

ВСЕРОССИЙСКАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ ПО ХИМИИ

(МУНИЦИПАЛЬНЫЙ ЭТАП ВОЛОГОДСКАЯ ОБЛАСТЬ)

ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ ТУР

11 классы

Уважаемый участник олимпиады!

Вам предстоит выполнить теоретические (письменные) задания.

Время выполнения заданий теоретического тура 210 минут.

Выполнение теоретических (письменных) заданий целесообразно организовать следующим образом:

- не спеша, внимательно прочитайте задание, осознайте суть вопросов и определите наиболее верный и полный ответ;
- отвечая на теоретический вопрос, обдумайте и сформулируйте конкретный ответ только на поставленный вопрос;
- если Вы отвечаете на задание, связанное с заполнением таблицы или схемы, не старайтесь детализировать информацию, вписывайте только те сведения или данные, которые указаны в вопросе;
- особое внимание обратите на задания, в выполнении которых требуется выразить Ваше мнение с учетом анализа ситуации или поставленной проблемы. Внимательно и вдумчиво определите смысл вопроса и логику ответа (последовательность и точность изложения). Отвечая на вопрос, предлагайте свой вариант решения проблемы, при этом ответ должен быть кратким, но содержать всю необходимую информацию;
- после выполнения всех предложенных заданий еще раз удостоверьтесь в правильности выбранных Вами ответов и решений.

Выполнение заданий целесообразно организовать следующим образом:

- не спеша, внимательно прочитайте задание;
- выделите вопросы задания;
- запишите решение;
- продолжайте, таким образом, работу до завершения выполнения заданий;
- после выполнения всех предложенных заданий еще раз удостоверьтесь в правильности ваших ответов;
- если потребуется корректировка предложенного Вам и решения, то неправильный ответ зачеркните, и напишите новый.

Предупреждаем Вас, что:

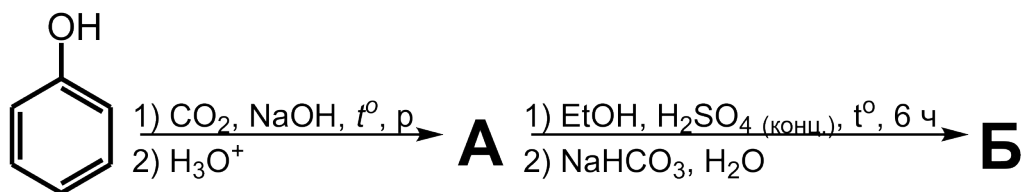
- при оценке заданий 0 баллов выставляется за неверное решение и в случае, если участником предложено несколько решений и хотя бы одно из них неверное.

Бланки ответов необходимо заполнять только с одной стороны, решение каждой задачи начинать с новой страницы. Укажите номер задачи, номер и число листов решения. При необходимости черновик пометьте «Черновик». Дополнительные бланки листов ответа можно получить у дежурного преподавателя.

Задание теоретического тура считается не выполненным, если Вы не сдали его вовремя.

Максимальная оценка – 100 баллов.

ЗАДАНИЕ 1 Карбоксилированием 10 г фенола по реакции Кольбе-Шмитта с использованием едкого натра и последующей обработкой промежуточного продукта реакции разбавленной серной кислотой было выделено белое кристаллическое вещество **А**. При длительном кипячении **А** с этанолом в присутствии концентрированной серной кислоты было получено вещество **Б** массой 7 г.



- 1) Напишите структурные формулы веществ **А** и **Б**.
- 2) Рассчитайте выход продукта **Б** (в процентах от теоретического).
- 3) Вещество **А** имеет известное тривиальное название. Приведите это название и укажите, от какого растения оно произошло.

Максимальный балл -20.

ЗАДАНИЕ 2. Индивидуальные вещества **А** и **В** при 5°C являются жидкостями. При взаимодействии **А** и **В** образуется вещество **С**, которое при нагревании (не выше 1000°C) разлагается с образованием только двух простых веществ.

- 1) Предложите формулы веществ **А** – **С** и двух простых веществ, на которые разлагается **С**.
- 2) Напишите уравнения протекающих реакций.

Максимальный балл - 20.

ЗАДАНИЕ 3. Элемент **Х** образует несколько простых веществ, наиболее известными из которых являются **А** и **В**. Молярные массы **А** и **В** соотносятся как 1 : 4. Известно, что и **А** и **В** реагируют с избытком кислорода (*реакции 1,2*) при нормальных условиях, однако в случае **В** процесс идёт гораздо активнее. В результате реакции образуется крайне гигроскопичное вещество **С**. При нагревании **В** в водном растворе едкого натра (*реакция 3*) происходит выделение ядовитого газа **Д**, который из-за образующихся примесей имеет свойство самовоспламеняться на воздухе. В растворе остаётся соль **Е**, проявляющая восстановительные свойства. При нагревании водного раствора **Е** с нитратом серебра происходит образование чёрного осадка (*реакция 4*), а при пропускании газа **Д** в ток иодоводорода (при охлаждении)

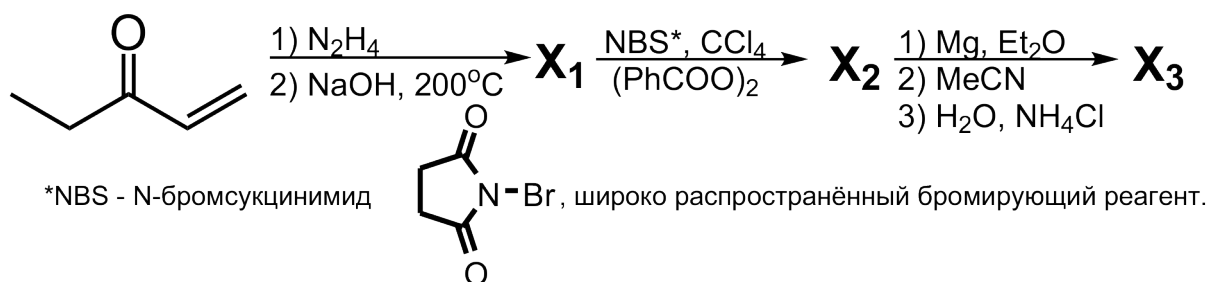
образуются бесцветные кристаллы гигроскопичного и неустойчивого вещества **F** (реакция 5). При действии на **F** избытка раствора пероксида водорода образуется кислота **G** (реакция 6).

1) Определите элемент **X**, вещества **A – G**, если известно, что кислота **G** состоит из кислорода, водорода и **X**, и массовая доля **X** в ней составляет 31,6%. Напишите уравнения реакций 1 – 6.

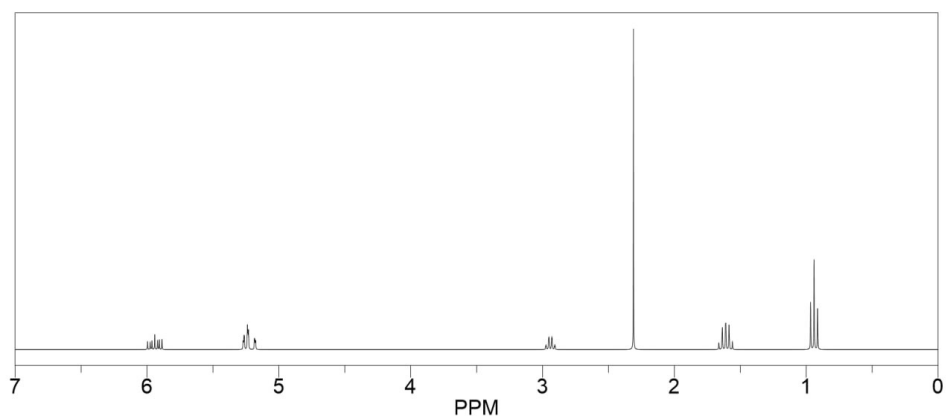
2) **Y** – продукт нейтрализации водного раствора **G** (массовая доля **G** 10%) разбавленным раствором гидроксида натрия (мольная доля Na в **Y** составляет 25%) – выделили и прокалили до постоянной массы. В результате получили 1,33 г твёрдого остатка **Z**, представляющего собой сложное вещество, в котором массовая доля **X** 23,3%. Определите формулы веществ **Y** и **Z**, вычислите массу 10%-ого раствора **G**, необходимого для получения указанного количества твёрдого остатка **Z**.

Максимальный балл - 20.

ЗАДАНИЕ 4. Дана цепочка химических превращений:

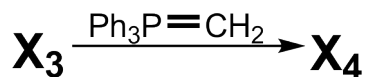


Известно, что вещество **X**₁ реагирует с N-бромсукцинимидом в присутствии пероксида бензоила в CCl₄ (реакция Воля-Циглера). Реакция протекает по радикальному механизму с образованием продукта аллильного бромирования **X**₂, который затем вступает в реакцию с металлическим магнием в среде абсолютированного этилового эфира с образованием реактива Гриньяра. При присоединении к реактиву Гриньяра ацетонитрила и последующем кислотном гидролизе промежуточного соединения образуется вещество **X**₃, имеющее молекулярную массу 112 г/моль.



Спектр ПМР (^1H -ЯМР) вещества X_3 (в $\text{DMSO}-d_6$).

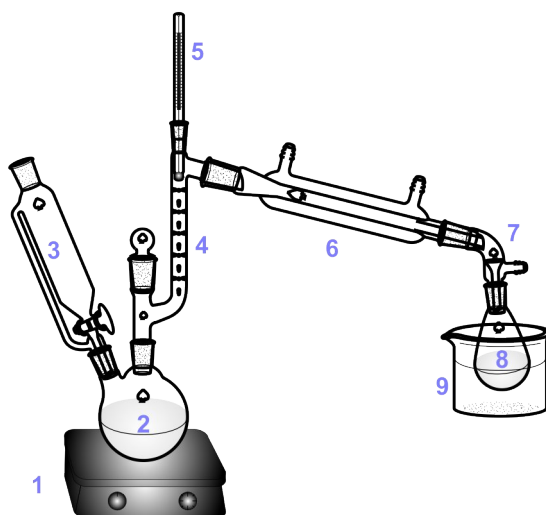
- 1) Напишите структурные формулы продуктов $\text{X}_1 - \text{X}_3$.
- 2) Предложите структурную формулу продукта X_4 , образующегося при следующем превращении:



Максимальный балл - 20.

ЗАДАНИЕ 5. Мысленный эксперимент. Юный химик Серёжа решил получить изопропилхлорид. Найдя методику в практикуме по органической химии, он собрал установку (см. рис. ниже), состоящую из плитки (1), двугорлой круглодонной колбы (2), снабжённой капельной воронкой (3) и насадкой Кляйзена, соединённой через дефлегматор (4), снабжённым термометром (5), с прямым холодильником Либиха (6) в который вставлен аллонж (7), соединяющий его с колбой-приёмником (8) помещённой в лёд (9).

Серёжа загрузил в колбу (2) 136 г безводного ZnCl_2 и 86,4 мл концентрированной HCl и включил нагрев. Залив в воронку (3) 38 мл изопропилового спирта, он медленно прикапывал его к реакционной смеси, отгоняя и собирая фракцию с температурой кипения до 70°C . Полученный дистиллят он промыл 2 раза равным объемом воды, затем 5%-м раствором NaHCO_3 до нейтральной реакции, затем снова водой. Выделив органическую фазу, он просушил её над безводным хлоридом кальция и перегнал. Сравнив показатель преломления и спектр ПМР с литературными данными Серёжа убедился в чистоте полученного продукта, выделив 14,4 г вещества ($d = 0,862$ г/мл).



- 1) Напишите уравнение взаимодействия изопропанола с соляной кислотой. Какую роль в этой реакции играет безводный хлорид цинка?
- 2) Рассчитайте максимальный объём концентрированной соляной кислоты ($\omega = 36,44\%$, $d = 1,1810$ г/мл), который может прореагировать по приведённому уравнению с количеством изопропилового спирта ($d = 0,7895$ г/мл), которое Серёжа взял для синтеза. Определите выход продукта реакции (в % от теоретического). Зачем колбу-приёмник помещают в баню со льдом?

Максимальный балл - 20.

Максимальный итоговый балл - 100.

Условные обозначения

Et – этил

i-Pr – изопропил

Ph – фенил