

ВСЕРОССИЙСКАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ
ПО ХИМИИ.
МУНИЦИПАЛЬНЫЙ ЭТАП. 8 КЛАСС

Общие указания: если в задаче требуются расчёты, они обязательно должны быть приведены в решении. Ответ, приведённый без расчётов или иного обоснования, не засчитывается.

Задание 1. Тела, элементы и простые вещества

Названия элементов и простых веществ в русском языке чаще всего совпадают. Но есть и исключения.

1) В приведённом ниже перечне выберите: (а) тела, (б) простые вещества, (в) химические элементы. Разместите их в отдельных столбцах таблицы. Для элементов запишите их символы, для простых веществ – названия.

2) Одно из приведённых названий элемента-неметалла – устаревшее, оно сейчас не используется в литературе. Догадайтесь, о каком неметалле идёт речь, и запишите его современный символ.

3) Два из перечисленных элементов образуют несколько простых веществ. Назовите эти элементы.

Перечень:

алмаз, кислород, озон, олово, марганец, кристалл, углерод, солерод, водород, уголь, бриллиант.

Элементы	Простые вещества	Тела

Задание 2. Распознавание жидкостей

В трёх закрытых склянках без надписей находятся дистиллированная вода, раствор пероксида водорода, газированная вода (вода, насыщенная углекислым газом). Какое простое лабораторное оборудование необходимо, чтобы определить содержимое склянок? Опишите план распознавания без использования дополнительных реактивов. Если в процессе распознавания веществ лежит химическая реакция, то запишите её в виде химического уравнения.

Задание 3. Минерал магнезита

Один из минералов магнезита состоит из трёх элементов, два из которых – неметаллы 2-го периода. Состав этого вещества в атомных и массовых процентах приведён в таблице:



Элемент	Mg	Первый неметалл	Второй неметалл
Содержание, атомн. %	20	20	60
Содержание, масс. %	28,6	14,3	57,1

1. Определите формулу минерала. Ответ подтвердите расчётом.
2. При сильном нагревании минерал разлагается, образуя сложное вещество **Z**. Оно используется в производстве огнеупорных материалов, которые способны выдерживать очень высокие температуры. Напишите уравнение реакции и назовите вещество **Z**.

Задание 4. Горючий газ

Газообразное при обычных условиях вещество **Z** входит в состав газа для зажигалок. Его молекула состоит из трёх атомов углерода и атомов водорода. При сгорании газа **Z** образуются углекислый газ и вода. Масса образующегося углекислого газа в 3 раза больше массы вещества **Z**. Установите формулу **Z**. Напишите уравнение реакции горения. Во сколько раз масса образовавшейся воды больше массы сгоревшего **Z**?

Задание 5. Гидразин и его свойства

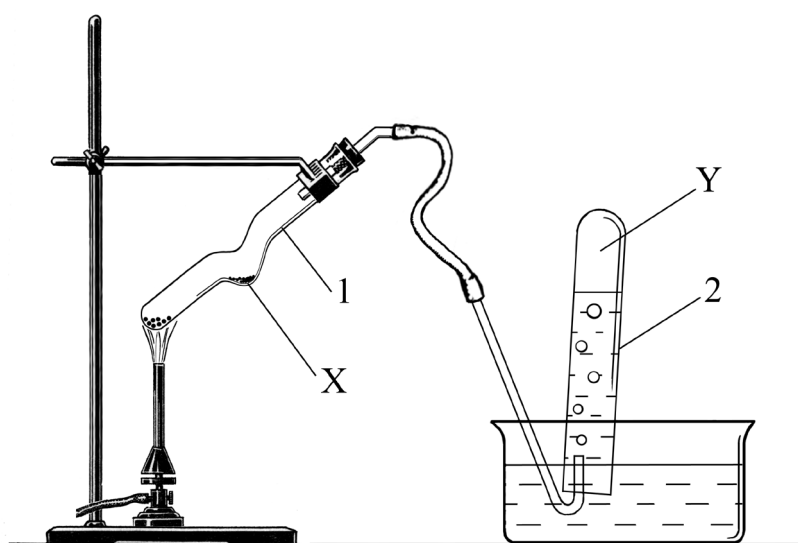
Гидразин – химическое соединение, состоящее из азота и водорода. Число атомов азота в гидразине составляет 1/3 от общего числа атомов.

- 1) Составьте истинную химическую формулу гидразина, зная, что азот в нём трёхвалентен. Изобразите структурную формулу гидразина.
- 2) Рассчитайте массовую долю азота в гидразине.
- 3) На воздухе гидразин горит, образуя одно простое и одно сложное вещество. Оба эти вещества широко распространены в природе. Запишите уравнение реакции горения гидразина.
- 4) Изобразите структурную формулу простейшего соединения азота с водородом, в котором азот трёхвалентен.

Задание 6. Анализ мази

Юные химики решили исследовать состав мази, которая используется как наружное средство при заболеваниях глаз и кожи. Читая этикетку, они узнали, что мазь содержит всего два компонента: мазевую основу (вазелин) и действующее вещество. Небольшое количество мази поместили в стакан и добавили очищенный бензин, хорошо перемешали смесь. На дно стакана осело вещество жёлтого цвета, которое отфильтровали и ещё раз хорошо промыли.

Полученное вещество поместили в пробирку с изгибом (см. рисунок) и нагрели. В результате реакции образовались два простых вещества: металл **X**, серебристые капли которого осели в колене пробирки (1), и газ **Y**. Газ **Y** собрали вытеснением воды во вторую пробирку (2).



Если в пробирку с газом **Y** внести тлеющую лучинку, то она вспыхивает. **X** – металл, жидкий при обычных условиях, который не реагирует ни с соляной, ни с разбавленной серной кислотами. Точные измерения показывают, что из 868 мг вещества, выделенного из мази, удаётся получить 804 мг металла **X**.

1 Определите вещества **X** и **Y**. Какое вещество выделили из мази? Ответ подтвердите расчётом.

2. Напишите уравнение реакции образования веществ **X** и **Y** в приборе, изображённом на рисунке. К какому типу относится данная реакция?

3. Вещество, которое юные химики выделили из мази, в отличие от металла **X**, реагирует с соляной и серной кислотами. Составьте соответствующие уравнения.

ВСЕРОССИЙСКАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ
ПО ХИМИИ.
МУНИЦИПАЛЬНЫЙ ЭТАП. 9 КЛАСС

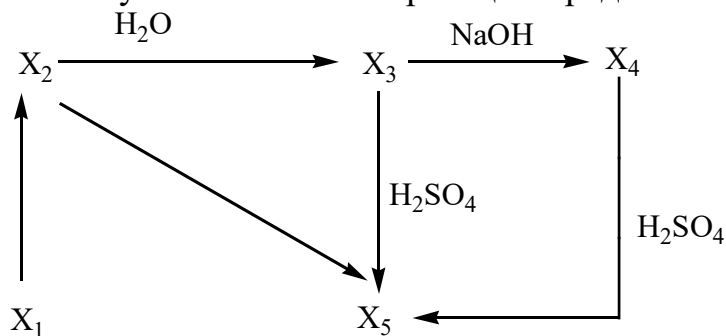
Общие указания: если в задаче требуются расчёты, они обязательно должны быть приведены в решении. Ответ, приведённый без расчётов или иного обоснования, не засчитывается.

Задание 1. Что реагирует с водой?

При взаимодействии некоторого газа с водой образуются фтороводород и кислород. Определите формулу газа, если известно, что один объём неизвестного газа образует при взаимодействии с водой один объём кислорода. Дайте название этому газу. Какие газы дают такие же продукты реакции при взаимодействии с водой? Запишите уравнения возможных реакций.

Задание 2. Превращения элемента и его соединений

Простое вещество X_1 – это серебристо-белый металл, широко используемый в технике. При взаимодействии X_1 с жёлтым порошком простого вещества Y образуется соединение X_2 , содержащее 64,0 % элемента Y . Вещество X_2 поместили в воду, при этом наблюдалось выпадение белого осадка X_3 и выделение неприятно пахнущего газа Y_1 . Осадок отфильтровали и разделили на две части. К первой части прилили раствор серной кислоты, осадок растворился, и образовался раствор вещества X_5 . Вторую часть осадка растворили в щёлочи и получили раствор вещества X_4 . Затем к полученному раствору по каплям добавили серную кислоту. Все описанные реакции представлены на схеме:



- 1) Определите все неизвестные вещества и запишите уравнения реакций.
- 2) Опишите, что происходило при добавлении серной кислоты по каплям.
- 3) Предложите способ получения вещества X_5 из вещества X_2 .
- 4) Среди веществ, упомянутых в задаче, найдите кислоту и основание, которые не вступают друг с другом в реакцию нейтрализации.

Задание 3. Расчёт состава раствора

Через 110 мл известковой воды (насыщенный раствор гидроксида кальция, плотность 1,01 г/мл) пропустили углекислый газ. При этом выпало 0,1 г осадка, а полученный раствор не давал окрашивания с фенолфталеином. Какой объём углекислого газа, измеренный при н. у., был пропущен через раствор? Найдите массовую долю растворённого вещества в полученном растворе. Растворимость гидроксида кальция в воде составляет 0,16 г в 100 г воды при 20 °С.

Задание 4. Фторирующий газ

Вещество **X** – химически активный газ, который используют для фторирования различных веществ. Это довольно тяжёлый газ, его плотность по водороду равна 54. **X** реагирует с водой и щелочами, причём эти реакции протекают без изменения степеней окисления элементов. При нагревании **X** разлагается на два вещества – простое и сложное, при этом степень окисления меняет только один элемент.



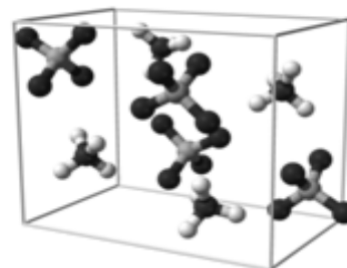
1. Определите формулу **X**.

2. Найдите плотность **X** при комнатной температуре и нормальном атмосферном давлении, если плотность воздуха при этих условиях равна 1,2 г/л.

3. Напишите уравнения трёх перечисленных реакций.

Задание 5. Окислитель ракетного топлива

Неорганическая соль **A** является очень сильным окислителем и входит в состав твёрдых ракетных топлив. Она состоит из четырёх элементов-неметаллов (один из них – азот, 11,9 % по массе) и представляет собой бесцветные кристаллы, растворимые в воде. При действии щёлочи на раствор **A** появляется резкий запах и выделяется газ **B**, который легче воздуха и окрашивает влажную лакмусовую бумажку в синий цвет. При нагревании соль **A** разлагается со взрывом, одним из продуктов разложения является жёлто-зелёный газ **B**, который тяжелее воздуха в 2,45 раза. Установите формулы веществ **A–B**, ответ подтвердите расчётом. Напишите уравнение реакции **A** со щёлочью и возможное уравнение разложения **A**.

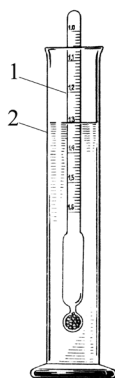


Кристаллическая
структура **A**

Задание 6. Определение солей по плотности раствора

Перед юными химиками была поставлена задача идентифицировать выданные соли: хлорид натрия, хлорид калия, сульфат натрия и сульфат калия. Однако учитель выдал юным исследователям не четыре, а пять образцов (пронумерованы цифрами 1–5), которые представляли собой кристаллические порошки белого цвета.

Для решения поставленной задачи был предложен следующий способ. На весах отмерили по 10 г каждого образца, которые перенесли в стаканы, содержащие 90 мл дистиллированной воды, и перемешали до полного растворения солей. Затем плотность полученных растворов была измерена с помощью ареометров (см. рисунок).

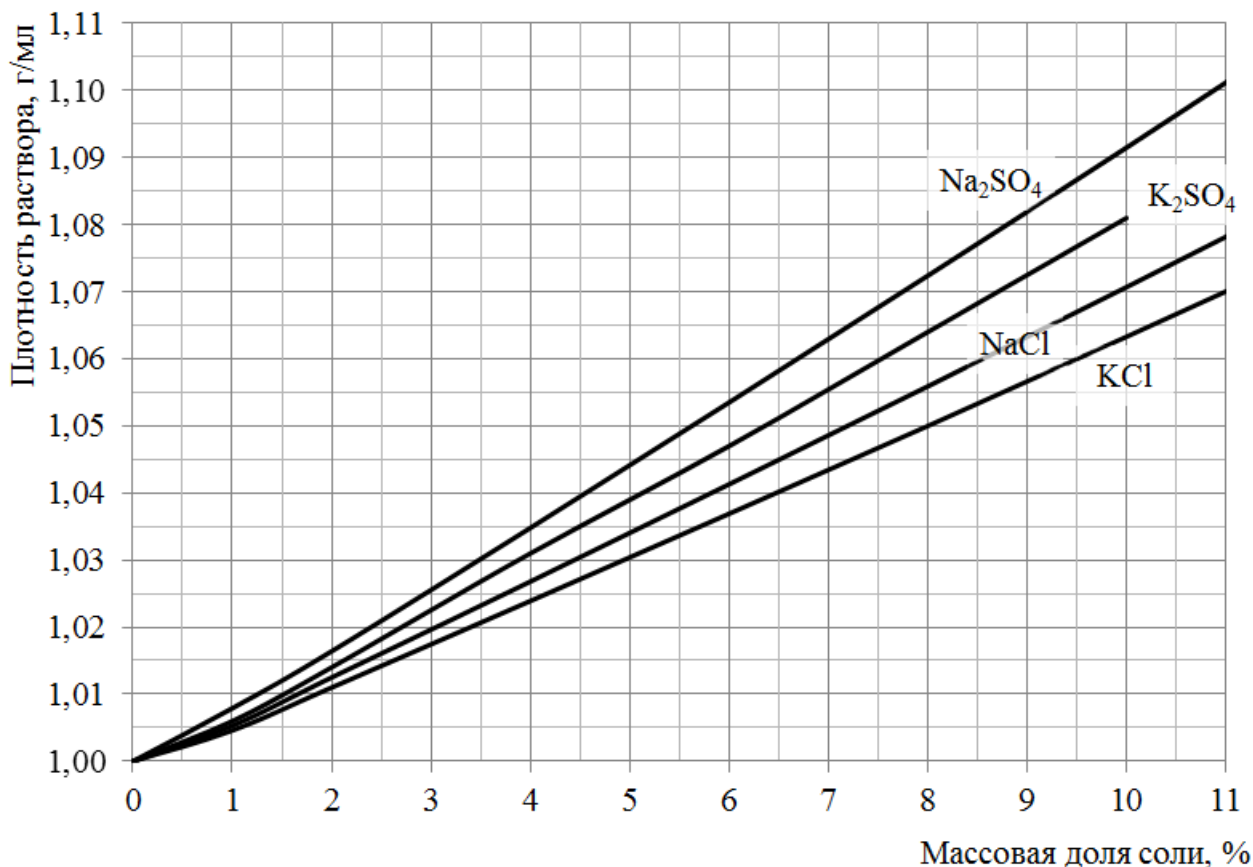


Измерение плотности раствора с помощью
ареометра: 1 – ареометр; 2 – цилиндр
с исследуемой жидкостью

Измеренные значения плотностей полученных растворов приведены в таблице.

№ образца	1	2	3	4	5
Плотность раствора, г/мл	1,063	1,071	1,081	1,092	1,038

Графики зависимости плотности растворов от массовой доли солей приведены на рисунке.



С помощью дополнительных исследований было установлено, что растворы, приготовленные из образцов 4 и 5, имели одинаковый качественный состав.

1. Каковы массовые доли солей в растворах, приготовленных из образцов 1–4? Известно, что эти образцы представляют собой безводные соли.
2. Определите, какие соли выданы в качестве образцов для исследования под номерами 1–5.
3. Предложите возможное объяснение того, что растворы, приготовленные из образцов 4 и 5, имели разную плотность.
4. Определите состав вещества, выданного в качестве образца № 5.
5. Предложите альтернативный способ идентификации выданных веществ. Возможно использование дополнительных реактивов.

ВСЕРОССИЙСКАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ
ПО ХИМИИ.
МУНИЦИПАЛЬНЫЙ ЭТАП. 10 КЛАСС

Общие указания: если в задаче требуются расчёты, они обязательно должны быть приведены в решении. Ответ, приведённый без расчётов или иного обоснования, не засчитывается.

Задание 1. Правые части с коэффициентами

По правой части уравнения с коэффициентами восстановите формулы веществ и коэффициенты в левой части уравнения реакции.

- 1) ... + ... = $\text{Si}_3\text{N}_4 + 12\text{HCl}$
- 2) ... + ... + ... = $\text{Si}_3\text{N}_4 + 6\text{CO}$
- 3) ... + ... = $8\text{MnO}_2 + 3\text{K}_2\text{SiO}_3 + 2\text{KOH} + 5\text{H}_2\text{O}$
- 4) ... + ... = $\text{SiH}_4 + \text{LiCl} + \text{AlCl}_3$
- 5) ... + ... = $\text{SiO}_2 + 2\text{H}_2[\text{SiF}_6]$

Задание 2. «Угадайка»

При горении простого вещества **А** образуется газ **Б**. Смесь газов **Б** и **В** общим объёмом 6,72 л (н. у.) полностью растворили в воде. В полученном растворе лакмус становится красным. На этот раствор подействовали нитратом бария, образовался белый осадок **Г** массой 34,95 г. Осадок отделили, а на оставшийся раствор подействовали нитратом серебра, в результате образовался белый осадок **Д**, его масса составила 43,05 г. В оставшемся бесцветном растворе, масса которого составила 60 г, лакмус тоже становится красным. В этот раствор добавили медь, нагрели, наблюдали выделение бурого газа, которое прекратилось, когда растворилось 9,6 г меди.

- 1) Установите формулы веществ **А–Д**, приведите расчёты.
- 2) Определите объёмное соотношение газов **Б** и **В** в смеси.
- 3) Запишите уравнения всех описанных реакций.

Задание 3. Окисление-восстановление смеси

При окислении подкисленным раствором перманганата калия смеси толуола и нитробензола масса органических продуктов реакции оказалась на 6,0 г больше массы исходных веществ. При каталитическом восстановлении водородом такой же смеси общая масса органических веществ уменьшается на 3,0 г.

1. Определите молярное соотношение толуола и нитробензола в исходной смеси при условии, что все реакции прошли количественно.
2. Напишите уравнения реакций взаимодействия компонентов исходной смеси с: а) подкисленным раствором перманганата калия, б) водородом в присутствии катализатора при условии, что бензольное кольцо в данном процессе не восстанавливается.

3. Предложите способ превращения толуола в нитробензол, проиллюстрировав его соответствующими уравнениями реакций с указанием условий их протекания.

Задание 4. Химия путешественника

Уходят в прошлое туристические костры, и на смену им приходят более цивилизованные и экологически безопасные горелки. Впрочем, ими туристы давно пользуются, оценив возможность не только быстро приготовить обед в условиях отсутствия дров, но и обогреть палатку. Учитывая широту современного ассортимента газовых горелок, сложно себе представить, что длительное время они были аутсайдерами среди используемого любителями активного отдыха портативного топливного оборудования. Проблема крылась в самом газе: применявшиеся в индустрии вещества **X** и **Y** были крайне капризными и очень чутко реагировали на перепады температур, не обеспечивая должной работы горелки, когда столбик термометра опускался ниже нуля. Из-за этой особенности газ длительное время применялся лишь в плитках и лампах, предназначенных для кемпингов и автотуризма. Лишь в 1989 году компания MSR начала продажу баллонов с газовой смесью, содержащей помимо веществ **X** и **Y** ещё и вещество **Z**.



Про вещества **X**, **Y** и **Z** известно следующее:

- Вещества **X**, **Y** и **Z** при н. у. являются газами и относятся к классу алканов.
- Одна из самых распространённых смесей **X**, **Y** и **Z** имеет относительную плотность по водороду 27,25, причём $\varphi(\mathbf{X}) = \frac{1}{2}\varphi(\mathbf{Y}) = \varphi(\mathbf{Z})$.
- При пропускании углекислого газа, образовавшегося при горении 11 г газа **X**, через избыток известковой воды, выпадает 75 г осадка.
- Дегидрирование **Z** приводит к образованию только одного продукта.

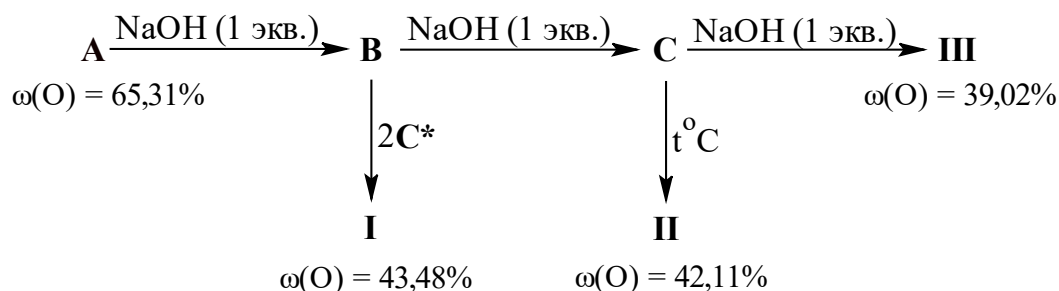
1) Каковы объёмные доли газов в самой распространённой газовой смеси?

2) Определите вещества **X**, **Y** и **Z**. Ответ подтвердите расчётом.

3) Напишите уравнения реакций горения веществ **X**, **Y**, **Z**, уравнение реакции углекислого газа с избытком известковой воды, а также уравнение реакции дегидрирования вещества **Z**.

Задание 5. Неорганические гомологи

Явление гомологии характерно для органических соединений, но в неорганической химии оно тоже встречается. Одним из ярких примеров являются гомологи I–III. Ниже представлена схема получения этих гомологов из неорганической кислоты **A**:

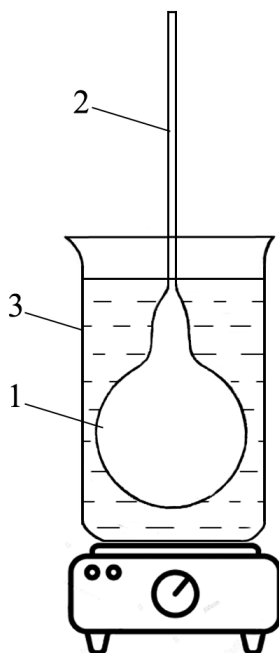


* Для осуществления превращения $\text{B} \rightarrow \text{I}$ вещество B нагревают с двумя эквивалентами вещества C .

- 1) Определите с помощью расчёта формулы веществ A-C , I-III . Напишите необходимые уравнения реакций.
- 2) Определите гомологическую разность между солями I-III .
- 3) Приведите структурные формулы солей I и II .

Задание 6. Определение молярной массы жидкости

Перед юными химиками была поставлена задача определить молярную массу жидкости X . Они взяли круглодонную колбу 1 (см. рисунок) с тонким капилляром (2) и тщательно взвесили её. Затем ввели в неё некоторое количество исследуемой жидкости X . Колбу поместили в водяную баню 3 и нагрели до полного испарения жидкости X внутри колбы. Пары исследуемого вещества X полностью вытеснили воздух из колбы, их избыток вышел через капилляр 2 в атмосферу. Выждали ещё несколько минут для того, чтобы пар в колбе принял температуру кипящей воды и давление внутри колбы установилось равным атмосферному. Затем, не прекращая нагревания колбы, конец капилляра 2 запаляли.



Колбу с хорошо запаянным капилляром вынули из водяной бани, охладили до комнатной температуры и взвесили. Затем её опустили заплавленным концом в освобождённую от растворённых газов воду и под водой отломали заплавленный кончик. Вода ворвалась в колбу и заполнила её практически полностью. Наполненную водой колбу вместе с обломанным кончиком взвесили. Результаты измерений приведены в таблице ниже.

Масса колбы с воздухом, г	Масса колбы с парами жидкости X, г	Масса колбы, заполненной водой ¹ , г	Температура воздуха, °С	Атмосферное давление, кПа
64,19	64,52	224,2	25	101,3

1. Определите значение молярной массы жидкости X, приведите все необходимые расчёты.
2. Принимая, что жидкость X является дихлорпроизводным углеводорода, установите её молекулярную формулу.
3. Предложите структурные формулы двух изомеров X.
4. Предположите, какой из изомеров X имеет более высокую температуру кипения. Обоснуйте своё предположение.
5. Капилляр 2 имеет небольшой внутренний диаметр (~ 1 мм). Как удаётся легко вводить внутрь колбы 1 необходимое количество исследуемого жидкого вещества, не используя практически никакого дополнительного оборудования?
6. Рассмотренный в данной задаче метод определения молярной массы вещества по плотности пара был разработан французским учёным Ж.Б. Дюма в первой половине XIX столетия. Автор этого метода отмечал, что после заплавления капилляра следует вынуть колбу из воды и быстро перевернуть её вверх дном. Конденсирующаяся жидкость стекает в шейку колбы и в случае, если отверстие не вполне хорошо запаяно, это легко сразу увидеть. Что должен увидеть экспериментатор, если капилляр плохо запаян?

¹ При решении данной задачи можно принять следующие допущения:

- 1) принять плотность воды при температуре эксперимента равной 1 г/мл;
- 2) пренебречь массой исследуемой жидкости X, которая осталась в шаре при его заполнении водой;
- 3) считать, что температура пара вещества X в колбе, погруженной в водяную баню, равна 100 °С.

ВСЕРОССИЙСКАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ
ПО ХИМИИ.
МУНИЦИПАЛЬНЫЙ ЭТАП. 11 КЛАСС

Общие указания: если в задаче требуются расчёты, они обязательно должны быть приведены в решении. Ответ, приведённый без расчётов или иного обоснования, не засчитывается.

Задание 1. Анализ изомеров

Массовые доли углерода, кислорода и водорода в трёх изомерных ароматических соединениях **A**, **B** и **C** соответственно равны 77,78 %, 14,81 % и 7,41 %. Молярная масса этих веществ находится в интервале 100–150 г/моль. Вещества **A** и **B** реагируют с натрием. Из этих двух соединений только **B** реагирует со щелочами. Третье вещество **C** не реагирует ни с натрием, ни со щелочами.

1. Определите молекулярную формулу изомерных соединений **A**, **B** и **C**.
2. Идентифицируйте соединения **A**, **B** и **C** на основании их химических свойств.
3. Предложите схемы синтезов соединений **A**, **B** и **C** из неорганических соединений.

Задание 2. Разделение жидкой смеси

Для разделения безводной жидкой смеси анилина, фенола и бензола общей массой 75 г через неё сначала пропустили избыток хлороводорода. Из смеси выпал осадок массой 24,6 г, который отделили фильтрованием. Затем фильтрат смешали с избытком концентрированного раствора гидроксида натрия. После отстаивания раствор расслоился. Объём верхнего слоя составил 58,75 мл, а плотность жидкости в верхнем слое равна 0,88 г/мл.

1. Определите, какой осадок выделился из смеси при пропускании через неё избытка хлороводорода, какое вещество находится в верхнем жидком слое после добавления раствора щёлочи к фильтрату и какое вещество остаётся в нижнем водном слое. Ответ проиллюстрируйте соответствующими уравнениями реакций.
2. Предложите способы получения в чистом виде компонентов смеси после описанных в задаче операций.
3. Вычислите массовые доли веществ в исходной смеси.

Задание 3. Правые части

По правой части уравнения с коэффициентами восстановите формулы веществ и коэффициенты в левой части уравнения реакции.

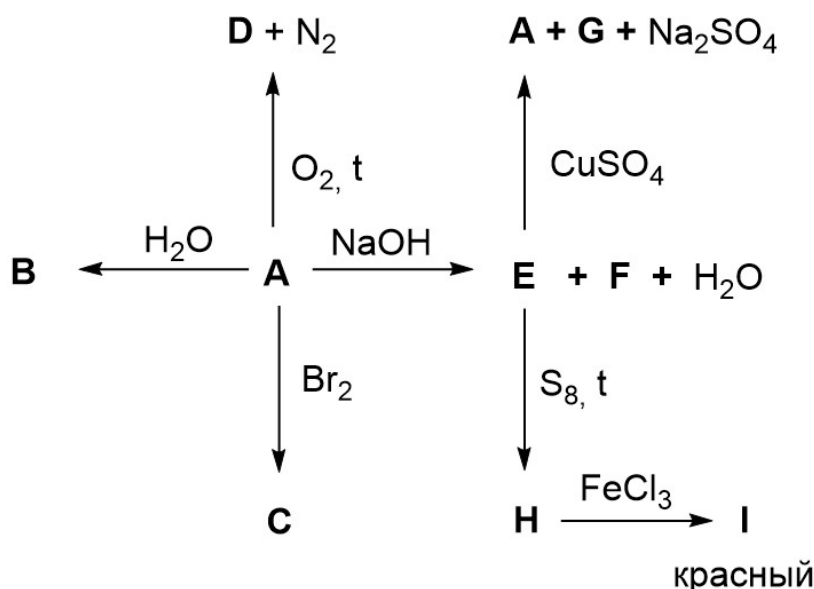
- 1) ... + ... = 2FeS + S + 6NH₄Cl
- 2) ... + ... = 4CuO + 2Fe₂O₃ + 8SO₂
- 3) ... + ... = Cu + CuSO₄ + H₂O
- 4) ... + ... = 2CuSO₄ + CO₂ + 3H₂O
- 5) ... + ... + CO₂ + ... = Cu₂(OH)₂CO₃
- 6) ... + ... = 3Cu(NO₃)₂ + 3CuSO₄ + 10NO + 8H₂O
- 7) ... + ... + ... = 4CuCl₂ + 2H₂O
- 8) ... + ... + ... = Cu₂(OH)₂SO₄ + (NH₄)₂SO₄
- 9) ... + ... = Cu₂S + 2(NH₄)₂S + 2H₂O
- 10) ... + ... = 2CuI + I₂ + 2K₂SO₄

Задание 4. Необычная жидкость

Навеску карбида кальция массой 2,00 г поместили в избыток бесцветной гигроскопичной жидкости **X**, при этом выделился бесцветный газ **Y**, который вдвое легче циклобутана. Реакционную смесь упарили досуха, а остаток прокалили, получив при этом 1,75 г белого порошка **Z**. Определите вещества **X**, **Y** и **Z**, ответ подтвердите расчётом. Напишите уравнения реакций, описанных в задаче. Где применяется жидкость **X**?

Задание 5. Ядовитый газ

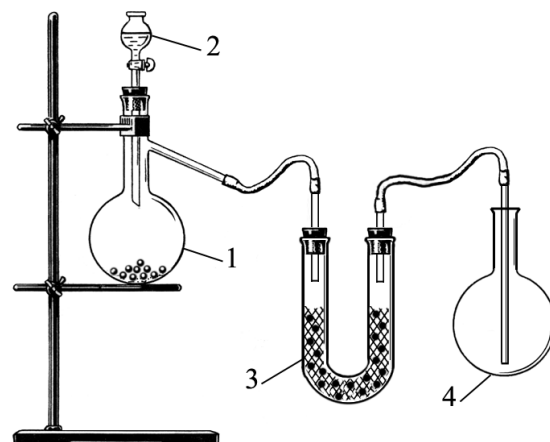
Вещество **A** представляет собой высокотоксичное бинарное газообразное соединение. Ниже приведена схема превращений вещества **A**:



Определите вещества **A–I**, если известно, что все они содержат один и тот же химический элемент. Вещество **E** применяется для извлечения золота из руды. Приведите соответствующее уравнение реакции.

Задание 6. Получение газа

Перед юными химиками была поставлена задача получить газ **X** и изучить его свойства. Для решения поставленной задачи они собрали прибор, как показано на рисунке.



Прибор для получения газа **X**: 1 – колба Вюрца со спрессованным в шарики углеводородом **Z**; 2 – капельная воронка с жидкостью **Y**; 3 – U-образная трубка, рыхло заполненная влажным красным фосфором на стеклянной вате; 4 – круглодонная колба, в которую собирали газ **X**.

В колбу Вюрца (на рисунке показана цифрой 1) поместили спрессованный в шарики углеводород **Z**. Из капельной воронки (2) в колбу понемногу добавляли тяжёлую жидкость красно-бурого цвета **Y**. В результате реакции выделялся бесцветный газ **X**. Однако выделяющийся из колбы Вюрца (1) газ **X** был загрязнён парами **Y**, имеющими бурую окраску. Для очистки от паров **Y** газ **X** пропускали через U-образную трубку (3), которая была заполнена влажным красным фосфором, нанесённым на рыхлые комочки стекловаты. Очищенный газ **X** собирали в круглодонную колбу (4).

Газ **X** тяжелее воздуха в 2,79 раза, очень хорошо растворяется в воде. В водном растворе **X** лакмус принимает красную окраску. Крепкий раствор **X** реагирует с порошком меди с выделением водорода. При хранении на воздухе раствор **X** постепенно приобретает жёлто-бурую окраску.

1. Определите вещества **X**, **Y** и **Z**. Об углеводороде **Z** известно, что он относится к ароматическим соединениям, но не является гомологом бензола. Массовая доля водорода в нём составляет 6,25 %.

2. Составьте схему реакции между веществами **Y** и **Z**. Известно, что одним из продуктов данной реакции является вещество, молярная масса которого 207 г/моль.

3. Предположите, какой процесс протекает в U-образной трубке и позволяет освободить газ **X** от примеси паров **Y**. Составьте соответствующее уравнение реакции.

4. Составьте уравнение реакции взаимодействия концентрированного раствора **X** с порошком меди. Известно, что одним из продуктов этой реакции является комплексное соединение, состоящее из трёх элементов, содержащее 0,45 % водорода и 28,32 % меди по массе.

5. Какая реакция протекает при хранении на воздухе раствора **X**, в результате которой он постепенно приобретает жёлто-бурую окраску? Составьте уравнение этой реакции.

ПЕРИОДИЧЕСКАЯ СИСТЕМА ЭЛЕМЕНТОВ Д. И. МЕНДЕЛЕЕВА

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1	1 H 1,008	2 He 4,0026																
2	3 Li 6,941	4 Be 9,0122											5 B 10,811	6 C 12,011	7 N 14,007	8 O 15,999	9 F 18,998	10 Ne 20,180
3	11 Na 22,9897	12 Mg 24,3050										13 Al 26,982	14 Si 28,086	15 P 30,974	16 S 32,066	17 Cl 35,453	18 Ar 39,948	
4	19 K 39,0983	20 Ca 40,078	21 Sc 44,9559	22 Ti 47,867	23 V 50,9415	24 Cr 51,9961	25 Mn 54,9380	26 Fe 55,845	27 Co 58,9332	28 Ni 58,6934	29 Cu 63,546	30 Zn 65,39	31 Ga 69,723	32 Ge 72,61	33 As 74,922	34 Se 78,96	35 Br 79,904	36 Kr 83,80
5	37 Rb 85,4678	38 Sr 87,62	39 Y 88,9059	40 Zr 91,224	41 Nb 92,9064	42 Mo 95,94	43 Tc 98,9063	44 Ru 101,07	45 Rh 102,9055	46 Pd 106,42	47 Ag 107,868	48 Cd 112,411	49 In 114,82	50 Sn 118,71	51 Sb 121,75	52 Te 127,60	53 I 126,905	54 Xe 131,29
6	55 Cs 132,9054	56 Ba 137,327	57 La 138,9055	* 72 Hf 178,49	73 Ta 180,9479	74 W 183,84	75 Re 186,207	76 Os 190,23	77 Ir 192,217	78 Pt 195,078	79 Au 196,966	80 Hg 200,59	81 Tl 204,383	82 Pb 207,2	83 Bi 208,980	84 Po [209]	85 At [210]	86 Rn [222]
7	87 Fr [223]	88 Ra [226]	89 Ac [227]	** 104 Rf [265]	105 Db [268]	106 Sg [271]	107 Bh [270]	108 Hs [277]	109 Mt [276]	110 Ds [281]	111 Rg [280]	112 Cn [285]						

*	58 Ce 140,116	59 Pr 140,90765	60 Nd 144,24	61 Pm [145]	62 Sm 150,36	63 Eu 151,964	64 Gd 157,25	65 Tb 158,92534	66 Dy 162,50	67 Ho 164,93032	68 Er 167,26	69 Tm 168,93421	70 Yb 173,04	71 Lu 174,967
**	90 Th 232,0381	91 Pa 231,03588	92 U 238,0289	93 Np [237]	94 Pu [242]	95 Am [243]	96 Cm [247]	97 Bk [247]	98 Cf [251]	99 Es [252]	100 Fm [257]	101 Md [258]	102 No [259]	103 Lr [262]

ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИЙ РЯД НАПРЯЖЕНИЙ МЕТАЛЛОВ

Li, Rb, K, Cs, Ba, Sr, Ca, Na, Mg, Be, Al, Mn, Zn, Cr, Fe, Cd, Co, Ni, Pb, (H), Bi, Cu, Hg, Ag, Pd, Pt, Au

РАСТВОРИМОСТЬ СОЛЕЙ, КИСЛОТ И ОСНОВАНИЙ В ВОДЕ

анион катион	OH ⁻	NO ₃ ⁻	F ⁻	Cl ⁻	Br ⁻	I ⁻	S ²⁻	SO ₃ ²⁻	SO ₄ ²⁻	CO ₃ ²⁻	SiO ₃ ²⁻	PO ₄ ³⁻	CH ₃ COO ⁻
H ⁺		P	P	P	P	P	P	P	P	P	H	P	P
NH ₄ ⁺	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	–	P	P
K ⁺	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P
Na ⁺	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P
Ag ⁺	–	P	P	H	H	H	H	H	M	H	–	H	M
Ba ²⁺	P	P	M	P	P	P	P	H	H	H	H	H	P
Ca ²⁺	M	P	H	P	P	P	M	H	M	H	H	H	P
Mg ²⁺	H	P	M	P	P	P	M	H	P	H	H	H	P
Zn ²⁺	H	P	M	P	P	P	H	H	P	H	–	H	P
Cu ²⁺	H	P	P	P	P	–	H	H	P	–	–	H	P
Co ²⁺	H	P	H	P	P	P	H	H	P	H	–	H	P
Hg ²⁺	–	P	–	P	M	H	H	–	P	–	–	H	P
Pb ²⁺	H	P	H	M	M	H	H	H	H	H	H	H	P
Fe ²⁺	H	P	M	P	P	P	H	H	P	H	H	H	P
Fe ³⁺	H	P	H	P	P	–	–	–	P	–	–	H	P
Al ³⁺	H	P	M	P	P	P	–	–	P	–	–	H	M
Cr ³⁺	H	P	M	P	P	P	–	–	P	–	–	H	P
Sn ²⁺	H	P	H	P	P	M	H	–	P	–	–	H	P
Mn ²⁺	H	P	H	P	P	H	H	H	P	H	H	H	P

P – растворимо M – малорастворимо (< 0,1 M) H – нерастворимо (< 10⁻⁴ M) – – не существует или разлагается водой