



Заключительный этап Олимпиады школьников «Шаг в будущее»

Профиль: «Инженерное дело»

Специализация: «Химия»

Классы участия: 10-11

Задача 1.

До открытия высокоэнтропийных сплавов считалось, что при смешивании металлов в равных пропорциях механические свойства сплавов ухудшаются, однако российские ученые получили эквимольный сплав из алюминия, никеля, кобальта, меди и циркония, который обладает высокими прочностными показателями. При изучении химической стойкости такого сплава уравнили емкости с раствором гидроксида натрия на одной чаше весов и с раствором соляной кислоты на другой. В емкость с раствором гидроксида натрия поместили 30 г сплава. Какую массу сплава надо поместить в сосуд на другой чаше весов, чтобы весы через некоторое время уравнились? Напишите уравнения реакций, протекающих в растворе гидроксида натрия и в растворе соляной кислоты.

Задача 2.

При переработке древесных растений применяется биорефайнинг, позволяющий полностью использовать всю биомассу дерева, включая хвою, составляющую около 20 % от массы древесины хвойных пород. Методом отгонки с водяным паром из хвои извлекают эфирные масла, содержание которых достигает 2 % от массы хвои. Основным компонентом эфирных масел является сложный эфир борнилацетат с общей формулой $C_{12}H_{20}O_2$. Определите массовую долю борнилацетата в эфирном масле, для омыления 1 г которого потребовалось 70 мг гидроксида калия. Сколько новогодних елей массой в среднем по 7 кг нужно сдать на переработку, чтобы получить 1 кг эфирного масла?



Задача 3.

Известно, что на международных космических станциях (МКС) для получения кислорода в основном используют электролиз воды. Образующийся при этом водород применяется для реакции с углекислым газом, что приводит к регенерации воды. Какие еще продукты, кроме воды, могут образовываться в трех разных реакциях водорода с углекислым газом в зависимости от условий проведения реакции? Если смесь этих продуктов, взятых в равных соотношениях по массе, сжечь на воздухе, образуется углекислый газ объемом 4,0656 л (н. у.). Определите объемы газов в сжигаемой смеси, учитывая, что один из них при разложении может служить источником водорода. Приведите уравнения всех восьми описанных в задании химических реакций.

Задача 4.

Из древесины можно получить два различных спирта: путем пиролиза – метиловый (древесный) спирт, а с помощью биохимической переработки продуктов гидролиза древесины – этиловый (гидролизный) спирт. Эти спирты имеют похожий резкий запах. Однако метиловый спирт очень ядовит. Предложите физические и химические способы идентификации этих соединений для того, чтобы их можно было различить. Для химических способов приведите уравнения протекающих реакций.

Задача 5.

При производстве древесно-стружечных плит (ДСтП) в качестве связующих применяют синтетические смолы – карбамидоформальдегидные олигомеры, которые получают из карбамида (диамида угольной кислоты) и формальдегида. Первой стадией получения карбамидформальдегидных олигомеров является синтез метилольных производных путем присоединения от одной до трех молекул формальдегида к карбамиду. Далее протекает конденсация молекул метилольных производных друг с другом.



1) Напишите уравнение реакции присоединения трех молекул формальдегида к карбамиду.

2) Напишите уравнение реакции конденсации полученных молекул метилольных производных друг с другом путем образования метиленовых связей.

3) Напишите уравнение реакции конденсации полученных молекул метилольных производных друг с другом путем возможного образования простых эфирных связей.

Получаемые карбамидформальдегидные олигомеры содержат некоторое остаточное количество формальдегида. Содержание этого токсичного вещества определяют сульфитным методом, который основан на свойстве альдегидов в водной среде взаимодействовать с сульфитом натрия. К образующимся продуктам этой реакции добавляют соляную кислоту, по расходу которой на реакцию с одним из продуктов и рассчитывают содержание свободного формальдегида в анализируемой пробе.

4) Напишите уравнения двух реакций, протекающих при определении содержания формальдегида описанным способом.

5) Сколько миллилитров 0,001 М раствора соляной кислоты израсходовано при определении содержания формальдегида в 60 мл сточной воды предприятия, если предельно допустимая концентрация этого вещества, составляющая 0,05 мг/л, была превышена в 2 раза?