

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

11 класс

Задание 11.1.1. (6 баллов)

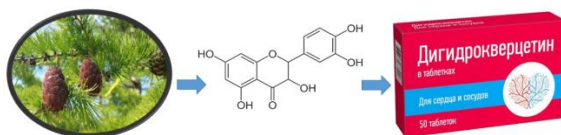
Ученые кафедры химии Сеченовского университета активно участвуют в научных исследованиях, начатых в конце 20-го века под руководством доктора хим. наук, профессора, Заслуженного деятеля науки РФ Тюкавкиной Н.А. по разработке методов анализа и стандартизации лекарственных средств на основе дигидрокверцетина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



Профессор Тюкавкина Нина Арсеньевна



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

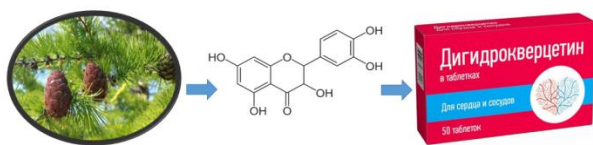
Задание 11.1.2. (6 баллов)

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*



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

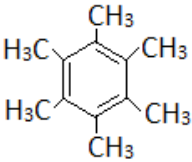
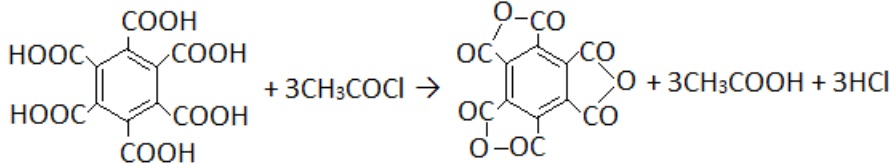
Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Баллы
$V(\text{Ne}) = 4,48 \cdot 0,25 = 1,12 \text{ л}; \quad n(\text{Ne}) = V/V_m = 0,05 \text{ моль}; \quad m(\text{Ne}) = 1 \text{ гр.}$ $V(\text{C}_2\text{H}_6) = 4,48 \cdot 0,75 = 3,36 \text{ л}; \quad n(\text{C}_2\text{H}_6) = V/V_m = 0,15 \text{ моль};$ $m(\text{C}_2\text{H}_6) = 4,5 \text{ гр.}$	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°C 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 (CH_3COCl) (выходы всех реакций считать равными 100%).

РЕШЕНИЕ

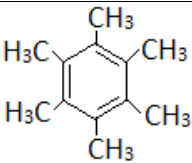
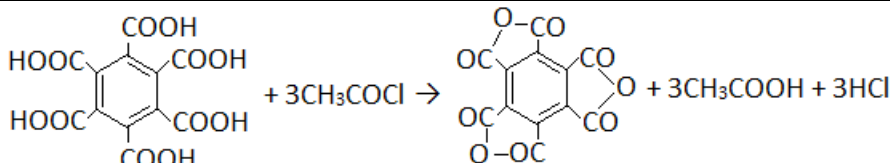
Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Баллы
---	-------

$3\text{CH}_3-\text{C}\equiv\text{C}-\text{CH}_3 \rightarrow$ 	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
 или: $\text{C}_6(\text{COOH})_6 + 3\text{CH}_3\text{COCl} \rightarrow \text{C}_{12}\text{O}_9 + 3\text{CH}_3\text{COOH} + 3\text{HCl}$	2
$\nu(\text{C}_4\text{H}_6) = 101,3 \cdot 55 / 8,31 \cdot 298 = 2,25 \text{ моль}$ $\nu(\text{C}_6(\text{COOH})_6) = \nu(\text{C}_{12}\text{H}_{18}) = 2,25 / 3 = 0,75 \text{ моль}$ $\nu(\text{CH}_3\text{COOH}) = 0,75 \cdot 3 = 2,25 \text{ моль}$ $m(\text{CH}_3\text{COOH}) = 2,25 \cdot 60 = 135 \text{ г}$	2
Максимальный балл	8

Задание 11.2.2. (8 баллов)

Бутин-2 объемом 44 л (при температуре 21⁰С и давлении 100кПа) пропустили через трубку с раскаленным активированным углем и получили ароматический углеводород X₁, который окислили подкисленным раствором перманганата калия с образованием многоосновной кислоты X₂. Определите массу ацетилхлорида (CH₃COCl), который может вступить в реакцию с кислотой X₂ (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
 или: $\text{C}_6(\text{COOH})_6 + 3\text{CH}_3\text{COCl} \rightarrow \text{C}_{12}\text{O}_9 + 3\text{CH}_3\text{COOH} + 3\text{HCl}$	2
$\nu(\text{C}_4\text{H}_6) = 100 \cdot 44 / 8,31 \cdot 294 = 1,8 \text{ моль}$ $\nu(\text{C}_6(\text{COOH})_6) = \nu(\text{C}_{12}\text{H}_{18}) = 1,8 / 3 = 0,6 \text{ моль}$ $\nu(\text{CH}_3\text{COCl}) = 0,6 \cdot 3 = 1,8 \text{ моль}$ $m(\text{CH}_3\text{COCl}) = 1,8 \cdot 78,5 = 141,3 \text{ г}$	2
Максимальный балл	8

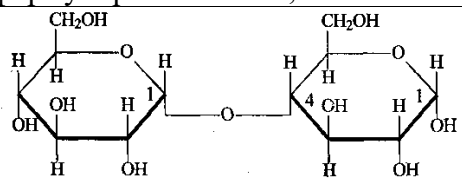
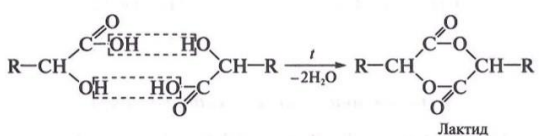
Задание 11.3.1. (8 баллов)

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 α-глюкозы, соединённых через 1,4 атомы углерода

Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Баллы
 Мальтоза Запишем реакцию гидролиза $C_{12}H_{22}O_{11} + H_2O = 2C_6H_{12}O_6$	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
 Лактид $\nu(\text{лактида}) = \frac{1}{2} \nu(\text{молочной кислоты}) = 6 \text{ моль}$ $m(C_6H_8O_4) = \nu \cdot M = 6 \cdot 144 = 864 \text{ Гр}$	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
Запишем реакцию гидролиза $C_{12}H_{22}O_{11} + H_2O = 2C_6H_{12}O_6$ $\nu(H_2O) = \frac{m}{M} = \frac{3,6}{18} = 0,2 \text{ моль}$	2

$\nu(\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6) = 2\nu(\text{H}_2\text{O}) = 0,4 \text{ моль}$	
$\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 \xrightarrow{\text{ферменты}} 2\text{CH}_3\text{-CH(OH)-COOH}$ $\nu(\text{CH}_3\text{-CH(OH)-COOH}) = 2 \nu(\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6) = 0,8 \text{ моль}$	2
$\text{CH}_3\text{-CH(OH)-COOH} + \text{CuO} \xrightarrow{t} \text{CH}_3\text{-}\underset{\text{O}}{\underset{\parallel}{\text{C}}}\text{-COOH} + \text{Cu} + \text{H}_2\text{O}$	2
$\nu(\text{CH}_3\text{-C(O)-COOH}) = \nu(\text{CH}_3\text{-CH(OH)-COOH}) = 0,8$ $m(\text{CH}_3\text{-C(O)-COOH}) = \nu \cdot M = 0,8 \cdot 88 = 70,4 \text{ Гр}$	2
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
$\nu = \frac{N}{Na} = \frac{7,525 \cdot 10^{25}}{6,02 \cdot 10^{23}} = 125$ $\frac{y}{z} = 12,6667 \quad \frac{y}{x} = 1,767$ $x + y + z = 125$ $x = 43 \quad y = 76 \quad z = 6$	2
Учитывая, что жир содержит только одну непредельную кислоту, можно предположить его строение $ \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{COONa} $	2
$\nu(\text{C}_{43}\text{H}_{76}\text{O}_6) = \frac{100}{688} = 0,145 \text{ моль}$ $\nu(\text{NaOH}) = 3\nu(\text{C}_{43}\text{H}_{76}\text{O}_6) = 0,435$ $m(\text{NaOH}) = 17,4$	2

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

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

Задание 11.5.1. (8 баллов)

Смесь рибозы и дезоксирибозы Σm 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
$ \begin{array}{ccc} \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 \end{array} $ $ \begin{array}{ccc} \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 \end{array} $	2
$\nu(C_5H_{10}O_5) = x$ $\nu(C_5H_{10}O_4) = y$ $x + y = 0,3$ $x = 0,3 - y$	2

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

Задание 11.5.2. (8 баллов)

Смесь ксилозы и дезоксирибозы Σm 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
$v(C_5H_{10}O_5) = x$ $150x + 134y = 43,4$ $v(C_5H_{10}O_4) = y$ $v(Cu(OH)_2) = z$ $v(NaCuO_2) = z \quad m(NaCuO_2) = v \cdot 119 = 119z$ $v(NaCl) = 0,5z \quad m(NaCl) = v \cdot 58,5 = 29,25z$	2

$119z + 29,25z = 88,95$ $148,25z = 88,95$ $z = 0,6$ $v(\text{Cu}(\text{OH})_2) = 0,6$ $x + y = 0,3$ $2x + 2y = 0,6$ $0,6 \qquad \qquad \qquad 0,6$ $2\text{Cu}(\text{OH})_2 + \text{NaClO} + 2\text{NaOH} \leftrightarrow 2\text{NaCuO}_2 + \text{NaCl} + 3\text{H}_2\text{O}$	
$150x + 134y = 43,4$ $2x + 2y = 0,6$ $x + y = 0,3$ $x = 0,3 - y$ $45 - 150y + 134y = 43,4$ $1,6 = 16y$ $y = 0,1$ дезоксирибоз $x = 0,2$ ксилозы	2
$m(\text{C}_5\text{H}_{10}\text{O}_4) = v \cdot M = 0,1 \cdot 134 = 13,4 \text{ гр}$ $\omega(\text{C}_5\text{H}_{10}\text{O}_5) = \frac{13,4}{43,4} = 30,8\%$	2
Максимальный балл	8

Задание 11.6.1. (12 баллов)

Cr	HCl		H ₂ SO ₄ (к)		NaOH		Na ₂ O ₂	
	→	A	→	B	→	C	→	D
	KClO ₃		Br ₂ , KOH					
	→	E	→	F				

Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Баллы
1) $\text{Cr} + 2\text{HCl} \rightarrow \text{CrCl}_2 + \text{H}_2$	2
2) $2\text{CrCl}_2 + 4\text{H}_2\text{SO}_4 (\text{к}) \rightarrow \text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3 + \text{SO}_2 + 4\text{HCl} + 2\text{H}_2\text{O}$	2
3) $\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3 + 8\text{NaOH} \rightarrow 2\text{NaCr}(\text{OH})_4 + 3\text{Na}_2\text{SO}_4$	2
4) $2\text{NaCr}(\text{OH})_4 + 3 \text{Na}_2\text{O}_2 \rightarrow 2\text{Na}_2\text{CrO}_4 + 4\text{NaOH} + 2\text{H}_2\text{O}$	2
5) $2\text{Cr} + \text{KClO}_3 \rightarrow \text{KCl} + \text{Cr}_2\text{O}_3$	2
6) $\text{Cr}_2\text{O}_3 + 3\text{Br}_2 + 10\text{KOH} \rightarrow 2\text{K}_2\text{CrO}_4 + 6\text{KBr} + 5\text{H}_2\text{O}$	2
Максимальный балл	12

Задание 11.6.2. (12 баллов)

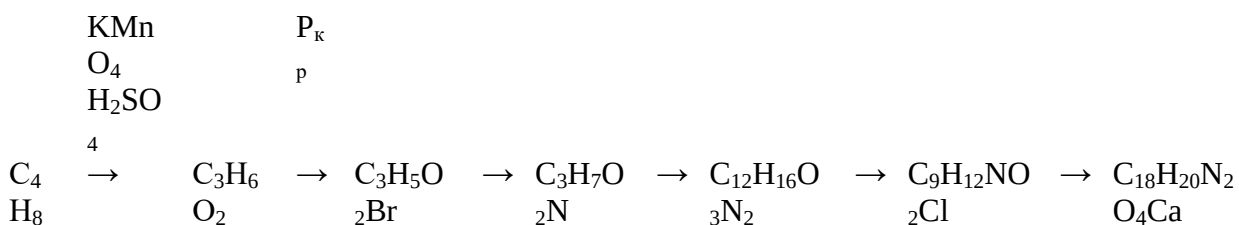
Na ₂ SiO ₃	t				
H ₂ O					
→	A	→	C	→	Fe

FeCl ₃	Na ₂ SiO ₃								
	H ₂ O		C, t		NaOH		HBr		
→		B	→	D	→	E	→		B

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



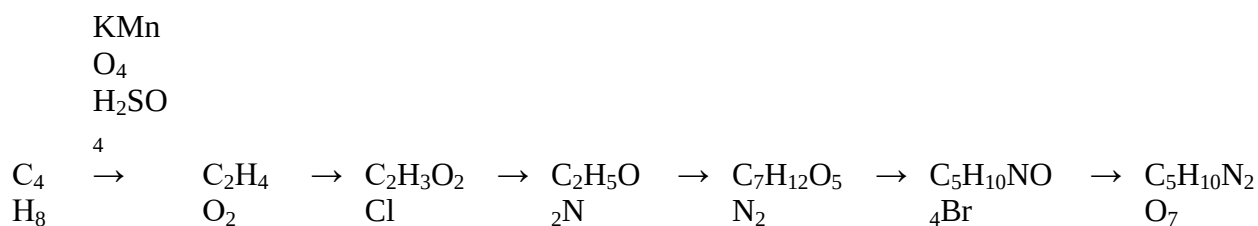
Напишите структурные формулы веществ и уравнения соответствующих реакций

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

4) $\text{CH}_3\text{-CH}(\text{NH}_2)\text{-COOH} + \text{NH}_2\text{-CH}(\text{CH}_2\text{-C}_6\text{H}_5)\text{-COOH} \rightarrow \text{CH}_3\text{-CH}(\text{NH}_2)\text{-C(=O)-NH-CH}(\text{CH}_2\text{-C}_6\text{H}_5)\text{-COOH} + \text{H}_2\text{O}$	2
5) $\text{CH}_3\text{-CH}(\text{NH}_2)\text{-C(=O)-NH-CH}(\text{CH}_2\text{-C}_6\text{H}_5)\text{-COOH} + \text{H}_2\text{O} + 2\text{HCl} \rightarrow$ $\rightarrow \text{CH}_3\text{-CH}(\text{NH}_3\text{Cl})\text{-COOH} + \text{ClH}_3\text{N-CH}(\text{CH}_2\text{-C}_6\text{H}_5)\text{-COOH}$	2
6) $2\text{ClH}_3\text{N-CH}(\text{CH}_2\text{-C}_6\text{H}_5)\text{-COOH} + 2\text{Ca}(\text{OH})_2 \rightarrow (\text{NH}_2\text{-CH}(\text{CH}_2\text{-C}_6\text{H}_5)\text{-COO})_2\text{Ca} + \text{CaCl}_2 + 4\text{H}_2\text{O}$	2
Максимальный балл	12

Задание 11.7.2. (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
$5\text{CH}_3\text{-CH=CH-CH}_3 + 8\text{KMnO}_4 + 12\text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow 10\text{CH}_3\text{-COOH} + 8\text{MnSO}_4 + 4\text{K}_2\text{SO}_4 + 12\text{H}_2\text{O}$	2
$\text{CH}_3\text{-COOH} + \text{Cl}_2 \xrightarrow{h\nu} \text{CH}_2\text{Cl-COOH} + \text{HCl}$	2
$\text{CH}_2\text{Cl-COOH} + 2\text{NH}_3 \rightarrow \text{NH}_2\text{-CH}_2\text{-COOH} + \text{NH}_4\text{Cl}$	2

4) $\text{NH}_2\text{-CH}_2\text{-COOH} + \text{NH}_2\text{-CH}(\text{CH}_2)_2\text{-COOH} \rightarrow \text{NH}_2\text{-CH}_2\text{-C}(\text{O})\text{-NH-CH}(\text{CH}_2)_2\text{-COOH} + \text{H}_2\text{O}$	2
5) $\text{CH}_3\text{-CH}(\text{NH}_2)\text{-C}(\text{O})\text{-NH-CH}(\text{CH}_2)_2\text{-COOH} + \text{H}_2\text{O} + 2\text{HBr} \rightarrow$ $\rightarrow \text{BrNH}_3\text{-CH}_2\text{-COOH} + \text{BrH}_3\text{N-CH}(\text{CH}_2)_2\text{-COOH}$	2
6) $\text{BrH}_3\text{N-CH}(\text{CH}_2)_2\text{-COOH} + \text{AgNO}_3 \rightarrow \text{NO}_3\text{H}_3\text{N}^+\text{-CH}(\text{CH}_2)_2\text{-COOH} + \text{AgBr}$	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
$\begin{array}{cccc} \text{X} & 0,5\text{X} & 2\text{X} & \text{X} \\ \text{C}_2\text{H}_2\text{O}_4 + 0,5\text{O}_2 \rightarrow 2\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} & & & \\ \text{C}_7\text{H}_6\text{O}_2 + 7,5\text{O}_2 \rightarrow 7\text{CO}_2 + 3\text{H}_2\text{O} & & & \\ \text{Y} & 7,5\text{Y} & 7\text{Y} & 3\text{Y} \end{array} \quad \left. \vphantom{\begin{array}{c} \text{C}_2\text{H}_2\text{O}_4 + 0,5\text{O}_2 \rightarrow 2\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \\ \text{C}_7\text{H}_6\text{O}_2 + 7,5\text{O}_2 \rightarrow 7\text{CO}_2 + 3\text{H}_2\text{O} \end{array}} \right\} 670,8 \text{ кДж}$	2

$\frac{2x+7y}{0,5x+7,5y}=1,03226$ $x+3y=0,7$ $x=0,1$ $y=0,2$	$12,6/18=0,7$	2
1 моль (C ₇ H ₆ O ₂) (122) _{молярная масса} - 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.

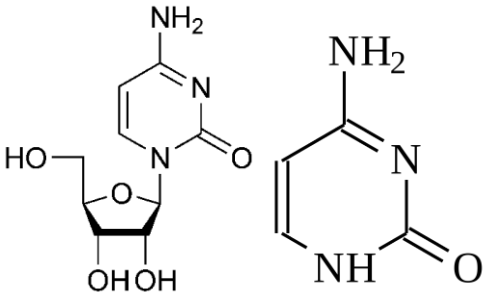
Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Баллы
$\begin{array}{ccccccc} X & 0,5X & X & X & & & \\ \text{CH}_2\text{O}_2 + 0,5\text{O}_2 \rightarrow & \text{CO}_2 & + & \text{H}_2\text{O} & & & \\ & & & & & & \\ \text{C}_3\text{H}_6\text{O}_3 + 3\text{O}_2 \rightarrow & 3\text{CO}_2 & + & 3\text{H}_2\text{O} & & & \\ Y & 3Y & & 3Y & & & \end{array}$ $294,3 \text{ кДж}$	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 ₃ H ₆ O ₃) - 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 X=138,6 кДж		2
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.

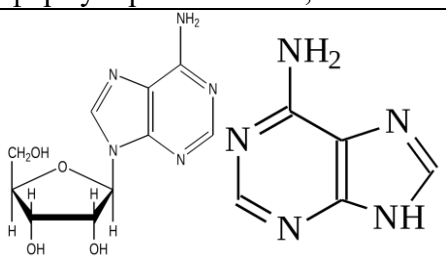
Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Баллы
	2
$\begin{matrix} x \\ 2C_9H_{13}N_3O_5 + 19,5O_2 \rightarrow 3N_2 + 18CO_2 + 13H_2O \\ y \\ 2C_4H_5N_3O + 9,5O_2 \rightarrow 3N_2 + 8CO_2 + 5H_2O \end{matrix}$	2
$m(C_9H_{13}N_3O_5)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

$\omega(\text{C}_9\text{H}_{13}\text{N}_3\text{O}_5) = \frac{48,6}{59,7} = 81\%$	
$\text{Ba}(\text{OH})_2 + \text{CO}_2 = \text{BaCO}_3 \downarrow + \text{H}_2\text{O}$ $\nu(\text{CO}_2)_1 = 9\nu(\text{C}_9\text{H}_{13}\text{N}_3\text{O}_5) = 1,8$ $\nu(\text{CO}_2)_2 = 4\nu(\text{C}_4\text{H}_5\text{N}_3\text{O}) = 0,4$ $\Sigma(\text{CO}_2) = 2,2 \text{ моль}$ $\nu(\text{BaCO}_3) = 2,2$ $m(\text{BaCO}_3) = \nu \cdot M = 2,2 \cdot 197 = 433,4$	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 пропускании продуктов сгорания этой смеси через избыток раствора известковой воды.

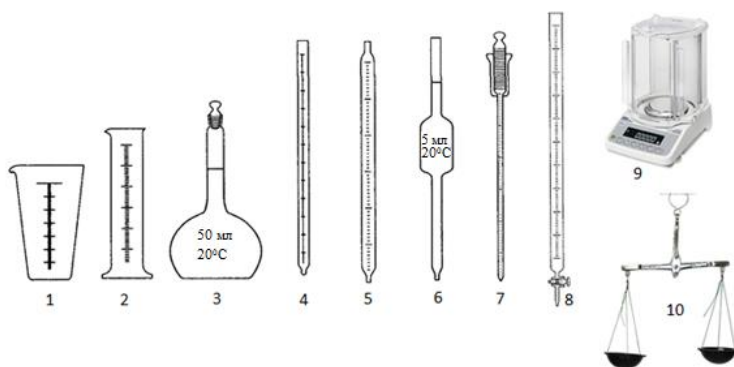
Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Баллы
	2
$\begin{matrix} x \\ 2\text{C}_{10}\text{H}_{13}\text{N}_5\text{O}_4 + 22,5\text{O}_2 \rightarrow 5\text{N}_2 + 20\text{CO}_2 + 13\text{H}_2\text{O} \\ y \\ 2\text{C}_5\text{H}_5\text{N}_5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

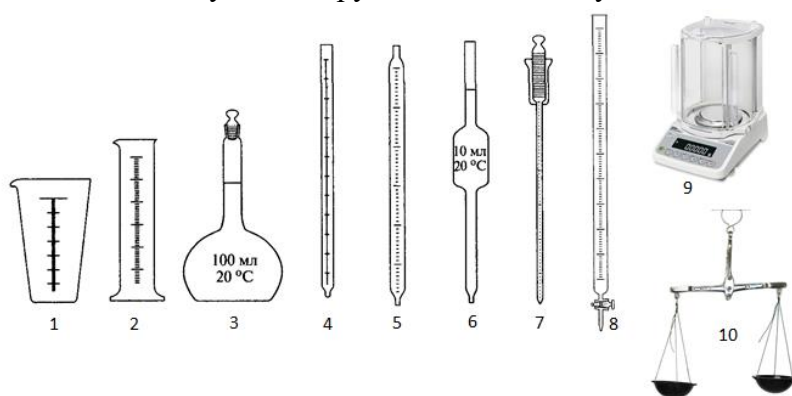
Элемент ответа	балл
Написаны уравнения реакций: $6 \text{FeSO}_4 + \text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + 7\text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow 3\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 + \text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3 + \text{K}_2\text{SO}_4 + 7 \text{H}_2\text{O}$ $10 \text{FeSO}_4 + 2\text{KMnO}_4 + 8\text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow 2\text{MnSO}_4 + 5\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 + \text{K}_2\text{SO}_4 + 8 \text{H}_2\text{O}$	2 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 гидролизующих 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: $6 FeSO_4 + K_2Cr_2O_7 + 7 H_2SO_4 \rightarrow 3 Fe_2(SO_4)_3 + Cr_2(SO_4)_3 + K_2SO_4 + 7 H_2O$	2

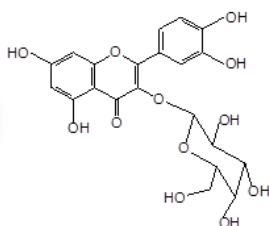
$10 \text{ FeSO}_4 + 2\text{KMnO}_4 + 8\text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow 2\text{MnSO}_4 + 5\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 + \text{K}_2\text{SO}_4 + 8 \text{ H}_2\text{O}$	2
Рассчитано количество вещества соли Мора: $\nu (\text{Fe}(\text{NH}_4)_2(\text{SO}_4)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}) = 7,84 / 392 = 0,02 \text{ моль} = 20 \text{ ммоль (в растворе)}$ $\nu (\text{Fe}(\text{NH}_4)_2(\text{SO}_4)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}) = 20 \cdot 10 / 100 = 2 \text{ ммоль (в аликвотной доле)}$	2
Рассчитаны количества вещества перманганата калия и дихромата калия: $\nu (\text{KMnO}_4) = 0,1 \cdot 2,8 = 0,28 \text{ ммоль}$ $\nu (\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7) = [\nu (\text{FeSO}_4) - 5 \cdot \nu (\text{KMnO}_4)] / 6$ $\nu (\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7) = (2 - 5 \cdot 0,28) / 6 = 0,1 \text{ ммоль}$	2
Рассчитана молярная концентрация дихромата калия: $\text{C} (\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7) = 0,1 / 5 = 0,02 \text{ моль/л}$	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
Максимальный балл	18

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

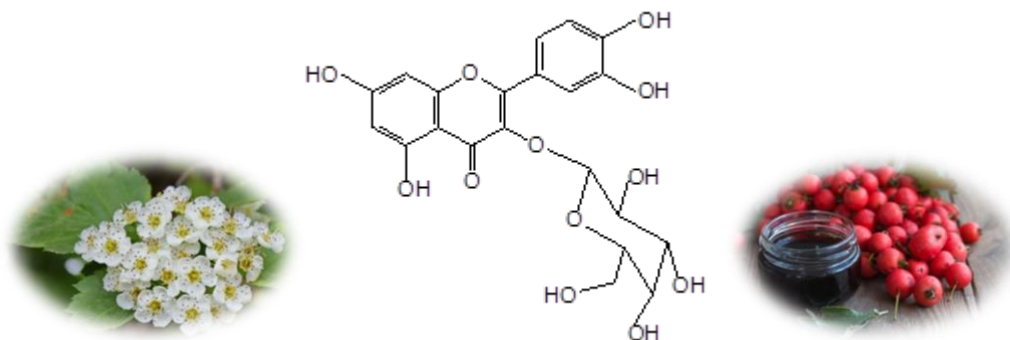
Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Баллы
$V(\text{He}) = 6,72 \cdot 0,2 = 1,344 \text{ л};$ $n(\text{He}) = V/V_m = 0,06 \text{ моль};$ $m(\text{He}) = 0,24 \text{ гр.}$ $V(\text{C}_2\text{H}_4) = 6,72 \cdot 0,8 = 5,376 \text{ л};$ $n(\text{C}_2\text{H}_4) = V/V_m = 0,24 \text{ моль};$ $m(\text{C}_2\text{H}_4) = 6,72 \text{ гр.}$	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

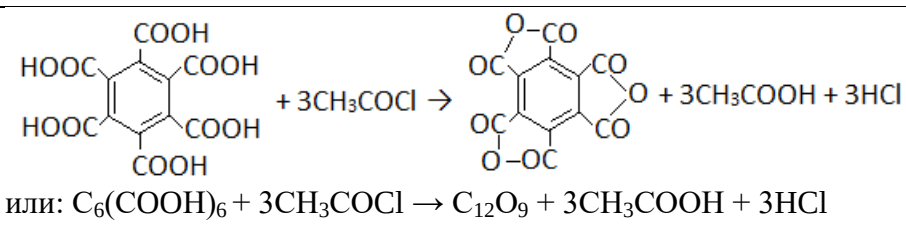
Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Баллы
$V(\text{Ne}) = 4,48 \cdot 0,25 = 1,12 \text{ л};$ $V(\text{C}_2\text{H}_2) = 4,48 \cdot 0,75 = 3,36 \text{ л};$ $n(\text{Ne}) = V/V_m = 0,05 \text{ моль};$ $n(\text{C}_2\text{H}_2) = V/V_m = 0,15 \text{ моль};$ $m(\text{Ne}) = 1 \text{ гр.}$ $m(\text{C}_2\text{H}_2) = 3,9 \text{ гр.}$	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 22⁰С и давлении 100,3 кПа) пропустили через трубку с раскаленным активированным углем и получили ароматический углеводород Х₁, который окислили подкисленным раствором перманганата калия с образованием многоосновной кислоты Х₂. Определите массу уксусной кислоты, которая может образоваться в результате реакции кислоты Х₂ с ацетилхлоридом (CH₃COCl) (выходы всех реакций считать равными 100%).

РЕШЕНИЕ

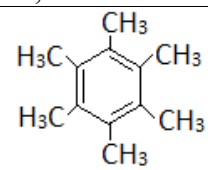
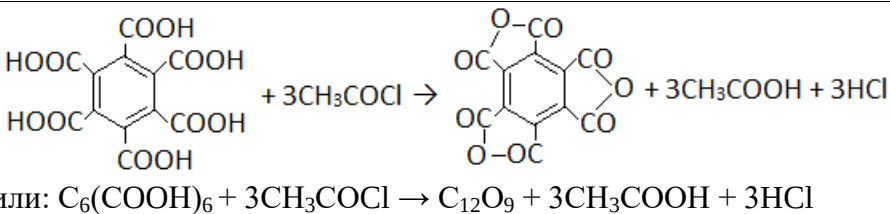
Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Баллы
$3\text{CH}_3 - \text{C} \equiv \text{C} - \text{CH}_3 \rightarrow$	2
$5\text{C}_6(\text{CH}_3)_6 + 36\text{KMnO}_4 + 54\text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow 5\text{C}_6(\text{COOH})_6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

	2
$\nu(\text{C}_4\text{H}_6) = 100,3 \cdot 6,72 / 8,31 \cdot 295 = 0,275 \text{ моль}$ $\nu(\text{C}_6(\text{COOH})_6) = \nu(\text{C}_{12}\text{H}_{18}) = 0,275 / 3 = 0,092 \text{ моль}$ $\nu(\text{CH}_3\text{COOH}) = 0,092 \cdot 3 = 0,275 \text{ моль}$ $m(\text{CH}_3\text{COOH}) = 0,275 \cdot 60 = 16,5 \text{ г}$	2
Максимальный балл	8

Задание 11.2.4. (8 баллов)

Бутин-2 объемом 44.8 л (при температуре 15⁰С и давлении 102кПа) пропустили через трубку с раскаленным активированным углем и получили ароматический углеводород Х₁, который окислили подкисленным раствором перманганата калия с образованием многоосновной кислоты Х₂. Определите массу ацетилхлорида (CH₃COCl), который может вступить в реакцию с кислотой Х₂ (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
	2
$\nu(\text{C}_4\text{H}_6) = 102 \cdot 44,8 / 8,31 \cdot 288 = 1,91 \text{ моль}$ $\nu(\text{C}_6(\text{COOH})_6) = \nu(\text{C}_{12}\text{H}_{18}) = 1,91 / 3 = 0,64 \text{ моль}$ $\nu(\text{CH}_3\text{COCl}) = 0,64 \cdot 3 = 1,91 \text{ моль}$ $m(\text{CH}_3\text{COCl}) = 1,91 \cdot 78,5 = 149,9 \text{ г}$	2
Максимальный балл	8

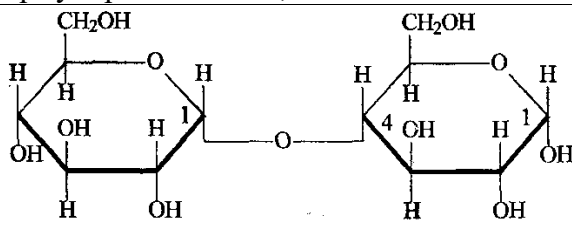
Задание 11.3.3. (8 баллов)

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 α -глюкозы, соединённых через 1,4 атомы углерода

Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Баллы
 Мальтоза Запишем реакцию гидролиза $C_{12}H_{22}O_{11} + H_2O = 2C_6H_{12}O_6$	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
$2CH_3-CH(OH)-COOH + CaCO_3 \xrightarrow{t} (CH_3-CH(OH)-COO)_2Ca + H_2O + CO_2$ <i>Пентагидрат кальция лактата</i> $-(CH_3-CH(OH)-COO)_2Ca \cdot 5H_2O$ $\nu(\text{лактата кальция}) = \frac{1}{2} \nu(\text{молочной кислоты}) = 0.6 \text{ моль}$ $\nu((CH_3-CH(OH)-COO)_2Ca \cdot 5H_2O) = 0.6$ $m((CH_3-CH(OH)-COO)_2Ca \cdot 5H_2O) = \nu \cdot M = 0.6 \cdot 308 = 184.8 \text{ Гр}$	2
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
Запишем реакцию гидролиза $C_{12}H_{22}O_{11} + H_2O = 2C_6H_{12}O_6$	2
$\nu(H_2O) = \frac{m}{M} = \frac{0.36}{18} = 0.02 \text{ моль}$ $\nu(C_6H_{12}O_6) = 2 \nu(H_2O) = 0.04 \text{ моль}$	2

$\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 \xrightarrow{\text{ферменты}} 2\text{CH}_3\text{-CH(OH)-COOH}$ $\nu(\text{CH}_3\text{-CH(OH)-COOH})=2 \quad \nu(\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6)=0,08 \text{ моль}$	2
$5\text{CH}_3\text{-CH(OH)-COOH} + 2\text{KMnO}_4 + 3\text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow 5\text{CH}_3\text{-C(O)-COOH} + \text{K}_2\text{SO}_4 + 2\text{MnSO}_4 + 8\text{H}_2\text{O}$ $\nu(\text{CH}_3\text{-C(O)-COOH}) = \nu(\text{CH}_3\text{-CH(OH)-COOH}) = 0,08$ $m(\text{CH}_3\text{-C(O)-COOH}) = \nu \cdot M = 0,08 \cdot 88 = 7,04 \text{ Гр}$	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
$\nu = \frac{N}{Na} = \frac{10.0534 \cdot 10^{25}}{6,02 \cdot 10^{23}} = 167 \quad \text{C}_x\text{H}_y\text{O}_z \quad x+y+z=167$ $\frac{y}{z} = 17.3333 \quad \frac{y}{x} = 1,82456$ $x=57 \quad y=104 \quad z=6$	2
Учитывая, что жир содержит только одну непредельную кислоту, можно предположить его строение $\begin{array}{c} \text{O} \\ \\ \text{CH}_2\text{-O-C-C}_{17}\text{H}_{35} \\ \\ \text{CH-O-C(O)-C}_{17}\text{H}_{35} \\ \\ \text{CH}_2\text{-O-C-C}_{17}\text{H}_{29} \\ \\ \text{O} \end{array}$ $\rightarrow$ $\begin{array}{c} \text{CH}_2\text{-OH} \\ \\ \text{CH-OH} \\ \\ \text{CH}_2\text{-OH} \end{array} + \text{C}_{17}\text{H}_{29}\text{COONa} + 2\text{C}_{17}\text{H}_{35}\text{COO}$	2
$5\text{CH}_2(\text{OH})\text{-CH(OH)-CH}_2\text{OH} + 14\text{KMnO}_4 + 21\text{H}_2\text{SO}_4 = 15\text{CO}_2 + 7\text{K}_2\text{SO}_4 + 14\text{MnSO}_4 + 41\text{H}_2\text{O}$	2

$4\text{KMnO}_4 + 3\text{N}_2\text{H}_4 = 4\text{MnO}_2 + 3\text{N}_2 + 4\text{KOH} + 4\text{H}_2\text{O}$ $\text{CO}(\text{NH}_2)_2 + \text{NaClO} + 2\text{NaOH} = \text{N}_2\text{H}_4 + \text{H}_2\text{O} + \text{NaCl} + \text{Na}_2\text{CO}_3$ $\nu(\text{CO}(\text{NH}_2)_2) = \frac{6}{60} = 0,1 \text{ моль}$ $\nu(\text{N}_2\text{H}_4) = \nu(\text{CO}(\text{NH}_2)_2) = 0,1 \text{ моль}$	
$\nu(\text{N}_2) = \nu(\text{N}_2\text{H}_4) = 0,1 \text{ моль ;}$ $m(\text{N}_2) = 2,8 \text{ гр. ;}$ $m(\text{CO}_2) = 2,8 \text{ гр. (по}$ условию) $\nu(\text{CO}_2) = 0,064$ $\nu(\text{C}_3\text{H}_8\text{O}_3) = 1/3 \nu(\text{CO}_2) = 0,0213$ $\nu(\text{C}_{57}\text{H}_{104}\text{O}_6) = \nu(\text{C}_3\text{H}_8\text{O}_3) = 0,0213 ;$ $m(\text{C}_{57}\text{H}_{104}\text{O}_6) = 18,8$ $m(\text{KMnO}_4) = (0,0213 \cdot \frac{14}{5}) \cdot 158 / 0,2 = 47,11$	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
$\nu = \frac{N}{Na} = \frac{9,4514 \cdot 10^{25}}{6,02 \cdot 10^{23}} = 157$ $\text{C}_x\text{H}_y\text{O}_z \quad x+y+z=157$ $\frac{y}{z} = 15,667 \quad \frac{y}{x} = 1,649$ $x=57 \quad y=94 \quad z=6$	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} \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} $	
$5\text{CH}_2(\text{OH})\text{-CH}(\text{OH})\text{-CH}_2\text{OH} + 14\text{KMnO}_4 + 21\text{H}_2\text{SO}_4 = 15\text{CO}_2 + 7\text{K}_2\text{SO}_4 + 14\text{MnSO}_4 + 41\text{H}_2\text{O}$ $\nu(\text{C}_{57}\text{H}_{94}\text{O}_6) = \frac{m}{M} = \frac{100}{874} = 0,114 \text{ моль};$ $\nu(\text{KMnO}_4) = 14 \setminus 5 \nu(\text{C}_3\text{H}_8\text{O}_3) = 0,3192$ $m(\text{KMnO}_4) = \nu \cdot M = 0,3192 \cdot 158 = 50,4336$ $m(15\% \text{раствора}) = 336,224 \text{ гр};$	2
$\nu(\text{CO}_2) = 3 \nu(\text{C}_3\text{H}_8\text{O}_3) = 0,342;$ $\nu(\text{K}_2\text{SO}_4) = 7 \setminus 5 \nu(\text{C}_3\text{H}_8\text{O}_3) = 0,1596$ $\nu(\text{MnSO}_4) = 14 \setminus 5 \nu(\text{C}_3\text{H}_8\text{O}_3) = 0,3192$ $m(\text{K}_2\text{SO}_4) = \nu \cdot M = 27,8$ $m(\text{MnSO}_4) = 48,2$ $m(\text{солей}) = 76$ $m(\text{солей}) \setminus m(\text{CO}_2) = 5,05$ $m(\text{KMnO}_4) = (0,114 \cdot \frac{14}{5}) \cdot 158 / 0,15 = 336$	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 диаминсеребра (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}-\text{C}=\text{O} \\ \\ \text{HO}-\text{C}-\text{H} \\ \\ \text{H}-\text{C}-\text{OH} \\ \\ \text{H}-\text{C}-\text{OH} \\ \\ \text{CH}_2-\text{OH} \end{array} + 2[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]\text{OH} \rightarrow $	$ \begin{array}{c} \text{M}(\text{C}_5\text{H}_{10}\text{O}_5)=150 \\ \text{NH}_4\text{O}-\text{C}=\text{O} \\ \\ \text{HO}-\text{C}-\text{H} \\ \\ \text{H}-\text{C}-\text{OH} \\ \\ \text{H}-\text{C}-\text{OH} \\ \\ \text{CH}_2-\text{OH} \end{array} + 2\text{Ag}\downarrow + 3\text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O} $	2
$ \begin{array}{c} \text{H}-\text{C}=\text{O} \\ \\ \text{CH}_2 \\ \\ \text{H}-\text{C}-\text{OH} \\ \\ \text{H}-\text{C}-\text{OH} \\ \\ \text{CH}_2-\text{OH} \end{array} + 2[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]\text{OH} \rightarrow $	$ \begin{array}{c} \text{M}(\text{C}_5\text{H}_{10}\text{O}_4)=134 \\ \text{NH}_4\text{O}-\text{C}=\text{O} \\ \\ \text{CH}_2 \\ \\ \text{H}-\text{C}-\text{OH} \\ \\ \text{H}-\text{C}-\text{OH} \\ \\ \text{CH}_2-\text{OH} \end{array} + 2\text{Ag}\downarrow + 3\text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O} $	
$ \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}-\text{CH}_3 + [\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]\text{OH} \rightarrow \text{Ag}-\text{C}\equiv\text{C}-\text{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)

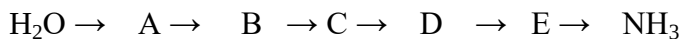
Смесь глицеральдегида и дезоксирибозы Σm 3,58 способна вступить в реакцию с гидроксидом меди (II) при нагревании. Рассчитайте массовую долю дезоксирибозы в смеси, если для проведения реакции потребуется такая же масса меди гидроксида (II), которая при взаимодействии с раствором аммиака образует комплексное 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}-\text{C}=\text{O} \\ \\ \text{H}-\text{C}-\text{OH} \\ \\ \text{H}_2\text{C}-\text{OH} \end{array} + 2\text{Cu}(\text{OH})_2 \rightarrow \begin{array}{c} \text{COOH} \\ \\ \text{H}-\text{C}-\text{OH} \\ \\ \text{H}_2\text{C}-\text{OH} \end{array} + \text{Cu}_2\text{O}\downarrow + \text{H}_2\text{O} $	
$ \begin{array}{c} \text{H}-\text{C}=\text{O} \\ \\ \text{CH}_2 \\ \\ \text{H}-\text{C}-\text{OH} \\ \\ \text{H}-\text{C}-\text{OH} \\ \\ \text{CH}_2-\text{OH} \end{array} + 2\text{Cu}(\text{OH})_2 \rightarrow \begin{array}{c} \text{COOH} \\ \\ \text{CH}_2 \\ \\ \text{H}-\text{C}-\text{OH} \\ \\ \text{H}-\text{C}-\text{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
$ \nu([\text{Cu}(\text{NH}_3)_4](\text{OH})_2) = m \quad M = 0,06 $	
$ \begin{aligned} \nu(\text{Cu}(\text{OH})_2) &= 0,06; & 2x + 2y &= 0,06; \\ 90x + 134y &= 3,58 \\ 2x + 2y &= 0,06; \\ x &= 0,01 \\ y &= 0,02 \end{aligned} $	2
$ \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)

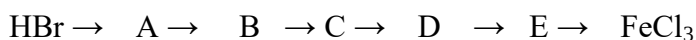
Напишите уравнения реакции в соответствии со схемой. Вещества, обозначенные буквами, не повторяются, все они **содержат литий**. В схеме только **одна реакция** протекает без изменения степени окисления. Для всех окислительно-восстановительных реакций запишите электронный баланс, укажите окислитель и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

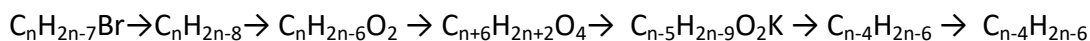
Напишите уравнения реакции в соответствии со схемой. Вещества, обозначенные буквами, не повторяются, все они содержат **хром**. В схеме только одна реакция протекает без изменения степени окисления. Для всех окислительно-восстановительных реакций запишите электронный баланс, укажите окислитель и восстановитель.



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)

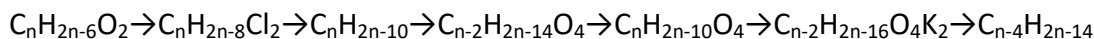
Напишите уравнения реакции с использованием структурных формул веществ, предварительно выбрав подходящее значение n, в соответствии со схемой.



Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Баллы
n=8 $\text{C}_6\text{H}_5\text{-CHBr-CH}_3 + \text{KOH(спирт)} \rightarrow \text{C}_6\text{H}_5\text{-CH=CH}_2 + \text{KBr} + \text{H}_2\text{O}$	2
$3\text{C}_6\text{H}_5\text{-CH=CH}_2 + 2\text{KMnO}_4 + 4\text{H}_2\text{O} \rightarrow$ $3\text{C}_6\text{H}_5\text{-CH(OH)-CH}_2\text{(OH)} + 2\text{MnO}_2 + 2\text{KOH}$	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
$\begin{array}{cccc} X & 6X & 4X & 5X \\ C_4H_{10}O + 6O_2 \rightarrow & 4CO_2 & + 5H_2O & \\ \\ Y & 3Y & 2Y & 3Y \\ C_2H_6O + 3O_2 \rightarrow & 2CO_2 & + 3H_2O & \end{array} \quad \left. \vphantom{\begin{array}{c} C_4H_{10}O \\ C_2H_6O \end{array}} \right\} 409,8 \text{ кДж}$	2
$\left. \begin{array}{l} \frac{6x+3y}{4x+2y} = 1,5 \\ 5x+3y = 0,8 \end{array} \right\} \quad \begin{array}{l} x=y; \\ x=0,1 \\ y=0,1 \end{array}$	2
$\begin{array}{l} 0.5 \text{ моль } (C_2H_6O) \text{ (46)}_{\text{молярная масса}} - 685.5 \text{ Q} \\ 0.1 \quad \quad \quad - x; \quad \quad \quad X=137.1 \end{array}$	2
$409,8 - 137.1 = 272.7$	2
$\begin{array}{l} 7.4 \text{ гр (0,1 моль)} \quad - 272.7 \\ 250 \text{ гр} \quad \quad \quad - X \quad \quad \quad X=9212.8 \end{array}$	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
$\begin{array}{cccc} X & 4X & 3X & 3X \\ C_3H_6O + 4O_2 \rightarrow & 3CO_2 & + & 3H_2O \\ \\ C_6H_6 + 7.5O_2 \rightarrow & 6CO_2 & + & 3H_2O \\ Y & 7.5Y & 6Y & 3Y \end{array} \quad \left. \vphantom{\begin{array}{c} C_3H_6O \\ C_6H_6 \end{array}} \right\} 294,3 \text{ кДж}$	2
$\left. \begin{array}{l} \frac{4x + 7.5y}{3x + 6y} = 1,26667 \\ 3x + 3y = \frac{16.2}{18} = 0,9 \end{array} \right\}$ $x = 0,1$ $y = 0,2$	2
1 моль (C_3H_6O) - 1786кДж 0,1 - x X=178.6	2
Q на C_6H_6 = 833.2 - 178.6 = 654.6 кДж	2
15.6 гр (0,2 моль) - 654.6 кДж 50 гр - x X=2098 кДж	2
Максимальный балл	10

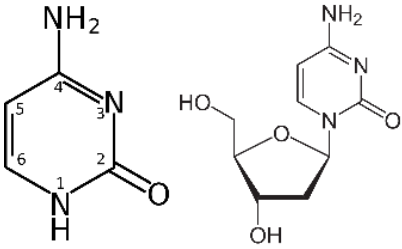
Задание 11.9.3. (10 баллов)

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
---	-------

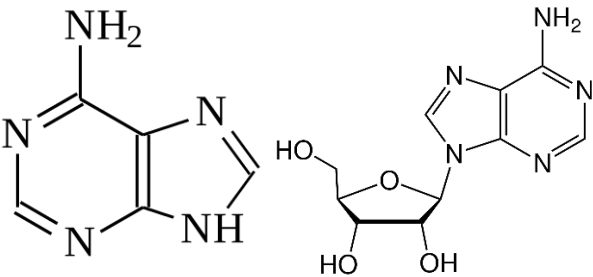
	2
$2\text{C}_9\text{H}_{13}\text{N}_3\text{O}_4 + 20,5\text{O}_2 \rightarrow 3\text{N}_2 + 18\text{CO}_2 + 13\text{H}_2\text{O}$ $2\text{C}_4\text{H}_5\text{N}_3\text{O} + 9,5\text{O}_2 \rightarrow 3\text{N}_2 + 8\text{CO}_2 + 5\text{H}_2\text{O}$	2
$m(\text{C}_9\text{H}_{13}\text{N}_3\text{O}_4) = \nu \cdot M = 227x$ $m(\text{C}_4\text{H}_5\text{N}_3\text{O}) = \nu \cdot M = 111y$ $227x + 111y = 59,7$ $\omega(\text{O}) = \frac{m(\text{O})}{m_{\text{смеси}}}$ $\frac{(4x+y) \cdot 16}{59,7} = 0,196$ $227x + 111y = 59,7$ $y = 0,333$ $x = 0,1$	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.

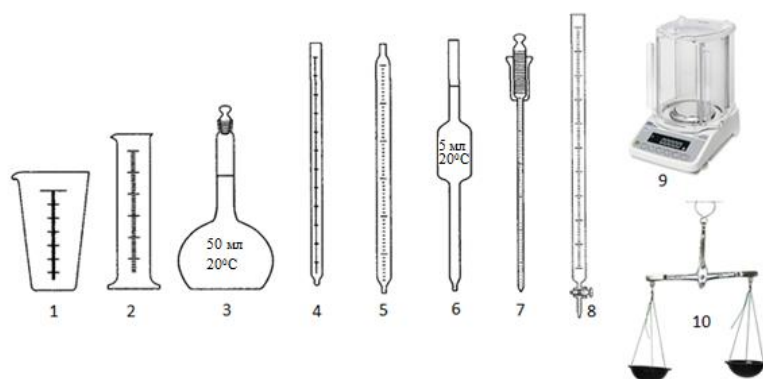
Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Баллы
---	-------

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

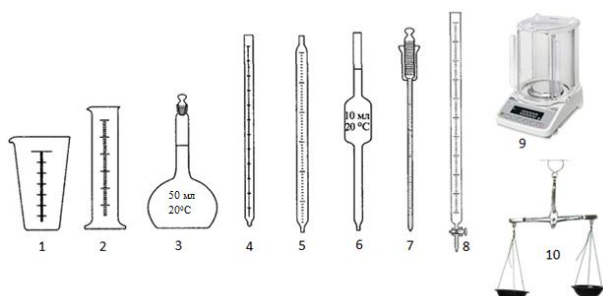


Элемент ответа	балл
1) Написаны уравнения реакций: $2 \text{CuSO}_4 + 4 \text{KI} \rightarrow 2 \text{CuI} + \text{I}_2 + 2 \text{K}_2\text{SO}_4$ $\text{I}_2 + 2\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \rightarrow 2 \text{NaI} + \text{Na}_2\text{S}_4\text{O}_6$	2
2) Рассчитано количество вещества тиосульфата 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;	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
	18

Задание 11.10.3. (18 баллов)

Сульфат меди применяется в медицине в качестве антисептического средства, оказывает вяжущее, прижигающее, эритропозитическое 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
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: $\nu (\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3) = 0,20 \cdot 8,2 = 1,64 \text{ ммоль}$	2
3) Рассчитано количество вещества сульфата меди (II): $\nu (\text{CuSO}_4) = \nu (\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3) = 1,64 \text{ ммоль (в аликвотной доле)}$ $\nu (\text{CuSO}_4) = 1,64 \cdot 50 / 10 = 8,2 \text{ ммоль} = 0,0082 \text{ моль (в растворе)}$	2
4) Рассчитана масса и массовая доля сульфата меди (II) в исходном образце: $m (\text{CuSO}_4) = 0,0082 \cdot 159,6 = 1,309 \text{ г}$ $\omega (\text{CuSO}_4) = 1,309 / 2,20 = 0,5949 (59,49 \%)$	2
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