

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

8-9 класс

8-9 класс

1. Смесь массой 0.5 г, которая состоит только из карбоната натрия и карбоната бария, обработали раствором хлороводородной кислоты с концентрацией 1.0 моль/л. Рассчитайте массовые доли компонентов смеси, если известно, что для ее нейтрализации требуется 7.5 мл раствора хлороводородной кислоты. Запишите уравнения реакций взаимодействия карбонатов натрия и бария с хлороводородной кислотой. **(20 баллов)**

Решение:



Обозначим массы карбонатов следующим образом:

$m(\text{Na}_2\text{CO}_3) = m_1$, $m(\text{BaCO}_3) = m_2$, тогда можно составить следующую систему уравнений:

$$m_1 + m_2 = 0.5$$

$$C \cdot V = ((2 \cdot m_1) / M(\text{Na}_2\text{CO}_3)) + ((2 \cdot m_2) / M(\text{BaCO}_3)) \text{ (10 баллов)}$$

$$M(\text{Na}_2\text{CO}_3) = 106 \text{ г/моль}; M(\text{BaCO}_3) = 197 \text{ г/моль}.$$

Получаем систему уравнений с двумя неизвестными - m_1 и m_2 .

$$m_2 = 0.5 - m_1, \text{ тогда:}$$

$$1.0 \cdot 0.0075 = 2m_1/106 + 2(0.5 - m_1)/197$$

$$0.0075 = 0.0189 \cdot m_1 + 0.0051 - 0.0102 \cdot m_1$$

$$7.5 = 18.9 \cdot m_1 + 5.1 - 10.2 \cdot m_1$$

$$8.7 \cdot m_1 = 2.4$$

$$m_1 = 0.276 \text{ г. (2 балла)}$$

$$m_2 = 0.5 - m_1 = 0.5000 - 0.2758 = 0.224 \text{ г. (2 балла)}$$

$$\omega(\text{Na}_2\text{CO}_3) = m_1/m \cdot 100 \% = 0.276/0.5 \cdot 100 \% = 55.2 \% \text{ (1 балл)}$$

$$\omega(\text{BaCO}_3) = m_2/m \cdot 100 \% = 0.224/0.5 \cdot 100 \% = 44.8 \% \text{ (1 балл)}$$

2. Ряд мерных пробирок содержит нитраты следующих ионов: бария (II), свинца (II), цинка (II) и никеля (II). Как с помощью растворов серной, хлороводородной кислот, аммиака и гидроксида натрия можно различить эти соединения? Запишите уравнения соответствующих реакций, поясните, какими внешними эффектами они сопровождаются. **(15 баллов)**

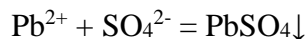
Решение:

Международная олимпиада школьников УрФУ «Изумруд» 2022, 2 этап

Ионы Ba^{2+} при взаимодействии с серной кислотой образуют белый кристаллический осадок сульфата бария:



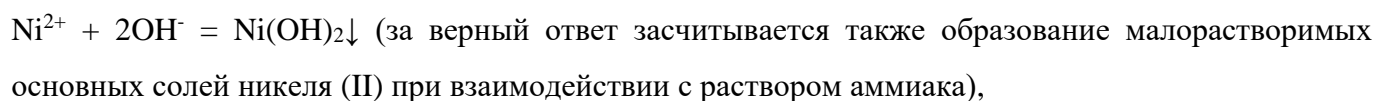
Ионы Pb^{2+} тоже способны образовывать при взаимодействии с серной кислотой белый кристаллический осадок:



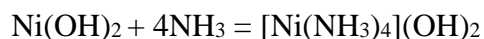
Однако различить эти два иона (Ba^{2+} и Pb^{2+}) можно по реакции с хлороводородной кислотой, при взаимодействии с ней Pb^{2+} образует белый осадок хлорида свинца (II):



При добавлении к раствору, содержащему Ni^{2+} , раствора щелочи (или небольшого количества аммиака) образуется зеленый осадок:

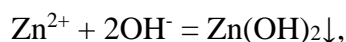


который легко растворяется в избытке аммиака с образованием аммиачных комплексов никеля синего цвета:



(2 балла – уравнение, 2 балла – аналитический эффект).

При взаимодействии Zn^{2+} с растворами щелочей сначала образуется белый осадок гидроксида цинка:



который растворяется при дальнейшем добавлении щелочи с образованием комплексной соли (тетрагидроксицинкат):



Как верный ответ засчитывается любой вариант решения, позволяющий различить предложенные соединения. Засчитывается как молекулярное, так и ионное уравнение реакции.

В случае неправильной расстановки коэффициентов в уравнении реакции, баллы за уравнение делятся пополам.

3. Бесцветная соль, хорошо растворимая в воде, дает белый осадок при добавлении раствора аммиака. При действии на исходную соль концентрированной серной кислоты выделяется газ с плотностью по воздуху 1.26, который полностью поглощается водой, при этом раствор окрашивает лакмус в красный цвет. При добавлении к раствору определяемой соли гранул металлического цинка можно наблюдать их растворение и образование блестящих игольчатых

кристаллов. Определите (с обоснованием) возможный состав соли и напишите уравнения описанных реакций для любого из вариантов.

(20 баллов)

Решение:

Осадок, образующийся при добавлении раствора аммиака, – это гидроксид. Тогда подходящими будут следующие катионы металлов: Mg^{2+} , Zn^{2+} , Pb^{2+} , Sn^{2+} , Al^{3+} (и Bi^{3+}) **(2 балла)**. Преобразуя относительную плотность газа в молярную массу, получаем 36,5 г/моль, что соответствует HCl, значит исходная соль – хлорид **(3 балла)**. В реакцию замещения с цинком будут вступать только металлы правее него в электрохимическом ряду, из перечисленных это Pb^{2+} , Sn^{2+} (и Bi^{3+}) **(2 балла)**, но хлорид свинца (II) – малорастворимое соединение, что противоречит условию **(2 балла)**, к тому же, при замещении свинец образует серую «шубу», а не игольчатые кристаллы, тогда остается только Sn^{2+} (и Bi^{3+}). За упоминание висмута в каждом пункте дополнительно ставятся **1 балл**, то есть только олово даст в сумме 9, а с висмутом – 12 баллов.

$SnCl_2 + 2NH_3 + 2H_2O = Sn(OH)_2 + 2NH_4Cl$ **(2 балла)** (возможен вариант записи: $NH_3 \cdot H_2O$ или NH_4OH)

$SnCl_2 + 2H_2SO_4 = Sn(HSO_4)_2 + 2HCl$ **(2 балла)** (получение нейтрального сульфата олова оценивается в 1 балл)

$H_2O + HCl = H_3O^+ + Cl^-$ ИЛИ $HCl = H^+ + Cl^-$ **(2 балла)**

$SnCl_2 + Zn = Sn + ZnCl_2$ **(2 балла)**

4. Некоторое простое вещество **М** представляет собой металл серебристо-белого цвета. Известно, что **М** растворяется в минеральных кислотах (соляной, серной, азотной). Так, например, при взаимодействии **М** с соляной кислотой образуется растворимое в воде соединение **В**. Известно, что при взаимодействии **В** с висмутатом натрия $NaBiO_3$ в азотнокислой среде раствор окрашивается в малиновый цвет за счет образования соединения **С**, а при взаимодействии **В** с сульфидом аммония образуется осадок телесного цвета **Д**. При прокаливании **С** выделяется кислород и образуются соединения **Е** и **Ф**.

Определите вещества М, В, С, D, E, F, приведите уравнения реакций. **(20 баллов)**

Решение:

$Mn + 2HCl = MnCl_2 + H_2\uparrow$ (2 балла)

$2MnCl_2 + 5NaBiO_3 + 16HNO_3 = 2NaMnO_4 + 5Bi(NO_3)_3 + 4NaCl + NaNO_3 + 8H_2O$ (2 балла)

$MnCl_2 + (NH_4)_2S = MnS\downarrow + 2NH_4Cl$ (2 балла)

$2NaMnO_4 = Na_2MnO_4 + MnO_2 + O_2\uparrow$ (2 балла)

M = Mn, B = MnCl₂, C = NaMnO₄, D = MnS,

E = Na₂MnO₄, F = MnO₂ (или наоборот) (за каждое соединение по 2 балла)

5. В раствор кальцинированной соды был пропущен избыток газа с плотностью по водороду равной 22. В результате масса раствора возросла на 6,2%. Вычислите массовую долю соды в исходном растворе (ответ округлите до целых). **(15 баллов)**

Решение:

Кальцинированная сода – это средний карбонат натрия Na₂CO₃ **(2 балла)**. Преобразуя относительную плотность газа в молярную массу, получаем 44 г/моль, что соответствует CO₂, N₂O, C₃H₈, из которых с раствором карбоната может реагировать только CO₂ **(3 балла)**.

Поглощение углекислого газа происходит согласно реакции:

Na₂CO₃ + CO₂ + H₂O = 2NaHCO₃ **(2 балла)**,

то есть весь привес обусловлен поглощенным газом **(2 балла)**,

Пусть взяли 100 г раствора, тогда поглотилось 6,2 г CO₂ или 0,1409 моль. Тогда карбоната изначально было эквимольное количество или 14,94 г, что с учетом округления соответствует ω (Na₂CO₃) = 15% **(6 баллов)**.

6. Установите формулу некоторой неорганической кислоты, если известно, что массовые доли хлора и кислорода в ее составе равны 35.3 и 63.7 %, соответственно. **(5 баллов)**

Решение:

Общая формула кислоты HCl_xO_y.

Для расчетов примем массу кислоты равной 100 г. Тогда массы хлора, кислорода и водорода, которые содержатся в 100 г кислоты, будут равны:

$m(\text{Cl}) = m \cdot \omega(\text{Cl}) = 100 \cdot 0.353 = 35.3 \text{ г.}$ **(0.5 балла)**

$m(\text{O}) = m \cdot \omega(\text{O}) = 100 \cdot 0.637 = 63.7 \text{ г.}$ **(0.5 балла)**

$m(\text{H}) = m - m(\text{O}) - m(\text{Cl}) = 100 - 63.7 - 35.3 = 1 \text{ г.}$ **(0.5 балла)**

Рассчитываем количества веществ хлора, кислорода и водорода в составе кислоты:

$n(\text{Cl}) = m(\text{Cl})/M(\text{Cl}) = 35.3/35.5 = 1 \text{ моль}$ **(0.5 балла)**

$n(\text{O}) = m(\text{O})/M(\text{O}) = 63.7/16 = 4 \text{ моль}$ **(0.5 балла)**

$n(\text{H}) = m(\text{H})/M(\text{H}) = 1/1 = 1 \text{ моль}$ **(0.5 балла)**

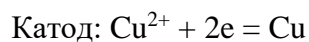
Рассчитываем отношение количеств веществ водорода, хлора и кислорода в составе кислоты:

$n(\text{H}):n(\text{Cl}):n(\text{O}) = 1:1:4$ **(2 балла)**, то есть формула кислоты HClO₄ (хлорная кислота).

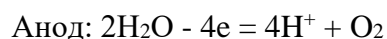
7. В результате электролиза раствора сульфата меди (II) на катоде образовался продукт массой 3 г. Запишите уравнение реакции электролиза, рассчитайте объем газа, выделившегося при этом на аноде. **(5 баллов)**

Решение:

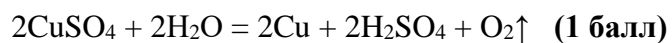
На катоде происходит восстановление ионов меди (II):



На аноде окисляется вода:



Суммарное уравнение реакций электролиза:



Определяем количество вещества выделившейся меди:

$$n(\text{Cu}) = m(\text{Cu})/M(\text{Cu}) = 3/63.5 = 0.047 \text{ моль} \quad \text{(1 балл)}$$

Из уравнения реакции электролиза следует, что $n(\text{Cu})/n(\text{O}_2) = 2/1$. Следовательно,

$$n(\text{O}_2) = n(\text{Cu})/2 = 0.047/2 = 0.0235 \text{ моль.} \quad \text{(1 балл)}$$

Рассчитываем объем выделившегося кислорода:

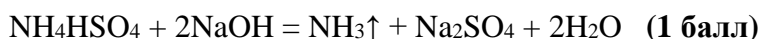
$$V(\text{O}_2) = n(\text{O}_2) \cdot V_m = 0.0235 \cdot 22.4 = 0.53 \text{ л.} \quad \text{(2 балла)}$$

10-11 класс

1. Содержание белков в крови во многих случаях является важным диагностическим показателем. Повышение значений данного показателя может являться индикатором нарушений в углеводном, белковом или липидном обмене. Помимо этого, концентрация белков в крови позволяет оценить состояние различных внутренних органов человека.

Содержание белков в сыворотке крови человека можно определить с использованием простых реагентов – растворов кислот и щелочей по методу Кьельдаля. Для этого пробу предварительно разлагают серной кислотой. При этом содержащийся в белках азот превращается в гидросульфат аммония NH_4HSO_4 . Затем раствор подщелачивают и отгоняют аммиак, поглощая его точно отмеренным объемом стандартного раствора кислоты, взятой в избытке. Непрореагировавшее количество кислоты оттитровывают стандартным раствором щелочи.

Рассчитайте содержание белков (мг/мл) в пробе сыворотки крови объемом 3.0 мл, если известно, что образовавшийся аммиак поглотили 50.0 мл 0.1020 М HCl , а ее избыток оттитровали 15.0 мл 0.0980 М NaOH . При расчете учтите, что в массовая доля азота в белках сыворотки крови составляет 16 %. Запишите уравнения реакций. **(15 баллов)**

Решение:

$\omega_{\text{белка}} = ((C \cdot V)_{\text{HCl}} - (C \cdot V)_{\text{NaOH}}) \cdot M(\text{N}) \cdot 100 / \omega_{\text{N}} / V_{\text{пробы}} = (0.1020 \cdot 50 - 0.098 \cdot 15) \cdot 14 \cdot 100 / 16 / 3 = 106$ мг/мл. **(12 баллов)**

Из 12 баллов:

- расчет количества вещества азота: **6 баллов**
- расчет массы азота: **3 балла**
- расчет содержания белков в пробе: **3 балла**

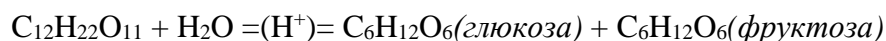
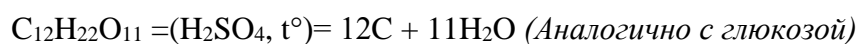
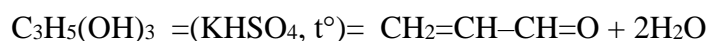
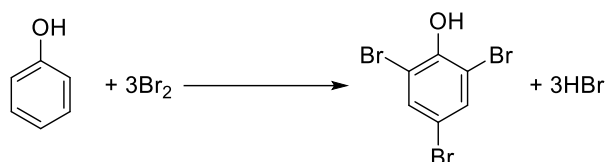
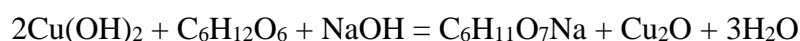
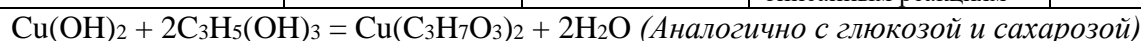
2. Приведите уравнения реакций, с помощью которых можно отличить водные растворы глицерина, фенола, сахарозы и глюкозы. **(15 баллов)**

Решение:

Пример набора реагентов для распознавания:

	глицерин	фенол	сахароза	глюкоза
$\text{Cu}(\text{OH})_2$	синий раствор	нет реакции	синий раствор	синий раствор

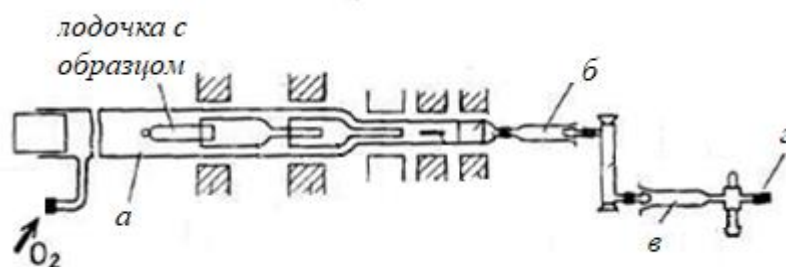
$\text{Cu}(\text{OH})_2$, нагрев	синий раствор	нет реакции	синий раствор	жёлтый осадок, быстро переходящий в красный
$[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]\text{OH}$	нет реакции	очень медленное потемнение раствора	нет реакции	образование зеркальной пленки серебра
$\text{Br}_{2(\text{aq})}$	нет реакции	обесцвечивание, в избытке – выпадение белого осадка	нет реакции	обесцвечивание
KHSO_4 или H_2SO_4 , нагрев	выделение резко пахнущих паров	без видимых изменений	обугливание	обугливание
$\text{HCl}_{(\text{разб.})}$, нагрев	нет реакции	нет реакции	гидролиз с образованием глюкозы, определяемой по описанным реакциям	нет реакции



По **3 балла** за каждое строго идентифицированное вещество, плюс **3 балла** за составление таблицы (важно для понимания уникальности набора свойств в ряду).

Приведенные реакции не являются исчерпывающими, другие варианты также возможны, часть указанных реакций заменяет друг друга.

3. Классическая установка для проведения элементного анализа включает трубку для сжигания (а), наполненную катализаторами окисления и некоторыми вспомогательными добавками, в которую подается чистый кислород при нагреве до $\sim 900^\circ\text{C}$. Продукты реакции затем попадают в поглотительные трубки б и в, наполненные CaCl_2 или $\text{Mg}(\text{ClO}_4)_2$ (б), и NaOH (в).



Ниже приведены лабораторные записи при определении состава соединения X. Изобразите его структуру, если дополнительно известно, что на выходе из прибора (з) оставался чистый кислород.

Международная олимпиада школьников УрФУ «Изумруд» 2022, 2 этап

подочка - до 3,318731 г, после 3,318733 г
подочка с веществом - 3,319105 г
трубка (CaCl₂) - до 26,738103 г, после 26,738395 г
трубка (NaOH) - до 30,541518 г, после 30,542052 г (15 баллов)

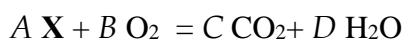
Решение:

В поглотительной трубке б удерживается вода за счет образования кристаллогидратов соответствующей соли: CaCl₂·(1-6)H₂O, Mg(ClO₄)₂·(1-7)H₂O (2 балла, уточнение количества молекул кристаллизационной воды необязательно; без упоминания образования кристаллогидратов – 1 балл)

В поглотительной трубке в удерживается углекислый газ за счет реакции с гидроксидом натрия:



Сгорание вещества X описывается уравнением:



Преобразуем лабораторные записи в количества веществ:

$n(\text{CO}_2) = (30,542052 - 30,541518) / 44 = 1,21 \cdot 10^{-5}$ (моль), что соответствует $m(\text{C}) = 1,46 \cdot 10^{-4}$ г (2 балла)

$n(\text{H}_2\text{O}) = (26,738395 - 26,738103) / 18 = 1,62 \cdot 10^{-5}$ (моль), что соответствует $m(\text{H}) = 0,32 \cdot 10^{-4}$ г (2 балла)

$m(\text{X}) = 3,319105 - 3,318732 = 3,73 \cdot 10^{-4}$ г, тогда $m(\text{O}^{\text{X}}) = 3,73 \cdot 10^{-4} - 1,46 \cdot 10^{-4} - 0,32 \cdot 10^{-4} = 1,95 \cdot 10^{-4}$ г ($1,22 \cdot 10^{-5}$ моль), так как других элементов в веществе обнаружено не было. (2 балла)

Теперь можем выразить соотношение между элементами в X:

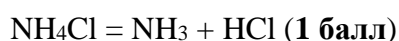
$n(\text{C}) : n(\text{H}) : n(\text{O}) = 1,21 \cdot 10^{-5} : 3,24 \cdot 10^{-5} : 1,22 \cdot 10^{-5} = 1 : 2,68 : 1 = 3 : 8 : 3$, простейшая формула – C₃H₈O₃ (2 балла).

Простейшая формула соответствует насыщенному соединению, поэтому является единственно возможной. Из устойчивых соединений этому составу удовлетворяет только глицерин (3 балла).

4. Константа равновесия разложения хлорида аммония при 200 °С равна $2,5 \cdot 10^{-5}$. В закрытый вакуумированный сосуд положили хлорид аммония и нагрели до 200 °С, при этом часть вещества осталась твердой. Какое давление и какая плотность газа будут внутри сосуда? (5 баллов)

Решение:

Разложение хлорида аммония при нагревании описывается уравнением:



Так как сосуд был вакуумирован, то давление внутри него обеспечивается только образовавшимися при разложении продуктами, при чем их парциальные давления будут равновесными, так как хлорид аммония разложился неполностью (1 балл).

Константа равновесия реакции разложения описывается уравнением:

$$K_p = p(\text{NH}_3) \cdot p(\text{HCl})$$

Учитывая образование продуктов в эквимольных количествах, получаем что

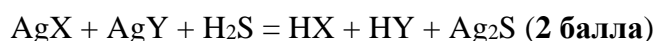
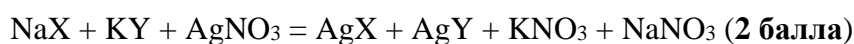
$$p(\text{NH}_3) = p(\text{HCl}) = \sqrt{K_p}, \text{ а } p_{\text{общ}} = p(\text{NH}_3) + p(\text{HCl}) = 2 \sqrt{K_p} = 0,01 \text{ (атм) (2 балла)}$$

$$\rho = m/V = (m_{\text{HCl}} + m_{\text{NH}_3})/V = (p_{\text{HCl}} M_{\text{HCl}} + p_{\text{NH}_3} M_{\text{NH}_3})/RT = 6,9 \text{ (г/м}^3\text{) (1 балл)}$$

5. Смесь галогенида натрия и галогенида калия массой 2,1 г добавили в раствор нитрата серебра. После окончания выпадения осадка его отфильтровали, высушили и взвесили, получив 3,94 г. Затем осадок суспендировали в воде и пропустили избыток сероводорода, получив 3,01 г черного индивидуального соединения. Определите, какие галогениды входили в смесь, и их массовые доли. **(20 баллов)**

Решение:

Указанные в задаче превращения описываются следующими реакциями:



Вычисляем общее количество выпавшего в осадок серебра:

$$n(\text{Ag}) = 2 \cdot n(\text{Ag}_2\text{S}) = 2 \cdot 3,01 / 248 = 0,0243 \text{ моль (2 балла, или расчет Ag}_2\text{S)}$$

Вычислим среднюю молярную массу галогенидов серебра:

$$M(\text{AgX} + \text{AgY}) = 3,94 / 0,0243 = 162 \text{ г/моль (2 балла)}$$

Данная молярная масса не соответствует ни одному индивидуальному галогениду, следовательно исходная смесь содержала разные анионы, среди которых отсутствовал фторид, так как фторид серебра растворим, и в этом случае в осадке также оставался бы только один анион **(2 балла)**.

Вычитая массу серебра из массы галогенидов серебра можно узнать суммарную массу галогенидов, а вычитая это значение из начальной массы – массу катионов натрия и калия.

$$m(\text{X} + \text{Y}) = 3,94 - 0,0243 \cdot 108 = 1,316 \text{ г (2 балла)}$$

$$m(\text{Na} + \text{K}) = 2,1 - 1,316 = 0,784 \text{ г (2 балла)}$$

Для удобства записи обозначим количество вещества NaX за a , количество вещества KY за b .

Тогда можно составить следующую систему уравнений:

$$\begin{cases} a + b = 0,0243 \\ 23a + 39b = 0,784 \end{cases}, \text{ решая которую получим } \begin{cases} a = 0,0102 \\ b = 0,0141 \end{cases} \text{ (2 балла)}$$

Выражая массу галогенидов через полученные значения получаем соотношение их атомных масс:

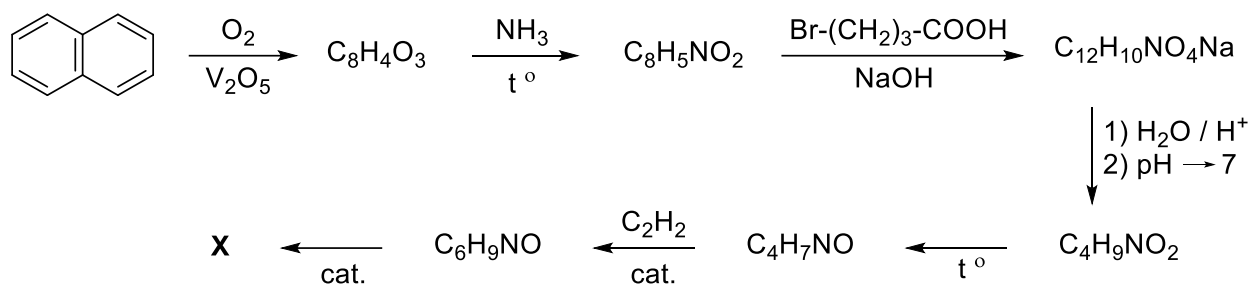
$$0,0102 \cdot A_r(\text{X}) + 0,0141 \cdot A_r(\text{Y}) = 1,316 \text{ г}$$

$$A_r(\text{X}) = 129 - 1,38 \cdot A_r(\text{Y}), \text{ которому удовлетворяет только пара } \text{X} = \text{Br}, \text{Y} = \text{Cl} \text{ (2 балла)}$$

И наконец, выражаем массовые доли компонентов:

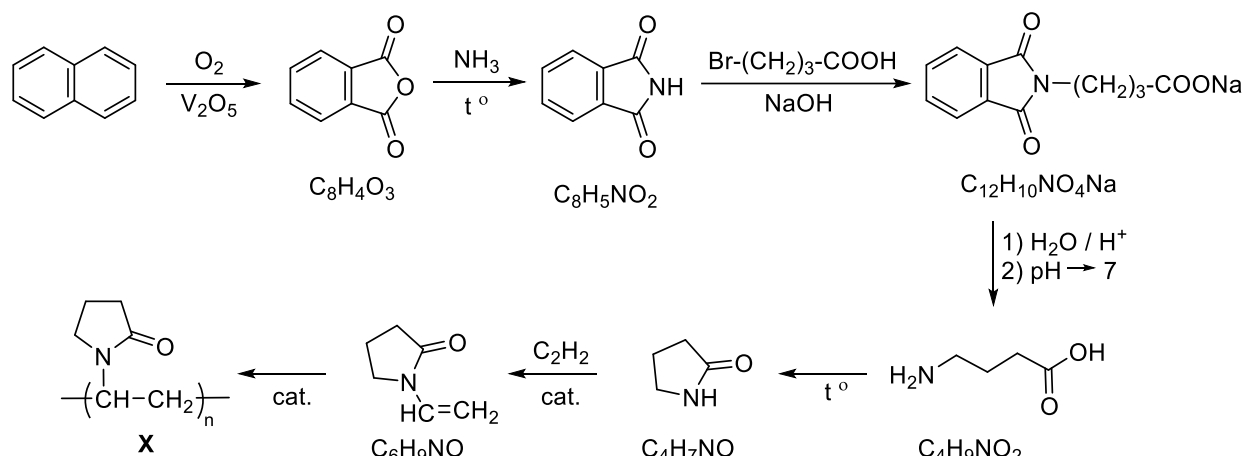
$$m(\text{NaBr}) = 0,0102 \cdot 103 = 1,05 \text{ г} \quad \omega(\text{NaBr}) = 50\% \quad \omega(\text{KCl}) = 50\% \quad (2 \text{ балла})$$

6. Изобразите структуры продуктов в цепочке реакций.



Вещество X представляет собой белый порошок, используемый, например, как лекарство при пищевых отравлениях. Данный препарат является безопасным, так как не всасывается через стенки кишечника. Объясните дезинтоксикационное действие соединения X. Что препятствует его всасыванию? (20 баллов)

Решение:



За правильно установленные соединения А-Е - 2 балла, за F и X – 3 балла. Соединение X, поли-N-винилпирролидон, содержит полярную амидную группу, поэтому оно хорошо связывается с токсинами (которые в большинстве своем тоже полярны) за счет диполь-дипольных и ион-дипольных взаимодействий (2 балла, уточнение типов межмолекулярных взаимодействий необязательно). Молекулы синтетических полимеров, имеющих полиолефиновый остов не расщепляются в желудке и кишечнике в результате гидролиза и имеют достаточно большой размер, препятствующий их проникновению через клеточные и межклеточные мембраны, поэтому они выводятся из организма без изменений (2 балла).

7. Установите строение простого эфира, если известно, что массовые доли углерода и кислорода в его составе равны 52.2 и 34.8 %, соответственно. (5 баллов)

Решение:

Общая формула простого эфира $\text{C}_x\text{H}_y\text{O}$.

Для расчетов примем массу простого эфира равной 100 г. Тогда массы углерода, водорода и кислорода, которые содержатся в 100 г эфира, будут равны:

$$m(C) = m \cdot \omega(C) = 100 \cdot 0.522 = 52.2 \text{ г. (0.5 балла)}$$

$$m(O) = m \cdot \omega(O) = 100 \cdot 0.348 = 34.8 \text{ г. (0.5 балла)}$$

$$m(H) = m - m(O) - m(C) = 100 - 52.2 - 34.8 = 13 \text{ г. (0.5 балла)}$$

Рассчитываем количества веществ углерода, водорода и кислорода в составе простого эфира:

$$n(C) = m(C)/M(C) = 52.2/12 = 4.35 \text{ моль (0.5 балла)}$$

$$n(O) = m(O)/M(O) = 34.8/16 = 2.175 \text{ моль (0.5 балла)}$$

$$n(H) = m(H)/M(H) = 13/1 = 13 \text{ моль (0.5 балла)}$$

Рассчитываем отношение количеств веществ углерода, водорода и кислорода в составе простого эфира:

$$n(C):n(H):n(O) = 4.35:13:2.175 = 2:6:1 \text{ то есть формула простого эфира } CH_3OCH_3 \text{ (2 балла),}$$

(диметиловый эфир).

8. Запишите уравнения диссоциации следующих веществ в водном растворе:

HCl, K₂S, KOH, K₃PO₄, KF.

В какой цвет окрашивается лакмус в растворах перечисленных соединений? Рассчитайте значения pH 0.001 моль/дм³ растворов HCl и KOH. Рассчитайте молярную концентрацию ионов K⁺ в 0.1 моль/дм³ растворах K₂S, KOH, K₃PO₄, KF. (5 баллов)

Решение:

Вещество	Уравнение диссоциации	Цвет лакмусовой бумаги	Количество баллов*	Молярная концентрация K ⁺ , моль/дм ³	Количество баллов
HCl	$HCl \leftrightarrow H^+ + Cl^-$	Красный (pH < 7)	0.4	—	-
K ₂ S	$K_2S \leftrightarrow 2K^+ + S^{2-}$	Синий (pH > 7)	0.4	0.2	0.5
KOH	$KOH \leftrightarrow K^+ + OH^-$	Синий (pH > 7)	0.4	0.1	0.5
K ₃ PO ₄	$K_3PO_4 \leftrightarrow 3K^+ + PO_4^{3-}$	Синий (pH > 7)	0.4	0.3	0.5
KF	$KF \leftrightarrow K^+ + F^-$	Синий (pH > 7)	0.4	0.1	0.5

*При неверной записи уравнения диссоциации или определения цвета лакмусовой бумаги количество баллов делится пополам

Расчет pH 0.001 моль/дм³ раствора HCl:

$$pH = -\lg C_{HCl} = -\lg(0.001) = 3.0 \quad (0.5 \text{ балла})$$

Расчет pH 0.001 моль/дм³ раствора KOH:

$$pH = 14 + \lg C_{KOH} = 14 + \lg(0.001) = 11.0 \quad (0.5 \text{ балла})$$