

Время выполнения задания – 180 минут. Максимальное количество баллов – 100

Задание 1. (5 баллов) Концентрация фосфорной кислоты в растворе 11 моль/дм³. Плотность раствора 1,53 г/см³. Какова массовая доля фосфорной кислоты в этом растворе?

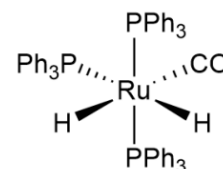
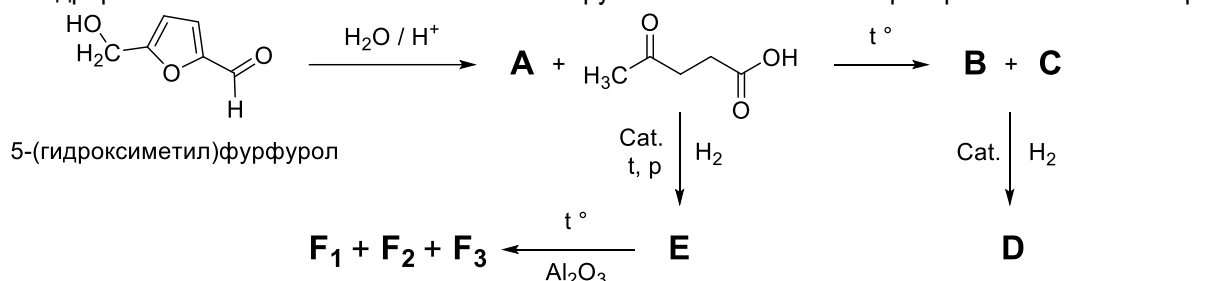
Задание 2. (5 баллов) Медный купорос при прокаливании потерял 71,3% массы. Напишите формулу продукта прокаливании.

Задание 3. (20 баллов) При проведении вольтамперометрического определения ионов металлов получают полярограммы, на которых концентрация металла в растворе (С) пропорциональна высоте полярографической волны (h):

$$C = K \cdot h$$

Для определения содержания ионов цинка воспользовались методом стандартного раствора. На полярограмме 100 см³ стандартного раствора хлорида цинка с концентрацией $1 \cdot 10^{-4}$ г/см³ высота волны оказалась равна 55 мм. Навеску сплава, содержащего цинк, массой 0,521 г растворили в хлороводородной кислоте. При полярографировании 100 см³ полученного раствора высота волны составила 48 мм. По приведенным данным рассчитайте массовую долю в сплаве.

Задание 4. (20 баллов) Использование возобновляемых ресурсов для получения органических реагентов и топлива является важным направлением преобразования природопользования. Одним из первичных производных, получаемых из углеводов, является 5-(гидроксиметил)фурфурол, при кислотном гидролизе которого можно получить эквимолярное количество соединения **A** (жидкость) и левулиновой кислоты. При сильном нагреве левулиновая кислота превращается в смесь изомерных соединений **B** и **C**, не проявляющих кислотных свойств, каталитическое гидрирование которых приводит к одному и тому же продукту **D**. При гидрировании левулиновой кислоты в жестких условиях получается производное **E**, способное при дегидратации давать три изомерных продукта. Изобразите структуру всех зашифрованных соединений. Слева представлен один из катализаторов гидрирования. Напишите степень окисления рутения в нем и все его пространственные изомеры.



Задание 5. (20 баллов) Вы наверняка слышали о радиоуглеродном методе датировки исторических объектов растительного происхождения. Он связан с измерением содержания радиоактивного изотопа ¹⁴C в объекте и основан на том, что этот изотоп не меняет концентрацию в природе, так как образуется постоянно из-за космического излучения, интенсивность которого мало менялась за последние десятки тысяч лет. Живое растение активно обменивает углерод с атмосферой и имеет природное содержание, а мертвое постепенно теряет его из-за радиоактивного распада с $T_{1/2} = 5730$ лет. Число атомов ¹⁴C, оставшихся к данному моменту в образце равно $N = N_0 \cdot (1/2)^{t/T_{1/2}}$. Природное содержание ¹⁴C характеризуется активностью 13,6 распадов в минуту в расчете на 1 г углерода. Активность образца, взятого из деревянного идола, составила 11,6 распадов в минуту в расчете на 1 г углерода. Учитывая погрешность измерения $\pm 0,2$ распада, определите возможный диапазон возраста идола. Какой максимальный возраст образца можно определить при такой точности? Какова мольная доля ¹⁴C в природной смеси? Год примите за 365 дней.

Задание 6. (30 баллов) Если поместить некоторую соль аммония в коническую колбу и добавить умеренно концентрированного раствора соляной кислоты, то получится прозрачный раствор желтого цвета. При добавлении нескольких гранул цинка к полученному раствору, появляются пузырьки газа. Раствор постепенно меняет окраску на голубую, зеленую, и, наконец, фиолетовую при нагревании. Приведите уравнения протекающих при этом реакций. Назовите соединения, которые ответственны за окраску описанных растворов.