

ВСЕРОССИЙСКАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ ПО ХИМИИ
(МУНИЦИПАЛЬНЫЙ ЭТАП)
ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ ТУР
возрастная группа (10 классы)

Уважаемый участник олимпиады!

Вам предстоит выполнить теоретические (письменные) задания.

Время выполнения заданий теоретического тура 4 астрономических часа (240 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 Вами 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.

Задание теоретического тура считается выполненным, если Вы вовремя сдаете его членам жюри.

Максимальная оценка – 100 баллов.

Удачи в выполнении заданий!

Задача 10-1

Химику А. подарили сплав, состоящий из лития и цинка. После взвешивания сплава его масса оказалась равной 20г. Ему стало интересно определить процентное содержание каждого из металлов в подарке. Он отломил кусок от сплава и сжег его в токе кислорода (*реакция 1, 2*), получив 9.817 г твердого вещества. Но осознав, что этих данных ему недостаточно он отломил еще один кусок такой же массы и пропустил через него газообразный хлор (*реакция 3, 4*), получив 25.832 г твердого вещества.

1. Определите процентное содержание лития и цинка в сплаве. **Ответ подтвердите расчетом.**
2. Напишите уравнения реакций 1-4.

Оставшиеся 10г сплава химик растворил в 100мл воды без нагревания и наблюдал выделение газа (*реакция 5*).

3. Напишите уравнение реакции 5.
4. Рассчитайте объем выделившегося газа (*при н.у.*), концентрацию образовавшейся щелочи.
5. Почему один из компонентов сплава не взаимодействует с водой без нагревания.

Максимальный балл – 20.

Задача 10-2

Элемент **A** один из самых используемых металлов наше время. При сжигании 10 г этого металла в кислороде образуется 13.81 г его смешанного оксида **B** (*реакция 1*). При пропускании водорода через **B** можно получить металл **A** в чистом виде (*реакция 2*). При дальнейшем растворении **A** в HNO_3 средней концентрации образуется соль **C** (*реакция 3*). Соль **C** при взаимодействии с раствором NaI дает бурю окраску раствору, с образованием простого вещества **D** и соли **E** (*реакция 4*). Смешав **C** с NaOH получаем осадок вещества **F** (*реакция 5*), которое при дальнейшем со смесью Br_2 и NaOH образует вещество **G** с массовой долей **A**-33.7% и массовой долей **Na**-27.7% (*реакция 6*).

1. Определите вещества **A-G**, если это возможно ответ подтвердите расчетом.
2. Напишите уравнения реакций 1-6.

Максимальный балл – 20.

Задача 10-3

Не все реакции идут до конца

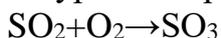
В химии понятие равновесия играет ключевую роль в понимании реакций, происходящих в различных системах. Химическое равновесие — это состояние, при котором скорость прямой реакции равна скорости обратной реакции, что приводит к стабильному соотношению концентраций реагентов и продуктов. Это состояние не является статичным; оно динамично и может изменяться под воздействием различных факторов, таких как температура, давление и концентрация веществ. В данной задаче мы рассмотрим основные принципы, управляющие химическим равновесием, и проанализируем, как различные условия могут влиять на положение равновесия в системе.

Понимание этих принципов не только углубляет знания о химических процессах, но и имеет важное значение для практических приложений в химической промышленности.

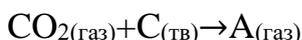
Величина характеризующая равновесие **K** называется константа равновесия. Пример записи константы для реакции $nA+xB \rightarrow yC+zD$

$$K = \frac{[C]^y \cdot [D]^z}{[A]^n \cdot [B]^x}$$
 соответственно можно сделать вывод, константа представляет из себя произведение концентраций продуктов реакции в степенях равных коэффициентам деленное на произведение концентраций реагентов в соответствующих степенях.

1. Запишите константу равновесия для следующей реакции. Не забудьте уравнивать реакцию.



2. Определите вещество А в следующей реакции, рассчитайте константу равновесия, если $[CO]=0.05$ моль/л, $[A]=0.02$ моль/л



Константа равновесия зависит от температуры: $\ln \frac{K_2}{K_1} = \frac{\Delta_r H}{R} \left(\frac{1}{T_1} - \frac{1}{T_2} \right)$

где K_1 - значение константы при T_1 , где K_2 - значение константы при T_2 , температура в Кельвинах.

Константа диссоциации воды при 298К - 10^{-14} , $\Delta H = 55800 \frac{\text{кДж}}{\text{моль}}$, $R = 8,314$.

3. Запишите уравнение диссоциации воды.

4. Рассчитайте константу равновесия при 350К

5. Определите рН воды при 350К

Подсказки:

1. Концентрация твердых веществ и воды в константе равновесия принимает значение единицы и не записывается в константу.

2. $pH = -\log[H^+]$

3. В пункте 5 примите, что концентрации всех продуктов записанных в константе равны.

Максимальный балл – 20.

Задание 10-4

Все гениальное-просто

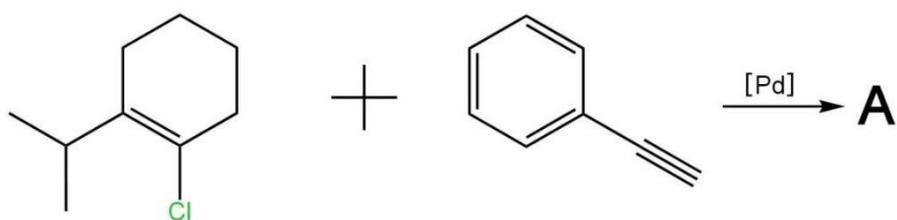
В современной органической химии абсолютно невозможно провести ни один синтез без реакций кросс-сочетания, катализируемых металлами платиновой группы, ведь неспроста множество ученых получили за это Нобелевские премии. Существует множество вариаций данного типа реакций, но все они имеют одну цель-формирование нового углеродного скелета.

Одна из самых популярных реакций-реакция Соногаширы



Рис.Схема реакции Соногаширы, где Hal-любой галоген.

1. Напишите структуры соединений **A**, **B**, образующихся в процессе следующих реакций, основываясь на схеме, приведенной выше.



Однажды американский химик-органик Ричард Хек задумался о том, что есть одна проблема всех реакций кросс-сочетания - необходимость алкина и был разработан новый тип реакции

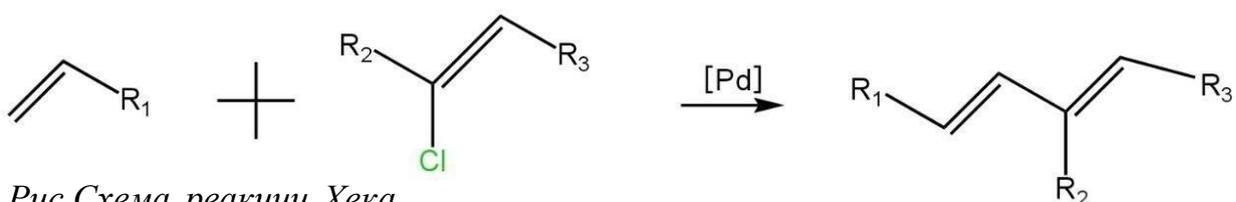
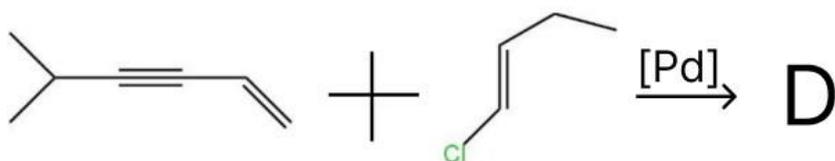
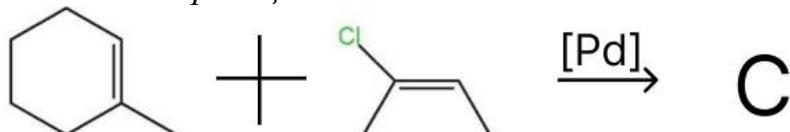
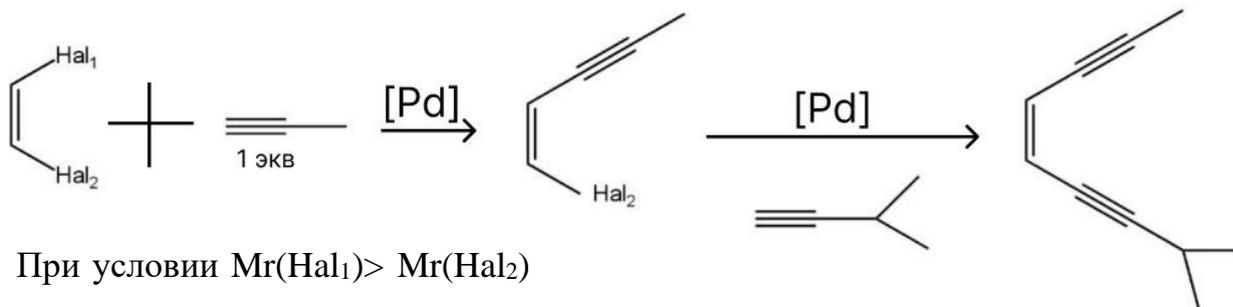


Рис.Схема реакции Хека

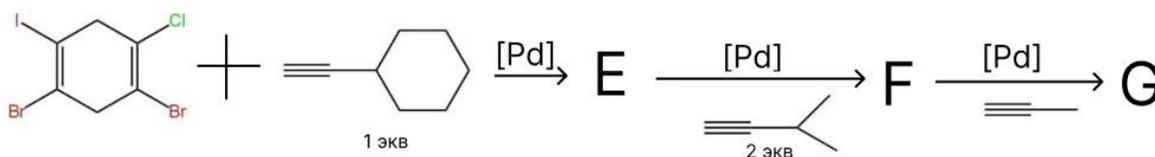


2. Напишите структуры соединений **C**, **D**, образующихся в процессе следующих реакций, основываясь на схеме, приведенной выше
3. Изменяется ли степень окисления углеродов, непосредственно участвующих в реакции кросс-сочетания? Верный ответ подчеркнуть.
Да/Нет/Не всегда

При детальном рассмотрении реакции кросс-сочетания было сделано открытие, показывающее тот факт, что в большинстве случаев при наличии в молекуле с галогеном двух различных галогенов, первым будет реагировать более тяжелый галоген.



При условии $M_r(\text{Hal}_1) > M_r(\text{Hal}_2)$



4. Напишите структуры соединений **E**, **F**, **G**, образующихся в процессе следующих реакций, основываясь на схеме, приведенной выше.

Массовая доля углерода в **E** 44,39%

Количество атомов углерода в **G** равно численно количеству электрону в ионе меди $2+$ (Cu^{2+})

Максимальный балл – 20.

Задание 10-5

Титрование — это аналитический метод, используемый для определения концентрации вещества в растворе. В процессе титрования один раствор (титрант) добавляется к другому раствору (анализируемому) до достижения точки эквивалентности, когда реакция между реагентами завершена. Точка эквивалентности определяется с помощью индикатора, который изменяет цвет при достижении определенного pH, позволяя визуально определить момент, когда количество добавленного титранта соответствует количеству анализируемого вещества.

Вы работаете в школьной лаборатории и получили задание определить концентрацию соляной кислоты (HCl) в образце 100 мл, используя раствор NaOH с концентрацией 0.15 моль/л. Вам необходимо провести кислотно-основное титрование и использовать фенолфталеин в качестве индикатора. Для титрования вы взяли из 100 мл HCl только 10 мл. На титрование ушло 13 мл NaOH. (Не забудьте перевести при расчете мл в л).

1. Определите какое вещество является титрантом в нашем случае, а какое анализируемым раствором.
2. При титровании мы взяли раствор HCl, добавили туда индикатор и стали добавлять NaOH, в один момент весь HCl прореагировал (точка эквивалентности) и после добавления еще одной капли щелочи раствор изменил цвет. Определите цвет раствора.
3. Напишите уравнение реакции, протекающей в процессе титрования
4. Определите количество вещества NaOH, которое потребовалось для титрования, зная концентрацию и объем, ушедший в результате титрования.
5. Определите количество вещества HCl, которое было в выданном растворе.
6. Определите концентрацию HCl в выданном растворе

Подсказки:

$C = \frac{n}{V}$ — формула для расчета концентрации.

Максимальный балл – 20.