

# 10 класс

*Авторы задач – Севастьянова Т.Н. (№ 1), Пошехонов И.С. (№№ 2, 5), Скрипкин М.Ю. (№ 3), Коронатов А.Н. (№ 4), Ростовский Н.В. (№ 6), Калинин А.В. (№ 7)*

1. При термическом разложении аммониевой соли **X** (с потерей в весе 35%) может быть получена кислота **Y** (реакция 1). При нагревании соли **X** с кислотой **Z** продуктами реакции являются аммиак, вода и соль **C** (реакция 2), содержащая по массе 72,48% «разрушающего» элемента, 13,36% «безжизненного» элемента, 3,85% самого легкого элемента. При взаимодействии соли **C** с раствором КОН выпадает осадок соли **D** (реакция 3). Полученный осадок калиевой соли **D** разлагается при 500 °С (с потерей в весе 54%), образуя твердый остаток **F** (реакция 4) – калиевую соль кислоты **Y**, устойчивую к нагреванию. Определите вещества **X**, **Y**, **Z**, **C**, **D**, **F** и запишите уравнения реакций 1–4.

2. Металл **X** – важный конструкционный материал. Хлорирование минерала **A**, являющегося оксидом элемента **X**, в присутствии углерода приводит к образованию летучего высшего хлорида **B**. Восстановление **B** магнием позволяет получить простое вещество **X**. При взаимодействии **A** с водородом происходит лишь частичное восстановление **A** до соединения **C** ( $w(X) = 64.22\%$ ).

Для получения высокочистого металла **X** его нагревают в вакуумированном сосуде с небольшим количеством галогена **D**. Пары образующегося галогенида **E** ( $w(X) = 8.62\%$ ) соприкасаются с раскаленной вольфрамовой нитью и разлагаются, а **X** осаждается в виде крупных кристаллов.

- 1) Определите вещества **X**, **A–E**. Напишите уравнения реакций, указанных в условии.
- 2) Скорость осаждения **X** на нити немонотонно зависит от температуры системы: достигает максимума при 200 °С, затем резко падает при 400 °С и снова поднимается при 520 °С. Объясните данное явление.
- 3) Почему для получения металла высокой степени чистоты достаточно использовать небольшое количество галогена **D**?

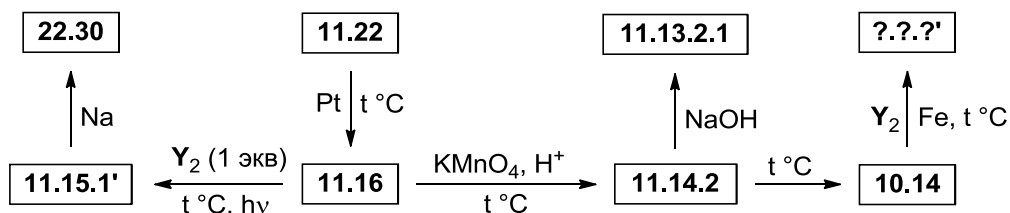
3. Элементы **X** и **Y** образуют большое количество твердых при обычных условиях окрашенных соединений. Массовые доли элемента **X** в них приведены ниже в таблице.

| соединение | <b>A</b> | <b>B</b> | <b>C</b> | <b>D</b> | <b>E</b> | <b>F</b> | <b>G</b> | <b>H</b> |
|------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| $w(X), \%$ | 26,52    | 19,39    | 15,29    | 10,74    | 5,67     | 3,18     | 2,92     | 1,69     |

Известно, что все указанные соединения полностью растворяются как в горячем разбавленном водном растворе фосфорной кислоты, так и в горячем разбавленном водном растворе едкого натра, при этом во всех случаях, кроме соединения **E**, наблюдается выделение газа.

- 1) Определите вещества **A–H**.
- 2) Приведите структурную формулу соединения **C**.
- 3) Напишите уравнения реакций этих веществ с избытком горячей концентрированной фосфорной кислоты, с избытком охлажденного до  $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$  концентрированного раствора гидроксида натрия.
- 4) Предложите способ получения соединений **A–H** из простых веществ.

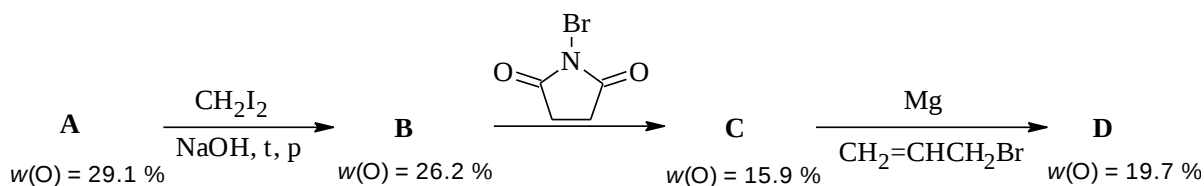
4. Дана схема превращений, в которой соединения зашифрованы символами или цифрами.



При взаимодействии **11.15.1'** ( $\omega(\text{Y}) = 35.18\%$ ) с натрием помимо **22.30** также получается соединение  $\text{NaY}$  ( $\omega(\text{Na}) = 22.34\%$ ). Известно, что углеводород **11.16** не реагирует с бромом без освещения. В **11.16** имеется 4 типа структурно неэквивалентных атомов водорода, а отношение числа атомов углерода к числу атомов водорода равно 0.6875.

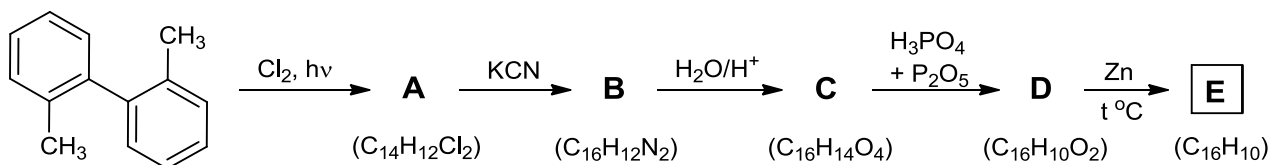
- 1) Определите все зашифрованные в задаче вещества. Ответ подтвердите расчетами.
- 2) Что означают числа, которыми зашифрованы соединения? Какие числа должны находиться вместо **?.?.?.?**
- 3) Какой основной изомер получается в реакции **10.14** с  $\text{Y}_2$ ? Свой ответ поясните.

5. Органическое вещество **D** класса фенилпропаноидов содержится более чем в 70 эфирных маслах и может быть получено согласно следующей схеме:



- 1) Установите молекулярные и структурные формулы веществ **A–D**.
- 2) Рассмотрите взаимодействие вещества **D** с бромом при различных условиях (комнатная температура, облучение УФ-светом, в присутствии катализатора  $\text{FeBr}_3$ ). Напишите уравнения соответствующих реакций.
- 3) Возможно ли осуществить переход из **A** в **B** в кислой среде? Ответ поясните.

6. Согласно правилу Хюккеля, плоские циклические сопряжённые системы с числом  $\pi$ -электронов (т.е. электронов, занимающих р-орбитали)  $4n+2$  (где  $n = 0, 1, 2 \dots$ ) являются ароматическими. Например, бензол имеет 6  $\pi$ -электронов и является ароматическим ( $n = 1$ ). Однако имеются ароматические системы, для которых правило Хюккеля «не выполняется». Одна из таких систем, углеводород **E**, может быть получена по следующей схеме:



- 1) Какие из систем (циклобутадиен, циклооктатетраен, нафталин) относятся к ароматическим? Ответ поясните.
- 2) Определите структуры веществ **A–E**, если известно, что **D** содержит 4 циклических фрагмента с одинаковым количеством атомов углерода.
- 3) Сколько  $\pi$ -электронов имеет углеводород **E**? Объясните его ароматичность.
- 4) Гидролиз соединения **B** можно остановить на стадии образования устойчивого интермедиата. Приведите его структурную формулу.

7. Лаборант Коля поставил 2 одинаковых стакана на чаши рычажных весов. В **I** стакан он поместил 21.310 г  $\text{CuCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ , прилил 3.52 мл 26.20%  $\text{HCl}$  ( $\rho = 1.130$  г/мл) и 194.866 г воды. После этого он подключил к **I** стакану установку для электролиза с силой тока 8.660 А. Во **II** стакан Коля налил 79.094 г концентрированного раствора  $\text{AlCl}_3$  и разместил над стаканом капельную воронку, которая позволяет проводить приливание 14.00% раствора  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  ( $\rho = 1.146$  г/мл) со скоростью 2.000 мл/мин. Затем Коля одновременно запустил процесс электролиза и открыл капельную воронку, а через 7 минут ушёл на обед. Когда Коля вернулся, то достал электроды из **I** стакана и закрыл капельную воронку, после чего он заметил, что чаши весов пришли в равновесие. Запишите уравнения упомянутых реакций. Оцените, сколько длился обед Коли.

*Примечание.* Выход по току составляет 100%, постоянная Фарадея равна 96 485 Кл/моль. Считайте, что газы, выделяющиеся в процессе реакции, полностью улетучиваются.