

10 класс

*Авторы задач – Скрипкин М.Ю. (№№ 1, 2), Кузнецов Н.А. (№ 1),
Ростовский Н.В. (№№ 1, 7), Мерещенко А.С. (№ 2), Севастьянова Т.Н. (№ 2),
Корнатов А.Н. (№№ 3, 5, 6), Тойкка Ю.Н. (№ 4), Богачев Н.А. (№ 7)*

1. Справа приведена схема превращений веществ, содержащих в своём составе один и тот же элемент. Известно, что вещество **F**, применяющееся в виде разбавленных растворов как противомикробное средство, ранее можно было найти во многих домашних аптечках. Изоэлектронное углероду бинарное соединение **K** является одним из наиболее твердых материалов, и используется для получения сверхпрочных покрытий. Вещество **D** используется как восстановитель в органическом синтезе. Также известно, что соединение **X** реагирует с **D** в диэтиловом эфире с образованием соединений **I** и **C**.

1) Определите неизвестные вещества. Напишите уравнения всех реакций, отражённых на схеме, а также уравнение реакции между **X** и **D**.

- 2) Какой продукт, содержащий зашифрованный элемент, образуется при нагревании вещества **A** с нашатырём в присутствии **D**?
- 3) Напишите уравнение реакции вещества **F** с фторидом калия.

2. В таблице приведены некоторые характеристики высших галогенидов, образуемых элементом **X** (массовые доли галогенов, температуры кипения и плавления).

Hal	F	Cl	Br	I
$\omega(\text{Hal}), \%$	45,0	60,4	77,5	84,5
Т. пл., °С	> 1000	77,8	121,5	212
Т. кип., °С	?	201,3	278,8	345

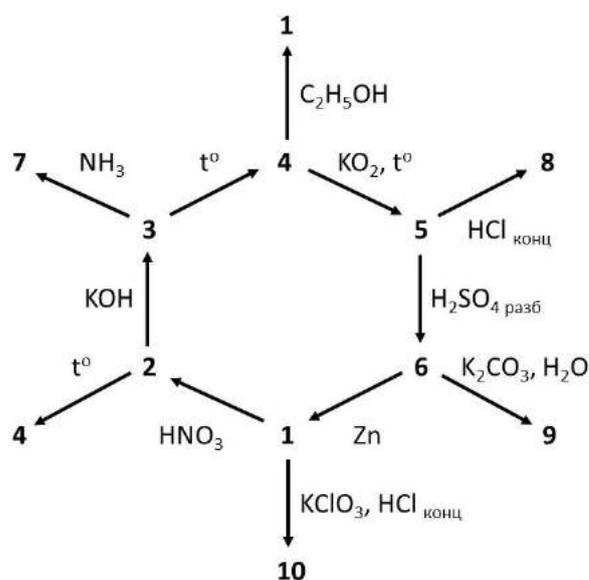
- 1) Определите неизвестный металл и формулы галогенидов.
- 2) Объясните приведенную последовательность изменения температур плавления и кипения.
- 3) Предложите структурные формулы данных соединений в кристаллической фазе и в газовой фазе при температуре, близкой к температуре сублимации/кипения. Для каждого галогенида (в кристаллической и газовой фазе) укажите координационное число атома металла **X** и охарактеризуйте тип гибридизации атомных орбиталей элемента **X**.
- 4) Какие еще галогениды данного элемента Вам известны?

3. Силикагель представляет собой высокопористое вещество, получаемое осаждением кремниевой кислоты из раствора силиката натрия и последующим высушиванием. Порцию силикагеля массой 49,0 г залили растворителем, при этом объём газа, выделившегося в данном процессе из силикагеля, составил 39,2 мл (н.у.).

- 1) При условии, что весь газ был полностью вытеснен из структуры адсорбента, вычислите удельный объём пор силикагеля (объём пор на 1 грамм образца). Рассчитайте диаметр сферы, объём которой равен объёму одной поры, если известно, что в 20,0 г силикагеля содержится $1,4 \cdot 10^{20}$ таких пор.
- 2) Каким другим способом можно определить удельный объём пор материалов?
- 3) Влияет ли природа растворителя на получаемые значения удельного объёма пор в приведенном способе определения пористости? Сравните между собой воду и гексан.
- 4) Рассчитайте массовую долю аргона в силикагеле, насыщенном аргоном при давлении 300 кПа и температуре 10 °С, если отсутствие специфических взаимодействий между газом и твёрдой фазой приводит к уменьшению содержания аргона в порах на 10% от максимально возможного.
- 5) Напишите уравнения реакций, используемых для получения этого адсорбента.

4. Справа приведена схема превращений веществ, в состав которых входит один и тот же элемент. Простое вещество **1**, образуемое этим элементом, широко применяется в электротехнике. Известно, что вещество **4** может окислять некоторые органические вещества, а вещество **7** способно растворять полисахариды, в том числе и целлюлозу. В реакции **1**→**10** вещество **1** взято в избытке. Массовая доля одного из элементов в соединении **10** составляет 46,9%.

- 1) Определите вещества **1** – **10**.
- 2) Напишите уравнения реакций, отражённых на схеме, а также уравнение реакции соединения **7** с каким-либо углеводом.



5. Младший брат химика Васи всегда очень любил пошалить. Однажды он исправил некоторые слова в домашнем задании своего старшего брата так, что оно стало выглядеть следующим образом (исправленные слова выделены курсивом): «При взаимодействии смеси веществ **A** и **B**, в состав которых входит один и тот же *галстук* ($\omega(\text{галстука в A}) = 52,98\%$), с металлом **X** получается смесь трех линейных гомологичных *вулканов* (массовая доля углерода в наиболее летучем 83,72%) и *боль* **Y** ($\omega(\text{X}) = 22,33\%$). Если же металлом **X** подействовать на смесь веществ **A** и **C**, то основным продуктом является *ароматное* соединение с $\omega(\text{H}) = 10,81\%$, а также **Y**. Известно, что *галстук*, входящий в состав веществ **A** и **B**, реагирует с *вулканами* только при облучении».

- 1) Помогите Васе выполнить домашнее задание, учитывая, что его брат любит заменять слова на похожие/созвучные. Определите и назовите все вещества, упомянутые в задаче (для органических соединений приведите структурные формулы). Ответ подтвердите расчетами.
- 2) Предложите способ получения **C** из неорганических веществ.

6. Соединение **Y** является нитропроизводным углеводорода **X**, основным источником которого является нефть. Предложите, как из **Y**, NaOH и HCl получить алифатический спирт, альдегид и карбоновую кислоту, не используя других реактивов (за исключением растворителей). В вашем распоряжении имеется любое необходимое оборудование. Известно, что **X** содержит 91,30% углерода по массе, а в нитропроизводном **Y** имеется три типа структурно неэквивалентных атомов водорода.

7. В результате электролиза водного раствора, содержащего 3,000 г калиевой соли некоторой карбоновой кислоты **A**, было получено 0,298 г органического соединения **B**. При действии озона на полученное количество соединения **B** с последующей обработкой реакционной смеси раствором сульфита натрия образовалось вещество **C** и 0,312 г вещества **D**. Оба вещества, **C** и **D**, взаимодействуют с реактивом Толленса.

- 1) Определите структурные формулы соединений **A** – **D**, учитывая, что препаративный выход вещества **B** в реакции электролиза составил 30%, а реакция озонолиза протекала количественно.
- 2) Предложите названия соединений **A** – **D** по систематической номенклатуре ИЮПАК.
- 3) Запишите уравнения реакций для всех описанных процессов.

1.4. Заключительный (городской) этап. Практический тур

10 класс

Авторы задания – Тойкка Ю.Н., Скрипкин М.Ю.

Практическое задание:

В выданном Вам стаканчике содержится смесь пяти твердых солей из следующего списка: хлорид цинка, нитрат кобальта, нитрат алюминия, основной карбонат магния, основной карбонат никеля, сульфид меди. Выделите каждый металл в виде индивидуального соединения и идентифицируйте соответствующие катионы с помощью качественных реакций. Продемонстрируйте дежурному преподавателю, что Вами получены целевые вещества.

Реактивы: соляная кислота, уксусная кислота, диметилглиоксим, водные растворы гидроксида натрия, аммиака, серной кислоты, карбоната натрия.

Оборудование: набор пробирок, стеклянная палочка, спиртовка (или плитка), штатив с кольцом, воронки, фильтровальная бумага, индикаторная бумага.

Теоретические вопросы:

1. Опишите ход разделения веществ, находящихся в стаканчике.
2. Предложите реакции для идентификации катионов выделенных веществ.
3. Приведите уравнения соответствующих реакций.