

УТВЕРЖДАЮ

Председатель Открытой олимпиады

школьников по химии

профессор Р.Е. Калинин



Вопросы заключительного (очного) этапа открытой олимпиады школьников по химии 2018- 2019 учебный год (теоретический тур)

Задача 1 (6 баллов)

При нитровании фенола разбавленной азотной кислотой на холоду образуется смесь *o*- и *p*-нитрофенолов. Приведите уравнение этой реакции и объясните направление ее протекания.

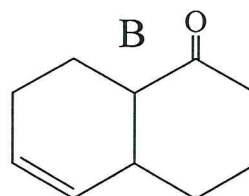
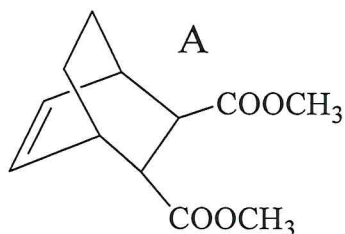
В *орто*-изомере существует внутримолекулярная водородная связь. Приведите схему ее образования. Сравните температуры кипения *орто*- и *пара*-изомеров. Какой из них более летуч? Почему?

Задача 2 (8 баллов)

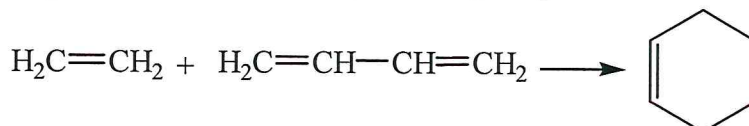
Опишите пространственное строение фторида бора, фторида азота (III) и иона BF_4^- . Сравните и объясните. Имеют ли две первые частицы дипольный момент?

Задача 3 (10 баллов)

Вещества А и В получены по реакции Дильса-Альдера, по межмолекулярному и внутримолекулярному вариантам, соответственно. Для вещества А приведите строение исходных диена и диенофила и назовите их. Для вещества В приведите строение исходной молекулы и назовите ее. Приведите химические реакции.

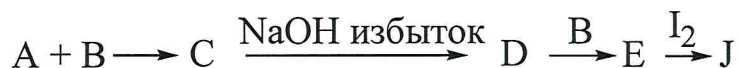


Для справки: реакция Дильса-Альдера – это реакция между соединением, содержащим сопряженные двойные связи (диеном), и ненасыщенным соединением (диенофилом). Продукт реакции содержит шестичленный цикл. Например:



Задача 4 (10 баллов)

Вещества А и В находятся в одной группе Периодической системы Менделеева. При их взаимодействии образуется газообразное вещество С. При пропускании вещества С через избыток водного раствора гидроксида натрия образуется единственный продукт D. При кипячении раствора D с веществом В образуется раствор соли Е, которая в стандартных условиях выделяется из раствора в виде пентагидрата. Полученные кристаллы пентагидрата Е массой 4,96 г полностью взаимодействуют с раствором, содержащим 2,54 г йода.



Определите и назовите вещества А – J. Приведите все уравнения реакций согласно схеме и подтвердите ваш ответ расчетом.

Задача 5 (10 баллов)

Каково значение рН насыщенного раствора гидроксида кальция, если произведение растворимости (ПР) $\text{Ca}(\text{OH})_2$ составляет $5,5 \cdot 10^{-6}$? Сколько миллилитров воды потребуется для растворения 1 г $\text{Ca}(\text{OH})_2$?

Для справки: $\text{ПР}(\text{Ca}(\text{OH})_2) = [\text{Ca}^{2+}] \cdot [\text{OH}^-]^2$, где $[\text{Ca}^{2+}]$ и $[\text{OH}^-]$ – концентрации ионов в насыщенном растворе. Водородный показатель рН рассчитывается по формуле $\text{pH} = -\lg[\text{H}^+]$. Ионное произведение воды $[\text{H}^+] \cdot [\text{OH}^-] = 10^{-14}$.

Задача 6 (16 баллов)

Экстракция – это современный метод разделения и концентрирования веществ. Для количественного описания экстракции используют величину коэффициента распределения $D = [c_{\text{орг}}]/[c_{\text{водн}}]$, где $c_{\text{орг}}$ и $c_{\text{водн}}$ – равновесные концентрации экстрагируемого вещества в органических и водных фазах, соответственно. Также используют величину степени извлечения α , которая равна отношению количества перешедшего в органическую фазу вещества к исходному количеству вещества, которое первоначально находилось в водной фазе.

Пусть для некоторого вещества X коэффициент распределения D между органической и водной фазами в процессе экстракции равен 1,5.

- 1) Определите степень извлечения α вещества X при однократной экстракции, если объем водной и органической фаз равны 1 литру?
- 2) Какой объем органического экстрагента необходимо взять, чтобы при однократной экстракции степень извлечения X из 1 литра водной фазы составила 95%?
- 3) Сколько последовательных экстракций необходимо провести, чтобы извлечь минимально 95% вещества X, используя по 1 литру экстрагента? Объем водной фазы считайте равным 1 литру. Каков общий объем использованного экстрагента?
- 4) Сравните это количество с объемом экстрагента в вопросе 2) этой задачи и сделайте вывод, какая экстракция эффективнее.