

ВСЕРОССИЙСКАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ

ХИМИЯ. 2024–2025 уч. г.  
ШКОЛЬНЫЙ ЭТАП. 8 КЛАСС

**Максимальный балл за работу – 100.**

**Задача 1 (1–3)**

Чебурашка и Крокодил Гена играли в химические загадки. Чебурашка думал, думал и наконец придумал целых три:

1. Тёмно-бурая летучая жидкость с резким неприятным запахом.
2. Лёгкий газ, взрывающийся в смеси с кислородом.
3. Лучший друг девушек, художников и любителей шашлыков.

Гена смог понять, что речь в загадках идёт о простых веществах, причём первая загадка имеет отношение к галогенам, а вещество из второй загадки при реакции с кислородом образует воду.

Чебурашка дал ему подсказку – первые буквы в русских названиях элементов, образующих простые вещества из загадок: Б – в первой, В – во второй, У – в третьей.

Помогите Крокодилу Гене, записав символы химических элементов, простые вещества которых фигурируют в этих загадках.

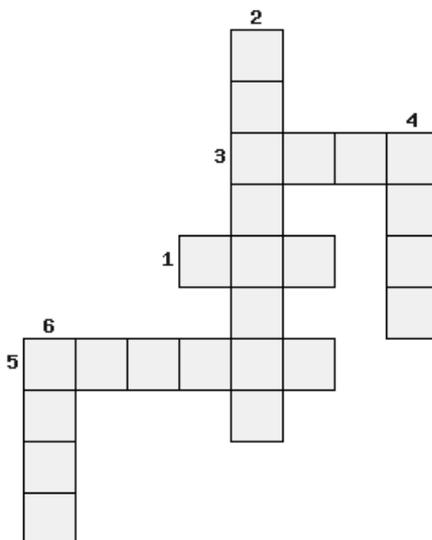
**Ответы:**

1. \_\_\_\_\_.
2. \_\_\_\_\_.
3. \_\_\_\_\_.

**Задача 2 (4–9)**

Основу химических соединений составляют атомы химических элементов, которых на сегодняшний день известно 118. В небольшом кросворде загаданы 6 русских названий химических элементов-неметаллов, которые иногда можно встретить в составе органических соединений.

Решите кроссворд.



**По вертикали:**

2. В порции воздуха, содержащей 100 молекул, можно найти около 21 молекулы, составленной из атомов этого химического элемента.

**Ответ:** \_\_\_\_\_.

4. В той же порции воздуха можно найти около 78 молекул, составленных из атомов этого химического элемента.

**Ответ:** \_\_\_\_\_.

6. Образует крайне реакционноспособное газообразное простое вещество. При комнатной температуре в нём сгорают уголь, сера, стальная вата и даже вода!

**Ответ:** \_\_\_\_\_.

**По горизонтали:**

1. Русское название этого элемента состоит из трёх букв. Тем же словом в народе называют сосновый или еловый лес, произрастающий на сухой почве.

**Ответ:** \_\_\_\_\_.

3. Элемент, столь давно известный, что до сих пор не удаётся точно установить происхождение его названия. В период арабской алхимии его простое вещество жёлтого цвета считалось «отцом» всех металлов, созревающим в земле. Чем дольше происходило созревание, тем более «благородным» получался металл.

**Ответ:** \_\_\_\_\_.

5. Благодаря своей способности светиться в темноте при окислении на воздухе элемент и его простое вещество получили название от греческих слов «свет» и «несу». Примечательно, что этот элемент образует несколько простых веществ, из которых в темноте светится только белое простое вещество.

**Ответ:** \_\_\_\_\_.

### Задача 3 (10–15)

Геометрическая прогрессия – последовательность чисел (членов прогрессии)  $a_1, a_2, a_3, \dots$ , в которой первый член отличен от нуля, а каждый из последующих получается из предыдущего члена умножением его на ненулевое фиксированное число  $q$  (знаменатель прогрессии). Таким образом,  $a_i = a_{i-1} \cdot q$ . Молярные массы газов  $X_1 - X_5$ , округлённые до целых чисел, образуют геометрическую прогрессию  $M_1, M_2, 8, 16, M_3, M_4, M_5$ . Об этих газах известно следующее:

- 1)  $X_1$  – самый лёгкий из существующих газов;
- 2)  $X_2$  – благородный газ;
- 3)  $X_3$  – один из основных компонентов воздуха;
- 4)  $X_4$  – бесцветный газ с едким запахом горящей спички;
- 5)  $X_5$  – при сильном нагревании разлагается с образованием фиолетовых паров простого вещества и газа  $X_1$ .

**10.** Чему равен знаменатель упомянутой прогрессии?

**Ответ:** \_\_\_\_\_.

**11–15.** Запишите формулы газов  $X_1 - X_5$ .

**Ответ:**

<b>11.</b>	$X_1$	
<b>12.</b>	$X_2$	
<b>13.</b>	$X_3$	
<b>14.</b>	$X_4$	
<b>15.</b>	$X_5$	

### Задача 4 (16–21)

Сочиняя очередную задачку про химические и физические явления, автор хотел вставить сюда много красивых картинок. Однако для его списка явлений таких изображений в интернете не нашлось. Тогда он решил воспользоваться одной из нашумевших нейросетей для генерации красивых картинок. Взглянув на изображения, автор с сожалением понял, что компьютеру ещё очень далеко до возможностей человеческого разума, но всё же получилось забавно.

Какие изображённые нейросетью явления относятся к химическим, а какие – к физическим?

16. Метано-этановый дождь на Титане



- Физическое явление
- Химическое явление

17. Взрыв сверхновой – финал жизненного цикла звезды



- Физическое явление
- Химическое явление

18. Разогревание пиццы в микроволновке



- Физическое явление
- Химическое явление

19. Растворение железного гвоздя в соляной кислоте



- Физическое явление
- Химическое явление

20. Прокисание молока



- Физическое явление
- Химическое явление

21. Взрыв гремучего газа – смеси водорода и кислорода 2 : 1



- Физическое явление
- Химическое явление

Задача 5 (22–23)

В основе работы криогенных установок разделения воздуха лежит метод низкотемпературной перегонки, базирующийся на разности температур кипения компонентов воздуха. Жидкий воздух подвергли низкотемпературной перегонке, при этом один из компонентов воздуха остался в жидкой фазе, а другой компонент перешёл в паровую фазу. Считайте, что жидкий воздух представляет собой смесь азота ( $T_{\text{кип}} = -196\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) и кислорода ( $T_{\text{кип}} = -183\text{ }^{\circ}\text{C}$ ). Молекулы азота и кислорода можно представить как соприкасающиеся шарики (атомы), межатомное расстояние между центрами шариков (ядер атомов) равно 0.121 нм для  $\text{O}_2$  и 0.109 нм для  $\text{N}_2$ .

*Примечание:* 1 нм =  $10^{-9}$  м.

22. Каким из компонентов воздуха при перегонке обогащается газовая фаза?

**Ответ:**

- Азотом
- Кислородом

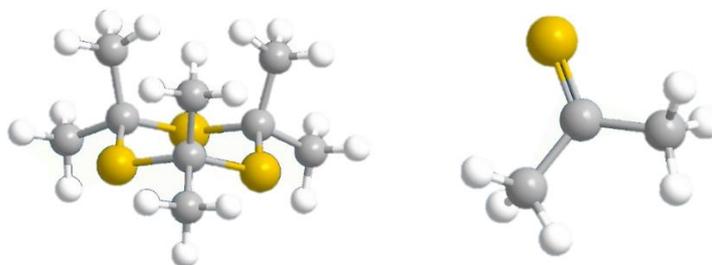
23. Определите межатомное расстояние в молекуле оксида азота (II). Ответ выразите в нанометрах, округлите до тысячных.

**Ответ:** \_\_\_\_\_.

Задача 6 (24–25)

При длительном пропускании сероводорода  $\text{H}_2\text{S}$  через ацетон  $\text{C}_3\text{H}_6\text{O}$  образуется маслообразное вещество без запаха – тритиоацетон. При нагревании 1 моль этого вещества в качестве единственного продукта разложения можно получить до 3 моль тиоацетона. В попытке очистить тритиоацетон при помощи перегонки с водяным паром немецкими химиками Э. Бауманном и Э. Фроммом был получен тиоацетон, который тут же оказался

разнесён лабораторной вытяжкой по всему Фрайбургу в микроскопических количествах. Однако и этого было достаточно, для того чтобы вызвать срочную эвакуацию среди населения, поскольку тиоацетон по праву обладает самым отвратительным запахом среди существующих веществ. Запах тиоацетона настолько неприятен, что вызывает рвоту и потерю сознания.



24. Определите массовую долю серы в тиоацетоне. Ответ выразите в процентах, округлите до целых.

Ответ: \_\_\_\_\_.

25. Сколько тиоацетона можно получить из 100 граммов тритиоацетона? Ответ выразите в граммах, округлите до целых.

Ответ: \_\_\_\_\_.

### Задача 7 (26)

Установите соответствие между символами элементов и телами и веществами, в которых эти элементы содержатся.

Ответ:

O	Воздух, аммиак, азид лития
N	Рыцарский меч, танк, чугун
C	Уголь, метан, бриллиант
Fe	Пирит, сероводород, сульфид углерода (IV)
Ca	Вода, земная кора, человек
S	Негашёная известь, гашёная известь, флюорит

### Задача 8 (27)

При взаимодействии азотной кислоты ( $\text{HNO}_3$ ) различной концентрации с разными восстановителями могут образовываться различные продукты. Среди продуктов восстановления в основном можно выделить 6 веществ  $\text{X}_1$ – $\text{X}_6$ . Об этих веществах известно следующее:

$\text{X}_1$  – газообразное простое вещество, главный компонент воздуха;

$\text{X}_2$  – соль аммония белого цвета, при нагревании разлагается с образованием  $\text{X}_3$  и воды;

$\text{X}_3$  – его часто называют веселящим газом;

$\text{X}_4$  – самое лёгкое газообразное простое вещество;

$\text{X}_5$  – бесцветный газ, мгновенно бурящийся на воздухе с образованием  $\text{X}_6$ ;

$\text{X}_6$  – при смешивании с  $\text{X}_5$  при охлаждении образуется тёмно-синяя жидкость.

Вещество  $\text{X}_2$  образуется при взаимодействии аммиака с разбавленной азотной кислотой. Молярные массы веществ  $\text{X}_1$  –  $\text{X}_6$  соответствуют ряду

$$M(\text{X}_4) < M(\text{X}_1) < M(\text{X}_5) < M(\text{X}_3) < M(\text{X}_6) < M(\text{X}_2).$$

Также известно, что  $\text{X}_3$ ,  $\text{X}_5$ ,  $\text{X}_6$  – оксиды азота. Все вещества содержат не более трёх элементов в своём составе.

Определите формулы веществ  $\text{X}_1$  –  $\text{X}_6$ .

**Ответ:**

$\text{X}_1$	$\text{H}_2$
$\text{X}_2$	$\text{N}_2\text{O}$
$\text{X}_3$	$\text{NO}_2$
$\text{X}_4$	$\text{N}_2$
$\text{X}_5$	$\text{NO}$
$\text{X}_6$	$\text{NH}_4\text{NO}_3$

### Задача 9 (28–29)

Для приготовления волшебного уксуса алхимик Хоттабыч решил воспользоваться своими практическими лабораторными навыками. Сначала он приготовил бродильный раствор объёмом 2 литра. Для этого он смешал 0.8 кг сока мандрагоры, 1.27 л воды, добавил 0.1 кг сахара и оставил бродить.

**28.** Определите плотность свежеприготовленного бродильного раствора. Ответ выразите в г/мл, округлите до тысячных.

**Ответ:** \_\_\_\_\_.

29. Содержание вещества в водном растворе иногда выражают с помощью объёмной, а не массовой доли. Объёмная доля вычисляется по формуле:

$$\varphi(\text{уксусной кислоты}) = V(\text{чистой уксусной кислоты}) \div V(\text{раствора})$$

Определите объёмную долю уксусной кислоты в волшебном уксусе объёмом 2.5 л, который приготовил Хоттабыч. Плотность чистой уксусной кислоты равна 1.05 г/мл. Ответ выразите в процентах, округлите до сотых.

Ответ: \_\_\_\_\_.

### Задача 10 (30–31)

Рисунок, образованный некоторым набором химических элементов Э<sub>1</sub> – Э<sub>7</sub>, представляет собой символ химического элемента X. Как получить этот рисунок? Для этого нужно взять короткопериодную периодическую систему (ПС) химических элементов Д.И. Менделеева, найти в ней упомянутые элементы и при помощи карандаша определённым образом соединить ячейки элементов между собой. Пример такого рисунка можно увидеть на изображении снизу.

Периодическая система химических элементов Д.И. Менделеева

		Г р у п п ы															
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII								
П е р и о д ы	1	1 <b>H</b> 1,008 Водород						(H)				2 <b>He</b> 4,00 Гелий					
	2	3 <b>Li</b> 6,94 Литий	4 <b>Be</b> 9,01 Бериллий	5 <b>B</b> 10,81 Бор	6 <b>C</b> 12,01 Углерод	7 <b>N</b> 14,00 Азот	8 <b>O</b> 16,00 Кислород	9 <b>F</b> 19,00 Фтор				10 <b>Ne</b> 20,18 Неон					
	3	11 <b>Na</b> 22,99 Натрий	12 <b>Mg</b> 24,31 Магний	13 <b>Al</b> 26,98 Алюминий	14 <b>Si</b> 28,09 Кремний	15 <b>P</b> 30,97 Фосфор	16 <b>S</b> 32,06 Сера	17 <b>Cl</b> 35,45 Хлор				18 <b>Ar</b> 39,95 Аргон					
	4	19 <b>K</b> 39,10 Калий	20 <b>Ca</b> 40,08 Кальций	21 <b>Sc</b> 44,96 Скандий	22 <b>Ti</b> 47,90 Титан	23 <b>V</b> 50,94 Ванадий	24 <b>Cr</b> 52,00 Хром	25 <b>Mn</b> 54,94 Марганец	26 <b>Fe</b> 55,85 Железо	27 <b>Co</b> 58,93 Кобальт	28 <b>Ni</b> 58,69 Никель						
		29 <b>Cu</b> 63,55 Медь	30 <b>Zn</b> 65,39 Цинк	31 <b>Ga</b> 69,72 Галлий	32 <b>Ge</b> 72,59 Германий	33 <b>As</b> 74,92 Мышьяк	34 <b>Se</b> 78,96 Селен	35 <b>Br</b> 79,90 Бром				36 <b>Kr</b> 83,80 Криптон					
	5	37 <b>Rb</b> 85,47 Рубидий	38 <b>Sr</b> 87,62 Стронций	39 <b>Y</b> 88,91 Итрий	40 <b>Zr</b> 91,22 Цирконий	41 <b>Nb</b> 92,91 Ниобий	42 <b>Mo</b> 95,94 Молибден	43 <b>Tc</b> 98,91 Технеций	44 <b>Ru</b> 101,07 Рутений	45 <b>Rh</b> 102,91 Родий	46 <b>Pd</b> 106,42 Палладий						
		47 <b>Ag</b> 107,87 Серебро	48 <b>Cd</b> 112,41 Кадмий	49 <b>In</b> 114,82 Индий	50 <b>Sn</b> 118,69 Олово	51 <b>Sb</b> 121,75 Сурьма	52 <b>Te</b> 127,60 Теллур	53 <b>I</b> 126,90 Иод				54 <b>Xe</b> 131,29 Ксенон					
6	55 <b>Cs</b> 132,91 Цезий	56 <b>Ba</b> 137,33 Барий	57 <b>La</b> 138,91 Лантан	58 <b>Ce</b> 140,12 Церий	59 <b>Pr</b> 140,91 Прометий	60 <b>Nd</b> 144,24 Неодим	61 <b>Pm</b> [145] Прометий	62 <b>Sm</b> 150,36 Самарий	63 <b>Eu</b> 151,96 Европий	64 <b>Gd</b> 157,25 Гадолиний	65 <b>Tb</b> 158,93 Тербий	66 <b>Dy</b> 162,50 Диспрозий	67 <b>Ho</b> 164,93 Гольмий	68 <b>Er</b> 167,26 Эрбий	69 <b>Tm</b> 168,93 Тулий	70 <b>Yb</b> 173,05 Иттербий	71 <b>Lu</b> 174,97 Лютеций
	79 <b>Au</b> 196,97 Золото	80 <b>Hg</b> 200,59 Ртуть	81 <b>Tl</b> 204,38 Таллий	82 <b>Pb</b> 207,2 Свинец	83 <b>Bi</b> 208,98 Висмут	[209] <b>Po</b> 209 Полоний	[210] <b>At</b> 210 Астат										86 <b>Rn</b> [222] Радон
7	87 <b>Fr</b> [223] Франций	88 <b>Ra</b> [226] Радий	89 <b>Ac</b> [227] Актиний	90 <b>Rf</b> [261] Резерфордий	91 <b>Db</b> [262] Дубний	92 <b>Sg</b> [266] Сибогий	93 <b>Bh</b> [264] Борий	94 <b>Hs</b> [269] Хассий	95 <b>Mt</b> [268] Мейтнерий	96 <b>Ds</b> [271] Дармштадтий							
	111 <b>Rg</b> [280] Рентгений	112 <b>Cn</b> [285] Колерниций	113 <b>Nh</b> [286] Нихоний	114 <b>Fl</b> [289] Флеровий	115 <b>Mc</b> [290] Московский	116 <b>Lv</b> [293] Ливерморий	117 <b>Ts</b> [294] Теннессин										118 <b>Og</b> [294] Оганесон

\* Лантаноиды

58 <b>Ce</b> 140 Церий	59 <b>Pr</b> 141 Прометий	60 <b>Nd</b> 144 Неодим	61 <b>Pm</b> [145] Прометий	62 <b>Sm</b> 150 Самарий	63 <b>Eu</b> 152 Европий	64 <b>Gd</b> 157 Гадолиний	65 <b>Tb</b> 159 Тербий	66 <b>Dy</b> 162,5 Диспрозий	67 <b>Ho</b> 165 Гольмий	68 <b>Er</b> 167 Эрбий	69 <b>Tm</b> 169 Тулий	70 <b>Yb</b> 173 Иттербий	71 <b>Lu</b> 175 Лютеций
------------------------------	---------------------------------	-------------------------------	-----------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	----------------------------------	-------------------------------	------------------------------------	--------------------------------	------------------------------	------------------------------	---------------------------------	--------------------------------

\*\* Актиноиды

90 <b>Th</b> 232 Торий	91 <b>Pa</b> 231 Протактиний	92 <b>U</b> 238 Уран	93 <b>Np</b> 237 Нептуний	94 <b>Pu</b> [244] Плутоний	95 <b>Am</b> [243] Америций	96 <b>Cm</b> [247] Кюрий	97 <b>Bk</b> [247] Берклий	98 <b>Cf</b> [251] Калифорний	99 <b>Es</b> [252] Эйнштейний	100 <b>Fm</b> [257] Фермий	101 <b>Md</b> [258] Менделеев	102 <b>No</b> [259] Нобелий	103 <b>Lr</b> [262] Лоуренсий
------------------------------	------------------------------------	----------------------------	---------------------------------	-----------------------------------	-----------------------------------	--------------------------------	----------------------------------	-------------------------------------	-------------------------------------	----------------------------------	-------------------------------------	-----------------------------------	-------------------------------------

**30.** Запишите русское название элемента, символ которого изображён в примере выше.

**Ответ:** \_\_\_\_\_.

**31.** Для элементов из набора Э<sub>1</sub> – Э<sub>7</sub> известно:

1. Среди элементов Э<sub>1</sub> – Э<sub>7</sub> всего 3 металла.
2. Элементы Э<sub>2</sub>, Э<sub>7</sub>, Э<sub>5</sub> находятся в третьем периоде ПС.
3. Элементы Э<sub>1</sub> – Э<sub>3</sub> находятся в III группе ПС, а элементы Э<sub>4</sub> – Э<sub>6</sub> в V группе ПС.
4. Элементы Э<sub>1</sub> – Э<sub>3</sub> находятся в соседних клетках ПС, как и элементы Э<sub>4</sub> – Э<sub>6</sub>.

Запишите символ химического элемента X.

**Ответ:** \_\_\_\_\_.

### Задача 11 (32–35)

Переходный металл А образует оксид АО<sub>3</sub> и сульфид АS<sub>3</sub>. Навески одинаковой массы этих соединений содержат разное количество металла, причём в одном соединении в 1.333 раза больше металла по массе, чем в другом.

**32.** Запишите символ элемента А.

**Ответ:** \_\_\_\_\_.

**33-34.** Сосед по подгруппе элемента А – хром – образует простое вещество, которое растворяется в соляной кислоте с образованием голубого раствора. Если через полученный раствор пропустить большое количество кислорода, то голубой цвет сменяется интенсивным зелёным. При упаривании этого раствора в осадок выпадают зелёные кристаллы вещества состава CrCl<sub>3</sub> · 6H<sub>2</sub>O. При нагревании этого кристаллогидрата не получается выделить желаемый хлорид хрома (III) CrCl<sub>3</sub>, но происходит образование тёмно-зелёного оксида В, газа С и воды.

Запишите формулы веществ В и С.

**Ответ:**

**33. В** – \_\_\_\_\_.

**34. С** – \_\_\_\_\_.

**35.** Запишите символ элемента D, который также является соседом по подгруппе элемента A и хрома и обладает схожими с ними химическими свойствами.

**Ответ:** \_\_\_\_\_.

### Задача 12 (36–38)

Моль – количество структурных элементов в системе, равное числу Авогадро ( $6.02 \cdot 10^{23}$  моль<sup>-1</sup>). Мы с вами привыкли использовать моль для обозначения количества вещества: числа штук атомов, молекул, ионов и т.п. Вы уже могли познакомиться с молярными величинами. Например, молярная масса молекулы кислорода равна 32 г/моль. Это значит, что 32 г кислорода содержит ровно 1 моль вещества, то есть  $6.02 \cdot 10^{23}$  молекул O<sub>2</sub>.

**36.** Сколько атомов углерода содержится в бриллианте массой в один карат (0.2 г)? Основание и показатель степени округлите до целых.

**Ответ:** \_\_\_\_\_.

**37.** Чему равен молярный объём жидкой воды? Ответ выразите в миллилитрах, округлите до целых.

**Ответ:** \_\_\_\_\_.

**38.** Известно, что при нормальных условиях (0 °С, 1 атм) 1 моль любого идеального газа занимает объём 22.4 литра. То есть 22.4 л/моль – молярный объём любого идеального газа.

Сколько моль воздуха содержится в сувенирном мячике радиусом 10 см? Объём мячика можно рассчитать по формуле

$$V = \left(\frac{4\pi}{3}\right) \cdot R^3, \pi = 3.14.$$

Ответ округлите до десятых.

**Ответ:** \_\_\_\_\_.