

| Предмет | Класс | Дата | Время начала | Время окончания |
|---------|----------|------------------|--------------|-----------------|
| Химия | 11 класс | 15 ноября 2023 г | 10-00 | 13-55 |

Задание 1. «Волшебный аромат». (27 баллов).

«Нет, Обеликс, я не дам тебе напиток, поскольку ты еще в детстве упал в котел с этим волшебным зельем».

Панорамикс

В хорошо знакомых многим произведениях о борьбе римлян с неуступчивыми галлами главными героями являются Астерикс и его лучший друг Обеликс. Неоднократно этим двум персонажам на помощь приходил друид Панорамикс, искусно варивший чудодейственное зелье с очень приятным ароматом, дающее исключительную силу тому, кто его выпил. Прошло много лет, рецепт приготовления этого зелья был безвозвратно утрачен...



Одним из веществ, придающим тот самый приятный аромат чудодейственному зелью, могло быть соединение **X**, имеющее запах груши. Сегодня волшебники-химики без особых сложностей могут синтезировать это вещество! В лаборатории **X** обычно получают нагреванием изоамилового спирта (3-метилбутанол-1) с безводной (ее называют "ледяной") предельной одноосновной органической кислотой **Y** в присутствии тяжелой маслянистой минеральной кислоты **Z**.

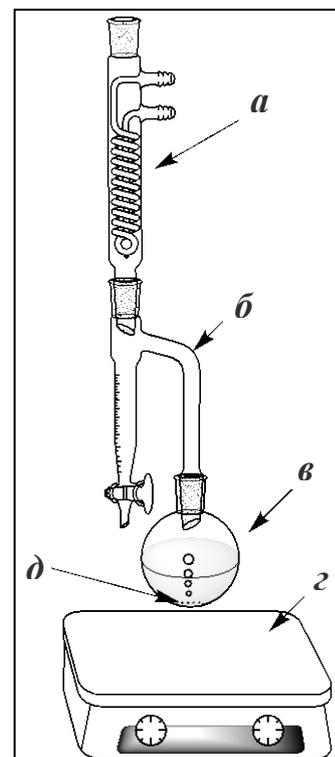
1. Приведите структурные формулы изоамилового спирта, соединения **X** и кислоты **Y**, если известно, что плотность паров **X** по воздуху составляет около 4,5. Ответ подтвердите соответствующими расчетами. Назовите вещества **X** и **Y**.
2. Предложите формулу минеральной кислоты **Z**, которую обычно используют для синтеза **X**. Какова роль этой кислоты в упомянутой реакции?
3. Как называется реакция, описанная выше в качестве способа получения **X**?
4. Почему безводная кислота **Y** называется "ледяной"?

Описанную реакцию получения **X** в лаборатории обычно проводят в установке, изображенной на рисунке справа.

5. Приведите названия отдельных частей изображенной установки (детали **a**, **б**, **в** и **г**), которые обычно используют профессиональные химики. Как называют в химии кусочки пористой керамики **д**, которые добавляют в сосуд **в**. Какую функцию они выполняют?

Для получения **X** в сосуд **в** поместили смесь, состоящую из 163,0 мл изоамилового спирта ($\rho = 0,81 \text{ г/см}^3$), 57,1 мл "ледяной" кислоты **Y** ($\rho = 1,05 \text{ г/см}^3$) и ~1 мл минеральной кислоты **Z**. Смесь тщательно перемешали и кипятили в течение ~8 ч. После окончания нагревания в мерной части сосуда **б** собралось 15 мл воды.

6. Рассчитайте выход (в %) и массу **X** (в г), образовавшегося в сосуде **в**.



7. Помимо описанного выше способа получения сложного эфира существует еще много различных методов синтеза соединений данного класса. В качестве исходных веществ могут использоваться соединения, относящиеся к разным классам. Приведите 3 одностадийные схемы синтеза бутилбутирата (бутиловый эфир бутановой кислоты) из 1) хлорангидрида бутановой кислоты, 2) бутаноата калия, 3) метилового эфира бутановой кислоты. В вашем распоряжении есть любые реагенты и катализаторы. Укажите условия протекания данных реакций, если это необходимо.

Задача 2. «Комбинаторика в химии». (30 баллов).

В Вашем распоряжении имеются символы следующих химических элементов: К, Н, О, S.

1. Пользуясь только этими символами (в любом сочетании) и любыми цифрами, составьте пятнадцать химических формул реально существующих соединений калия.
2. Дайте названия соединениям, формулы которых Вы составили.
3. Предложите способы получения этих 15 соединений из простых веществ (уравнения реакций с указанием условий, если они не идут при стандартных условиях). Можно использовать нагрев, охлаждение, электрический ток, нужные Вам растворители и катализаторы (желательно указывать конкретно). Также можно использовать уже полученные Вами вещества, а также воду и любые другие реагенты, не содержащие калий и серу.

Задача 3. «Редкий, но очень важный элемент» (23 балла).

Иод является одним из важнейших биогенных элементов. В организме человека содержится около 25 мг иода, причём примерно половина этой массы сосредоточена в щитовидной железе. Суточная потребность взрослого человека в иоде составляет всего 0,2 мг, однако недостаток иода в продуктах питания вызывает тяжёлые заболевания. Один из способов восполнения дефицита иода заключается в употреблении йодированной соли, т. е. поваренной соли с добавками иодида натрия, иодида калия или иодата калия. Содержание таких добавок в разных сортах соли колеблется от $2 \cdot 10^{-3}$ до $6 \cdot 10^{-3}$ масс. %.



1. Приведите название и симптомы заболевания, возникновение которого в подавляющем большинстве случаев связано именно с хроническим дефицитом иода в организме человека.
2. Посчитайте, обеспечивает ли полную суточную потребность в иоде употребление йодированной соли, содержащей $2 \cdot 10^{-3}$ масс. % иодида калия, если человек в среднем потребляет 11 г соли в сутки?

В быту мы можем встретить этот элемент в коричневой водно-спиртовой настойке, которой обрабатывают небольшие порезы и раны. В ее состав входят 5 г иода, 2 г иодида калия и 50 мл 96%-го этилового спирта (плотность такого спирта 0,8 г/мл) на каждые 50 мл воды. При простуде и ангине хорошо помогает полоскание горла теплым содо-солевым раствором, содержащим по 1 чайной ложке (5 г) поваренной соли и питьевой соды и 10 капель (0,3 мл) настойки иода в стакане воды (200 мл).



3. Вычислите общую массовую долю элемента иода (% масс.) в водно-спиртовой настойке, а также молярную концентрацию добавленного I_2 (моль/л) в содо-солевом растворе в момент его приготовления. Считайте, что объём настойки определяется суммой объёмов воды и спирта, а объём содо-солевого раствора – взятой для его приготовления водой.

Вопреки распространенному мнению, иод в виде простого вещества плохо растворяется не только в воде, но и в спирте. Его высокая концентрация в коричневой водно-спиртовой настойке объясняется тем, что I_2 обратимо реагирует с одним из компонентов этой настойки, что и приводит к росту его растворимости. А вот дезинфицирующие свойства содо-солевого раствора обусловлены наличием уже не самого I_2 (его там слишком мало), а продукта реакции иода с этанолом в щелочном растворе соды, обладающего гораздо более мощным бактерицидным действием.

