

**Республиканская олимпиада по химии – 2026**  
**Казань, 22–23 января 2026 г.**  
**1 тур**

**Задание 1. (В.В. Еремин с соавторами)**

**Цитатник**

Вставьте пропущенные слова или формулы в цитаты из учебника химии В.В. Еремина и соавторов за 8 класс.

Фольга, в которую заворачивают шоколадные конфеты, сделана из ..., а внутри термометра, которым измеряют ... тела, находится ...

Каждое вещество может существовать в трех ... состояниях – твердом, ... и ...

Простейшие опыты проводят в ... – стеклянных трубках, запаянных с одного конца.

Каждая молекула состоит из ..., соединенных химическими ...

При ... явлениях молекулы сохраняются, при ... – разрушаются.

В начале 19 века французский химик ... открыл закон постоянства ...

Первые исследователи называли ... “горючим воздухом”.

В лимонах и грейпфрутах содержится ... кислота, в щавеле – ..., в яблоках – ..., а в уксусе – ...

Названия ... состоят из названий кислотного ... и металла.

Воду, полученную путем перегонки, называют ...

... металлов, имеющих валентность выше четырех, также являются ...

... – это наиболее активные неметаллы.

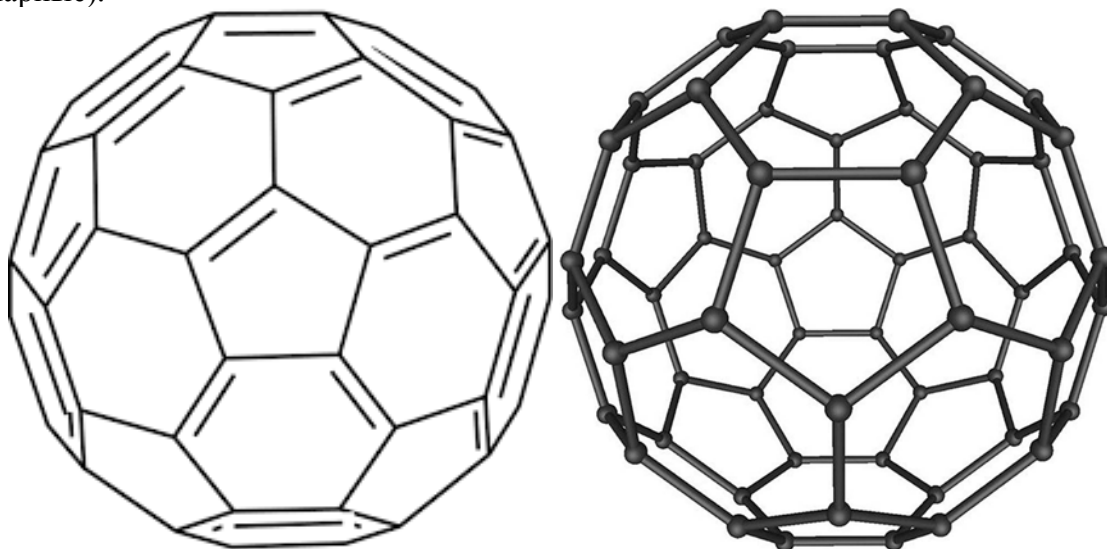
В отличие от ..., ... может быть положительной, отрицательной или равной нулю.

**Задание 2. (И.И. Мустафин)**

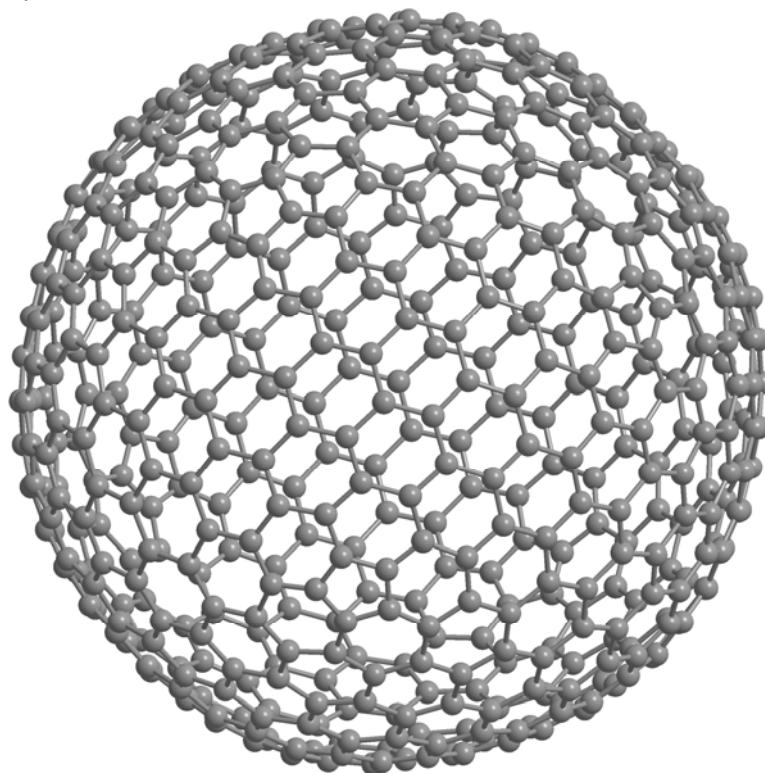
**Грани счет любят**

Фуллерены – молекулы, целиком состоящие из атомов углерода. Атомы углерода в фуллеренах находятся в вершинах многогранника и образуют пяти- или шестиугольные грани, причем число пятиугольных граней во всех фуллеренах одинаково. Каждый атом углерода образует одну двойную и две одинарные связи с соседними атомами в фуллерене, эти связи являются ребрами многогранника.

Первым изученным фуллереном был  $C_{60}$ , который изображен ниже. (Справа приведено трехмерное изображение без указания кратностей связей – двойные связи показаны как одинарные).



1. Определите количество вершин, ребер, пяти- и шестиугольных граней молекулы фуллерена  $C_{60}$ . Учтите, что, согласно теореме Эйлера для многогранников, в любом многограннике  $V - P + G = 2$ , где  $V$  – количество вершин,  $P$  – количество ребер,  $G$  – количество граней.



2. Определите количество вершин, ребер, пяти- и шестиугольных граней молекулы фуллерена  $C_{540}$ .

Фуллерены обладают интересными химическими свойствами. При прямом фторировании фуллерена  $C_{60}$  газообразным фтором несколько молекул фтора присоединяются по двойным связям углерод-углерод, что приводит к различным продуктам. Наиболее изученными являются продукты фторирования **A** и **B**.

3. Определите формулы **A** и **B**, если известно, что массовая доля фтора в **A** составляет 55.9%, а в **B** нет ни одной двойной связи углерод-углерод. Сколько двойных связей в **A**?

Реакция фуллеренов со щелочными металлами (**M**) приводит к образованию твердых солей – фуллеридов состава  $M_xC_y$ , состоящих из катионов металла и анионов фуллерена с зарядом от  $-1$  до  $-6$ . Были получены фуллериды щелочных металлов **C**, **D** и **E**, массовая доля углерода в которых составляет 94.00%, 73.76% и 84.32% соответственно.

4. Определите формулы **C**, **D** и **E**.

### Задание 3. (Д.Н. Болматенков)

#### Громкий хлопок

Целлюлоза – органический полимер, простейшее звено которого имеет формулу  $C_6H_7O_2(OH)_3$ . При обработке азотной кислотой – нитровании – часть гидроксильных групп ( $OH$ ) в составе целлюлозы заменяются на группы ( $NO_3$ ). При замещении всех гидроксильных групп получается вещество с формулой  $C_6H_7O_2(NO_3)_3$ .

1. Запишите уравнение реакции нитрования  $C_6H_7O_2(OH)_3$  с образованием  $C_6H_7O_2(NO_3)_3$ .

Обычно при нитровании замещается только часть гидроксильных групп. Формулу продукта при этом выражают с использованием переменной  $x$ , которая может изменяться от 0 до 3 и принимать любые нецелые значения.

2. Запишите общую формулу нитроцеллюлозы, в которой  $x$  гидроксильных групп замещены группами  $NO_3$ . Объясните, почему  $x$  может принимать нецелые значения.

3. Определите значение  $x$  для образца, содержащего 12.0 % азота по массе.

Полученный продукт называется нитроцеллюлозой; его применяют при производстве взрывчатых веществ, красок, различных материалов. Продукты разложения нитроцеллюлозы представляют собой сложную смесь из воды, углерода, угарного и углекислого газов, азота и оксидов азота, содержание которых в смеси зависит от условий разложения и величины  $x$ .

При определённых условиях некоторый образец нитроцеллюлозы самопроизвольно разложился с образованием только воды, азота и угарного газа  $CO$ .

4. Определите значение  $x$  для этого образца. Запишите уравнение реакции его разложения.

5. Во сколько раз увеличивается объём при разложении такого образца при  $160\text{ }^{\circ}C$ ? Плотность твёрдой нитроцеллюлозы равна  $1.6\text{ г/см}^3$ , а мольный объём газов при  $160\text{ }^{\circ}C$  составляет  $35.5\text{ л/моль}$ .

#### Задание 4. (И.А. Седов)

##### Непростые соли

В распоряжении химика оказалось пять неподписанных ампул с солями **A–E**. Известно, что во всех солях присутствует один и тот же ион. Образцы каждой из солей были растворены в воде, при этом образовались прозрачные растворы. К этим растворам по каплям добавляли раствор  $NaOH$ , при этом наблюдались следующие изменения. Из раствора соли **A** выпал серо-зеленый гелеобразный осадок. При стоянии на воздухе он быстро приобрел бурый цвет. Из раствора **B** выпал голубой осадок. При нагревании осадок превратился в вещество черного цвета. Из раствора **C** выпал белый аморфный осадок. При дальнейшем добавлении  $NaOH$  он полностью растворился, образуя прозрачный раствор. При пропускании через этот раствор избытка углекислого газа белый осадок выпал снова. С раствором **D** видимых изменений при добавлении щелочи не произошло. Раствор **E** поменял свою окраску с оранжевой на желтую.

Если же к растворам солей добавить раствор нитрата серебра, то из растворов солей **A**, **B** и **C** выпадает белый осадок, растворимый в водном аммиаке. Из раствора **D** выпадает ярко-желтый осадок, который не растворяется даже в концентрированном растворе аммиака. В случае **E** образуется кирпично-красный осадок.

При нагревании твердая соль **A** теряет четверть массы, соль **B** – 11,3% массы, **C** – чуть меньше половины массы, а **D** и **E** массу не изменяют.

1. Установите формулы солей **A–E**.

2. Приведите уравнения всех реакций, упомянутых в задаче.

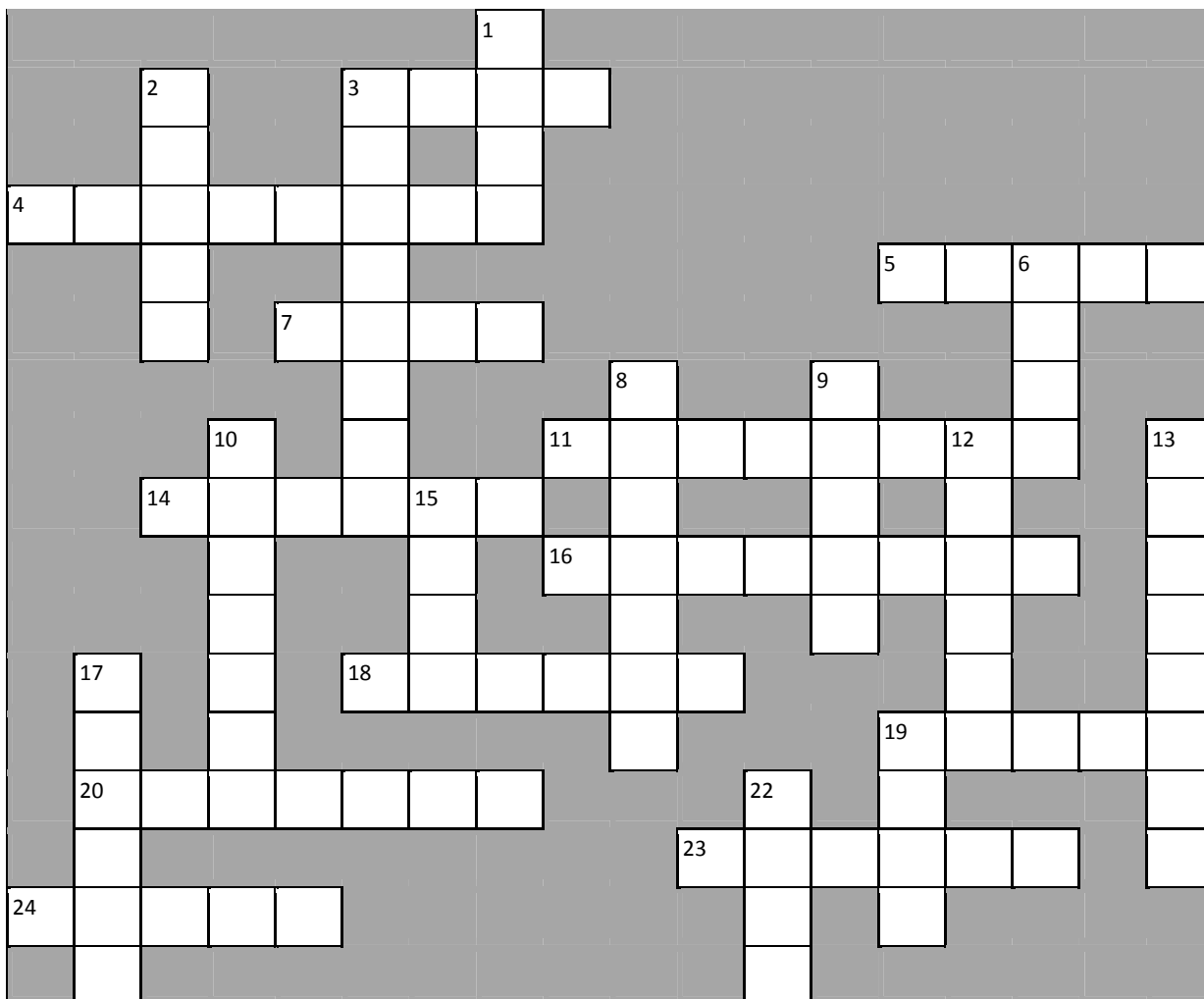
## 2 тур

### Задание 5. (И.А. Седов)

#### Называй вещи своими именами

Разгадайте кроссворд, вписав в клетки соответствующие химическим формулам названия веществ либо минералов, материалов, предметов, объектов, преимущественно состоящих из этих веществ. Например,  $\text{FeS}_2$  – пирит,  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  – сода. Среди ответов нет двух одинаковых.

Ответ можно сдать прямо на листке с кроссвордом, либо переписать на бланк ответов в виде пар номер вопроса – ответ, например, “2 – клей”.



**По горизонтали.** 3.  $\text{H}_2\text{O}$ . 4.  $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ . 5.  $\text{SiO}_2$ . 7.  $\text{NaCl}$ . 11.  $\text{CaCO}_3$ . 14.  $\text{CaCO}_3$ . 16.  $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ . 18.  $\text{Cu} + \text{Zn}$ . 19.  $\text{NaCl}$ . 20.  $\text{Cu}_2\text{CO}_3(\text{OH})_2$ . 23.  $\text{Cu} + \text{Zn}$ . 24.  $\text{Al}_2\text{O}_3$ .

**По вертикали.** 1.  $(\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_5)_n$ . 2.  $\text{SiO}_2$ . 3.  $\text{Al}_2\text{O}_3$ . 6.  $\text{C}$ . 8.  $\text{Fe}_3\text{O}_4$ . 9.  $\text{C}$ . 10.  $(\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_5)_n$ . 12.  $\text{Cu}_2\text{CO}_3(\text{OH})_2$ . 13.  $\text{Fe}_3\text{O}_4$ . 15.  $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ . 17.  $\text{CaCO}_3$ . 19.  $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ . 22.  $\text{H}_2\text{O}$ .

**Задание 6. (Д.Н. Болматенков)****Фильтруй раствор**

Через 1.00 л воды пропустили 2.24 л газа **X** (н.у.). Газ поглотился полностью, в результате чего масса раствора увеличилась на 0.34 %.

1. Установите формулу газа **X**.

Через 1.00 л воды пропустили 22.4 л газа **Y** (н.у.). Газ поглотился полностью, в результате чего масса раствора увеличилась на 6.4 %, а плотность – на 2.0 %.

2. Установите формулу газа **Y**.

3. Рассчитайте объём раствора после пропускания газа **Y** и его концентрацию в моль/л.

Через раствор, полученный в первом опыте, пропустили 1.12 л газа **Y**, после чего его профильтровали. Масса отделенного на фильтре твердого вещества после просушивания составила 4,8 г.

4. Определите формулу твердого вещества и количественный состав фильтрата. Запишите уравнение реакции, протекающей в растворе.

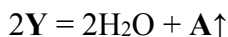
5. Какой объём (н.у.) газа **X** необходимо пропустить через раствор, полученный в первом опыте, чтобы после фильтрования состав фильтрата был точно таким же?

**Задание 7. (Р.М. Фасхутдинов, И.А. Седов)****Трое из ларца**

Три вещества **X**, **Y** и **Z** могут применяться с одной и той же целью и, вероятно, найдутся у вас дома. При смешивании растворов **X** и **Y** протекает реакция:

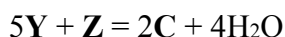


которая всегда сопровождается еще одной реакцией:

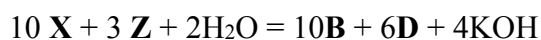


В отсутствии **X** вторая реакция протекает очень медленно.

**Y** способен реагировать с **Z** в присутствии кислот после продолжительного периода так называемой индукции, в течение которого реакция практически не идет. Уравнение реакции имеет вид:



**X** и **Z** способны взаимодействовать в слабощелочной среде согласно уравнению реакции:



1. Определите формулы всех зашифрованных веществ.

2. Почему реакция разложения **Y** ускоряется в присутствии **X**?

3. Что происходит в течение периода индукции в реакции **Y** с **Z**?
4. С какой общей целью применяются вещества **X**, **Y** и **Z**? Какие из них используются для этого в чистом виде, а какие – в виде растворов?

**Задание 8. (По материалам Всесоюзной олимпиады по химии 1982 г.)**

**Старая задача**

Кристаллогидраты сульфатов пяти металлов с общей формулой  $MSO_4 \cdot 7H_2O$  были растворены в воде, и затем из их растворов количественно осадили гидроксиды, которые были выделены и умеренно прокалены до образования оксидов. Известно, что на 1 г исходного вещества соответственно образуется 0.163; 0.277; 0.283; 0.287; 0.314 г оксида.

1. Определите, какие металлы входили в состав кристаллогидратов.
2. Действием каких реагентов можно провести количественное осаждение гидроксидов каждого из металлов? Приведите уравнения всех химических реакций осаждения и прокаливания.

**Республиканская олимпиада по химии – 2026**  
**Казань, 22–23 января 2026 г.**  
**1 тур**

**Задача 1**

Фольга, в которую заворачивают шоколадные конфеты, сделана из **алюминия**, а внутри термометра, которым измеряют **температуру** тела, находится **ртуть**.

Каждое вещество может существовать в трех **агрегатных** состояниях – твердом, **жидком** и **газообразном**.

Простейшие опыты проводят в **пробирках** – стеклянных трубках, запаянных с одного конца.

Каждая молекула состоит из **атомов**, соединенных химическими **связями**.

При **физических** явлениях молекулы сохраняются, при **химических** – разрушаются.

В начале 19 века французский химик **Пруст** открыл закон постоянства **состава**.

Первые исследователи называли **водород** «горючим воздухом».

В лимонах и грейпфрутах содержится **лимонная** кислота, в щавеле – **щавелевая**, в яблоках – **яблочная**, а в уксусе – **уксусная**.

Названия **солей** состоят из названий кислотного **остатка** и металла.

Воду, полученную путем перегонки, называют **дистиллированной**.

**Оксиды** металлов, имеющих валентность выше четырех, также являются **кислотными**.

**Галогены** – это наиболее активные неметаллы.

В отличие от **валентности**, **степень окисления** может быть положительной, отрицательной или равной нулю.

**Система оценивания:**

<b>1</b>	Каждый пропуск (26 пропусков) – по 0.5 балла	<b>13 баллов</b>
		<b>ИТОГО: 13 баллов</b>

**Задача 2**

**1.** Атомы углерода в фуллерене находятся в вершинах многогранника, следовательно, **количество вершин** равно количеству атомов углерода в составе фуллерена  $C_{60}$  и равно **60** соответственно.

Каждый атом углерода в фуллерене образует три связи (одну двойную и две одинарные) с соседними атомами. Каждая связь соединяет два атома углерода, значит принадлежит каждому из них на половину. Таким образом количество связей, принадлежащих одному атому равно  $\frac{3}{2}$ . Всего связей в молекуле  $C_{60}$  равно  $\frac{3}{2} \cdot 60 = 90$ . Связи в фуллерене образуют его **рёбра**, значит, **количество рёбер** в фуллерене  $C_{60}$  равно **90**.

Из рисунка, на котором приведено изображение фуллерена, нетрудно заметить, что каждая вершина принадлежит одновременно трём граням, а каждое ребро одновременно двум граням. Пусть в составе фуллерена  $C_{60}$   $a$  пятичленных граней и  $b$  шестичленных граней. Тогда можно представить количество вершин через сумму вершин пяти- и шестичленных граней, а количество рёбер через сумму рёбер пяти- и шестичленных граней. Используя также теорему Эйлера, составим систему уравнений:

$$60 = \frac{6}{3} \cdot b + \frac{5}{3} \cdot a$$

$$2 = 60 - 90 + (a + b)$$

Отсюда  $a = 12$ ,  $b = 20$ . Количество **пятичленных граней** равно **12**, а количество **шестичленных** – **20**.

**2.** Количество **вершин** в фуллерене  $C_{540}$  равно **540**. Количество **рёбер** равно  $\frac{3}{2} \cdot 540 = \mathbf{810}$ .

Пусть в составе фуллерена  $C_{540}$   $a$  пятичленных граней и  $b$  шестичленных граней. Тогда можно представить количество вершин через сумму вершин пяти- и шестичленных граней,

а количество рёбер через сумму рёбер пяти- и шестичленных граней. Используя также теорему Эйлера, составим систему уравнений:

$$540 = \frac{6}{3} \cdot b + \frac{5}{3} \cdot a$$

$$2 = 540 - 810 + (a + b)$$

Отсюда  $a = 12$ ,  $b = 260$ . Количество **пятичленных граней равно 12**, а количество **шестичленных – 260**.

**3.** Фториды фуллерена  $C_{60}$  можно представить в виде общей формулы  $C_{60}F_n$  (где  $n \leq 60$ , так как молекулы  $F_2$  присоединяются по двойной связи, которых в фуллерене  $C_{60} \cdot \frac{1}{2} \cdot 60 = 30$ ).

Так как в **В** нет ни одной двойной связи углерод-углерод, значит, молекулы  $F_2$  присоединились по всем 30 двойным связям, тогда **В –  $C_{60}F_{60}$** .

Найдём количество атомов фтора в **А**:

$$w(F) = \frac{M(F) \cdot n}{M(F) \cdot n + M(C) \cdot 60} = \frac{19 \cdot n}{19 \cdot n + 12 \cdot 60} = 0.559$$

Отсюда  $n = 48$ , значит **А –  $C_{60}F_{48}$** .

Найдём количество двойных связей в **А**:

В фуллерене  $C_{60}$  30 двойных связей, 24 молекулы  $F_2$  присоединились по 24 двойным связям, следовательно, в **А 6 двойных связей** углерод-углерод.

**4.** Выразим молярную массу щелочного металла в фуллариде **С**:

$$w(M) = \frac{M(M) \cdot x}{M(M) \cdot x + M(C) \cdot y}$$

$$M(M) = \frac{M(C) \cdot y \cdot w(M)}{x(1-w(M))} = \frac{12 \cdot y \cdot 0.06}{x(1-0.06)}$$

при  $y = 60$ ,  $x = 2$   $M(M) = 23$  г/моль, тогда **С –  $Na_2C_{60}$** .

Выразим молярную массу щелочного металла в фуллариде **Д**:

$$M(M) = \frac{M(C) \cdot y \cdot w(M)}{x(1-w(M))} = \frac{12 \cdot y \cdot 0.2624}{x(1-0.2624)}$$

при  $y = 60$ ,  $x = 3$   $M(M) = 85.4$  г/моль, тогда **Д –  $Rb_3C_{60}$** .

Выразим молярную массу щелочного металла в фуллариде **Е**:

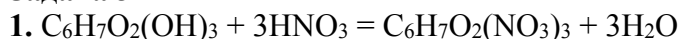
$$M(M) = \frac{M(C) \cdot y \cdot w(M)}{x(1-w(M))} = \frac{12 \cdot y \cdot 0.1568}{x(1-0.1568)}$$

при  $y = 70$ ,  $x = 4$   $M(M) = 39$  г/моль, тогда **Е –  $K_4C_{70}$** .

#### Система оценивания:

<b>1</b>	Определение количества вершин – 0.5 балла	<b>6.5 баллов</b>
	Определение количества рёбер – 2 балла	
	Определение количества пяти- и шестиугольных граней – по 2 балла	
<b>2</b>	Определение количества вершин – 0.5 балла	<b>4.5 балла</b>
	Определение количества рёбер – 2 балла	
	Определение количества пяти- и шестиугольных граней – по 1 баллу	
<b>3</b>	Определение веществ <b>А</b> и <b>В</b> – по 2 балла	<b>5 баллов</b>
	Определение количества двойных связей в <b>А</b> – 1 балл	
<b>4</b>	Определение веществ <b>С</b> , <b>Д</b> и <b>Е</b> – по 2 балла	<b>6 баллов</b>
<b>ИТОГО: 22 балла</b>		

#### Задача 3



Целлюлоза – полимер, в котором чередуются звенья с целыми значениями индексов при  $OH$ - и  $NO_3$ -группах, однако их усреднение даёт дробные величины  $x$ . Например, если в веществе чередуются фрагменты  $C_6H_7O_2(NO_3)(OH)_2$  и  $C_6H_7O_2(OH)_3$  в равной пропорции, то усреднённая формула такого вещества имеет вид  $C_6H_7O_2(NO_3)_{0.5}(OH)_{2.5}$ .

**3.** Выразим массовую долю азота в веществе  $C_6H_7O_2(NO_3)_x(OH)_{3-x}$  через  $x$ :



$$w(\text{N}) = \frac{14x}{12 \cdot 6 + 7 + 16 \cdot 2 + (14 + 16 \cdot 3)x + (16 + 1) \cdot (3 - x)} = \frac{14x}{162 + 45x} = 0.12$$

Решение даёт  $x = 2.26$

4. Запишем уравнение реакции в общем виде:



Для уравнивания воды в этой записи использовался баланс по атомам водорода. Однако баланс по атомам кислорода тоже должен сходиться. Запишем его. Атомов кислорода в левой части:  $2 + 3x + (3-x)$ . Атомов кислорода правой части:  $6 + (7 + 3 - x)/2$ . Имеем:

$$2 + 3x + (3-x) = 6 + (7+3-x)/2$$

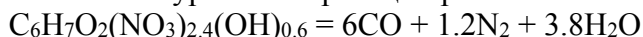
$$2x - 1 = (10 - x)/2$$

$$4x - 2 = (10 - x)$$

$$5x = 12$$

$$x = 2.4$$

5. Запишем уравнение реакции разложения с известной величиной  $x$ :



Всего при разложении 1 моль образуется 11 моль газов, которые займут объём  $35.5 \cdot 11 = 390.5$  л.

Исходная 1 моль образца численно совпадает с его молярной массой и равна 270 г. Объём образца равен  $270/1.6 = 169 \text{ см}^3 = 0.169$  л. При разложении объём увеличится в  $390.5/0.169 = 2311$  раз.

#### Система оценивания:

1	Уравнение реакции – 1 балл	1 балл
2	Формула в общем виде – 1 балл Объяснение – 1 балл	2 балла
3	Верное значение – 3 балла	3 балла
4	Верное значение – 3 балла Уравнение реакции в общем виде – 2 балла	5 баллов
5	Верное значение – 3 балла	3 балла
		<b>ИТОГО: 14 баллов</b>

#### Задача 4

1. Решение задачи логичнее всего начать с определения последних двух солей. Соль **Д** образует с нитратом серебра желтый осадок, не растворяющийся в аммиаке, а также не дает осадка со щелочью. Следовательно, **Д** является иодидом какого-то щелочного металла, который также, согласно условию, входит в состав и других неизвестных солей. Соль **Е**, согласно описанию, при добавлении раствора щелочи меняет цвет раствора с оранжевого на желтый, что указывает на переход «дихромат → хромат». Кроме того, дихромат серебра действительно представляет собой кирпично-красный осадок.

Вещества **А – С**, образующие с нитратом серебра белые осадки, растворимые в аммиаке, должны представлять собой хлориды или сульфаты. Кроме того, исходя из указания о частичной потере массы при нагревании, данные соли должны являться кристаллогидратами.

Соль **В**, образующая голубой осадок со щелочью, вероятно, представляет собой комплексную соль меди, причем более известными для меди являются комплексные хлориды. Кроме того, гидроксид меди (II) при разложении будет образовывать оксид  $\text{CuO}$  черного цвета. Тогда состав соли **В** –  $\text{Me}_2[\text{CuCl}_4] \cdot x \text{H}_2\text{O}$ . Подбирая щелочные металлы, а также целые числа кристаллизационной воды под потерю массы при нагревании (11.3%), получаем  $\text{K}_2[\text{CuCl}_4] \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$ . Тогда **Д** – **KI**, **Е** –  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ .

Соль **С**, образующая со щелочью осадок белого цвета, растворимый в избытке щелочи, указывает на наличие в составе данного вещества цинка или алюминия. Потеря практически 50% массы при разложении указывает на присутствие большого количества

кристаллизационной воды. Тогда логично предположить, что данная соль представляет собой алюмокалиевые квасцы –  $\text{KAl}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12 \text{H}_2\text{O}$ . Потеря массы при нагревании для данного соединения составляет 45.6%, что соответствует условию.

Наконец, соль А, приводящая к образованию серо-зеленого осадка со щелочью, бурящего на воздухе, указывает на железо (II), тогда двойная соль, вероятно, представляет собой сульфат. Простейший вариант  $\text{K}_2\text{Fe}(\text{SO}_4)_2$  дает потерю 24.9% по массе при наличии 6 молекул кристаллизационной воды. Таким образом, А –  $\text{K}_2\text{Fe}(\text{SO}_4)_2 \cdot 6 \text{H}_2\text{O}$ .

2. Уравнения реакций:

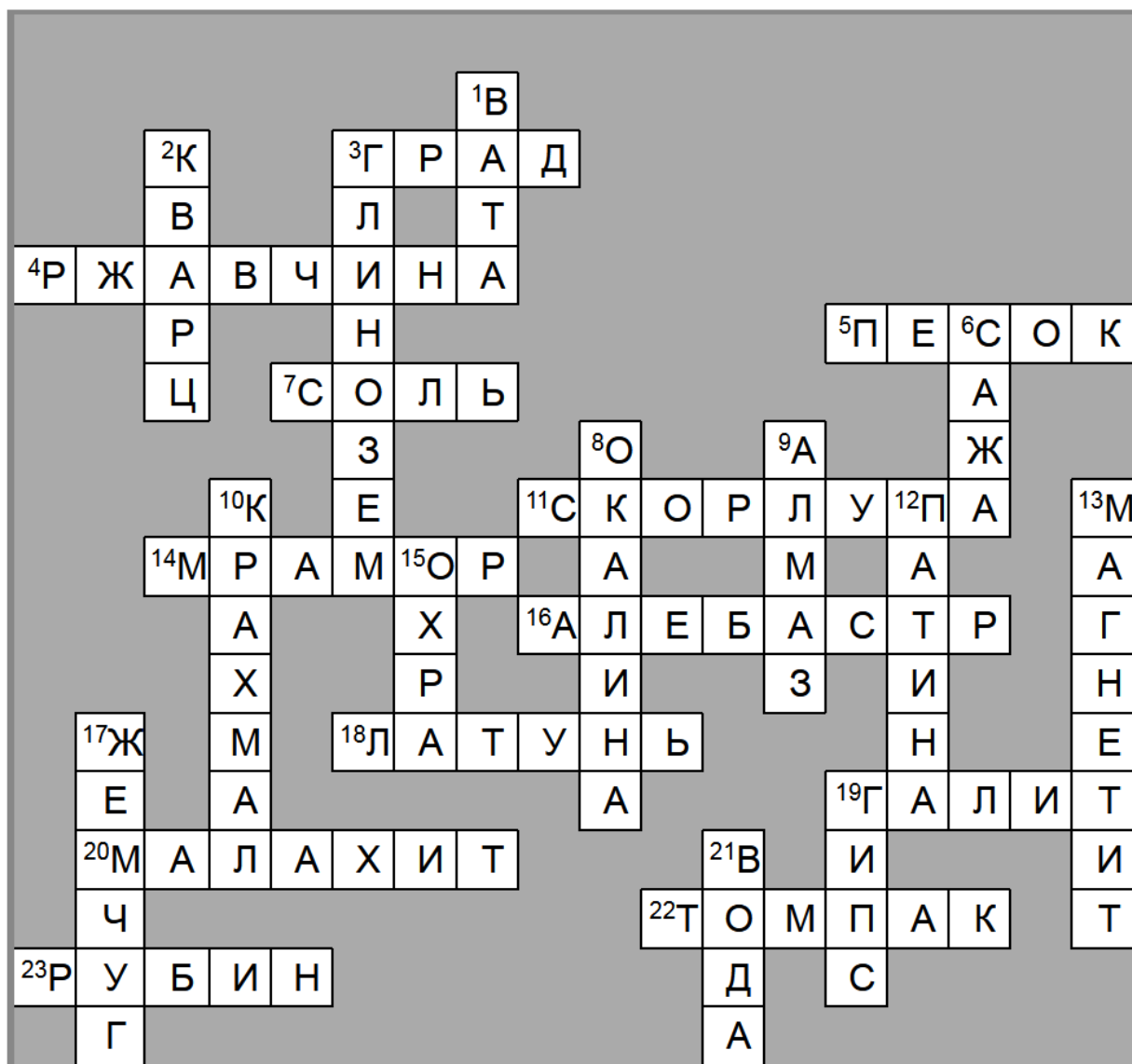
- 1)  $\text{K}_2\text{Fe}(\text{SO}_4)_2 \cdot 6 \text{H}_2\text{O} + 2 \text{NaOH} = \text{Fe}(\text{OH})_2 + \text{K}_2\text{SO}_4 + \text{Na}_2\text{SO}_4 + 6 \text{H}_2\text{O}$
- 2)  $4 \text{Fe}(\text{OH})_2 + \text{O}_2 + 2 \text{H}_2\text{O} = 4 \text{Fe}(\text{OH})_3$
- 3)  $\text{K}_2[\text{CuCl}_4] \cdot 2 \text{H}_2\text{O} + 2 \text{NaOH} = \text{Cu}(\text{OH})_2 + 2 \text{KCl} + 2 \text{NaCl} + 2 \text{H}_2\text{O}$
- 4)  $\text{Cu}(\text{OH})_2 = \text{CuO} + \text{H}_2\text{O}$
- 5)  $2 \text{KAl}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12 \text{H}_2\text{O} + 6 \text{NaOH} = 2 \text{Al}(\text{OH})_3 + \text{K}_2\text{SO}_4 + 3 \text{Na}_2\text{SO}_4 + 24 \text{H}_2\text{O}$
- 6)  $\text{Al}(\text{OH})_3 + \text{NaOH} = \text{Na}[\text{Al}(\text{OH})_4]$
- 7)  $\text{Na}[\text{Al}(\text{OH})_4] + \text{CO}_2 = \text{Al}(\text{OH})_3 + \text{NaHCO}_3$
- 8)  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + 2 \text{NaOH} = \text{K}_2\text{CrO}_4 + \text{Na}_2\text{CrO}_4 + \text{H}_2\text{O}$
- 9)  $\text{K}_2\text{Fe}(\text{SO}_4)_2 \cdot 6 \text{H}_2\text{O} + 4 \text{AgNO}_3 = 2 \text{Ag}_2\text{SO}_4 + \text{Fe}(\text{NO}_3)_2 + 2 \text{KNO}_3 + 6 \text{H}_2\text{O}$
- 10)  $\text{K}_2[\text{CuCl}_4] \cdot 2 \text{H}_2\text{O} + 4 \text{AgNO}_3 = 4 \text{AgCl} + \text{Cu}(\text{NO}_3)_2 + 2 \text{KNO}_3 + 2 \text{H}_2\text{O}$
- 11)  $\text{KAl}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12 \text{H}_2\text{O} + 4 \text{AgNO}_3 = 2 \text{Ag}_2\text{SO}_4 + \text{Al}(\text{NO}_3)_3 + \text{KNO}_3 + 12 \text{H}_2\text{O}$
- 12)  $\text{AgCl} + 2 \text{NH}_3 = [\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]\text{Cl}$
- 13)  $\text{Ag}_2\text{SO}_4 + 4 \text{NH}_3 = [\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]_2\text{SO}_4$
- 14)  $\text{KI} + \text{AgNO}_3 = \text{AgI} + \text{KNO}_3$
- 15)  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + 2 \text{AgNO}_3 = \text{Ag}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + 2 \text{KNO}_3$
- 16)  $\text{K}_2\text{Fe}(\text{SO}_4)_2 \cdot 6 \text{H}_2\text{O} = \text{K}_2\text{Fe}(\text{SO}_4)_2 + 6 \text{H}_2\text{O}$
- 17)  $\text{K}_2[\text{CuCl}_4] \cdot 2 \text{H}_2\text{O} = \text{K}_2[\text{CuCl}_4] + 2 \text{H}_2\text{O}$
- 18)  $\text{KAl}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12 \text{H}_2\text{O} = \text{KAl}(\text{SO}_4)_2 + 12 \text{H}_2\text{O}$

**Система оценивания:**

1	Формулы солей <b>Д</b> и <b>Е</b> с любым щелочным металлом – по 2 балла Формулы солей <b>А – С</b> – по 2 балла	10 баллов
2	Уравнения реакций – по 0.5 балла	9 баллов
<b>ИТОГО: 19 баллов</b>		

## 2 тур

### Задача 5



#### Система оценивания:

1	Каждое слово (23 слова) – по 1 баллу	23 балла
		<b>ИТОГО: 23 балла</b>

### Задача 6

1. Рассчитаем молярную массу **X**.  $M = \frac{m}{n} = \frac{m_{H_2O}}{V_X \cdot V_m} = \frac{1000 \cdot 0.0034}{2.24 : 22.4} = 34 \frac{\text{г}}{\text{моль}}$ , следовательно, **X** – **H<sub>2</sub>S**.

2. Аналогично можно рассчитать молярную массу **Y**.  $M = 64 \frac{\text{г}}{\text{моль}}$ , следовательно, **Y** – **SO<sub>2</sub>**.

3. Масса раствора равна 1064.4 г, плотность раствора равна  $1020 \frac{\text{г}}{\text{мл}}$ , следовательно объем равен  $\frac{1064.4}{1020} = 1.044$  л, концентрация  $\frac{1}{1.044} = 0.958$  М.

4. **X** и **Y** реагируют в соотношении 2:1 с образованием серы  
 $2H_2S + SO_2 = 3S + 2H_2O$

Масса серы равна 4.8 г, следовательно, количество серы равно  $\frac{4.8}{32} = 0.15$  моль. Количество **SO<sub>2</sub>** равно  $\frac{1.12}{22.4} - \frac{0.15}{3} = 0$  моль. Количество **H<sub>2</sub>S** равно  $\frac{2.24}{22.4} - \frac{0.15}{3} = 0$  моль. Следовательно фильтрат – **чистая вода**.

5. Объем  $\text{SO}_2$  должен быть в два раза меньше объема  $\text{H}_2\text{S}$ .  $V = 11.2$  л.

**Система оценивания:**

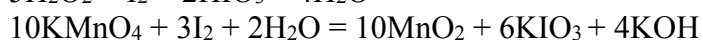
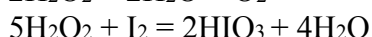
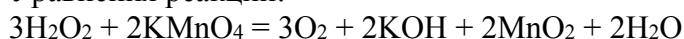
1	Верно определен X	2 балла
2	Верно определен Y	2 балла
3	Верно рассчитан объем – 1 балл Верно рассчитана концентрация – 1 балл	2 балла
4	Верно определена сера – 2 балла Верное уравнение реакции – 1 балл Верно определен состав фильтрата – 1 балл	4 балла
5	Верно рассчитан объем – 2 балла	2 балла
		<b>ИТОГО: 12 баллов</b>

**Задача 7**

1. Уравнение реакции разложения Y наводит на мысль, что Y –  $\text{H}_2\text{O}_2$ , тогда A – это  $\text{O}_2$ . X – окислитель, содержащий калий и в нейтральной среде принимающий три электрона. Из веществ, используемых в быту, подходит  $\text{KMnO}_4$ , тогда B –  $\text{MnO}_2$ . Можно предположить, что третье вещество Z тоже используется в качестве антисептика.

Вещество C содержит минимум один атом водорода и три атома кислорода, из чего можно предположить, что C – это кислота с формулой  $\text{HIO}_3$ , из этого следует, что Z – это простое вещество  $\text{I}_2$ . Из веществ, используемых в быту, подходит только  $\text{I}_2$ , тогда C –  $\text{HIO}_3$ .

Уравнения реакций:



2. Реакция ускоряется в присутствии  $\text{KMnO}_4$ , так как при реакции  $\text{KMnO}_4$  с  $\text{H}_2\text{O}_2$  происходит образование  $\text{MnO}_2$ , который является катализатором разложения перекиси.

3. Во время периода индукции происходит накопление  $\text{HIO}_3$ . Данная реакция является автокаталитической (продукты реакции выступают в роли катализатора).

4. Все эти вещества используются в качестве антисептиков только в форме растворов.

**Система оценивания:**

1	За угаданные X, Y, Z по 2 балла За угаданные A, B, C, D по 1 баллу	10 баллов
2	Верное объяснение – 1.5 балла	1.5 балла
3	Верное объяснение – 2 балла	2 баллов
4	Применение – 1 балл Использование <b>только</b> в виде растворов – 0.5 балла	1.5 баллов
		<b>ИТОГО: 15 баллов</b>

**Задача 8**

1. Согласно условию, из кристаллогидратов пяти металлов с общей формулой  $\text{MSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  были получены оксиды соответствующих металлов. Можно представить оксиды металлов в общем в виде  $\text{MO}_n$  (где  $n = 1, \frac{3}{2}, 2$  для оксидов со степенью окисления металла +2, +3 и +4 соответственно).

Количества  $\text{MSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  и  $\text{MO}_n$  равны:

$$n(\text{MSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}) = n(\text{MO}_n)$$

$$\frac{m(\text{MSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O})}{M(\text{MSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O})} = \frac{m(\text{MO}_n)}{M(\text{MO}_n)}, \text{ следовательно } \frac{1}{M(M)+222.176} = \frac{m(\text{MO}_n)}{M(M)+16n}.$$

Отсюда получим выражение для молярной массы металла:

$$M(M) = \frac{222.176 \cdot m(MO_n) - 16n}{1 - m(MO_n)}$$

Найдём молярную массу первого металла ( $m(MO_n) = 0.163$ ):

при  $n = 1$   $M(M) = 24.15$  г/моль, значит, первый металл **Mg**.

Найдём молярную массу второго металла ( $m(MO_n) = 0.277$ ):

при  $n = \frac{3}{2}$   $M(M) = 51.93$  г/моль, значит, второй металл **Cr**.

Найдём молярную массу третьего металла ( $m(MO_n) = 0.283$ ):

при  $n = 1$   $M(M) = 65.38$  г/моль, значит, третий металл **Zn**.

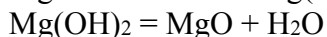
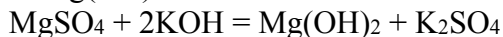
Найдём молярную массу четвёртого металла ( $m(MO_n) = 0.287$ ):

при  $n = \frac{3}{2}$   $M(M) = 55.77$  г/моль, значит, четвёртый металл **Fe**.

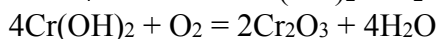
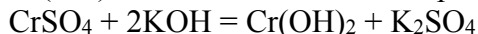
Найдём молярную массу пятого металла ( $m(MO_n) = 0.314$ ):

при  $n = 2$   $M(M) = 55.05$  г/моль, значит, пятый металл **Mn**.

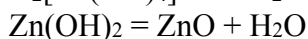
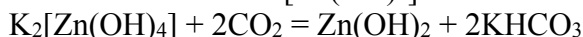
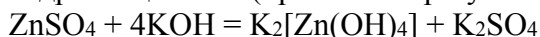
2.  $Mg(OH)_2$  можно количественно осадить раствором щёлочи, например KOH:



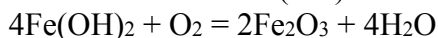
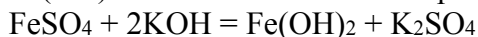
$Cr(OH)_2$  можно количественно раствором щёлочи (KOH) или аммиаком:



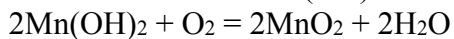
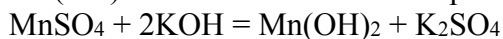
Цинк можно количественно осадить, пропуская углекислый газ через раствор гидроксоцинката (при этом образуется примесь основного карбоната):



$Fe(OH)_2$  можно количественно раствором щёлочи (KOH) или аммиаком:



$Mn(OH)_2$  можно количественно раствором щёлочи (KOH) или аммиаком:



#### Система оценивания:

1	Определение металла – по 1.5 балла,	7.5 баллов
2	Способ осаждения гидроксида металла (реакция) – по 0.5 балла Реакция прокаливании гидроксида – по 1 баллу	7.5 баллов
		<b>ИТОГО: 15 баллов</b>

**Сумма за все задачи: 133 балла**