

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.

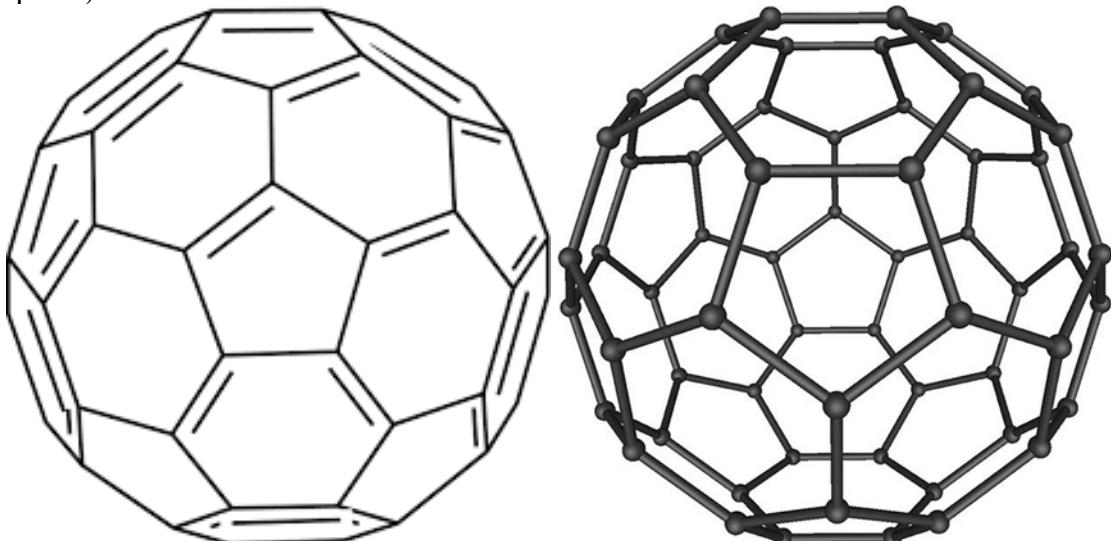
В отличие от ..., ... может быть положительной, отрицательной или равной нулю.

Задание 2. (И.И. Мустафин)

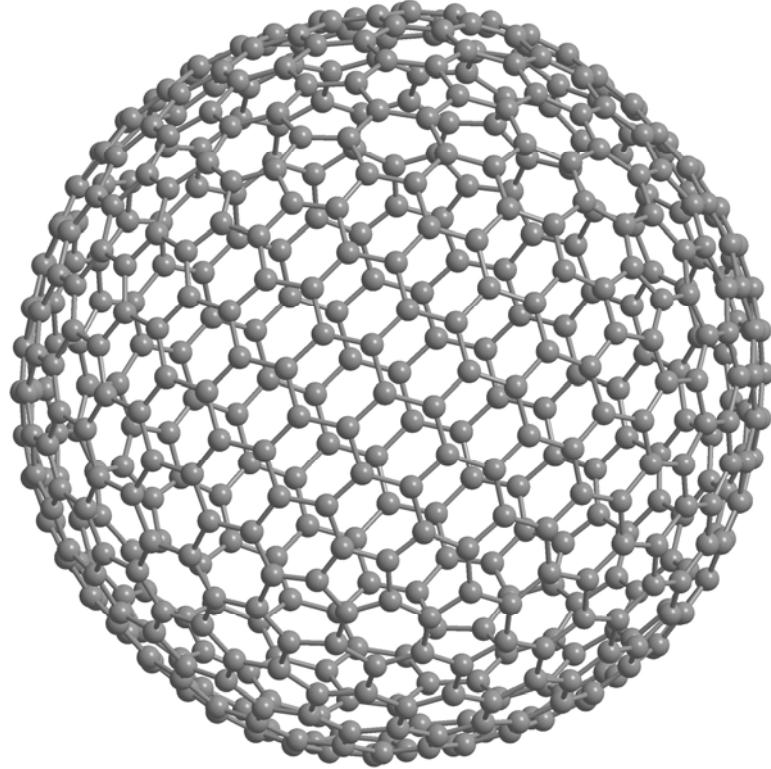
Границы любят

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 C₆₀, 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 $V - R + F = 2$, где V – количество вершин, R – количество рёбер, F – 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 твёрдых 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_2). При замещении всех гидроксильных групп получается вещество с формулой $C_6H_7O_2(NO_2)_3$.

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 углекислого газа CO_2 .

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

5. Во сколько раз увеличивается объём при разложении такого образца при 160 °C? Плотность твёрдой нитроцеллюлозы равна 1.6 г/см³, а мольный объём газов при 160 °C составляет 35.5 л/моль.

Задание 4. (И.А. Седов)

Непростые соли

В распоряжении химика оказалось пять неподписанных ампул с солями А–Е. 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 А выпал серо-зеленый гелеобразный осадок. При стоянии на воздухе он быстро приобрел бурый цвет. Из раствора В выпал голубой осадок. При нагревании осадок превратился в вещество черного цвета. Из раствора С 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 Д видимых изменений при добавлении щелочи не произошло. Раствор Е поменял свою окраску с оранжевой на желтую.

Если же к растворам солей добавить раствор нитрата серебра, то из растворов солей А, В и С выпадает белый осадок, растворимый в водном аммиаке. Из раствора Д выпадает ярко-желтый осадок, который не растворяется даже в концентрированном растворе аммиака. В случае Е образуется кирпично-красный осадок.

При нагревании твердая соль А теряет четверть массы, соль В – 11,3% массы, С – чуть меньше половины массы, а Д и Е массу не изменяют.

1. Установите формулы солей А–Е.

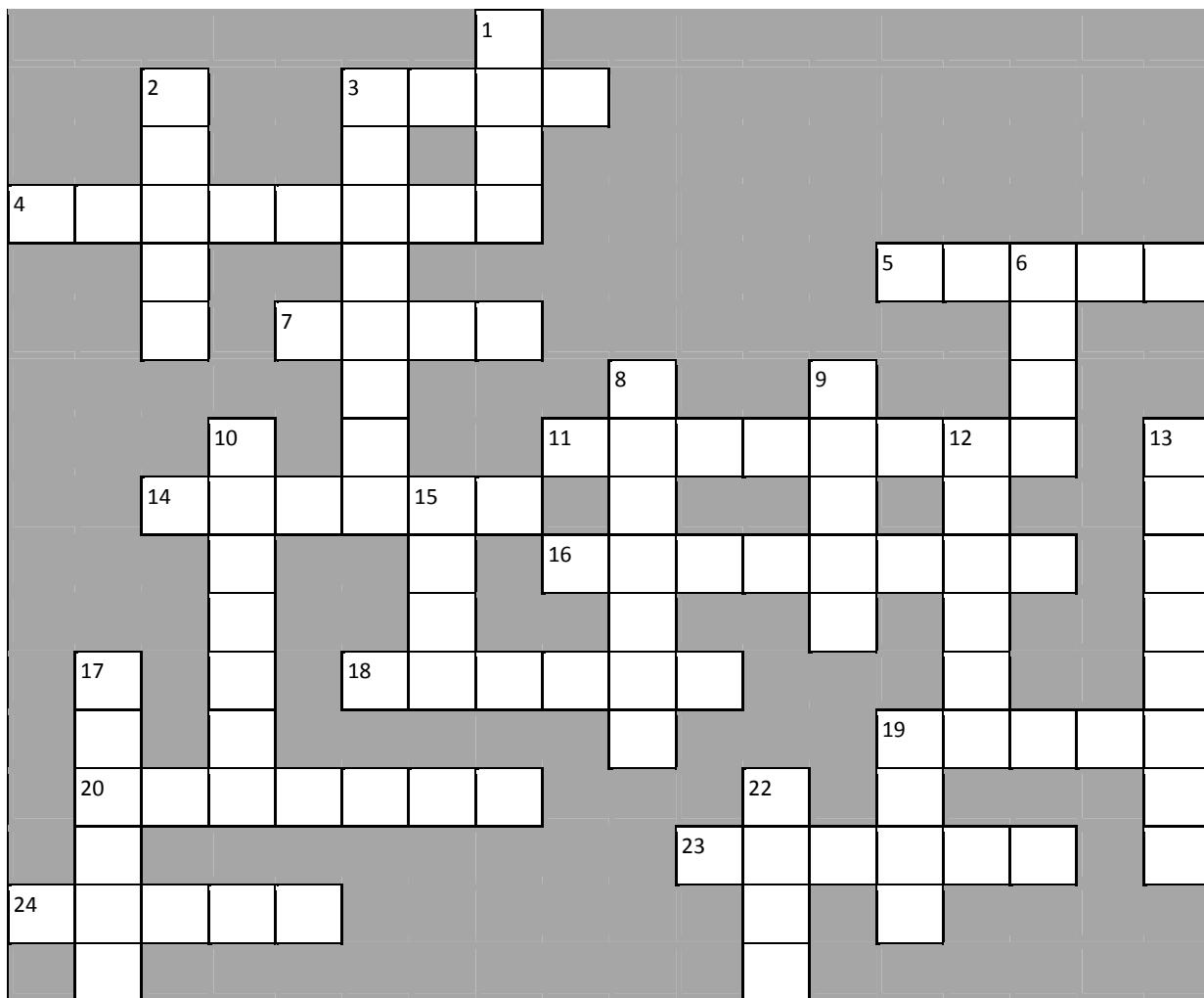
2. Приведите уравнения всех реакций, упомянутых в задаче.

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, FeS_2 – пирит, Na_2CO_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. H_2O . 4. $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$. 5. SiO_2 . 7. NaCl . 11. CaCO_3 . 14. CaCO_3 .
16. $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$. 18. $\text{Cu} + \text{Zn}$. 19. NaCl . 20. $\text{Cu}_2\text{CO}_3(\text{OH})_2$. 23. $\text{Cu} + \text{Zn}$. 24. Al_2O_3 .

По вертикали. 1. $(\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_5)_n$. 2. SiO_2 . 3. Al_2O_3 . 6. C. 8. Fe_3O_4 . 9. C. 10. $(\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_5)_n$.
12. $\text{Cu}_2\text{CO}_3(\text{OH})_2$. 13. Fe_3O_4 . 15. $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$. 17. CaCO_3 . 19. $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$. 22. H_2O .

Задание 6. (Д.Н. Болматенков) Фильтрый 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.

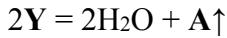
5. Какой объём (н.у.) газа **X** необходимо пропустить через раствор, полученный в первом опыте, чтобы после фильтрования состав фильтрата был точно таким же?

Задание 7. (Р.М. Фасхутдинов, И.А. Седов) Троє 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:

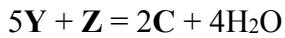


которая всегда сопровождается еще одной реакцией:

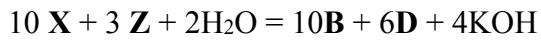


В отсутствии **X** вторая реакция протекает очень медленно.

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 $M\text{SO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 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:

1	Каждый пропуск (26 пропусков) – по 0.5 балла	13 баллов
ИТОГО: 13 баллов		

Задача 2

1. Атомы углерода в фуллерене находятся в вершинах многогранника, следовательно, **количество вершин** равно количеству атомов углерода в составе фуллера 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 фуллера, нетрудно заметить, что каждая вершина принадлежит одновременно трём граням, а каждое ребро одновременно двум граням. Пусть в составе фуллера 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 фуллере C_{540} равно **540**. Количество рёбер равно $\frac{3}{2} \cdot 540 = 810$.

Пусть в составе фуллера 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 шестиугольных 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 **пятиугольных граней равно 12**, а количество **шестиугольных – 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 $C_{60} \frac{1}{2} \cdot 60 = 30$).

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

Найдём количество атомов фтора в **A**:

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

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

Найдём количество двойных связей в **A**:

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

4. Выразим молярную массу щелочного металла в фуллериде **C**:

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

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

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

Выразим молярную массу щелочного металла в фуллериде **D**:

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

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

Выразим молярную массу щелочного металла в фуллериде **E**:

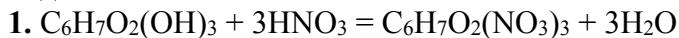
$$M(M) = \frac{M(C) \cdot y \cdot w(M)}{x(1-w(M))} = \frac{12 \cdot y \cdot 0.1568}{x(1-0.1568)}$$

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

Система оценивания:

1	Определение количества вершин – 0.5 балла Определение количества рёбер – 2 балла Определение количества пяти- и шестиугольных граней – по 2 балла	6.5 баллов
2	Определение количества вершин – 0.5 балла Определение количества рёбер – 2 балла Определение количества пяти- и шестиугольных граней – по 1 баллу	4.5 балла
3	Определение веществ A и B – по 2 балла Определение количества двойных связей в A – 1 балл	5 баллов
4	Определение веществ C , D и E – по 2 балла	6 баллов
ИТОГО: 22 балла		

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 :

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

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:

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

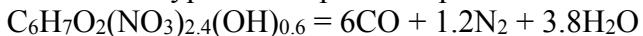
$$2x - 1 = (10 - x)/2$$

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

$$5x = 12$$

$$x = 2.4$$

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 $270/1.6 = 169$ см³ = 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

ИТОГО: 14 баллов

Задача 4

1. Решение задачи логичнее всего начать с определения последних двух солей. Соль **D** образует с нитратом серебра желтый осадок, не растворяющийся в аммиаке, а также не дает осадка со щелочью. Следовательно, **D** является иодидом какого-то щелочного металла, который также, согласно условию, входит в состав и других неизвестных солей. Соль **E**, 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 **A – C**, 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 **B**, 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 CuO черного цвета. Тогда состав соли **B** – Me₂[CuCl₄] · x H₂O. Подбирая щелочные металлы, а также целые числа кристаллизационной воды под потерю массы при нагревании (11.3%), получаем K₂[CuCl₄] · 2 H₂O. Тогда **D** – KI, **E** – K₂Cr₂O₇.

Соль **C**, 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 – $KAl(SO_4)_2 \cdot 12 H_2O$. Потеря массы при нагревании для данного соединения составляет 45.6%, что соответствует условию.

Наконец, соль **A**, приводящая к образованию серо-зеленого осадка со щелочью, буреющего на воздухе, указывает на железо (II), тогда двойная соль, вероятно, представляет собой сульфат. Простейший вариант $K_2Fe(SO_4)_2$ дает потерю 24.9% по массе при наличии 6 молекул кристаллизационной воды. Таким образом, **A** – $K_2Fe(SO_4)_2 \cdot 6 H_2O$.

2. Уравнения реакций:

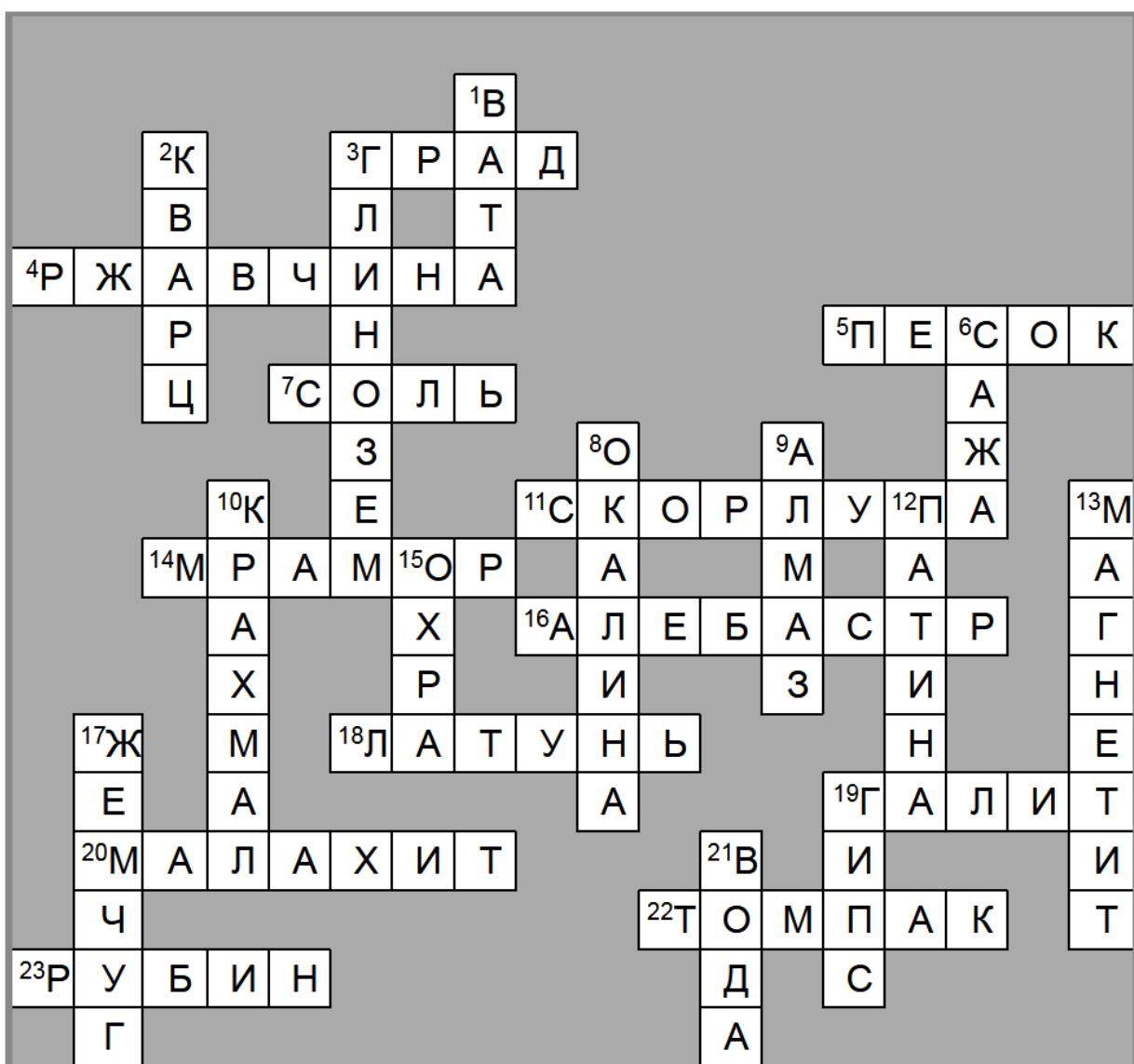
- 1) $K_2Fe(SO_4)_2 \cdot 6 H_2O + 2 NaOH = Fe(OH)_2 + K_2SO_4 + Na_2SO_4 + 6 H_2O$
- 2) $4 Fe(OH)_2 + O_2 + 2 H_2O = 4 Fe(OH)_3$
- 3) $K_2[CuCl_4] \cdot 2 H_2O + 2 NaOH = Cu(OH)_2 + 2 KCl + 2 NaCl + 2 H_2O$
- 4) $Cu(OH)_2 = CuO + H_2O$
- 5) $2 KAl(SO_4)_2 \cdot 12 H_2O + 6 NaOH = 2 Al(OH)_3 + K_2SO_4 + 3 Na_2SO_4 + 24 H_2O$
- 6) $Al(OH)_3 + NaOH = Na[Al(OH)_4]$
- 7) $Na[Al(OH)_4] + CO_2 = Al(OH)_3 + NaHCO_3$
- 8) $K_2Cr_2O_7 + 2 NaOH = K_2CrO_4 + Na_2CrO_4 + H_2O$
- 9) $K_2Fe(SO_4)_2 \cdot 6 H_2O + 4 AgNO_3 = 2 Ag_2SO_4 + Fe(NO_3)_2 + 2 KNO_3 + 6 H_2O$
- 10) $K_2[CuCl_4] \cdot 2 H_2O + 4 AgNO_3 = 4 AgCl + Cu(NO_3)_2 + 2 KNO_3 + 2 H_2O$
- 11) $KAl(SO_4)_2 \cdot 12 H_2O + 4 AgNO_3 = 2 Ag_2SO_4 + Al(NO_3)_3 + KNO_3 + 12 H_2O$
- 12) $AgCl + 2 NH_3 = [Ag(NH_3)_2]Cl$
- 13) $Ag_2SO_4 + 4 NH_3 = [Ag(NH_3)_2]_2SO_4$
- 14) $KI + AgNO_3 = AgI + KNO_3$
- 15) $K_2Cr_2O_7 + 2 AgNO_3 = Ag_2Cr_2O_7 + 2 KNO_3$
- 16) $K_2Fe(SO_4)_2 \cdot 6 H_2O = K_2Fe(SO_4)_2 + 6 H_2O$
- 17) $K_2[CuCl_4] \cdot 2 H_2O = K_2[CuCl_4] + 2 H_2O$
- 18) $KAl(SO_4)_2 \cdot 12 H_2O = KAl(SO_4)_2 + 12 H_2O$

Система оценивания:

1	Формулы солей D и E с <u>любым щелочным металлом</u> – по 2 балла Формулы солей A – C – по 2 балла	10 баллов
2	Уравнения реакций – по 0.5 балла	9 баллов
ИТОГО: 19 баллов		

2 typ

Задача 5



Система оценивания:

1	Каждое слово (23 слова) – по 1 баллу	23 балла
ИТОГО: 23 балла		

Задача 6

- Рассчитаем молярную массу X. $M = \frac{m}{n} = \frac{m_{H_2O}}{V_x : V_m} = \frac{1000 \cdot 0.0034}{2.24 : 22.4} = 34 \frac{\text{г}}{\text{моль}}$, следовательно, X – H₂S.
 - Аналогично можно рассчитать молярную массу Y. $M = 64 \frac{\text{г}}{\text{моль}}$, следовательно, Y – SO₂
 - 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.
 - X и Y реагируют в соотношении 2:1 с образованием серы
 $2\text{H}_2\text{S} + \text{SO}_2 = 3\text{S} + 2\text{H}_2\text{O}$
 Масса серы равна 4.8 г, следовательно, количество серы равно $\frac{4.8}{32} = 0.15$ моль. Количество SO₂ равно $\frac{1.12}{22.4} - \frac{0.15}{3} = 0$ моль. Количество H₂S равно $\frac{2.24}{22.4} - \frac{0.15}{3} = 0$ моль. Следовательно фильтрат – чистая вода.

5. Объем SO₂ должен быть в два раза меньше объема H₂S. V = 11.2 л.

Система оценивания:

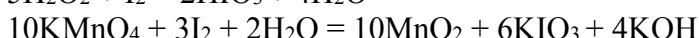
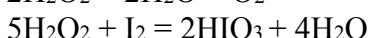
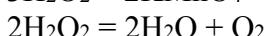
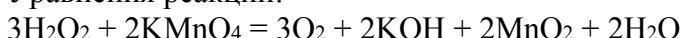
1	Верно определен X	2 балла
2	Верно определен Y	2 балла
3	Верно рассчитан объем – 1 балл Верно рассчитана концентрация – 1 балл	2 балла
4	Верно определена сера – 2 балла Верное уравнение реакции – 1 балл Верно определен состав фильтрата – 1 балл	4 балла
5	Верно рассчитан объем – 2 балла	2 балла
ИТОГО: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

Задача 7

1. Уравнение реакции разложения **Y** наводит на мысль, что **Y** – H₂O₂, тогда **A** – это O₂. X – окислитель, содержащий калий и в нейтральной среде принимающий три электрона. Из веществ, используемых в быту, подходит KMnO₄, тогда **B** – MnO₂. 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 HNO₃, из этого следует, что **Z** – это простое вещество Э₂. Из веществ, используемых в быту, подходит только I₂, тогда **C** – HIO₃.

Уравнения реакций:



2. Реакция ускоряется в присутствии KMnO₄, так как при реакции KMnO₄ с H₂O₂ происходит образование MnO₂, который является катализатором разложения перекиси.

3. Во время периода индукции происходит накопление HIO₃. 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 балла Использование только в виде растворов – 0.5 балла	1.5 баллов
ИТОГО: 15 баллов		

Задача 8

1. Согласно условию, из кристаллогидратов пяти металлов с общей формулой MSO₄ · 7H₂O были получены оксиды соответствующих металлов. Можно представить оксиды металлов в общем виде MO_n (где n = 1, $\frac{3}{2}$, 2 для оксидов со степенью окисления металла +2, +3 и +4 соответственно).

Количества MSO₄ · 7H₂O и 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**.

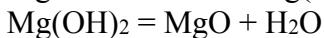
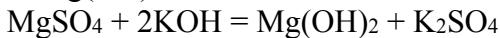
Найдём молярную массу четвёртого металла ($m(MO_n) = 0.287$):

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

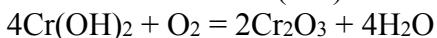
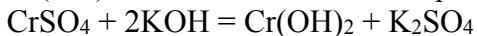
Найдём молярную массу пятого металла ($m(MO_n) = 0.314$):

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

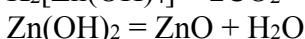
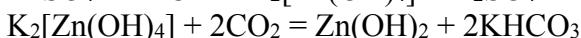
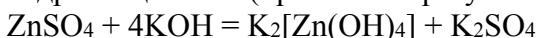
2. $Mg(OH)_2$ можно количественно осадить раствором щёлочи, например KOH:



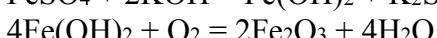
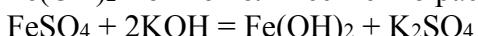
$Cr(OH)_2$ можно количественно раствором щёлочи (KOH) или аммиаком:



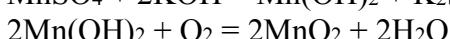
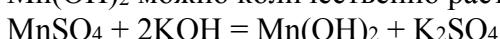
Цинк можно количественно осадить, пропуская углекислый газ через раствор гидроксоцинката (при этом образуется примесь основного карбоната):



$Fe(OH)_2$ 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 прокаливания гидроксида – по 1 баллу	7.5 баллов
ИТОГО: 15 баллов		

Сумма за все задачи: 133 балла