Материалы заданий заключительного этапа Всероссийской Сеченовской олимпиады школьников по химии 2023г.

11 класс

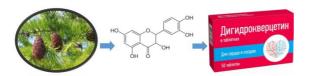
Задание 11.1.1. (6 баллов)

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 дигидрокверцитина – флавоноидного соединения, обладающего высокой антиоксидантной активностью, выделенного из древесины лиственницы Larix lignum





Формула дигидрокверцитина приведена на схеме. Рассчитайте какую массу дигидрокверцитина 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.



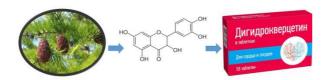
Задание 11.1.2. (6 баллов)

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 дигидрокверцитина – флавоноидного соединения, обладающего высокой антиоксидантной активностью, выделенного из древесины лиственницы Larix lignum





Формула дигидрокверцитина приведена на схеме. Рассчитайте какую массу дигидрокверцитина 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.



Задание 11.2.1. (8 баллов)

Бутин-2 объемом 55 л (при температуре 25^{0} С и давлении 101,3 кПа) пропустили через трубку с раскаленным активированным углем и получили ароматический углеводород X_{1} , который окислили подкисленным раствором перманганата калия с образованием многоосновной кислоты X_{2} . Определите массу уксусной кислоты, которая может образоваться в результате реакции кислоты X_{2} с ацетилхлоридом (CH₃COCl) (выходы всех реакций считать равными 100%).

Задание 11.2.2. (8 баллов)

Бутин-2 объемом 44 л (при температуре 21^{0} С и давлении 100кПа) пропустили через трубку с раскаленным активированным углем и получили ароматический углеводород X_{1} , который окислили подкисленным раствором перманганата калия с образованием многоосновной кислоты X_{2} . Определите массу ацетилхлорида (CH₃COCl), который может вступить в реакцию с кислотой X_{2} (выходы всех реакций считать равными 100%).

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 α-глюкозы, соединённых через 1,4 атомы углерода

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.

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

Задание 11.4.2. (8 баллов)

Природный жир, общее число атомов в котором составляет $9,4514\cdot10^{25}$, 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 КОН, которая пойдет на данную реакцию.

Задание 11.5.1. (8 баллов)

Смесь рибозы и дезоксирибозы \sum 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.

Задание 11.5.2. (8 баллов)

Смесь ксилозы и дезоксирибозы \sum 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

Задание 11.6.1. (12 баллов)

$$\begin{array}{|c|c|c|c|c|c|}\hline & HCl & H_2SO_4\left(\kappa\right) & NaOH & Na_2O_2 \\ \rightarrow & A & \rightarrow & B & \rightarrow & C & \rightarrow & D \\ \hline Cr & & KClO_3 & Br_2, KOH \\ \rightarrow & E & \rightarrow & F & \\ \hline \end{array}$$

Задание 11.6.2. (12 баллов)

| 34441116 1110021 (12 0 milion) | | | | | | | | |
|--------------------------------|--|---|---------------|---|---------------|----|---------------|---|
| | Na ₂ SiO ₃ H ₂ O | | t | | | | | |
| | \rightarrow | A | \rightarrow | C | \rightarrow | Fe | | |
| 1 | | | | | | | | |
| FeCl ₃ | Na_2SiO_3 | | | | | | | |
| | H_2O | | C, t | | NaOH | | HBr | |
| | \rightarrow | В | \rightarrow | D | \rightarrow | E | \rightarrow | В |

Задание 11.7.1. (12 баллов)

Дана схема превращений

Напишите структурные формулы веществ и уравнения соответствующих реакций

Задание 11.7.2. (12 баллов)

Дана схема превращений

Напишите структурные формулы веществ и уравнения соответствующих реакций

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 щавеливой кислоты, если известно, что при сгорании 250 гр бензойной кислоты выделится 6612,7 кДж теплоты.

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.

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.

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 пропускании продуктов сгорания этой смеси через избыток раствора известковой воды.

Задание 11.10.1. (18 баллов)

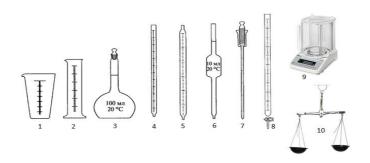
Соль Мора ($Fe(NH_4)_2(SO_4)_2 \cdot 6H_2O$) используется в медицине при гипохромных (железодефицитных) анемиях, а также применяют в качестве реактива для обнаружения в растительном лекарственном сырье гидролизуемых дубильных веществ. Соль Мора применяется в научно-исследовательских работах и химических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

Для определения концентрации дихромата калия в растворе кристаллическую соль Мора 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.

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.



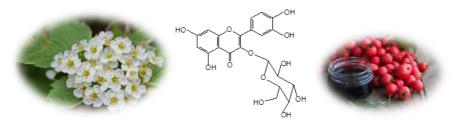
Задание 11.1.3. (6 баллов)

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.



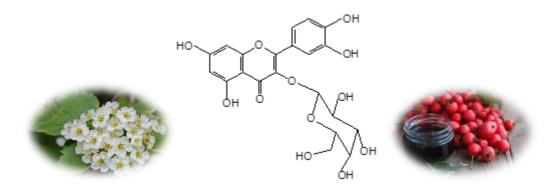
Задание 11.1.4. (6 баллов)

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.



Задание 11.2.3. (8 баллов)

Бутин-2 объемом 6.72 л (при температуре 22^{0} С и давлении 100,3 кПа) пропустили через трубку с раскаленным активированным углем и получили ароматический углеводород X_{1} , который окислили подкисленным раствором перманганата калия с образованием многоосновной кислоты X_{2} . Определите массу уксусной кислоты, которая может образоваться в результате реакции кислоты X_{2} с ацетилхлоридом (CH₃COCl) (выходы всех реакций считать равными 100%).

Задание 11.2.4. (8 баллов)

Бутин-2 объемом 44.8 л (при температуре 15^{0} С и давлении 102кПа) пропустили через трубку с раскаленным активированным углем и получили ароматический углеводород X_{1} , который окислили подкисленным раствором перманганата калия с образованием многоосновной кислоты X_{2} . Определите массу ацетилхлорида (CH₃COCl), который может вступить в реакцию с кислотой X_{2} (выходы всех реакций считать равными 100%).

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 α-глюкозы, соединённых через 1,4 атомы углерода

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 брожении всей глюкозы, полученной при гидролизе дисахарида с калия перманганатом в сернокислой среде.

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%)

Задание 11.4.4. (8 баллов)

Природный жир, общее число атомов в котором составляет $9,4514\cdot10^{25}$, 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.

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.

Задание 11.5.4. (8 баллов)

Смесь глицеральдегида и дезоксирибозы \sum 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 .

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.

$$H_2O \rightarrow A \rightarrow B \rightarrow C \rightarrow D \rightarrow E \rightarrow NH_3$$

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.

$$HBr \rightarrow A \rightarrow B \rightarrow C \rightarrow D \rightarrow E \rightarrow FeCl_3$$

Задание 11.7.3. (12 баллов)

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

$$C_{n}H_{2n-7}Br \rightarrow C_{n}H_{2n-8} \rightarrow C_{n}H_{2n-6}O_{2} \rightarrow C_{n+6}H_{2n+2}O_{4} \rightarrow C_{n-5}H_{2n-9}O_{2}K \rightarrow C_{n-4}H_{2n-6} \rightarrow C_{n-4}H_{2n-6}$$

Задание 11.7.4. (12 баллов)

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

$$C_{n}H_{2n-6}O_{2} \rightarrow C_{n}H_{2n-8}CI_{2} \rightarrow C_{n}H_{2n-10} \rightarrow C_{n-2}H_{2n-14}O_{4} \rightarrow C_{n}H_{2n-10}O_{4} \rightarrow C_{n-2}H_{2n-16}O_{4}K_{2} \rightarrow C_{n-4}H_{2n-14}O_{4} \rightarrow C_{n}H_{2n-10}O_{4} \rightarrow C_{n}H_{2n$$

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.

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.

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.

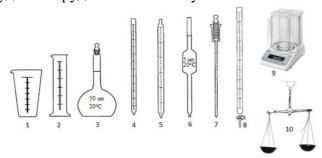
Задание 11.9.4. (10 баллов)

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.

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 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.



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 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.

