1	2	3	4	5
5	3	5	0	1

$\Sigma = 14$

заполняется жюри!

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

заключительный этап

Предмет (комплекс предметов) Олимпиады

ИНЖЕНЕРНЫЕ СИСТЕМЫ

10-11 класс

Город, в котором проводится Олимпиада

СПБ

Дата 18.03.2018

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 75см 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 $1.1 \cdot 10^{-8}$.

ЗАДАЧА № 4

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 кислотнo-основной индикатор, синтетический органический краситель из группы азокрасителей. Его получают диазотируя сульфаниловую кислоту (*n*-аминобензолсульфоkислота), а затем сочетая полученное вещество с диметиланилином. В реакцию были взяты *n*-аминобензолсульфоkислота (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 100мг, 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,

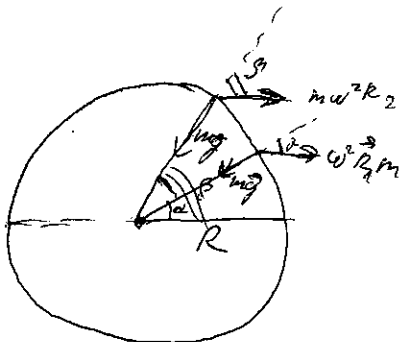
где 25, 10 — это координаты, а значения +3, -1 — это приращения координат x и y соответственно. Для данного примера, в следующий момент времени (т.е. $t=1$) астероид окажется в точке с координатами (28, 9) т.е. $25+3$ и $10-1$.

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.

①



Взять g — ускор. дроб. падения на высоте $g = 9,8 \text{ м/с}^2$.

Получить, которую получим, преобразуем в сумму. равняется $\left(\frac{R_1}{R} - 1\right)$

$$F_2 = mg - \omega^2 R$$

$$R_1 = R \cdot \cos \alpha$$

с другой стороны

$$R_2 = R \cdot \cos \beta$$

уменьшение силы
направление \vec{F}_2 на ось совпадает с направлением в точку нулевой. Сумма равна.

$$F_1 = \omega^2 R \cos \alpha = \cos \alpha \cdot m \quad ; \quad F_2 = \omega^2 R \cos \beta \cdot \cos \beta \cdot m, \text{ т.е. } \cos \alpha \text{ и } \cos \beta \text{ не зависят от } m \text{ и равны}$$

$$\gamma = \frac{g - \omega^2 R \cos^2 \beta}{g - \omega^2 R \cos^2 \alpha} \quad \cos \beta \approx \cos 45^\circ \approx \frac{\sqrt{2}}{2}, \text{ т.е. } \approx 0,7; \quad \cos \beta = \cos \alpha$$

$$\cos \beta = 2 \cos^2 \alpha - 1; \quad 0,7 = 2 \cos^2 \alpha - 1; \quad 1,7 = 2 \cos^2 \alpha; \quad \cos^2 \alpha = 0,85$$

$$\gamma = \frac{9,8 - \omega^2 R \cdot 0,49}{9,8 - \omega^2 R \cdot 0,85}$$

$$\omega^2 R = \frac{v^2}{R} = \frac{(2\pi R)^2}{(24 \cdot 3600)^2 R} = \frac{4\pi^2 R \cdot 6400^2}{679 \cdot 24 \cdot 3600^2 \cdot R} = \frac{4 \cdot 3,14^2 \cdot 16 \cdot 10^6}{679 \cdot 24 \cdot 12960000} = \frac{2 \cdot 10^6}{80105} \approx \frac{10^6}{5}$$

$$\omega^2 R = \frac{6400 \cdot 10^3 \cdot 4 \pi^2 m}{24^2 \cdot 3600^2 c^2} = \frac{264}{8400 \cdot 10^3 \cdot \pi^2} = \frac{\pi^2 \cdot 10^3}{24 \cdot 6 \cdot 9 \cdot 225} = \frac{1}{5,6 \cdot 6}$$

$$= \frac{\pi^2 \cdot 10^3}{24 \cdot 54 \cdot 225} \approx \frac{10^3}{25 \cdot 6 \cdot 225} = \frac{1000}{100 \cdot 56 \cdot 6} = \frac{1}{5,6 \cdot 6}$$

$$\begin{array}{r} \times 5,6 \\ \hline 6 \\ \hline 33,6 \end{array} \quad \begin{array}{r} - 10 \ 000 \ 33,6 \\ 100,8 \ 0,03 \\ \hline 20,03 \end{array}$$

$$\omega^2 R \approx 0,03 \quad \begin{array}{r} \times 0,03 \\ \hline 0,149 \end{array}$$

$$\gamma = \frac{9,8 - 0,03 \cdot 0,49}{9,8 - 0,03 \cdot 0,85} \approx \frac{9,8 - 0,03 \cdot 0,45}{9,8 - 0,03 \cdot 0,9} = \frac{9,8 - 0,015}{9,8 - 0,027} = \frac{9,785}{9,773}$$

$$\begin{array}{r} 9,785 \\ - 9,773 \\ \hline 1,200 \\ - 9,773 \\ \hline 2,2270 \end{array}$$

$$\gamma \approx 0,012, \text{ т.е. } 1,2\%$$

Ответ: 1,2%.

② Пусть влезет n вербов по m человек, тогда

$$1) \frac{0,1k_1m + k_2k(m-1) + k_3k(m-2) + k_4k(m-3)}{k} = 45,9$$

2) ~~0,1k~~ $k_2 + k_3 + k_4 = 0,9$, иначе невозможно было если все члены вербов, поэтому $k \leq 0,9$. Вероятно $k \approx 1$ из него получаем:

$$m = 45,9 + k_2k + 3k_3; \quad 0,9 < k_2 + 2k_3 + 3k_4 < 2,7, \text{ нормальное если } k_2 \text{ Вероятно для } m \text{ или}$$

оптималь: 2,6; 1,6; ~~0,9~~, т.к. k_2 -целое

Определим по наименьшему вербов кем, нормальное поговорим. Суммарное разномальное

$$m \leq \frac{26}{3}. \quad \text{а } k_2 \text{ } \underline{\underline{0,8}}$$

Ответ: $k_2 \leq \frac{26}{3}$.

3

Объем попла = $\frac{1}{3}Sh$

$$V = \frac{1 \cdot \pi \cdot 0,2 \cdot 0,2 \cdot 0,75}{3} \text{ м}^3 = \pi \cdot \frac{0,2 \cdot 0,2 \cdot 0,75}{3} = 10000 \pi \text{ см}^3$$

$$m = \frac{2000}{\rho} \cdot V = 10000 \pi \text{ см}^3 \cdot 2,85 \cdot 10^{-4} \frac{\text{г}}{\text{см}^3} = 28,5 \pi \text{ г} = 28,5 \pi \text{ мг}$$

$n = 2\sqrt{n_{Mg} \cdot n_{CO_2}}$ м.н. и Mg^{2+} и CO_3^{2-} повару в растворе.

$$n = \sqrt{2,1} \cdot 2 \cdot 10^{-9} \approx 2,7 \cdot 10^{-9}$$

$$m_{Mg} = 0,5 \cdot 10^{-6} \cdot 1000 \frac{\text{мг}}{\text{м}^3} = 0,5 \cdot 10^{-3} \text{ г} = 0,5 \mu\text{г}$$

$$m_{Mg, CO_2} = 0,5 \cdot 2,7 \cdot 10^{-9} \approx 1,05 \cdot 10^{-9} \text{ г}$$

$$T = \frac{m_{Mg, CO_2}}{m_{Mg, CO_2}} \cdot t = \frac{2,85 \cdot 10^4 \frac{\text{г}}{\text{г}} \cdot \mu\text{г}}{1,05 \cdot 10^4 \frac{\text{г}}{\text{г}}} \approx 70,85 \pi \cdot 10^8 \text{ с} \approx 390,5 \cdot 10^8 \text{ К}$$

Ответ: $390,5 \cdot 10^8 \text{ К}$

После удара астероид будет иметь $\frac{15}{19}$ скорости Земли, а Земля $\frac{2}{19}$ скорости Земли. В результате их столкновения (1) потеряет 5π в поперечном сечении Земли $5\pi \text{ км}^2$ и $\pi \text{ км}^2$ Земли $\pi \text{ км}^2$.

Самый важный результат столкновения — это образование кратера. Кратер образуется в результате столкновения астероида с поверхностью Земли. В момент удара астероид движется со скоростью v , а Земля со скоростью 0 . В результате столкновения образуется кратер. Кратер образуется в результате столкновения астероида с поверхностью Земли. В момент удара астероид движется со скоростью v , а Земля со скоростью 0 . В результате столкновения образуется кратер. Кратер образуется в результате столкновения астероида с поверхностью Земли. В момент удара астероид движется со скоростью v , а Земля со скоростью 0 . В результате столкновения образуется кратер.

