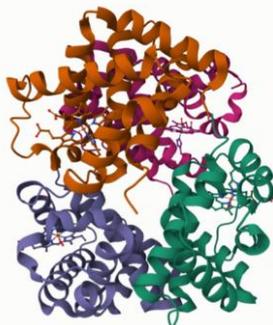


## Олимпиада по Химии (школьный этап)

### № 1

В организме человека железо содержится главным образом в составе гемоглобина — белка крови. В этом белке железо входит в состав фрагмента, который называется гемом и имеет формулу  $C_{34}H_{32}O_4N_4Fe$ . Молярная масса гемоглобина составляет около 64500 г/моль; в его составе 4 гема. Примите, что 1 л крови содержит 150 г гемоглобина, а взрослый человеческий организм содержит 6 л крови.



Определите массу железа в организме человека, считая, что оно находится только в форме гемоглобина. Ответ выразите в граммах, округлите до десятых.

3.1

1 гем способен связать одну молекулу кислорода. Какой максимальный объём кислорода (н.у.) может быть связан гемоглобином, содержащимся в крови взрослого человека? Ответ выразите в миллилитрах, округлите до целых.

1250

### № 2

Чат-бот с искусственным интеллектом написал оды двум разным химическим элементам:

#### Элемент 1

Ты тяжёлый, как грусть, но гибкий, как вода. В тебе — мощь, что защищает и созидает, и тайна времени, что оставляет свой след на всех вещах, словно небесная печать. Ты — душа старинных труб и пушек, что грохотали на полях сражений. В тебе — тайна красок, что оживляют мир своими цветами. Ты — пепел атомов, что несёт в себе бессмертие.

#### Элемент 2

Ты — дитя огня, яркое, как солнце, но с запахом дыма, с душой вулкана и сердцем молнии!  
Ты — источник жизни, но и смерти, ты — бог двух ликов, что может как даровать, так и отнять. Ты — душа пороха, что взрывается с оглушительным рёвом, но твоя сила — в простом яйце! Ты — в желтке, что питает зарождающуюся жизнь, и в белке, что защищает от внешнего мира.

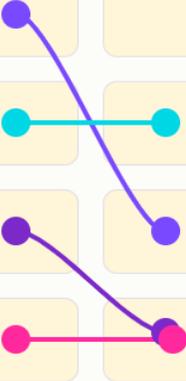
Догадавшись, что это за элементы, запишите формулу продукта реакции образованных ими простых веществ между собой при нагревании.

PdC2

### № 3

Установите соответствие между твёрдыми веществами и растворами, взаимодействие между которыми (при комнатной температуре или умеренном нагревании) приведёт к выделению газа.

$\text{NaI}$ твёрдый		$\text{KCl}$ (водный раствор)
$\text{NH}_4\text{Cl}$ твёрдый		$\text{KOH}$ (водный раствор)
$\text{NaN}$ твёрдый		$\text{H}_2\text{SO}_4$ (конц.)
$\text{Na}_2\text{CO}_3$ твёрдый		$\text{HCl}$ (водный раствор)



## № 4

Одним из самых распространённых на Земле классов веществ являются оксиды — соединения элементов с кислородом. Установите соответствие между формулами оксидов и предметами, в которых содержатся эти оксиды.

Формулы	Предметы
$\text{SiO}_2$	
$\text{Al}_2\text{O}_3$	
$\text{Fe}_2\text{O}_3$	
$\text{PbO}_2$	
$\text{NO}_2$	
$\text{CO}_2$	

## № 5

Сколько нужно теплоты, чтобы нагреть воздух в бане размером  $5 \times 4$  м и высотой 2 м от 25 до  $65^\circ\text{C}$ , если пренебрегать потерями тепла и нагретого воздуха? Теплоёмкость воздуха  $0.72 \text{ кДж}/(\text{кг}\cdot^\circ\text{C})$ , плотность при  $25^\circ\text{C}$  —  $1.18 \text{ кг}/\text{м}^3$ . Ответ выразите в килоджоулях.

1088

Теплота сгорания дров из берёзы и сосны равна  $1900$  и  $1500 \text{ кВт}\cdot\text{ч}/\text{м}^3$  соответственно.  $1 \text{ м}^3$  берёзовых дров стоит  $1800$  рублей, а сосновых —  $1600$  рублей. Какими дровами будет дешевле топить баню?

Берёзовыми

Сосновыми

Одинаково

Сколько рублей нужно потратить на сосновые дрова, чтобы 10 раз нагреть с их помощью воздух в бане размером  $5 \times 4$  м и высотой 2 м от 25 до  $65^\circ\text{C}$ ? Потерями тепла и нагретого воздуха пренебрегите.

14500

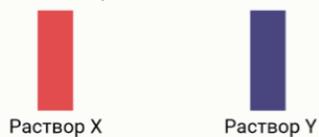
## № 6

Два «гнома» — элементы-соседи по периодической системе. Их бывает сложно отделить друг от друга, в том числе при получении из природного сырья, где они часто встречаются вместе. Для них наиболее характерна одна и та же степень окисления, а их атомные массы различаются всего на  $0.4\%$ . Запишите химический символ элемента с большей атомной массой.

Co

## № 7

В распоряжении школьника имелся водный раствор вещества  $X$  и водный раствор вещества  $Y$ . Опустив в эти растворы универсальные индикаторные бумаги, мальчик обнаружил, что они окрасились в следующие цвета:



Добавление раствора  $X$  к раствору  $Y$  привело к интенсивному выделению газа тяжелее воздуха, не имеющего цвета и запаха; в растворе при этом осталось только бинарное соединение  $Z$ , кристаллизующееся в виде кристаллов кубической формы. Это вещество в количествах до нескольких килограммов можно найти почти в каждом домохозяйстве.

Запишите формулу вещества  $X$ .

HCl

Запишите формулу вещества  $Y$ .

Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>

Известно, что концентрация раствора  $X$  составляла 0.01 моль/л, а  $Y$ —0.1 М. Во сколько раз объём добавленного раствора  $X$  превышает объём раствора  $Y$ ?

20

## № 8

В пробирку с разбавленной серной кислотой добавили кусочек неизвестного металла. Наблюдалось выделение газа без запаха и образование прозрачного бесцветного раствора. Выберите все верные утверждения об этом процессе:

Металл находится в ряду активности металлов правее водорода

Концентрация серной кислоты в растворе снизилась

Произошла реакция нейтрализации

Выделившийся газ — SO<sub>2</sub>

В растворе образовался сульфат металла

Серная кислота является окислителем в реакции

Какой металл мог быть добавлен?

Магний

Кальций

Цинк

Никель

## № 9

Растворённые в воде вещества снижают температуру её замерзания на величину  $\Delta T$ , определяемую уравнением:

$$\Delta T = i \cdot K \cdot c_m,$$

где  $i$  — количество ионов, образующихся при диссоциации молекулы вещества (например, 2 для  $\text{NaCl}$ ),  $K$  — криоскопическая константа, равная  $1.86 \text{ K} \cdot \text{кг} \cdot \text{моль}^{-1}$ , а  $c_m$  — моляльная концентрация растворённого вещества, выраженная в моль вещества на 1 кг растворителя.

Определите температуру замерзания водного раствора  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ , содержащего 5 г соли в 110 г раствора. Ответ выразите в градусах Цельсия, округлите до десятых.

-1.6



## № 11

Каждый из анионов  $X^-$  и  $Y^-$  образован двумя элементами, заряд ядра которых отличается на единицу.  $Y^-$  может быть получен окислением  $X^-$ ; при этом из 1.000 г калиевой соли аниона  $X^-$  образуется 1.188 г калиевой соли аниона  $Y^-$ .

Какая масса калиевой соли  $X^-$  необходима для получения 2.000 г калиевой соли  $Y^-$ ? Ответ выразите в граммах, округлите до сотых.

1.68

Определите формулы  $X^-$  и  $Y^-$ . В ответ запишите формулу калиевой соли аниона  $Y^-$ .

KNO3

## № 12

Серосодержащие аналоги фосфорной кислоты с общей формулой  $H_3PS_nO_{4-n}$  называются тиофосфорными кислотами, а их соли — тиофосфатами. В зависимости от значения  $n$  различают моно- ( $n = 1$ ), ди-, три- и тетрадиофосфаты.

Некоторый тиофосфат калия содержит 51.4 % металла по массе. Определите значение  $n$  для этого образца.

1

Средний дитиофосфат некоторого одновалентного металла содержит 11 молекул кристаллизационной воды. Массовая доля фосфора в нём составляет 4.28 %. Запишите химический символ металла, содержащегося в составе соли.

Cs