

Пермский край  
2022-2023 учебный год  
**ВСЕРОССИЙСКАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ ПО ХИМИИ**  
**МУНИЦИПАЛЬНЫЙ ЭТАП**  
**11 КЛАСС**

**ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ ТУР**

*Уважаемый участник олимпиады!*

Вам предстоит выполнить теоретические задания.

Выполнение тестовых заданий целесообразно организовать следующим образом:

- не спеша, внимательно прочитайте задание и определите наиболее верный и полный ход решения и ответ;
- запишите решение каждого теоретического вопроса;
- не спешите сдавать решения досрочно, ещё раз удостоверьтесь в правильности ответов.
- задание теоретического тура считается выполненным, если Вы вовремя сдаёте его членам жюри.

**Время выполнения заданий – 180 минут (3 часа 00 минут).**

**Общее максимальное количество баллов за задания олимпиады – 50 баллов.**

**Задача № 1 (10 баллов)**

Коммерчески доступная соль **A** содержит 24,69 % двухвалентного металла **X** и 45,44 % бинарного вещества **Y**, а также дает белый осадок при добавлении раствора нитрата серебра (*реакция 1*). При растворении **A** в воде раствор приобретает зеленый цвет, а при дальнейшем добавлении значительного избытка концентрированного аммиака раствор приобретает зелено-голубой цвет (*реакция 2*) и образуется соединение **B** с массовой долей аммиака 52,39%. Если на соль **A** подействовать газообразным аммиаком (*реакция 3*), то получится синефиолетовое соединение **B** с массовой долей аммиака 44,02%. При действии угарного газа при давлении 50–100 атмосфер на концентрированный раствор соединения **B** образуется соединение **Г** (*реакция 4*), являющееся токсичной жидкостью зеленого цвета с массовой долей **X** 34,39%. Побочными продуктами в *реакции 4* являются карбонат аммония, хлорид аммония и аммиак. При нагревании до 180–200°C соединение **Г** разлагается на высокочистый металл **X** и угарный газ (*реакция 5*).

**1. Установите металл X, химические формулы соединений A–Г, Y. Ответы подтвердите расчетами. При вычислениях используйте массы элементов с точностью до десятых.**

**2. Напишите уравнения реакций 1–5.**

**Задача № 2 (10 баллов)**

Реакция Вюрца известна с 1855 года. Ее используют для получения алканов с четным количеством атомов углерода из алкилбромидов под действием натрия. В 1864 году немецкий химик-органик Р. Фиттиг расширил применение реакции Вюрца таким образом, что появилась возможность селективно получать алкилбензолы из арилгалогенидов (например, бромбензола) и алкилгалогенидов под действием натрия. Например, таким образом можно

получить этилбензол (*реакция 1*). Однако у этой реакции есть ограничения. Так при использовании в синтезе первичного алкилбромида, например, 1-бромпропана, вместо ожидаемого пропиленбензола будет получен изопропилбензол (*реакция 2*). При применении вторичного

алкилбромид в синтезе будет также получен изопропилбензол и в качестве побочных продуктов газообразное вещество **A** (реакция 3) с массовой долей углерода 85,71% и токсичная бесцветная жидкость со сладковатым запахом **B**. При введении в реакцию третбутилбромида ожидаемый третбутилбензол не получится вообще, вместо него образуется опять же жидкость **B** и вещество **B** с массовой долей углерода 85,71% (реакция 4). При взаимодействии **B** с этиловым спиртом в присутствии кислотных катализаторов образуется вещество **Г** с массовой долей кислорода 15,69% (реакция 5), которое может применяться в качестве добавки к моторному топливу.

- 1. Какие могут быть побочные продукты в реакции Вюрца-Фиттига? Укажите их на примере реакции получения этилбензола, назовите их. Как можно от них избавиться?*
- 2. Установите структурные формулы соединений А–Г.*
- 3. Напишите уравнения реакций 1–5; для реакции 3 не забудьте указать побочные продукты.*
- 4. Поясните, почему при использовании вторичных и третичных алкилгалогенидов образуются вещества А и В?*

### Задача № 3 (10 баллов)

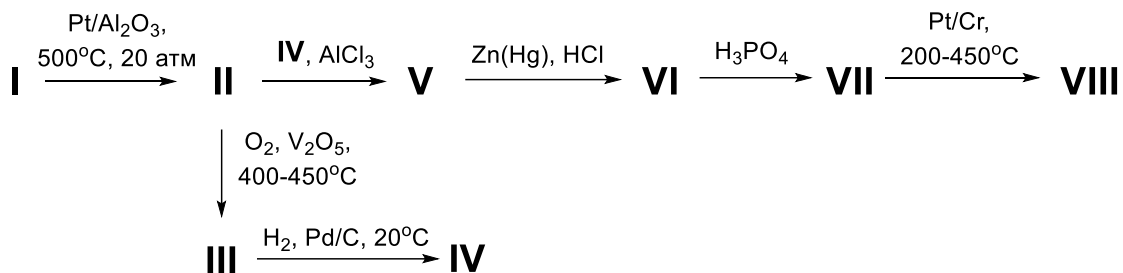
Йод необходим для нормального развития человека, поскольку участвует в синтезе гормонов щитовидной железы – тироксина и трийодтиронина. Поскольку сам йод является достаточно тяжелым элементом, его распространенность невелика, а в некоторых регионах с естественным низким содержанием йода население может испытывать проблемы со здоровьем. Сейчас для восполнения йододефицита в пищевую соль добавляют иодат калия (массовая доля калия 18,27%) от 20 до 60 граммов на тонну. Ранее для этих целей использовали йодид калия.

Для лабораторного определения содержания иодата калия используется следующая методика: 10 граммов пищевой соли растворяют в дистиллированной воде, добавляют серную кислоту, избыток йодида калия (реакция 1) и убирают в темное место на 10 минут. Далее раствор титруют тиосульфатом натрия с концентрацией 0,001 моль/л (реакция 2) до перехода темно-желтой окраски в соломенно-желтую, после чего добавляют раствор крахмала и титруют до исчезновения синей окраски раствора.

- 1. Напишите уравнения реакций 1 и 2. Рассчитайте массовую долю иодата калия в соли, при анализе навески соли массой 10,0 г затрачено 12,0 мл 0,001 моль/л раствора тиосульфата натрия. Попадает ли полученное значение допустимые границы, указанные в условии задачи? При расчетах используйте атомные массы с точностью до десятых.*
- 2. Почему иодат калия является более предпочтительной добавкой, чем йодид калия? Приведите реакцию, подтверждающую ваше суждение.*

#### Задача № 4 (10 баллов)

В представленной ниже схеме под номером **VIII** зашифровано соединение, являющееся важным промежуточным продуктом в химической промышленности, например, в производстве азокрасителей.



Соединение **I** (85,71 % углерода и 14,29 % водорода) является устойчивым, не обесцвечивает бромную воду, при бромировании на свету может давать четыре монобромзамещенных. Соединение **II** с массовой долей углерода 92,31% также не обесцвечивает бромную воду. Побочным продуктом в реакциях получения веществ **II** и **VIII** является водород. В соединении **VIII** массовая доля кислорода составляет 11,11%. Также соединение **VIII** может взаимодействовать с водными растворами щелочей.

1. Изобразите структурные формулы всех указанных на схеме соединений.
2. Изобразите структурные формулы монозамещенных продуктов бромирования соединения **I** на свету.

#### Задача № 5 (10 баллов)

Ацетон (диметилкетон) поместили в закрытый сосуд объемом 2,0 л и нагрели до температуры 450°C. После установления равновесия в сосуде было обнаружено 0,20 моль ацетона, 0,36 моль вещества **A** (продукт неполного сгорания углерода) и 0,36 моль вещества **B** (один из простейших насыщенных углеводородов).

1. Определите вещества **A** и **B**, а также константу равновесия реакции разложения ацетона на **A** и **B**.

Затем сосуд был нагрет до температуры 500°C и выдержан до установления равновесия в системе.

2. Считая, что константа равновесия реакции разложения ацетона при увеличении температуры до 500°C увеличилась в 243 раза, вычислите равновесные молярные концентрации ацетона, **A** и **B**.