

ВСЕРОССИЙСКАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ ПО ХИМИИ
(МУНИЦИПАЛЬНЫЙ ЭТАП)
ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ ТУР

возрастная группа (11 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 11-1

Химическая математика скорости

Химическая кинетика изучает, как быстро происходят химические реакции и какие факторы влияют на скорость этих процессов. Понимание кинетики важно не только для теоретической химии, но и для практических приложений в таких областях, как фармацевтика, биохимия и материаловедение. В данной задаче мы рассмотрим общие методы описания скорости.

Реакции классифицируются по порядкам. Порядок в элементарной реакции показывает зависимость скорости от концентрации.

Нулевой порядок описывается зависимостью $t(C)$: $t = \frac{1}{k} * (C_0 - C)$, где t - время(секунда), k - константа скорости, C_0 - начальная концентрация, C - концентрация вещества, оставшегося после реакции в течении времени.

1. Определите размерность k в реакции 0 порядка, если размерность t - секунды, $\Delta C - \frac{\text{моль}}{\text{л}}$

Первый порядок описывается зависимостью: $C = C_0 * e^{-k*t}$

2. Выразите t из данного уравнения, получив зависимость вида $t(C)$, определите период полураспада для реакции первого порядка

Подсказка: Период полураспада это время за которое $C = 0,5C_0$

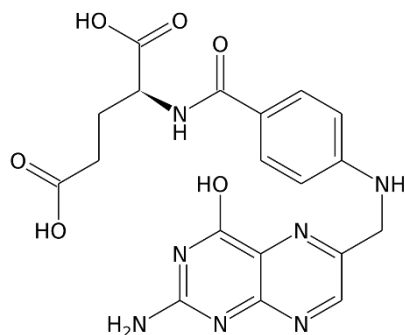
Реакции n порядка описываются зависимостью: $k*t = \frac{1}{n-1} * (\frac{1}{C^{n-1}} - \frac{1}{C_0^{n-1}})$, где n - номера порядка

3. Выразите зависимость $C(t)$ для реакции 3 порядка.
4. После введения ибупрофена его концентрация стала $0.002 \frac{\text{моль}}{\text{л}}$. Через 2 часа концентрация стала $0.001 \frac{\text{моль}}{\text{л}}$. Предположим, что данный процесс подчиняется уравнению первого порядка. Рассчитайте время через которое из организма будет выведено 80% ибупрофена.

Максимальный балл – 20.

Задача 11-2

Фолиевая кислота, также известная как витамин B9, является водорастворимым витамином, который играет ключевую роль в метаболизме клеток и синтезе ДНК. Она особенно важна для быстрого деления клеток, что делает её критически необходимой в период беременности, когда формируются ткани и органы плода. Дефицит фолиевой кислоты может привести к серьезным последствиям, таким как анемия и различные пороки развития у новорожденных. Фолиевая кислота содержится в различных продуктах, включая зелёные листовые овощи (шпинат, брокколи), бобовые, цитрусовые фрукты и цельнозерновые продукты. Ниже представлена формула данного витамина.



1. Определите массовую долю кислорода в фолиевой кислоте.
2. Рассчитайте какой объем азота (*при н.у.*) выделится при сжигании 10г фолиевой кислоты, если считать, что весь азот, находящийся в молекуле при сжигании переходит в N_2 .
3. Рассчитайте какой объем азота (*при $T=350K$, $p=200000Pa$*) выделится при сжигании 10г фолиевой кислоты, если считать, что весь азот, находящийся в молекуле при сжигании переходит в N_2 .

В лаборатории было сожжено 10 граммов неизвестного органического кислородсодержащего соединения. В результате сгорания образовались 22 грамма углекислого газа (CO_2) и 9 граммов воды (H_2O).

4. Определите молекулярную формулу исходного соединения.

Подсказки:

$p \cdot V = n \cdot R \cdot T$ -уравнение Менделеева-Клапейрона, где p -давление в Па, V -объем в литрах, $R=8.314$, T -температура в Кельвинах.

Максимальный балл – 20.

Задача 11-3

Всё 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.

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

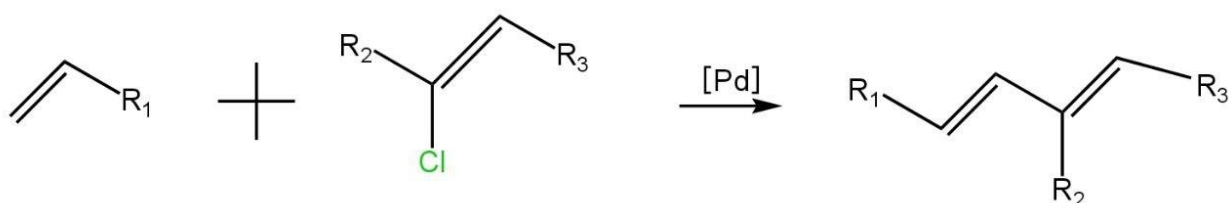
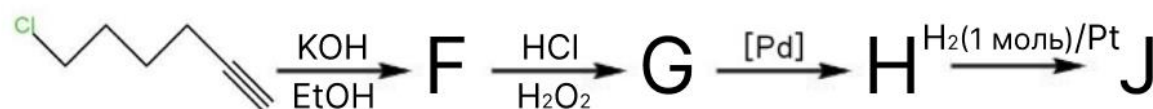
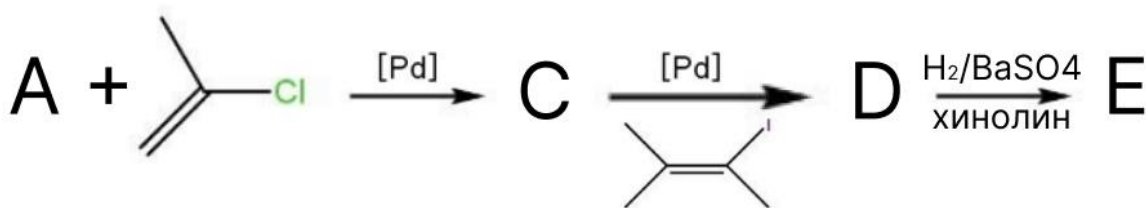


Рис.Схема реакции Хека

1. Меняется ли степень окисления углеродов, непосредственно участвующих в реакции кросс-сочетания? **Верный ответ подчеркнуть.**

Да/Нет/Не всегда



2. Определите вещества А-Н, J. Для органических веществ запишите структурные формулы.

Подсказки:

Массовая доля С в веществе А – 92,3%

С- терминальный алкин

Вещество Е содержит 6 sp^2 углеродов и 0 sp

Реакция $F \rightarrow G$ идет по тройной связи с нарушением правила Марковникова

Н-циклическая молекула

Максимальный балл – 20.

Задача 11-4

Металл X, образованный элементом X, относится к числу семи металлов древности, каждый из которых соотносился с известными тогда планетами. Планетой, символизирующей X, была Венера. Известно, что при нагревании 1 г X на воздухе (реакция 1) на выходе образуется черный порошок X_1 массой 1,25 г. При растворении этого порошка в концентрированной серной кислоте (реакция 2) образуется X_2 (... купорос), который является компонентом реактива Фелинга, а также образует кристаллогидрат ярко-синего цвета. Сам по себе реактив Фелинга используется для качественного определения альдегидов и восстанавливающих углеводов. Вторым компонентом помимо X_2 - это щелочной раствор тартрата калия. Как известно, гидроксид металла X

нерастворим в воде и при попадании щелочи в раствор X_2 выпадает голубой осадок X_3 (реакция 3). Если же растворить X_1 в концентрированной HCl и охладить раствор в правильном диапазоне температур, можно получить зелено-синий кристаллогидрат X_4 (реакция 4) с $w(H_2O) = 21,05\%$, содержащий 2 молекулы воды. Однако если ничего не охлаждать и не выделять кристаллогидрат, а просто пропустить аммиак, раствор окрасится в яркий васильковый цвет, говорящий об образовании X_5 (реакция 5), который является комплексным соединением. Металл X сохраняет в X_5 свою степень окисления, причем она такая же, как и в X_2 , а его координационное число, то есть число лигандов, которое может координировать вокруг себя металл, равно 4. $w(NH_3) = 33,5\%$ в X_5 . Кроме этого металл X может реагировать с теллуром (реакция 6) с образованием бинарного соединения X_6 , формулу которого часто пишут на валентинках и открыточках, чтобы сделать комплимент, соотношение X и теллура в нём 1:1, а $w(Te) = 66,5\%$.

1. Определите металл X и соединения X_1 - X_6 , запишите их химические формулы.
2. Запишите уравнения реакций 1-6.
3. Запишите тривиальное название X_2 , дополнив пропуск в скобках, и укажите формулу того самого синего кристаллогидрата, образуемого X_2 .
4. Укажите хотя бы 2 способа применения металла X , который ещё с древности использовался самым различным образом.

Максимальный балл – 20.

Задача 11-5

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, 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 100мл HCl только 10мл. На титрование ушло 13мл $NaOH$.

1. Определите какое вещество является титрантом в нашем случае, а какое анализируемым раствором.
2. При титровании мы взяли раствор HCl , добавили к нему 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.
7. Какие еще три индикатора можно использовать при данном титровании.
8. Почему для титрования нужно использовать бюретку, а не пипетку Пастера.

Подсказки:

$C=n/V$ – формула для расчета концентрации

Не забудьте перевести при расчете мл в л

Максимальный балл – 20.