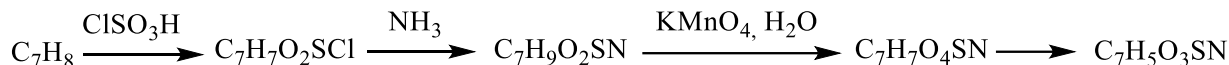


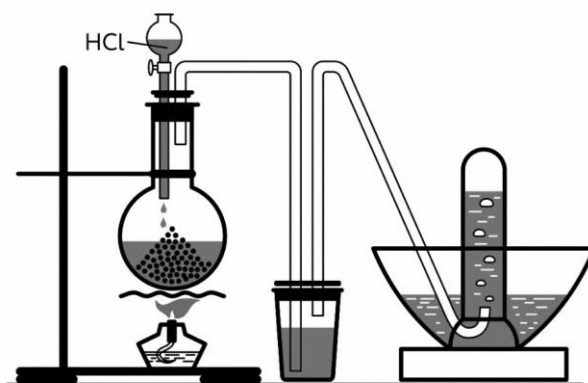
Время выполнения задания – 180 минут. Максимальное количество баллов – 100

**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.



Критерий оценивания		Балл
Написаны структурные формулы веществ, участвующих в химических превращениях		4
Написаны уравнения реакций		4
<i>Максимальный балл</i>		<i>8</i>

**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.

Критерий оценивания		Балл
Указано назначение каждой части установки		3
Указано уравнение основной химической реакции		1
Рассчитано количество вещества метана		1
Рассчитан объем выделившегося метана без учета выхода реакции		2
Рассчитан объем выделившегося метана с учетом выхода реакции		1
<i>Максимальный балл</i>		<i>12</i>

**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 молярные 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;
- Объёмная доля дистиллированной воды – 18,425%.

Критерий оценивания	Балл
Верно проведён расчёт количества компонента (по 2 балла за компонент)	8
<i>Максимальный балл</i>	8

**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?

Критерий оценивания	Балл
Ответ на вопрос, как сейчас в целом называются эти химические элементы	1
Ответ на вопрос с атомами каких элементов X может образовывать соединения и почему (по 1 баллу)	2
Какая главная особенность их химических свойств	2
Из чего и как впервые выделяли простое вещество X (по 1 баллу)	2
Где применяется простое вещество X	1
Какие ещё соединения элемента X вероятнее всего могли бы существовать и почему? (по 2 балла)	4
<i>Максимальный балл</i>	12

**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.

Критерий оценивания	Балл
Приведён ответ на вопрос как в целом называется этот класс соединений и его определение – по 1 баллу	2
Приведена формула соединения магния и реакция гидролиза – по 1 баллу	2
Нарисована структурная формула органического продукта реакции гидролиза	2
Приведены уравнения получения других газов – по 2 балла за реакцию	4
<i>Максимальный балл</i>	10

**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.

Критерий оценивания	Балл
1) Платину применяли для производства платиновых катализаторов 2) $3Pt+4HNO_3+12HCl=3PtCl_4+4NO+8H_2O$ $NO+Cl_2=NOCl$ $3HCl+HNO_3=Cl_2+NOCl+H_2O$	
1. $m(\text{царской водки})=V \cdot \rho=1.21 \cdot 100=121(\text{г})$ 2. $m(HCl)=121 \cdot 2/3=80.7\text{г}$ $n(HCl)=80.7/36.5=2.2$ Моль 3. $m(HNO_3)=121/3=40.3\text{г}$ $n(HNO_3)=40.3/63=0.6$ Моль 4. $n(Pt)=19.5/195=0.1$ Моль – в недостатке. Далее считаем по $n(Pt)$ 5. $n(NO)=n(Pt)=n(NOCl)$ 6. $V(NOCl)=0.1 \cdot 22.4=2.24\text{л}$ Ответ: $V(NOCl)=2.24\text{л}$	
Верно указано источник платины	1
Составлены 3 уравнения реакции	3
Приведены расчёты по шести пунктам. Верно указаны единицы измерения величин	6
<i>Максимальный балл</i>	<i>10</i>

**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

Б+ NaOH=В+NaCl

В+NH<sub>3</sub>=Г(сине-фиолетовый)

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

Критерий оценивания	Балл
1. Кобальт 2. А CoCl <sub>2</sub> хлорид кобальта (II) Б CoOHCl хлоридгидрокобальта (II) В Co(OH) <sub>2</sub> гидроксид кобальта (II) Г [Co(NH <sub>3</sub> ) <sub>6</sub> ](OH) <sub>2</sub> гидроксид гексаминокобальта (II) Д [Co(NH <sub>3</sub> ) <sub>6</sub> ](OH) <sub>3</sub> гидроксид гексаминокобальта (III)	

3. Причина окраски: теория кристаллического поля, переходы d электронов. Окраска комплексных соединений зависит от типа лигандов и комплексообразователя. Из-за расщепления энергии d-орбиталей появляется возможность перехода электронов с подуровней dx <sub>y</sub> , dz <sub>y</sub> , dx <sub>z</sub> на вакантные подуровни с более высокой энергией dz <sub>2</sub> , dz <sub>2</sub> -y <sup>2</sup> под действием поглощаемых квантов света.	
Верно определено вещество	2
Приведены уравнения реакций, написаны названия продуктов реакции	5
Объяснена причина окраски комплексных соединений	3
<i>Максимальный балл</i>	<i>10</i>

**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.

Критерий оценивания	Балл
Найдено суммарное количество $\alpha$ - и $\beta$ -распадов. 2 балла за верный подход, ещё 2 балла за полностью верный результат	4
Определен возраст образца тория. 2 балла за верный подход, ещё 3 балла за верный ответ	5
Приведено уравнение, позволяющее определить количество радиоактивного вещества, оставшееся от начального к моменту времени t	3
<i>Максимальный балл</i>	<i>12</i>

**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<sub>3</sub>O<sub>4</sub>. 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% C, 13.51% H, 21.62% O. 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.

Критерий оценивания	Балл
Верно определён элементный состав соединения	2
Определён класс соединений	2
Приведены все возможные структурные формулы (1 балл, если приведены не все)	2
<i>Максимальный балл</i>	<i>6</i>

**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?

Критерий оценивания	Балл
Расшифрованы упоминаемые в задаче вещества (А-Д) По баллу за вещество, но за вещество Б 2 балла	6
Нарисована структурная формулу молекулы вещества Б	2
За счёт какого атома (группы атомов) вещество Б проявляет свои окислительные свойства	2
Для чего добавляется нитрат серебра	2
<i>Максимальный балл</i>	12