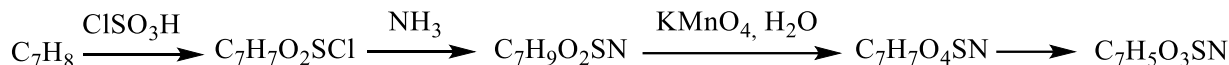
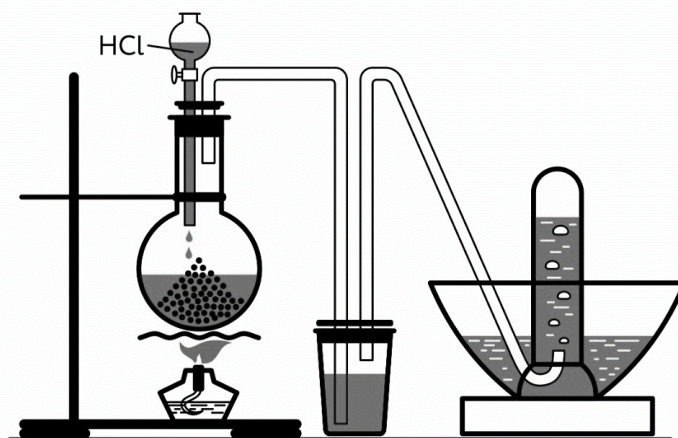


Время выполнения задания – 180 минут. Максимальное количество баллов – 100

**Задание 1.** (8 баллов) В развитых странах наблюдается дисбаланс потребляемых и затрачиваемых калорий, что приводит к ожирению и сопутствующим заболеваниям. Поэтому перед химической промышленностью стоит задача синтеза различных сахарозаменителей. Так в 1879 году химик родом из России, К. Фельберг, синтезировал вещество в 558 раз более сладкое, чем сахароза. Синтез этого вещества представлен в следующей последовательности. Напишите уравнения реакций, укажите структурные формулы реагентов и продуктов реакции.



**Задание 2.** (12 баллов)



С помощью представленной на рисунке установки из твердого соединения и соляной кислоты можно получить метан.

1. Предположите назначение каждой части установки. Опишите реакции, происходящие в каждой части установки.

2. Рассчитайте максимальный объем метана, который можно получить из 5 г твердого вещества, если выход продукта реакции 42%. Объем газа измеряется при 24°C и 742 мм.рт.ст.

**Задание 3.** (8 баллов) В 2020 году многие люди завели новую привычку – иметь при себе флакончик санитайзера (антисептика). Согласно рекомендациям ВОЗ (Всемирная организация здравоохранения), количества реагентов для приготовления 10 л антисептика должны быть следующим (по массе):

- 8333 мл этанола 96%;
- 417 мл перекиси водорода 3%;
- 145 мл глицерина 98%;
- Стерильная дистиллированная или кипяченая охлажденная вода – всё остальное;

Чтобы не тратить деньги, Вы решили приготовить его в лаборатории самостоятельно. Вы нашли все необходимые реагенты, но обнаружили, что вся посуда для измерения объемов разбита, остались только аналитические весы до 200 грамм. Рассчитайте, массовые и мольные доли веществ в конечной смеси, а также массы каждого реагента, необходимые для приготовления 100 мл санитайзера на основе этанола, если известно, что:

- плотность этанола 0,8014 г/мл;
- плотность перекиси водорода 1,007 г/мл
- плотность глицерина 1,2584 г/мл;
- Объемная доля дистиллированной воды – 18,425%.

**Задание 4.** (12 баллов) Несмотря на большую предсказательную силу, для этих химических элементов не нашлось места в первых вариантах Периодической системы Менделеева. Даже потом их определили в нулевую группу, предполагая, что они не способны образовывать химических соединений. Однако, начиная с 60-х годов XX века были синтезированы различные соединения для нескольких из этих химических элементов. Название простого вещества X переводится как «чужой, странный».

- Как сейчас в целом называются эти химические элементы?
- На сегодняшний день известен целый ряд соединений элемента X с другими атомами. С атомами каких элементов X может образовывать соединения и почему. Какая главная особенность их химических свойств?
- Из чего и как впервые выделяли простое вещество X?
- Где применяется простое вещество X?
- Какие ещё соединения элемента X вероятнее всего могли бы существовать и почему?

**Задание 5.** (10 баллов) Гидролиз некоторых соединений этого класса позволяет получать органические вещества из неорганических. Так, при гидролизе одного из соединений магния может образоваться газ с относительной плотностью по воздуху равной 1,38. Также известно, что этот газ содержит две кратные связи, и один из атомов имеет sp-гибридизацию.

- Как в целом называется этот класс соединений? Дайте его определение.
- Приведите формулу данного соединения магния и реакцию гидролиза.
- Нарисуйте структурную формулу органического продукта реакции гидролиза.
- Какие ещё газы можно получать при гидролизе других представителей этого класса соединений? Приведите по реакции на каждый из вариантов.

**Задание 6.** (10 баллов) Несколько лет назад вдоль крупных американских автодорог ходили молодые люди и вениками вручную сметали в мешки дорожную пыль. Привезя домой несколько мешков, они без труда получили из нее платину. Как она там оказалась?

При растворении 19.5 г платины в 100 мл «царской водки» с массовым соотношением компонентов 1:2 (плотность смеси = 1.21 г/см<sup>3</sup>) выделился бесцветный газ. Полученный газ собрали и обработали хлором. При этом образовался газ с удушливым запахом. Рассчитайте объём выделившегося газа.

Получившийся газ также можно получить в процессе разложения «царской водки».

В ответе приведите описанные реакции.

**Задание 7.** (10 баллов)

Оксид X при н.у. чёрен и невзрачен, только после обжига он приобретает яркую синюю окраску. Благодаря этому свойству его используют в народной росписи «гжель». Название X произошло от немецкого слова, в переводе означающее «домовой, горный дух, гном». О каком элементе идёт речь?

В приведённой цепочки реакции неизвестный элемент встречается в каждой реакции.

В ответе приведите уравнения реакций и название продуктов.

Объясните причину окраски комплексных соединений.

A (розовый)+NaOH(недостаток)= B(синий)+NaCl

B+ NaOH=B+NaCl

B+NH<sub>3</sub>=Г(сине-фиолетовый)

Г+O<sub>2</sub>+H<sub>2</sub>O=Д(жёлтый)

**Задание 8.** (12 баллов) Известно, что альфа-распад – это самопроизвольное испускание радиоактивным элементом альфа-частицы ( ${}^4_2\text{He}$ ), после которого происходит уменьшение массы атома на 4, а заряда ядра на 2. В случае бета-распада выпускается бета-частица, которой является электрон ( $\beta^-$ ) или позитрон ( $\beta^+$ ); при этом происходит увеличение (в случае электрона) или уменьшение (в случае позитрона) заряда ядра на 1.

Найдите суммарное количество  $\alpha$ - и  $\beta$ -распадов в серии превращений  ${}^{232}_{90}\text{Th}$  в  ${}^{208}_{82}\text{Pb}$ , ответ подтвердите расчетами. Определите возраст образца тория, если известно, что он содержит 37% свинца-208, а период полураспада тория составляет  $1.405 \cdot 10^{10}$  лет. Приведите уравнение, позволяющее определить количество радиоактивного вещества, оставшееся от начального к моменту времени t.

**Задание 9.** (6 баллов) Представим почти мистическую ситуацию, в которой вы нашли в лаборатории прибор, который позволяет определить массовое соотношение атомов в веществе с точностью до 2 знаков после запятой. Вы решили проверить его работоспособность. Вы наводите прибор на ближайшую емкость с реактивом, прибор показывает, что внутри банки соединение, которое содержит 72.41% железа и 27.59% кислорода, проверяете надпись на банке –  $Fe_3O_4$ . При наведении прибора на другой сосуд получаете такой результат: 52.35% калия и 47.65% хлора, значит это  $KCl$ . И вот прибор показал – 64.86% С, 13.51% Н, 21.62% О. К сожалению, надписи на банке почти стерлись, осталась только «Осторожно, реагирует с натрием!» и «Молярная масса – 74 г/моль». Определите формулу этого вещества и изобразите все возможные структурные формулы.

**Задание 10.** (12 баллов) Навеску 41,55 г гептагидрата слабо-розового вещества А растворили в воде. При реакции данного раствора с одним из сильнейших неорганических окислителей (вещество Б) образуется насыщенно-фиолетовый раствор. Данный раствор, помимо растворителя, образован тремя веществами – В, Г, Д. Известно, что:

- кислота В в виде фиолетовой калиевой соли используется в медицине как окислитель. 0,15 моль получившегося в данной реакции вещества В могло бы в нейтральной среде прореагировать с 225 мл 2н раствора йодида калия

- вещество Г – распространённая неорганическая кислота. На исчерпывающее титрование 50 мл 1М кислоты Г, пошло бы 200 мл 0,5н раствора гидроксида натрия;

- вещество Д – аммониевая соль кислоты Г.

Расшифруйте упоминаемые в задаче вещества. Ответ обоснуйте.

Нарисуйте структурную формулу молекулы вещества Б. За счёт какого атома (группы атомов) он проявляет свои окислительные свойства?

Данная реакция не будет происходить без добавки небольшого количества нитрата серебра. Для чего он добавляется?