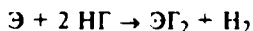


Задача 1.

Галогениды состава ЭГ₂ можно получать по реакции:



Три одинаковые навески Э обработали при нагревании различными галогеноводородами. В результате были получены три галогенида:

образец серого цвета — 17,31 г;

образец белого цвета — 23,65 г;

образец красного цвета — 58,81 г.

1. Определите состав этих галогенидов.
2. Приведите еще 2 примера галогенидов этого элемента. Укажите цвета.
3. Приведите уравнения реакций получения используемых в синтезе галогеноводородов.

Задача 2.

Навеску белого кристаллического вещества А массой 10 г растворили в воде, общий объем раствора 100 мл. Части полученного раствора постепенно, при перемешивании добавлялись к 100 мл 0,1 М раствора кислоты. Результаты эксперимента представлены в таблице.

Суммарный объем раствора А, мл	2,0	5,0	9,0	14,0	16,0
Объем выделившегося газа, мл (н.у.)	15,8	39,5	71,1	111	113

Если же прибавлять раствор 0,1 М кислоты к 10,0 мл раствора вещества А, то процесс газовыделения будет иным (см.таблицу).

Объем раствора кислоты, мл	20,0	40,0	60,0	70,0	79,1
Объем газа, мл (н.у.)	0	11,3	56,5	79,1	79,1

Можно считать, что газ практически нерастворим в воде.

1. Нарисуйте зависимость объема выделившегося газа от объема добавляемого раствора.
2. Определите концентрацию А.

Девятый класс

3. Определите состав А и выделившегося газа.
4. Приведите способ промышленного получения А (уравнения химических реакций).

Задача 3.

В XVI веке немецкий химик Андреас Либавий нагреванием серебристой жидкости с порошком HgCl_2 и последующей конденсацией выделяющихся паров получил тяжелую ($d=2,32 \text{ г/см}^3$) прозрачную жидкость, которую назвал “спирт сулемы”. При действии сероводорода на “спирт сулемы” образуются золотисто-желтые пластинки, называемые “сусальным золотом”, причем 1 объем “спирта сулемы” может прореагировать с 383 объемами сероводорода (н.у.). Если же подействовать на “спирт сулемы” водным раствором аммиака, то образуется белый осадок гидроксосоединения, обладающего амфотерными свойствами.

1. Что представляют собой: исходная серебристая жидкость, которую использовал Либавий, “спирт сулемы”, а также “сусальное золото”?
2. Можно ли отнести “спирт сулемы” к полярным растворителям? Почему?
3. Напишите уравнения всех упомянутых в условии химических реакций.

Задача 4.

При охлаждении раствора некоторого вещества, насыщенного хлороводородом, выпадают игольчатые кристаллы гранатового цвета. Они растворяются в воде с образованием раствора либо зеленого цвета (концентрированный раствор), либо голубого цвета (при сильном разбавлении). Пропускание сернистого газа через зеленый раствор приводит к его обесцвечиванию, в то время как из разбавленного голубого раствора выпадает белый осадок. Навеску 1,5 г гранатовых кристаллов растворили в воде и раствор разделили на две половины. Из

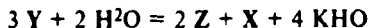
Девятый класс

первой порции цементацией на цинке удастся выделить 0,16 г металла (попутно выделяется водород). Вторая порция дает с избытком раствора нитрата серебра 1,435 г белого осадка.

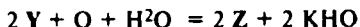
1. Установите состав гранатовых кристаллов, предложите название этого соединения.
2. Объясните зависимость цвета раствора от концентрации и результаты экспериментов с сернистым газом, приведя уравнения химических реакций.
3. Гранатовые кристаллы обработали при нагревании концентрированной серной кислотой и на песчаной бане выпарили досуха. Что при этом получится?

Задача 5.

В книге "Основы химии" Д.И. Менделеев писал: "...Если X прокалывать со щелочью в присутствии воздуха, то эта смесь поглощает из воздуха кислород, образуя Y соль зеленого цвета. Получившаяся масса с малым количеством воды дает темно-зеленый раствор, который при испарении над серною кислотою выделяет зеленые кристаллы в форме, свойственной сернокалиевой соли. В присутствии кислот, даже очень слабых, раствор этой соли изменяет свой цвет и становится красным, выделяя X. Такая перемена цвета зависит от того, что соль Y, раствор которой имеет зеленый цвет, превращается в соль Z, раствор которой красного цвета. Реакция такого распада выражается следующим образом:



Когда на раствор соли Y действует вода, содержащая растворенный кислород воздуха, то этот последний непосредственно присоединяется к Y и образует Z без выделения X:



Девятый класс

Таким образом, под весьма незначительным влиянием раствор подвергается весьма характерному изменению в цвете, отчего эта соль и получила от Шеле название минерального хамелеона”.

1. Какие вещества обозначены буквами X, Y, Z?
2. Напишите уравнения соответствующих реакций.

Задача 6.

Индикаторные трубки, используемые в промышленности и военными, представляют собой стеклянный цилиндр, заполненный твердым носителем. Носитель, в свою очередь, обработан активным реагентом.

Анализируемый воздух аспирируют (прокачивают) через индикаторную трубку, при этом вредные вещества взаимодействуют с активными реагентами, окрашивая слои твердого носителя.

1. Какими твердыми носителями, по Вашему мнению, можно заполнять большинство трубок? (Три примера.)
2. Предложите способ нахождения концентрации вредного вещества
 1. для обнаружения SO_2 — на носитель наносят иод, крахмал, KI , HgI_2 .
 2. для обнаружения метилового спирта (CH_3OH) — на носитель наносят хромовый ангидрид и H_2SO_4 .
 3. для обнаружения сероводорода — ацетат свинца и хлорид бария.
3. Объясните назначение каждого из реагентов в приведенных примерах, подтвердите свои заключения уравнениями реакций.
4. Предложите реагенты, которые бы Вы нанесли на носитель, для обнаружения:
 - а) синильной кислоты;
 - б) хлора;
 - в) паров ртути.

Задача 1.

Два природных вещества А и В еще в начале нашего века получали только из живых организмов. Их использование совершило переворот в технике, требовавшей все большего количества этих веществ, в связи с чем были разработаны, а затем и усовершенствованы методы промышленного синтеза их аналогов и заменителей, а далее и одного из этих природных продуктов. Оба вещества образуют в бензоле растворы высокой вязкости. Полное их озонирование, а затем обработка цинковой пылью в уксусной кислоте приводит к образованию основного продукта С состава $C_5H_8O_2$, при взаимодействии 1 грамма которого с аммиачным раствором оксида серебра выделяется 2,16 г осадка.

1. Напишите структурные формулы веществ А, В, С. Оцените молекулярные массы продуктов А, В и С.
2. Напишите подробную схему реакций озонирования и восстановительного расщепления озонида для изолированной двойной связи, а также краткую схему реакции превращающей А или В в С.
3. Приведите схемы и укажите условия двух различных методов превращения вещества А в продукт, используемый в технике.
4. Напишите формулу вещества F, образующегося при термической перегонке веществ А и В.
5. Приведите общую химическую формулу класса соединений, являющихся производными вещества F, и структурные формулы пяти различных по молекулярной массе и элементному составу соединений, также относящихся к этому классу.

Задача 2.

В середине XIX в., задолго до создания Аррениусом теории электролитической диссоциации, датский химик Юлиус Томсен вывел эмпирическую формулу для теплового эффекта растворения 1 моль

Десятый класс

H_2SO_4 в n моль H_2O : $Q_{\text{эмп}} = 74,7n / (n + 1,8)$ кДж. Современные данные удовлетворительно описываются формулой Томсена до $n = 250 - 300$, а затем начинают все сильнее отклоняться от нее, причем $Q_{\text{макс}} = 96,2$ кДж при $n > 100000$. По данным акад. И.В.Тананаева (1948) при концентрации 1 моль/л серная кислота имеет следующий ионный состав (мольн.%): H^+ 50,7, HSO_4^- 47,9, SO_4^{2-} 1,4.

1. Найдите, в соответствии с формулой Томсена, $Q_{\text{эмп}}$ для предельно разбавленного раствора 1 моль H_2SO_4 . Запишите уравнение диссоциации серной кислоты, отвечающее формуле Томсена.
2. Рассчитайте по данным Тананаева вторую константу диссоциации K_2 для серной кислоты, если первая константа $K_1 > 1000$.
3. Найдите значение n , при котором диссоциация по 2-й ступени идет на 50% ($[\text{HSO}_4^-] = [\text{SO}_4^{2-}]$), если точное значение $K_2 = 0,012$ моль/л.
4. До какого разбавления (n) можно определить значение Q с точностью 0,1 кДж/моль, если измерять повышение температуры с точностью 0,01 °C? (Теплоту растворения принять равной 75 кДж/моль H_2SO_4 , а теплоемкость раствора C — равной теплоемкости воды.)

Чем объяснить отклонения от формулы Томсена при больших n ? Какие вы можете сделать предположения о том, почему Томсен не вывел формулу, верную и для сильно разбавленных растворов?

5. Каков ионный состав (моль.%) предельно разбавленного раствора H_2SO_4 ? Считая, что в таком растворе $n = 100000$ и все ионы имеют одинаковую гидратную оболочку, оцените, на каком расстоянии (нм) прекращается действие ионов на молекулы H_2O и из скольких слоев молекул воды состоит такая гидратная "шуба". (Диаметр молекул H_2O 0,3 нм, 1 нм = 10^{-9} м.)

Десятый класс

Задача 3.

Вещество X при нагревании до 250 °С полностью разложилось на газообразные продукты. Плотность образовавшейся смеси по водороду — 12,4. Полученные продукты последовательно, в описанном порядке, пропустили над рядом веществ, взятых в большом избытке. После взаимодействия с каждым из веществ газы приводили к начальным условиям (250 °С, 1 атм), после чего измеряли их объем и плотность. Полученные данные приведены в таблице.

	Вещество	$V/V_{\text{исходной смеси}}$	$d/d_{\text{исходной смеси}}$
1.	Раскаленный оксид меди (II)	1,4	1,08
2.	Оксид фосфора (V)	0,6	1,56
3.	Раскаленный кокс	0,6	1,13
4.	Раскаленный оксид железа (III)	0,6	1,56
5.	Наatronная известь	0,2	1,13

1. Определите вещество X.
2. Напишите уравнения реакций.
3. Как изменятся приводимые в таблице численные данные, если поместить местами поглотители с оксидом фосфора (V) и натронной известью?

Задача 4.

Исходя из *транс*-2-метилциклогексанола предложите способы синтеза всех возможных соединений, имеющих тот же углеродный скелет, брутто-формулу C_7H_{10} и систему сопряженных двойных связей.

Задача 5.

Минерал, с древних времен известный под названием “синяя охра” и использующийся (уже давно) как минеральный краситель, подвергся анализу. Причем (о, чудо!) попался образец, не содержащий пустой породы.

Десятый класс

1. При действии на 0,5 грамма образца 4 М HNO_3 получили 25 мл желтого раствора, причем образец полностью растворился с выделением бурого мерзкого газа — получен раствор (1).

2. Действие на полученный раствор (1) AgNO_3 не дает видимых результатов, но при нейтрализации этой смеси до pH 6-7 выпадает желтый осадок.

3. При действии на 5 мл раствора (1) NaOH образуется бурый осадок, нерастворимый в избытке щелочи или аммиака. Масса осадка (3) после прокаливании составляет 0,048 г.

4. Осадок (3) растворим в кислотах, причем прозрачен раствор с pH менее 5.

5. Раствор (4) дает с NH_4SCN красное окрашивание.

6. При прокаливании образец (1 г) теряет в массе 24% веса, причем выделяющийся газ поглощается безводным CuSO_4 и масса поглотительной трубки увеличивается на 0,287 г.

1. Предположите состав минерала и его название.
2. Предложите способ доказательства состава минерала — укажите реакции из условия задачи и (или) приведите самостоятельно.

Задача 6.

Образец некоторого сложного эфира X массой 20 г, имеющего плотность паров по воздуху, равную 3,45, нагревали с 50 мл раствора гидроксида калия с концентрацией 2 М до исчезновения запаха эфира.

Полученную однородную смесь разбавили до объема 100 мл. Установлено, что полученный раствор А при действии избытка водно-аммиачного раствора оксида серебра мог бы вызвать образование 86,4 г осадка серебра.

1. Установите возможную структурную формулу эфира X.
2. Напишите уравнения проведенных реакций.
3. Вычислите концентрации всех соединений в растворе А.
4. Вычислите pH раствора А, если константа диссоциации кислоты, образующей эфир, $K_a = 0,0002$ ($\text{pH} = -\lg[\text{H}^+]$).

Задача 1.

При пропускании 10,08 мл (н.у.) желто-зеленого газа А с резким запахом (плотность по воздуху 2,45) через нагретый до 90°C раствор КОН образовался нейтральный раствор В. Добавление к нему капли раствора AgNO_3 вызывает образование белого творожистого осадка, темнеющего на свету. При смешивании раствора В с избытком раствора $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$ выпадает 91,9 мг белого осадка.

Определите газ А. Ответ обоснуйте уравнениями протекающих реакций и расчетами.

Задача 2.

Образец некоторого сложного эфира Х массой 20 г, имеющего плотность паров по воздуху, равную 3,45, нагревали с 50 мл раствора гидроксида калия с концентрацией 2 М до исчезновения запаха эфира.

Полученную однородную смесь разбавили до объема 100 мл. Установлено, что полученный раствор А при действии избытка водно-аммиачного раствора оксида серебра мог бы вызвать образование 86,4 г осадка серебра.

1. Установите возможную структурную формулу эфира Х.
2. Напишите уравнения проведенных реакций.
3. Вычислите концентрации всех соединений в растворе А.
4. Вычислите pH раствора А, если константа диссоциации кислоты, образующей эфир, $K_a = 0,0002$ ($\text{pH} = -\lg[\text{H}^+]$).

Задача 3.

Вещество А, впервые полученное в 1848 году, представляет собой бесцветную жидкость с Т.кип. 112-113 °С, пары которой в 6 раз тяжелее воздуха. При нагревании А до 150 °С протекает его разложение с образованием смеси бесцветного газа В и оранжево-желтого газа С,

Одиннадцатый класс

которые так же, как и вещество А, крайне неблагоприятно воздействуют на организм экспериментатора. Действие необходимого количества этилата натрия на вещество А приводит к образованию жидкости D с плотностью паров по воздуху 6,62 и смеси двух солей Е и F в мольном соотношении 3:1. Если сжечь 1 г вещества D в избытке кислорода, то можно получить только 1,05 л CO_2 (н.у.) и 0,94 г H_2O . Если к 1 г полученной смеси солей Е и F добавить избыток 1М раствора HNO_3 , то выделяется газ G, а из полученного раствора при действии избытка раствора AgNO_3 осаждается 1,76 г белого вещества H.

1. Определите вещества А — H и напишите уравнения всех протекающих реакций.
2. Объясните происхождение названия вещества А.
3. По какой реакции было впервые получено вещество А?

Задача 4.

Пиролиз паров ацетона при 600-700 °С приводит преимущественно к образованию двух соединений А и В в мольном соотношении 1:1. При 25° С и давлении 730 мм рт.ст. плотность газа А равна 0,635 г/л. В процессе конденсации пары В димеризуются с образованием жидкости С, которая при взаимодействии с этанолом превращается в соединение D, широко используемое в органическом синтезе. Нагревание D с раствором кислоты приводит к образованию газа Е, этанола и ацетона.

Если D последовательно обработать этилатом натрия, затем неким первичным бромалканом X с нормальной цепью (в мольных отношениях 1:1:1), а продукт реакции Y прокипятить с 10%-ной соляной кислотой, то из реакционной смеси можно выделить соединение Z состава $\text{C}_{11}\text{H}_{22}\text{O}$, используемое в парфюмерии.

1. Установите структурные формулы соединений А, В, С, D и напишите схемы проведенных реакций.

Одиннадцатый класс

- Предложите другой способ получения **D** из **B** и этанола и рассмотрите механизм протекающих при этом реакций.
- На чем основано применение **D** в органическом синтезе? Ответ поясните схемами получения 2-3 соединений различных классов.
- Установите возможные структурные формулы **X**, **Y** и **Z** и назовите эти вещества.

Задача 5.

В середине XIX в., задолго до создания Аррениусом теории электролитической диссоциации, датский химик Юлиус Томсен вывел эмпирическую формулу для теплового эффекта растворения 1 моль H_2SO_4 в n моль H_2O : $Q_{\text{эм}} = 74,7n / (n + 1,8)$ кДж. Современные данные удовлетворительно описываются формулой Томсена до $n = 250 - 300$, а затем начинают все сильнее отклоняться от нее, причем $Q_{\text{макс}} = 96,2$ кДж при $n > 100000$. По данным акад. И.В.Тананаева (1948) при концентрации 1 моль/л серная кислота имеет следующий ионный состав (мольн.%): H^+ 50,7, HSO_4^- 47,9, SO_4^{2-} 1,4.

- Найдите, в соответствии с формулой Томсена, $Q_{\text{эм}}$ для предельно разбавленного раствора 1 моль H_2SO_4 . Запишите уравнение диссоциации серной кислоты, отвечающее формуле Томсена.
- Рассчитайте по данным Тананаева вторую константу диссоциации K_2 для серной кислоты, если первая константа $K_1 > 1000$.
- Найдите значение n , при котором диссоциация по 2-й ступени идет на 50% ($[\text{HSO}_4^-] = [\text{SO}_4^{2-}]$), если точное значение $K_2 = 0,012$ моль/л.
- До какого разбавления (n) можно определить значение Q с точностью 0,1 кДж/моль, если измерять повышение температуры с точностью 0,01 °C? (Теплоту растворения принять равной 75 кДж/моль H_2SO_4 , а теплоемкость раствора C — равной теплоемкости воды.)

Одиннадцатый класс

Чем объяснить отклонения от формулы Томсена при больших n ?
Какие вы можете сделать предположения о том, почему Томсен не вывел формулу, верную и для сильно разбавленных растворов?

5. Каков ионный состав (моль.%) предельно разбавленного раствора H_2SO_4 ? Считая, что таком растворе $n = 100000$ и все ионы имеют одинаковую гидратную оболочку, оцените, на каком расстоянии (нм) прекращается действие ионов на молекулы H_2O и из скольких слоев молекул воды состоит такая гидратная "шуба". (Диаметр молекул H_2O 0,3 нм, 1 нм = 10^{-9} м.)

Задача 6.

При исчерпывающем метилировании бензола хлористым метилом в присутствии хлорида алюминия после разложения реакционной массы водой химик У. Деринг получил углеводород, который реагирует с бромной водой и водным раствором перманганата калия, нерастворим в воде, но растворяется в 15%-ной соляной кислоте с образованием солеобразного продукта и обратимо выделяется из кислого раствора при разбавлении.

1. Какова структура солеобразного продукта?
2. Напишите схему образования углеводорода, полученного У.Дерингом?
3. Какое название имеет углеводород У.Деринга по систематической номенклатуре (IUPAC)?

