1 (8) **Филворд**

Установите соответствие между данными описаниями и химическими веществами, продуктами и материалами, спрятанными в филворде 10×10. Слова читаются слева-направо и сверху-вниз, и могут пересекаться между собой. Все слова в именительном падеже.

К	Р	А	Х	М	А	Л	Е	Я	С
И	Ч	Ш	Ф	Г	Р	А	Ф	И	Т
С	Ж	Е	Э	У	Ж	К	Б	В	Е
Л	Е	Д	Ю	Ш	У	Ф	С	Ч	К
О	Л	У	К	С	У	С	Д	Ц	Л
Р	Е	Р	Э	Ч	К	А	Б	Э	О
О	З	Л	П	С	П	Х	Я	Д	З
Д	О	П	С	О	Д	А	Б	К	Ю
К	Э	М	Е	Л	Л	Р	У	Э	В
З	З	Х	Г	Ь	Ч	Ц	Ю	З	С

1. Газ, который составляет примерно пятую часть воздуха и поддерживает горение.

2. Мягкое тёмно-серое вещество, из которого вместе с глиной делают стержни простых карандашей.

3. Белый порошок, который используют при выпечке. При добавлении к нему уксуса выделяются пузырьки газа. В быту его называют пищевой.

4. Металл, который служит основой стали. Во влажном воздухе он покрывается ржавчиной.

5. Вещество, которое содержится в картофеле и даёт тёмно-синее окрашивание при добавлении раствора йода.

6. Бытовое название хлорида натрия. Его добавляют в суп и используют при закваске овощей.

7. Прозрачный хрупкий материал, из которого делают бутылки, банки и многие лабораторные пробирки.

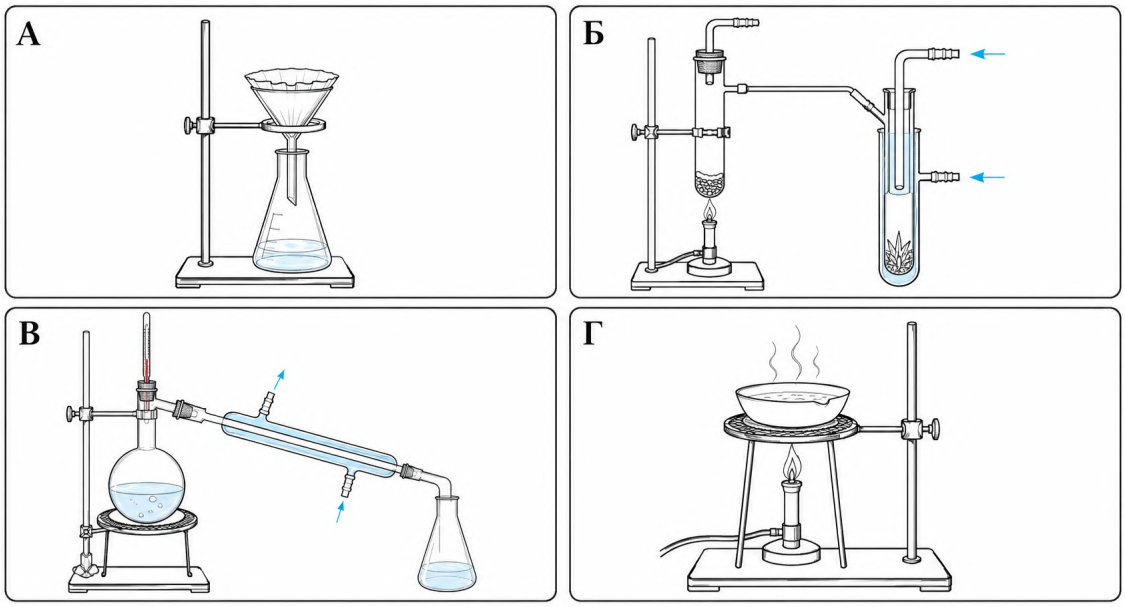
8. Жидкая приправа с кислым вкусом и резким запахом. Её добавляют в маринады; на бутылке часто указывают концентрацию 6 или 9 %.

9. Продукт, который получают из свёклы или тростника и добавляют в чай для сладости.

10. Мягкая белая горная порода, состоящая главным образом из карбоната кальция. Её кусочком можно писать на доске.

2 (8) **Разделение веществ**

В школьной лаборатории случайно смешались три твёрдых вещества: хлорид аммония NH_4Cl, хлорид натрия NaCl и чистый кварцевый песок SiO_2; примесями пренебречь. Для их разделения были собраны четыре лабораторные установки А–Г.



До разделения исходная масса смеси была равна 18,50 г. Первым этапом смесь аккуратно нагрели и полностью отделили один из компонентов. После этого масса оставшихся веществ составила 15,10 г. К остатку добавили избыток воды при 20 °C и отфильтровали смесь. Масса высушенного вещества на фильтре составила 5,10 г. Фильтрат упарили и получили чистое вещество. Примечание: SiO_2 в воде не растворяется. Потерь веществ при разделении нет, NaCl растворяется полностью.

1. Выберите одну из установок (А-Г), которая не использовалась при разделении.

2. Установите последовательность использования установок при разделении NH_4Cl, SiO_2 и NaCl.

3. Определите массовую долю каждого из трёх веществ в исходной смеси. Массовые доли выразите в процентах, округлите до десятых.

3 (8) Магические ядра

Отношение числа нейтронов N к числу протонов Z является одной из характеристик атомного ядра. Для устойчивых ядер характерное значение N/Z в целом изменяется при переходе от лёгких ядер к тяжёлым. Примечание: в задаче число у изотопа обозначает количество нуклонов (протонов Z + нейтронов N), количество же протонов Z равно номеру элемента в периодической таблице.

1. Рассчитайте отношение числа нейтронов к числу протонов N/Z для следующих изотопов щелочных металлов: ^{7}Li, ^{23}Na, ^{39}K, ^{85}Rb, ^{133}Cs. Ответ округлите до сотых.

2. На основании полученных в пункте 1 значений выберите верное описание изменения N/Z при переходе от ^{7}Li к ^{133}Cs:

☐ Значение N/Z последовательно возрастает

☐ Значение N/Z последовательно уменьшается

☐ Значение N/Z сначала уменьшается от ^{7}Li к ^{39}K, а затем возрастает к ^{133}Cs

☐ Значение N/Z практически не изменяется и остаётся равным 1

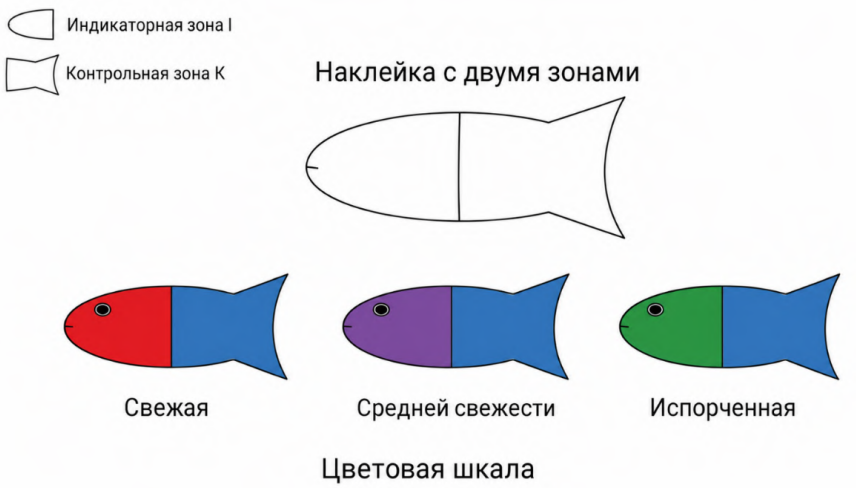
В оболочечной модели повышенная устойчивость некоторых ядер связана с заполнением ядерных оболочек. Числа протонов Z или нейтронов N, соответствующие заполненным

оболочкам, называют магическими: 2, 8, 20, 28, 50, 82, 126. Ядро называют магическим, если число протонов или число нейтронов является магическим, и дважды магическим, если магическими являются одновременно Z и N.

3. Определите дважды магические ядра с N = Z, соответствующие магическим числам 2, 8, 20, 28 и 50. Приведите изотопы в порядке увеличения массового числа в следующем виде: 7Li (для изотопа лития с 7 нуклонами).

4 (8–9) «Умная» наклейка для рыбы

На рыбном заводе испытывают наклейку для упаковки рыбы: смесь газов замедляет порчу, а наклейка обнаруживает летучие продукты размножения микроорганизмов без вскрытия упаковки. На рисунке показана такая наклейка.



Рабочая зона *I* содержит антоцианы краснокочанной капусты. Для этой части наклейки установлено: в кислой среде она красная, в нейтральной — фиолетовая, в щелочной — зелёная. Изменение цвета зоны *I* происходит только во влажной плёнке. После высыхания она сохраняет исходный фиолетовый цвет независимо от состава газовой среды.

В лаборатории исследовали действие трёх газов: CO_2, N_2 и NH_3 на цвет влажной зоны *I*.

Газ	Цвет влажной зоны
X	Красный
Y	Фиолетовый
Z	Зелёный

1. Установите соответствие между обозначением и формулой газа.

В три разные упаковки, заполненные воздухом, газом *X* и газом *Y* соответственно, поместили кусочки рыбы одинаковой массы и хранили одинаковое время при одной температуре. Из каждой упаковки сделали одинаковый посев на питательную среду. Чем больше жизнеспособных микроорганизмов было в пробе, тем больше колоний появилось. Результат для воздуха приняли за 100 условных единиц.

Газ в упаковке	Относительное число колоний, условные единицы	Форма упаковки
Воздух	100	Не изменилась
X	20	Упаковка сжалась
Y	80	Не изменилась

Известно, что газ X растворяется во влаге значительно лучше газа Y.

2. Почему в упаковках обычно используют смесь X с Y? Выберите все подходящие варианты:

☐ X заметно тормозит рост микроорганизмов

☐ Y тормозит рост микроорганизмов сильнее X

☐ Y растворяется слабее и помогает упаковке сохранять форму

☐ X нужен только для заполнения свободного объёма

При порче рыбы образуются летучие вещества, в том числе и газ Z. Наклейка имеет рабочую зону I и контрольную зону K. Калибровка дала следующие результаты:

Условия	Зона I	Зона K
Влажно, газа нет	Фиолетовая	Синяя
Влажно, газ есть	Зелёная	Синяя
Сухо, газ есть	Фиолетовая	Белая

3. Какую проблему обнаруживает контрольная зона K? Выберите правильный вариант:

☐ Пересыхание наклейки

☐ Чрезмерное увлажнение наклейки

☐ Накопление газа Z

☐ Исчезновение газа X

4. В гибкую упаковку внесли 100 мл смеси газов X и Y. При охлаждении 80 % газа X растворяется во влаге продукта, а газ Y практически не растворяется. Чтобы упаковка не сжалась слишком сильно, в газовой фазе должно остаться не менее 60 мл газа. Какой максимальный объём газа X можно взять для приготовления исходной смеси? Ответ выразите в миллилитрах, округлите до целых.

5. У исправной влажной наклейки зона I оказалась фиолетовой, а зона K — синей. Можно ли однозначно доказать отсутствие газа Z в этой упаковке? Выберите правильный вариант:

☐ Да, так как газ Z окрашивает влажную зону I наклейки в зелёный цвет

☐ Нет, так как газ Z обязательно присутствует в любой упаковке

☐ Нет, так как действия газов с щелочной и кислой средами могли частично компенсировать друг друга

☐ Нет, так как газ Z окрашивает влажную зону I наклейки в фиолетовый цвет

5 (8–9) Полтавская баталия



В 2026 году исполняется 315 лет со дня рождения Михаила Васильевича Ломоносова. Значительную часть своей научной и практической деятельности учёный посвятил разработке технологии цветных стёкол и смальты – возрождению мозаичного искусства в России. Для получения стёкол различных цветов и оттенков он проводил многочисленные химические опыты, а впоследствии организовал их производство. Одной из наиболее масштабных работ, созданных под руководством Ломоносова, стала мозаика «Полтавская баталия» — единственное завершённое панно из задуманного им цикла из двенадцати мозаичных картин, посвящённых деяниям Петра I.

Чтобы создать такую мозаику, потребовалось большое количество материала. В рамках задачи считайте, что общая масса мозаики составляет 10 тонн, из которых 1,8 тонн составляет медное основание и каркас.

Давайте посчитаем, сколько потребовалось бы сырья для создания копии мозаики с учётом, что масса окрашенного стекла составляет 82,8 % от массы использованного сырья, а 10 % стёкол будут разбиты в процессе сборки.

1. Вычислите общую массу сырья, необходимую для воссоздания мозаики. Ответ выразите в тоннах, округлите до десятых.

Для приготовления 100 г чистого неокрашенного стекла требуется 27,0 г поташа, 19,6 г известняка и 70,6 г песка. Также для блеска и разного цвета стекла нужны красители и свинцовый сурик (КС), их массовая доля в изготовленном стекле составляет 10 %.

2. Вычислите массу поташа, известняка, песка и КС, которая потребуется для создания копии мозаики. Ответ выразите в тоннах, округлите до десятых.

При недостатке поташа K_2CO_3 его возможно заменить эквимолярным, то есть тем же количеством моль кальцинированной соды Na_2CO_3.

3. Рассчитайте массу кальцинированной соды Na_2CO_3, необходимую для приготовления 100 г чистого стекла. Ответ выразите в граммах, округлите до десятых.

6 (9) Летучая зола



Сжигание твердых бытовых отходов в настоящее время – широко распространенная во всем мире технология утилизации. Летучая зола – это мелкодисперсные отходы, которые образуются в качестве побочного продукта в системе очистки дымовых газов и составляют до 2-3% от общего количества отходов. Она может стать устойчивым источником дополнительного материала для строительной промышленности.

Перед возможным использованием такой золы необходимо удалить из неё опасные растворимые вещества промывкой водой и оценить, какие вещества остаются в твёрдом остатке после этого.

По данным исследованная зола на мусоросжигающем заводе в Турине содержала

несколько кристаллических фаз: NaCl, KCl, $K_2Ca(SO_4)_2 \cdot H_2O$, $CaSO_4$, $CaCO_3$, SiO_2, $Ca_2Al_2SiO_7$, а также значительную долю аморфной фазы. В таблице представлены массовые доли данных фаз.

Минералогический состав (мас.%) летучей золы до промывки.

Фаза	Формула	Массовая доля в золе, %	Масса в 100 г золы, г
Галит	NaCl	12	12
Сильвин	KCl	8	8
Сингенит	$K_2Ca(SO_4)_2 \cdot H_2O$	7	7
Ангидрит	$CaSO_4$	10	10
Кальцит	$CaCO_3$	6	6
Гипс	$CaSO_4 \cdot 2\,H_2O$	—	—
Кварц	SiO_2	2	2
Геленит	$Ca_2Al_2SiO_7$	4	4
Аморфная фаза	стекловидная/неупорядоченная часть	51	51

1. Выберите хорошо растворимые соединения в составе летучей золы из списка приведённых, считайте, что они растворяются при промывке полностью:

☐ NaCl

☐ KCl

☐ $CaSO_4$

☐ $CaCO_3$

☐ SiO_2

☐ $Ca_2Al_2SiO_7$

Считайте, что в аморфной фазе растворяется только треть её массы.

2. Рассчитайте массу аморфной фазы в твёрдом остатке после промывки 100 г золы избытком воды. Ответ выразите в граммах, округлите до целых.

Сингенит $K_2Ca(SO_4)_2 \cdot H_2O$ в ходе промывки превращается в гипс $CaSO_4 \cdot 2\,H_2O$. В условии задачи считайте гипс и ангидрит нерастворимым, превращением гипса в ангидрит и наоборот пренебрегите.

3. Рассчитайте массу гипса в твёрдом остатке после промывки 100 г золы, считая, что сингенит превращается в гипс полностью. Ответ выразите в граммах, округлите до сотых.

4. Рассчитайте массу твёрдого остатка после промывки 100 г золы. Ответ выразите в граммах, округлите до сотых.

5. Рассчитайте массовую долю всех фаз в твёрдом остатке. Ответ выразите в процентах, округлите до целых.

7 (9–10) **Клинок Тутанхамона**



В 1922 году экспедиция Говарда Картера обнаружила гробницу египетского фараона Тутанхамона. При исследовании мумии в 1925 году среди погребальных предметов были найдены два кинжала. Один из них, лежавший вдоль правого бедра фараона, имел железный клинок, золотую рукоять с декоративными вставками и навершие из горного хрусталя.

В 2016 году было установлено, что сплав содержит значительную долю никеля и около 0,58 % кобальта по массе; основной компонент — железо. Обнаруженное содержание никеля и характерное отношение Ni/Co хорошо соответствуют железным метеоритам и существенно отличаются от большинства древних изделий из железа, полученного восстановлением земных руд.

Рассмотрим два модельных образца минералов: никеленосный гётит, состав которого для расчётов условно записан как $(Fe_{0,98}Ni_{0,02})O(OH)$, и пентландит условного состава $(Fe_{4,5}Ni_{4,5})S_8$.

Представьте, что из каждого минерала все содержащиеся в нём железо и никель количественно переведены в металлическое состояние, а остальные элементы полностью удалены. Полученный металлический продукт считать сплавом, состоящим только из Fe и Ni.

1. Рассчитайте массу железа и никеля, которые теоретически можно получить из 100 г каждого минерала. Ответы выразите в граммах, округлите до десятых. Также определите массовую долю никеля в полученных сплавах. Ответы выразите в процентах, округлите до десятых.

Пробу металлического сплава массой 1,000 г, состав которой соответствует составу клинка, растворили при нагревании в избытке разбавленной азотной кислоты. Единственным продуктом восстановления азотной кислоты считайте NO. В рамках задачи считать, что проба состоит только из Fe, Ni и Co, с массовой долей кобальта 0,58 %.

2. Запишите уравнения реакций растворения железа и никеля в разбавленной азотной кислоте, если дополнительно известно, что железо даёт соединение Fe(III), а никель — Ni(II). В качестве ответов приведите суммы минимальных целочисленных коэффициентов реакций.

К полученному раствору постепенно добавили водный раствор аммиака, а затем его избыток. При этом выпал бурый осадок индивидуального вещества **А**, а остальные ионы металлов остались в растворе в виде аммиачных комплексов. Осадок отделили, тщательно промыли и прокалили на воздухе до постоянной массы. Масса полученного вещества **Б** составила 1,266 г.

3. Определите вещества **А-Б**. Рассчитайте массовую долю железа и никеля в исходном образце. Ответы выразите в процентах, округлите до десятых.

8 (9–10) **Английские ванны**



Флоатинг-ванна – неглубокий резервуар с тёплым концентрированным раствором сульфата магния. Раствор плотнее тела человека, поэтому выталкивающая сила позволяет спокойно лежать на поверхности, что расслабляет мышцы и снимает стресс. Температура поддерживается на уровне 35,0 °C, а средняя плотность раствора составляет

1,27 кг/л, при этом массовая доля $MgSO_4$ в растворе равна 24,0 %.

1. Рассчитайте необходимую массу безводного $MgSO_4$ и массу воды для организации флоатинг-ванны объёмом 150 литров. Ответы выразите в килограммах, округлите до десятых.

На практике используют не безводный сульфат магния, а кристаллогидрат А $MgSO_4 \cdot nH_2O$. При нагревании 12,30 г кристаллогидрата А до постоянной массы при температуре около 350 °C можно получить 6,00 г безводного $MgSO_4$.

2. Определите число молекул воды в кристаллогидрате n.

3. Рассчитайте массу кристаллогидрата А и воды для приготовления той же флоатинг-ванны. Ответы выразите в килограммах, округлите до десятых.

При создании одной из флоатинг-ванн использовали 100 л жёсткой воды, концентрация Ca^{2+} в которой была равна 2,85 ммоль/л. В результате образовался белый осадок сульфата кальция. Для оценки считайте, что весь Ca^{2+} количественно осаждается в виде $CaSO_4$.

4. Рассчитайте массу осадка $CaSO_4$. Ответ выразите в граммах, округлите до десятых.

Через определённое время работы ванны из неё отобрали пробу раствора массой 10,00 г. Пробу подкислили HCl, добавили избыток раствора $BaCl_2$, осадок отфильтровали, промыли и высушили до постоянной массы. Масса $BaSO_4$ составила 4,56 г.

5. Определите массовую долю $MgSO_4$ в пробе. В пробе все сульфат-ионы относятся к $MgSO_4$, примеси отсутствуют. Ответ выразите в процентах, округлите до сотых.

9 (10–11) **Печень акулы**

Значительную часть вещества **A** на рисунке 1 получают из печеночного жира глубоководных акул, где он составляет обычно 40–60% массы печени. Данное соединение благотворно влияет на здоровье человека, и для удовлетворения растущего спроса ежегодно уничтожается от трех до шести миллионов глубоководных акул.

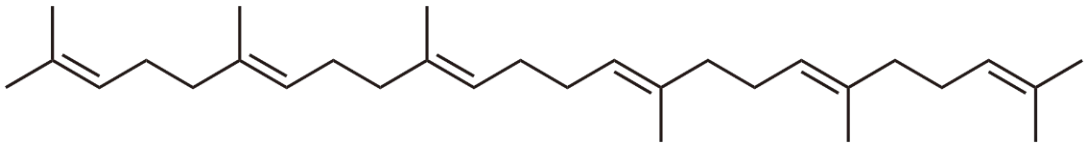


Рисунок 1. Соединение **A**

1. Приведите брутто-формулу соединения **A**.

Главное промышленное использование **A** – его полное гидрирование водородом с получением алкана, который используется в косметике как эмолент, смягчающий и липидовосполняющий компонент.

2. Приведите сумму минимальных целочисленных коэффициентов реакции **A** с избытком водорода, включая единичные.

3. Рассчитайте, какой объём водорода при н.у. потребуется для полного гидрирования 1 кг **A** до алкана. Ответ выразите в литрах, округлите до целых.

4. Назовите полученный после гидрирования алкан по ИЮПАК, используя таблицу.

Номенклатура нормальных алканов, содержащих 20-30 атомов углерода

Число атомов углерода в цепи	Алкан	Число атомов углерода в цепи	Алкан
20	эйкозан / икозан	26	гексакозан
21	генэйкозан	27	гептакозан
22	докозан	28	октакозан
23	трикозан	29	нонакозан
24	тетракозан	30	триаконтан
25	пентакозан		

Сальные железы человека вырабатывают соединение **A** для защиты нижних слоев структуры кожи от окисления атмосферными окислителями, такими как свободные радикалы и озон. Доля вещества **A** в составе кожного сала человека составляет всего 5–15%, но это примерно 48% от всех ненасыщенных двойных связей в нём, что делает его одним из наиболее реакционноспособных компонентов кожного сала человека. В реакции **A** с озоном происходит разрыв двойных связей с образованием карбонильных соединений в качестве основных продуктов.

Всего считайте, что образуется 5 основных кислородсодержащих продуктов, при этом молекулы продуктов с одним атомом кислорода содержат меньше 14 атомов углерода, а молекулы продуктов с двумя атомами кислорода содержат меньше 9 атомов углерода. Считайте, что при озонолизе **A** образуются только альдегиды и кетоны.

5. Приведите брутто-формулы пяти основных кислородсодержащих продуктов реакции **A** с озоном в порядке увеличения молекулярной массы.

10 (10–11) **Против коррозии**

Молекула **X** используется для защиты меди и её сплавов от коррозии с середины XX века. При взаимодействии с поверхностью меди **X** способен образовывать плотный защитный слой, препятствующий контакту поверхности металла с водой и растворёнными в ней ионами. Исследования поверхности меди показывают, что при адсорбции молекулы депротонируются, а образующиеся частицы связываются с атомами меди.

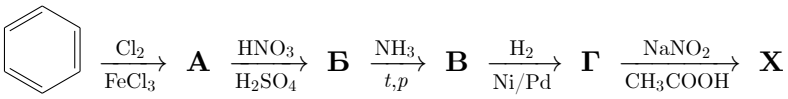


При исследовании защитного слоя, образующегося на поверхности меди в присутствии **X**, были обнаружены два типа медьсодержащих комплексов. Результаты элементного анализа этих соединений приведены в таблице.

Комплекс	ω(C), %	ω(H), %	ω(N), %	ω(Cu), %
I	39,67	2,22	23,13	34,98
II	48,08	2,69	28,03	21,20

1. Установите простейшие брутто-формулы комплексов *I* и *II* на основании приведенных значений массовых долей элементов.

Одним из возможных путей получения **X** из бензола может быть представлена следующая последовательность превращений:



На стадии 2 при нитровании образуется смесь изомерных продуктов; для дальнейшего синтеза используют **орто-изомер**.

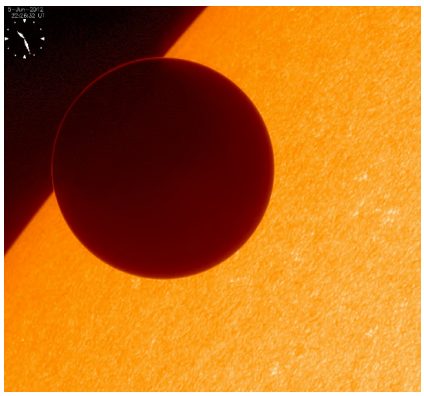
2. Установите структурные формулы веществ **А-Г** и **Х**. В качестве ответа запишите их молекулярные массы, ответ выразите в г/моль, округлите до десятых.

При формировании плотного защитного слоя на поверхности меди депротонированные частицы **Х** ориентируются преимущественно перпендикулярно поверхности. По результатам моделирования площадь поверхности, приходящаяся на одну такую частицу в данном металлоорганическом слое, составляет приблизительно 30 Å^2 (1 Å $= 10^{-10}$ м).

Медную пластинку прямоугольной формы размером 5,00 × 10,00 см обработали избытком **Х**. Считайте, что обе большие поверхности пластинки полностью покрылись одним плотным слоем депротонированных **Х**-частиц, а площадью торцов можно пренебречь.

3. Рассчитайте, насколько увеличится масса медной пластинки после образования защитного слоя. Ответ выразите в микрограммах, округлите до десятых.

11 (10–11) **Атмосфера Венеры**



В 2026 году со дня рождения Михаила Васильевича Ломоносова исполняется 315 лет. Учёный занимался самыми разными науками – от химии и физики до астрономии. Его именем назван эффект, связанный с атмосферой Венеры. Во время прохождения Венеры по диску Солнца в 1761 году Ломоносов заметил у края планеты тонкий светлый ободок – ауреолу – и сделал вывод, что у Венеры есть атмосфера.

По современным данным около 96,5 % объёма атмосферы Венеры приходится на газ *А*, а около 3,5 % – на газ **Б**. Примесями в этой задаче пренебрегите. Средняя молярная масса газовой смеси равна 43,45 г/моль. У поверхности планеты температура составляет около 740 K, а давление около 9,2 МПа.

1. Выберите, какое оптическое явление позволило Ломоносову обнаружить атмосферу Венеры:

☐ Отражение

☐ Преломление

☐ Дифракция

☐ Поляризация

В лабораторных условиях была подготовлена газовая смесь, соответствующая составу атмосферы на Венере. Сначала пробу данной смеси пропустили через избыток раствора NaOH, газ **А** полностью поглотился, а газ **Б** остался. Оставшийся газ пропустили над нагретым магнием, при этом образовалось соединение **В**. При действии воды на вещество **В** выделился газ с резким запахом, окрашивающий влажную лакмусовую бумагу в синий цвет.

2. Определите формулы веществ **А**-**В**.

3. Составьте уравнение реакции соединения **В** с водой. В ответе укажите минимальную сумму целочисленных коэффициентов данной реакции.

В средних слоях атмосферы Венеры, на высотах 60-110 км, среди примесных компонентов заметную долю составляет полярный газ **Г**. Он образуется при диссоциации газа **А** под действием ультрафиолетового излучения Солнца.

4. Определите формулу газа **Г**.

В атмосфере Венеры также присутствуют облачные аэрозоли с серной кислотой. Предположим, зонд собрал 0,250 г облачного аэрозоля. После растворения пробы в воде на её полную нейтрализацию израсходовали 40,0 мл раствора NaOH с концентрацией 0,100 моль/л. Считайте, что весь NaOH израсходован на нейтрализацию H_2SO_4.

5. Рассчитайте массовую долю H_2SO_4 в аэрозоле. Ответ выразите в процентах, округлите до десятых.

12 (11) **Холод из пакета**



Мгновенные охлаждающие пакеты используют при ушибах и спортивных травмах. Такой пакет обычно состоит из двух изолированных друг от друга частей: одна содержит воду, другая — твёрдое вещество. При сдавливании пакета внутренняя перегородка разрушается, компоненты смешиваются, и температура содержимого изменяется.

Не каждое вещество подходит для изготовления охлаждающего пакета. Одни вещества растворяются в воде с поглощением теплоты, другие — с её выделением, а некоторые при контакте с водой вступают в химическую реакцию.

В таблице приведены шесть веществ и значения тепловых эффектов соответствующих процессов при взаимодействии 1 моль вещества с избытком воды.

	Вещество	Формула	M, г/моль	Q, кДж/моль
1	Мочевина	$CO(NH_2)_2$	60,1	−15,3
2	Гидроксид натрия	NaOH	40,0	+44,4
3	Карбид кальция	CaC_2	64,1	+127,2
4	Нитрат аммония	NH_4NO_3	80,0	−25,7
5	Хлорид кальция, безводный	$CaCl_2$	111,0	+81,3
6	Хлорид аммония	NH_4Cl	53,5	−14,8

1. Сопоставьте каждое из веществ таблицы с характером его взаимодействия с водой:

☐ Растворяется в воде с выделением теплоты.

☐ Растворяется в воде с поглощением теплоты.

☐ Разлагается водой с образованием новых веществ.

При исследовании одного охлаждающего пакета установили, что в нём содержится 100 г воды и 30 г неизвестного вещества **X**. До активации оба компонента имели температуру 22,0 °C, а после полного растворения **X** температура смеси стала равна 3,5 °C.

2. Для каждого вещества из таблицы, растворение которого сопровождается поглощением теплоты, рассчитайте массу вещества, необходимую для понижения температуры

содержимого пакета до 3,5 °C. Ответы выразите в граммах, округлите до десятых. Ответы заполняйте согласно порядку следования веществ в таблице. При расчётах примите удельную теплоёмкость воды равной $c = 4{,}18$ Дж/(г·°C). Считайте, что рассчитанная масса вещества растворяется полностью, а теплоёмкостью растворённого вещества, его вкладом в теплоёмкость конечного раствора и теплообменом пакета с окружающей средой пренебрегите.

3. Определите вещество **X**. Выберите правильный вариант:

☐ Мочевина

☐ Гидроксид натрия

☐ Карбид кальция

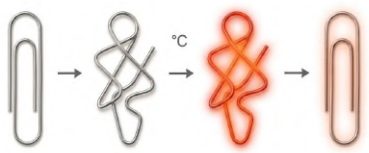
☐ Нитрат аммония

☐ Хлорид кальция, безводный

☐ Хлорид аммония

13 (11) **Скрепка**

После лабораторного занятия студент обнаружил среди демонстрационных материалов серебристую скрепку без маркировки. Было известно лишь, что материал скрепки представляет собой сплав двух металлов. После деформации при комнатной температуре скрепка сохраняла изменённую форму, однако при нагревании возвращалась к первоначальной.



Студент решил установить состав сплава. Для дальнейшего исследования несколько скрепок общей массой 1,865 г измельчили и поместили вместе с избытком приблизительно 7 М серной кислоты в герметичный лабораторный автоклав. Смесь выдерживали при 200 °C в течение 2 часов, после чего охладили. При таких условиях образец полностью перешёл в раствор.

В сернокислой среде растворённую форму **металла 1** можно представить соединением Me_1OSO_4. При растворении **металла 1** серная кислота восстанавливалась до оксида серы (IV). Затем раствор разбавили водой и нагрели. При этом соединение **металла 1** количественно подверглось гидролизу и образовался белый студенистый осадок, а соединение второго металла осталось в растворе. Осадок отфильтровали, промыли и прокалили до постоянной массы. Получили 1,398 г белого вещества **А**.

Вещество **А** практически нерастворимо в воде и разбавленных минеральных кислотах, но медленно растворяется при нагревании в концентрированной серной кислоте. К небольшой части полученного при этом раствора добавили пероксид водорода; раствор приобрёл интенсивную жёлто-оранжевую окраску.

1. Определите **металл 1** и вещество **А**. Составьте уравнение реакции **металла 1** с серной кислотой, в качестве ответа укажите минимальную целочисленную сумму коэффициентов.

Из фильтрата, оставшегося после отделения **А**, студент отобрал небольшую пробу и добавил к ней раствор гидроксида натрия. Выпал зелёный осадок вещества **Б**. При добавлении кислоты осадок **Б** растворялся.

К основной части фильтрата добавили избыток концентрированного раствора аммиака. Получился фиолетовый раствор, содержащий комплексный катион **В металла 2** с молярной массой 161 г/моль. После добавления избытка иодида калия и выдерживания раствора выделились фиолетовые кристаллы соединения **Г** массой 4,862 г с выходом **x** %.

2. Определите **металл 2** и вещества **Б** и **Г**.

3. Рассчитайте теоретическую массу соединения **Г**, которую можно было получить из исходной навески, ответ выразите в граммах, округлите до десятых. Определите выход **x** его получения, ответ выразите в процентах, округлите до целых.

4. Почему азотная кислота является неудачным выбором для полного разложения исследуемого сплава? Выберите правильный вариант:

☐ Оба металла совершенно не реагируют с азотной кислотой

☐ Один из металлов образует на поверхности устойчивый оксидный слой, затрудняющий дальнейшее растворение сплава

☐ Азотная кислота восстанавливает один из металлов до степени окисления +2

☐ Нитраты обоих металлов нерастворимы в воде

5. Рассчитайте атомное отношение металлов. В качестве ответа запишите стехиометрическую целочисленную формулу основной интерметаллической фазы сплава.

6. Определите координационное число и геометрию комплексного катиона **В**. Выберите правильный вариант:

☐ Линейное

☐ Тригонально-плоское

☐ Тетраэдрическое

☐ Квадратно-плоское

☐ Тригонально-бипирамидальное

☐ Квадратно-пирамидальное

☐ Октаэдрическое