

**Олимпиада «Звезда» - Таланты на службе обороны и безопасности»
по комплексу медицина (химия, биология)**

**Задания, решения и критерии оценивания
11 класс (вариант 1)**

Задание 1

Твердая органическая кислота содержит в своем составе 34,62% углерода и 3,84% водорода. Навеску этой кислоты массой 0,169 г растворили в воде. На полную нейтрализацию полученного раствора потребовалось 32,5 мл 0,1 молярного раствора гидроксида натрия.

Исследуемая кислота при нагревании выделяет диоксид углерода (IV) и превращается при этом в другую органическую кислоту, натриевая соль которой при сплавлении с гидроксидом натрия образует газообразный углеводород, содержащий в своем составе 75% углерода.

Приведите уравнения соответствующих реакций, молекулярные формулы и названия описанных веществ и структурную формулу исходной кислоты. **20 баллов**

Решение

Определяем простейшую формулу кислоты:

$100\% - (34,62\% + 3,84\%) = 61,54\%$ кислорода

$\nu(\text{C}):\nu(\text{O}):\nu(\text{H}) = 34,62/12 : 61,54/16 : 3,84/1 = 3:4:4$

$\text{C}_3\text{O}_4\text{H}_4$, условная молекулярная масса $M_{\text{усл}} = 12 \cdot 3 + 16 \cdot 4 + 1 \cdot 4 = 104$.

Если простейшая формула совпадает с молекулярной, то логично предположить, что кислота дикарбоновая (т.к. 4 атома кислорода, и вероятно, две карбоксильные группы).

Тогда 1 моль кислоты реагирует с 2 моль NaOH.

Рассчитаем количество вещества щелочи: $\nu = c \cdot V = 0,0325 \cdot 0,1 = 0,00325$ моль.

Следовательно $\nu(\text{кислоты}) = 0,00325 : 2 = 0,001625$ моль.

Молярная масса кислоты $M = m/\nu = 0,169/0,001625 = 104$ г, что совпадает с $M_{\text{усл}}$. Таким образом, простейшая формула совпадает с молекулярной.

Это малоновая кислота. Ее структурная формула $\text{HOOC}-\text{CH}_2-\text{COOH}$.

При нагревании происходит декарбоксилирование и образуется уксусная кислота:

$\text{HOOC}-\text{CH}_2-\text{COOH} \xrightarrow{t} \text{HOOC}-\text{CH}_3 + \text{CO}_2$

Натриевая соль уксусной кислоты – ацетат натрия – реагирует при нагревании с твердым NaOH:

$\text{CH}_3\text{COONa} + \text{NaOH} \xrightarrow{t} \text{CH}_4 + \text{Na}_2\text{CO}_3$, в результате реакции образуется метан.

Это можно подтвердить расчетом по массовым долям (75% углерода и 25% водорода).

$\nu(\text{C}):\nu(\text{H}) = 75/12 : 25/1 = 1:4$

Это метан.

Критерии оценивания:

За определение простейшей формулы кислоты – 2 балла.

За предположение о том, что кислота дикарбоновая – 2 балла.

За расчет количества вещества щелочи и кислоты – 2 балла.

За расчет молярной массы кислоты – 2 балла.

За вывод о совпадении простейшей и молекулярной массы – 2 балла.

За структурную формулу и название кислоты – по 1 баллу, всего $1 \times 2 = 2$ балла.

За название малоновая кислота – 2 балла

За уравнение реакции и название уксусной кислоты – 2 балла.

За уравнение реакции и название углеводорода – 2 балла.

За подтверждение состава углеводорода расчетом по массовым долям – 2 балла.

ИТОГО - 20 баллов

Задание 2

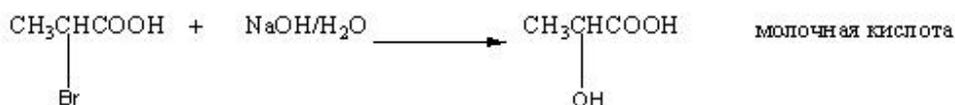
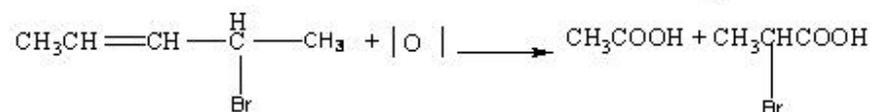
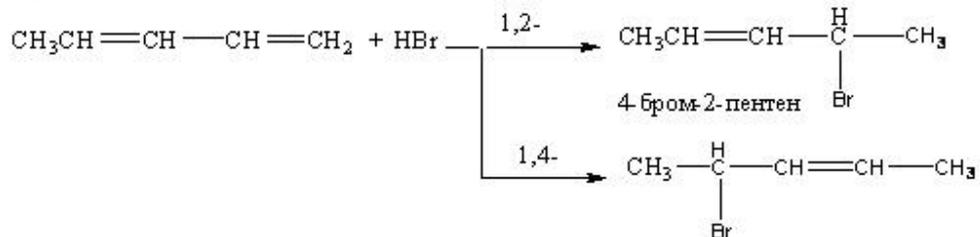
Один моль сопряженного диена C_5H_8 при реакции с одним молем бромоводорода по Марковникову дает единственный продукт. При окислении полученного бромпроизводного образуются две кислоты, одна из которых может быть использована для получения молочной кислоты. Установите строение соединений, напишите все

реакции. Опишите важнейшие свойства молочной кислоты, иллюстрируя их с помощью уравнений химических реакций. **20 баллов**

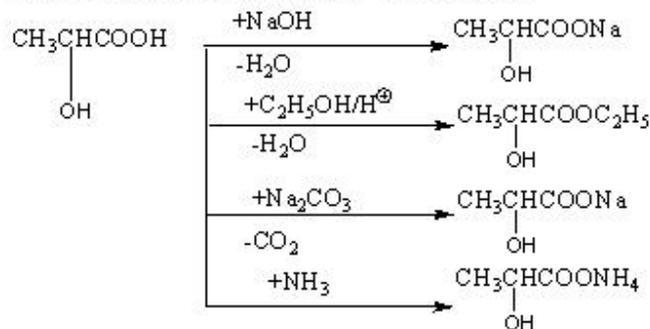
Решение

Сопряженный диен – пентадиен-1,3, т.к. только он дает один продукт при гидробромировании по Марковникову. При окислении 4-бром-2-пентена образуются две кислоты – уксусная и 2-бромпропановая. Последнюю можно использовать для получения молочной кислоты.

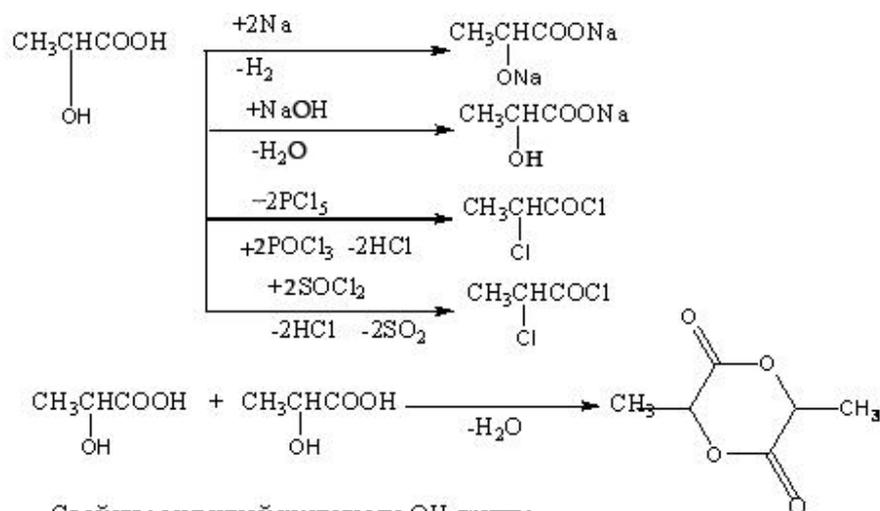
Уравнения реакций:



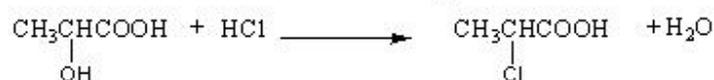
Свойства молочной кислоты по -COOH группе



Свойства молочной кислоты по -COOH и -OH группам



Свойства молочной кислоты по OH-группе



Критерии оценивания:

За обоснованный вывод о том, что углеводород – пентадиен-1,3 – 2 балла.

За уравнения (схемы) реакций гидробромирования, окисления 4-бром-2-пентена и получения молочной кислоты по 2 балла, всего 6 баллов.

За уравнения реакций, демонстрирующие свойства молочной кислоты – по 2 балла, но не более 12 баллов.

ИТОГО - 20 баллов

Задание 3

Хромовокалиевые квасцы растворили в воде и добавили избыток раствора сульфида калия. Наблюдали выпадение серо-зеленого осадка и выделение бесцветного газа с неприятным запахом. Осадок отфильтровали и растворили в избытке раствора гидроксида калия. Через полученный зеленый раствор пропустили углекислый газ. В результате снова образовался серо-зеленый осадок. На осадок подействовали щелочным раствором гипохлорита натрия, в результате чего он полностью растворился с образованием желтого раствора. Составьте уравнения описанных реакций.

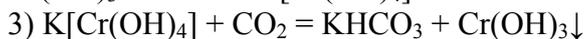
10 баллов

Решение

1) Хромовокалиевые квасцы – двойная соль, которая в растворе полностью распадается на сульфат калия и сульфат хрома. Сульфат калия не реагирует с сульфидом калия, а сульфат хрома с сульфидом калия вступает в реакцию взаимного (необратимого) гидролиза. Обычная реакция обмена в данном случае не идет, сульфид хрома в растворе не существует, в чем можно убедиться, посмотрев таблицу растворимости солей.



2) Гидроксид хрома (III) амфотерен, поэтому растворяется в щелочи с образованием комплекса тетрагидроксохромата (III) калия.



Критерии оценивания:

За 4 уравнения реакций по 2 балла, всего 8 баллов.

За указание осадков – по 1 баллу, всего 2 балла.

ИТОГО - 10 баллов

Задание 4

- Концентрация CO₂ в атмосфере составляет 0.038 – 0.042 %. В почве и в воздушном слое на разных уровнях от почвы концентрация может сильно изменяться. Это связано с количеством организмов в почве, выдыхаемых CO₂, а также интенсивность поглощения углекислоты растениями в процессе фотосинтеза (3 балла)

- Уменьшение концентрации CO₂ за 500 млн лет связано с интенсивной фотосинтетической деятельностью растительности прошлых эпох. Это привело к связыванию CO₂ и отложению его в виде органических веществ. Заключённый в “органике” CO₂ содержится сейчас в виде запасов ископаемого топлива (каменный уголь, нефть). Часть связанной CO₂ – в осадочных породах (3 балла).

- Современные тенденции: за последние 100 – 150 лет концентрация CO₂ увеличилась с 0.026 (0.03%) до 0.04%. Такое увеличение, связано с производственной деятельностью человека: а) сжигание топлива (нефть, уголь, газ, торф), б) Другие источники CO₂ в атмосфере – дыхание растений, животных, микроорганизмов, грибов, в) выщелачивание карбонатов осадочных пород, образование угольной кислоты – H₂CO₃, разлагающейся до CO₂ и H₂O (4 балла).

ИТОГО - 10 баллов

Задание 5

- Примерами самосборки в неживой природе являются: рост кристаллов, организация звездных систем и Вселенной и др. В живой природе – онтогенез организма, биогенез мембран и др. (5 баллов)
- В основе самосборки лежат общие принципы самоорганизации, в том числе, связанные с явлениями гравитационных, электромагнитных взаимодействий, гидрофобных, электростатических, Ван-дер-Ваальсовых сил (связей), сил поверхностного натяжения и др. (5 баллов)
- Знания о явлении самосборки полезны для моделирования биологических процессов, биополимеров, в нанобиотехнологии и бионанотехнологии (ДНК-компьютинг, наноконтейнеры на основе ДНК и т.д.) (10 баллов).

ИТОГО - 20 баллов

Задание 6

Если бы не было изоляции видов от скрещивания, вид не смог бы существовать в качестве цельной систематической единицы. Изоляция делает каждый вид устойчивым, реально существующим промежуточным звеном в эволюции органического мира (5 баллов).

- Особенно важна репродуктивная изоляция близкородственных видов, вероятность скрещивания у которых выше, чем у генетически отдалённых (5 баллов).

- Существует несколько способов защиты от притока чужих генов:
Могут различаться сроки созревания гамет у близких видов; Могут не совпадать места размножения и т.д. (10 баллов)

ИТОГО - 20 баллов

**Олимпиада «Звезда» - Таланты на службе обороны и безопасности»
по комплексу медицина (химия, биология)**

Задания, решения и критерии оценивания

11 класс (вариант 2)

Задание 1

Бесцветное, нерастворимое в воде вещество **А** принадлежит ароматическому ряду. **А** имеет приятный запах гиацинта и используется в парфюмерии. При взаимодействии 1,2 г вещества с избытком аммиачного раствора оксида серебра образовалось 2,16 г серебра. При окислении **А** образуется монокарбоновая кислота **Б**, обладающая запахом меда, а при восстановлении – одноатомный спирт **В**, обладающий запахом розы. Установите молекулярные формулы веществ **А**, **Б**, **В**; предложите варианты структурных формул вещества **А**, назовите их. Приведите уравнения всех описанных в задаче реакций.

20 баллов

Решение

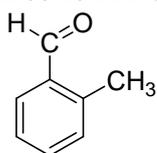
Вещество **А** вступает в реакцию серебряного зеркала, окисляется до монокарбоновой кислоты, восстанавливается до одноатомного спирта, следовательно **А** – альдегид с одной альдегидной группой.

Схема окисления **А**

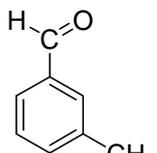


Количество вещества серебра $n(\text{Ag}) = m/M = 2,16/108 = 0,02$ моль. Согласно уравнению реакции $n(\mathbf{A}) = 1/2n(\text{Ag}) = 0,01$ моль. $M(\mathbf{A}) = m/n = 1,2/0,01 = 120$ г/моль. $M(\mathbf{A}) = M(\text{R}) + M(\text{CHO})$; $M(\text{R}) = 120 - 29 = 91$ г/моль. Так как в состав альдегида входит бензольное кольцо, то в его состав входит как минимум 6 атомов углерода, что соответствует молярной массе 72г/моль. Сумма молярных масс остальных атомов, входящих в состав вещества, $91-72 = 19$ г/моль, что соответствует одному атому углерода и 7 атомам водорода. Тогда общее число атомов углерода в молекуле – 8, водорода – 8, кислорода – 1. Молекулярная формула – $\text{C}_8\text{H}_8\text{O}$.

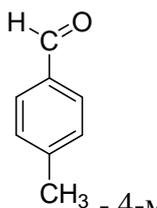
Возможные структурные формулы:



- 2-метилбензальдегид (о- метилбензальдегид)

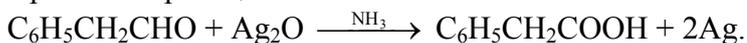


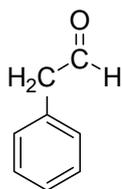
- 3-метилбензальдегид (м- метилбензальдегид)



- 4-метилбензальдегид (п- метилбензальдегид)

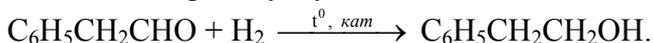
Уравнения реакций окисления и восстановления:





А - фенилуксусный альдегид (фенилацетальдегид).

Кислота **Б** – фенилуксусная $C_6H_5CH_2COOH$



Спирт **В** – 2-фенилэтиловый.

Критерии оценивания:

За обоснованный вывод о том, что вещество – альдегид – 2 балла.

За расчет молекулярной массы вещества **А** – 2 балла.

За определение молекулярной формулы **А** – 2 балл.

За структурные формулы 4-х изомеров по 1 баллу, всего 4 балла.

За названия каждого изомера по 1 баллу, всего 4 балла.

За указание того из них, который обладает запахом гиацинта – 2 балла.

За уравнения реакций окисления и восстановления вещества **А** по 2 балла, всего 4 б.

ИТОГО - 20 баллов

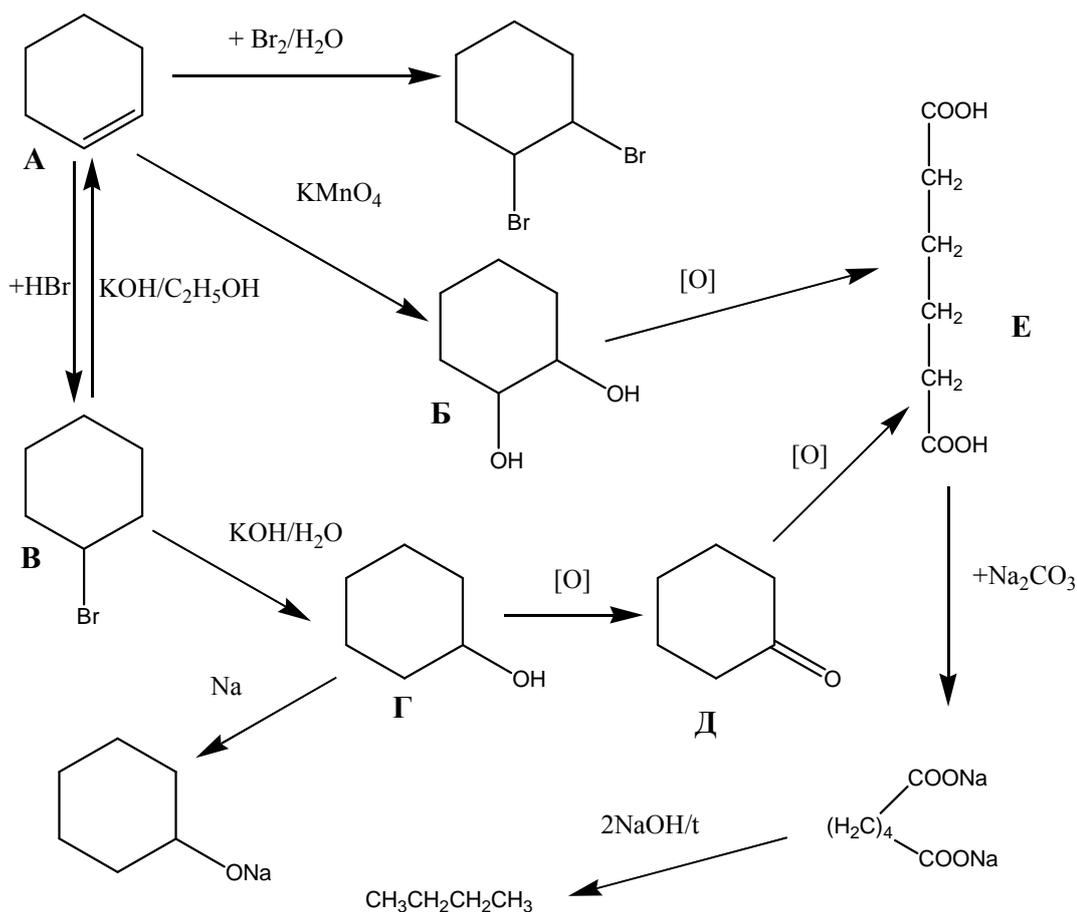
Задание 2

Установите строение вещества **А**, имеющего формулу C_6H_{10} . Известно, что это вещество способно реагировать с бромной водой, а также с раствором $KMnO_4$; в последнем случае образуется соединение **Б**, имеющее состав $C_6H_{12}O_2$. Вещество **А** реагирует с бромоводородом, давая соединение **В** состава $C_6H_{11}Br$. При обработке **В** спиртовым раствором щелочи образуется снова вещество **А**, а взаимодействие **В** с водной щелочью приводит к соединению **Г** состава $C_6H_{12}O$. Соединение **Г** при окислении дает сначала вещество **Д**, имеющее состав $C_6H_{10}O$ и в отличие от вещества **Г** не реагирующее с натрием; дальнейшее окисление **Д** приводит к продукту **Е** состава $C_6H_{10}O_4$, образуемому также при окислении вещества **Б**. Продукт **Е** способен реагировать с водой; Полученное при этом соединение при прокаливании с избытком гидроксида натрия дает н-бутан. Приведите уравнения всех описанных реакций (для реакций окисления можно использовать схемы) и назовите вещества **А** – **Е**.

20 баллов

Решение

Формулу C_nH_{2n-2} могут иметь алкины, алкадиены и циклоалкены. Все они обесцвечивают бромную воду и раствор перманганата калия. Тот факт, что вещество присоединяет 1 моль бромоводорода, свидетельствует о том, что вещество имеет одну двойную связь, следовательно, это циклоалкен, в данном случае – циклогексен.



А – циклогексен, Б – циклогексан-1,2-диол, В - бромциклогексан, Г - циклогексанол, Д - циклогексанон, Е – гексан-1,6-диовая (адипиновая) кислота.

Критерии оценивания:

За обоснованный вывод о том, что вещество – циклогексен – 4 балла.
 За каждую схему превращений – по 1 баллу, всего $1 \times 10 = 10$ баллов
 За название каждого из веществ А – Е – по 1 баллу, всего $1 \times 6 = 6$ баллов

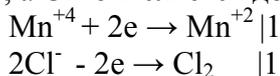
ИТОГО - 20 баллов

Задание 3

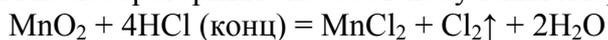
Диоксид марганца растворили при нагревании в концентрированной соляной кислоте. Выделившийся при реакции газ пропустили через раствор гидроксида натрия на холоде. Полученный раствор разделили на две части. В одну часть раствора добавили раствор нитрата серебра, в результате чего выпал белый осадок. В другую часть раствора прилили раствор иодида калия, в результате чего выпал темно-бурый осадок. Составьте уравнения описанных реакций. Объясните описываемые наблюдения. **10 баллов**

Решение:

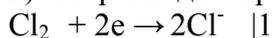
1) Соляная кислота за счет Cl^- может выполнять функцию восстановителя, а диоксид марганца за счет Mn^{+4} – функцию окислителя. В результате Mn^{+4} восстанавливается до Mn^{+2} , а Cl^- окисляется до Cl_2 :



В результате реакции выделяется газообразный хлор. Данная реакция является одним из лабораторных способов получения хлора.



2) Хлор в водном растворе щелочи диспропорционирует на Cl^- и ClO^- :



Задание 6.

- Генетические системы клетки - геном и пластом

Первая включает в себя генетическую систему ядра, другая - пластид и митохондрий (5 баллов)

- Геном эукариотов представлен линейными молекулами ДНК, пластом - кольцевыми ДНК (5 баллов).

- Геномная ДНК ядра связана с белками гистонами, пластомная - нет. Эти типы ДНК различаются по содержанию минорных азотистых оснований и процентного содержания А-Т и Г-Ц пар, по размерам, информационной емкости, числу копий, связаны с разными белоксинтезирующими системами (80S и 70S рибосомами) (10 баллов).

ИТОГО – 20 баллов

**Олимпиада «Звезда» - Таланты на службе обороны и безопасности»
по комплексу медицина (химия, биология)**

Задания, решения и критерии оценивания

10 класс (1 вариант)

Задание 1. Какие вещества и при каких условиях вступили в химические реакции, если в результате были получены следующие продукты? Напишите уравнения этих химических реакций. (Указаны все продукты без коэффициентов).

- 1) $K[Al(OH)_4] + H_2$
- 2) $Ag_2O + O_2$
- 3) $HPO_3 + N_2O_5$
- 4) $BaCO_3 + K_2CO_3 + 2H_2O$

10 баллов

Решение.

- 1) $2Al + 2KOH + 6H_2O = 2K[Al(OH)_4] + 3H_2$ 3 балла
- 2) $2Ag + O_3 = Ag_2O + O_2$ 2 балла
- 3) $2HNO_3 + P_2O_5 = 2HPO_3 + N_2O_5$ 2 балла
- 4) $Ba(HCO_3)_2 + 2KOH = BaCO_3 + K_2CO_3 + 2H_2O$ или
- 5) $Ba(OH)_2 + 2KHCO_3 = BaCO_3 + K_2CO_3 + 2H_2O$ 3 балла

ИТОГО - 10 баллов

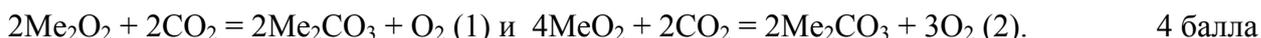
Задание 2.

При действии избытка углекислого газа на 19,5 г неизвестного соединения металла с кислородом образовалось твердое вещество **А** и выделился газ **В**. Вещество **А** растворили в воде и добавили избыток известковой воды, при этом выпало 25,0 г осадка. Газ **В** пропустили через трубку с раскаленной медью, масса трубки при этом увеличилась на 4,0 г. Установите формулу исходного соединения и укажите области его применения.

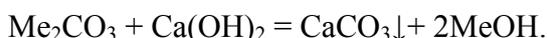
20 баллов

Решение. С углекислым газом с образованием твердого вещества и газа могут взаимодействовать пероксиды и надпероксиды (субоксиды) щелочных и щелочно-земельных металлов. Так как по условию задачи твердое вещество **А** растворяется в воде, то металл его образующий – щелочной. 4 балла

Поэтому могут протекать реакции по уравнениям:



Таким образом, твердое вещество **А** – это карбонат щелочного металла. Его раствор взаимодействует с известковой водой по уравнению:



$$n(CaCO_3) = 25,0 / 100 = 0,25 \text{ моль} = n(Me_2CO_3). \quad \text{3 балла}$$

Так как масса кислорода равна увеличению массы трубки с медью, количество кислорода составляет: $n(O_2) = 4 / 32 = 0,125$ моль. $n(Me_2CO_3) : n(O_2) = 0,25 : 0,125 = 2:1$, отсюда протекает реакция по уравнению (1), т.е. неизвестное соединение – это пероксид Me_2O_2 .

$n(\text{Me}_2\text{O}_2) : n(\text{Me}_2\text{CO}_3) = 1:1$, $n(\text{Me}_2\text{O}_2) = 0,25$ моль. 4 балла

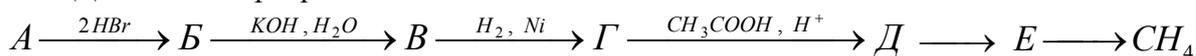
$M(\text{Me}_2\text{O}_2) = 19,5 / 0,25 = 78$ г/моль. $M(\text{Me}) = (78 - 32) / 2 = 23$ г/моль Me - это натрий. 3 балла

С помощью пероксидов натрия и калия проводится регенерация воздуха в космических кораблях и подводных лодках. 2 балла

ИТОГО - 20 баллов

Задание 3

Дана схема превращений:



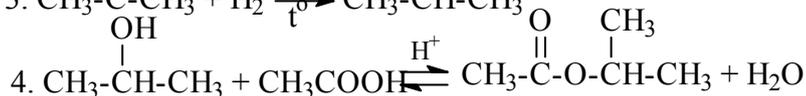
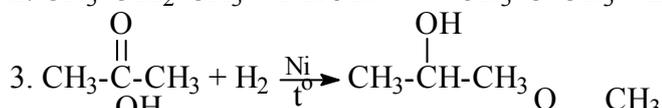
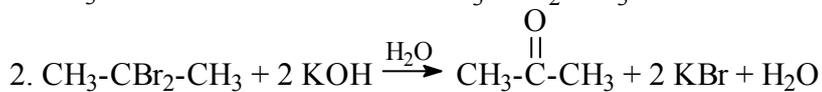
где *A* – углеводород, в котором массовая доля углерода составляет 90.0%. Напишите структурные формулы веществ *A* - *E*, назовите их и приведите уравнения соответствующих реакций.

20 баллов

Решение: Определена молекулярная формула искомого углеводорода

$$v(\text{C}) : v(\text{H}) = \frac{90.0}{12} : \frac{10.0}{1} = 3 : 4. \text{ Простейшая формула} - \text{C}_3\text{H}_4.$$

Углеводородом *A*, который соответствует предложенной схеме превращений, может быть пропин C_3H_4 .



A - пропин, *B* - 2,2-дибромпропан, *B* - ацетон, *Г* - изопропиловый спирт, *Д* - изопропилацетат, *E* - ацетат натрия.

Критерии оценивания:

За определение простейшей формулы исходного углеводорода – 1 балл.

За вывод, что это может быть пропин (приведена структурная формула) – 1 балл.

За уравнения реакций (6x2) – 12 баллов.

За названия веществ (6x1) – 6 баллов

ИТОГО - 20 баллов

Задание 4

- Современная биотехнология - это промышленное производство товаров и услуг при участии живых организмов, биологических систем и процессов. Новейшая биотехнология (включая биоинженерию) - это наука о генноинженерных и клеточных методах и технологиях создания и использования генетически модифицированных биологических объектов для интенсификации производства или получения новых видов продуктов различного назначения (2 балла)

- С помощью биотехнологии получают ферменты, витамины, гормоны (инсулин и др), биологически активные вещества, антибиотики. Культура клеток животных и растений в перспективе может обеспечить клонирование клеток с заданным генотипом и вторичную их дифференцировку до организма. Культуру клеток растений используют для клонального размножения ценных образцов декоративных растений. (4 балла).
- Культура клеток растений и животных используется для теоретических исследований. Например, в культуре клеток изучают свойства клеток на разных фазах роста (онтогенез), их поведение в отсутствие межклеточного взаимодействия, факторы дифференцировки клеток в специализированные ткани др. (4 балла)

ИТОГО - 10 баллов

Задание 5

- Иммунитет – это способность организма осуществлять защитные реакции в ответ на действие чужеродных агентов (5 баллов).
- Известно два типа иммунитета: клеточный и гуморальный. Клеточный осуществляется при участии лейкоцитов – макрофагов, гуморальный – антител плазмы крови, вырабатываемых лимфоцитами. Кроме того различают виды иммунитета: врождённый и приобретённый, активный и пассивный (5 баллов).
- В основе иммунных ответов – два механизма: фагоцитоз (клеточный иммунитет) и взаимодействие антиген – антитело (гуморальный иммунитет) (10 баллов).

ИТОГО - 20 баллов

Задание 6

- «Шумовое загрязнение» – это шумы, источником которого может быть производственная и бытовая деятельность человека, и которые превышают предельную границу (5 баллов).
- Для человека предельно допустимый шум - 80 дц. Оптимальный уровень шума составляет 20 дц. Такой уровень шума (например, шум прибоя, шелест листвы, шум дождя) действует успокаивающе на ЦНС. Сильные шумы угнетают ЦНС вплоть до расстройств. Слабые шумы, но длительного действия также отрицательно действуют на ЦНС (например, шум от бытовых приборов) (10 баллов).
- Меры: увеличение зелёных насаждений, которые приглушают шум, звукоизолирующие материалы в домах, звукоизоляция машин на производстве, автоматизация шумовых процессов, соблюдение тишины в общественных местах т.д. (5 баллов)

ИТОГО - 20 баллов

**Олимпиада «Звезда» - Таланты на службе обороны и безопасности»
по комплексу медицина (химия, биология)**

Задания, решения и критерии оценивания

10 класс (2 вариант)

Задание 1. Какие вещества и при каких условиях вступили в химические реакции, если в результате были получены следующие продукты? Напишите уравнения этих химических реакций. (Указаны все продукты без коэффициентов).

- 1) $\text{Al}(\text{OH})_3 + \text{KHCO}_3$
- 2) $\text{I}_2 + \text{O}_2 + \text{KOH}$
- 3) $\text{HPO}_3 + \text{Cl}_2\text{O}_7$
- 4) $\text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{K}_2\text{SO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$

10 баллов

Решение.

- | | |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|
| 1) $\text{K}[\text{Al}(\text{OH})_4] + \text{CO}_2 = \text{Al}(\text{OH})_3 + \text{KHCO}_3$ | 3 балла |
| 2) $\text{KI} + \text{O}_3 + \text{H}_2\text{O} = \text{I}_2 + \text{O}_2 + 2\text{KOH}$ | 3 балла |
| 3) $2\text{HClO}_4 + \text{P}_2\text{O}_5 = 2\text{HPO}_3 + \text{Cl}_2\text{O}_7$ | 2 балла |
| 4) $2\text{NaHSO}_4 + 2\text{KOH} = \text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{K}_2\text{SO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$ | 2 балла |

ИТОГО - 10 баллов

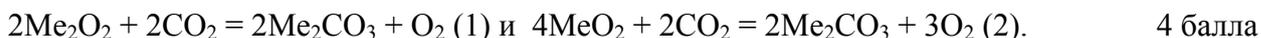
Задание 2.

При действии избытка углекислого газа на 19,88 г неизвестного соединения металла с кислородом образовалось твердое вещество **А** и выделился газ **В**. Вещество **А** растворили в воде и добавили избыток раствора нитрата бария, при этом выпало 27,58 г осадка. Газ **В** пропустили через трубку с раскаленной медью, масса трубки при этом увеличилась на 6,72 г. Установите формулу исходного соединения и укажите области его применения.

20 баллов

Решение. С углекислым газом с образованием твердого вещества и газа могут взаимодействовать пероксиды и надпероксиды (субоксиды) щелочных и щелочно-земельных металлов. Так как по условию задачи твердое вещество **А** растворяется в воде, то металл его образующий – щелочной. 4 балла

Поэтому могут протекать реакции по уравнениям:



Таким образом, твердое вещество **А** – это карбонат щелочного металла.

Его раствор взаимодействует с раствором нитрата бария по уравнению: $\text{Me}_2\text{CO}_3 + \text{Ba}(\text{NO}_3)_2 = \text{BaCO}_3 \downarrow + 2\text{MeNO}_3$.

$$n(\text{BaCO}_3) = 27,58 / 197 = 0,14 \text{ моль} = n(\text{Me}_2\text{CO}_3). \quad 3 \text{ балла}$$

Так как масса кислорода равна увеличению массы трубки с медью, количество кислорода составляет: $n(\text{O}_2) = 6,72 / 32 = 0,21$ моль. $n(\text{Me}_2\text{CO}_3) : n(\text{O}_2) = 0,14 : 0,21 = 2:3$, отсюда протекает реакция по уравнению (2), т.е. неизвестное соединение – это надпероксид MeO_2 . $n(\text{MeO}_2) : n(\text{Me}_2\text{CO}_3) = 2:1$, $n(\text{MeO}_2) = 0,14 \cdot 2 = 0,28$ моль. 4 балла

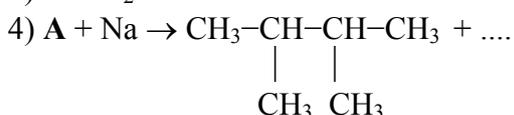
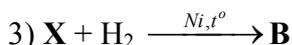
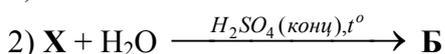
$M(\text{MeO}_2) = 19,88 / 0,28 = 71$ г/моль. $M(\text{Me}) = 71 - 32 = 39$ г/моль Me- это калий. 3 балла

С помощью пероксидов натрия и калия проводится регенерация воздуха в космических кораблях и подводных лодках. 2 балла

ИТОГО - 20 баллов

Задание 3

Органическое вещество **X** вступает в следующие реакции, схемы которых приведены ниже. В результате образуются органические продукты **A**, **B**, **B**. Определите структурные формулы веществ **X**, **A**, **B**, **B**, назовите их и напишите все уравнения реакций, используя структурные формулы органических веществ.

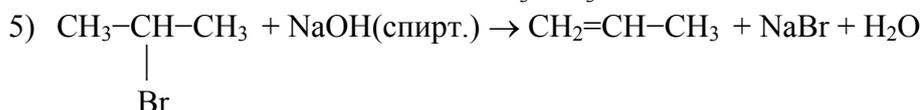
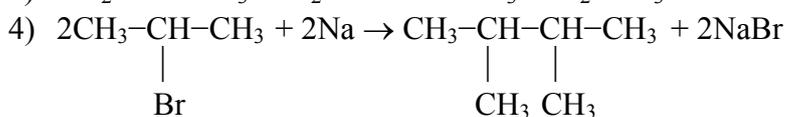
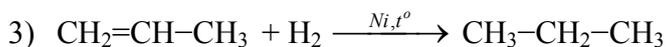
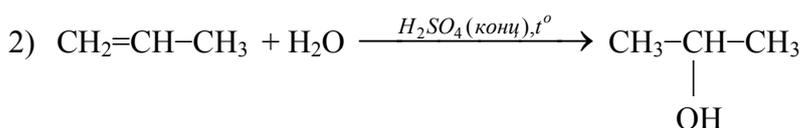
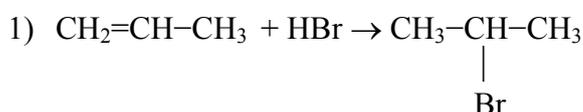


20 баллов

Решение

Т.к. вещество вступает в реакции присоединения, оно ненасыщенное либо малый цикл. Т.к. продукт присоединения бромоводорода – бромпроизводное **A**, вступая в реакцию Вюрца (4), дает 2,3-диметилбутан, то веществом **A** может быть только 2-бромпропан. Следовательно, вещество **X** – пропен.

Уравнения протекающих реакций:



Итак, **X** – пропен, **A** – 2-бромпропан, **B** – пропанол-2, **B** – пропан.

Критерии оценивания:

За обоснованный вывод о том, что вещество – пропен – 2 балла.

За структурные формулы веществ **X**, **A**, **B**, **B** – по 1 баллу, всего 4 балла.

За пять уравнений реакций по 2 балла, всего 10 баллов.

За названия четырех веществ – 4 балла.

ИТОГО - 20 баллов

Задание 4

Ксероморфность выражается в появлении приспособлений, препятствующих испарению воды с поверхности растения: редуцированная поверхность, опушение, глубоко погруженные устьица, развитая восковая кутикула, утолщенные клеточные оболочки эпидермиса и др. (2 балла)

- Ксероморфные признаки полезны растениям в засушливых местообитаниях или при недоступности воды в почве (солончаки), поскольку позволяют сохранять и экономно расходовать воду (4 балла)

- У мезофитных растений листья верхних ярусов хуже обеспечиваются водой, чем нижние, соответственно испытывают водный дефицит, в связи с чем у них появляются признаки ксероморфности (4 балла).

ИТОГО - 10 баллов

Задание 5

Биогенные элементы – это элементы, постоянно входящие в состав жизненно важных биомолекул и необходимые для жизнедеятельности организмов. Важнейшие из них: кислород (около 70%), углерод (18%), водород (10%), азот, калий, кальций, фосфор, магний, сера, хлор, натрий и др. (5 баллов)

- Такие элементы как H, C, N, O, P, S входят в состав органических соединений клетки (белки, жиры, углеводы). Ряд элементов участвуют в каталитических реакциях, регулируют осмотические процессы, входят в буферные системы клетки, регулируют проницаемость мембран (5 баллов).

- Недостаточность или избыточность элементов может возникать из-за различий их содержания в среде и может вызывать нарушения жизнедеятельности организмов. Например, недостаток йода вызывает заболевание щитовидной железы, отсутствие Mn, Zn подавляет размножение у животных и т.д. (10 баллов).

ИТОГО - 20 баллов

Задание 6

К соматическим клеткам относятся клетки всех тканей и органов животных и растительных организмов. Половые клетки (гаметы) представлены мужской и женской гаметами. В эволюции первоначально мужские и женские половые клетки не отличались друг от друга (изогамия), затем стали отличаться (анизогамия). У высших многоклеточных наблюдается оогамия – высокоспециализированные половые гаметы: мужские – мелкие сперматозоиды и очень крупные женские – яйцеклетки (10 баллов)

- Соматические клетки образуются в результате митоза и имеют диплоидный набор хромосом (2n), в каждой соматической клетке содержится два гена в паре гомологичных хромосом, определяющих альтернативные признаки (аллельные гены) (5 баллов).

- Половые клетки (гаметы) образуются в результате редукционного деления (мейоза) и имеют гаплоидный набор хромосом (n). В каждой клетке содержится по одному гену из каждой пары гомологичных хромосом. Имеются специфические приспособления к оплодотворению и развитию зародыша: жгутики у сперматозоидов и желток в яйцеклетке. При слиянии гамет образуется зигота (5 баллов).

ИТОГО – 20 баллов

**Олимпиада «Звезда» - Таланты на службе обороны и безопасности»
по комплексу медицина (химия, биология)**

Задания, решения и критерии оценивания

9 класс (1 вариант)

Задание 1. При прокаливании на воздухе 21,56 г белого порошка без запаха, представляющего собой смесь кислой и средней соли одной и той же кислоты одновалентного металла, масса образовавшего твердого остатка уменьшилась на 7,19%. Порошок окрашивает пламя в фиолетовый цвет. При добавлении к твердому остатку разбавленной азотной кислоты выделяется газ без цвета и запаха, при пропускании которого через избыток известковой воды выпадает белый осадок.

- 1) Определите состав порошка и твердого остатка. Укажите тривиальное название твердого остатка.
- 2) Составьте уравнения всех описанных реакций.
- 3) Опишите области применения соединений металла, образующего соли.

20 баллов

Решение

В фиолетовый цвет окрашивают пламя соединения калия. Смесь состоит из солей калия.

1 балл

Удовлетворять условиям задачи, т.е. образовать кислые соли, разлагающиеся с выделением газа без запаха, взаимодействующего с известковой водой, может только угольная кислота. Выделившийся при взаимодействии с разбавленной азотной кислоты газ – это кислотный газообразный оксид - CO_2 .

Значит порошок состоит из карбоната калия K_2CO_3 и гидрокарбоната калия – KHCO_3 .

2 балла

При прокаливании на воздухе разлагается только кислая соль по уравнению:



Так как масса твердого остатка уменьшилась на 7,19%, масса твердого остатка, карбоната калия равна $(\text{K}_2\text{CO}_3) = 21,56 \cdot (100 - 7,19) = 20,01$ г.

3 балла

Масса воды и оксида углерода (IV) равна $21,56 - 20,01 = 1,55$ г.

Количество воды и углекислого газа реакции разложения KHCO_3 равны (x моль), тогда $1,55 = 44x + 18x$, $x = 0,025$ моль.

$n(\text{KHCO}_3) = 2 \cdot 0,025 = 0,05$ моль, масса $\text{KHCO}_3 = 0,05 \cdot 100 = 5$ г.

3 балла

Массовая доля $(\text{KHCO}_3) = 5/21,56 \cdot 100 = 23,19\%$

2 балла

С азотной кислотой реагируют оба вещества смеси:



Тривиальное название K_2CO_3 – поташ, он содержится в золе растений, используется как удобрение, в больших количествах идет на производство стекла.

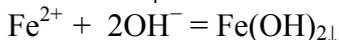
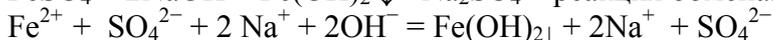
2 балла

Итого 20 баллов

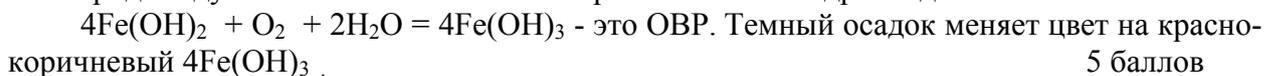
Задание 2. Ученик прилил к водному раствору сульфата железа (II) раствор едкого натра и наблюдал выпадение темного осадка, цвет которого постепенно изменился. Через некоторое время ученик растворил осадок в разбавленной серной кислоте, полученный раствор разделил на две части, к одной добавил раствор роданида калия, а к другой – раствор красной кровяной соли.

1. Напишите уравнения реакции взаимодействия соли железа с раствором едкого натра в ионных (полной и краткой) и молекулярной формах. Объясните причину изменений цвета осадка. Укажите тип реакций.
2. Что наблюдал ученик во второй части опыта? Составьте уравнения описанных реакций.
3. Укажите, для чего используют описанные реакции и продукты их взаимодействия. **20 баллов**

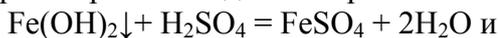
Решение.



Кислород воздуха постепенно окисляет образовавшийся гидроксид:



При растворении осадков в серной кислоте протекают реакции по уравнениям:



С роданидом калия происходит реакция, по уравнению: $\text{Fe}^{3+} + 3\text{CNS}^- = \text{Fe}(\text{CNS})_3$,

роданид железа (III) дает кроваво-красное окрашивание. **2 балла**

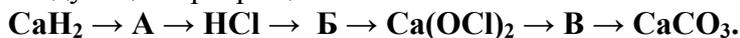
Так как окисление происходит неполное, в растворе находятся и ионы Fe^{2+} . Поэтому при добавлении раствора красной кровяной соли наблюдается выпадение синего осадка в соответствии с уравнением реакции:



Реакция Fe^{3+} с роданидом калия используется как качественная реакция на эти ионы, а красная кровяная соль – реактив на ионы Fe^{2+} . $\text{KFe}[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ используется как пигмент красок и адсорбент. **3 балла**

Итого 20 баллов

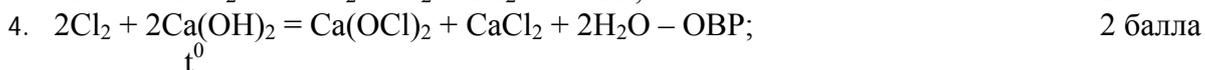
Задание 3. Составьте уравнения реакций, с помощью которых можно осуществить следующие превращения:



Назовите вещества, обозначенные буквами А, Б и В. Укажите тип каждой реакции.

10 баллов

Решение.



А- водород, **Б** – хлор, **В** – хлорид кальция. **0,5 баллов**

Итого: 10 баллов

Задание 4

- Для земноводных и пресмыкающихся характерны: трёхкамерное сердце, непостоянная температура тела (2 балла).
- Признаки приспособления к наземно-воздушной среде: сухая кожа и лёгочное дыхание (4 балла).
- Признаками более высокой организации будут: внутреннее оплодотворение и строение яиц (4 балла).

Итого: 10 баллов

Задание 5

- Антропогенными называют экологические факторы, вызванные деятельностью человека. Эти факторы в настоящее время оказывают деградирующее влияние на природу Земли. Причины такой деградации - прямое уничтожение видов растений, животных и др. организмов или уменьшение их численности; разрушение местообитаний организмов, загрязнение окружающей среды, хищническое использование ресурсов и др. (5 баллов)
- В зависимости от места жительства учащихся они могут написать о загрязнении вод, атмосферы или почвы в районе, чрезмерном использовании пестицидов и минеральных удобрений в сельском хозяйстве, нарушениях лесопользования, уничтожении редких и исчезающих видов растений и животных и т.д. (5 баллов)
 - В зависимости от обозначенной проблемы могут быть предложены различные меры, например: техническое и технологическое перевооружение производства, создание экологически чистых технологий, создание особо охраняемых территорий и т.д. (10 баллов)

Итого: 20 баллов

Задание 6

Методы могут быть разные, но лучше комбинировать физико-химические средства с биологическими, чтобы не загрязнять окружающую среду.

- Можно, например, использовать естественных врагов насекомых вредителей (другие насекомые, например, наездники, птицы и т.д.). Возможен механический сбор вредителей. Пестициды используют для борьбы с грибковыми, бактериальными и вирусными заболеваниями. (10 баллов).
- За конкретные примеры – 10 баллов.

Итого: 20 баллов.

**Олимпиада «Звезда» - Таланты на службе обороны и безопасности»
по комплексу медицина (химия, биология)**

Задания, решения и критерии оценивания

9 класс (2 вариант)

Задание 1. При кипячении 100 г водного раствора, содержащего кислую и среднюю соль двухвалентного металла, образовалось 5,00 г осадка. Осадок отфильтровали, обработали избытком соляной кислоты, наблюдали выделение газа без цвета и запаха. К фильтрату прилили избыток раствора нитрата серебра, выпало 2,87 г белого творожистого осадка. Исходный раствор окрашивает пламя в кирпично-красный цвет.

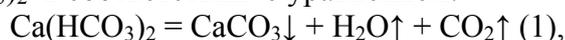
- 1) Определите, какие соли содержатся в исходном растворе и какова их массовая доля.
- 2) Вычислите объем газа, который выделяется при кипячении исходного раствора.
- 3) Составьте уравнения всех описанных реакций.
- 4) Какое свойство природной воды связано с присутствием этих солей?

20 баллов

Решение

В кирпично-красный цвет окрашивают пламя соединения кальция. В растворе содержатся соли кальция. 2 балла

При кипячении водного раствора может разлагаться гидрокарбонат кальция $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ в соответствии с уравнением:

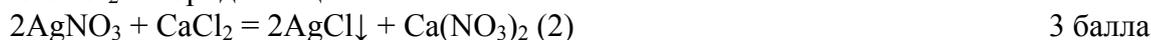


при этом выделяется диоксид углерода - газ, без цвета и запаха. 3 балла

$n(\text{CaCO}_3) = 0,05$ моль, следовательно, масса гидрокарбоната кальция равна $0,05 \cdot 162 = 8,1$ г. Массовая доля 8,1%. 5 баллов

Объем углекислого газа составляет $0,05 \cdot 22,4$ л/моль = 1,12 л. 2 балла

Так как с нитратом серебра фильтрат образует белый творожистый осадок, средняя соль – это CaCl_2 - хлорид кальция:



$\text{AgCl} - 2,87/143,5 = 0,02$ моль. $\text{CaCl}_2 = 0,01$ моль, масса $\text{CaCl}_2 = 1,11$ г.

Массовая доля 1,11%. 3 балла

Присутствие данных солей обуславливает жесткость природной воды: $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ – временную жесткость, CaCl_2 – постоянную. 2 балла

ИТОГО - 20 баллов

Задание 2. При хранении железного купороса в открытой склянке цвет кристаллов постепенно изменяется.

1. Объясните причину этих изменений.
2. Напишите уравнения реакций, с помощью которых можно установить качественный состав образовавшейся смеси веществ.
3. Напишите названия и класс веществ, содержащих атомы железа.

20 баллов

Решение. Железный купорос - это $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$, гептагидрат сульфата железа (II), кристаллогидрат. 3 балла

Кислород воздуха окисляет железо (+2) по реакции в соответствии с уравнением:



или схеме: $4\text{Fe}^{+2} + \text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = 4\text{Fe}^{+3} + 4\text{OH}^-$ - это ОВР.

Fe^{+3} меняют светло-зеленую окраску кристаллов сульфата железа (II) на коричневую. 5 баллов

Качественная реакция на Fe^{3+} : $\text{Fe}^{3+} + 3\text{CNS}^- = \text{Fe}(\text{CNS})_3$ роданид железа (III) дает кроваво-красное окрашивание. 3 балла

Другой качественной реакцией на Fe^{3+} может быть реакция с желтой кровяной солью:



Так как окисление происходит неполное, в растворе находятся и ионы Fe^{2+} . Поэтому при добавлении раствора красной кровяной соли - реактива на Fe^{2+} , наблюдается выпадение синего осадка в соответствии с уравнением реакции:



FeOHSO_4 - гидросульфат железа (III), основная соль; 3 балла

ИТОГО - 20 баллов

Задание 3. Составьте уравнения реакций, с помощью которых можно осуществить следующие превращения:



Назовите вещества, обозначенные буквами А, Б и В. Укажите тип каждой реакции.

10 баллов

Решение.

- $\text{Al}_2\text{S}_3 + 6\text{H}_2\text{O} = 3\text{H}_2\text{S} + 2\text{Al}(\text{OH})_3$ - необратимый гидролиз, обмена; 2 балла
- $2\text{H}_2\text{S} + 3\text{O}_2 = 2\text{SO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$ - ОВР; 2 балла
 t^0
- $2\text{SO}_2 + \text{O}_2 \leftrightarrow 2\text{SO}_3$ - соединения, ОВР; 1 балл
 kt
- $\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{O} = \text{H}_2\text{SO}_4$ - соединения; 1 балл
- $3\text{H}_2\text{SO}_4 + 2\text{Al}(\text{OH})_3 = \text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 + 6\text{H}_2\text{O}$ - обмена; 2 балла
или $3\text{H}_2\text{SO}_4 + 2\text{Al} = \text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 + 3\text{H}_2\uparrow$ - замещения. ОВР
- $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 + 3\text{BaCl}_2 = 3\text{BaSO}_4\downarrow + 2\text{AlCl}_3$ - обмена. 1,5 балла
А - сероводород, Б - оксид серы (VI), В - сульфат алюминия 0,5 балла

ИТОГО - 10 баллов

Задание 4

- Основными источниками углеводов являются продукты растительного происхождения - хлеб, крупы, овощи, фрукты и др. Эти продукты содержат растворимые (свободные) сахара, например, сахарозу, глюкозу, фруктозу; крахмал, целлюлозу и пектиновые вещества. (2 балла).

- Главная функция углеводов - энергетическая. При их расщеплении в клетках в ходе гликолиза, брожения или дыхания запасается энергия АТФ. Крахмал расщепляется в ротовой полости при участии амилазы до мальтозы, а затем при участии мальтозы - до α -D-глюкозы. Целлюлоза организмом человека не расщепляется (4 балла).

- Простые сахара всасываются в кровь в тонком кишечнике и разносятся к тканям и органам. В клетках они расщепляются при участии ферментов гликолиза и дыхательного обмена (4 балла).

ИТОГО - 10 баллов

Задание 5

- Основные виды симметрии - радиальная и билатеральная. В первом случае через объект можно провести 2 и более осей симметрии, во втором - одну ось (5 баллов)
- Примеры радиальной симметрии у растений - цветок растений многих семейств (розоцветных, крестоцветных, пасленовых и др.), некоторые соцветия (корзинка, зонтик и др.), строение стебля и корня на поперечном срезе и др. Примеры радиальной симметрии у животных - строение тела гидры, офиуры, морской звезды, радиолярий и т.д. Такая форма симметрии в неживой природе встречается у кристаллов (снежинки, кристаллы граната и других минералов). Примеры билатеральной симметрии - зигоморфный цветков бобовых, орхидных, лист растений, плоды боб и стручок; у животных - правая и левая стороны тела, парные органы (конечности, почки, глаза и др.); в неживой природе - лево- и правовращающие изомеры, цис- и транс- изомеры, симметричные атомы углерода в этане и др. соединениях, кристаллы) (5 баллов).
- Асимметричными являются лист бегонии, кроны древесных растений, тело камбалы, горные гряды, русла рек и т.д. Симметрия всегда относительна, например, правая и левая рука различны по силе, способности к действию, т.е. функционально, кроме того, конечности различны по размерам. Нарушения или отклонения от симметрии связаны с тем, что окружающая среда разнородна, в ней действует множество факторов разной направленности и силы.(10 баллов)

ИТОГО - 20 баллов

Задание 6

- Испарение воды растениями поддерживает восходящий транспорт воды и растворенных в ней веществ по растению, обеспечивает охлаждение поверхности листа. Транспирация в основном осуществляется через устьица, но часть воды испаряется через кутикулу (5 баллов).
- К.А.Тимирязев назвал транспирацию необходимым злом, поскольку при открытых устьицах испаряется нужная растению вода, но через открытые устьица в лист поступает субстрат для фотосинтеза – углекислый газ (5 баллов).
- примеры конкретных приспособлений – 10 баллов

ИТОГО - 20 баллов