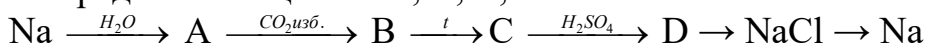


Удмуртский государственный университет
Институт естественных наук
Кафедра фундаментальной и прикладной химии
VIII Вузовская олимпиада по химии
им. М.Н. Конюхова
Задания теоретического тура
9 класс 2024 год

Задача 9.1 (10 баллов)

Запишите уравнения реакций, соответствующих химическим превращениям и определите вещества А, В, С, D:



Задача 9.2 (10 баллов)

Атомная масса элемента А в 1,75 раз больше атомной массы элемента В. Сумма атомных масс элементов А и В равна 44. Используя эти данные, составьте формулу соединения А и В и вычислите его молекулярную массу. Напишите формулу кислоты, соответствующей соединению А и В, составьте графическую формулу кислоты.

Задача 9.3 (10 баллов)

В природных водах железо встречается в виде ионов Fe^{3+} и Fe^{2+} , придающих воде желтовато-коричневую окраску. Повышенное содержание железа в воде оказывает негативное воздействие на здоровье человека и наносит вред системам водоснабжения и бытовой техники (трубы, стиральная машина, чайник и пр.), являясь причиной образования ржавчины. Предельно-допустимая концентрация железа в воде хозяйственно-бытового назначения составляет 0,3 мг/л. Для удаления избыточного железа из воды (обезжелезивание воды) используются различные методы, включая *реагентные*, основанные на осаждении железа в виде гидроксидов под действием щелочных реагентов (сода Na_2CO_3 , известь $\text{Ca}(\text{OH})_2$)

Перед выполнением опыта по обезжелезиванию воды, вам необходимо выполнить эксперимент мысленно, ответив на вопросы, выделенные ниже курсивом.

1. Вам выдана загрязненная железом вода (в форме FeCl_3). С помощью качественных реакций убедитесь, что в воде содержатся ионы Fe^{3+} . *Напишите уравнения этих реакций (молекулярные и ионные), если вам выданы следующие реактивы: NaOH , KSCN , $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$. Укажите признаки реакций.*
2. Добавьте к загрязненной железом воде раствор выбранного вами щелочного реагента (одного из двух – сода Na_2CO_3 или известь $\text{Ca}(\text{OH})_2$). Перемешайте стеклянной палочкой. Отфильтруйте выпавший осадок

через бумажный фильтр. *Напишите уравнение реакции образования осадка.* Жидкость, прошедшую через фильтр (фильтрат), испытайте на наличие Fe^{3+} . Удалось ли вам очистить воду от железа?

3. *На чем основано применение бытовых фильтров для очистки воды от железа?*

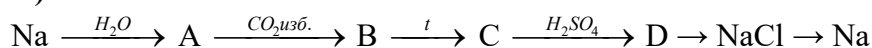
Задание экспериментального тура
9 класс (10 баллов)

1. Вам выдана загрязненная железом вода (в форме FeCl_3). С помощью качественных реакций убедитесь, что в воде содержатся ионы Fe^{3+} . Напишите уравнения этих реакций (молекулярные и ионные), если вам выданы следующие реактивы: NaOH , KSCN , $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$. Укажите признаки реакций.
2. Добавьте к загрязненной железом воде раствор выбранного вами щелочного реагента (одного). Перемешайте стеклянной палочкой. Отфильтруйте выпавший осадок через бумажный фильтр. Напишите уравнение реакции образования осадка. Жидкость, прошедшую через фильтр (фильтрат), испытайте на наличие Fe^{3+} . Удалось ли вам очистить воду от железа?
3. На чем основано применение бытовых фильтров для очистки воды от железа?

Удмуртский государственный университет
Институт естественных наук
Кафедра фундаментальной и прикладной химии
VIII Вузовская олимпиада по химии
им. М.Н. Конюхова

Решения и оценивание теоретического и экспериментального тура
9 класс 2024 год

Задача 9.1 (10 баллов)



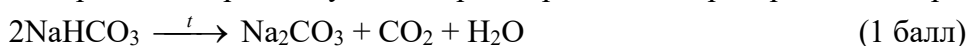
Натрий взаимодействует с водой с образованием гидроксида натрия:



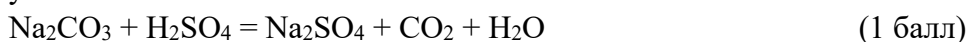
2. При пропускании избытка оксида углерода(IV) через раствор гидроксида натрия можно получить гидрокарбонат натрия:



3. Карбонат натрия получается при нагревании гидрокарбоната натрия:



4. Сульфат натрия можно получить, действуя сильной серной кислотой на соль слабой угольной кислоты:



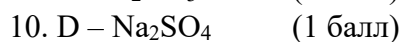
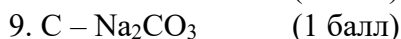
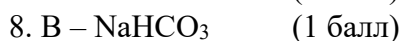
5. Приливая раствор хлорида бария к раствору сульфата натрия, получим в растворе хлорид натрия:



6. Более активный металл калий вытесняет натрий из его солей:



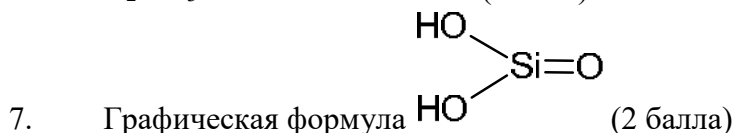
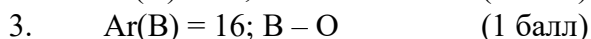
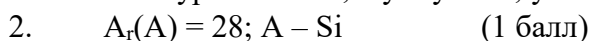
Возможно также получить металлический натрий электролизом расплава NaCl:



Задача 9.2 (10 баллов)

Атомная масса элемента А в 1,75 раз больше атомной массы элемента В. Сумма атомных масс элементов А и В равна 44. Используя эти данные, составьте формулу соединения А и В и вычислите его молекулярную массу. Напишите формулу кислоты, соответствующей соединению А и В, составьте графическую формулу кислоты.

1. Пусть атомная масса элемента В – у, тогда атомная масса элемента А – 1,75у. Составляем уравнение $1,75у + у = 44$; $у = 16$; $А = 1,75 \times 16 = 28$. (3 балла)



Задача 9.3 (10 баллов)**Теоретическая часть (10 баллов)**

Реакции	Баллы
$\text{FeCl}_3 + \text{NaOH} = \text{Fe}(\text{OH})_3\downarrow + 3 \text{NaCl}$ (коричневый осадок) $\text{Fe}^{3+} + 3\text{OH}^- = \text{Fe}(\text{OH})_3\downarrow$	2
$\text{FeCl}_3 + 3\text{KSCN} = \text{Fe}(\text{SCN})_3 + 3\text{KCl}$ (красный раствор) $\text{Fe}^{3+} + 3\text{SCN}^- = \text{Fe}(\text{SCN})_3$	2
$\text{FeCl}_3 + \text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6] = \text{KFe}[\text{Fe}(\text{CN})_6]\downarrow + 3\text{KCl}$ (синий осадок) $\text{Fe}^{3+} + \text{K}^+ + [\text{Fe}(\text{CN})_6]^{4-} = \text{KFe}[\text{Fe}(\text{CN})_6]\downarrow$	3
$2\text{FeCl}_3 + 3\text{Na}_2\text{CO}_3 + 3\text{H}_2\text{O} = 2\text{Fe}(\text{OH})_3\downarrow + 3\text{CO}_2\uparrow + 6\text{NaCl}$ (коричневый осадок, бесцветный газ) $2\text{Fe}^{3+} + 3\text{CO}_3^{2-} + 3\text{H}_2\text{O} = 2\text{Fe}(\text{OH})_3\downarrow + 3\text{CO}_2$ или $2\text{FeCl}_3 + 3\text{Ca}(\text{OH})_2 = 2\text{Fe}(\text{OH})_3\downarrow + 3\text{CaCl}_2$ (коричневый осадок) $\text{Fe}^{3+} + 3\text{OH}^- = \text{Fe}(\text{OH})_3\downarrow$	2
Удаление железа основано на сорбции (удерживании, поглощении) ионов железа ионитами (ионообменными смолами), находящимися в картридже фильтра	1
Итого 10 баллов	

Экспериментальная часть (10 баллов)

Реактивы и оборудование:

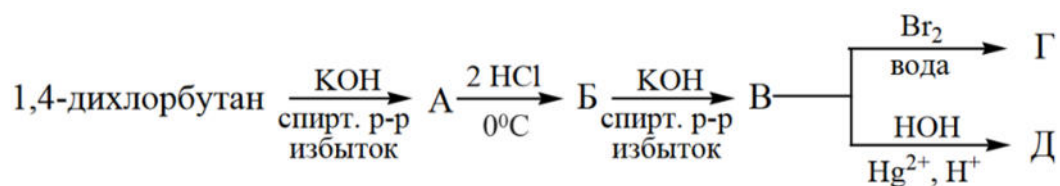
1. Стаканчики с раствором FeCl_3
2. Склянки с Na_2CO_3 , $\text{Ca}(\text{OH})_2$
3. Реактивы: NaOH , KSCN , $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$
4. Пробирки – 5 шт., химический стаканчик
5. Стеклоанная воронка, штатив с кольцом для фильтрования
6. Фильтровальная бумага, ножницы

Действия	Баллы
Проведение качественных реакций (3 шт). Указание признаков реакций	3
Проведение осаждения. Описание наблюдений	2
Изготовление фильтра. Фильтрование	3
Проверка фильтрата на железо	1
Вывод по работе	1
Итого 10	

Удмуртский государственный университет
 Институт естественных наук
 Кафедра фундаментальной и прикладной химии
 VIII Вузовская олимпиада по химии
 им. М.Н. Конюхова
 Задания теоретического тура
 10 класс 2024 год

Задача 10.1 (10 баллов)

Определите строение веществ, зашифрованных буквами А – Д:



Ответьте на следующие вопросы о каждой стадии схемы:

- 1) В реакции А → Б в качестве условия указана температура 0°C. К чему приведет увеличение температуры реакции до 40°C?
- 2) Может ли в реакции Б → В образоваться также и вещество А?
- 3) Какое пространственное строение имеет вещество Г? (Учитывайте, что в реакции В → Г участвует 1 моль Br₂).
- 4) Реакция В → Д является именной. Имя какого российского химика-органика она носит?

Задача 10.2 (10 баллов)

Имеется 148 граммов смеси двух органических соединений одинакового состава C₃H₆O₂. Определите строение этих соединений и их массовые доли в смеси, если известно, что одно из них при взаимодействии с избытком карбоната натрия выделяет 11,2 л (н.у.) оксида углерода(IV), а другое не реагирует с карбонатом натрия и гидроксидом диамминсеребра, но при нагревании с водным раствором гидроксида натрия образует соль кислоты и спирт. Как еще можно получить этот спирт? Запишите уравнения реакций еще двух способов его получения.

Задача 10.3 (10 баллов)

Химический анализ природных минеральных вод марки «Боржоми» и «Нарзан» показал следующий ионный состав:

БОРЖОМИ		НАРЗАН	
Хлориды	319,5 мг/л	Хлориды	142,0 мг/л
Гидрокарбонаты	4270 мг/л	Гидрокарбонаты	1220,0 мг/л
Сульфаты	5,76 мг/л	Сульфаты	3,84 мг/л
		Природный CO ₂	1980 мг/л
Катионы Na ⁺ , K ⁺ , Ca ²⁺ , Mg ²⁺ , Fe ³⁺		Катионы Na ⁺ , K ⁺ , Ca ²⁺ , Mg ²⁺ , Fe ³⁺	

Вопросы:

1. Какая из этих минеральных вод показана для лечения повышенной кислотности желудка, гастрите, язве, а какая, напротив, противопоказана? Почему?
2. Оцените примерное значение рН каждой из минеральных вод ($\text{pH} > 7$, $\text{pH} < 7$). Какие компоненты обеспечивают такую кислотность? Напишите уравнения реакций, доказывающих ваш вывод.
3. Название какого курорта в России связано со значением рН добываемой там минеральной воды?
4. Оцените содержание сульфат-ионов в «НАРЗАНЕ» в ммоль/л.
5. Если принять, что из катионов будет присутствовать только Na^+ , то какая масса ионов Na^+ (в мг) соответствует приведенному ионному составу «БОРЖОМИ»?

Задание экспериментального тура 10 класс (10 баллов)

Необходимо провести качественный анализ ионов Cl^- , HCO_3^- , SO_4^{2-} , Mg^{2+} , Fe^{3+} в минеральной воде.

1. Из предложенного вам перечня реактивов выберите необходимые для качественного обнаружения перечисленных ионов.
2. Приведите уравнения реакций, позволяющих качественно обнаружить эти ионы в образце выданной вам минеральной воды (запишите уравнения в молекулярном и ионном виде).
3. Проведите обнаружение ионов в пробирках, зафиксируйте признак реакции.

Удмуртский государственный университет
Институт естественных наук
Кафедра фундаментальной и прикладной химии
VIII Вузовская олимпиада по химии
им. М.Н. Конюхова

Решения и оценивание теоретического и экспериментального тура
10 класс 2024 год

Задача 10.1 (10 баллов)

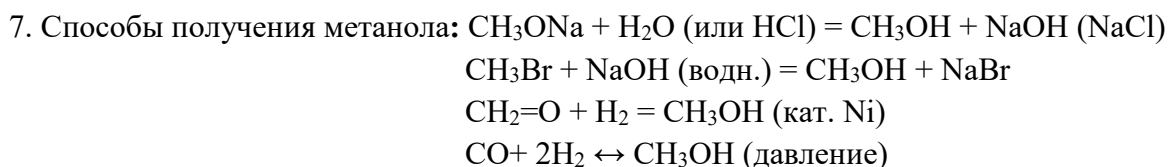
- А – бутадиен-1,3 (1 балл)
Б – 2,3-дихлорбутан (1 балл)
В – бутин-2 (1 балл)
Г – 2,3-дибромбутен-2 (1 балл)
Д – бутанон (1 балл)

- 1) При температурах близких к 0°C (и ниже) в соответствии с правилом Марковникова образуются преимущественно продукты 1,2-присоединения (хотя возможны исключения!), увеличение температуры будет приводить к образованию продуктов 1,4-присоединения (1 балл).
- 2) Да, может образоваться и бутадиен-1,3. Сопряженные диены устойчивее алкинов, но в подобных реакциях образуются, как правило, именно алкины (причины рассматриваются в курсах высшей школы), но в щелочной среде алкины способны изомеризоваться в диены (и наоборот) (2 балла).
- 3) Вещество Г образуется в форме *транс*-изомера (1 балл).
- 4) Реакция М.Г. Кучерова (1 балл).

Задача 10.2 (10 баллов)

Имеется 148 граммов смеси двух органических соединений одинакового состава C₃H₆O₂. Определите строение этих соединений и их массовые доли в смеси, если известно, что одно из них при взаимодействии с избытком карбоната натрия выделяет 11,2 л (н.у.) оксида углерода(IV), а другое не реагирует с карбонатом натрия и гидроксидом диаминсеребра, но при нагревании с водным раствором гидроксида натрия образует соль кислоты и спирт. Как еще можно получить этот спирт? Запишите уравнения реакций еще двух способов.

1. Оксид углерода выделяется при взаимодействии карбоната натрия с кислотой, формула C₃H₆O₂ отвечает пропановой кислоте:
 $2C_2H_5-COOH + Na_2CO_3 = 2C_2H_5-COONa + H_2O + CO_2$ (1 балл)
2. Соль кислоты и спирт образуются при щелочном гидролизе сложных эфиров, так как исходный эфир не взаимодействует с гидроксидом диаминсеребра (взаимодействие характерно для эфиров муравьиной кислоты), значит это эфир уксусной кислоты:
 $CH_3-COOCH_3 + NaOH \leftrightarrow CH_3-COONa + CH_3OH$ (3 балла)
3. Определим количество вещества оксида углерода(IV) (n₁), пропановой кислоты (n₂) и эфира (n₃): n₁ = 11,2/22,4 = 0,5 моль; n₂ = 2n₁ = 1 моль (1 балл)
4. Находим массу кислоты: m(кисл.) = 1 моль × 74 г/моль = 74 г (1 балл)
5. Находим массу эфира: m(эфир) = 148 – 74 = 74 г (1 балл)
6. Находим массовые доли веществ в смеси: ω = m_{в-ва} × 100% / m_{смеси};
ω(кисл.) = 74/148 = 0,5 × 100 = 50%; ω(эфир) = 100 – 50 = 50 % (1 балл)



При написании любых двух способов из перечисленных **2 балла**.

Задача 10.3 (10 баллов)

№	Ответ	Баллы
1	Поскольку Нарзан содержит свободную углекислоту, то эта минеральная вода будет способствовать повышению кислотности желудка. Боржоми, напротив, содержит гидрокарбонаты, придающие щелочность. Поэтому в лечебных целях против язв и гастритов применяют БОРЖОМИ.	2 балла
2	Нарзан $\text{pH} < 7$, $\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} = \text{H}_2\text{CO}_3 \leftrightarrow \text{H}^+ + \text{HCO}_3^-$ Боржоми $\text{pH} > 7$, $\text{HCO}_3^- + \text{H}_2\text{O} \leftrightarrow \text{H}_2\text{CO}_3 + \text{OH}^-$	2 балла
3	Кисловодск	2 балла
4	$3,84 \text{ мг/л} : 96 \text{ г/моль} = 0,04 \text{ ммоль/л}$	2 балла
5	Согласно принципу равенства зарядов: $\text{Na}^+ = \text{Cl}^- + \text{HCO}_3^- + 2\text{SO}_4^{2-} = 9 + 70 + 0,06 \times 2 = 79,12 \text{ ммоль/л} = 1819 \text{ мг/л}$	2 балла

Экспериментальная часть (10 баллов)

1. Выбор реагентов для качественного обнаружения по **0,5 балла за 5 реактивов**:

AgNO_3 , HCl , BaCl_2 , NaOH , $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ или KCNS

2. 6 уравнений реакций по **1 баллу** за каждую реакцию (реакции могут быть записаны в ионном виде или ионно-молекулярном виде, но обязательно с коэффициентами)

$\text{Cl}^- + \text{AgNO}_3 \rightarrow \text{NO}_3^- + \text{AgCl} \downarrow$ (белый творожистый осадок, темнеющий при стоянии)

$\text{HCO}_3^- + \text{HCl} \rightarrow \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 \uparrow$ (выделение бесцветного газа без запаха)

$\text{SO}_4^{2-} + \text{BaCl}_2 \rightarrow 2\text{Cl}^- + \text{BaSO}_4 \downarrow$ (белый кристаллический осадок)

$\text{Mg}^{2+} + 2\text{NaOH} \rightarrow 2\text{Na}^+ + \text{Mg}(\text{OH})_2 \downarrow$ (белый аморфный осадок)

$4\text{Fe}^{3+} + 3\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6] \rightarrow 12\text{K}^+ + \text{Fe}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]_3 \downarrow$ (осадок темно-синего цвета)

Или $\text{Fe}^{3+} + 3\text{CNS}^- \rightarrow \text{Fe}(\text{CNS})_3$ (красно-бурое окрашивание)

3. Указан аналитический сигнал – по **0,25 балла** за 4 обнаруживаемых иона и **1,5 балла** – за отсутствие сигнала по Fe^{3+} .

Удмуртский государственный университет
Институт естественных наук
Кафедра фундаментальной и прикладной химии
VIII Вузовская олимпиада по химии
им. М.Н. Конюхова
Задания теоретического тура
11 класс 2024 год

Задача 11.1 (10 баллов)

Известно, что химики измеряют плотность газообразных веществ по другим газам, причем чаще всего приводится значение плотности газов по водороду и воздуху. Предположим, что на Марсе существует цивилизация, занимающаяся химическими исследованиями. Определите, чему будет равна относительная плотность азота и кислорода по марсианскому «воздуху», если известно, что атмосфера Марса состоит из 95% углекислого газа, 3,1% молекулярного азота, 1,6% аргона, 0,13% кислорода, 0,1% воды и 0,07% угарного газа (по объему) (все рассчитанные величины округляйте до сотых).

Задача 11.2 (10 баллов)

Смешали порошки кристаллической соды и безводного хлорида магния – в полученной смеси оказалось 83,2 г атомов кислорода. Смесь растворили в 200 г воды. Получившийся раствор массой 317,15 г не содержал ионов магния. К полученному раствору добавили 100 г раствора хлорного железа. Вещества прореагировали полностью. Найти массовую долю хлорид-ионов в конечном растворе.

Задача 11.3 (10 баллов)

Сладкий вкус имеют вещества, в которых при соседних атомах углерода находятся две гидроксильные группы или присутствует аминокгруппа и карбоксильная группа, разделенные одним атомом углерода. Их совместное участие во взаимодействиях (и проявлении сладкого вкуса) связано с пространственным строением.

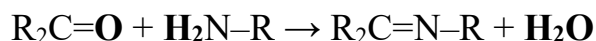
1. Какие из перечисленных веществ сладкие на вкус: формальдегид, этиленгликоль, глицин, глицерин, этанол, толуол? Напишите их структурные формулы.
2. Какое из выбранных вами сладких веществ ядовито? Какой качественной реакцией можно его определить? Приведите строение продукта реакции.

Вещества, содержащие разные функциональные группы, проявляют свойства, характерные для обоих типов групп. Так, α -аминокислоты могут давать реакции как по карбоксильной группе, так и по аминокгруппе.

3. Приведите формулы продуктов реакции взаимодействия аминокислоты с:

- а) с этанолом;
- б) с формальдегидом.

Пояснение. Взаимодействие С=О-групп альдегидов и кетонов с NH₂-группами аминов и аминокислот идет по типу дегидратации в соответствии с уравнением:



4. Опишите строение фрагмента С=N:

- а) какие типы ковалентной связи образуются между С и N-атомами?
- б) укажите вид гибридизации атома углерода?

Задание экспериментального тура 11 класс (10 баллов)

Химические свойства аминокислот

Приготовьте 1%-ный раствор глицина в воде, растворив выданную навеску аминокислоты в 10 мл воды. Тщательно перемешайте содержимое пробирки и используйте полученный раствор для следующих опытов.

1. Определите с помощью индикаторной бумаги кислотность полученного раствора, нанося каплю раствора на поверхность индикаторной бумаги и сравнивая окраску с цветной шкалой. Почему раствор аминокислоты реакцию, близкую к нейтральной (очень слабокислую)? Для ответа на вопрос приведите формулу глицина, отражающую его состояние в растворе.
2. В две пробирки внесите по 1 мл раствора сульфата меди, в одну из них прилейте 1 мл раствора глицина. Приведите формулу продукта взаимодействия CuSO₄ с глицином. Сравните окраску растворов в обеих пробирках. Прилейте в каждую из них по 1 мл раствора NaOH. Почему в одной из них происходит образование осадка?
3. С пробирку насыпьте немного гидрокарбоната меди(II) и прилейте 4 мл раствора глицина и нагрейте пробирку на водяной бане. Что наблюдается? Дайте горячей смеси отстояться и перелейте прозрачную жидкость в другую пробирку. Опишите наблюдения. Какой газ выделяется при взаимодействии Cu₂(OH)₂CO₃ с глицином?
4. В пробирку налейте 2 мл раствора глицина и приливайте по каплям раствор щелочи (NaOH), подкрашенный фенолфталеином, до появления не исчезающей окраски (появляется почти сразу).

5. В другой пробирке 1 мл формалина (40% раствор формальдегида в воде) смешайте с 3 мл воды и также по каплям добавляйте подкрашенный раствор щелочи до появления окраски. Вылейте содержимое обеих пробирок в стакан. Сохраняется ли окраска фенолфталеина? Почему? Подтвердите ответ уравнением реакции.

Удмуртский государственный университет
Институт естественных наук
Кафедра фундаментальной и прикладной химии
VIII Вузовская олимпиада по химии
им. М.Н. Конюхова

Решения и оценивание теоретического и экспериментального тура
11 класс 2024 год

Задача 11.1 (10 баллов)

Объемные доли газов совпадают по значению с мольными долями газов в сложной смеси. Рассчитать молярную массу марсианского «воздуха» можно по формуле (4 балла):

$$M(\text{марсианского воздуха}) = N(\text{CO}_2) \times M(\text{CO}_2) + N(\text{N}_2) \times M(\text{N}_2) + N(\text{Ar}) \times M(\text{Ar}) + \\ + N(\text{O}_2) \times M(\text{O}_2) + N(\text{H}_2\text{O}) \times M(\text{H}_2\text{O}) + N(\text{CO}) \times M(\text{CO}) = \\ = 0,95 \times 44 + 0,031 \times 28 + 0,016 \times 40 + 0,013 \times 32 + 0,001 \times 18 + 0,0007 \times 28 = 43,39 \text{ г/моль}$$

$$D_{\text{марс.возд.}}(\text{N}_2) = \frac{M(\text{N}_2)}{M(\text{марс.возд.})} = \frac{28}{43,39} = 0,65 \text{ (3 балла)}$$

$$D_{\text{марс.возд.}}(\text{O}_2) = \frac{M(\text{O}_2)}{M(\text{марс.возд.})} = \frac{32}{43,39} = 0,74 \text{ (3 балла)}$$

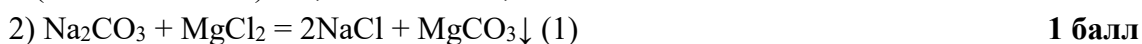
Задача 11.2 (10 баллов)

1) По условию задачи $n(\text{ат. O}) = m(\text{ат. O})/M(\text{O}) = 83,2 \text{ г атомов O}/16 \text{ г/моль} = 5,2 \text{ моль атомов O}$. В 1 моль $\text{Na}_2\text{CO}_3 \times 10\text{H}_2\text{O}$ содержится 13 моль атомов O, значит в x моль $\text{Na}_2\text{CO}_3 \times 10\text{H}_2\text{O}$ содержится $13x$ моль атомов O.

Составим уравнение на основе этих расчетов: $13x = 5,2$, значит

$$x = 0,4 \text{ моль } \text{Na}_2\text{CO}_3 \times 10\text{H}_2\text{O}$$

$$m(\text{Na}_2\text{CO}_3 \times 10\text{H}_2\text{O}) = 0,4 \times 286 = 114,4 \text{ г} \quad \text{2 балла}$$



3) Если принять, что $n(\text{MgCl}_2) = y$ моль, то по уравнению реакции из 1 моль хлорида магния образуется 1 моль карбоната магния, значит из y моль хлорида магния образуется y моль карбоната магния. Это вещество не входит в массу раствора, так как является нерастворимым веществом.

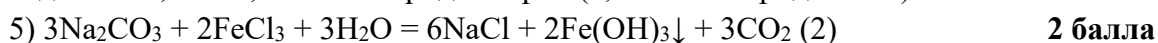
$$m(\text{MgCl}_2) = M(\text{MgCl}_2) \times n(\text{MgCl}_2) = 95y \text{ г}, m(\text{MgCO}_3) = M(\text{MgCO}_3) \times n(\text{MgCO}_3) = 84y \text{ г}.$$

$$\text{Масса раствора: } m(\text{р-ра}) = m(\text{H}_2\text{O}) + m(\text{Na}_2\text{CO}_3 \times 10\text{H}_2\text{O}) + m(\text{MgCl}_2) - m(\text{MgCO}_3) = \\ = 200 + 114,4 + 95y - 84y = 317,15 \text{ г}$$

$$11y = 2,75 \quad \text{1 балл}$$

$y = 0,25$ моль MgCl_2 , что является недостатком по сравнению с количеством вещества кристаллической соды (0,4 моль) 1 балл

4) Значит, после реакции (1) в растворе останется $0,4 - 0,25 = 0,15$ моль кристаллической соды и $2 \times 0,25 = 0,5$ моль хлорида натрия (0,5 моль хлорид-ионов).



6) Из 1 моль карбоната натрия образуется 2 моль хлорида натрия, значит из 0,15 моль карбоната натрия образуется 0,3 моль хлорида натрия, то есть 0,3 моль хлорид-ионов.

$$n(\text{Cl}^-) = 0,5 + 0,3 = 0,8 \text{ моль} \quad \text{1 балл}$$

$$m(\text{Cl}^-) = M(\text{Cl}^-) \times n(\text{Cl}^-) = 35,5 \times 0,8 = 28,4 \text{ г}.$$

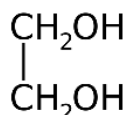
7) По уравнению реакции (2) находим, что при взаимодействии с 0,15 моль карбоната натрия хлорида железа(III), выпало 0,1 моль осадка гидроксида железа(III) и выделилось 0,15 моль углекислого газа.

Масса конечного раствора: $m(\text{р-ра кон.}) = m(\text{р-ра}) + m(\text{FeCl}_3) - m(\text{CO}_2) - m(\text{Fe}(\text{OH})_3) = 317,15 \text{ г} + 100 - 0,15 \text{ моль} \times 44 \text{ г/моль} - 0,1 \text{ моль} \times 107 \text{ г/моль} = 399,85 \text{ г}$ **1 балл**

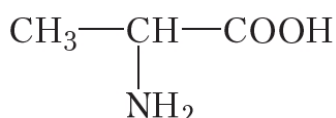
8) $\omega(\text{Cl}^-) = m(\text{Cl}^-)/m(\text{р-ра кон.}) = 28,4/399,85 \times 100\% = 7,1\%$. **1 балл**

Задача 11.3 (10 баллов)

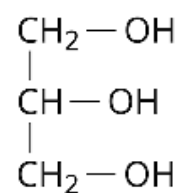
1. Сладкими, согласно условию, являются этиленгликоль, глицин и глицерин (**3 балла – 1 балл за каждое вещество с указанием структурных формул**).



Этиленгликоль

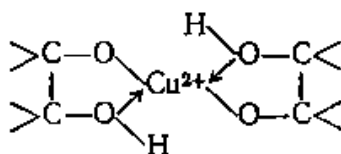


Глицин

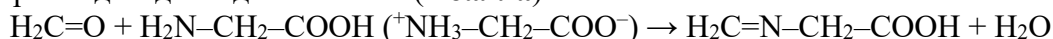


Глицерин

2. Ядовитым является этиленгликоль (**1 балл**), являющийся двухатомным спиртом (1,2-дио́лом), качественно определяющийся по реакции образования синего комплекса с ионами меди(II) (**1 балл**):



3. В реакции с этанолом образуются сложный эфир $\text{H}_2\text{N}-\text{CH}_2-\text{COOC}_2\text{H}_5$ (**2 балла**), реакция с формальдегидом идет по схеме (**2 балла**):

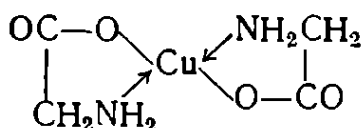


4. Фрагмент $\text{C}=\text{N}$ включает σ и π -связи (**0,5 балла**), атом углерода находится в состоянии sp^2 -гибридизации (**0,5 балла**)

Экспериментальная часть (10 баллов)

1. Глицин является гетерофункциональным соединением, содержащим кислотную (COOH) и основную (NH₂) группы, при этом в растворе аминокислота существует в биполярной форме $\text{}^+\text{NH}_3\text{CH}_2\text{COO}^-$, что обуславливает близкую к нейтральной среду раствора (**2 балла**).

2. В пробирке, куда добавлен глицин, образуется комплексное соединение



которое не разрушается при добавлении раствора щелочи и осадок $\text{Cu}(\text{OH})_2$ не образуется (**3 балла**).

3. При взаимодействии с $\text{Cu}_2(\text{OH})_2\text{CO}_3$ образуется газ CO_2 : глицин проявляет кислотные свойства, т.к. аминогруппа, вероятно, связывается с ионами Cu^{2+} (**2 балла**).

4. Окраска фенолфталеина исчезает – среда становится кислой, т.к. происходит реакция формальдегида с глицином по аминогруппе последнего (**3 балла**):

