

Шиф

4729



66 баллов

1	2	3	4	5
3	4	0	4	0

$\Sigma = 11$

заполняется жюри!

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

заключительный этап

Предмет (комплекс предметов) Олимпиады

ИНЖЕНЕРНЫЕ СИСТЕМЫ

8-9 класс

Город, в котором проводится Олимпиада

Санкт-Петербург

Дата 18.03.18

\*\*\*\*\*

**Вариант №**

\*\*\*\*\*

**ЗАДАЧА № 1**

На 30 литровом баллоне стерлась надпись с названием содержащегося в нем газа. Манометр на баллоне показывает давление 8 атмосфер при температуре 20°C. Известно, что масса газа в баллоне — 440 г. Какой газ может находиться в баллоне?

**ЗАДАЧА № 2**

Пусть резисторы с величинами  $R_1 = 0.25R$ ,  $R_2 = 0.5R$ ,  $R_3 = 2R$  и  $R_4 = 4R$ , где  $R$  — некоторая константа, соединили в одну схему. Какое минимальное электрическое сопротивление может иметь эта схема? Решение обоснуйте.

**ЗАДАЧА № 3**

В поезде, составленном из одинаковых вагонов, есть полностью заполненные вагоны, а также есть вагоны с одним и с двумя свободными местами. При этом доля вагонов, в которых нет свободных мест, равна  $k_1$ , с одним свободным местом —  $k_2$ , с двумя свободными местами —  $k_3$ . Среднее число пассажиров в вагонах поезда оказалось равным 48.1. Найдите наибольшее возможное значение  $k_3$ .

#### ЗАДАЧА № 4

Определите, за какое время в пещере вырастет конусообразный сталагмит из карбоната магния высотой 75 см и диаметром основания 40 см (плотность карбоната магния  $2.85 \text{ г/см}^3$ ), если с потолка пещеры каждые 4 секунды капает капля насыщенного раствора  $\text{MgCO}_3$  объемом 0.5 мл. Примите, что весь карбонат из капли переходит на растущий сталагмит. Произведение концентраций ионов  $\text{Mg}^{2+}$  и  $\text{CO}_3^{2-}$  в насыщенном растворе  $\text{MgCO}_3$  составляет  $1.1 \cdot 10^{-8}$ .

Примечание: объем конуса равен  $1/3$  площади основания, умноженной на высоту.

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

В момент времени  $t=0$  комета имеет координаты 50, 0 и приращения координат 0, +10. Необходимо выделить те астероиды, которые столкнутся с кометой за время ее прохождения сектора телескопа.

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

### Задача n1.

Знаем, что  $\rho = \frac{m}{M} = \frac{V}{V_m}$ , где  $\rho$  - количество вещества;  $m$  - масса вещества;  $M$  - молярная масса вещества;  $V$  - объем газособр. вещества;  $V_m = 22,4$  л/моль - молярный объем.

Из условия задачи по  $V_1 = 30$  л при  $d_1 = 8$  атмосфер, масса при  $d = 1$  атмосфера:  $V = 30 \cdot 8 = 240$  л

$$\left( \frac{V}{V_1} = \frac{d_1}{d} \right) \text{ и } V = \frac{V_1 d_1}{d}$$

Получим:  $M = \frac{m \cdot V_m}{V} = \frac{44 \cdot 22,4}{240} = 41 \frac{1}{15}$  г/моль

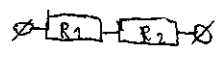
разов к такой же молярной массе ближе всего  $\text{CO}_2$  - углекислый газ ( $M = 44$  г/моль)

Ответ: углекислый газ

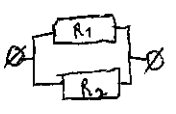
### Задача n2.

При параллельном соединении проводников напряжение всегда меньше, чем при последовательном.

Последовательное:  $R_{01} = R_1 + R_2$



Параллельное:  $R_{02} = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}$



Когда  $R_1 \approx R_2$ :  $R_{01} \approx 2R_1$   
 $R_{02} \approx \frac{R_1^2}{R_1 + R_2} = \frac{1}{2} R_1$

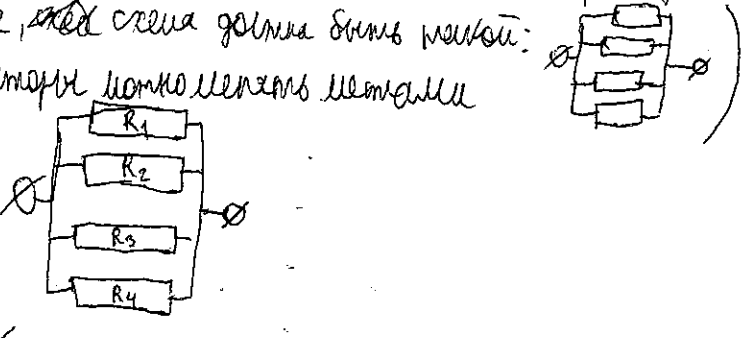
Большее  $\approx 4$  раза  
 меньшее

Когда  $R_1 \gg R_2$ :  $R_{01} \approx R_1$   
 $R_{02} \approx \frac{R_1 R_2}{R_1} = R_2$

Большее  $R_1 \gg R_2 \Rightarrow R_{01} \gg R_{02}$   
 меньшее

Итак, стало ясно, почему.

Теперь очевидно, что для получения  $R_{min}$  нужно, чтобы не было последовательных соединений, а только лишь параллельные. Тогда при совершенно любой соединении проводников напряжение будет минимальным. (Итак, если среда должна быть такой: и результаты можно считать идеальными)



Рассмотрим, например, такой случай:

Можно считать напряжение, рассматривая

результаты попарно или все сразу - по разному.

~~$$R_{02} = \frac{R_1 R_2 R_3 R_4}{R_1 + R_2 + R_3 + R_4} = \frac{\frac{1}{4} \cdot \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{4}}{\frac{1}{4} + \frac{1}{2} + \frac{1}{2} + \frac{1}{4}} = \frac{1}{27} = \frac{4}{27} R$$~~

Ответ:  $R_{02} = \frac{4}{27} R$

$$\frac{1}{R_{02}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \frac{1}{R_4} = \frac{1}{\frac{1}{4}R} + \frac{1}{\frac{1}{2}R} + \frac{1}{2R} + \frac{1}{4R} = \frac{4+2+\frac{1}{2}+\frac{1}{4}}{R} = \frac{27}{4R} \Rightarrow R_{02} = \frac{4}{27} R$$

Ответ:  $R_{02} = \frac{4}{27} R$

# Задача 4.

$$V_k = \frac{1}{3} S \cdot h = \frac{1}{3} h \cdot \pi r^2$$

Объемы, не округляя, будем считать, так что пишем  $\pi = 3$ , тогда  $V_k = h r^2$

$$r = \frac{D}{2} = \frac{40 \text{ см}}{2} = 20 \text{ см}; h = 75 \text{ см}$$

$$V_k = 75 \text{ см} \cdot 20^2 \text{ см}^2 = 30000 \text{ см}^3$$

$$m = V \cdot \rho; \rho = 2,852 / \text{см}^3$$

$$m = 30000 \text{ см}^3 \cdot 2,852 / \text{см}^3 = \cancel{85500} \text{ г}$$

Поскольку как раствор - в основном вода, то пишем его  $\rho = 1 \text{ г/см}^3$ , тогда  $V_1 = 0,5 \text{ см}^3 = 0,5 \text{ см}^3$  и  $m_1 = 0,5 \text{ г}$

Если концентратная палка  $W = 1,1 \cdot 10^{-8}$ , то  $m_0 (\text{MgCO}_3)$  в 1 капле (0,5 г) палка  $0,5 \cdot 1,1 \cdot 10^{-8} = 5,5 \cdot 10^{-9} \text{ г} = m_0$

Отношение  $\frac{m}{m_0}$  есть количество капель, нужных для образования данного количества.

а так как капли падают каждые  $\tau$  с, то получимся  $\frac{m}{m_0} \cdot \tau$  с для этого.

$$\frac{m}{m_0} = \frac{85500 \text{ г}}{5,5 \cdot 10^{-9} \text{ г}} = 1,56 \cdot 10^{11}$$

$$\frac{m}{m_0} = \frac{4 \cdot 85500 \text{ г} \cdot \tau}{5,5 \cdot 10^{-9} \text{ г}} = 4 \cdot 156 \cdot 10^{11} \text{ с} = \frac{4 \cdot 156 \cdot 10^{11} \text{ с}}{60 \cdot 60 \cdot 24 \cdot 365} = \frac{4 \cdot 156 \cdot 10^{11}}{3153600} \text{ лет} = \frac{156 \cdot 10^8}{7884} \text{ лет} = \frac{4 \cdot 156 \cdot 10^{11}}{3153600} \text{ лет} =$$

$$= \frac{156 \cdot 10^8}{7884} \text{ лет} \approx \frac{156 \cdot 10^6}{79 \cdot 10^2} \text{ лет} \approx 2 \cdot 10^6 \text{ лет, т.е. около 2 млн лет}$$

Ответ: около 2 млн лет

