

**Материалы заданий заключительного этапа Всероссийской Сеченовской олимпиады школьников по химии 2023г. с ответами на задания, с указанием выставяемых баллов за каждое задание.**

**8 класс**

**Задание 1.1. (6 баллов)**

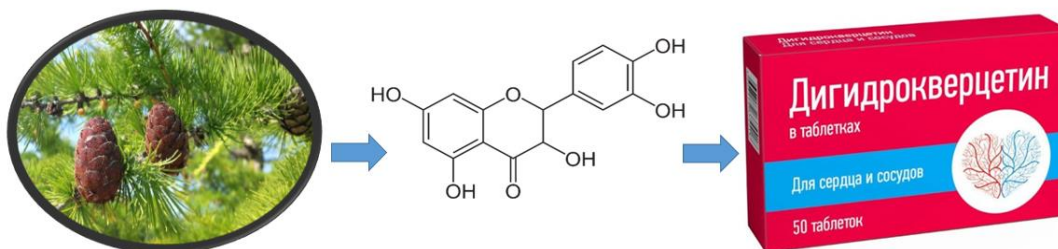
Ученые кафедры химии Сеченовского Университета активно участвуют в научных исследованиях, начатых в конце 20-го века под руководством доктора хим. наук, профессора, Заслуженного деятеля науки РФ, автора учебников по органической и биорганической химии Тюкавкиной Н.А. по разработке методов анализа и стандартизации лекарственных средств на основе дигидрокверцитина – флавоноидного соединения, обладающего высокой антиоксидантной активностью, выделенного из древесины лиственницы *Larix lignum*.



Профессор Тюкавкина Нонна  
Арсеньевна



Формула дигидрокверцитина (C<sub>15</sub>H<sub>12</sub>O<sub>7</sub>) приведена ниже. Рассчитайте во сколько раз массовая доля атомарного кислорода в соединении больше массовой доли атомарного водорода, а также массу атомарного углерода, содержащегося в 50 таблетках «Дигидрокверцитина», если содержание дигидрокверцитина (чистого вещества) в одной таблетке составляет 10 мг.



**РЕШЕНИЕ**

Рассчитаем молярную массу дигидрокверцитина.

$$M(C_{15}H_{12}O_7) = 304 \text{ г/моль};$$

Рассчитаем массовые доли атомарных кислорода и водорода в дигидрокверцитине

$$w(O) = m(O) \backslash M(C_{15}H_{12}O_7) = 36,8\%$$

$$w(H) = m(H) \backslash M(C_{15}H_{12}O_7) = 3,95\%$$

$w(O) \backslash w(H) = 9,316$ ; массовая доля атомарного кислорода в 9,316 раза больше массовой доли атомарного водорода.

$$m(C_{15}H_{12}O_7 \text{ в таблетках}) = 10 * 50 = 500 = 0,5 \text{ гр}$$

$$n(C_{15}H_{12}O_7) = 0,5 \backslash 304 = 0,00164 \text{ моль}$$

$$n(C) = 15n(C_{15}H_{12}O_7) = 0,0246 \text{ моль}$$

$$m(C) = n \cdot M = 0,2952 \text{ гр.}$$

0,2952 гр. Атомарного углерода содержится в 50 таблетках препарата «ДИГИДРОКВЕРЦИТИН» с содержанием активного вещества 10 мг.

Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Баллы
Формула дигидрокверцетина $C_{15}H_{12}O_7$ . $M(C_{15}H_{12}O_7) = 304 \text{ г/моль}$ ;	2
Рассчитаны массовые доли атомарных кислорода и водорода в дигидрокверцитине. Рассчитано во сколько раз массовая доля атомарного кислорода в соединении больше массовой доли атомарного водорода.	2
Рассчитана масса атомарного углерода, содержащегося в 50 таблетках «Дигидрокверцетина».	2
Максимальный балл	6

### Задание 1.2. (6 баллов)

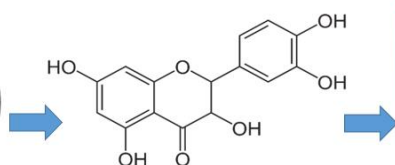
Ученые кафедры химии Сеченовского университета активно участвуют в научных исследованиях, начатых в конце 20-го века под руководством доктора хим. наук, профессора, Заслуженного деятеля науки РФ Тюкавкиной Н.А. по разработке методов анализа и стандартизации лекарственных средств на основе дигидрокверцетина – флавоноидного соединения, обладающего высокой антиоксидантной активностью, выделенного из древесины лиственницы *Larix lignum*



Профессор Тюкавкина Нонна  
Арсеньевна



Формула дигидрокверцетина ( $C_{15}H_{12}O_7$ ) приведена ниже. Рассчитайте во сколько раз массовая доля атомарного кислорода в соединении меньше массовой доли атомарного углерода, а также массу атомарного кислорода, содержащегося в 50 таблетках «Дигидрокверцетина», если содержание дигидрокверцетина (чистого вещества) в одной таблетке составляет 10 мг.



## РЕШЕНИЕ

Рассчитаем молярную массу дигидрокверцитина.

$$M(C_{15}H_{12}O_7) = 304 \text{ г/моль};$$

Рассчитаем массовые доли атомарных кислорода и водорода в дигидрокверцитине

$$w(O) = m(O) \backslash M(C_{15}H_{12}O_7) = 36,8\%$$

$$w(C) = m(C) \backslash M(C_{15}H_{12}O_7) = 59,2\%$$

$w(C) \backslash w(O) = 1,61$ ; массовая доля атомарного кислорода в 1,61 раза меньше массовой доли атомарного углерода.

$$m(C_{15}H_{12}O_7 \text{ в таблетках}) = 10 * 50 = 500 = 0,5 \text{ гр}$$

$$n(C_{15}H_{12}O_7) = 0,5 \backslash 304 = 0,00164 \text{ моль}$$

$$n(O) = 7n(C_{15}H_{12}O_7) = 0,01148 \text{ моль}$$

$$m(O) = n * M = 0,184 \text{ гр.}$$

0,184 гр. атомарного кислорода содержится в 50 таблетках препарата «ДИГИДРОКВЕРЦИТИН» с содержанием активного вещества 10 мг.

Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Баллы
Формула дигидрокверцитина $C_{15}H_{12}O_7$ . $M(C_{15}H_{12}O_7) = 304 \text{ г/моль};$	2
Рассчитаны массовые доли атомарных кислорода и углерода в дигидрокверцитине. Рассчитано во сколько раз массовая доля атомарного кислорода в соединении меньше массовой доли атомарного углерода.	2
Рассчитана масса атомарного кислорода, содержащегося в 50 таблетках «Дигидрокверцитина».	2
Максимальный балл	6

### Задание 2.1. (6 баллов)

Человеческое тело на 80% состоит из воды, в которой растворены различные вещества. Одним из компонентов внутренней «водной среды» являются электролиты - отрицательные и положительные ионы, находящиеся в определенном равновесии.

одна из важнейших задач электролитов - передача электрических нервных импульсов. электролиты принимают участие в регулировании работы различных систем организма, поддерживают водный баланс в тканях, помогают перемещать внутрь клеток питательные вещества, а в обратном направлении - продукты метаболизма. Баланс электролитов в организме координирует работу нервной системы и мышц, выработку гормонов.

Предложите и запишите три растворимых соли, у которых электронные конфигурации аниона и катиона одинаковы. .

## РЕШЕНИЕ

Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Баллы
$K_2S,$	2
$CaCl_2$	2
$NaF$	2
Максимальный балл	6

### Задание 2.2. (6 баллов)

Человеческое тело на 80% состоит из воды, в которой растворены различные вещества. Одним из компонентов внутренней «водной среды» являются электролиты - отрицательные и положительные ионы, находящиеся в определенном равновесии.

одна из важнейших задач электролитов - передача электрических нервных импульсов. электролиты принимают участие в регулировании работы различных систем организма, поддерживают водный баланс в тканях, помогают перемещать внутрь клеток питательные вещества, а в обратном направлении - продукты метаболизма. Баланс электролитов в организме координирует работу нервной системы и мышц, выработку гормонов.

Предложите и запишите три бинарных соединения, у которых электронные конфигурации аниона и катиона одинаковы.

Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Баллы
Na <sub>2</sub> O	2
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2
MgO	2
Максимальный балл	6

### Задание 3.1. (6 баллов)

В медицине 10 % раствор аммиака, также называемый нашатырным спиртом, применяется при обморочных состояниях (для возбуждения дыхания), для стимуляции рвоты, а также наружно — невралгии, миозиты, укусах насекомых, для обработки рук хирурга. При неправильном применении может вызвать ожоги пищевода и желудка (в случае приёма неразведённого раствора), рефлекторную остановку дыхания (при вдыхании в высокой концентрации). Применяют местно, ингаляционно и внутрь. Для выведения больного из обморочного состояния осторожно подносят небольшой кусок марли или ваты, смоченный нашатырным спиртом, к носу больного (на 0,5—1 с). Внутрь (только в разведении) для индукции рвоты. При укусах насекомых — в виде примочек; при невралгиях и миозитах - растирания аммиачным линиментом. В хирургической практике разводят в тёплой кипячёной воде и моют руки.

Какой объем аммиака (л) измеренный при нормальных условиях, следует пропустить через 1 л воды, чтобы получить 10% раствор?

РЕШЕНИЕ

Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Баллы
$W(\text{NH}_3) = m(\text{NH}_3) / m(\text{NH}_3) + m(\text{H}_2\text{O})$	2
$0,1 = 17x / 17x + 1000$ $x = 6,536$	2
$V = n \cdot V_a, V = 6,536 \cdot 22,4 = 146,4\text{л}$	2
Максимальный балл	6

### Задание 3.2. (6 баллов)

В медицине 10 % раствор аммиака, также называемый нашатырным спиртом, применяется при обморочных состояниях (для возбуждения дыхания), для стимуляции рвоты, а также наружно — невралгии, миозиты, укусах насекомых, для обработки рук хирурга. При неправильном применении может вызвать ожоги пищевода и желудка (в случае приёма неразведённого раствора), рефлекторную остановку дыхания (при вдыхании в высокой концентрации). Применяют местно, ингаляционно и внутрь. Для выведения больного из обморочного состояния осторожно подносят небольшой кусок марли или ваты, смоченный нашатырным спиртом, к носу больного (на 0,5—1 с). Внутрь (только в разведении) для индукции рвоты. При укусах насекомых — в виде примочек; при невралгиях и миозитах — растирания аммиачным линиментом. В хирургической практике разводят в тёплой кипячёной воде и моют руки.

Какой объем аммиака (л) измеренный при нормальных условиях, следует пропустить через 0,1 л воды, чтобы получить 10% раствор?

РЕШЕНИЕ

Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Баллы
$W(\text{NH}_3) = m(\text{NH}_3) / m(\text{NH}_3) + m(\text{H}_2\text{O})$	2
$0,1 = 17x / 17x + 100$ $x = 0,6536$	2
$V = n \cdot V_a, V = 6,536 \cdot 22,4 = 14,64 \text{ л}$	2
Максимальный балл	6

**Задание 4.1.** (8 баллов)

Активированный уголь представляет собой пористое вещество, которое получают из различных углеродосодержащих материалов органического происхождения: древесного угля, каменноугольного кокса, нефтяного кокса. Содержит большое количество, имеет очень большую удельную поверхность на единицу массы, вследствие чего обладает высокой адсорбционной способностью. 1 грамм активированного угля может иметь поверхность от 500 до 2200 м<sup>2</sup>. Впервые синтезирован Николаем Дмитриевичем Зелинским, использован им в противогазах как универсальное средство химической защиты.

При сгорании угля при определённых условиях образовалась смесь двух оксидов углерода. Предложите способ разделения этой смеси и выделение газов в чистом виде. Напишите уравнения соответствующих реакций. Укажите условия протекания.

РЕШЕНИЕ

Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Баллы
Пропустить смесь газов через избыток известковой воды. непоглощенный газ собрать – это монооксид углерода.	2
выпавший осадок отфильтровать $\text{CO}_2 + \text{Ca}(\text{OH})_2 \rightarrow \text{CaCO}_3 + \text{H}_2\text{O}$ .	3
Полученный осадок прокалить. Выделившейся газ – CO <sub>2</sub> . $\text{CaCO}_3 \rightarrow \text{CaO} + \text{CO}_2$	3
Максимальный балл	8

**Задание 4.2.** (8 баллов)

Активированный уголь представляет собой пористое вещество, которое получают из различных углеродосодержащих материалов органического происхождения: древесного угля, каменноугольного кокса, нефтяного кокса. Содержит большое количество, имеет очень большую удельную поверхность на единицу массы, вследствие чего обладает высокой адсорбционной способностью. 1 грамм активированного угля может иметь поверхность от 500 до 2200 м<sup>2</sup>. Впервые синтезирован Николаем Дмитриевичем Зелинским, использован им в противогазах как универсальное средство химической защиты.

При сгорании угля, загрязненного примесью серы при определённых условиях образовалась смесь оксида углерода (II) и оксида серы (IV). Предложите способ разделения этой смеси и выделение газов в чистом виде. Напишите уравнения соответствующих реакций. Укажите условия протекания.

Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Баллы
Пропустить смесь газов через избыток известковой воды. непоглощенный газ собрать – это монооксид углерода	2
выпавший осадок отфильтровать $\text{SO}_2 + \text{Ca}(\text{OH})_2 \rightarrow \text{CaSO}_3 + \text{H}_2\text{O}$ .	3
осадок обработать соляной кислотой. Выделившейся газ – SO <sub>2</sub> .	3

$\text{CaSO}_3 + 2\text{HCl} \rightarrow \text{CaCl}_2 + \text{SO}_2 + \text{H}_2\text{O}$ .	
Максимальный балл	8

**Задание 5.1.** (8 баллов)

Углерод - биоэлемент, структурная единица всех органических соединений, участвующих в построении организмов и обеспечении их жизнедеятельности, — белков, углеводов, липидов, нуклеиновых кислот, витаминов, гормонов. Все живое, составляющее биосферу, построено из соединений углерода. Углеродные соединения — это носители жизни: белки, жиры, углеводы, нуклеиновые кислоты, витамины и др. Углерод необходим для процессов обмена веществ. В процессе жизнедеятельности организмов происходит, окислительный распад органических соединений с выделением во внешнюю среду углекислого газа  $\text{CO}_2$ . Этот газ, растворенный в биологических жидкостях и природных водах, участвует в поддержании оптимальной для жизнедеятельности кислотности среды.

Напишите уравнение сгорания метана в ходе которого образуются оксид углерода (IV) + оксид углерода (II) и в молярном соотношении 8:1.

РЕШЕНИЕ

Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Баллы
$\text{CH}_4 + 2\text{O}_2 \rightarrow \text{CO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$	2
$2\text{CH}_4 + 3\text{O}_2 \rightarrow 2\text{CO} + 4\text{H}_2\text{O}$	2
$18\text{CH}_4 + 35\text{O}_2 \rightarrow 16\text{CO}_2 + 2\text{CO} + 36\text{H}_2\text{O}$	4
Максимальный балл	8

**Задание 5.2.** (8 баллов)

Углерод - биоэлемент, структурная единица всех органических соединений, участвующих в построении организмов и обеспечении их жизнедеятельности, — белков, углеводов, липидов, нуклеиновых кислот, витаминов, гормонов. Все живое, составляющее биосферу, построено из соединений углерода. Углеродные соединения — это носители жизни: белки, жиры, углеводы, нуклеиновые кислоты, витамины и др. Углерод необходим для процессов обмена веществ. В процессе жизнедеятельности организмов происходит, окислительный распад органических соединений с выделением во внешнюю среду углекислого газа  $\text{CO}_2$ . Этот газ, растворенный в биологических жидкостях и природных водах, участвует в поддержании оптимальной для жизнедеятельности кислотности среды.

Напишите уравнение сгорания метана в ходе которого образуются оксид углерода (IV) + оксид углерода (II) и в молярном соотношении 4:1.

РЕШЕНИЕ

Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Баллы
$\text{CH}_4 + 2\text{O}_2 \rightarrow \text{CO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$	2
$2\text{CH}_4 + 3\text{O}_2 \rightarrow 2\text{CO} + 4\text{H}_2\text{O}$	2
$10\text{CH}_4 + 19\text{O}_2 \rightarrow 8\text{CO}_2 + 2\text{CO} + 36\text{H}_2\text{O}$	4
Максимальный балл	8

**Задание 6.1.** (10 баллов)

Сероводородная ванна – это бальнеологическая процедура, основанная на применении минеральной воды, насыщенной сероводородом. Является одной из наиболее частых и доступных процедур во время санаторно-курортного лечения, реабилитации и терапии ряда заболеваний. Специфичность лечения определяется не только составом воды, но и ее температурой, временем воздействия и рядом других.

Польза от воды из сероводородных источников впервые была отмечена при Петре I. В начале 18 века возле Самары были построены заводы, работники которых купались в Серном озере, и вода из него хорошо лечила различные кожные заболевания. Это озеро находилось недалеко от крепости Сергиевск, поэтому и воды стал называть Сергиевскими.

Сероводород объемом 33,6 литра (н.у.) полностью сгорел, образовав при это 8г серы. Рассчитайте объем (н.у.) израсходованного кислорода.

РЕШЕНИЕ

Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Баллы
$2\text{H}_2\text{S} + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{S} + 2\text{H}_2\text{O}$	2
$2\text{H}_2\text{S} + 3\text{O}_2 \rightarrow 2\text{SO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$	2
$n(\text{H}_2\text{S}) = 33,6/22,4 = 1,5$ моль $n(\text{S}) = 8/32 = 0,25$ моль	2
Следовательно $n(\text{SO}_2) = 1,5 - 0,25 = 1,25$ моль $n(\text{O}_2) = (0,25/2 + 1,25 \cdot 1,5) = 2,0$ моль	2
$V(\text{O}_2) = 2 \cdot 22,4 = 44,8$ л	2
Максимальный балл	10

**Задание 6.2.** (10 баллов)

Сероводородная ванна – это бальнеологическая процедура, основанная на применении минеральной воды, насыщенной сероводородом. Является одной из наиболее частых и доступных процедур во время санаторно-курортного лечения, реабилитации и терапии ряда заболеваний. Специфичность лечения определяется не только составом воды, но и ее температурой, временем воздействия и рядом других.

Польза от воды из сероводородных источников впервые была отмечена при Петре I. В начале 18 века возле Самары были построены заводы, работники которых купались в Серном озере, и вода из него хорошо лечила различные кожные заболевания. Это озеро находилось недалеко от крепости Сергиевск, поэтому и воды стал называть Сергиевскими.

Сероводород объемом 16,8 литра (н.у.) полностью сгорел, образовав при это 16г серы. Рассчитайте объем (н.у.) израсходованного воздуха.

РЕШЕНИЕ

Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Баллы
$2\text{H}_2\text{S} + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{S} + 2\text{H}_2\text{O}$	2
$2\text{H}_2\text{S} + 3\text{O}_2 \rightarrow 2\text{SO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$	2
$n(\text{H}_2\text{S}) = 16,8/22,4 = 0,75$ моль $n(\text{S}) = 16/32 = 0,5$ моль	2
Следовательно $n(\text{SO}_2) = 0,75 - 0,5 = 0,25$ моль $n(\text{O}_2) = (0,5/2 + 0,25 \cdot 1,5) = 0,625$ моль	2
$V(\text{O}_2) = 0,625 \cdot 22,4 = 14$ л	2
Максимальный балл	10

**Задание 7.1.** (12 баллов)

**7.1.** Синтез лекарственных веществ, представляет собой сложный процесс, состоящий зачастую из нескольких стадий.

Смесь серы и фосфора общей массой 110,5г обработали стехиометрическим количеством разбавленной азотной кислоты, при этом выделилось газа, бурящего на воздухе. Другие

газы в ходе реакции не образовывались. выделившейся газ собрали, его объем составил 145,6л (н.у.)

Рассчитайте массовые доли серы и фосфора в исходной смеси.

РЕШЕНИЕ

Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Баллы
$S + 2HNO_3 \rightarrow H_2SO_4 + 2NO$	3
$3P + 5 HNO_3 + 2H_2O \rightarrow 3H_3PO_4 + 5NO$	3
$n(S) = x$ моль $n(P) = y$ моль $32x + 31y = 110,5$ $2x + 5/3 y = 145,6/22,4 = 6,5$	2
Откуда $x=2$ моль; $y= 1,5$ моль	2
$w(s) = 2 \times 32 / 110,5 = 57,9\%$	2
Максимальный балл	12

## 7.2. (12 баллов)

Синтез лекарственных веществ, представляет собой сложный процесс, состоящий зачастую из нескольких стадий.

Смесь серы и фосфора общей массой 221г обработали разбавленной азотной кислотой, при этом наблюдалось выделение газа, бурящего на воздухе. Другие газы в ходе реакции не образовывались. выделившейся газ собрали, его объем составил 291,2л (н.у.) Рассчитайте массовые доли серы и фосфора в исходной смеси и вычислите массу 10% раствора едкого натра, необходимого для полной нейтрализации полученной смеси кислот.

РЕШЕНИЕ

Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Баллы
$S + 2HNO_3 \rightarrow H_2SO_4 + 2NO$	3
$3P + 5 HNO_3 + 2H_2O \rightarrow 3H_3PO_4 + 5NO$	3
$n(S) = x$ моль $n(P) = y$ моль $32x + 31y = 221$ $2x + 5/3 y = 291,2/22,4 = 13$	2
Откуда $x=4$ моль; $y= 3$ моль	2
$w(s) = 4 \times 32 / 221 = 57,9\%$	2
Максимальный балл	12

## Задание 8.1. (14 баллов)

В ортопедической стоматологии широкое применение находят растворы щелочей, применяемых на различных стадиях изготовления бюгельных протезов для протравливания поверхности металлических отливок. Рассчитайте массу оксида калия, которую потребуется добавить к 500 гр. 1% раствора калия гидроксида для получения 10% раствора гидроксида калия.

РЕШЕНИЕ

Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Баллы
$K_2O + H_2O = 2KOH$	3
$m(KOH) \text{ (в исходном р-ре)} = 500 \times 0,01 = 5 \text{ гр.}$	3



$n(K_2O) = x$ моль ; $m(K_2O)=94x$ гр. $n(KOH) = 2x$ моль; $m(KOH)=112x$ гр.;	4
$W(KOH)=(5+112x)/(500+94x)=0,1$ ; $x=0,44$ моль	2
$m(K_2O)=41,36$ гр.	2
Максимальный балл	14

**Задание 8.2.** (14 баллов)

В ортопедической стоматологии широкое применение находят растворы щелочей, применяемых на различных стадиях изготовления бюгельных протезов для протравливания поверхности металлических отливок. Рассчитайте массу оксида калия, которую потребуется добавить к 2500 гр.0, 1% раствора калия гидроксида для получения 15% раствора гидроксида калия.

РЕШЕНИЕ

Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Баллы
$K_2O+H_2O=2KOH$	3
$m(KOH)=2500*0,001=2,5$ гр.	3
$n(K_2O) = x$ моль ; $m(K_2O)=94x$ гр. $n(KOH) = 2x$ моль; $m(KOH)=112x$ гр.;	4
$W(KOH)=(2,5+112x)/(2500+94x)=0,15$ ; $x=3,8$ моль	2
$m(K_2O)=357,2$ гр.	2
Максимальный балл	14

**Задание 9.1.** (14 баллов)

Препараты, содержащие серу, издревле находили свое применение в медицине. Макроэлемент сера необходима для обеспечения различных важных функций в организме человека и является составной частью любой живой материи. Биологическое значение серы определяется тем, что она входит в состав аминокислот метионина и цистеина и, следовательно, в состав белков и пептидов. Дисульфидные связи или цистеиновые мостики ( $-S-S-$ ) в полипептидных цепях участвуют в формировании пространственной структуры белков. Цистеиновые мостики связывают между собой аминокислоты, образуя пептид, обеспечивая его уникальную структуру, таким образом, определяя его основные физико-химические свойства белка.

Препараты, содержащие серу, издревле находили свое применение в медицине. Противомикробное и противопаразитарное действие сера оказывает при контакте с кожей, взаимодействует с веществами органического происхождения, в результате чего образуются сульфиды и пентатионовая кислота, что и делают серную мазь антисептиком природного происхождения

*Напишите уравнения химических реакций согласно цепочке превращений*

Ко всем окислительно-восстановительным реакциям приведите электронный баланс.

Укажите окислитель и восстановитель.

*сера →сероводород →сульфид меди (II) →сернистый газ →сера →серная кислота → сульфат меди (II)→ сульфат цинка*

РЕШЕНИЕ

Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Баллы
$S + H_2 \rightarrow H_2S$	2
$H_2S + CuCl_2 \rightarrow CuS + 2HCl$	2
$2CuS + 3O_2 \rightarrow 2SO_2 + 2CuO +$	2
$SO_2 + 2H_2S \rightarrow 3S + 2H_2O$	2
$S + 2HNO_3 \rightarrow H_2SO_4 + 2NO$	2

$\text{Cu} + 2 \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{CuSO}_4 + \text{SO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$	3
$\text{CuSO}_4 + \text{Zn} \rightarrow \text{ZnSO}_4 + \text{Cu} +$	2
Максимальный балл	14

**Задание 9.2.** (14 баллов)

Препараты, содержащие серу, издревле находили свое применение в медицине. Макроэлемент сера необходима для обеспечения различных важных функций в организме человека и является составной частью любой живой материи. Биологическое значение серы определяется тем, что она входит в состав аминокислот метионина и цистеина и, следовательно, в состав белков и пептидов. Дисульфидные связи или цистеиновые мостики ( $-\text{S}-\text{S}-$ ) в полипептидных цепях участвуют в формировании пространственной структуры белков. Цистеиновые мостики связывают между собой аминокислоты, образуя пептид, обеспечивая его уникальную структуру, таким образом, определяя его основные физико-химические свойства белка.

Препараты, содержащие серу, издревле находили свое применение в медицине. Противомикробное и противопаразитарное действие сера оказывает при контакте с кожей, взаимодействует с веществами органического происхождения, в результате чего образуются сульфиды и пентатионовая кислота, что и делают серную мазь антисептиком природного происхождения

Напишите уравнения химических реакций согласно цепочке превращений.

В схеме только одна реакция протекает без изменения степени окисления.

Ко всем окислительно-восстановительным реакциям приведите электронный баланс.

Укажите окислитель и восстановитель.

*сульфид железа (II) → сероводород → сернистый газ → сера → серная кислота → сульфат меди → сульфат железа (II) → сульфид железа (II)*

РЕШЕНИЕ

Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Баллы
$\text{FeS} + 2\text{HCl} \rightarrow \text{FeCl}_2 + \text{H}_2\text{S}$	2
$2\text{H}_2\text{S} + 3\text{O}_2 \rightarrow 2\text{SO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$	2
$\text{SO}_2 + 2\text{H}_2\text{S} \rightarrow 3\text{S} + 2\text{H}_2\text{O}$	2
$\text{S} + 2\text{HNO}_3 \rightarrow \text{H}_2\text{SO}_4 + 2\text{NO}$	2
$\text{Cu} + 2 \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{CuSO}_4 + \text{SO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$	2
$\text{CuSO}_4 + \text{Fe} \rightarrow \text{FeSO}_4 + \text{Cu}$	2
$\text{FeSO}_4 + 4\text{C} \rightarrow \text{FeS} + 4\text{CO}$	2
Максимальный балл	12

**Задание 10.1.** (16 баллов)

Калий, натрий, магний и хлор являются основными электролитами в организме человека. Они отвечают за регулирование артериального давления, передачу нервных импульсов, работу сердца.

Калий – важная составляющая большинства клеток. Вместе с другими электролитами ионы калия отвечают за функционирование мышц и нервов, нормальный электролитный баланс, водный обмен. В крови содержится только небольшое количество макроэлемента, даже незначительные колебания его уровня приводят к серьезным последствиям

Магний участвует в выработке энергии, синтезе ферментов, сокращении мышц и других жизненно важных процессах. Он всасывается из пищи в ЖКТ и выделяется почками.

Натрий имеется во всех тканях и жидкостях организма. Он необходим для сокращения мышц, поддержания водно-солевого баланса. Макроэлемент всасывается в кишечнике из обычной столовой соли.

Хлор входит в состав многих биологически активных веществ, выполняет целый ряд физиологических функций. Его уровень в норме относительно стабилен

В химической лаборатории из смеси сульфата магния и хлорида алюминия выделите в чистом виде исходные вещества. выбор реагентов и число стадий неограниченно.

Запишите уравнения соответствующих химических реакций.

Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Баллы
Полученный раствор обработали избытком щелочи, при этом в осадке только гидроксид магния. $MgSO_4 + 2KOH \rightarrow Mg(OH)_2 + K_2SO_4$	3
$AlCl_3 + 8KOH \rightarrow 2K[Al(OH)_4] + 3K_2SO_4$	3
Осадок отфильтровали и обработали по каплям серной кислотой. $Mg(OH)_2 + H_2SO_4 \rightarrow MgSO_4 + 2H_2O$	3
Фильтрат обработали по каплям разбавленной минеральной кислотой до выпадения осадка $K[Al(OH)_4] + HCl \rightarrow Al(OH)_3 + KCl$	4
Образовавшийся осадок отфильтровали и обработали достаточным количеством соляной кислоты. Раствор выпарили. в сухом остатке – хлорид цинка. $Al(OH)_3 + 3HCl \rightarrow AlCl_3 + 3H_2O$	3
Максимальный балл	16

### Задание 10.2. (16 баллов)

Калий, натрий, магний и хлор являются основными электролитами в организме человека. Они отвечают за регулирование артериального давления, передачу нервных импульсов, работу сердца.

Калий – важная составляющая большинства клеток. Вместе с другими электролитами ионы калия отвечают за функционирование мышц и нервов, нормальный электролитный баланс, водный обмен. В крови содержится только небольшое количество макроэлемента, даже незначительные колебания его уровня приводят к серьезным последствиям  
Магний участвует в выработке энергии, синтезе ферментов, сокращении мышц и других жизненно важных процессах. Он всасывается из пищи в ЖКТ и выделяется почками.  
Натрий имеется во всех тканях и жидкостях организма. Он необходим для сокращения мышц, поддержания водно-солевого баланса. Макроэлемент всасывается в кишечнике из обычной столовой соли.

Хлор входит в состав многих биологически активных веществ, выполняет целый ряд физиологических функций. Его уровень в норме относительно стабилен

В химической лаборатории из смеси сульфата магния и хлорида цинка выделите в чистом виде исходные вещества. выбор реагентов и число стадий неограниченно. Запишите уравнения соответствующих химических реакций.

Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Баллы
Полученный раствор обработали избытком щелочи, при этом в осадке только гидроксид магния. $MgSO_4 + 2KOH \rightarrow Mg(OH)_2 + K_2SO_4$	3
$ZnCl_2 + 4KOH \rightarrow K_2[Zn(OH)_4] + 2KCl$	3
Осадок отфильтровали и обработали по каплям серной кислотой. $Mg(OH)_2 + H_2SO_4 \rightarrow MgSO_4 + 2H_2O$	3
Фильтрат обработали по каплям разбавленной минеральной кислотой до выпадения осадка $K_2[Zn(OH)_4] + 2HCl \rightarrow Zn(OH)_2 + 2KCl$	4
Образовавшийся осадок отфильтровали и обработали достаточным количеством	3

соляной кислоты. Раствор выпарили. в сухом остатке – хлорид цинка. $Zn(OH)_2 + 2 HCl \rightarrow ZnCl_2 + 2H_2O$	
Максимальный балл	16

**Материалы заданий заключительного этапа Всероссийской Сеченовской олимпиады школьников по химии 2023г. с ответами на задания, с указанием выставяемых баллов за каждое задание.**

**9 класс**

**Задание 1.1 (6 баллов)**

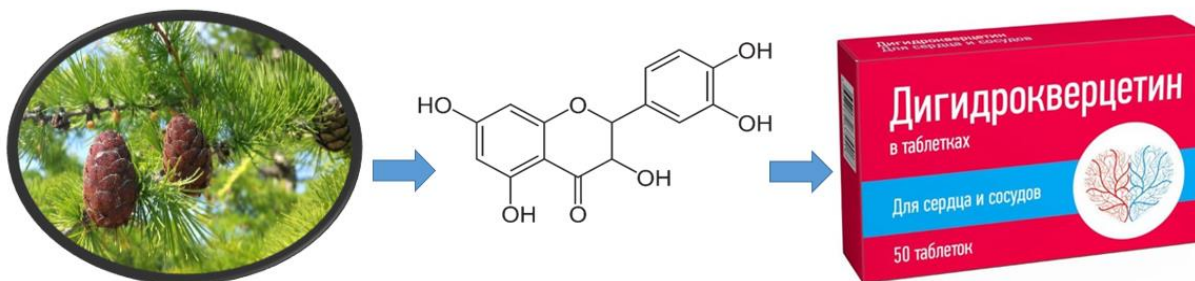
Ученые кафедры химии Сеченовского университета активно участвуют в научных исследованиях, начатых в конце 20-го века под руководством доктора хим. наук, профессора, Заслуженного деятеля науки РФ Тюкавкиной Н.А. по разработке методов анализа и стандартизации лекарственных средств на основе дигидрокверцитина – флавоноидного соединения, обладающего высокой антиоксидантной активностью, выделенного из древесины лиственницы *Larix lignum*



Профессор Тюкавкина Нонна  
Арсеньевна



Формула дигидрокверцитина (C<sub>15</sub>H<sub>12</sub>O<sub>7</sub>) приведена ниже. В соответствии с инструкцией по применению препарата «Дигидрокверцетин» взрослым назначают прием по 1 таблетке 2 раза в день в течение 30 дней. Рассчитайте массу атомарного углерода, который попадет в организм в составе препарата за курс лечения, если одна таблетка содержит 10 мг чистого дигидрокверцитина, а также массу 70% раствора азотной кислоты, способной прореагировать с такой массой углерода.



**РЕШЕНИЕ**

Рассчитаем молярную массу дигидрокверцитина.

$$M(C_{15}H_{12}O_7) = 304 \text{ г/моль};$$

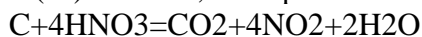
Рассчитаем массу дигидрокверцитина, которая попадет в организм за месяц приема в соответствии с инструкцией.

$$m(C_{15}H_{12}O_7) = 10 \cdot 2 \cdot 30 = 600 \text{ мг} = 0,6 \text{ гр.}$$

$$n(C_{15}H_{12}O_7) = 0,6/304 = 0,00197 \text{ моль}$$

$$n(\text{C})=15n(\text{C}_{15}\text{H}_{12}\text{O}_7)=0,02955 \text{ моль}$$

$$m(\text{C})=n \cdot M=0,3546 \text{ гр.}$$



$$n(\text{HNO}_3)=4n(\text{C})=0,1182 \text{ моль}; m(\text{HNO}_3)=7,4466 \text{ гр}; m(70\% \text{ р-ра HNO}_3)=10,64$$

Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Баллы
Формула дигидрокверцетина $\text{C}_{15}\text{H}_{12}\text{O}_7$ . $M(\text{C}_{15}\text{H}_{12}\text{O}_7)=304 \text{ г \моль}$ ;	2
Рассчитана масса атомарного углерода, который попадет в организм в составе препарата за курс лечения.	2
Рассчитана масса 70% раствора азотной кислоты ,способной прореагировать с данной массой углерода.	2
Максимальный балл	6

### Задание 1.2 (6 баллов)

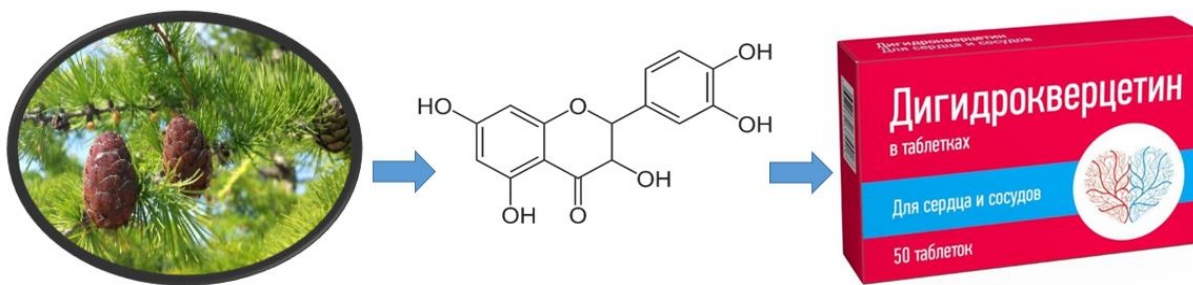
Ученые кафедры химии Сеченовского университета активно участвуют в научных исследованиях, начатых в конце 20-го века под руководством доктора хим. наук, профессора, Заслуженного деятеля науки РФ Тюкавкиной Н.А. по разработке методов анализа и стандартизации лекарственных средств на основе дигидрокверцетина – флавоноидного соединения, обладающего высокой антиоксидантной активностью, выделенного из древесины лиственницы *Larix lignum*



Профессор Тюкавкина Нонна  
Арсеньевна



Формула дигидрокверцетина ( $\text{C}_{15}\text{H}_{12}\text{O}_7$ ) приведена ниже. В соответствии с инструкцией по применению препарата «Дигидрокверцетин» взрослым назначают прием по 1 таблетке 2 раза в день в течение 30 дней. Рассчитайте массу атомарного углерода, который попадет в организм в составе препарата, если одна таблетка содержит 10 мг чистого дигидрокверцетина а также массу 85% серной кислоты, способной прореагировать с такой массой углерода.



### РЕШЕНИЕ

Рассчитаем молярную массу дигидрокверцетина.

$$M(C_{15}H_{12}O_7) = 304 \text{ г/моль};$$

Рассчитаем массу дигидрокверцетина, которая попадет в организм за месяц приема в соответствии с инструкцией.

$$m(C_{15}H_{12}O_7) = 10 \cdot 2 \cdot 30 = 600 \text{ мг} = 0,6 \text{ гр.}$$

$$n(C_{15}H_{12}O_7) = 0,6 / 304 = 0,00197 \text{ моль}$$

$$n(C) = 15n(C_{15}H_{12}O_7) = 0,02955 \text{ моль}$$

$$m(C) = n \cdot M = 0,3546 \text{ гр.}$$



$$n(H_2SO_4) = 2n(C) = 0,0591 \text{ моль}; m(H_2SO_4) = 5,7918 \text{ гр}; m(70\% \text{ р-ра } H_2SO_4) = 6,81$$

Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Баллы
Формула дигидрокверцетина $C_{15}H_{12}O_7$ . $M(C_{15}H_{12}O_7) = 304 \text{ г/моль};$	2
Рассчитана масса атомарного углерода, который попадет в организм в составе препарата за курс лечения.	2
Рассчитана масса 85% серной кислоты, способной прореагировать с данной массой углерода.	2
Максимальный балл	6

### Задание 2.1. (6 баллов)

Человеческое тело на 80% состоит из воды, в которой растворены различные вещества. Одним из компонентов внутренней «водной среды» являются электролиты - отрицательные и положительные ионы, находящиеся в определенном равновесии.

одна из важнейших задач электролитов - передача электрических нервных импульсов. электролиты принимают участие в регулировании работы различных систем организма, поддерживают водный баланс в тканях, помогают перемещать внутрь клеток питательные вещества, а в обратном направлении - продукты метаболизма. Баланс электролитов в организме координирует работу нервной системы и мышц, выработку гормонов.

Предложите и запишите три растворимых соли, у которых в составе каждой электронные конфигурации аниона и катиона, содержат одинаковое количество электронов. Среди предложенных солей выберите такие, между которыми возможна обменная реакция, сопровождающаяся выпадением осадка.

Запишите молекулярное, полное ионное и сокращенное ионные уравнения.

### РЕШЕНИЕ

Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Баллы
$K_2S$ , $CaCl_2$ , $NaF$	2

Уравнение реакции: $\text{CaCl}_2 + 2\text{NaF} \rightarrow \text{CaF}_2 + 2\text{NaCl}$	2
$\text{Ca}^{2+} + 2\text{Cl}^- + 2\text{Na} + 2\text{F}^- \rightarrow \text{CaF}_2 + 2\text{Na} + 2\text{Cl}^-$ $\text{Ca}^{2+} + 2\text{F}^- \rightarrow \text{CaF}_2$	2
Максимальный балл	6

**Задание 2.2.** (6 баллов)

Человеческое тело на 80% состоит из воды, в которой растворены различные вещества. Одним из компонентов внутренней «водной среды» являются электролиты - отрицательные и положительные ионы, находящиеся в определенном равновесии. одна из важнейших задач электролитов - передача электрических нервных импульсов. электролиты принимают участие в регулировании работы различных систем организма, поддерживают водный баланс в тканях, помогают перемещать внутрь клеток питательные вещества, а в обратном направлении - продукты метаболизма. Баланс электролитов в организме координирует работу нервной системы и мышц, выработку гормонов. Предложите и запишите три бинарных соединения, у которых электронные конфигурации аниона и катиона одинаковы. Среди предложенных соединений выберите такие, между которыми возможна в водной среде, так и при спекании. Запишите уравнения соответствующих реакций.

**РЕШЕНИЕ**

Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Баллы
$\text{Na}_2\text{O}, \text{MgO}, \text{Al}_2\text{O}_3$	2
Уравнение реакции: $\text{Na}_2\text{O} + \text{Al}_2\text{O}_3 \rightarrow 2\text{NaAlO}_2$	2
$\text{Na}_2\text{O} + \text{Al}_2\text{O}_3 + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{Na}[\text{Al}(\text{OH})_4]$	2
Максимальный балл	6

**Задание 3.1.** (6 баллов)

В медицине 10 % раствор аммиака, также называемый нашатырным спиртом, применяется при обморочных состояниях (для возбуждения дыхания), для стимуляции рвоты, а также наружно — невралгии, миозиты, укусах насекомых, для обработки рук хирурга. При неправильном применении может вызвать ожоги пищевода и желудка (в случае приёма неразведённого раствора), рефлекторную остановку дыхания (при вдыхании в высокой концентрации). Применяют местно, ингаляционно и внутрь. Для выведения больного из обморочного состояния осторожно подносят небольшой кусок марли или ваты, смоченный нашатырным спиртом, к носу больного (на 0,5—1 с). Внутрь (только в разведении) для индукции рвоты. При укусах насекомых — в виде примочек; при невралгиях и миозитах — растирания аммиачным линиментом. В хирургической практике разводят в тёплой кипячёной воде и моют руки. При пропускании некоторого объема аммиака (л), измеренного при нормальных условиях, через 1 л воды был получен получить 10% раствор. Рассчитайте объем аммиака и укажите во сколько раз число атомов водорода больше числа атомов кислорода в полученном растворе.

**РЕШЕНИЕ**

Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Баллы
$0,1 = 17x/17x + 1000$ $x=6,536$	2



$V = n \cdot V_a, V = 6,536 \cdot 22,4 = 146,4 \text{ л}$	2
$n(\text{O}) = n(\text{H}_2\text{O}) = 1000/18 = 55,555 \text{ моль}$ $n(\text{H}) = 2n(\text{H}_2\text{O}) + 3n(\text{NH}_3) = 2 \cdot 55,55 + 3 \cdot 6,536 = 3 \text{ моль}$ $n(\text{H})/n(\text{O}) = 130,718 / 55,55 = 2,355$	2
Максимальный балл	6

**Задание 3.2.** (6 баллов)

В медицине 10 % раствор аммиака, также называемый нашатырным спиртом, применяется при обморочных состояниях (для возбуждения дыхания), для стимуляции рвоты, а также наружно — невралгии, миозиты, укусах насекомых, для обработки рук хирурга. При неправильном применении может вызвать ожоги пищевода и желудка (в случае приёма неразведённого раствора), рефлекторную остановку дыхания (при вдыхании в высокой концентрации). Применяют местно, ингаляционно и внутрь. Для выведения больного из обморочного состояния осторожно подносят небольшой кусок марли или ваты, смоченный нашатырным спиртом, к носу больного (на 0,5—1 с). Внутрь (только в разведении) для индукции рвоты. При укусах насекомых — в виде примочек; при невралгиях и миозитах — растирания аммиачным линиментом. В хирургической практике разводят в тёплой кипячёной воде и моют руки.

При пропуске некоторого объема аммиака (л), измеренного при нормальных условиях, через 0,1 л воды был получен 10% раствор. Рассчитайте объем аммиака и укажите во сколько раз число атомов водорода больше числа атомов кислорода в полученном растворе.

**РЕШЕНИЕ**

Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Баллы
$0,1 = 17x/17x + 100$ $x = 0,6536$	2
$V = n \cdot V_a, V = 6,536 \cdot 22,4 = 14,64 \text{ л}$	2
$n(\text{O}) = n(\text{H}_2\text{O}) = 100/18 = 5,555 \text{ моль}$ $n(\text{H}) = 2n(\text{H}_2\text{O}) + 3n(\text{NH}_3) = 2 \cdot 5,555 + 3 \cdot 0,6536 = 13,0718 \text{ моль}$ $n(\text{H})/n(\text{O}) = 13,0718 / 5,555 = 2,355$	2
Максимальный балл	6

**Задание 4.1.** (8 баллов) Активированный уголь представляет собой пористое вещество, которое получают из различных углеродосодержащих материалов органического происхождения: древесного угля, каменноугольного кокса, нефтяного кокса. Содержит большое количество, имеет очень большую удельную поверхность на единицу массы, вследствие чего обладает высокой адсорбционной способностью. 1 грамм активированного угля может иметь поверхность от 500 до 2200 м<sup>2</sup>. Впервые синтезирован Николаем Дмитриевичем Зелинским, использован им в противогазах как универсальное средство химической защиты.

При сгорании угля при определённых условиях образовалась смесь двух оксидов углерода с плотностью по водороду равной 18.

Рассчитайте массовые доли газов в полученной смеси и предложите способ разделения этой смеси и выделение газов в чистом виде. Напишите уравнения соответствующих реакций. Укажите условия протекания.

**РЕШЕНИЕ**

Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Баллы
$M_{\text{ср}} = D \cdot M(\text{H}_2) \quad M_{\text{ср}} = 2 \cdot 18 = 36$	2

36 представляет собой среднее арифметическое между 28 и 44г/моль, следовательно количества веществ газов равны. $n(\text{CO})=n(\text{CO}_2)=x$ моль.	2
$W(\text{CO}_2)=44x/(44x+28x)*100\%=63,16\%$	2
Пропустить смесь газов через избыток известковой воды. непоглощенный газ собрать – это монооксид углеода. выпавший осадок отфильтровать и прокалить. Выделившейся газ – $\text{CO}_2$ . $\text{CO}_2 + \text{Ca}(\text{OH})_2 \rightarrow \text{CaCO}_3 + \text{H}_2\text{O}$ . $\text{CaCO}_3 \rightarrow \text{CaO} + \text{CO}_2$	2
Максимальный балл	8

**Задание 4.2** (8 баллов) Активированный уголь представляет собой пористое вещество, которое получают из различных углеродосодержащих материалов органического происхождения: древесного угля, каменноугольного кокса, нефтяного кокса. Содержит большое количество, имеет очень большую удельную поверхность на единицу массы, вследствие чего обладает высокой адсорбционной способностью. 1 грамм активированного угля может иметь поверхность от 500 до 2200 м<sup>2</sup>. Впервые синтезирован Николаем Дмитриевичем Зелинским, использован им в противогазах как универсальное средство химической защиты.

При неполном сгорании угля, загрязненного примесью серы при определённых условиях образовалась смесь оксида углерода (II) и оксида серы (IV) с плотностью по водороду равной 23. Рассчитайте массовые доли газов в полученной смеси и предложите способ разделения этой смеси и выделение газов в чистом виде. Напишите уравнения соответствующих реакций. Укажите условия протекания.

РЕШЕНИЕ

Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Баллы
$M_{\text{ср}}=D \cdot M(\text{H}_2)$ $M_{\text{ср}}=2 \cdot 23=46$	2
36 представляет собой среднее арифметическое между 28 и 64г/моль, следовательно количества веществ газов равны. $n(\text{CO})=n(\text{CO}_2)=x$ моль.	2
$W(\text{CO})=28x/(28x+64x)*100\%=30,43\%$	2
Пропустить смесь газов через избыток известковой воды. непоглощенный газ собрать – это монооксид углеода. выпавший осадок отфильтровать и обработать соляной кислотой. Выделившейся газ – $\text{SO}_2$ . $\text{SO}_2 + \text{Ca}(\text{OH})_2 \rightarrow \text{CaSO}_3 + \text{H}_2\text{O}$ . $\text{CaSO}_3 + 2\text{HCl} \rightarrow \text{CaCl}_2 + \text{SO}_2 + \text{H}_2\text{O}$ .	2
Максимальный балл	8

**Задание 5.1.** (8 баллов)

В организме человека азот составляет почти 2,5%. Азот - элемент-, без которого жизнь невозможна, поскольку в состав аминокислот, образующих белки, входит азот. Азот также входит в состав нуклеотидов - строительного материала ДНК, гормонов, нейромедиаторов, гемоглобина, большинства витаминов и других биологически активных и незаменимых для жизни веществ

Напишите уравнение термического разложения нитрата бария, в ходе которого образуются оксид азота (IV) и нитрит бария в молярном соотношении 16:1. Рассчитайте среднюю молярную массу образовавшейся газовой смеси.

РЕШЕНИЕ

Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Баллы
$\text{Ba}(\text{NO}_3)_2 \rightarrow \text{Ba}(\text{NO}_2)_2 + \text{O}_2$	2
$2\text{Ba}(\text{NO}_3)_2 \rightarrow 2\text{BaO} + 4\text{NO}_2 + \text{O}_2$ /*4	2

$9\text{Ba}(\text{NO}_3)_2 \rightarrow \text{Ba}(\text{NO}_2)_2 + 8\text{BaO} + 16\text{NO}_2 + 5\text{O}_2$	2
Пусть $16 \cdot M(\text{NO}_2) + 5M(\text{O}_2) / 16 + 5$ $(16 \cdot 46 + 5 \cdot 32) / (16 + 5) = 42,7$	2
Максимальный балл	8

**Задание 5.2.** (8 баллов)

В организме человека азот составляет почти 2,5%. Азот - элемент-, без которого жизнь невозможна, поскольку в состав аминокислот, образующих белки, входит азот. Азот также входит в состав нуклеотидов - строительного материала ДНК, гормонов, нейромедиаторов, гемоглобина, большинства витаминов и других биологически активных и незаменимых для жизни веществ

Напишите уравнение термического разложения нитрата бария, в ходе которого образуются оксид азота (IV) и нитрит бария в молярном соотношении 1:1. Рассчитайте среднюю молярную массу образовавшейся газовой смеси.

**РЕШЕНИЕ**

Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Баллы
$\text{Ba}(\text{NO}_3)_2 \rightarrow \text{Ba}(\text{NO}_2)_2 + \text{O}_2 / *4$	2
$2\text{Ba}(\text{NO}_3)_2 \rightarrow 2\text{BaO} + 4\text{NO}_2 + \text{O}_2$	2
$6\text{Ba}(\text{NO}_3)_2 \rightarrow 4\text{Ba}(\text{NO}_2)_2 + 2\text{BaO} + 4\text{NO}_2 + 5\text{O}_2$	2
Пусть $4 \cdot M(\text{NO}_2) + 5M(\text{O}_2) / 4 + 5$ $(4 \cdot 46 + 5 \cdot 32) / (4 + 5) = 38,2$	2
Максимальный балл	8

**Задание 6.1.** (10 баллов)

Сероводородная ванна – это бальнеологическая процедура, основанная на применении минеральной воды, насыщенной сероводородом. Является одной из наиболее частых и доступных процедур во время санаторно-курортного лечения, реабилитации и терапии ряда заболеваний. Специфичность лечения определяется не только составом воды, но и ее температурой, временем воздействия и рядом других.

Польза от воды из сероводородных источников впервые была отмечена при Петре I. В начале 18 века возле Самары были построены заводы, работники которых купались в Серном озере, и вода из него хорошо лечила различные кожные заболевания. Это озеро находилось недалеко от крепости Сергиевск, поэтому и воды стал называть Сергиевскими.

Сероводород объемом 33,6 литра (н.у.) полностью сгорел, образовав при это 8г серы. Рассчитайте объем (н.у.) израсходованного воздуха.

**РЕШЕНИЕ**

Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Баллы
$2\text{H}_2\text{S} + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{S} + 2\text{H}_2\text{O}$	2
$2\text{H}_2\text{S} + 3\text{O}_2 \rightarrow 2\text{SO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$	2
$n(\text{H}_2\text{S}) = 33,6/22,4 = 1,5$ моль $n(\text{S}) = 8/32 = 0,25$ моль	2
Следовательно $n(\text{SO}_2) = 1,5 - 0,25 = 1,25$ моль $n(\text{O}_2) = (0,25/2 + 1,25 \cdot 1,5) = 2,0$ моль	2
$V(\text{O}_2) = 2 \cdot 22,4 = 44,8$ л $V(\text{воздуха}) = 44,8 / 0,21 = 213,3$ л	2
Максимальный балл	10

**Задание 6.2.** (10 баллов)

Сероводородная ванна – это бальнеологическая процедура, основанная на применении минеральной воды, насыщенной сероводородом. Является одной из наиболее частых и доступных процедур во время санаторно-курортного лечения, реабилитации и терапии ряда заболеваний. Специфичность лечения определяется не только составом воды, но и ее температурой, временем воздействия и рядом других.

Польза от воды из сероводородных источников впервые была отмечена при Петре I. В начале 18 века возле Самары были построены заводы, работники которых купались в Серном озере, и вода из него хорошо лечила различные кожные заболевания. Это озеро находилось недалеко от крепости Сергиевск, поэтому и воды стал называть Сергиевскими.

Сероводород объемом 16,8 литра (н.у.) полностью сгорел, образовав при это 16г серы. Рассчитайте объем (н.у.) израсходованного воздуха.

**РЕШЕНИЕ**

Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Баллы
$2\text{H}_2\text{S} + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{S} + 2\text{H}_2\text{O}$	2
$2\text{H}_2\text{S} + 3\text{O}_2 \rightarrow 2\text{SO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$	2
$n(\text{H}_2\text{S}) = 16,8/22,4 = 0,75$ моль $n(\text{S}) = 16/32 = 0,5$ моль	2
Следовательно $n(\text{SO}_2) = 0,75 - 0,5 = 0,25$ моль $n(\text{O}_2) = (0,5/2 + 0,25 \cdot 1,5) = 0,625$ моль	2
$V(\text{O}_2) = 0,625 \cdot 22,4 = 14$ л $V(\text{воздуха}) = 14 / 0,21 = 66,7$ л	2
Максимальный балл	10

**Задание 7.1.** (12 баллов)

**7.1.** Месторождения самородной серы активно разрабатывались еще во времена Древней Греции и Рима. Её широко использовали для религиозно-мистических целей, зажигая при различных ритуалах. В восьмом веке в Китае начали использовать в пиротехнических целях. В элементарном виде серу используют по сей день для производства взрывчатых веществ и спичек. Коллоидная сера используется в дерматологии при клещевых поражениях.

Смесь серы и фосфора общей массой 110,5г обработали стехиометрическим количеством разбавленной азотной кислоты, при этом выделилось газа, бурящего на воздухе. Другие газы в ходе реакции не образовывались. выделившейся газ собрали, его объем составил 145,6л (н.у.)

Рассчитайте массовые доли серы и фосфора в исходной смеси и вычислите массу 10% раствора едкого натра, необходимого для полной нейтрализации полученной смеси кислот.

**РЕШЕНИЕ**

Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Баллы
$\text{S} + 2\text{HNO}_3 \rightarrow \text{H}_2\text{SO}_4 + 2\text{NO}$	2
$3\text{P} + 5\text{HNO}_3 + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow 3\text{H}_3\text{PO}_4 + 5\text{NO}$	2
$n(\text{S}) = x$ моль $n(\text{P}) = y$ моль $32x + 31y = 110,5$ $2x + 5/3 y = 145,6/22,4 = 6,5$	2
Откуда $x = 2$ моль; $y = 1,5$ моль $w(\text{s}) = 2 \cdot 32 / 110,5 = 57,9\%$	2
$\text{H}_2\text{SO}_4 + 2\text{NaOH} \rightarrow \text{Na}_2\text{SO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$	2

$\text{H}_3\text{PO}_4 + 3 \text{NaOH} \rightarrow \text{Na}_3\text{PO}_4 + 3\text{H}_2\text{O}$	
$m(\text{раствора}) = (2 \cdot 2 + 3 \cdot 1,5) \cdot 40 / 0,1 = 3400\text{г}$	2
Максимальный балл	12

### 7.2. (12 баллов)

Месторождения самородной серы активно разрабатывались еще во времена Древней Греции и Рима. Её широко использовали для религиозно-мистических целей, зажигая при различных ритуалах. В восьмом веке в Китае начали использовать в пиротехнических целях. В элементарном виде серу используют по сей день для производства взрывчатых веществ и спичек. Коллоидная сера используется в дерматологии при клещевых поражениях.

Смесь серы и фосфора общей массой 221г обработали разбавленной азотной кислотой, при этом наблюдалось выделение газа, бурящего на воздухе. Другие газы в ходе реакции не образовывались. выделившейся газ собрали, его объем составил 291,2л (н.у.) Рассчитайте массовые доли серы и фосфора в исходной смеси и вычислите массу 10% раствора едкого натра, необходимого для полной нейтрализации полученной смеси кислот.

### РЕШЕНИЕ

Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Баллы
$\text{S} + 2\text{HNO}_3 \rightarrow \text{H}_2\text{SO}_4 + 2\text{NO}$	2
$3\text{P} + 5 \text{HNO}_3 + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow 3\text{H}_3\text{PO}_4 + 5\text{NO}$	2
$n(\text{S}) = x$ моль $n(\text{P}) = y$ моль $32x + 31y = 221$ $2x + 5/3 y = 291,2/22,4 = 13$	2
Откуда $x=4$ моль; $y=3$ моль $w(\text{s}) = 4 \cdot 32 / 221 = 57,9\%$	2
$\text{H}_2\text{SO}_4 + 2\text{NaOH} \rightarrow \text{Na}_2\text{SO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$ $\text{H}_3\text{PO}_4 + 3 \text{NaOH} \rightarrow \text{Na}_3\text{PO}_4 + 3\text{H}_2\text{O}$	2
$m(\text{раствора}) = (2 \cdot 4 + 3 \cdot 3) \cdot 40 / 0,1 = 6800\text{г}$	2
Максимальный балл	12

### Задание 8.1. (14 баллов)

В ортопедической стоматологии широкое применение находят растворы щелочей, применяемых на различных стадиях изготовления бюгельных протезов для протравливания поверхности металлических отливок. Рассчитайте массу калия, которую потребуется добавить к 500 гр. 1% раствора калия гидроксида для получения 10% раствора гидроксида калия.

### РЕШЕНИЕ

Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Баллы
$2 \text{K} + \text{H}_2\text{O} = 2\text{KOH} + \text{H}_2$	3
$m(\text{KOH})(\text{ в исходном р-ре}) = 500 \cdot 0,01 = 5 \text{ гр.}$	3
$n(\text{K}) = x$ моль ; $m(\text{K}) = 39x$ гр. $n(\text{KOH}) = x$ моль; $m(\text{KOH}) = 56x$ ; $n(\text{H}_2) = 0,5x$ моль ; $m(\text{H}_2) = x$	4
$W(\text{KOH}) = (5 + 56x) / (500 + 39x - x) = 0,1$ ; $x = 0,86$ моль	2
$m(\text{K}) = 33,54 \text{ гр.}$	2
Максимальный балл	14

**Задание 8.2.** (14 баллов)

В ортопедической стоматологии широкое применение находят растворы щелочей, применяемых на различных стадиях изготовления бюгельных протезов для протравливания поверхности металлических отливок. Рассчитайте массу оксида калия, которую потребуется добавить к 750 гр. 2% раствора калия гидроксида для получения 20% раствора гидроксида калия.

РЕШЕНИЕ

Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Баллы
$K_2O + H_2O = 2KOH$	3
$m(KOH) \text{ (в исходном р-ре)} = 750 \cdot 0,02 = 15 \text{ гр.}$	3
$n(K_2O) = x \text{ моль}; m(K_2O) = 94x \text{ гр.}$ $n(KOH) = 2x \text{ моль}; m(KOH) = 56 \cdot 2x = 112x \text{ гр.};$	4
$W(KOH) = (15 + 112x) / (750 + 94x) = 0,2; x = 1,45 \text{ моль}$	2
$m(K_2O) = 136,3 \text{ гр.}$	2
Максимальный балл	14

**Задание 9.1** (14 баллов)

Препараты, содержащие серу, издревле находили свое применение в медицине. Макроэлемент сера необходима для обеспечения различных важных функций в организме человека и является составной частью любой живой материи. Биологическое значение серы определяется тем, что она входит в состав аминокислот метионина и цистеина и, следовательно, в состав белков и пептидов. Дисульфидные связи или цистеиновые мостики ( $-S-S-$ ) в полипептидных цепях участвуют в формировании пространственной структуры белков. Цистеиновые мостики связывают между собой аминокислоты, образуя пептид, обеспечивая его уникальную структуру, таким образом, определяя его основные физико-химические свойства белка.

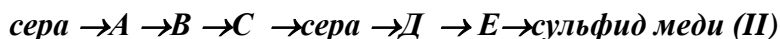
Препараты, содержащие серу, издревле находили свое применение в медицине. Противомикробное и противопаразитарное действие сера оказывает при контакте с кожей, взаимодействует с веществами органического происхождения, в результате чего образуются сульфиды и пентатионовая кислота, что и делают серную мазь антисептиком природного происхождения

Напишите уравнения химических реакций согласно цепочке превращений. Все вещества содержат серу.

В схеме только одна реакция протекает без изменения степени окисления.

Ко всем окислительно-восстановительным реакциям приведите электронный баланс.

Укажите окислитель и восстановитель.



РЕШЕНИЕ

Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Баллы
$S + Fe \rightarrow FeS$	2
$FeS + 2HCl \rightarrow FeCl_2 + H_2S$	2
$2H_2S + 3O_2 \rightarrow 2SO_2 + 2H_2O$	2
$SO_2 + 2H_2S \rightarrow 3S + 2H_2O$	2
$S + 2HNO_3 \rightarrow H_2SO_4 + 2NO$	2
$Cu + 2H_2SO_4 \rightarrow CuSO_4 + SO_2 + 2H_2O$	2
$CuSO_4 + 4C \rightarrow CuS + 4CO$	2

**Задание 9.2.** (14 баллов)

Препараты, содержащие серу, издревле находили свое применение в медицине. Макроэлемент сера необходима для обеспечения различных важных функций в организме человека и является составной частью любой живой материи. Биологическое значение серы определяется тем, что она входит в состав аминокислот метионина и цистеина и, следовательно, в состав белков и пептидов. Дисульфидные связи или цистеиновые мостики ( $-S-S-$ ) в полипептидных цепях участвуют в формировании пространственной структуры белков. Цистеиновые мостики связывают между собой аминокислоты, образуя пептид, обеспечивая его уникальную структуру, таким образом, определяя его основные физико-химические свойства белка.

Препараты, содержащие серу, издревле находили свое применение в медицине. Противомикробное и противопаразитарное действие сера оказывает при контакте с кожей, взаимодействует с веществами органического происхождения, в результате чего образуются сульфиды и пентатионовая кислота, что и делают серную мазь антисептиком природного происхождения

Напишите уравнения химических реакций согласно цепочке превращений.

В схеме только одна реакция протекает без изменения степени окисления.

Ко всем окислительно-восстановительным реакциям приведите электронный баланс.

Укажите окислитель и восстановитель.

*сульфид железа (II) → А → В → С → →серная кислота → Д → Е →сульфид цинка*

**РЕШЕНИЕ**

Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Баллы
$FeS + 2HCl \rightarrow FeCl_2 + H_2S$	2
$2H_2S + 3O_2 \rightarrow 2SO_2 + 2H_2O$	2
$SO_2 + 2H_2S \rightarrow 3S + 2H_2O$	2
$S + 2HNO_3 \rightarrow H_2SO_4 + 2NO$	2
$Cu + 2H_2SO_4 \rightarrow CuSO_4 + SO_2 + 2H_2O$	2
$CuSO_4 + Zn \rightarrow ZnSO_4 + Cu$	2
$ZnSO_4 + 4C \rightarrow ZnS + 4CO$	2
Максимальный балл	14

**Задание 10.1.** (16 баллов)

Калий, натрий, магний и хлор являются основными электролитами в организме человека. Они отвечают за регулирование артериального давления, передачу нервных импульсов, работу сердца.

Калий – важная составляющая большинства клеток. Вместе с другими электролитами ионы калия отвечают за функционирование мышц и нервов, нормальный электролитный баланс, водный обмен. В крови содержится только небольшое количество макроэлемента, даже незначительные колебания его уровня приводят к серьезным последствиям

Магний участвует в выработке энергии, синтезе ферментов, сокращении мышц и других жизненно важных процессах. Он всасывается из пищи в ЖКТ и выделяется почками.

Натрий имеется во всех тканях и жидкостях организма. Он необходим для сокращения мышц, поддержания водно-солевого баланса. Макроэлемент всасывается в кишечнике из обычной столовой соли.

Хлор входит в состав многих биологически активных веществ, выполняет целый ряд физиологических функций. Его уровень в норме относительно стабилен  
 В лаборатории из смеси сульфата калия, сульфата магния и сульфата цинка выделите исходные вещества в чистом виде. Выбор реагентов и число стадий неограниченно. Запишите уравнения соответствующих химических реакций.

#### РЕШЕНИЕ

Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Баллы
добавили растворимый карбонат $MgSO_4 + K_2CO_3 \rightarrow MgCO_3 + K_2SO_4$ $ZnSO_4 + K_2CO_3 \rightarrow ZnCO_3 + K_2SO_4$ Осадок отфильтровали, воду выпарили, в сухом остатке - сульфат калия в чистом виде.	2
Отфильтрованный осадок обработали разбавленной минеральной кислотой. $MgCO_3 + H_2SO_4 \rightarrow MgSO_4 + CO_2 + H_2O$ $ZnCO_3 + H_2SO_4 \rightarrow ZnSO_4 + CO_2 + H_2O$	2
Полученный раствор обработали избытком щелочи, при этом в осадке только гидроксид магния. $MgSO_4 + 2KOH \rightarrow Mg(OH)_2 + K_2SO_4$ $ZnSO_4 + 4KOH \rightarrow K_2[Zn(OH)_4] + K_2SO_4$	2
Осадок отфильтровали и обработали по каплям разбавленной серной кислотой. $Mg(OH)_2 + H_2SO_4 \rightarrow MgSO_4 + 2H_2O$	2
Фильтрат обработали по каплям разбавленной минеральной кислотой до выпадения осадка. $K_2[Zn(OH)_4] + 2HCl \rightarrow Zn(OH)_2 + 2KCl$	2
Образовавшийся осадок отфильтровали и обработали достаточным количеством серной кислоты. Раствор выпарили. в сухом остатке – сульфат цинка. $Zn(OH)_2 + H_2SO_4 \rightarrow ZnSO_4 + 2H_2O$	2
Максимальный балл	16

#### Задание 10.2. (16 баллов)

Калий, натрий, магний и хлор являются основными электролитами в организме человека. Они отвечают за регулирование артериального давления, передачу нервных импульсов, работу сердца.

Калий – важная составляющая большинства клеток. Вместе с другими электролитами ионы калия отвечают за функционирование мышц и нервов, нормальный электролитный баланс, водный обмен. В крови содержится только небольшое количество макроэлемента, даже незначительные колебания его уровня приводят к серьезным последствиям

Магний участвует в выработке энергии, синтезе ферментов, сокращении мышц и других жизненно важных процессах. Он всасывается из пищи в ЖКТ и выделяется почками.

Натрий имеется во всех тканях и жидкостях организма. Он необходим для сокращения мышц, поддержания водно-солевого баланса. Макроэлемент всасывается в кишечнике из обычной столовой соли.

Хлор входит в состав многих биологически активных веществ, выполняет целый ряд физиологических функций. Его уровень в норме относительно стабилен

В химической лаборатории из смеси хлорида натрия, хлорида магния и хлорида цинка выделите в чистом виде исходные вещества выбор реагентов и число стадий неограниченно. Запишите уравнения соответствующих химических реакций.

Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Баллы
---	-------



добавили растворимый карбонат $MgCl_2 + K_2CO_3 \rightarrow MgCO_3 + 2KCl$ $ZnCl_2 + K_2CO_3 \rightarrow ZnCO_3 + 2KCl$ Осадок отфильтровали, воду выпарили, в сухом остатке - сульфат калия в чистом виде.	2
Отфильтрованный осадок обработали разбавленной минеральной кислотой. $MgCO_3 + H_2SO_4 \rightarrow MgSO_4 + CO_2 + H_2O$	2
$ZnCO_3 + H_2SO_4 \rightarrow ZnSO_4 + CO_2 + H_2O$	2
Полученный раствор обработали избытком щелочи, при этом в осадке только гидроксид магния. $MgSO_4 + 2KOH \rightarrow Mg(OH)_2 + K_2SO_4$	2
$ZnSO_4 + 4KOH \rightarrow K_2[Zn(OH)_4] + K_2SO_4$	2
Осадок отфильтровали и обработали по каплям соляной кислотой. $Mg(OH)_2 + 2HCl \rightarrow MgCl_2 + 2H_2O$	2
Фильтрат обработали по каплям разбавленной минеральной кислотой до выпадения осадка. $K_2[Zn(OH)_4] + 2HCl \rightarrow Zn(OH)_2 + 2KCl$	2
Образовавшийся осадок отфильтровали и обработали достаточным количеством серной кислоты. Раствор выпарили. в сухом остатке – сульфат цинка. $Zn(OH)_2 + 2H_2SO_4 \rightarrow ZnSO_4 + 2H_2O$	2
Максимальный балл	16

**Материалы заданий заключительного этапа Всероссийской Сеченовской олимпиады школьников по химии 2023г. с ответами на задания, с указанием выставляемых баллов за каждое задание.**

**10 класс**

**ВАРИАНТ 1**

**ЗАДАНИЕ 1** (6 баллов)

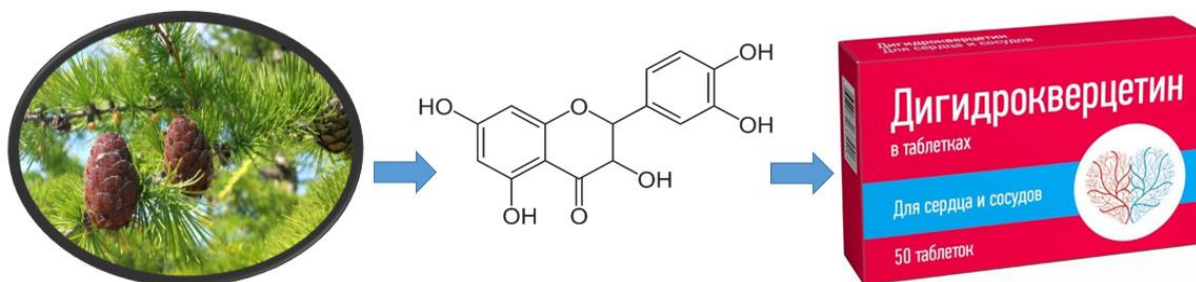
1-1. Ученые кафедры химии Сеченовского университета активно участвуют в научных исследованиях, начатых в конце 20-го века под руководством доктора хим. наук, профессора, Заслуженного деятеля науки РФ Тюкавкиной Н.А., по разработке методов анализа и стандартизации лекарственных средств на основе дигидрокверцетина – флавоноидного соединения, обладающего высокой антиоксидантной активностью, выделенного из древесины лиственницы *Larix lignum*.



Профессор Тюкавкина Нонна  
Арсеньевна



Формула дигидрокверцетина приведена на схеме. Рассчитайте во сколько раз массовая доля атомарного кислорода в соединении меньше массовой доли атомарного углерода, а также объем углекислого газа (давление 101кПа, температура 30<sup>0</sup> С), который выделится при сжигании 64 г дигидрокверцетина, содержащего помимо основного вещества 5% примесей, не содержащих углерод.



**РЕШЕНИЕ**

Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Баллы
Формула дигидрокверцетина $C_{15}H_{12}O_7$ . $M(C_{15}H_{12}O_7)=304$ г \моль;	2
Рассчитаем массовые доли атомарных кислорода и водорода в дигидрокверцитине: $\omega(O)=m(O)\backslash M(C_{15}H_{12}O_7)=36,8\%$ $\omega(C)=m(C)\backslash M(C_{15}H_{12}O_7)=59,2\%$ $\omega(C)\backslash\omega(O)=1,61$ ного кислорода в 1,61 раза меньше массовой доли атомарного углерода.	2

Уравнение реакции горения: $2C_{15}H_{12}O_{29}O_2=30CO_2+12H_2O$ $m(C_{15}H_{12}O_7 \text{ чистого вещества})=64 \cdot 0,95=60,8 \text{ г}$ $n(C_{15}H_{21}O_7) = 60,8/304=0,2 \text{ моль}$ $n(CO_2) = 15n(C_{15}H_{21}O_7) = 3 \text{ моль}$ $V(CO_2) = 3 \cdot 8,31 \cdot 303/101 = 74,8 \text{ л}$	2
Максимальный балл	6

### ЗАДАНИЕ 2 (6 баллов)

2-1. Железную окалину сплавляли при  $500^{\circ}C$  с избытком гидроксида натрия, при этом образовалась смесь двух солей. В первой соли массовая доля кислорода 24,49%, а массовая доля натрия 46,94%. Во второй соли на один атом железа приходится 5 атомов натрия, а суммарное число всех атомов равно  $9,045 \cdot 10^{23}$ . Напишите уравнение реакции. Определите массу взятой железной окалины.

РЕШЕНИЕ

Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Баллы
Первая соль: $Na:Fe:O = 46,94/23 : 27,58/56 : 24,49/16 = 4:1:3 \Rightarrow Na_4FeO_3 (Fe^{+2})$ Вторая соль: т.к. $Fe^{+3} \Rightarrow Na_5FeO_4$	2
Уравнение реакции: $Fe_3O_4 + 14NaOH \rightarrow Na_4FeO_3 + 2Na_5FeO_4 + 7H_2O$	2
$v(\text{атомов}) = 9,045 \cdot 10^{23} / 6,02 \cdot 10^{23} = 1,5 \text{ моль}$ $v(Na_5FeO_4) = 1,5/10 = 0,15 \text{ моль}$ $v(Fe_3O_4) = 0,15/2 = 0,075 \text{ моль}$ $m(Fe_3O_4) = 232 \cdot 0,075 = 17,4 \text{ г}$	2
Максимальный балл	6

### ЗАДАНИЕ 3 (6 баллов)

3-1. К веществам, предназначенные для применения в аэрозольных упаковках медицинских препаратов, относятся пропелленты (эвакуирующие газы). Наиболее часто применяемыми пропеллентами в аэрозольных рецептурах являются фреоны, азот, диоксид углерода. Фреоны – производные алканов, в которых все атомы водорода замещены на атомы фтора и хлора. В эквимолярной (содержащей равные количества вещества) смеси фреона и азота с относительной плотностью по аргону 2,49 массовая доля атомарного фтора составляет 38,19%. Определите общее число атомов всех элементов в 5,04 л (н.у.) такой смеси.

РЕШЕНИЕ

Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Баллы
$M(\text{смеси}) = 2,49 \cdot 40 = 99,6 \text{ г/моль}$ $M(\text{фреона}) = 99,6 \cdot 2 - 28 = 171,2 \text{ г/моль}$ $m(F) = 99,6 \cdot 2 \cdot 0,3819 = 76$ $n(F) = 76/19 = 4$ – число атомов фтора в молекуле фреона $C_xF_4Cl_z$	2
$4+Z=2x+2$ откуда $Z=2x-2$ , следовательно $C_xF_4Cl_{2x-2}$ $12x+76+71x-71=171,2$ $X=2$	2

Формула $C_2F_4Cl_2$	
Количество вещества смеси: $\nu(C_2F_4Cl_2 + N_2) = 5,04/22,4 = 0,225$ моль Количество вещества атомов в смеси: $\nu(\text{атомов}) = (8+2) \cdot 0,225/2 = 1,125$ моль $N(\text{атомов}) = 1,125 \cdot 6,02 \cdot 10^{23} = 6,77 \cdot 10^{23}$	2
Максимальный балл	6

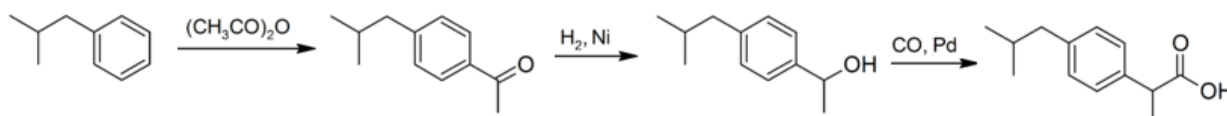
#### ЗАДАНИЕ 4 (8 баллов)

4-1. В фармацевтическом производстве в качестве сульфорирующего водоотнимающего реагента находят применение олеум. Рассчитайте соотношение, в котором следует смешать 85% раствор  $H_2SO_4$  и 25% олеум, для получения 100% безводной серной кислоты.

Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Баллы
$m(\text{р-ра } H_2SO_4) = x$ $m(\text{олеум}) = y$ $m(H_2SO_4) = 0,85x$ $m(SO_3) = 0,25y$ $m(H_2O) = 0,15x$ $m(H_2SO_4) = 0,75y$ $\nu(H_2O) = 0,0083x$ $\nu(SO_3) = 0,003125y$	4
$H_2O + SO_3 = H_2SO_4$ $\nu(H_2O) = \nu(SO_3)$ $0,0083x = 0,003125y$	2
$y = 2,7x$ $m(\text{олеума}):m(\text{кислоты}) = 2,7:1$	2
Максимальный балл	8

#### ЗАДАНИЕ 5 (10 баллов)

5-1. Ибупрофен – нестероидное противовоспалительное лекарственное средство (НПВС), является производным пропионовой кислоты. Ибупрофен синтезируют из изобутилбензола согласно схеме:



Масса изобутилбензола равна 603 г, масса 1-(4-изобутилфенил)этанола равна 320,4 г. Определите массу полученного ибупрофена, если выход каждой следующей реакции в 1,6 раз меньше, чем предыдущей.

РЕШЕНИЕ

Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Баллы
$\nu(C_{10}H_{14}) = 603/134 = 4,5$ моль $\nu(C_{12}H_{18}O) = 320,4/178 = 1,8$ моль	2
Пусть выход первой реакции $\eta_1 = 1,6x$ , тогда выход второй реакции $\eta_2 = x$ $4,5 \cdot 1,6x \cdot x = 1,8$ $X^2 = 0,25$ $X = 0,5$	4
Выход третьей реакции $\eta_3 = 0,5/1,6 = 0,3125$	2

$v(\text{C}_{13}\text{H}_{18}\text{O}_2) = 1,8 \cdot 0,3125 = 0,5625$ моль $M(\text{C}_{13}\text{H}_{18}\text{O}_2) = 206$ г/моль $m(\text{C}_{13}\text{H}_{18}\text{O}_2) = 0,5625 \cdot 206 = 115,9$ г	2
Максимальный балл	10

### ЗАДАНИЕ 6 (10 баллов)

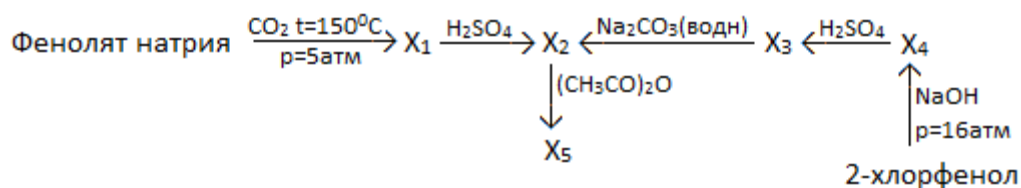
6-1. Свинец применяется в медицине для изготовления защитных пластин и фартуков от рентгеновского излучения, поскольку не пропускает гамма-лучи. Соединения свинца (оксиды, ацетат) используются в медицине в качестве антисептиков, противовоспалительных и вяжущих средств в составе пластырей, примочек. Имеются два оксида свинца А и В, в которых массовые доли свинца относятся как 20:21. Оксид А не растворяется в разбавленной азотной кислоте, но реагирует с пероксидом водорода в присутствии азотной кислоты, а также реагирует с горячей концентрированной серной кислотой; в каждой реакции выделяется газ Х. Оксид В растворяется в разбавленной азотной кислоте с образованием осадка. Оба оксида А и В вступают в реакцию с горячей концентрированной соляной кислотой с образованием осадка и выделением газа Y. Напишите уравнения пяти реакций.

РЕШЕНИЕ

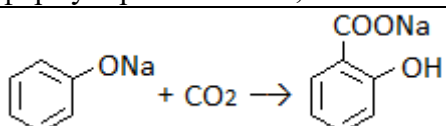
Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Баллы
Оксид А – $\text{PbO}_2$ Оксид В – $\text{Pb}_3\text{O}_4$ $\text{PbO}_2 + \text{H}_2\text{O}_2 + 2\text{HNO}_3 \rightarrow \text{Pb}(\text{NO}_3)_2 + \text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$	2
$2\text{PbO}_2 + 2\text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow 2\text{PbSO}_4 + \text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$	2
$\text{Pb}_3\text{O}_4 + 4\text{HNO}_3 \rightarrow 2\text{Pb}(\text{NO}_3)_2 + \text{PbO}_2 \downarrow + 2\text{H}_2\text{O}$	2
$\text{PbO}_2 + 4\text{HCl} \rightarrow \text{PbCl}_2 + \text{Cl}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$	2
$\text{Pb}_3\text{O}_4 + 8\text{HCl} \rightarrow 3\text{PbCl}_2 + \text{Cl}_2 + 4\text{H}_2\text{O}$	2
Максимальный балл	10

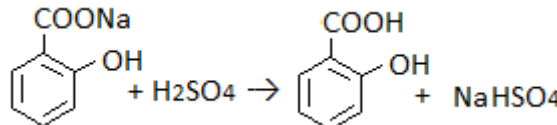
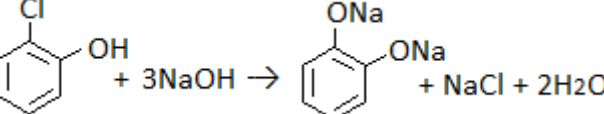
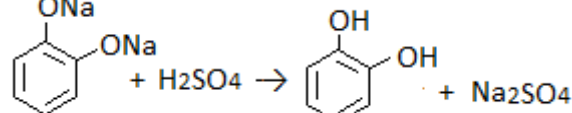
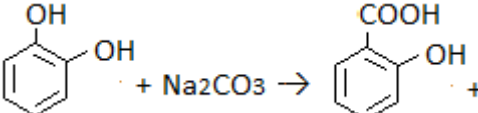
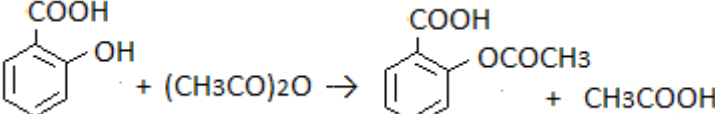
### ЗАДАНИЕ 7 (12 баллов)

7-1. Ацетилсалициловая кислота (аспирин) — лекарственное средство, оказывающее обезболивающее, жаропонижающее, противовоспалительное действие, также является блокатором циклооксигеназы тромбоцитов. Напишите уравнения реакций, соответствующих получению ацетилсалициловой кислоты ( $X_5$ ), если известно, что в веществе  $X_1$  функциональные группы находятся у соседних атомов углерода.



РЕШЕНИЕ

Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Баллы
	2

	2
	2
	2
	2
	2
Максимальный балл	12

### ЗАДАНИЕ 8 (12 баллов)

8-1. Элемент X, широко используемый в качестве конструкционного материала в ортопедической стоматологии, образует соединение  $\text{CaXO}_3$ , в котором массовая доля кислорода составляет 35,29%. Простое вещество X реагирует с концентрированным горячим раствором хлороводородной кислоты в молярном соотношении 1:3, при этом образуется вещество (А) темно-фиолетового цвета. Вещество А выделили из раствора в виде кристаллогидрата (В) светло-фиолетового цвета. Массовая доля кислорода в кристаллогидрате составляет 36,57%. При взаимодействии (В) с разбавленным раствором гидроксида натрия образуется темно-красный осадок вещества (С). Осадок отделили от раствора и прокалили со смесью нитрата калия и гидроксида калия, при этом выделился газ (Д), вызывающий почернение бумаги, смоченной раствором  $\text{Hg}_2(\text{NO}_3)_2$ . Рассчитайте объем газа Д (н.у.), если масса взятого кристаллогидрата В равна 105 г.

### РЕШЕНИЕ

Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Баллы
$M(\text{CaXO}_3) = 3 \cdot 16 / 0,3529 = 136 \text{ г/моль}$ $A_r(\text{X}) = 136 - 40 - 48 = 48 \Rightarrow \text{X} - \text{это Ti}$	2
$2\text{Ti} + 6\text{HCl} \rightarrow 2\text{TiCl}_3 + 3\text{H}_2$ $\text{TiCl}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ $16n = 0,3657(154,5 + 18n)$ $n = 6$	2
$v(\text{TiCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}) = 105 / 262,5 = 0,4 \text{ моль}$	2
$\text{TiCl}_3 + 3\text{NaOH} \rightarrow \text{Ti}(\text{OH})_3 + 3\text{NaCl}$	2
$8\text{Ti}(\text{OH})_3 + \text{KNO}_3 + 15\text{KOH} \rightarrow 8\text{K}_2\text{TiO}_3 + \text{NH}_3 + 18\text{H}_2\text{O}$	2
$v(\text{NH}_3) = 0,4 / 8 = 0,05 \text{ моль}$ $V(\text{NH}_3) = 22,4 \cdot 0,05 = 1,12 \text{ л}$	2

Максимальный балл	12
-------------------	----

**ЗАДАНИЕ 9 (12 баллов)**

9-1. Лекарственные препараты сульфата цинка используются в медицине в качестве противомикробных (антисептических) средств для наружного применения и в зависимости от концентрации оказывают вяжущее, раздражающее или прижигающее действие. При электролизе 300 г раствора сульфата цинка с плотностью 1,2 г/мл и концентрацией соли 1,2 моль/л образовалось 35,84 л (н.у.) смеси газов с относительной плотностью по воздуху 0,457. К полученному после электролиза раствору добавили 160 г 20%-ного раствора гидроксида натрия. Определите молярные концентрации веществ в итоговом растворе, если его плотность 1,11 г/мл.

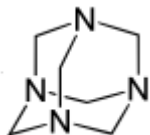
**РЕШЕНИЕ**

Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Баллы
$2\text{ZnSO}_4 + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{Zn} + \text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{SO}_4$ $2\text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{H}_2 + \text{O}_2$ $V(\text{раствора}) = 300/1,2 = 250 \text{ мл} = 0,25 \text{ л}$ $v(\text{ZnSO}_4) = 1,2 \cdot 0,25 = 0,3 \text{ моль}$	2
$v(\text{смеси газов}) = 35,84/22,4 = 1,6 \text{ моль}$ $m(\text{смеси газов}) = 1,6 \cdot 0,457 \cdot 29 = 21,2 \text{ г}$	2
Пусть разложилось: $v(\text{ZnSO}_4) = x$ ; $v(\text{H}_2\text{O}) = y$ $\begin{cases} 0,5x + 1,5y = 1,6 \\ 16(x + y) + 2y = 21,2 \end{cases}$ $\begin{cases} x = 0,2 \\ y = 1 \end{cases}$	2
$v(\text{ZnSO}_4) \text{ ост.} = 0,3 - 0,2 = 0,1 \text{ моль}$ $v(\text{H}_2\text{SO}_4) = 0,2 \text{ моль}$ $m(\text{раствора}) = 300 - 0,2 \cdot 65 - 21,2 = 265,8 \text{ г}$ $v(\text{NaOH}) = 160 \cdot 0,2/40 = 0,8 \text{ моль}$	2
$\text{H}_2\text{SO}_4 + 2\text{NaOH} \rightarrow \text{Na}_2\text{SO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$ $\text{ZnSO}_4 + 4\text{NaOH} \rightarrow \text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{Na}_2[\text{Zn}(\text{OH})_4]$ $v(\text{Na}_2\text{SO}_4) \text{ ост.} = 0,2 + 0,1 = 0,3 \text{ моль}$ $v(\text{Na}_2[\text{Zn}(\text{OH})_4]) = 0,1 \text{ моль}$ $m(\text{раствора}) = 265,8 + 160 = 425,8 \text{ г}$	2
$V(\text{раствора}) = 425,8/1,08 = 383,6 \text{ мл} = 0,3836 \text{ л}$ $C(\text{Na}_2\text{SO}_4) = 0,3/0,3836 = 0,782 \text{ моль/л}$ $C(\text{Na}_2[\text{Zn}(\text{OH})_4]) = 0,1/0,3836 = 0,26 \text{ моль/л}$	2
Максимальный балл	12

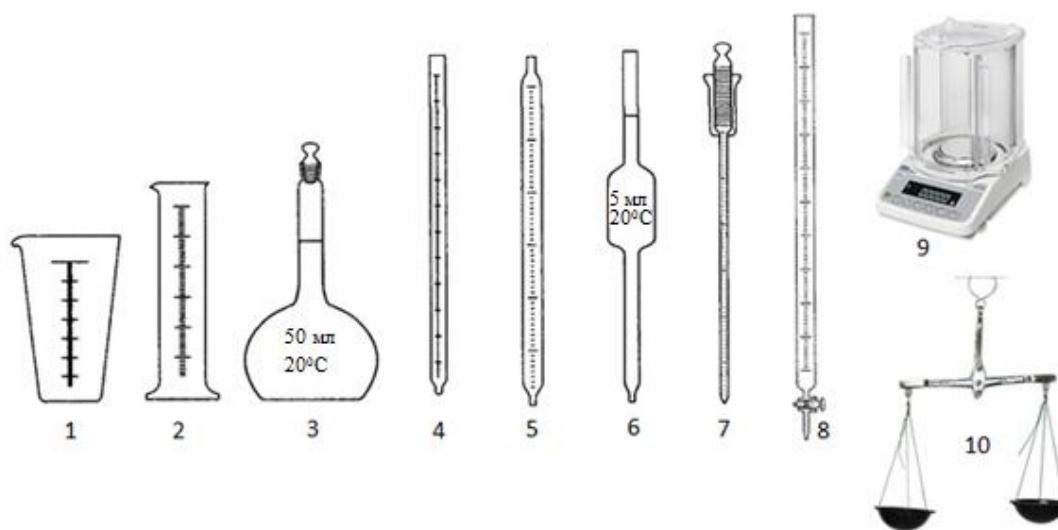
**ЗАДАНИЕ 10 (18 баллов)**

10-1. Хлорид аммония используется в медицине в качестве диуретического средства при метаболическом ацидозе, отеках сердечного происхождения, а также в качестве

отхаркивающего средства при заболеваниях легких. Для количественного определения хлорид аммония растворяют в мерной колбе объемом 25,0 мл. К пробе раствора объемом 2,0 мл добавляют избыток раствора формальдегида (метаналь) и индикатор фенолфталеин. Полученный бесцветный раствор титруют раствором гидроксида натрия с концентрацией 0,1 моль/л. До появления бледно-розовой окраски раствора потребовалось добавить 10,5 мл раствора щелочи. Напишите уравнения реакций, если известно, что при взаимодействии соли аммония с избытком формальдегида образуется уротропин. Рассчитайте массу хлорида аммония в исходном растворе. Уротропин (Гексаметилентетрамин):



Выберите необходимую для проведения анализа аналитическую посуду и оборудование, назовите их и укажите, для чего данная посуда и оборудование используются.



### РЕШЕНИЕ

Элемент ответа	балл
1) Написаны уравнения реакций: $4 \text{NH}_4\text{Cl} + 6 \text{CH}_2\text{O} \rightarrow (\text{CH}_2)_6\text{N}_4 + 4 \text{HCl} + 6 \text{H}_2\text{O}$ $\text{HCl} + \text{NaOH} \rightarrow \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O}$	4
2) Рассчитано количество вещества хлорида аммония в аликвоте: $v(\text{NH}_4\text{Cl}) = v(\text{HCl}) = v(\text{NaOH}) = 0,1 \cdot 10,5 = 1,05 \text{ ммоль}$	2
3) Рассчитано количество вещества хлорида аммония в растворе: $v(\text{NH}_4\text{Cl}) = 1,05 \cdot 25,0 / 2,0 = 13,125 \text{ ммоль}$	2
4) Рассчитана масса хлорида аммония в исходном растворе: $m(\text{NH}_4\text{Cl}) = 13,125 \cdot 53,5 = 702 \text{ мг} = 0,702 \text{ г}$	2
3 – мерная колба – для приготовления точного объема раствора анализируемого вещества;	6



6 – пипетка Мора – для взятия аликвотной доли анализируемого раствора; 8 – бюретка – для определения объема титранта; 9 – аналитические весы – для взятия точной навески анализируемого вещества.	
Максимальный балл	18

**Материалы заданий заключительного этапа Всероссийской Сеченовской олимпиады школьников по биологии 2023г. с ответами на задания, с указанием выставяемых баллов за каждое задание.**

**10 класс**

**ВАРИАНТ 2**

**ЗАДАНИЕ 1 (6 баллов)**

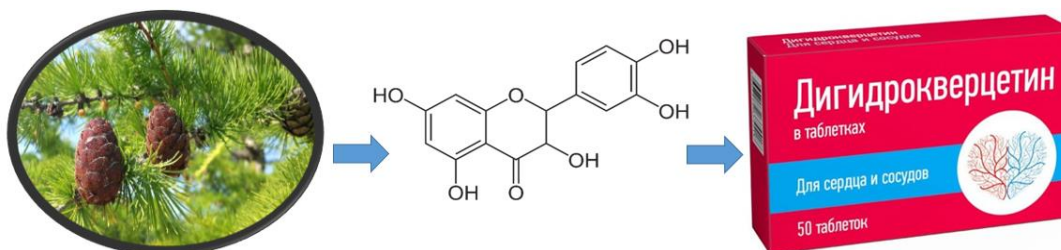
1-2. Ученые кафедры химии Семёновского университета активно участвуют в научных исследованиях, начатых в конце 20-го века под руководством доктора хим. наук, профессора, Заслуженного деятеля науки РФ Тюкавкиной Н.А. по разработке методов анализа и стандартизации лекарственных средств на основе дигидрокверцетина – флавоноидного соединения, обладающего высокой антиоксидантной активностью, выделенного из древесины лиственницы *Larix lignum*



Профессор Тюкавкина Нонна  
Арсеньевна



Формула дигидрокверцетина приведена на схеме. Рассчитайте, во сколько раз массовая доля атомарного кислорода в соединении меньше массовой доли атомарного углерода, а также объем углекислого газа (давление 103,5 кПа, температура 20<sup>0</sup>С), который выделится при сжигании 71,5294 г дигидрокверцетина, содержащего помимо основного вещества 15% примесей, не содержащих углерод.



**РЕШЕНИЕ**

Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Баллы
Формула дигидрокверцетина C <sub>15</sub> H <sub>12</sub> O <sub>7</sub> .	2

$M(C_{15}H_{12}O_7) = 304 \text{ г/моль};$	
Рассчитаем массовые доли атомарных кислорода и водорода в дигидрокверцитине: $\omega(O) = m(O) / M(C_{15}H_{12}O_7) = 36,8\%$ $\omega(C) = m(C) / M(C_{15}H_{12}O_7) = 59,2\%$ $\omega(C) / \omega(O) = 1,61$ Массовая доля атомарного кислорода в 1,61 раза меньше массовой доли атомарного углерода.	2
Уравнение реакции горения: $2C_{15}H_{12}O_7 + 29O_2 = 30CO_2 + 12H_2O$ $m(C_{15}H_{12}O_7 \text{ чистого вещества}) = 71.5294 \cdot 0,85 = 60,8 \text{ г}$ $n(C_{15}H_{12}O_7) = 60,8 / 304 = 0,2 \text{ моль}$ $n(CO_2) = 15n(C_{15}H_{12}O_7) = 3 \text{ моль}$ $V(CO_2) = 3 \cdot 8,31 \cdot 293 / 103,5 = 70,6 \text{ л}$	2
Максимальный балл	6

### ЗАДАНИЕ 2 (6 баллов)

2-2. Железную окалину сплавляли при  $450^{\circ}C$  с избытком гидроксида натрия, при этом образовалась смесь двух солей. В первой соли массовая доля кислорода 27,23%, а массовая доля натрия 48,94%. Во второй соли каждый второй атом – атом натрия. Напишите уравнение реакции. Определите массу взятой железной окалины, если в результате реакции масса твердого вещества уменьшилась на 9,45 г.

РЕШЕНИЕ

Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Баллы
Первая соль: $Na:Fe:O = 48,94/23: 23,83/56 : 27,23/16 = 5:1:4 \Rightarrow Na_5FeO_4 (Fe^{+3})$ Вторая соль ( $Fe^{+2}$ ): $Na_xFeO_y$  $x = y + 1$ $x + 2 = 2y$ отсюда $x = 4 ; y = 3 \Rightarrow Na_4FeO_3$	2
Уравнение реакции: $Fe_3O_4 + 14NaOH \rightarrow Na_4FeO_3 + 2Na_5FeO_4 + 7H_2O$	2
$v(H_2O) = 9,45 / 18 = 0,525 \text{ моль}$ $v(Fe_3O_4) = 0,525 / 7 = 0,075 \text{ моль}$ $m(Fe_3O_4) = 232 \cdot 0,075 = 17,4 \text{ г}$	2
Максимальный балл	6

### ЗАДАНИЕ 3 (6 баллов)

3-2. К веществам, предназначенные для применения в аэрозольных упаковках медицинских препаратов, относятся пропелленты (эвакуирующие газы). Наиболее часто применяемыми пропеллентами в аэрозольных рецептурах являются фреоны, азот, диоксид углерода. Фреоны – производные углеводородов, в которых все атомы водорода замещены на атомы фтора. В эквимольной (содержащей равные количества вещества) смеси фреона и углекислого газа с относительной плотностью по неону 6,1 массовая доля атомов углерода составляет 24,59%. Определите общее число атомов всех элементов в 7,84 л (н.у.) такой смеси.

РЕШЕНИЕ

Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Баллы
$M(\text{смеси}) = 6,1 \cdot 20 = 122 \text{ г/моль}$ $M(\text{фреона}) = 122 \cdot 2 - 44 = 200 \text{ г/моль}$ $m(\text{C}) = 122 \cdot 2 \cdot 0,2459 = 60$ $n(\text{C}) = (60/12) - 1 = 4 - \text{число атомов углерода в молекуле фреона}$ $\text{C}_4\text{F}_x$	2
$12 \cdot 4 + 19x = 200$ $X = 8$ Формула $\text{C}_4\text{F}_8$	2
Количество вещества смеси: $\nu(\text{C}_4\text{F}_8 + \text{CO}_2) = 7,84/22,4 = 0,35 \text{ моль}$ Количество вещества атомов в смеси: $\nu(\text{атомов}) = (12+3) \cdot 0,35/2 = 2,625 \text{ моль}$ $N(\text{атомов}) = 2,625 \cdot 6,02 \cdot 10^{23} = 1,58 \cdot 10^{24}$	2
Максимальный балл	6

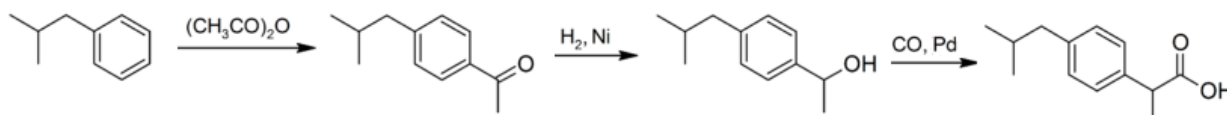
#### ЗАДАНИЕ 4 (8 баллов)

4-2. В фармацевтическом производстве в качестве сульфорирующего водоотнимающего реагента находят применение олеум. Рассчитайте соотношение, в котором следует смешать 90% раствор  $\text{H}_2\text{SO}_4$  и 30% олеум, для получения 100% безводной серной кислоты.

Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Баллы
$m(\text{р-ра } \text{H}_2\text{SO}_4) = x$ $m(\text{олеум}) = y$ $m(\text{H}_2\text{SO}_4) = 0,9x$ $m(\text{SO}_3) = 0,3y$ $m(\text{H}_2\text{O}) = 0,1x$ $m(\text{H}_2\text{SO}_4) = 0,7y$ $\nu(\text{H}_2\text{O}) = 0,0055x$ $\nu(\text{SO}_3) = 0,000121y$	4
$\text{H}_2\text{O} + \text{SO}_3 = \text{H}_2\text{SO}_4$ $\nu(\text{H}_2\text{O}) = \nu(\text{SO}_3)$ $0,0055x = 0,000121y$	2
$y = 45,5x$ $m(\text{олеума}):m(\text{кислоты}) = 45,5:1$	2
Максимальный балл	8

#### ЗАДАНИЕ 5 (10 баллов)

5-2. Ибупрофен – нестероидное противовоспалительное лекарственное средство (НПВС), является производным пропионовой кислоты. Ибупрофен синтезируют из изобутилбензола согласно схеме:



Масса полученного ибупрофена равна 61,8 г, масса (4-изобутилфенил)метилкетона равна 220 г. Определите массу взятого изобутилбензола, если выход каждой следующей реакции в 1,5 раза меньше, чем предыдущей.

РЕШЕНИЕ

Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Баллы
$\nu(\text{C}_{13}\text{H}_{18}\text{O}_2) = 61,8/206 = 0,3 \text{ моль}$	2

$v(\text{C}_{12}\text{H}_{16}\text{O}) = 220/176 = 1,25$ моль	
Пусть выход второй реакции $\eta_2 = 1,5x$ , тогда выход третьей реакции $\eta_3 = x$ $1,25 \cdot 1,5x \cdot x = 0,3$ $x^2 = 0,16$ $x = 0,4$	4
Выход первой реакции $\eta_1 = 0,4 \cdot 1,5 \cdot 1,5 = 0,9$	2
$v(\text{C}_{10}\text{H}_{14}) = 1,25/0,9 = 1,389$ моль $M(\text{C}_{10}\text{H}_{14}) = 134$ г/моль $m(\text{C}_{10}\text{H}_{14}) = 1,389 \cdot 134 = 186,1$ г	2
Максимальный балл	10

### ЗАДАНИЕ 6 (10 баллов)

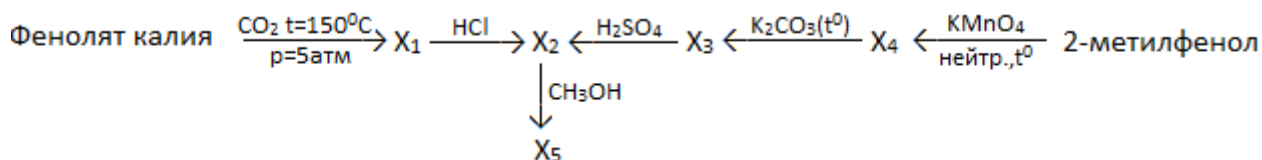
6-2. Свинец применяется в медицине для изготовления защитных пластин и фартуков от рентгеновского излучения, поскольку не пропускает гамма-лучи. Соединения свинца (оксиды, ацетат) используются в медицине в качестве антисептиков, противовоспалительных и вяжущих средств в составе пластырей, примочек. Имеются два оксида свинца А и В, в которых массовые доли кислорода относятся как 3:4. Оксид А растворяется в разбавленной азотной кислоте, при этом осадок не образуется, а также растворяется в разбавленной соляной кислоте с образованием осадка. Оксид В растворяется в разбавленной азотной кислоте с образованием осадка и не реагирует с разбавленной соляной кислотой. Оба оксида А и В растворяются в горячем концентрированном растворе щелочи с образованием комплексных солей разного состава. Напишите уравнения пяти реакций.

РЕШЕНИЕ

Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Баллы
Оксид А – PbO Оксид В – Pb <sub>3</sub> O <sub>4</sub> $\text{PbO} + 2\text{HNO}_3 \rightarrow \text{Pb}(\text{NO}_3)_2 + \text{H}_2\text{O}$	2
$\text{PbO} + 2\text{HCl} \rightarrow \text{PbCl}_2 + \text{H}_2\text{O}$	2
$\text{Pb}_3\text{O}_4 + 4\text{HNO}_3 \rightarrow 2\text{Pb}(\text{NO}_3)_2 + \text{PbO}_2\downarrow + 2\text{H}_2\text{O}$	2
$\text{PbO} + 2\text{NaOH} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Na}_2[\text{Pb}(\text{OH})_4]$	2
$\text{Pb}_3\text{O}_4 + 6\text{NaOH} + 4\text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{Na}_2[\text{Pb}(\text{OH})_4] + \text{Na}_2[\text{Pb}(\text{OH})_6]$	2
Максимальный балл	10

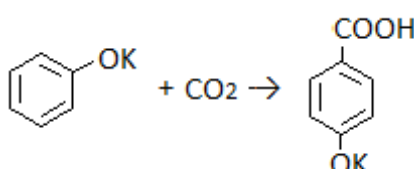
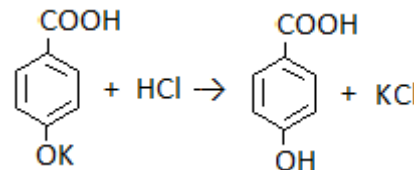
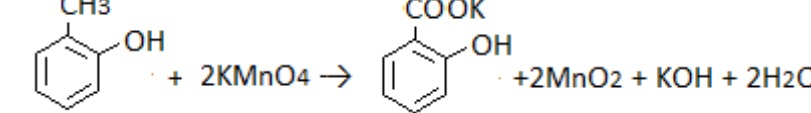
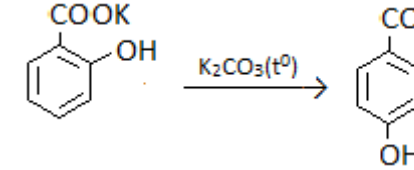
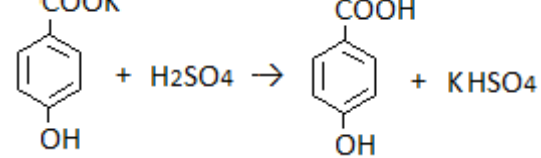
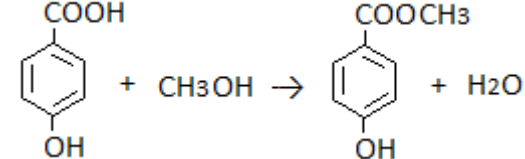
### ЗАДАНИЕ 7 (12 баллов)

7-2. Парабены — сложные эфиры пара-гидроксибензойной кислоты, широко используемые в качестве консервантов в офтальмологических растворах, в фармацевтической и пищевой промышленности благодаря антисептическим и фунгицидным свойствам. Напишите уравнения реакций, соответствующих получению метилпарабена (X<sub>5</sub>), если известно, что в веществе X<sub>3</sub> функциональные группы максимально удалены друг от друга.



РЕШЕНИЕ

Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Баллы
---	-------

	2
	2
	2
	2
	2
	2
Максимальный балл	12

### ЗАДАНИЕ 8 (12 баллов)

8-2. Элемент X, широко используемый в качестве конструкционного материала в ортопедической стоматологии, образует соединение  $K_4XO_4$ , в котором массовая доля калия составляет 58,21%. Простое вещество X реагирует с концентрированным горячим раствором хлороводородной кислоты в молярном соотношении 1:3, при этом образуется вещество (А) темно-фиолетового цвета. Вещество А выделили из раствора в виде кристаллогидрата (В) светло-фиолетового цвета. Массовая доля хлора в кристаллогидрате составляет 40,57%. При взаимодействии (В) с разбавленным раствором гидроксида натрия образуется темно-красный осадок вещества (С). Осадок отделили от раствора и прокалили со смесью нитрата калия и гидроксида калия, при этом выделился газ (Д) вызывающий почернение бумаги, смоченной раствором  $Hg_2(NO_3)_2$ . Рассчитайте объем газа Д (н.у.), если масса взятого кристаллогидрата В равна 84 г.

РЕШЕНИЕ

Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Баллы
$M(K_4XO_4) = 4 \cdot 39 / 0,5821 = 268$ г/моль $A_r(X) = 268 - 4(39+16) = 48 \Rightarrow X$ – это Ti	2
$2Ti + 6HCl \rightarrow 2TiCl_3 + 3H_2$ $TiCl_3 \cdot nH_2O$ $35,5 \cdot 3 = 0,4057(154,5 + 18n)$ $n = 6$	2

$v(\text{TiCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}) = 84/262,5 = 0,32$ моль	2
$\text{TiCl}_3 + 3\text{NaOH} \rightarrow \text{Ti}(\text{OH})_3 + 3\text{NaCl}$	2
$8\text{Ti}(\text{OH})_3 + \text{KNO}_3 + 15\text{KOH} \rightarrow 8\text{K}_2\text{TiO}_3 + \text{NH}_3 + 18\text{H}_2\text{O}$	2
$v(\text{NH}_3) = 0,32/8 = 0,04$ моль $V(\text{NH}_3) = 22,4 \cdot 0,04 = 0,896$ л	2
Максимальный балл	12

### ЗАДАНИЕ 9 (12 баллов)

9-2. Лекарственные препараты сульфата цинка используются в медицине в качестве противомикробных (антисептических) средств для наружного применения и в зависимости от концентрации оказывают вяжущее, раздражающее или прижигающее действие. При электролизе 360 г раствора сульфата цинка с плотностью 1,2 г/мл и концентрацией соли 1,5 моль/л образовалось 19,6 л (н.у.) смеси газов с плотностью 0,663 г/л. К полученному после электролиза раствору добавили 70 г 20%-ного раствора гидроксида калия. Определите молярные концентрации веществ в итоговом растворе, если его плотность 1,075 г/мл.

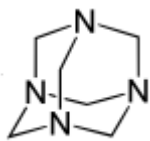
#### РЕШЕНИЕ

Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Баллы
$2\text{ZnSO}_4 + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{Zn} + \text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{SO}_4$ $2\text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{H}_2 + \text{O}_2$ $V(\text{раствора}) = 360/1,2 = 300$ мл = 0,3 л $v(\text{ZnSO}_4) = 1,5 \cdot 0,3 = 0,45$ моль	2
$v(\text{смеси газов}) = 19,6/22,4 = 0,875$ моль $m(\text{смеси газов}) = 19,6 \cdot 0,663 = 13$ г	2
Пусть разложилось: $v(\text{ZnSO}_4) = x$ ; $v(\text{H}_2\text{O}) = y$ $\begin{cases} 0,5x + 1,5y = 0,875 \\ 16(x + y) + 2y = 13 \end{cases}$ $\begin{cases} x = 0,25 \\ y = 0,5 \end{cases}$	2
$v(\text{ZnSO}_4) \text{ ост.} = 0,45 - 0,25 = 0,2$ моль $v(\text{H}_2\text{SO}_4) = 0,25$ моль $m(\text{раствора}) = 360 - 0,25 \cdot 65 - 13 = 330,75$ г $v(\text{KOH}) = 70 \cdot 0,2/56 = 0,25$ моль	2
$\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{KOH} \rightarrow \text{KHSO}_4$ $v(\text{KHSO}_4) = 0,25$ моль $m(\text{раствора}) = 330,75 + 70 = 400,75$ г	2
$V(\text{раствора}) = 400,75 / 1,075 = 372,8$ мл = 0,3728 л $C(\text{KHSO}_4) = 0,25/0,3728 = 0,67$ моль/л $C(\text{ZnSO}_4) = 0,2/0,3728 = 0,536$ моль/л	2
Максимальный балл	12

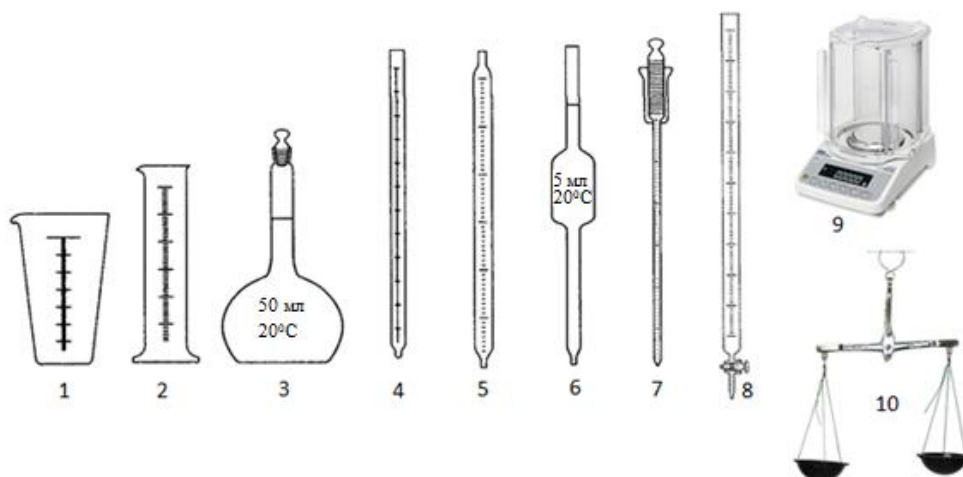
### ЗАДАНИЕ 10 (18 баллов)

10-2. Хлорид аммония используется в медицине в качестве диуретического средства при метаболическом ацидозе, отеках сердечного происхождения, а также в качестве отхаркивающего средства при заболеваниях легких. Для количественного определения хлорид аммония растворяют в мерной колбе объемом 50,0 мл. К пробе раствора объемом 5,0 мл добавляют избыток раствора формальдегида (метаналь) и индикатор фенолфталеин. Полученный бесцветный раствор титруют раствором гидроксида натрия с концентрацией 0,2 моль/л. До появления бледно-розовой окраски раствора потребовалось добавить 8,0 мл раствора щелочи. Напишите уравнения реакций, если известно, что при

взаимодействии соли аммония с избытком формальдегида образуется уротропин .  
 Рассчитайте массу хлорида аммония в исходном растворе.  
 Уротропин (Гексаметилентетрамин):



Выберите необходимую для проведения анализа аналитическую посуду и оборудование, назовите их и укажите, для чего данная посуда и оборудование используются.



### РЕШЕНИЕ

Элемент ответа	балл
1) Написаны уравнения реакций: $4 \text{NH}_4\text{Cl} + 6\text{CH}_2\text{O} \rightarrow (\text{CH}_2)_6\text{N}_4 + 4 \text{HCl} + 6 \text{H}_2\text{O}$ $\text{HCl} + \text{NaOH} \rightarrow \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O}$	4
2) Рассчитано количество вещества хлорида аммония в аликвоте: $\nu (\text{NH}_4\text{Cl}) = \nu (\text{HCl}) = \nu (\text{NaOH}) = 0,2 \cdot 8,0 = 1,6 \text{ ммоль}$	2
3) Рассчитано количество вещества хлорида аммония в растворе: $\nu (\text{NH}_4\text{Cl}) = 1,6 \cdot 50,0 / 5,0 = 16 \text{ ммоль}$	2
4) Рассчитана масса хлорида аммония в исходном растворе: $m (\text{NH}_4\text{Cl}) = 16 \cdot 53,5 = 856 \text{ мг} = 0,856 \text{ г}$	4
3 – мерная колба – для приготовления точного объема раствора анализируемого вещества; 6 – пипетка Мора – для взятия аликвотной доли анализируемого раствора; 8 – бюретка – для определения объема титранта; 9 – аналитические весы – для взятия точной навески анализируемого вещества.	6
Максимальный балл	18

ВАРИАНТ 3

ЗАДАНИЕ 1 (6 баллов)

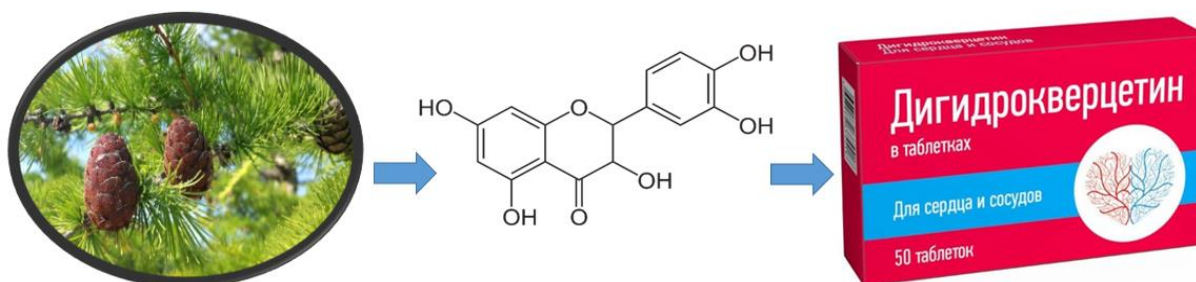
Ученые кафедры химии Сеченовского университета активно участвуют в научных исследованиях, начатых в конце 20-го века под руководством доктора хим. наук, профессора, Заслуженного деятеля науки РФ Тюкавкиной Н.А., по разработке методов анализа и стандартизации лекарственных средств на основе дигидрокверцитина – флавоноидного соединения, обладающего высокой антиоксидантной активностью, выделенного из древесины лиственницы *Larix lignum*.



Профессор Тюкавкина Нонна  
Арсеньевна



Формула дигидрокверцитина приведена на схеме. Рассчитайте во сколько раз массовая доля атомарного водорода в соединении меньше массовой доли атомарного углерода, а также объем углекислого газа (давление 100кПа, температура 200С), который выделится при сжигании 97 г дигидрокверцитина, содержащего помимо основного вещества 6% примесей, не содержащих углерод.



### РЕШЕНИЕ

Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Баллы
<p>Формула дигидрокверцитина <math>C_{15}H_{12}O_7</math>.  <math>M(C_{15}H_{12}O_7) = 304 \text{ г/моль}</math>;</p>	2
<p>Рассчитаем массовые доли атомарных кислорода и водорода в дигидрокверцитине:  <math>\omega(H) = m(H) \backslash M(C_{15}H_{12}O_7) = 3,95\%</math>  <math>\omega(C) = m(C) \backslash M(C_{15}H_{12}O_7) = 59,2\%</math>  <math>\omega(C) \backslash \omega(H) = 15</math> или <math>\omega(C) \backslash \omega(H) = 12 \cdot 15 / 12 = 15</math>                      в 15 раз.</p>	2
<p>Уравнение реакции горения:  <math>2C_{15}H_{12}O_7 + 33,5O_2 = 30CO_2 + 21H_2O</math>  <math>m(C_{15}H_{12}O_7 \text{ чистого вещества}) = 97 \cdot 0,94 = 91,2 \text{ г}</math>  <math>n(C_{15}H_{12}O_7) = 91,2 / 304 = 0,3 \text{ моль}</math>  <math>n(CO_2) = 15n(C_{15}H_{12}O_7) = 15 \cdot 0,3 = 4,5 \text{ моль}</math>  <math>V(CO_2) = 4,5 \cdot 8,31 \cdot 293 / 100 = 109,5 \text{ л}</math></p>	2



Максимальный балл	6
-------------------	---

### ЗАДАНИЕ 2 (6 баллов)

Железную окалину сплавляли при 5000С с избытком гидроксида калия, при этом образовалась смесь двух солей. В первой соли массовая доля кислорода 18,46%, а массовая доля калия 60,0%. Во второй соли на один атом железа приходится 5 атомов калия, а суммарное число всех атомов равно  $1,806 \cdot 10^{24}$ . Напишите уравнение реакции. Определите массу взятой железной окалины.

#### РЕШЕНИЕ

Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Баллы
Первая соль: $K:Fe:O = 60/39: 21,54/56 : 18,46/16 = 4:1:3 \Rightarrow K_4FeO_3 (Fe+2)$ Вторая соль: т.к. $Fe+3 \Rightarrow K_5FeO_4$	2
Уравнение реакции: $Fe_3O_4 + 14KOH \rightarrow K_4FeO_3 + 2K_5FeO_4 + 7H_2O$	2
$\nu(\text{атомов}) = 1,806 \cdot 10^{24} / 6,02 \cdot 10^{23} = 3 \text{ моль}$ $\nu(K_5FeO_4) = 3/10 = 0,3 \text{ моль}$ $\nu(Fe_3O_4) = 0,3/2 = 0,15 \text{ моль}$ $m(Fe_3O_4) = 232 \cdot 0,15 = 34,8 \text{ г}$	2
Максимальный балл	6

### ЗАДАНИЕ 3 (6 баллов)

К веществам, предназначенные для применения в аэрозольных упаковках медицинских препаратов, относятся пропелленты (эвакуирующие газы). Наиболее часто применяемыми пропеллентами в аэрозольных рецептурах являются фреоны, азот, диоксид углерода. Фреоны – производные алканов, в которых все атомы водорода замещены на атомы фтора и хлора. В эквимолярной (содержащей равные количества вещества) смеси фреона и азота с относительной плотностью по кислороду 2,586 массовая доля атомарного хлора составляет 64,66%. Определите общее число атомов всех элементов в 7,84 л (н.у.) такой смеси.

#### РЕШЕНИЕ

Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Баллы
$M(\text{смеси}) = 2,586 \cdot 32 = 82,75 \text{ г/моль}$ $M(\text{фреона}) = 82,75 \cdot 2 - 28 = 137,5 \text{ г/моль}$ $m(Cl) = 82,75 \cdot 2 \cdot 0,6466 = 107$ $n(Cl) = 107/35,5 = 3$ – число атомов хлора в молекуле фреона $C_xF_yCl_3$	2
$3+Y = 2x + 2$ откуда $Y = 2x - 1$ , следовательно $C_xF_{2x-1}Cl_3$ $12x + 38x - 19 + 106,5 = 137,5$ $X = 1$ Формула $CFCl_3$	2
Количество вещества смеси: $\nu(CFCl_3 + N_2) = 7,84/22,4 = 0,35 \text{ моль}$ Количество вещества атомов в смеси: $\nu(\text{атомов}) = (5+2) \cdot 0,35/2 = 1,225 \text{ моль}$ $N(\text{атомов}) = 1,225 \cdot 6,02 \cdot 10^{23} = 7,37 \cdot 10^{23}$	2
Максимальный балл	6

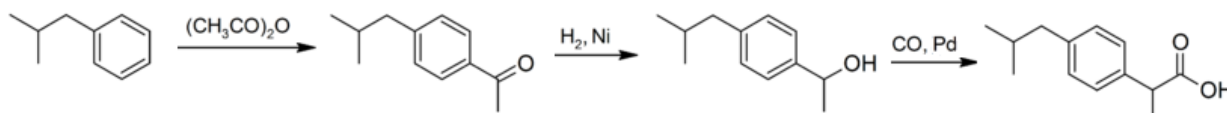
**ЗАДАНИЕ 4 (8 баллов)**

В фармацевтическом производстве в качестве сульфорирующего водоотнимающего реагента находят применение олеум. Рассчитайте соотношение, в котором следует смешать 90% раствор H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> и 30% олеум, для получения 100% безводной серной кислоты.

Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Баллы
$m(\text{р-ра H}_2\text{SO}_4) = x$ $m(\text{олеум}) = y$ $m(\text{H}_2\text{SO}_4) = 0,9x$ $m(\text{SO}_3) = 0,3y$ $m(\text{H}_2\text{O}) = 0,1x$ $m(\text{H}_2\text{SO}_4) = 0,7y$	2
$\nu(\text{H}_2\text{O}) = 0,0055x$ $\nu(\text{SO}_3) = 0,00375y$  $\text{H}_2\text{O} + \text{SO}_3 = \text{H}_2\text{SO}_4$	4
$\nu(\text{H}_2\text{O}) = \nu(\text{SO}_3)$ $0,0055x = 0,00375y$ $y = 1,48x$ $m(\text{олеума}) : m(\text{кислоты}) = 1,48 : 1$	2
Максимальный балл	8

**ЗАДАНИЕ 5 (10 баллов)**

Ибупрофен – нестероидное противовоспалительное лекарственное средство (НПВС), является производным пропионовой кислоты. Ибупрофен синтезируют из изобутилбензола согласно схеме:



Масса изобутилбензола равна 335 г, масса 1-(4-изобутилфенил)этанол равна 161,5 г. Определите массу полученного ибупрофена, если выход первой реакции в 1,2 раза больше, чем второй реакции, а выход третьей реакции в 1,5 раза меньше, чем первой.  
РЕШЕНИЕ

Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Баллы
$\nu(\text{C}_{10}\text{H}_{14}) = 335/134 = 2,5$ моль $\nu(\text{C}_{12}\text{H}_{18}\text{O}) = 161,5/178 = 0,9073$ моль	2
Пусть выход первой реакции $\eta_1 = 1,2x$ , выход второй реакции $\eta_2 = x$ $2,5 \cdot 1,2x \cdot x = 0,9073$ $x^2 = 0,3024$ $x = 0,55$	4
Выход третьей реакции $\eta_3 = 0,55 \cdot 1,2/1,5 = 0,44$	2
$\nu(\text{C}_{13}\text{H}_{18}\text{O}_2) = 0,9073 \cdot 0,44 = 0,4$ моль $M(\text{C}_{13}\text{H}_{18}\text{O}_2) = 206$ г/моль $m(\text{C}_{13}\text{H}_{18}\text{O}_2) = 0,4 \cdot 206 = 82,4$ г	2
Максимальный балл	10

**ЗАДАНИЕ 6 (10 баллов)**

Свинец применяется в медицине для изготовления защитных пластин и фартуков от рентгеновского излучения, поскольку не пропускает гамма-лучи. Соединения свинца (оксиды, ацетат) используются в медицине в качестве антисептиков, противовоспалительных и вяжущих средств в составе пластырей, примочек. Имеются два оксида свинца А и В, в которых массовые доли свинца относятся как 20:21. Оксид А не растворяется в разбавленной азотной кислоте, но реагирует с пероксидом водорода в присутствии азотной кислоты, а также реагирует с горячей концентрированной серной кислотой; в каждой реакции выделяется газ Х. Оксид В растворяется в разбавленной азотной кислоте с образованием осадка. Оба оксида А и В вступают в реакцию с горячей концентрированной соляной кислотой с образованием осадка и выделением газа Y. Напишите уравнения пяти реакций.

РЕШЕНИЕ

Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Баллы
Оксид А – PbO <sub>2</sub> Оксид В – Pb <sub>3</sub> O <sub>4</sub> PbO <sub>2</sub> + H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> + 2HNO <sub>3</sub> → Pb(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> + O <sub>2</sub> + 2H <sub>2</sub> O	2
2PbO <sub>2</sub> + 2H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> → 2PbSO <sub>4</sub> + O <sub>2</sub> + 2H <sub>2</sub> O	2
Pb <sub>3</sub> O <sub>4</sub> + 4HNO <sub>3</sub> → 2Pb(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> + PbO <sub>2</sub> ↓ + 2H <sub>2</sub> O	2
PbO <sub>2</sub> + 4HCl → PbCl <sub>2</sub> + Cl <sub>2</sub> + 2H <sub>2</sub> O	2
Pb <sub>3</sub> O <sub>4</sub> + 8HCl → 3PbCl <sub>2</sub> + Cl <sub>2</sub> + 4H <sub>2</sub> O	2
Максимальный балл	10

**ЗАДАНИЕ 7 (12 баллов)**

Из этилена в три стадии получите вещество X состава C<sub>13</sub>H<sub>16</sub>O<sub>4</sub>, которое при нагревании с раствором гидроксида калия образует вещество Y состава C<sub>9</sub>H<sub>12</sub>O<sub>2</sub>. Вещество Y при взаимодействии с хлороводородом превращается в вещество Z состава C<sub>9</sub>H<sub>10</sub>Cl<sub>2</sub>, а при взаимодействии вещества Y с подкисленным раствором перманганата натрия, образуется вещество C<sub>9</sub>H<sub>6</sub>O<sub>6</sub>

Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Баллы
C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> + 1/2 O <sub>2</sub> → CH <sub>3</sub> -CHO кат PdCl <sub>2</sub>	2
CH <sub>3</sub> -CHO + [O] → CH <sub>3</sub> -COOH	2
2 CH <sub>3</sub> -COOH + CH <sub>3</sub> -C <sub>6</sub> H <sub>3</sub> -(CH <sub>2</sub> OH) <sub>2</sub> → CH <sub>3</sub> -C <sub>6</sub> H <sub>3</sub> -(CH <sub>2</sub> OOC-CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> + 2H <sub>2</sub> O	2
CH <sub>3</sub> -C <sub>6</sub> H <sub>3</sub> -(CH <sub>2</sub> OOC-CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> + 2KOH → CH <sub>3</sub> -C <sub>6</sub> H <sub>3</sub> -(CH <sub>2</sub> OH) <sub>2</sub> + CH <sub>3</sub> -COOH	2
CH <sub>3</sub> -C <sub>6</sub> H <sub>3</sub> -(CH <sub>2</sub> OH) <sub>2</sub> + 2HCl → CH <sub>3</sub> -C <sub>6</sub> H <sub>3</sub> -(CH <sub>2</sub> Cl) <sub>2</sub> + 2H <sub>2</sub> O	2
5CH <sub>3</sub> -C <sub>6</sub> H <sub>3</sub> -(CH <sub>2</sub> OH) <sub>2</sub> + 14 KMnO <sub>4</sub> + 21H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> → → 5-C <sub>6</sub> H <sub>3</sub> -(COOH) <sub>2</sub> + 14MnSO <sub>4</sub> + 7K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> + 36H <sub>2</sub> O	2
Максимальный балл	12

**ЗАДАНИЕ 8 (12 баллов)**

Элемент X, широко используемый в качестве конструкционного материала в ортопедической стоматологии, образует соединение X<sub>2</sub>FeO<sub>4</sub>, в котором массовая доля X составляет 46,43%. Простое вещество X реагирует с концентрированным горячим раствором серной кислоты, при этом образуется вещество (А) темно-фиолетового цвета. Вещество А выделили из раствора в виде кристаллогидрата (В), в котором число атомов водорода в 1,2 раз больше, чем число атомов кислорода. При нагревании (В) до 8000С образуется твердый остаток вещества (С) темно-зеленого цвета. Вещество (С) прокалили со смесью нитрата натрия и карбоната натрия, при этом выделился газ (Д). Напишите уравнения реакций и рассчитайте объем газа Д (н.у.), если масса взятого кристаллогидрата В равна 35,8 г.

## РЕШЕНИЕ

Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Баллы
$M(X_2FeO_4) = 2X/0,4643 = 4,31X$ $2X + 56 + 64 = 4,31X$ $X = 52 \Rightarrow X - \text{это Cr}$	2
$2Cr + 6H_2SO_4 \rightarrow Cr_2(SO_4)_3 + 3SO_2 + 6H_2O$ $Cr_2(SO_4)_3 \cdot nH_2O$ $2n = 1,2(12 + n)$ $n = 18$	2
$v(Cr_2(SO_4)_3 \cdot 18H_2O) = 35,8/716 = 0,05$ моль	2
$2Cr_2(SO_4)_3 \cdot 18H_2O \rightarrow 2Cr_2O_3 + 6SO_2 + 3O_2 + 36H_2O$	2
$Cr_2O_3 + 3NaNO_3 + 2Na_2CO_3 \rightarrow 2Na_2CrO_4 + 3NaNO_2 + 2CO_2$	2
$v(CO_2) = 0,05 \cdot 2 = 0,1$ моль $V(NH_3) = 22,4 \cdot 0,1 = 2,24$ л	2
Максимальный балл	12

## ЗАДАНИЕ 9 (12 баллов)

Лекарственные препараты сульфата цинка используются в медицине в качестве противомикробных (антисептических) средств для наружного применения и в зависимости от концентрации оказывают вяжущее, раздражающее или прижигающее действие. При электролизе 420 г раствора сульфата цинка с плотностью 1,05 г/мл и концентрацией соли 1,5 моль/л образовалось 17,92 л (н.у.) смеси газов с относительной плотностью по водороду 8,5. К полученному после электролиза раствору добавили 280 г 32%-ного раствора гидроксида калия. Определите молярные концентрации веществ в итоговом растворе, если его плотность 1,06 г/мл.

## РЕШЕНИЕ

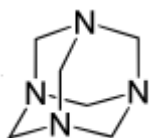
Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Баллы
$2ZnSO_4 + 2H_2O \rightarrow 2Zn + O_2 + 2H_2SO_4$ $2H_2O \rightarrow 2H_2 + O_2$ $V(\text{раствора}) = 420/1,05 = 400$ мл = 0,4 л $v(ZnSO_4) = 1,5 \cdot 0,4 = 0,6$ моль	2
$v(\text{смеси газов}) = 17,92/22,4 = 0,8$ моль $m(\text{смеси газов}) = 0,8 \cdot 8,5 \cdot 2 = 13,6$ г	2
Пусть разложилось: $v(ZnSO_4) = x$ ; $v(H_2O) = y$ $\begin{cases} 0,5x + 1,5y = 0,8 \\ 16(x + y) + 2y = 13,6 \end{cases}$ $\begin{cases} x = 0,4 \\ y = 0,4 \end{cases}$	2
$v(ZnSO_4) \text{ ост.} = 0,6 - 0,4 = 0,2$ моль $v(H_2SO_4) = 0,4$ моль $m(\text{раствора}) = 420 - 0,4 \cdot 65 - 13,6 = 380,4$ г $v(KOH) = 280 \cdot 0,32/56 = 1,6$ моль	2
$H_2SO_4 + 2KOH \rightarrow K_2SO_4 + 2H_2O$ $ZnSO_4 + 4KOH \rightarrow K_2SO_4 + K_2[Zn(OH)_4]$  $v(K_2SO_4) = 0,4 + 0,2 = 0,6$ моль $v(K_2[Zn(OH)_4]) = 0,2$ моль $m(\text{раствора}) = 380,4 + 280 = 660,4$ г	2

$V(\text{раствора}) = 660,4/1,06 = 623 \text{ мл} = 0,623 \text{ л}$ $C(\text{K}_2\text{SO}_4) = 0,6/0,623 = 0,96 \text{ моль/л}$ $C(\text{K}_2[\text{Zn}(\text{OH})_4]) = 0,2/0,623 = 0,32 \text{ моль/л}$	2
Максимальный балл	12

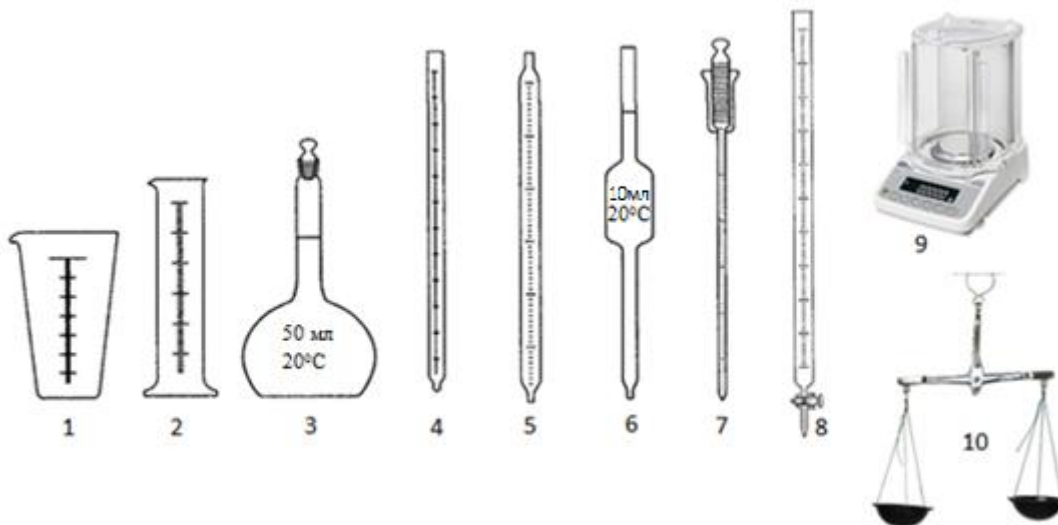
### ЗАДАНИЕ 10 (18 баллов)

Хлорид аммония используется в медицине в качестве диуретического средства при метаболическом ацидозе, отеках сердечного происхождения, а также в качестве отхаркивающего средства при заболеваниях легких. Для количественного определения навеску технического (содержащего инертные примеси) хлорида аммония массой 0,400 г растворяют в мерной колбе объемом 50,0 мл. К пробе раствора объемом 10,0 мл добавляют избыток раствора формальдегида (метаналь) и индикатор фенолфталеин. Полученный бесцветный раствор титруют раствором гидроксида натрия с концентрацией 0,2 моль/л. До появления бледно-розовой окраски раствора потребовалось добавить 6,4 мл раствора щелочи. Напишите уравнения реакций, если известно, что при взаимодействии соли аммония с избытком формальдегида образуется уротропин. Рассчитайте массовую долю хлорида аммония в навеске.

Уротропин (Гексаметилентетрамин):



Выберите необходимую для проведения анализа аналитическую посуду и оборудование, назовите их и укажите, для чего данная посуда и оборудование используются.



### РЕШЕНИЕ

Элемент ответа	балл
1) Написаны уравнения реакций: $4 \text{ NH}_4\text{Cl} + 6 \text{ CH}_2\text{O} \rightarrow (\text{CH}_2)_6\text{N}_4 + 4 \text{ HCl} + 6 \text{ H}_2\text{O}$ $\text{HCl} + \text{NaOH} \rightarrow \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O}$	4
2) Рассчитано количество вещества хлорида аммония в аликвоте: $\nu(\text{NH}_4\text{Cl}) = \nu(\text{HCl}) = \nu(\text{NaOH}) = 0,2 \cdot 6,4 = 1,28 \text{ ммоль}$	2
3) Рассчитано количество вещества хлорида аммония в растворе: $\nu(\text{NH}_4\text{Cl}) = 1,28 \cdot 50,0 / 10,0 = 6,4 \text{ ммоль}$	2
4) Рассчитана масса и массовая доля хлорида аммония: $m(\text{NH}_4\text{Cl}) = 6,4 \cdot 53,5 = 342 \text{ мг} = 0,342 \text{ г}$	2

$\omega(\text{NH}_4\text{Cl}) = 0,342 \cdot 100/0,4 = 85,5\%$	
3 – мерная колба – для приготовления точного объема раствора анализируемого вещества; 6 – пипетка Мора – для взятия аликвотной доли анализируемого раствора; 8 – бюретка – для определения объема титранта; 9 – аналитические весы – для взятия точной навески анализируемого вещества.	6
Максимальный балл	18

#### ВАРИАНТ 4

##### ЗАДАНИЕ 1 (6 баллов)

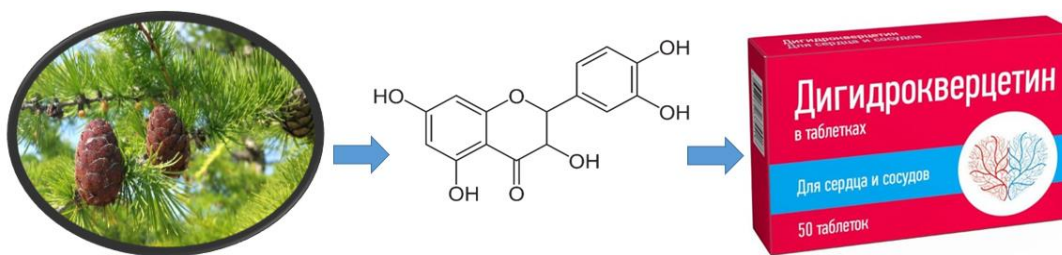
Ученые кафедры химии Семёновского университета активно участвуют в научных исследованиях, начатых в конце 20-го века под руководством доктора хим. наук, профессора, Заслуженного деятеля науки РФ Тюкавкиной Н.А. по разработке методов анализа и стандартизации лекарственных средств на основе дигидрокверцетина – флавоноидного соединения, обладающего высокой антиоксидантной активностью, выделенного из древесины лиственницы *Larix lignum*



Профессор Тюкавкина Нонна  
Арсеньевна



Формула дигидрокверцетина приведена на схеме. Рассчитайте, во сколько раз массовая доля атомарного углерода в соединении больше массовой доли атомарного водорода, а также объем углекислого газа (давление 105 кПа, температура 270С), который выделится при сжигании 54 г дигидрокверцетина, содержащего помимо основного вещества 10% примесей, не содержащих углерод.



##### РЕШЕНИЕ

Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Баллы
Формула дигидрокверцетина $\text{C}_{15}\text{H}_{12}\text{O}_7$ . $M(\text{C}_{15}\text{H}_{12}\text{O}_7) = 304 \text{ г/моль}$ ;	2
Рассчитаем массовые доли атомарных кислорода и водорода в дигидрокверцетине: $\omega(\text{C}) \backslash \omega(\text{H}) = 12 \cdot 15 / 12 = 15$	2

в 15 раз.	
Уравнение реакции горения: $2C_{15}H_{21}O_7 + 33,5O_2 = 30CO_2 + 21H_2O$ $m(C_{15}H_{21}O_7 \text{ чистого вещества}) = 54 \cdot 0,9 = 48,6 \text{ г}$ $n(C_{15}H_{21}O_7) = 48,6/304 = 0,16 \text{ моль}$ $n(CO_2) = 15n(C_{15}H_{21}O_7) = 15 \cdot 0,16 = 2,4 \text{ моль}$ $V(CO_2) = 2,4 \cdot 8,31 \cdot 300/105 = 57 \text{ л}$	2
Максимальный балл	6

### ЗАДАНИЕ 2 (6 баллов)

Железную окалину сплавляли при 5000С с избытком гидроксида калия, при этом образовалась смесь двух солей. В первой соли массовая доля кислорода 20,32%, а массовая доля калия 61,9%. Во второй соли каждый второй атом – атом калия. Напишите уравнение реакции. Определите массу взятой железной окалины, если в результате реакции масса твердого вещества уменьшилась на 12,6 г.

РЕШЕНИЕ

Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Баллы
Первая соль: $K:Fe:O = 61,9/39 : 17,78/56 : 20,32/16 = 5:1:4 \Rightarrow K_5FeO_4 (Fe+3)$ Вторая соль (Fe+2): $K_xFeO_y$  $x = y + 1$ $x+2 = 2y$ отсюда $x = 4 ; y = 3 \Rightarrow K_4FeO_3$	2
Уравнение реакции: $Fe_3O_4 + 14KOH \rightarrow K_4FeO_3 + 2K_5FeO_4 + 7H_2O$	2
$v(H_2O) = 12,6/18 = 0,7 \text{ моль}$ $v(Fe_3O_4) = 0,7/7 = 0,1 \text{ моль}$ $m(Fe_3O_4) = 232 \cdot 0,1 = 23,2 \text{ г}$	2
Максимальный балл	6

### ЗАДАНИЕ 3 (6 баллов)

К веществам, предназначенные для применения в аэрозольных упаковках медицинских препаратов, относятся пропелленты (эвакуирующие газы). Наиболее часто применяемыми пропеллентами в аэрозольных рецептурах являются фреоны, азот, диоксид углерода. Фреоны – производные алканов, в которых все атомы водорода замещены на атомы фтора и хлора. В эквимолярной (содержащей равные количества вещества) смеси фреона и углекислого газа с относительной плотностью по азоту 3,84 массовая доля атомов углерода составляет 16,744%. Определите общее число атомов всех элементов в 10,304 л (н.у.) такой смеси.

РЕШЕНИЕ

Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Баллы
$M(\text{смеси}) = 3,84 \cdot 28 = 107,5 \text{ г/моль}$ $M(\text{фреона}) = 107,5 \cdot 2 - 44 = 171 \text{ г/моль}$ $m(C) = 107,5 \cdot 2 \cdot 0,16744 = 36$ $n(C) = (36/12) - 1 = 2$ – число атомов углерода в молекуле фреона, тогда суммарное число атомов фтора и хлора равно 6. $C_2F_xCl_{(6-x)}$	2
$12 \cdot 2 + 19x + 35,5(6 - x) = 171$	2

X = 4 Формула C2F4Cl2	
Количество вещества смеси: $\nu(\text{C}_2\text{F}_4\text{Cl}_2 + \text{CO}_2) = 10,304/22,4 = 0,46$ моль Количество вещества атомов в смеси: $\nu(\text{атомов}) = (8+3) \cdot 0,46/2 = 2,53$ моль $N(\text{атомов}) = 2,53 \cdot 6,02 \cdot 10^{23} = 1,523 \cdot 10^{24}$	2
Максимальный балл	6

#### ЗАДАНИЕ 4 (8 баллов)

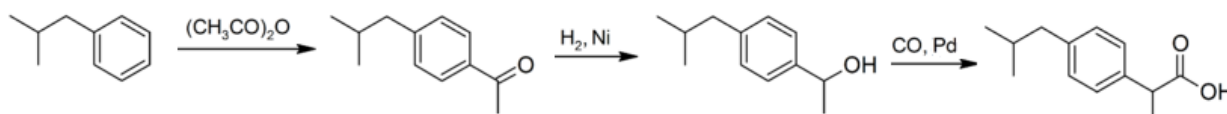
В фармацевтическом производстве в качестве сульфорирующего водоотнимающего реагента находят применение олеум. Рассчитайте соотношение, в котором следует смешать 85% раствор H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> и 25% олеум, для получения 100% безводной серной кислоты.

РЕШЕНИЕ

Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Баллы
$m(\text{р-ра H}_2\text{SO}_4) = x$ $m(\text{олеум}) = y$ $m(\text{H}_2\text{SO}_4) = 0,85x$ $m(\text{SO}_3) = 0,25y$ $m(\text{H}_2\text{O}) = 0,15x$ $m(\text{H}_2\text{SO}_4) = 0,75y$	2
$\nu(\text{H}_2\text{O}) = 0,0083x$ $\nu(\text{SO}_3) = 0,003125y$  $\text{H}_2\text{O} + \text{SO}_3 = \text{H}_2\text{SO}_4$	4
$\nu(\text{H}_2\text{O}) = \nu(\text{SO}_3)$ $0,0083x = 0,003125y$ $y = 2,7x$ $m(\text{олеума}) : m(\text{кислоты}) = 2,7 : 1$	2
Максимальный балл	8

#### ЗАДАНИЕ 5 (10 баллов)

Ибупрофен – нестероидное противовоспалительное лекарственное средство (НПВС), является производным пропионовой кислоты. Ибупрофен синтезируют из изобутилбензола согласно схеме:



Масса полученного ибупрофена равна 50,9 г, масса (4-изобутилфенил)метилкетона равна 246,4 г. Определите массу взятого изобутилбензола, если выходы второй и третьей реакции одинаковы, а выход первой реакции равен их суммарному выходу.

РЕШЕНИЕ

Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Баллы
$\nu(\text{C}_{13}\text{H}_{18}\text{O}_2) = 50,9/206 = 0,247$ моль $\nu(\text{C}_{12}\text{H}_{16}\text{O}) = 246,4/176 = 1,4$ моль	2
Пусть выход второй реакции $\eta_2 = x$ , тогда выход третьей реакции $\eta_3 = x$ $1,4 \cdot x \cdot x = 0,247$ $X^2 = 0,1764$ $X = 0,42$	4



Выход первой реакции $\eta_1 = 0,42 \cdot 2 = 0,84$	2
$\nu(\text{C}_{10}\text{H}_{14}) = 1,4/0,84 = 1,667$ моль $M(\text{C}_{10}\text{H}_{14}) = 134$ г/моль $m(\text{C}_{10}\text{H}_{14}) = 1,667 \cdot 134 = 223,3$ г	2
Максимальный балл	10

### ЗАДАНИЕ 6 (10 баллов)

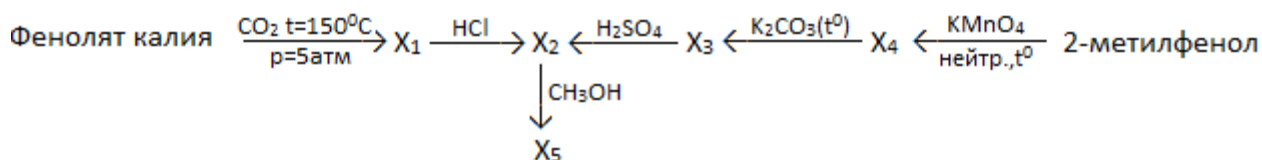
Свинец применяется в медицине для изготовления защитных пластин и фартуков от рентгеновского излучения, поскольку не пропускает гамма-лучи. Соединения свинца (оксиды, ацетат) используются в медицине в качестве антисептиков, противовоспалительных и вяжущих средств в составе пластырей, примочек. Имеются два оксида свинца А и В, в которых массовые доли кислорода относятся как 3:4. Оксид А растворяется в разбавленной азотной кислоте, при этом осадок не образуется, а также растворяется в разбавленной соляной кислоте с образованием осадка. Оксид В растворяется в разбавленной азотной кислоте с образованием осадка и не реагирует с разбавленной соляной кислотой. Оба оксида А и В растворяются в горячем концентрированном растворе щелочи с образованием комплексных солей разного состава. Напишите уравнения пяти реакций.

РЕШЕНИЕ

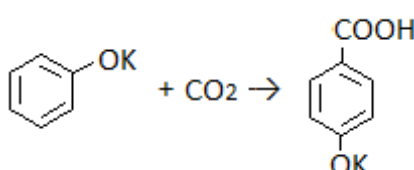
Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Баллы
Оксид А – PbO Оксид В – Pb <sub>3</sub> O <sub>4</sub> $\text{PbO} + 2\text{HNO}_3 \rightarrow \text{Pb}(\text{NO}_3)_2 + \text{H}_2\text{O}$	2
$\text{PbO} + 2\text{HCl} \rightarrow \text{PbCl}_2 + \text{H}_2\text{O}$	2
$\text{Pb}_3\text{O}_4 + 4\text{HNO}_3 \rightarrow 2\text{Pb}(\text{NO}_3)_2 + \text{PbO}_2\downarrow + 2\text{H}_2\text{O}$	2
$\text{PbO} + 2\text{NaOH} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Na}_2[\text{Pb}(\text{OH})_4]$	2
$\text{Pb}_3\text{O}_4 + 6\text{NaOH} + 4\text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{Na}_2[\text{Pb}(\text{OH})_4] + \text{Na}_2[\text{Pb}(\text{OH})_6]$	2
Максимальный балл	10

### ЗАДАНИЕ 7 (12 баллов)

Парабены — сложные эфиры пара-гидроксибензойной кислоты, широко используемые в качестве консервантов в офтальмологических растворах, в фармацевтической и пищевой промышленности благодаря антисептическим и фунгицидным свойствам. Напишите уравнения реакций, соответствующих получению метилпарабена (X5), если известно, что в веществе X3 функциональные группы максимально удалены друг от друга.



РЕШЕНИЕ

Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Баллы
	2

$\text{C}_6\text{H}_4(\text{COOH})(\text{OK}) + \text{HCl} \rightarrow \text{C}_6\text{H}_4(\text{COOH})(\text{OH}) + \text{KCl}$	2
$\text{C}_6\text{H}_4(\text{CH}_3)(\text{OH}) + 2\text{KMnO}_4 \rightarrow \text{C}_6\text{H}_4(\text{COOK})(\text{OH}) + 2\text{MnO}_2 + 2\text{KOH} + 2\text{H}_2\text{O}$	2
$\text{C}_6\text{H}_4(\text{COOK})(\text{OH}) \xrightarrow{\text{K}_2\text{CO}_3(t^\circ)} \text{C}_6\text{H}_4(\text{COOH})(\text{OH})$	2
$\text{C}_6\text{H}_4(\text{COOK})(\text{OH}) + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{C}_6\text{H}_4(\text{COOH})(\text{OH}) + \text{KHSO}_4$	2
$\text{C}_6\text{H}_4(\text{COOH})(\text{OH}) + \text{CH}_3\text{OH} \rightarrow \text{C}_6\text{H}_4(\text{COOCH}_3)(\text{OH}) + \text{H}_2\text{O}$	2
Максимальный балл	12

### ЗАДАНИЕ 8 (12 баллов)

Элемент X, широко используемый в составе конструкционных материалов в ортопедической стоматологии, образует соль  $\text{X}_2(\text{SO}_4)_3$ , в которой массовая доля кислорода составляет 49%. При взаимодействии концентрированного раствора этой соли с концентрированным раствором сульфата калия в осадок выпадают фиолетовые кристаллы двойной соли в виде кристаллогидрата А. В веществе (А) число атомов кислорода в 10 раз больше, чем число атомов атомов серы. При нагревании (А) до 8000С образуется твердый остаток вещества (С) темно-зеленого цвета. Вещество (С) прокалили со смесью хлората калия и карбоната калия, при этом выделился газ (Д). Напишите уравнения реакций и рассчитайте объем газа Д (н.у.), если масса взятого кристаллогидрата А равна 44,9 г.

### РЕШЕНИЕ

Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Баллы
$M(\text{X}_2(\text{SO}_4)_3) = 12 \cdot 16 / 0,49 = 392 \text{ г/моль}$ $Ar(\text{X}) = (392 - 3 \cdot 96) / 2 = 52 \Rightarrow \text{X} - \text{это Cr}$	2
$\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3 + \text{K}_2\text{SO}_4 + 2n\text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{KCr}(\text{SO}_4)_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ $8+n = 10 \cdot 2$ $n = 12$	2
$v(\text{KCr}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}) = 44,9 / 499 = 0,09 \text{ моль}$	2
$4\text{KCr}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{Cr}_2\text{O}_3 + 6\text{SO}_2 + 3\text{O}_2 + 2\text{K}_2\text{SO}_4 + 48\text{H}_2\text{O}$	2
$\text{Cr}_2\text{O}_3 + \text{KClO}_3 + 2\text{K}_2\text{CO}_3 \rightarrow 2\text{K}_2\text{CrO}_4 + \text{KCl} + 2\text{CO}_2$	2
$v(\text{CO}_2) = 0,09 \text{ моль}$ $V(\text{NH}_3) = 22,4 \cdot 0,09 = 2,016 \text{ л}$	2
Максимальный балл	12

**ЗАДАНИЕ 9 (12 баллов)**

Лекарственные препараты сульфата цинка используются в медицине в качестве противомикробных (антисептических) средств для наружного применения и в зависимости от концентрации оказывают вяжущее, раздражающее или прижигающее действие. При электролизе 370 г раствора сульфата цинка с плотностью 1,06 г/мл и концентрацией соли 1,72 моль/л образовалось 13,6 г смеси газов с плотностью 0,759 г/л (н.у.). К полученному после электролиза раствору добавили 250 г 25,6%-ного раствора гидроксида натрия. Определите молярные концентрации веществ в итоговом растворе, если его плотность 1,04 г/мл.

**РЕШЕНИЕ**

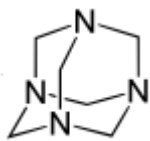
Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Баллы
$2\text{ZnSO}_4 + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{Zn} + \text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{SO}_4$ $2\text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{H}_2 + \text{O}_2$ $V(\text{раствора}) = 370/1,06 = 349 \text{ мл} = 0,349 \text{ л}$ $\nu(\text{ZnSO}_4) = 1,72 \cdot 0,349 = 0,6 \text{ моль}$	2
$V(\text{смеси газов}) = 13,6 / 0,759 = 17,92 \text{ л}$ $\nu(\text{смеси газов}) = 17,92/22,4 = 0,8 \text{ моль}$	2
Пусть разложилось: $\nu(\text{ZnSO}_4) = x$ ; $\nu(\text{H}_2\text{O}) = y$ $\begin{cases} 0,5x + 1,5y = 0,8 \\ 16(x + y) + 2y = 13,6 \end{cases}$ $\begin{cases} x = 0,4 \\ y = 0,4 \end{cases}$	2
$\nu(\text{ZnSO}_4) \text{ ост.} = 0,6 - 0,4 = 0,2 \text{ моль}$ $\nu(\text{H}_2\text{SO}_4) = 0,4 \text{ моль}$  $m(\text{раствора}) = 370 - 0,4 \cdot 65 - 13,6 = 330,4 \text{ г}$ $\nu(\text{NaOH}) = 250 \cdot 0,256/40 = 1,6 \text{ моль}$	2
$\text{H}_2\text{SO}_4 + 2\text{NaOH} \rightarrow \text{Na}_2\text{SO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$ $\text{ZnSO}_4 + 4\text{NaOH} \rightarrow \text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{Na}_2[\text{Zn}(\text{OH})_4]$  $\nu(\text{Na}_2\text{SO}_4) = 0,4 + 0,2 = 0,6 \text{ моль}$ $\nu(\text{Na}_2[\text{Zn}(\text{OH})_4]) = 0,2 \text{ моль}$ $m(\text{раствора}) = 330,4 + 250 = 580,4 \text{ г}$	2
$V(\text{раствора}) = 580,4/1,04 = 558 \text{ мл} = 0,558 \text{ л}$ $C(\text{Na}_2\text{SO}_4) = 0,6/0,558 = 1,075 \text{ моль/л}$ $C(\text{Na}_2[\text{Zn}(\text{OH})_4]) = 0,2/0,558 = 0,36 \text{ моль/л}$	2
Максимальный балл	12

**ЗАДАНИЕ 10 (18 баллов)**

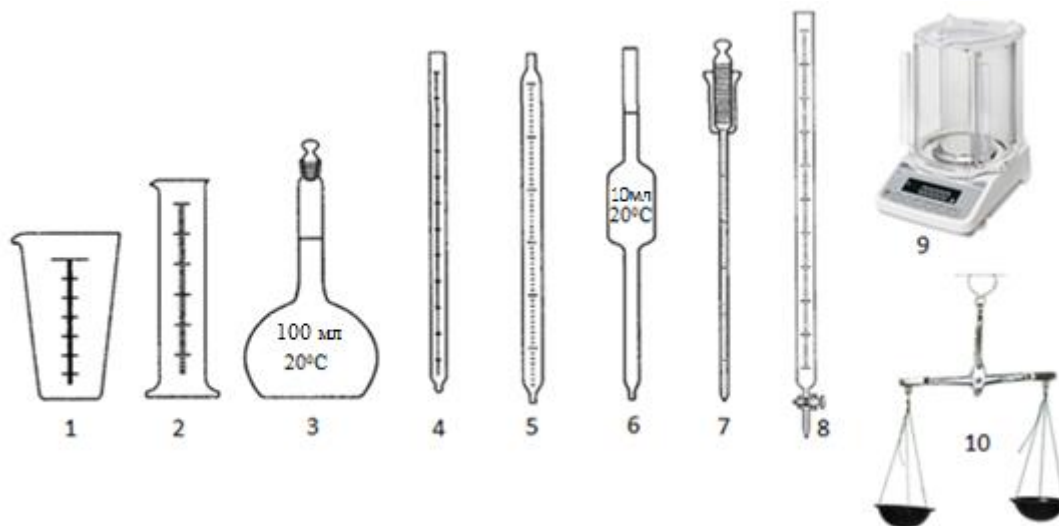
Хлорид аммония используется в медицине в качестве диуретического средства при метаболическом ацидозе, отеках сердечного происхождения, а также в качестве отхаркивающего средства при заболеваниях легких. Для количественного определения навеску технического (содержащего инертные примеси) хлорида аммония массой 0,500 г растворяют в мерной колбе объемом 100,0 мл. К пробе раствора объемом 10,0 мл добавляют избыток раствора формальдегида (метаналь) и индикатор фенолфталеин. Полученный бесцветный раствор титруют раствором гидроксида натрия с концентрацией 0,25 моль/л. До появления бледно-розовой окраски раствора потребовалось добавить 3,6 мл раствора щелочи. Напишите уравнения реакций, если

известно, что при взаимодействии соли аммония с избытком формальдегида образуется уротропин. Рассчитайте массовую долю хлорида аммония в навеске.

Уротропин (Гексаметиленetetрамин):



Выберите необходимую для проведения анализа аналитическую посуду и оборудование, назовите их и укажите, для чего данная посуда и оборудование используются.



### РЕШЕНИЕ

Элемент ответа	балл
1) Написаны уравнения реакций: $4 \text{NH}_4\text{Cl} + 6 \text{CH}_2\text{O} \rightarrow (\text{CH}_2)_6\text{N}_4 + 4 \text{HCl} + 6 \text{H}_2\text{O}$ $\text{HCl} + \text{NaOH} \rightarrow \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O}$	4
2) Рассчитано количество вещества хлорида аммония в аликвоте: $\nu(\text{NH}_4\text{Cl}) = \nu(\text{HCl}) = \nu(\text{NaOH}) = 0,25 \cdot 3,6 = 0,9 \text{ ммоль}$	2
3) Рассчитано количество вещества хлорида аммония в растворе: $\nu(\text{NH}_4\text{Cl}) = 0,9 \cdot 100,0 / 10,0 = 9 \text{ ммоль}$	2
4) Рассчитана масса и массовая доля хлорида аммония: $m(\text{NH}_4\text{Cl}) = 9 \cdot 53,5 = 481,5 \text{ мг} = 0,4815 \text{ г}$ $\omega(\text{NH}_4\text{Cl}) = 0,4815 \cdot 100/0,5 = 96,3\%$	2
3 – мерная колба – для приготовления точного объема раствора анализируемого вещества; 6 – пипетка Мора – для взятия аликвотной доли анализируемого раствора; 8 – бюретка – для определения объема титранта; 9 – аналитические весы – для взятия точной навески анализируемого вещества.	6
Максимальный балл	18

**Материалы заданий заключительного этапа Всероссийской Сеченовской олимпиады школьников по химии 2023г. с ответами на задания, с указанием выставяемых баллов за каждое задание.**

## 11 класс

### Задание 11.1.1. (6 баллов)

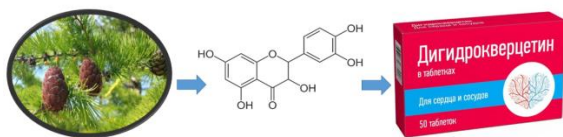
Ученые кафедры химии Сеченовского университета активно участвуют в научных исследованиях, начатых в конце 20-го века под руководством доктора хим. наук, профессора, Заслуженного деятеля науки РФ Тюкавкиной Н.А. по разработке методов анализа и стандартизации лекарственных средств на основе дигидрокверцетина – флавоноидного соединения, обладающего высокой антиоксидантной активностью, выделенного из древесины лиственницы *Larix lignum*



Профессор Тюкавкина Елена Аркадьевна



Формула дигидрокверцетина приведена на схеме. Рассчитайте какую массу дигидрокверцетина потребуется сжечь, чтобы прибавление газообразного продукта сгорания к 6,72 л (н.у.) смеси метана и этилена (объемная доля метана 20%) привело к увеличению значения средней молярной массы газовой смеси в 1,5625 раза.



### РЕШЕНИЕ

Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Баллы
$V(\text{CH}_4) = 6,72 \cdot 0,2 = 1,344 \text{ л}; \quad n(\text{CH}_4) = V/V_m = 0,06 \text{ моль};$ $m(\text{CH}_4) = 0,96 \text{ гр.}$ $V(\text{C}_2\text{H}_4) = 6,72 \cdot 0,8 = 5,376 \text{ л}; \quad n(\text{C}_2\text{H}_4) = V/V_m = 0,24 \text{ моль};$ $m(\text{C}_2\text{H}_4) = 6,72 \text{ гр.}$	2
$M(\text{исходной смеси}) = m/n = (0,96 + 6,72) / (0,06 + 0,24) = 25,6 \text{ г/моль}$ $M(\text{смеси после добавления } \text{CO}_2) = 25,6 \cdot 1,5625 = 40 \text{ г/моль}$ $n(\text{CO}_2) = x \text{ моль}$ $(44x + 7,68) / (x + 0,3) = 40$ $x = 1,08 \text{ моль}$	2
Формула дигидрокверцетина $\text{C}_{15}\text{H}_{12}\text{O}_7$ Рассчитаем молярную массу дигидрокверцетина. $M(\text{C}_{15}\text{H}_{12}\text{O}_7) = 304 \text{ г/моль};$  Составим уравнение горения $2\text{C}_{15}\text{H}_{12}\text{O}_7 + 29\text{O}_2 = 30\text{CO}_2 + 12\text{H}_2\text{O}$ $n(\text{C}_{15}\text{H}_{12}\text{O}_7) = 1/15 \cdot n(\text{CO}_2) = 0,072 \text{ моль}$ $m(\text{C}_{15}\text{H}_{12}\text{O}_7) = 21,9 \text{ гр.}$	2
Максимальный балл	6

### Задание 11.1.2. (6 баллов)

Ученые кафедры химии Сеченовского университета активно участвуют в научных исследованиях, начатых в конце 20-го века под руководством доктора хим. наук, профессора, Заслуженного деятеля науки РФ Тюкавкиной Н.А. по разработке методов

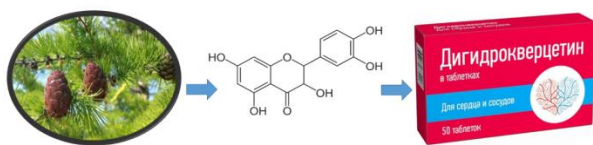
анализа и стандартизации лекарственных средств на основе дигидрокверцетина – флавоноидного соединения, обладающего высокой антиоксидантной активностью, выделенного из древесины лиственницы *Larix lignum*



Профессор Иванова Людмила Аршинова



Формула дигидрокверцетина приведена на схеме. Рассчитайте какую массу дигидрокверцетина потребуется сжечь, чтобы прибавление газообразного продукта сгорания к 4,48 л (н.у.) смеси неона и этана (объемная доля неона 25%) привело к увеличению значения средней молярной массы газовой смеси в 1,4545 раза.



**РЕШЕНИЕ**

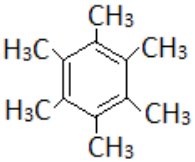
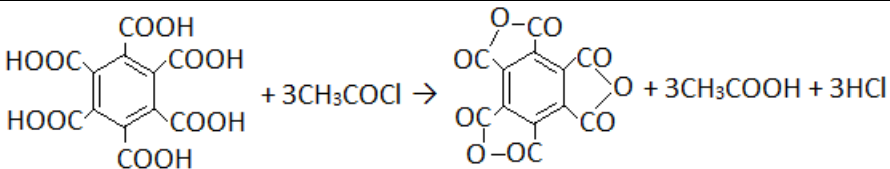
Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Баллы
$V(\text{Ne})=4,48 \cdot 0,25=1,12 \text{ л}; \quad n(\text{Ne})=V/V_m=0,05 \text{ моль}; \quad m(\text{Ne})=1 \text{ гр.}$ $V(\text{C}_2\text{H}_6)=4,48 \cdot 0,75=3,36 \text{ л}; \quad n(\text{C}_2\text{H}_6)=V/V_m=0,15 \text{ моль};$ $m(\text{C}_2\text{H}_6)=4,5 \text{ гр.}$	2
$M(\text{исходной смеси})=m/n=5,5/0,2=27,5 \text{ г/моль}$ $M(\text{смеси после добавления } \text{CO}_2)=27,5 \cdot 1,4545=40 \text{ г/моль}$ $n(\text{CO}_2)=x \text{ моль}$ $(44x+5,5)/(x+0,2)=40$ $X=0,625 \text{ моль}$	2
Формула дигидрокверцетина $\text{C}_{15}\text{H}_{12}\text{O}_7$ Рассчитаем молярную массу дигидрокверцетина. $M(\text{C}_{15}\text{H}_{12}\text{O}_7)=304 \text{ г/моль};$  Составим уравнение горения $2\text{C}_{15}\text{H}_{12}\text{O}_7+29\text{O}_2=30\text{CO}_2+12\text{H}_2\text{O}$ $n(\text{C}_{15}\text{H}_{12}\text{O}_7)=1/15 \cdot n(\text{CO}_2)=0,042 \text{ моль}$ $m(\text{C}_{15}\text{H}_{12}\text{O}_7)=12,8 \text{ гр.}$	2
Максимальный балл	6

**Задание 11.2.1.** (8 баллов)

Бутин-2 объемом 55 л (при температуре 25<sup>0</sup>С и давлении 101,3 кПа) пропустили через трубку с раскаленным активированным углем и получили ароматический углеводород X<sub>1</sub>, который окислили подкисленным раствором перманганата калия с образованием многоосновной кислоты X<sub>2</sub>. Определите массу уксусной кислоты, которая может образоваться в результате реакции кислоты X<sub>2</sub> с ацетилхлоридом (CH<sub>3</sub>COCl) (выходы всех реакций считать равными 100%).

**РЕШЕНИЕ**

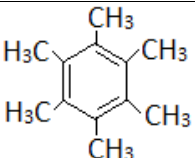
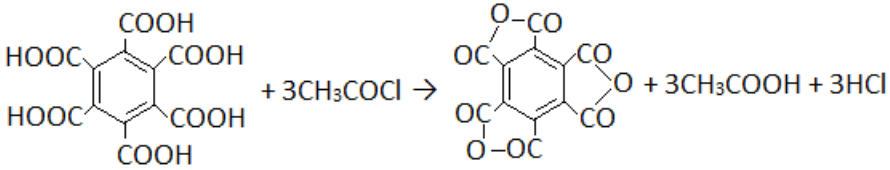
Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Баллы
---	-------

$3\text{CH}_3-\text{C}\equiv\text{C}-\text{CH}_3 \rightarrow$ 	2
$5\text{C}_6(\text{CH}_3)_6 + 36\text{KMnO}_4 + 54\text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow 5\text{C}_6(\text{COOH})_6 + 36\text{MnSO}_4 + 18\text{K}_2\text{SO}_4 + 84\text{H}_2\text{O}$	2
 <p>или: <math>\text{C}_6(\text{COOH})_6 + 3\text{CH}_3\text{COCl} \rightarrow \text{C}_{12}\text{O}_9 + 3\text{CH}_3\text{COOH} + 3\text{HCl}</math></p>	2
$v(\text{C}_4\text{H}_6) = 101,3 \cdot 55 / 8,31 \cdot 298 = 2,25$ моль $v(\text{C}_6(\text{COOH})_6) = v(\text{C}_{12}\text{H}_{18}) = 2,25 / 3 = 0,75$ моль $v(\text{CH}_3\text{COOH}) = 0,75 \cdot 3 = 2,25$ моль $m(\text{CH}_3\text{COOH}) = 2,25 \cdot 60 = 135$ г	2
Максимальный балл	8

### Задание 11.2.2. (8 баллов)

Бутин-2 объемом 44 л (при температуре 21<sup>0</sup>С и давлении 100кПа) пропустили через трубку с раскаленным активированным углем и получили ароматический углеводород X<sub>1</sub>, который окислили подкисленным раствором перманганата калия с образованием многоосновной кислоты X<sub>2</sub>. Определите массу ацетилхлорида (CH<sub>3</sub>COCl), который может вступить в реакцию с кислотой X<sub>2</sub> (выходы всех реакций считать равными 100%).

#### РЕШЕНИЕ

Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Баллы
$3\text{CH}_3-\text{C}\equiv\text{C}-\text{CH}_3 \rightarrow$ 	2
$5\text{C}_6(\text{CH}_3)_6 + 36\text{KMnO}_4 + 54\text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow 5\text{C}_6(\text{COOH})_6 + 36\text{MnSO}_4 + 18\text{K}_2\text{SO}_4 + 84\text{H}_2\text{O}$	2
 <p>или: <math>\text{C}_6(\text{COOH})_6 + 3\text{CH}_3\text{COCl} \rightarrow \text{C}_{12}\text{O}_9 + 3\text{CH}_3\text{COOH} + 3\text{HCl}</math></p>	2
$v(\text{C}_4\text{H}_6) = 100 \cdot 44 / 8,31 \cdot 294 = 1,8$ моль $v(\text{C}_6(\text{COOH})_6) = v(\text{C}_{12}\text{H}_{18}) = 1,8 / 3 = 0,6$ моль $v(\text{CH}_3\text{COCl}) = 0,6 \cdot 3 = 1,8$ моль $m(\text{CH}_3\text{COCl}) = 1,8 \cdot 78,5 = 141,3$ г	2
Максимальный балл	8

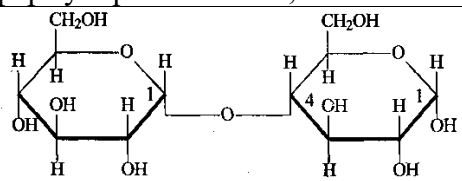
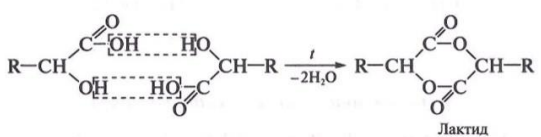
### Задание 11.3.1. (8 баллов)

Масса глюкозы, образовавшейся при гидролизе мальтозы на 54 гр больше массы исходного образца.

Рассчитайте массу продукта, которая может быть получена при нагревании молочной кислоты, образовавшейся при брожении всей глюкозы, полученной в результате гидролиза мальтозы.

Приведите структурную формулу мальтозы и уравнение всех протекающих реакций.

Мальтоза-дисахарид состоящий из 2-х остатков  $\alpha$ -глюкозы, соединённых через 1,4 атомы углерода

Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Баллы
 <p style="text-align: center;">Мальтоза</p> <p>Запишем реакцию гидролиза  <math>C_{12}H_{22}O_{11} + H_2O = 2C_6H_{12}O_6</math></p>	2
$\nu(H_2O) = \frac{54}{18} = 3 \text{ моль}$ $\nu(C_6H_{12}O_6) = 2\nu(H_2O) = 6 \text{ моль}$	2
$C_6H_{12}O_6 \xrightarrow{\text{ферменты}} 2CH_3-CH(OH)-COOH$ $\nu(CH_3-CH(OH)-COOH) = 2 \nu(C_6H_{12}O_6) = 12 \text{ моль}$	2
 <p style="text-align: center;">Лактид</p> $\nu(\text{лактида}) = \frac{1}{2} \nu(\text{молочной кислоты}) = 6 \text{ моль}$ $m(C_6H_8O_4) = \nu \cdot M = 6 \cdot 144 = 864 \text{ Гр}$	2
Максимальный балл	8

### Задание 11.3.2. (8 баллов)

Масса глюкозы, образовавшейся при гидролизе мальтозы на 3,6 гр больше массы дисахарида.

Рассчитайте массу органического продукта, который может быть получен при нагревании молочной кислоты, образовавшейся в ходе при реакции брожении всей глюкозы, полученной при гидролизе дисахарида с оксидом меди.

Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Баллы
<p>Запишем реакцию гидролиза</p> $C_{12}H_{22}O_{11} + H_2O = 2C_6H_{12}O_6$ $\nu(H_2O) = \frac{m}{M} = \frac{3,6}{18} = 0,2 \text{ моль}$	2



$\nu(\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6) = 2\nu(\text{H}_2\text{O}) = 0,4$ моль	
$\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 \xrightarrow{\text{ферменты}} 2\text{CH}_3\text{-CH(OH)-COOH}$ $\nu(\text{CH}_3\text{-CH(OH)-COOH}) = 2 \nu(\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6) = 0,8$ моль	2
$\text{CH}_3\text{-CH(OH)-COOH} + \text{CuO} \xrightarrow{t} \text{CH}_3\text{-C} \begin{array}{c} \parallel \\ \text{O} \end{array} \text{-COOH} + \text{Cu} + \text{H}_2\text{O}$	2
$\nu(\text{CH}_3\text{-C(O)-COOH}) = \nu(\text{CH}_3\text{-CH(OH)-COOH}) = 0,8$	2
$m(\text{CH}_3\text{-C(O)-COOH}) = \nu \cdot M = 0,8 \cdot 88 = 70,4$ Гр	
Максимальный балл	8

**Задание 11.4.1.** (8 баллов)

Природный жир, общее число атомов в котором составляет  $7,525 \cdot 10^{25}$ , содержит в 12,6667 раз больше атомов водорода, чем атомов кислорода, а атомов углерода в 1,767 меньше чем атомов водорода.

Установите формулу жира, учитывая, что он содержит только одну **непредельную** жирную кислоту.

Рассчитайте во сколько раз масса солей, полученных при омылении данного жира массой 100 гр больше массы, полученной в ходе этой реакции глицерина и 20% раствора NaOH, который потребуется для проведения данной реакции

Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Баллы
$\nu = \frac{N}{Na} = \frac{7,525 \cdot 10^{25}}{6,02 \cdot 10^{23}} = 125$ $\text{C}_x\text{H}_y\text{O}_z \quad x+y+z=125$ $\frac{y}{z} = 12,6667 \quad \frac{y}{x} = 1,767$ $x=43 \quad y=76 \quad z=6$	2
Учитывая, что жир содержит только одну непредельную кислоту, можно предположить его строение	2
$\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{CH}_2\text{-O-C-C}_{17}\text{H}_{29} \\   \\ \text{CH-O-C(O)-C}_{17}\text{H}_{35} \\   \\ \text{CH}_2\text{-O-C-C}_3\text{H}_7 \\ \parallel \\ \text{O} \end{array} + 3\text{NaOH} \rightarrow \begin{array}{c} \text{CH}_2\text{-OH} \\   \\ \text{CH-OH} \\   \\ \text{CH}_2\text{-OH} \end{array} + \text{C}_{17}\text{H}_{29}\text{COONa} + \text{C}_{17}\text{H}_{35}\text{COONa} + \text{C}_3\text{H}_7\text{C}$	
$\nu(\text{C}_{43}\text{H}_{76}\text{O}_6) = \frac{100}{688} = 0,145$ моль $\nu(\text{NaOH}) = 3\nu(\text{C}_{43}\text{H}_{76}\text{O}_6) = 0,435$ $m(\text{NaOH}) = 17,4$	2

m (20%раствора)=87 гр		
$M(C_{17}H_{29}COONa) = 300$ $M(C_{17}H_{35}COONa) = 306$ $M(C_3H_7COONa) = 110$ $\Sigma M = 716$ $M(C_3H_8O_3) = 92$	$m(C_{17}H_{29}COONa) = 300 \cdot 0,145 = 43,5$ $m(C_{17}H_{35}COONa) = 306 \cdot 0,145 = 44,37$ $m(C_3H_7COONa) = 110 \cdot 0,145 = 15,95$ $\Sigma m = 103,82$ $m(C_3H_8O_3) = 92 \cdot 0,145 = 14,21$	2
$\frac{\Sigma M}{M(C_3H_8O_3)} = \frac{716}{92} = 7,8$	$\frac{\Sigma m}{M(C_3H_8O_3)} = \frac{103,82}{14,21} = 7,8$	
В 7,8 раза		
Максимальный балл		8

**Задание 11.4.2.** (8 баллов)

Природный жир, общее число атомов в котором составляет  $9,4514 \cdot 10^{25}$ , содержит в 16 раз больше атомов водорода, чем атомов кислорода, а атомов углерода в 1,7455 раз меньше чем атомов водорода.

Установите формулу жира, учитывая, что он содержит только одну предельную жирную кислоту.

Рассчитайте во сколько раз масса солей, полученных при омылении данного жира массой 150 гр больше массы, полученной в ходе этой реакции глицерина и массы 25% раствора KOH, которая пойдет на данную реакцию.

Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Баллы
$v = \frac{N}{Na} = \frac{9,4514 \cdot 10^{25}}{6,02 \cdot 10^{23}} = 157$ $C_xH_yO_z \quad x+y+z=157$ $\frac{y}{z} = 16 \quad \frac{y}{x} = 1,7455$ $x=55 \quad y=96 \quad z=6$	2
Учитывая, что жир содержит только одну предельную кислоту, можно предположить его строение $  \begin{array}{c}  O \\     \\  CH_2-O-C-C_{17}H_{31} \\    \\  CH-O-C(O)-C_{17}H_{29} + 3KOH \rightarrow \\    \\  CH_2-O-C-C_{15}H_{31} \\     \\  O  \end{array}  \begin{array}{c}  CH_2-OH \\    \\  CH-OH \\    \\  CH_2-OH  \end{array}  + C_{17}H_{31}COOK + C_{17}H_{29}COOK + C_{15}H_{31}  $	2
$v(C_{55}H_{96}O_6) = \frac{m}{M} = \frac{150}{852} = 0,18 \text{ моль}$ $v(KOH) = 3v(C_{55}H_{96}O_6) = 0,54$ $m(KOH) = v \cdot M = 0,54 \cdot 56 = 30,24$ $m(25\% \text{раствора}) = 120,96 \text{ гр}$	2

$M(C_{17}H_{31}COOK) = 318$ $M(C_{17}H_{29}COOK) = 316$ $M(C_{15}H_{31}COOK) = 294$ $\Sigma m = 167,04$ $m(C_3H_8O_3) = v \cdot M = 0,18 \cdot 92 = 16,56$  $\frac{\Sigma M}{M(C_3H_8O_3)} = \frac{167,04}{16,56} = 10,1$	$m(C_{17}H_{31}COOK) = v \cdot M = 0,18 \cdot 318 = 57,24$ $m(C_{17}H_{29}COOK) = v \cdot M = 0,18 \cdot 316 = 56,88$ $m(C_{15}H_{31}COOK) = v \cdot M = 0,18 \cdot 294 = 52,92$	2
В 10,1 раз		
Максимальный балл		8

**Задание 11.5.1.** (8 баллов)

Смесь рибозы и дезоксирибозы  $\Sigma m$  41,8г способна вступить в реакцию «серебряного зеркала».

Найти массовую долю рибозы в смеси, если для проведения реакции потребуется такая же масса гидроксида диамминсеребра (I), которая может прореагировать с 7,8 граммами этина.

Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Баллы
$M(C_5H_{10}O_5) = 150$ $  \begin{array}{c}  H-C=O \\    \\  H-C-OH \\    \\  H-C-OH \\    \\  H-C-OH \\    \\  CH_2-OH  \end{array}  + 2[Ag(NH_3)_2]OH \rightarrow  \begin{array}{c}  NH_4O-C=O \\    \\  H-C-OH \\    \\  H-C-OH \\    \\  H-C-OH \\    \\  CH_2-OH  \end{array}  + 2Ag\downarrow + 3NH_3 + H_2C  $	2
$M(C_5H_{10}O_4) = 134$ $  \begin{array}{c}  H-C=O \\    \\  CH_2 \\    \\  H-C-OH \\    \\  H-C-OH \\    \\  CH_2-OH  \end{array}  + 2[Ag(NH_3)_2]OH \rightarrow  \begin{array}{c}  NH_4O-C=O \\    \\  CH_2 \\    \\  H-C-OH \\    \\  H-C-OH \\    \\  CH_2-OH  \end{array}  + 2Ag\downarrow + 3NH_3 + H_2C  $	
$v(C_5H_{10}O_5) = x \quad 150x + 134y = 41,8$ $v(C_5H_{10}O_4) = y \quad 2x + 2y = 0,6$  $x + y = 0,3$ $x = 0,3 - y$	2

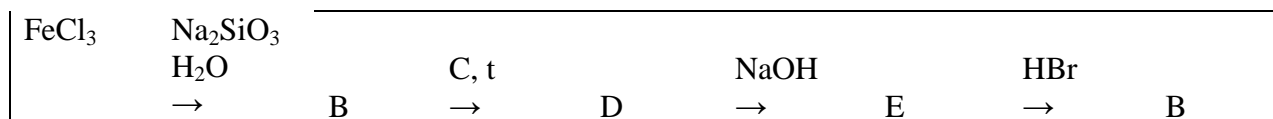
$v(C_2H_2) = \frac{7,8}{26} = 0,3$ $v([Ag(NH_3)_2]OH) = 0,3 * 2 = 0,6$ $0,3 \quad 0,6$ $HC \equiv CH + 2[Ag(NH_3)_2]OH \rightarrow Ag-C \equiv C-Ag + 4NH_3 + 2H_2O$	
$45 - 150y + 134y = 41,8$ $3 = 16y$ $y = 0,2 \text{ дезоксирибоз}$ $x = 0,1 \text{ рибоза}$	2
$m(C_5H_{10}O_5) = v * M = 0,1 * 150 = 15 \text{ гр}$ $\omega(C_5H_{10}O_5) = \frac{15}{41,8} = 36\%$	2
Максимальный балл	8

**Задание 11.5.2.** (8 баллов)

Смесь ксилозы и дезоксирибозы  $\Sigma m$  43,4 способна вступить в реакцию с гидроксидом меди (II) при нагревании. Рассчитайте массовую долю дезоксирибозы в смеси, если для проведения реакции потребуется такая же масса меди гидроксида (II), которая при взаимодействии с гипохлоритом натрия в щелочной среде приводит к образованию 88,95 граммов смеси твердых веществ

Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Баллы
$2Cu(OH)_2 + NaClO + 2NaOH \leftrightarrow 2NaCuO_2 + NaCl + 3H_2O$ $  \begin{array}{c}  H-C=O \\    \\  H-C-OH \\    \\  HO-C-H \\    \\  H-C-OH \\    \\  CH_2-OH  \end{array}  + 2Cu(OH)_2 \rightarrow  \begin{array}{c}  COOH \\    \\  H-C-OH \\    \\  HO-C-H \\    \\  H-C-OH \\    \\  CH_2-OH  \end{array}  + Cu_2O \downarrow + H_2O  $ $  \begin{array}{c}  H-C=O \\    \\  CH_2 \\    \\  H-C-OH \\    \\  H-C-OH \\    \\  CH_2-OH  \end{array}  + 2Cu(OH)_2 \rightarrow  \begin{array}{c}  COOH \\    \\  CH_2 \\    \\  H-C-OH \\    \\  H-C-OH \\    \\  CH_2-OH  \end{array}  + Cu_2O \downarrow + H_2O  $	2
$v(C_5H_{10}O_5) = x$ $150x + 134y = 43,4$ $v(C_5H_{10}O_4) = y$ $v(Cu(OH)_2) = z$ $v(NaCuO_2) = z \quad m(NaCuO_2) = v * 119 = 119z$ $v(NaCl) = 0,5z \quad m(NaCl) = v * 58,5 = 29,25z$	2

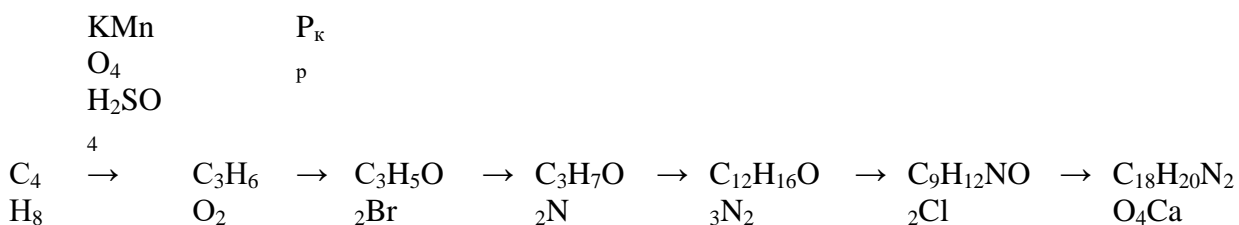




Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Баллы
$2\text{FeCl}_3 + 3\text{Na}_2\text{SiO}_3 + 3\text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{Fe}(\text{OH})_3 + 3\text{SiO}_2 + 6\text{NaCl}$	2
$2\text{Fe}(\text{OH})_3 \xrightarrow{t} \text{Fe}_2\text{O}_3 + 3\text{H}_2\text{O}$	2
$\text{Fe}_2\text{O}_3 + 2\text{Al} \rightarrow \text{Al}_2\text{O}_3 + 2\text{Fe}$	2
$\text{SiO}_2 + 2\text{C} \rightarrow \text{Si} + 2\text{CO}$	2
$\text{Si} + 2\text{NaOH} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Na}_2\text{SiO}_3 + 2\text{H}_2$	2
$\text{Na}_2\text{SiO}_3 + 2\text{HBr} \rightarrow 2\text{NaBr} + \text{SiO}_2 \downarrow + \text{H}_2\text{O}$	2
Максимальный балл	12

**Задание 11.7.1.** (12 баллов)

Дана схема превращений



Напишите структурные формулы веществ и уравнения соответствующих реакций

Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Баллы
$\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH=CH}_2 + 2\text{KMnO}_4 + 3\text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-COOH} + \text{CO}_2 \uparrow + 2\text{MnSO}_4 + \text{K}_2\text{SO}_4 + 4\text{H}_2\text{O}$	2
$\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-COOH} + \text{Br}_2 \xrightarrow{\text{P}_{\text{кр}}} \text{CH}_3\text{-CH}(\text{Br})\text{-COOH} + \text{HBr}$	2
$\text{CH}_3\text{-CH}(\text{Br})\text{-COOH} + 2\text{NH}_3 \rightarrow \text{CH}_3\text{-CH}(\text{NH}_2)\text{-COOH} + \text{NH}_4\text{Br}$	2



<p>4) <math>\text{NH}_2\text{-CH}_2\text{-COOH} + \text{NH}_2\text{-CH}(\text{COOH})\text{-CH}_2\text{-COOH} \rightarrow \text{NH}_2\text{-CH}_2\text{-C}(\text{O})\text{-NH-CH}(\text{COOH})\text{-CH}_2\text{-COOH} + \text{H}_2\text{O}</math></p>	2
<p>5) <math>\text{CH}_3\text{-CH}(\text{NH}_2)\text{-C}(\text{O})\text{-NH-CH}(\text{COOH})\text{-CH}_2\text{-COOH} + \text{H}_2\text{O} + 2\text{HBr} \rightarrow</math></p> <p><math>\rightarrow \text{BrNH}_3\text{-CH}_2\text{-COOH} + \text{BrH}_3\text{N-CH}(\text{COOH})\text{-CH}_2\text{-COOH}</math></p>	2
<p>6) <math>\text{BrH}_3\text{N-CH}(\text{COOH})\text{-CH}_2\text{-COOH} + \text{AgNO}_3 \rightarrow \text{NO}_3\text{H}_3\text{N}^+\text{-CH}(\text{COOH})\text{-CH}_2\text{-COOH} + \text{AgBr}</math></p>	2
Максимальный балл	12

**Задание 11.8.1.** (10 баллов)

Смесь щавелевой и бензойной кислоты сожгли, при этом выделилось 670,8 кДж теплоты. Объем кислорода, пошедшего для сжигания данной смеси кислот в 1,03226 раза меньше объема выделившегося газа, а масса трубки с безводным сульфатом меди после пропускания продуктов сгорания возросла на 12,6 гр.

Рассчитайте, какое количество теплоты выделится, при сжигании 25 гр щавелевой кислоты, если известно, что при сгорании 250 гр бензойной кислоты выделится 6612,7 кДж теплоты.

Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Баллы
$\text{C}_2\text{H}_2\text{O}_4 + 0,5\text{O}_2 \rightarrow 2\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$ $\text{C}_7\text{H}_6\text{O}_2 + 7,5\text{O}_2 \rightarrow 7\text{CO}_2 + 3\text{H}_2\text{O}$	2
<p>X    0,5X    2X    X</p> <p>Y    7,5Y    7Y    3Y</p> <p style="text-align: center;">} 670,8 кДж</p>	



$\frac{2x+7y}{0,5x+7,5y}=1,03226$ $x+3y=0,7$ $x=0,1$ $y=0,2$	$12,6/18=0,7$	2
1 моль (C <sub>7</sub> H <sub>6</sub> O <sub>2</sub> ) (122) <sub>молярная масса</sub> - Q 250 г - 6612,7 кДж  Q=3226,9976 кДж/моль  1 моль - 3226,9976 0,2 моль - 645,4		2
670,8-645,4=25,4 кДж		2
0,1*90=9гр  9 гр (0,1 моль) - 25,4 кДж 25 гр - X кДж  70,55 ≈(70,6)		2
Максимальный балл		10

**Задание 11.8.2.** (10 баллов)

Смесь метановой и молочной кислот при этом выделилось 294,3 кДж теплоты. Объем кислорода, пошедшего для сжигания данной смеси кислот в 1,0769 раза меньше объема выделившегося газа, а масса трубки с безводным сульфатом меди в результате пропускания продуктов сгорания возросла на 12,6 гр.

Рассчитайте, какое количество теплоты выделится, при сжигании 250 гр метановой кислоты, если известно, что при сгорании 1 моля молочной кислоты выделится 1344 кДж теплоты.

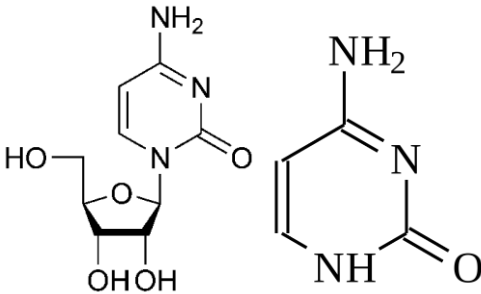
Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Баллы
$\begin{array}{cccc} X & 0,5X & X & X \\ \text{CH}_2\text{O}_2 + 0,5\text{O}_2 \rightarrow & \text{CO}_2 & + & \text{H}_2\text{O} \\ \\ \text{C}_3\text{H}_6\text{O}_3 + 3\text{O}_2 \rightarrow & 3\text{CO}_2 & + & 3\text{H}_2\text{O} \\ Y & 3Y & 3Y & 3Y \end{array}$ $294,3 \text{ кДж}$	2
$\frac{x+3y}{0,5x+3y}=1,0769$ $x+3y=\frac{12,6}{18}=0,7$ $7x=0,7$ $y=2x$ $x=0,1$ $y=0,2$	2

1 моль (C <sub>3</sub> H <sub>6</sub> O <sub>3</sub> ) - 1344кДж 0,2 - Q	Q=268,8 кДж	2
Q на HCOOH =294,3-268,8=25,5 кДж		2
46 гр (0,1 моль) - 25,5 кДж 250 гр - x кДж		2
X=138,6 кДж		
Максимальный балл		10

**Задание 11.9.1.** (10 баллов)

В ходе эксперимента сожгли смесь **цитидина** и **цитозина** массой 59,7 гр. Массовая доля атомарного кислорода в которой составляла 29,5%

Приведите структурные формулы веществ и рассчитайте массовую долю **цитидина** в смеси, а также массу осадка, которая может быть получена при пропускании продуктов сгорания этой смеси через избыток раствора баритовой воды.

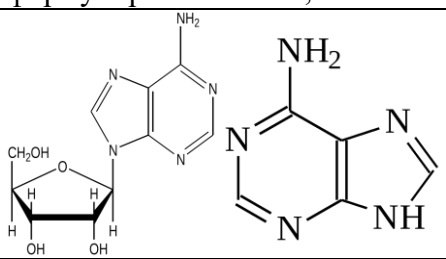
Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Баллы
	2
$2C_9H_{13}N_3O_5 + 19,5O_2 \rightarrow 3N_2 + 18CO_2 + 13H_2O$ $2C_4H_5N_3O + 9,5O_2 \rightarrow 3N_2 + 8CO_2 + 5H_2O$	2
$m(C_9H_{13}N_3O_5) = \nu \cdot M = 243x$ $m(C_4H_5N_3O) = \nu \cdot M = 111y$ $243x + 111y = 59,7$ $\omega(O) = \frac{m(O)}{m_{смеси}}$ $\frac{(5x+y) \cdot 16}{59,7} = 0,295$ $243x + 111y = 59,7$ $y = 0,1$ $x = 0,2$	2
$m(C_9H_{13}N_3O_5) = \nu \cdot M = 243 \cdot 0,2 = 48,6$	2

$\omega(\text{C}_9\text{H}_{13}\text{N}_3\text{O}_5) = \frac{48,6}{59,7} = 81\%$	
$\text{Ba}(\text{OH})_2 + \text{CO}_2 = \text{BaCO}_3 \downarrow + \text{H}_2\text{O}$ $\nu(\text{CO}_2)_1 = 9\nu(\text{C}_9\text{H}_{13}\text{N}_3\text{O}_5) = 1,8$ $\nu(\text{CO}_2)_2 = 4\nu(\text{C}_4\text{H}_5\text{N}_3\text{O}) = 0,4$ $\Sigma(\text{CO}_2) = 2,2 \text{ моль}$ $\nu(\text{BaCO}_3) = 2,2$ $m(\text{BaCO}_3) = \nu * M = 2,2 * 197 = 433,4$	2
Максимальный балл	10

**Задание 11.9.2.** (10 баллов)

В ходе эксперимента сожгли смесь **Аденозина** и **Аденина** массой 40,2 гр. Массовая доля атомарного азота в которой составляла 34,8%

Приведите структурные формулы веществ и рассчитайте массовую долю **Аденина** в смеси, а также массу осадка, которая может быть получена при пропускиии продуктов сгорания этой смеси через избыток раствора известковой воды.

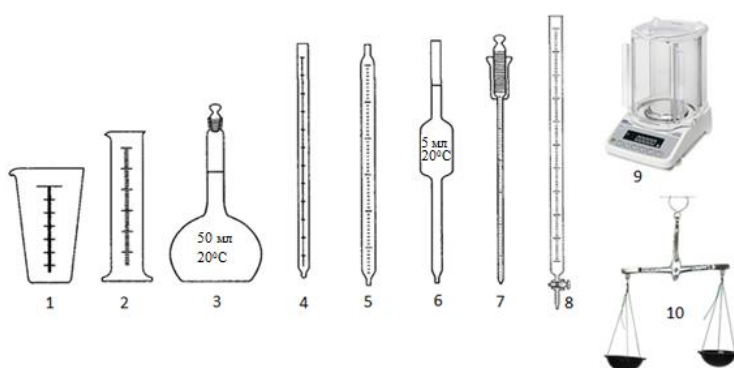
Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Баллы
	2
$\begin{matrix} x \\ 2\text{C}_{10}\text{H}_{13}\text{N}_5\text{O}_4 + 22,5\text{O}_2 \rightarrow 5\text{N}_2 + 20\text{CO}_2 + 13\text{H}_2\text{O} \\ y \\ 2\text{C}_5\text{H}_5\text{N}_5 + 12,5\text{O}_2 \rightarrow 5\text{N}_2 + 10\text{CO}_2 + 5\text{H}_2\text{O} \end{matrix}$	2
$\begin{aligned} \nu(\text{C}_{10}\text{H}_{13}\text{N}_5\text{O}_4) &= x \\ \nu(\text{C}_5\text{H}_5\text{N}_5) &= y \\ m(\text{C}_{10}\text{H}_{13}\text{N}_5\text{O}_4) &= \nu * M = 267x \\ m(\text{C}_5\text{H}_5\text{N}_5) &= \nu * M = 135y \\ 267x + 135y &= 40,2 \end{aligned}$ $\omega(\text{N}) = \frac{m(\text{N})}{m_{\text{смеси}}}$ $\left. \begin{aligned} \frac{(5x+5y) * 14}{40,2} &= 0,348 \\ 267x + 135y &= 40,2 \end{aligned} \right\}$ $\begin{aligned} y &= 0,1 \\ x &= 0,1 \end{aligned}$	2
$\begin{aligned} m(\text{C}_5\text{H}_5\text{N}_5) &= \nu * M = 135 * 0,1 = 13,5 \\ \omega(\text{C}_5\text{H}_5\text{N}_5) &= \frac{13,5}{40,2} = 33,6\% \end{aligned}$	2
$\begin{aligned} \text{Ca}(\text{OH})_2 + \text{CO}_2 &= \text{CaCO}_3 \downarrow + \text{H}_2\text{O} \\ \nu(\text{CO}_2)_1 &= 10\nu(\text{C}_{10}\text{H}_{13}\text{N}_5\text{O}_4) = 1 \end{aligned}$	2

$\nu(\text{CO}_2)_2 = 5\nu(\text{C}_5\text{H}_5\text{N}_5) = 0,5$ $\Sigma(\text{CO}_2) = 1,5 \text{ моль}$ $\nu(\text{CaCO}_3) = 1,5$ $m(\text{CaCO}_3) = \nu \cdot M = 1,5 \cdot 100 = 150 \text{ г}$	
Максимальный балл	10

**Задание 11.10.1.** (18 баллов)

Соль Мора ( $\text{Fe}(\text{NH}_4)_2(\text{SO}_4)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ) используется в медицине при гипохромных (железодефицитных) анемиях, а также применяют в качестве реактива для обнаружения в растительном лекарственном сырье гидролизуемых дубильных веществ. Соль Мора применяется в научно-исследовательских работах и химических лабораториях для определения концентрации перманганата или дихромата калия в растворах.

Для определения концентрации дихромата калия в растворе кристаллическую соль Мора массой 4,31 г растворяют в мерной колбе объемом 50,0 мл. К пробе раствора объемом 5,0 мл добавляют 5,0 мл подкисленного серной кислотой раствора дихромата калия, при этом раствор приобретает бледно-зеленую окраску. Полученный раствор титруют раствором перманганата калия с концентрацией 0,05 моль/л до появления бледно-розовой окраски. На титрование израсходовано 2,0 мл раствора перманганата калия. Напишите уравнения реакций и рассчитайте молярную концентрацию дихромата калия в добавленном растворе. Выберите необходимую для проведения анализа аналитическую посуду и оборудование, назовите их и укажите, для чего данная посуда и оборудование используются.



Решение:

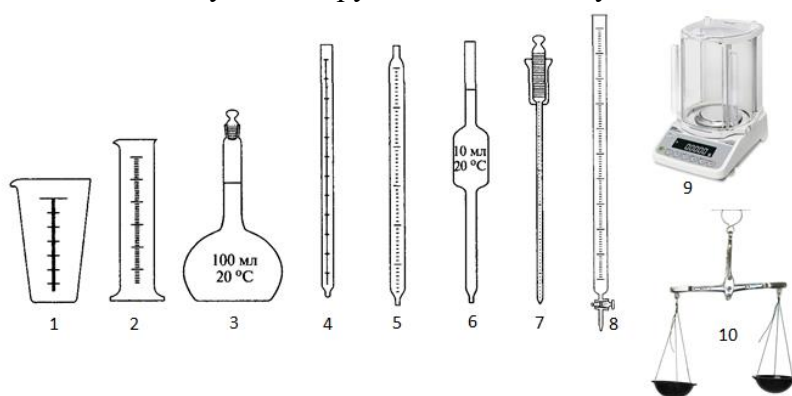
Элемент ответа	балл
Написаны уравнения реакций: $6 \text{FeSO}_4 + \text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + 7\text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow 3\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 + \text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3 + \text{K}_2\text{SO}_4 + 7 \text{H}_2\text{O}$ $10 \text{FeSO}_4 + 2\text{KMnO}_4 + 8\text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow 2\text{MnSO}_4 + 5\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 + \text{K}_2\text{SO}_4 + 8 \text{H}_2\text{O}$	2
Рассчитано количество вещества соли Мора: $\nu(\text{Fe}(\text{NH}_4)_2(\text{SO}_4)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}) = 4,31 / 392 = 0,011 \text{ моль} = 11 \text{ ммоль (в растворе)}$ $\nu(\text{Fe}(\text{NH}_4)_2(\text{SO}_4)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}) = 11 \cdot 5 / 50 = 1,1 \text{ ммоль (в аликвотной доле)}$	2
Рассчитаны количества вещества перманганата калия и дихромата калия: $\nu(\text{KMnO}_4) = 0,05 \cdot 2 = 0,1 \text{ ммоль}$ $\nu(\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7) = [\nu(\text{FeSO}_4) - 5 \cdot \nu(\text{KMnO}_4)] / 6$ $\nu(\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7) = (1,1 - 5 \cdot 0,1) / 6 = 0,1 \text{ ммоль}$	2

Рассчитана молярная концентрация дихромата калия: $C(K_2Cr_2O_7) = 0,1 / 5 = 0,02$ моль/л	2
3 – мерная колба – для приготовления точного объема раствора анализируемого вещества;	2
6 – пипетка Мора – для взятия аликвотной доли анализируемого раствора;	2
8 – бюретка – для определения объема титранта;	2
9 – аналитические весы – для взятия точной навески анализируемого вещества.	2
Максимальный балл	18

**Задание 11.10.2.** (18 баллов)

Соль Мора ( $Fe(NH_4)_2(SO_4)_2 \cdot 6H_2O$ ) используется в медицине при гипохромных (железодефицитных) анемиях, а также применяют в качестве реактива для обнаружения в растительном лекарственном сырье гидролизуемых дубильных веществ. Соль Мора применяется в научно-исследовательских работах и химических лабораториях для определения концентрации перманганата или дихромата калия в растворах.

Для определения концентрации дихромата калия в растворе кристаллическую соль Мора ( $Fe(NH_4)_2(SO_4)_2 \cdot 6H_2O$ ) массой 7,84 г растворяют в мерной колбе объемом 100,0 мл. К пробе раствора объемом 10,0 мл добавляют 5,0 мл подкисленного серной кислотой раствора дихромата калия, при этом раствор приобретает бледно-зеленую окраску. Полученный раствор титруют раствором перманганата калия с концентрацией 0,1 моль/л. До появления бледно-розовой окраски раствора потребовалось добавить 2,8 мл раствора перманганата калия. Напишите уравнения реакций и рассчитайте молярную концентрацию дихромата калия в добавленном растворе. Выберите необходимую для проведения анализа аналитическую посуду и оборудование, назовите их и укажите, для чего данная посуда и оборудование используются.



Решение:

Элемент ответа	балл
Написаны уравнения реакций: $6 FeSO_4 + K_2Cr_2O_7 + 7H_2SO_4 \rightarrow 3Fe_2(SO_4)_3 + Cr_2(SO_4)_3 + K_2SO_4 + 7 H_2O$	2

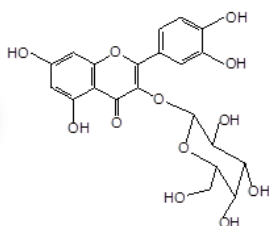
$10 \text{FeSO}_4 + 2\text{KMnO}_4 + 8\text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow 2\text{MnSO}_4 + 5\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 + \text{K}_2\text{SO}_4 + 8 \text{H}_2\text{O}$	2
Рассчитано количество вещества соли Мора: $v(\text{Fe}(\text{NH}_4)_2(\text{SO}_4)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}) = 7,84 / 392 = 0,02 \text{ моль} = 20 \text{ ммоль (в растворе)}$ $v(\text{Fe}(\text{NH}_4)_2(\text{SO}_4)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}) = 20 \cdot 10 / 100 = 2 \text{ ммоль (в аликвотной доле)}$	2
Рассчитаны количества вещества перманганата калия и дихромата калия: $v(\text{KMnO}_4) = 0,1 \cdot 2,8 = 0,28 \text{ ммоль}$ $v(\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7) = [v(\text{FeSO}_4) - 5 \cdot v(\text{KMnO}_4)] / 6$ $v(\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7) = (2 - 5 \cdot 0,28) / 6 = 0,1 \text{ ммоль}$	2
Рассчитана молярная концентрация дихромата калия: $C(\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7) = 0,1 / 5 = 0,02 \text{ моль/л}$	2
3 – мерная колба – для приготовления точного объема раствора анализируемого вещества;	2
6 – пипетка Мора – для взятия аликвотной доли анализируемого раствора;	2
8 – бюретка – для определения объема титранта;	2
9 – аналитические весы – для взятия точной навески анализируемого вещества.	2
<b>Максимальный балл</b>	<b>18</b>

### Задание 11.1.3. (6 баллов)

Ученые кафедры химии Сеченовского университета активно участвуют в научных исследованиях, начатых в конце 20-го века под руководством член-корреспондента РАН, доктора фармацевтических наук, профессора, Заслуженного деятеля науки РФ Самылиной И.А. по разработке методов анализа и стандартизации лекарственных средств на основе гиперозида – флавоноидного гликозида, обладающего широким спектром фармакологической активности, выделенного из растений рода Боярышник.



Формула гиперозида приведена на схеме. Рассчитайте какую массу гиперозида потребуется сжечь, чтобы прибавление газообразного продукта сгорания к 6, 72 л (н.у.) смеси гелия и этилена (объемная доля гелия 20%) привело к увеличению значения средней молярной массы газовой смеси в 1,7241 раза.



## РЕШЕНИЕ

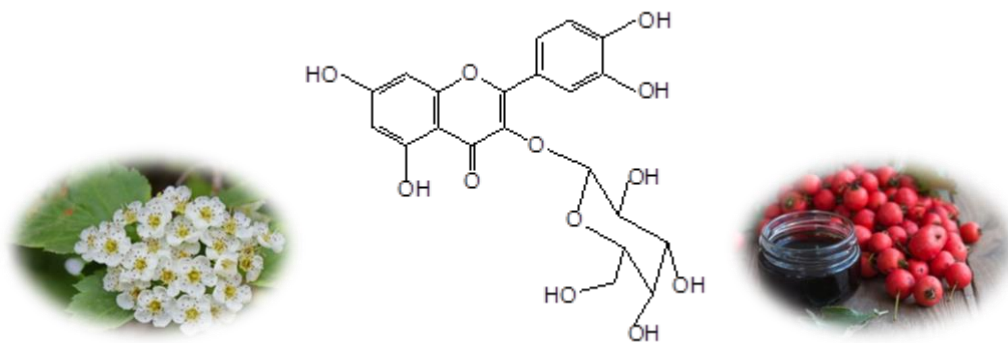
Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Баллы
$V(\text{He})=6,72 \cdot 0,2=1,344 \text{ л};$ $n(\text{He})=V/V_m=0,06 \text{ моль};$ $m(\text{He})=0,24 \text{ гр.}$ $V(\text{C}_2\text{H}_4)=6,72 \cdot 0,8=5,376 \text{ л};$ $n(\text{C}_2\text{H}_4)=V/V_m=0,24 \text{ моль};$ $m(\text{C}_2\text{H}_4)=6,72 \text{ гр.}$	2
$M(\text{исходной смеси})=\sum m/\sum n=23,2 \text{ г/моль}$ $M(\text{смеси после добавления } \text{CO}_2)=23,2 \cdot 1,7241=40 \text{ г/моль}$ $n(\text{CO}_2)=x \text{ моль}$ $(44x+6,96)/(x+0,3)=40$ $X=1,26 \text{ моль}$	2
Формула гиперозида $\text{C}_{21}\text{H}_{20}\text{O}_{12}$ Рассчитаем молярную массу гиперозида. $M(\text{C}_{21}\text{H}_{20}\text{O}_{12})=464 \text{ г/моль};$ Составим уравнение горения $\text{C}_{21}\text{H}_{20}\text{O}_{12}+20\text{O}_2=21\text{CO}_2+10\text{H}_2\text{O}$ $n(\text{C}_{21}\text{H}_{20}\text{O}_{12})=1/21 \cdot n(\text{CO}_2)=0,06 \text{ моль}$ $m(\text{C}_{21}\text{H}_{20}\text{O}_{12})=27,84 \text{ гр.}$	2
Максимальный балл	6

### Задание 11.1.4. (6 баллов)

Ученые кафедры химии Семёновского университета активно участвуют в научных исследованиях, начатых в конце 20-го века под руководством член-корреспондента РАН, доктора фармацевтических наук, профессора, Заслуженного деятеля науки РФ Самылиной И.А. по разработке методов анализа и стандартизации лекарственных средств на основе гиперозида – флавоноидного гликозида, обладающего широким спектром фармакологической активности, выделенного из растений рода Боярышник.



Формула гиперозида приведена на схеме. Рассчитайте какую массу гиперозида потребуется сжечь, чтобы прибавление газообразного продукта сгорания к 4,48 л (н.у.) смеси неона и ацетилена (объемная доля неона 25%) привело к увеличению значения средней молярной массы газовой смеси в 1,63265 раза.



## РЕШЕНИЕ

Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Баллы
$V(\text{Ne})=4,48 \cdot 0,25=1,12 \text{ л};$ $V(\text{C}_2\text{H}_2)=4,48 \cdot 0,75=3,36 \text{ л};$ $n(\text{Ne})=V/V_m=0,05 \text{ моль};$ $n(\text{C}_2\text{H}_2)=V/V_m=0,15 \text{ моль};$ $m(\text{Ne})=1 \text{ гр.}$ $m(\text{C}_2\text{H}_2)=3,9 \text{ гр.}$	2
$M(\text{исходной смеси})=24,5 \text{ г/моль}$ $M(\text{смеси после добавления } \text{CO}_2)=24,5 \cdot 1,63265=40 \text{ г/моль}$ $n(\text{CO}_2)=x \text{ моль}$ $(44x+4,9)/(x+0,2)=40$ $X=0,775 \text{ моль}$	2
Формула гиперозида $\text{C}_{21}\text{H}_{20}\text{O}_{12}$ Рассчитаем молярную массу гиперозида. $M(\text{C}_{21}\text{H}_{20}\text{O}_{12})=464 \text{ г/моль};$  Составим уравнение горения $\text{C}_{21}\text{H}_{20}\text{O}_{12}+20\text{O}_2=21\text{CO}_2+10\text{H}_2\text{O}$ $n(\text{C}_{21}\text{H}_{20}\text{O}_{12})=1/21 \cdot n(\text{CO}_2)=0,037 \text{ моль}$ $m(\text{C}_{21}\text{H}_{20}\text{O}_{12})=17,17 \text{ гр.}$	2
Максимальный балл	6

### Задание 11.2.3. (8 баллов)

Бутин-2 объемом 6.72 л (при температуре 22<sup>0</sup>С и давлении 100,3 кПа) пропустили через трубку с раскаленным активированным углем и получили ароматический углеводород X<sub>1</sub>, который окислили подкисленным раствором перманганата калия с образованием многоосновной кислоты X<sub>2</sub>. Определите массу уксусной кислоты, которая может образоваться в результате реакции кислоты X<sub>2</sub> с ацетилхлоридом (CH<sub>3</sub>COCl) (выходы всех реакций считать равными 100%).

## РЕШЕНИЕ

Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Баллы
$3\text{CH}_3-\text{C}\equiv\text{C}-\text{CH}_3 \rightarrow$	2
$5\text{C}_6(\text{CH}_3)_6 + 36\text{KMnO}_4 + 54\text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow 5\text{C}_6(\text{COOH})_6 + 36\text{MnSO}_4 + 18\text{K}_2\text{SO}_4 + 84\text{H}_2\text{O}$	2



<p>или: <math>C_6(COOH)_6 + 3CH_3COCl \rightarrow C_{12}O_9 + 3CH_3COOH + 3HCl</math></p>	2
$v(C_4H_6) = 100,3 \cdot 6,72 / 8,31 \cdot 295 = 0,275$ моль $v(C_6(COOH)_6) = v(C_{12}H_{18}) = 0,275 / 3 = 0,092$ моль $v(CH_3COOH) = 0,092 \cdot 3 = 0,275$ моль $m(CH_3COOH) = 0,275 \cdot 60 = 16,5$ г	2
Максимальный балл	8

### Задание 11.2.4. (8 баллов)

Бутин-2 объемом 44.8 л (при температуре 15<sup>0</sup>С и давлении 102кПа) пропустили через трубку с раскаленным активированным углем и получили ароматический углеводород X<sub>1</sub>, который окислили подкисленным раствором перманганата калия с образованием многоосновной кислоты X<sub>2</sub>. Определите массу ацетилхлорида (CH<sub>3</sub>COCl), который может вступить в реакцию с кислотой X<sub>2</sub> (выходы всех реакций считать равными 100%).

### РЕШЕНИЕ

Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Баллы
$3CH_3-C \equiv C-CH_3 \rightarrow$	2
$5C_6(CH_3)_6 + 36KMnO_4 + 54H_2SO_4 \rightarrow 5C_6(COOH)_6 + 36MnSO_4 + 18K_2SO_4 + 84H_2O$	2
<p>или: <math>C_6(COOH)_6 + 3CH_3COCl \rightarrow C_{12}O_9 + 3CH_3COOH + 3HCl</math></p>	2
$v(C_4H_6) = 102 \cdot 44,8 / 8,31 \cdot 288 = 1,91$ моль $v(C_6(COOH)_6) = v(C_{12}H_{18}) = 1,91 / 3 = 0,64$ моль $v(CH_3COCl) = 0,64 \cdot 3 = 1,91$ моль $m(CH_3COCl) = 1,91 \cdot 78,5 = 149,9$ г	2
Максимальный балл	8

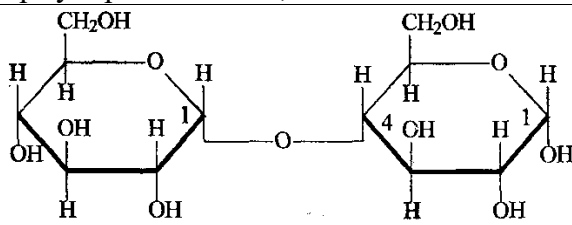
### Задание 11.3.3. (8 баллов)

Масса глюкозы, образовавшейся при гидролизе мальтозы на 5.4 гр больше массы исходного образца.

Рассчитайте массу пентагидрата кальция лактата, которая может быть получена в водной среде при взаимодействии с кальция карбонатом молочной кислоты, образовавшейся при брожении всей глюкозы, полученной в результате гидролиза мальтозы.

Приведите структурную формулу мальтозы и уравнение всех протекающих реакций.

Мальтоза-дисахарид состоящий из 2-х остатков  $\alpha$ -глюкозы, соединённых через 1,4 атомы углерода

Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Баллы
 <p style="text-align: center;">Мальтоза</p> <p>Запишем реакцию гидролиза</p> $C_{12}H_{22}O_{11} + H_2O = 2C_6H_{12}O_6$	2
$\nu(H_2O) = \frac{5.4}{18} = 0.3 \text{ моль}$	2
$\nu(C_6H_{12}O_6) = 2 \nu(H_2O) = 0.6 \text{ моль}$	2
$C_6H_{12}O_6 \xrightarrow{\text{ферменты}} 2CH_3-CH(OH)-COOH$	2
$\nu(CH_3-CH(OH)-COOH) = 2 \nu(C_6H_{12}O_6) = 1.2 \text{ моль}$	2
$2CH_3-CH(OH)-COOH + CaCO_3 \xrightarrow{t} (CH_3-CH(OH)-COO)_2Ca + H_2O + CO_2$ <p><i>Пентагидрат кальция лактата</i> <math>-(CH_3-CH(OH)-COO)_2Ca \cdot 5H_2O</math></p>	2
$\nu(\text{лактата кальция}) = \frac{1}{2} \nu(\text{молочной кислоты}) = 0.6 \text{ моль}$	
$\nu((CH_3-CH(OH)-COO)_2Ca \cdot 5H_2O) = 0.6$ $m((CH_3-CH(OH)-COO)_2Ca \cdot 5H_2O) = \nu \cdot M = 0.6 \cdot 308 = 184.8 \text{ Гр}$	
Максимальный балл	8

**Задание 11.3.4.** (8 баллов)

Масса глюкозы, образовавшейся при гидролизе мальтозы на 0.36 гр больше массы дисахарида.

Рассчитайте массу органического продукта, который может быть получен при взаимодействии молочной кислоты, образовавшейся в ходе реакции брожения всей глюкозы, полученной при гидролизе дисахарида с калия перманганатом в сернокислой среде.

Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Баллы
<p>Запишем реакцию гидролиза</p> $C_{12}H_{22}O_{11} + H_2O = 2C_6H_{12}O_6$	2
$\nu(H_2O) = \frac{m}{M} = \frac{0.36}{18} = 0.02 \text{ моль}$	2
$\nu(C_6H_{12}O_6) = 2 \nu(H_2O) = 0.04 \text{ моль}$	

$C_6H_{12}O_6 \xrightarrow{\text{ферменты}} 2CH_3-CH(OH)-COOH$ $\nu(CH_3-CH(OH)-COOH)=2 \quad \nu(C_6H_{12}O_6)=0,08 \text{ моль}$	2
$5CH_3-CH(OH)-COOH + 2KMnO_4 + 3H_2SO_4 \rightarrow 5CH_3-C(O)-COOH + K_2SO_4 + 2MnSO_4 + 8H_2O$ $\nu(CH_3-C(O)-COOH) = \nu(CH_3-CH(OH)-COOH) = 0,08$ $m(CH_3-C(O)-COOH) = \nu \cdot M = 0,08 \cdot 88 = 7,04 \text{ Гр}$	2
Максимальный балл	8

**Задание 11.4.3.** (8 баллов)

Природный жир, общее число атомов в котором составляет  $10,0534 \cdot 10^{25}$ , содержит в 17.3333 раз больше атомов водорода, чем атомов кислорода, а атомов углерода в 1,82456 меньше чем атомов водорода.

Установите формулу жира, учитывая, что он содержит только **одну непредельную** жирную кислоту.

Рассчитайте массу жира, если известно, что масса газообразного продукта, полученного при обработке глицерина, образовавшегося при гидролизе жира, раствором калия перманганата равна массе газообразного продукта, получаемого при взаимодействии калия перманганата с гидразином, полученным при окислении 6 гр. мочевины гипохлоритом натрия в среде натрия гидроксида. Так же рассчитайте массу 20% раствора калия перманганата, который потребуется для проведения реакции с глицерином (выход всех реакций 100%)

Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Баллы
$\nu = \frac{N}{Na} = \frac{10,0534 \cdot 10^{25}}{6,02 \cdot 10^{23}} = 167 \quad C_xH_yO_z \quad x+y+z=167$ $\frac{y}{z} = 17,3333 \quad \frac{y}{x} = 1,82456$ $x=57 \quad y=104 \quad z=6$	2
<p>Учитывая, что жир содержит только одну непредельную кислоту, можно предположить его строение</p> $  \begin{array}{c}  \text{O} \\     \\  \text{CH}_2-\text{O}-\text{C}-\text{C}_{17}\text{H}_{35} \\    \\  \text{CH}-\text{O}-\text{C}(\text{O})-\text{C}_{17}\text{H}_{35} \\    \\  \text{CH}_2-\text{O}-\text{C}-\text{C}_{17}\text{H}_{29} \\     \\  \text{O}  \end{array}  + 3\text{NaOH} \rightarrow  \begin{array}{c}  \text{CH}_2-\text{OH} \\    \\  \text{CH}-\text{OH} \\    \\  \text{CH}_2-\text{OH}  \end{array}  + \text{C}_{17}\text{H}_{29}\text{COONa} + 2\text{C}_{17}\text{H}_{35}\text{COO}  $	2
$5CH_2(OH)-CH(OH)-CH_2OH + 14KMnO_4 + 21H_2SO_4 = 15CO_2 + 7K_2SO_4 + 14MnSO_4 + 41H_2O$	2

$4\text{KMnO}_4 + 3\text{N}_2\text{H}_4 = 4\text{MnO}_2 + 3\text{N}_2 + 4\text{KOH} + 4\text{H}_2\text{O}$ $\text{CO}(\text{NH}_2)_2 + \text{NaClO} + 2\text{NaOH} = \text{N}_2\text{H}_4 + \text{H}_2\text{O} + \text{NaCl} + \text{Na}_2\text{CO}_3$ $v(\text{CO}(\text{NH}_2)_2) = \frac{6}{60} = 0,1 \text{ моль}$ $v(\text{N}_2\text{H}_4) = v(\text{CO}(\text{NH}_2)_2) = 0,1 \text{ моль}$	
$v(\text{N}_2) = v(\text{N}_2\text{H}_4) = 0,1 \text{ моль}; \quad m(\text{N}_2) = 2,8 \text{ гр.}; \quad m(\text{CO}_2) = 2,8 \text{ гр. (по условию)}$ $v(\text{CO}_2) = 0,064$ $v(\text{C}_3\text{H}_8\text{O}_3) = 1/3 \quad v(\text{CO}_2) = 0,0213$ $v(\text{C}_{57}\text{H}_{104}\text{O}_6) = v(\text{C}_3\text{H}_8\text{O}_3) = 0,0213;$ $m(\text{C}_{57}\text{H}_{104}\text{O}_6) = 18,8$ $m(\text{KMnO}_4) = (0,0213 * \frac{14}{5}) * 158 / 0,2 = 47,11$	2
Максимальный балл	8

**Задание 11.4.4.** (8 баллов)

Природный жир, общее число атомов в котором составляет  $9,4514 \cdot 10^{25}$ , содержит в 15,667 раз больше атомов водорода, чем атомов кислорода, а атомов углерода в 1,649 раз меньше чем атомов водорода.

Установите формулу жира, учитывая, что он содержит **только непредельные жирные кислоты**.

Рассчитайте во сколько раз масса солей, полученных при взаимодействии глицерина, образовавшегося при омылении 100 г такого жира с калия перманганатом в сернокислой среде, больше массы газообразного продукта этой реакции, а так же массу 15% раствора калия перманганата, которая пойдет на данную реакцию.

РЕШЕНИЕ

Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Баллы
$v = \frac{N}{Na} = \frac{9,4514 \cdot 10^{25}}{6,02 \cdot 10^{23}} = 157 \quad \text{C}_x\text{H}_y\text{O}_z \quad x+y+z=157$ $\frac{y}{z} = 15,667 \quad \frac{y}{x} = 1,649$ $x=57 \quad y=94 \quad z=6$	2
Учитывая, что жир содержит только непредельные кислоты, можно предположить его строение	2

$  \begin{array}{c}  \text{O} \\  \parallel \\  \text{CH}_2\text{-O-C-C}_{17}\text{H}_{31} \\    \\  \text{CH-O-C(O)-C}_{17}\text{H}_{29} + 3\text{KOH} \rightarrow \\    \\  \text{CH}_2\text{-O-C-C}_{17}\text{H}_{29} \\  \parallel \\  \text{O}  \end{array}  \quad  \begin{array}{c}  \text{CH}_2\text{-OH} \\    \\  \text{CH-OH} \\    \\  \text{CH}_2\text{-OH}  \end{array}  + \text{C}_{17}\text{H}_{31}\text{COOK} + 2\text{C}_{17}\text{H}_{29}\text{CO}  $	
$5\text{CH}_2(\text{OH})\text{-CH}(\text{OH})\text{-CH}_2\text{OH} + 14\text{KMnO}_4 + 21\text{H}_2\text{SO}_4 = 15\text{CO}_2 + 7\text{K}_2\text{SO}_4 + 14\text{MnSO}_4 + 41\text{H}_2\text{O}$ $  \begin{aligned}  \nu(\text{C}_{57}\text{H}_{94}\text{O}_6) &= \frac{m}{M} = \frac{100}{874} = 0,114 \text{ моль;} & \nu(\text{C}_3\text{H}_8\text{O}_3) &= \nu(\text{C}_{57}\text{H}_{94}\text{O}_6) = 0,114 \\  \nu(\text{KMnO}_4) &= 14 \cdot 5 \nu(\text{C}_3\text{H}_8\text{O}_3) = 0,3192 & & \\  m(\text{KMnO}_4) &= \nu \cdot M = 0,3192 \cdot 158 = 50,4336 & & \\  m(15\% \text{раствора}) &= 336,224 \text{ гр;} & &   \end{aligned}  $	2
$  \begin{aligned}  \nu(\text{CO}_2) &= 3 \nu(\text{C}_3\text{H}_8\text{O}_3) = 0,342; & m(\text{CO}_2) &= 15,048 \\  \nu(\text{K}_2\text{SO}_4) &= 7 \cdot 5 \nu(\text{C}_3\text{H}_8\text{O}_3) = 0,1596 & & \\  \nu(\text{MnSO}_4) &= 14 \cdot 5 \nu(\text{C}_3\text{H}_8\text{O}_3) = 0,3192 & & \\  m(\text{K}_2\text{SO}_4) &= \nu \cdot M = 27,8 & & \\  m(\text{MnSO}_4) &= 48,2 & & \\  m(\text{солей}) &= 76 & & \\  m(\text{солей}) \setminus m(\text{CO}_2) &= 5,05 & & \\  m(\text{KMnO}_4) &= (0,114 \cdot \frac{14}{5}) \cdot 158 / 0,15 = 336 & &   \end{aligned}  $	2
Максимальный балл	8

**Задание 11.5.3.** (8 баллов)

Смесь арабинозы ((2S,3R,4R)-2,3,4,5-тетрагидроксипентаналь) и дезоксирибозы  $\sum m$  9,86 способна вступить в реакцию «серебряного зеркала».

Найти массовую долю арабинозы в смеси, если для проведения реакции потребуется такая же масса гидроксида диамминсеребра (I), которая может прореагировать с 5,6 граммами пропина.

Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Баллы
---	-------

$  \begin{array}{c}  \text{H-C=O} \\    \\  \text{HO-C-H} \\    \\  \text{H-C-OH} \\    \\  \text{H-C-OH} \\    \\  \text{CH}_2\text{-OH}  \end{array}  + 2[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]\text{OH} \rightarrow  \begin{array}{c}  \text{NH}_4\text{O-C=O} \\    \\  \text{HO-C-H} \\    \\  \text{H-C-OH} \\    \\  \text{H-C-OH} \\    \\  \text{CH}_2\text{-OH}  \end{array}  + 2\text{Ag}\downarrow + 3\text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O}  $	$M(\text{C}_5\text{H}_{10}\text{O}_5)=150$	2
$  \begin{array}{c}  \text{H-C=O} \\    \\  \text{CH}_2 \\    \\  \text{H-C-OH} \\    \\  \text{H-C-OH} \\    \\  \text{CH}_2\text{-OH}  \end{array}  + 2[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]\text{OH} \rightarrow  \begin{array}{c}  \text{NH}_4\text{O-C=O} \\    \\  \text{CH}_2 \\    \\  \text{H-C-OH} \\    \\  \text{H-C-OH} \\    \\  \text{CH}_2\text{-OH}  \end{array}  + 2\text{Ag}\downarrow + 3\text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O}  $	$M(\text{C}_5\text{H}_{10}\text{O}_4)=134$	
$  \begin{aligned}  \nu(\text{C}_3\text{H}_4) &= \frac{5,6}{40} = 0,14 \\  \nu([\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]\text{OH}) &= 0,14  \end{aligned}  $		2
$  \text{HC}\equiv\text{C-CH}_3 + [\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]\text{OH} \rightarrow \text{Ag-C}\equiv\text{C-CH}_3 + 2\text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O}  $ $  \begin{aligned}  \nu(\text{C}_5\text{H}_{10}\text{O}_5) &= x & 150x + 134y &= 9,86 \\  \nu(\text{C}_5\text{H}_{10}\text{O}_4) &= y & 2x + 2y &= 0,14 \\  x + y &= 0,07 \\  x &= 0,03; \\  y &= 0,04  \end{aligned}  $		2
$  \begin{aligned}  m(\text{C}_5\text{H}_{10}\text{O}_5) &= \nu \cdot M = 0,03 \cdot 150 = 4,5 \text{ гр} \\  \omega(\text{C}_5\text{H}_{10}\text{O}_5) &= \frac{4,5}{9,86} = 46\%  \end{aligned}  $		2
Максимальный балл		8

**Задание 11.5.4.** (8 баллов)

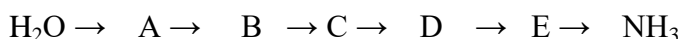
Смесь глицеральдегида и дезоксирибозы  $\Sigma m$  3,58 способна вступить в реакцию с гидроксидом меди (II) при нагревании. Рассчитайте массовую долю дезоксирибозы в смеси, если для проведения реакции потребуется такая же масса меди гидроксида (II), которая при взаимодействии с раствором аммиака образует комплексное соединение массой 9,96 .

Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Баллы
$\text{Cu}(\text{OH})_2 + 4\text{NH}_3 \leftrightarrow [\text{Cu}(\text{NH}_3)_4](\text{OH})_2$	2

$  \begin{array}{c}  \text{H-C=O} \\    \\  \text{H-C-OH} \\    \\  \text{H}_2\text{C-OH}  \end{array}  + 2\text{Cu(OH)}_2 \rightarrow  \begin{array}{c}  \text{COOH} \\    \\  \text{H-C-OH} \\    \\  \text{H}_2\text{C-OH}  \end{array}  + \text{Cu}_2\text{O}\downarrow + \text{H}_2\text{O}  $	
$  \begin{array}{c}  \text{H-C=O} \\    \\  \text{CH}_2 \\    \\  \text{H-C-OH} \\    \\  \text{H-C-OH} \\    \\  \text{CH}_2\text{-OH}  \end{array}  + 2\text{Cu(OH)}_2 \rightarrow  \begin{array}{c}  \text{COOH} \\    \\  \text{CH}_2 \\    \\  \text{H-C-OH} \\    \\  \text{H-C-OH} \\    \\  \text{CH}_2\text{-OH}  \end{array}  + \text{Cu}_2\text{O}\downarrow + \text{H}_2\text{O}  $	
$  \begin{aligned}  \nu(\text{C}_3\text{H}_6\text{O}_3) &= x & 90x + 134y &= 3,58 \\  \nu(\text{C}_5\text{H}_{10}\text{O}_4) &= y  \end{aligned}  $	2
$  \begin{aligned}  \nu([\text{Cu}(\text{NH}_3)_4](\text{OH})_2) &= m \quad M = 0,06 \\  \nu(\text{Cu}(\text{OH})_2) &= 0,06; & 2x + 2y &= 0,06;  \end{aligned}  $	2
$  \begin{aligned}  90x + 134y &= 3,58 \\  2x + 2y &= 0,06; \\  x &= 0,01 \\  y &= 0,02  \end{aligned}  $	
$  \begin{aligned}  m(\text{C}_5\text{H}_{10}\text{O}_4) &= \nu \cdot M = 0,02 \cdot 134 = 2,68 \text{ гр} \\  \omega(\text{C}_5\text{H}_{10}\text{O}_4) &= \frac{2,68}{3,58} = 75\%  \end{aligned}  $	2
Максимальный балл	8

### Задание 11.6.3. (12 баллов)

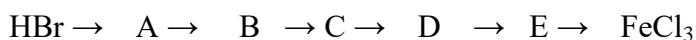
Напишите уравнения реакции в соответствии со схемой. Вещества, обозначенные буквами, не повторяются, все они **содержат литий**. В схеме только **одна реакция** протекает без изменения степени окисления. Для всех окислительно-восстановительных реакций запишите электронный баланс, укажите окислитель и восстановитель.



Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Баллы
$2\text{Li} + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{LiOH} + \text{H}_2$	2
$2\text{LiOH} + 2\text{NO}_2 \rightarrow \text{LiNO}_2 + \text{LiNO}_3 + \text{H}_2\text{O}$	2
$4\text{LiNO}_3 \rightarrow 2\text{Li}_2\text{O} + 4\text{NO}_2 + \text{O}_2$	2
$\text{Li}_2\text{O} + \text{Mg} \rightarrow 2\text{Li} + \text{MgO}$	2
$6\text{Li} + \text{N}_2 \rightarrow 2\text{Li}_3\text{N}$	2
$\text{Li}_3\text{N} + 3\text{H}_2\text{O} \rightarrow 3\text{LiOH} + \text{NH}_3$	2
Максимальный балл	12

**Задание 11.6.4.** (12 баллов)

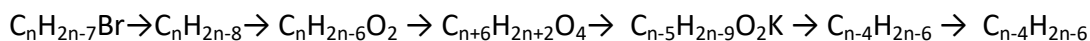
Напишите уравнения реакции в соответствии со схемой. Вещества, обозначенные буквами, не повторяются, все они содержат **хром**. В схеме только одна реакция протекает без изменения степени окисления. Для всех окислительно-восстановительных реакций запишите электронный баланс, укажите окислитель и восстановитель.



Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Баллы
$\text{Cr} + 2\text{HBr} \rightarrow \text{CrBr}_2 + \text{H}_2$	2
$2\text{CrBr}_2 + \text{Br}_2 \rightarrow 2\text{CrBr}_3$	2
$2\text{CrBr}_3 + 3\text{Cl}_2 \rightarrow 2\text{CrCl}_3 + 3\text{Br}_2$	2
$2\text{CrCl}_3 + 3\text{H}_2\text{O}_2 + 10\text{KOH} \rightarrow 2\text{K}_2\text{CrO}_4 + 6\text{KCl} + 8\text{H}_2\text{O}$	2
$2\text{K}_2\text{CrO}_4 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + \text{K}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O}$	2
$6\text{FeCl}_2 + \text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + 14\text{HCl} \rightarrow 6\text{FeCl}_3 + 2\text{CrCl}_3 + 2\text{KCl} + 7\text{H}_2\text{O}$	2
Максимальный балл	12

**Задание 11.7.3.** (12 баллов)

Напишите уравнения реакции с использованием структурных формул веществ, предварительно выбрав подходящее значение n, в соответствии со схемой.

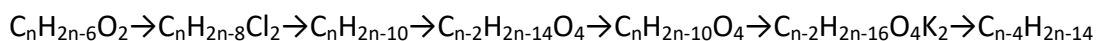


Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Баллы
n=8	2
$\text{C}_6\text{H}_5\text{-CHBr-CH}_3 + \text{KOH(спирт)} \rightarrow \text{C}_6\text{H}_5\text{-CH=CH}_2 + \text{KBr} + \text{H}_2\text{O}$	
$3\text{C}_6\text{H}_5\text{-CH=CH}_2 + 2\text{KMnO}_4 + 4\text{H}_2\text{O} \rightarrow$ $3\text{C}_6\text{H}_5\text{-CH(OH)-CH}_2\text{(OH)} + 2\text{MnO}_2 + 2\text{KOH}$	2
$\text{C}_6\text{H}_5\text{-CH(OH)-CH}_2\text{(OH)} + 2\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-COOH} \rightarrow$ $\text{C}_6\text{H}_5\text{-CH(OCO-CH}_2\text{-CH}_3\text{)-CH}_2\text{(OCO-CH}_2\text{-CH}_3\text{)} + 2\text{H}_2\text{O}$	2
$\text{C}_6\text{H}_5\text{-CH(OCO-CH}_2\text{-CH}_3\text{)-CH}_2\text{(OCO-CH}_2\text{-CH}_3\text{)} + 2\text{KOH} \rightarrow$ $\text{C}_6\text{H}_5\text{-CH(OH)-CH}_2\text{(OH)} + 2\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-COOK}$	2
$2\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-COOK} + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_3 + 2\text{CO}_2 + 2\text{KOH} + \text{H}_2$	2
$\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_3 \rightarrow \text{CH}_3\text{-CH(CH}_3\text{)-CH}_3$	2
Максимальный балл	12

**Задание 11.7.4.** (12 баллов)



Напишите уравнения реакции с использованием структурных формул веществ, предварительно выбрав подходящее значение n, в соответствии со схемой.



Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Баллы
n=10 $CH_3-CH(OH)-C_6H_4-CH(OH)-CH_3 + 2HCl \rightarrow$ $\rightarrow (CH_3-CH(Cl)-C_6H_4-(Cl)CH-CH_3 + 2H_2O$	2
$CH_3-CH(Cl)-C_6H_4-(Cl)CH-CH_3 + 2KOH \rightarrow$ $\rightarrow CH_2=CH-C_6H_4-CH=CH_2 + 2KCl + 2H_2O$	2
$CH_2=CH-C_6H_4-CH=CH_2 + 4KMnO_4 + 6H_2SO_4 \rightarrow$ $\rightarrow HOOC-C_6H_4-COOH + 2CO_2 + 4MnSO_4 + 2K_2SO_4 + 8H_2O$	2
$HOOC-C_6H_4-COOH + 2CH_3-OH \rightarrow CH_3-OOC-C_6H_4-COO-CH_3 + 2H_2O$	2
$CH_3-OOC-C_6H_4-COO-CH_3 + 2KOH \rightarrow KOOC-C_6H_4-COOK + 2CH_3-OH$	2
$KOOC-C_6H_4-COOK + 2KOH \rightarrow C_6H_6 + 2K_2CO_3$	2
Максимальный балл	12

**Задание 11.8.3.** (10 баллов)

Смесь диэтилового эфира и этанола сожгли, при этом выделилось 409,8 кДж теплоты. Объем кислорода, пошедшего для сжигания данной смеси кислот в 1,5 раза больше объема выделившегося газа, а масса трубки с безводным сульфатом меди после пропускания продуктов сгорания возросла на 14.4 гр.

Рассчитайте, какое количество теплоты выделится, при сжигании 250 гр диэтилового эфира, если известно, что при сгорании 23 гр этанола выделится 685.5 кДж теплоты.

Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Баллы
$\begin{array}{cccc} X & 6X & 4X & 5X \\ C_4H_{10}O + 6O_2 \rightarrow & 4CO_2 & + 5H_2O & \\ \\ C_2H_6O + 3O_2 \rightarrow & 2CO_2 & + 3H_2O & \\ Y & 3Y & 2Y & 3Y \end{array} \quad \left. \vphantom{\begin{array}{cccc} X & 6X & 4X & 5X \\ C_4H_{10}O + 6O_2 \rightarrow & 4CO_2 & + 5H_2O & \\ \\ C_2H_6O + 3O_2 \rightarrow & 2CO_2 & + 3H_2O & \\ Y & 3Y & 2Y & 3Y \end{array}} \right\} 409,8 \text{ кДж}$	2
$\left. \begin{array}{l} \frac{6x+3y}{4x+2y} = 1,5 \\ 5x+3y = 0,8 \end{array} \right\} \quad x=y;$ $x=0,1$ $y=0,1$	2
0.5 моль (C <sub>2</sub> H <sub>6</sub> O) (46) <sub>молярная масса</sub> - 685.5 Q 0.1 - x ; X=137.1	2
409,8-137.1=272.7	2
7.4 гр (0,1 моль) - 272.7 250 гр - X X=9212.8	2

Максимальный балл	10
-------------------	----

**Задание 11.8.4.** (10 баллов)

Смесь ацетона и бензола сожгли при этом выделилось 833.2 кДж теплоты. Объем кислорода, пошедшего для сжигания данной смеси кислот в 1,26667 раза больше объема выделившегося газа, а масса трубки с безводным сульфатом меди в результате пропускания продуктов сгорания возросла на 16.2 гр.

Рассчитайте, какое количество теплоты выделится, при сжигании 50 гр бензола, если известно, что при сгорании 1 моля ацетона выделится 1786 кДж теплоты.

Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Баллы
$\begin{array}{cccc} X & 4X & 3X & 3X \\ C_3H_6O + 4O_2 \rightarrow & 3CO_2 & + & 3H_2O \\ \\ C_6H_6 + 7.5O_2 \rightarrow & 6CO_2 & + & 3H_2O \\ Y & 7.5Y & 6Y & 3Y \end{array} \quad \left. \vphantom{\begin{array}{cccc} X & 4X & 3X & 3X \\ C_3H_6O + 4O_2 \rightarrow & 3CO_2 & + & 3H_2O \\ \\ C_6H_6 + 7.5O_2 \rightarrow & 6CO_2 & + & 3H_2O \\ Y & 7.5Y & 6Y & 3Y \end{array}} \right\} 294,3 \text{ кДж}$	2
$\left. \begin{array}{l} \frac{4x + 7.5y}{3x + 6y} = 1,26667 \\ 3x + 3y = \frac{16.2}{18} = 0,9 \end{array} \right\}$ <p>x=0,1 y=0,2</p>	2
<p>1 моль (C<sub>3</sub>H<sub>6</sub>O)      - 1786кДж 0,1                      - x                                      X=178.6</p>	2
<p>Q на C<sub>6</sub>H<sub>6</sub> = 833.2 - 178.6 = 654.6 кДж</p>	2
<p>15.6 гр (0,2 моль)      - 654.6 кДж 50 гр                      - x                                      X=2098 кДж</p>	2
Максимальный балл	10

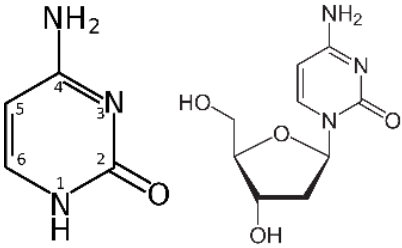
**Задание 11.9.3.** (10 баллов)

В ходе эксперимента сожгли смесь цитозина и дезоксицитидина и массой 59,7 гр.

Массовая доля атомарного кислорода в которой составляла 19,6%

Приведите структурные формулы веществ и рассчитайте массовую долю дезоксицитидина в смеси, а также массу осадка, которая может быть получена при пропускании газообразных продуктов сгорания смеси через раствор баритовой воды.

Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Баллы

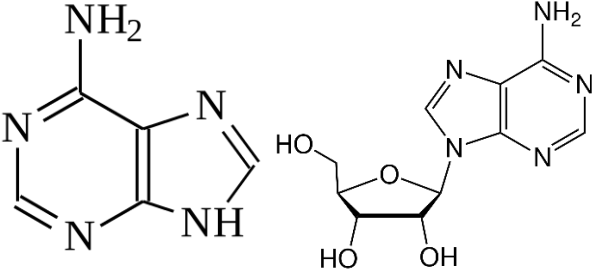
	2
$2x \text{C}_9\text{H}_{13}\text{N}_3\text{O}_4 + 20,5\text{O}_2 \rightarrow 3\text{N}_2 + 18\text{CO}_2 + 13\text{H}_2\text{O}$ $2y \text{C}_4\text{H}_5\text{N}_3\text{O} + 9,5\text{O}_2 \rightarrow 3\text{N}_2 + 8\text{CO}_2 + 5\text{H}_2\text{O}$	2
$m(\text{C}_9\text{H}_{13}\text{N}_3\text{O}_4) = \nu \cdot M = 227x$ $m(\text{C}_4\text{H}_5\text{N}_3\text{O}) = \nu \cdot M = 111y$ $227x + 111y = 59,7$ $\omega(\text{O}) = \frac{m(\text{O})}{m_{\text{смеси}}}$ $\frac{(4x+y) \cdot 16}{59,7} = 0,196$ $227x + 111y = 59,7$ $y = 0,333$ $x = 0,1$	2
$m(\text{C}_9\text{H}_{13}\text{N}_3\text{O}_4) = \nu \cdot M = 227 \cdot 0,1 = 22,7$ $\omega(\text{C}_9\text{H}_{13}\text{N}_3\text{O}_4) = \frac{22,7}{59,7} = 38\%$	2
$\text{Ba}(\text{OH})_2 + \text{CO}_2 = \text{BaCO}_3 \downarrow + \text{H}_2\text{O}$ $\nu(\text{CO}_2)_1 = 9\nu(\text{C}_9\text{H}_{13}\text{N}_3\text{O}_5) = 9 \cdot 0,1 = 0,9 \text{ моль}$ $\nu(\text{CO}_2)_2 = 4\nu(\text{C}_4\text{H}_5\text{N}_3\text{O}) = 4 \cdot 0,333 = 1,332 \text{ моль}$ $\Sigma(\text{CO}_2) = 2,232 \text{ моль}$ $\nu(\text{BaCO}_3) = 2,232 \text{ моль}$ $m(\text{BaCO}_3) = \nu \cdot M = 2,232 \cdot 197 = 439,704$	2
Максимальный балл	10

**Задание 11.9.4.** (10 баллов)

В ходе эксперимента сожгли смесь **Аденина** и **Аденозина** массой 40,2 гр. Массовая доля атомарного азота в которой составляла 34,8%

Приведите структурные формулы веществ и рассчитайте массовую долю **Аденина** в смеси, а также массу осадка, которая может быть получена при пропускании газообразных продуктов сгорания смеси через избыток раствора известковой воды.

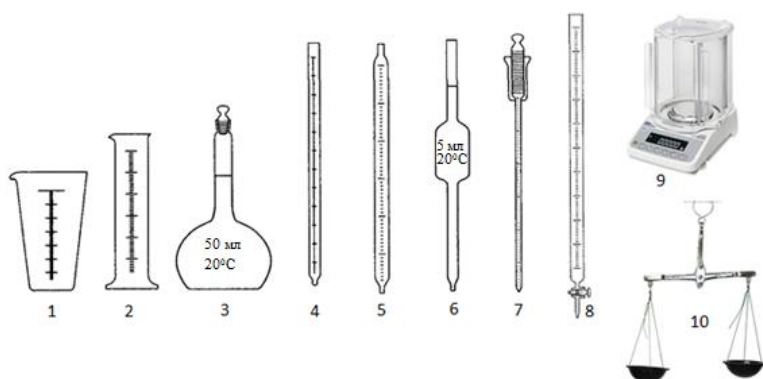
Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Баллы
---	-------

	2
$x$ $2C_{10}H_{13}N_5O_4 + 23,5O_2 \rightarrow 5N_2 + 20CO_2 + 13H_2O$ $y$ $2C_5H_5N_5 + 12,5O_2 \rightarrow 5N_2 + 10CO_2 + 5H_2O$	2
$v(C_{10}H_{13}N_5O_4) = x$ $v(C_5H_5N_5) = y$ $m(C_{10}H_{13}N_5O_4) = v \cdot M = 267x$ $m(C_5H_5N_5) = v \cdot M = 135y$ $267x + 135y = 40,2$ $\omega(N) = \frac{m(N)}{m_{\text{смеси}}}$ $\frac{(5x+5y) \cdot 14}{40,2} = 0,348$ $267x + 135y = 40,2$ $5x + 5y = 1$ $267x + 135y = 40,2$ $y = 0,1$ $x = 0,1$	2
$m(C_5H_5N_5) = v \cdot M = 135 \cdot 0,1 = 13,5$ $\omega(C_5H_5N_5) = \frac{13,5}{40,2} = 33,6\%$	2
$Ca(OH)_2 + CO_2 = CaCO_3 \downarrow + H_2O$ $v(CO_2)_1 = 10v(C_{10}H_{13}N_5O_4) = 10 \cdot 0,1 = 1$ $v(CO_2)_2 = 5v(C_5H_5N_5) = 5 \cdot 0,1 = 0,5$ $\sum(CO_2) = 1,5 \text{ моль}$ $v(CaCO_3) = 1,5 \text{ моль}$ $m(CaCO_3) = v \cdot M = 1,5 \cdot 100 = 150 \text{ г}$	2
Максимальный балл	10

### Задание 11.10.3. (18 баллов)

Сульфат меди применяется в медицине в качестве антисептического средства, оказывает вяжущее, прижигающее, эритропоэтическое местное действие. В малых дозах действует как катализатор, ускоряющий образование гемоглобина, поэтому применяется для лечения анемии одновременно с приемом препаратов железа. Технический образец пентагидрата сульфата меди (II) массой 1,85 г растворяют в воде, переносят в мерную колбу объемом 50,0 мл и доводят до метки дистиллированной водой. К пробе раствора объемом 5,0 мл добавляют 10,0 мл 10%-ного раствора иодида калия и 2 мл раствора серной кислоты с концентрацией 1 моль/л, накрывают стеклом и оставляют на некоторое время для окончания реакции. Полученную смесь титруют раствором тиосульфата натрия с концентрацией 0,25 моль/л до бледно-желтой окраски, прибавляют 5 капель раствора крахмала и продолжают титрование до обесцвечивания раствора. Всего было добавлено 2,6 мл раствора тиосульфата натрия. Напишите уравнения реакций и рассчитайте массовую долю сульфата меди в исходном образце. Выберите необходимую для

проведения анализа аналитическую посуду и оборудование, назовите их и укажите, для чего данная посуда и оборудование используются.

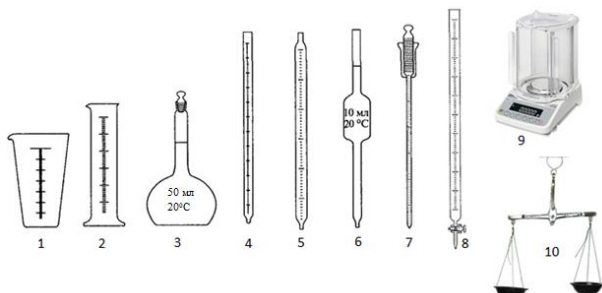


Элемент ответа	балл
1) Написаны уравнения реакций: $2 \text{CuSO}_4 + 4 \text{KI} \rightarrow 2 \text{CuI} + \text{I}_2 + 2 \text{K}_2\text{SO}_4$ $\text{I}_2 + 2\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \rightarrow 2 \text{NaI} + \text{Na}_2\text{S}_4\text{O}_6$	2
2) Рассчитано количество вещества тиосульфата натрия: $\nu(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3) = 0,25 \cdot 2,6 = 0,65 \text{ ммоль}$	2
3) Рассчитано количество вещества сульфата меди (II): $\nu(\text{CuSO}_4) = \nu(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3) = 0,65 \text{ ммоль}$ (в аликвотной доле) $\nu(\text{CuSO}_4) = 0,65 \cdot 50 / 5 = 6,5 \text{ ммоль} = 0,0065 \text{ моль}$ (в растворе)	2
4) Рассчитана масса и массовая доля сульфата меди (II) в исходном образце: $m(\text{CuSO}_4) = 0,0065 \cdot 159,6 = 1,037 \text{ г}$ $\omega(\text{CuSO}_4) = 1,037 / 1,85 = 0,5608$ (56,08 %)	2
3 – мерная колба – для приготовления точного объема раствора анализируемого вещества; 6 – пипетка Мора – для взятия аликвотной доли анализируемого раствора; 8 – бюретка – для определения объема титранта; 9 – аналитические весы – для взятия точной навески анализируемого вещества.	2 2 2
	18

**Задание 11.10.3.** (18 баллов)

Сульфат меди применяется в медицине в качестве антисептического средства, оказывает вяжущее, прижигающее, эритропоэтическое местное действие. В малых дозах действует как катализатор, ускоряющий образование гемоглобина, поэтому применяется для лечения анемии одновременно с приемом препаратов железа. Технический образец пентагидрата сульфата меди (II) массой 2,20 г растворяют в воде, переносят в мерную колбу объемом 50,0 мл и доводят до метки дистиллированной водой. К пробе раствора объемом 10,0 мл добавляют 10,0 мл 10%-ного раствора иодида калия и 5 мл раствора серной кислоты с концентрацией 1 моль/л, накрывают стеклом и оставляют на некоторое время для окончания реакции. Полученную смесь титруют раствором тиосульфата натрия с концентрацией 0,20 моль/л до бледно-желтой окраски, прибавляют 5 капель раствора

крахмала и продолжают титрование до обесцвечивания раствора. Всего было добавлено 8,2 мл раствора тиосульфата натрия. Напишите уравнения реакций и рассчитайте массовую долю сульфата меди в исходном образце. Выберите необходимую для проведения анализа аналитическую посуду и оборудование, назовите их и укажите, для чего данная посуда и оборудование используются.



Элемент ответа	балл
<p>1) Написаны уравнения реакций:</p> $2 \text{CuSO}_4 + 4 \text{KI} \rightarrow 2 \text{CuI} + \text{I}_2 + 2 \text{K}_2\text{SO}_4$ $\text{I}_2 + 2\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \rightarrow 2 \text{NaI} + \text{Na}_2\text{S}_4\text{O}_6$	2
<p>2) Рассчитано количество вещества тиосульфата натрия:</p> $v(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3) = 0,20 \cdot 8,2 = 1,64 \text{ ммоль}$	2
<p>3) Рассчитано количество вещества сульфата меди (II):</p> $v(\text{CuSO}_4) = v(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3) = 1,64 \text{ ммоль (в аликвотной доле)}$ $v(\text{CuSO}_4) = 1,64 \cdot 50 / 10 = 8,2 \text{ ммоль} = 0,0082 \text{ моль (в растворе)}$	2
<p>4) Рассчитана масса и массовая доля сульфата меди (II) в исходном образце:</p> $m(\text{CuSO}_4) = 0,0082 \cdot 159,6 = 1,309 \text{ г}$ $\omega(\text{CuSO}_4) = 1,309 / 2,20 = 0,5949 (59,49 \%)$	2
<p>3 – мерная колба – для приготовления точного объема раствора анализируемого вещества;</p> <p>6 – пипетка Мора – для взятия аликвотной доли анализируемого раствора;</p> <p>8 – бюретка – для определения объема титранта;</p> <p>9 – аналитические весы – для взятия точной навески анализируемого вещества.</p>	2 2 2 2
	18