

# Всероссийская Сеченовская олимпиада школьников по химии 2023-2024.

## Заключительный этап.

### Ответы на задания.

#### 11 класс

#### Вариант 1

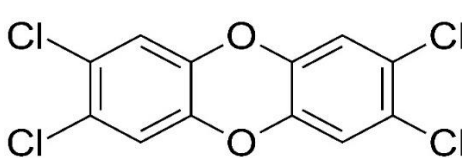
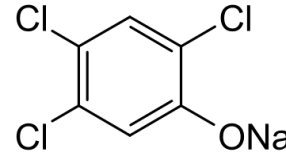
#### ЗАДАНИЕ 1.1

Диоксины – это глобальные экотоксиканты, обладающие мощным мутагенным, иммунодепрессантным, канцерогенным, тератогенным и эмбриотоксическим действием. Они слабо расщепляются и накапливаются как в организме человека, так и в биосфере планеты, включая воздух, воду, пищу. Диоксины образуются в качестве побочного продукта при производстве гербицидов хлорфенольного ряда.

Американской армией во время войны во Вьетнаме с 1961 по 1971 годы в рамках программы по уничтожению растительности «Ranch Hand» в качестве дефолианта применялся Agent Orange — смесь 2,4-дихлорфеноксиуксусной кислоты (2,4-Д) и 2,4,5-трихлорфеноксиуксусной кислоты (2,4,5-Т), содержащая примеси полихлорбензодиоксинов. В результате из-за воздействия диоксинов пострадало значительное число мирных вьетнамцев, многие на всю жизнь остались инвалидами в результате контакта с Agent Orange. Во Вьетнаме насчитывается более 4,8 миллионов жертв варварского распыления дефолиантов. Действия американских войск привели к практически полному уничтожению мангровых лесов (500 тыс.га), поражению 60%( около 1 млн га) джунглей и 30% равнинных лесов. В пораженных американской военщиной районах из 150 видов птиц осталось 18, произошло почти полное уничтожение земноводных и насекомых.

В состав диоксиновых реагентов по-прежнему входят (А) 2,3,7,8 тетрахлордibenзо-пара-диоксин и (В) 2,4,5 трихлорфенолят натрия.

Составьте структурные формулы указанных веществ и рассчитайте массовые доли компонентов, если в смеси 2,3,7,8 тетрахлордibenзо-пара-диоксина и 2,4,5 трихлорфенолят натрия, число атомов углерода в 2,7273 раза больше числа атомов хлора.

Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Баллы
 <p style="text-align: center;"><math>C_{12}H_4Cl_4O_2</math> А</p>  <p style="text-align: center;"><math>C_6H_2Cl_3ONa</math> В</p>	2
$\nu(C_{12}H_4Cl_4O_2) = X$ $\nu(C_6H_2Cl_3ONa) = Y$ $m(C_{12}H_4Cl_4O_2) = 322X$ $m(C_6H_2Cl_3ONa) = 219,5Y$ $\omega(C_{12}H_4Cl_4O_2) = \frac{322x}{322x+219,5y}$ $\Sigma \nu(Cl) = 4x + 3y$ $\Sigma \nu(C) = 12x + 6y$	2
$\frac{\nu(C)}{\nu(Cl)} = \frac{12x+6y}{4x+3y} = 2,7232$ $Y = 0,51x$ $\omega(C_{12}H_4Cl_4O_2) = \frac{322x}{322x+219,5y} = \frac{322x}{322x+219,5(0,51x)} = \frac{322x}{434x} = 74\%$ $\omega(C_6H_2Cl_3ONa) = 26\%$	2
Максимальный балл	6

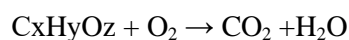
## ЗАДАНИЕ 2.1

Есть версия, что вещество **X** впервые было получено в IX веке алхимиком **Джабир ибн Хайяном**. Однако историческим фактом является синтез данного вещества в 1540 г. **Валерием Кордусом**, который назвал полученный продукт «Сладким купоросным маслом» (Oleum Dulce vitrioli). Кордус первым отметил его анестезирующие свойства. В 1680 г. **Роберт Бойль** вторично синтезировал данное вещество. В третий раз синтез вещества был проведен **Исааком Ньютоном** в 1704 году. В медицине используется в качестве лекарственного средства общеанестезирующего действия, так как его влияние на нейронные мембраны и свойство «Обездвиживать» ЦНС очень специфично и полностью обратимо. В стоматологии применяется местно для обработки кариозных полостей и корневых каналов зуба при подготовке и пломбированию.

При сгорании образца вещества **X** масса 7,4 г образуется 8,96 литров  $\text{CO}_2$  и 9 г  $\text{H}_2\text{O}$ . Вещество **X** хорошо смешивается со многочисленными органическими растворителями, в том числе с этилацетатом.

К 15 г раствора вещества **X** в этилацетате добавили 91 мл 2,75 М раствора  $\text{NaOH}$ . Полученную смесь упарили, а сухой остаток прокалили до удаления газа. Массовая доля атомарного натрия в полученном остатке неорганических соединений составила 45%

Найти массовую долю вещества **X**



$$1) \nu(\text{CO}_2) = \frac{V(\text{CO}_2)}{V_m} = \frac{8,96}{22,4} = 0,4$$

$$2) \nu(\text{C}_{\text{орг.в-ва}}) = \nu(\text{C}_{\text{в CO}_2}) = \nu(\text{CO}_2) = 0,4$$

$$3) m(\text{C}_{\text{в орг.в-ва}}) = \nu(\text{C}_{\text{орг.в-ва}}) * M(\text{C}) = 0,4 * 12 = 4,8 \text{ г}$$

$$4) \nu(\text{H}_2\text{O}) = \frac{9}{18} = 0,5$$

$$5) \nu(\text{H}_{\text{орг.в-ва}}) = \nu(\text{H}_{\text{в H}_2\text{O}}) = \nu(\text{H}_2\text{O}) = 0,5 * 2 = 1$$

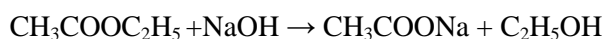
$$6) m(\text{H}_{\text{в орг.в-ва}}) = \nu(\text{H}_{\text{орг.в-ва}}) * M(\text{H}) = 1 * 1 = 1 \text{ г}$$

$$7) m(\text{O}_{\text{в орг.в-ва}}) = m(\text{орг.в-ва}) - m(\text{C}_{\text{в орг.в-ва}}) - m(\text{H}_{\text{в орг.в-ва}}) = 7,4 - 4,8 - 1 = 1,6$$

$$8) \nu(\text{O}_{\text{орг.в-ва}}) = m(\text{O}_{\text{в орг.в-ва}}) / M(\text{H}_2\text{O}) = 1,6 / 16 = 0,1$$

$$9) \text{C}(x)\text{H}(y)\text{O}(z)$$

$$\begin{array}{ccc} x:y:z = m(\text{C}_{\text{в орг.в-ва}}) : m(\text{H}_{\text{в орг.в-ва}}) : m(\text{O}_{\text{в орг.в-ва}}) & & \\ 0,4 & 1 & 0,1 \\ 4 & 10 & 1 \end{array}$$



После упаривания диэтиловый эфир и спирт улетают

В сухом остатке находится ацетат натрия и избыток  $\text{NaOH}$



В остатке может находиться  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  и избыток  $\text{NaOH}$

$$\nu(\text{NaOH}) = C * V = 2,75 * 0,091 = 0,25 \text{ моль}$$

Пусть  $\nu(\text{CH}_3\text{COOC}_2\text{H}_5) = X$  моль

$$\nu(\text{Na}_2\text{CO}_3) = X \text{ моль}$$

$$\nu(\text{NaOH}) = X \text{ моль}$$

$$\nu(\text{NaOH}) = X \text{ моль} \quad \left. \begin{array}{l} \\ \\ \\ \end{array} \right\} 2X$$

$$\nu(\text{NaOH})_{\text{в сухом остатке}} = \nu(\text{NaOH})_{\Sigma} - \nu(\text{NaOH})_{\text{израсход}} = 0,25 - 2X$$

$$m(\text{сухого остатка}) = m(\text{Na}_2\text{CO}_3) + m(\text{NaOH})_{\text{остат}} = 106X + 40(0,25 - 2X)$$

$$= 26X + 10$$

}

$$v(\text{Na})_{\text{из Na}_2\text{CO}_3} = 2X$$

$$v(\text{Na})_{\text{из NaOH}} = (0,25 - 2X) \quad \sum v(\text{Na}) = 0,25$$

$$m(\text{Na}) = 0,25 \cdot 23 = 5,75 \text{ г}$$

$$0,45 = \frac{5,75}{26X + 10}$$

$$11,7X + 4,5 = 5,75$$

$$11,7X = 1,25$$

$$X = 0,107$$

$$m(\text{CH}_3\text{COOC}_2\text{H}_5) = 88 \cdot 0,107 = 9,416$$

$$m(\text{эфир}) = 15 - 9,416 = 5,584$$

$$\omega = 5,584 / 15 = 0,3722 \approx 37,2\%$$

Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Баллы
Правильно определено вещество X	2
Представлены обе реакции	2
Правильно определен состав сухого остатка	2
Рассчитано количества веществ в сухом остатке	2
Рассчитана массовая доля вещества	2
Максимальный балл	10

### ЗАДАНИЕ 3.1

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

Химический цилиндр с диаметром дна 10,0 см высотой 20 см и толщиной стенки 1 мм заполнили дистиллированной водой на 60% и через газоотводную трубку пропустили газообразный аммиак (н.у.), объемом в 15,5 раза превышающим объем воды. Рассчитайте pH полученного раствора.  $pK_b(\text{NH}_3) = 4,76$

Рассчитан объем цилиндра $V = h \cdot \pi \cdot R^2$ $V = 20 \cdot 3,14 \cdot 25 = 1570 \text{ см}^3$	1
Рассчитан объем воды $0,6 \cdot 1570 = 942 \text{ мл}$	1
Рассчитан объем аммиака $V = 15,5 \cdot 0,942 = 14,6 \text{ л}$	1
Рассчитана количество вещества аммиака $n(\text{NH}_3) = 14,6 / 22,4 = 0,652 \text{ моль}$	1
Рассчитана концентрация аммиака $C = 0,652 / 0,942 = 0,692 \text{ моль/л}$	1
Записана формула для расчета pH $\text{pH}(\text{NH}_3) = 14 - 0,5(pK_b - \lg C(\text{NH}_3))$	1
$\text{pH}(\text{NH}_3) = 14 - 0,5(4,76 - \lg 0,692) = 11,5$	2
	8

### ЗАДАНИЕ 4.1

При обработке смеси мальтозы и галактозы свежесажленным гидроксидом меди образуется красно-фиолетовый осадок для полного растворения которого потребуется 75,6 г 75% HNO<sub>3</sub>

Такая же смесь при окислении перманганата калия в сернокислой среде образует газообразного 29,42 л продукта (при 25°C и 101 кПа)

Рассчитайте массу смеси углеводов, а также массу продукта, который может быть получен при обработке количественно выделенной из смеси галактозы с гидроксиламином, если выход реакции составляет 75%

$\begin{aligned} \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + 2\text{Cu}(\text{OH})_2 &\rightarrow \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_7 + \text{Cu}_2\text{O} + 2\text{H}_2\text{O} && \text{галактоза} \\ \text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11} + 2\text{Cu}(\text{OH})_2 &\rightarrow \text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{12} + \text{Cu}_2\text{O} + 2\text{H}_2\text{O} && \text{мальтоза} \\ \text{Cu}_2\text{O} + 6\text{HNO}_3(\text{k}) &= 2\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 + 2\text{NO}_2\uparrow + 3\text{H}_2\text{O} \end{aligned}$	2
$\begin{aligned} 5\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + 24\text{KMnO}_4 + 36\text{H}_2\text{SO}_4 &\rightarrow 30\text{CO}_2 + 24\text{MnSO}_4 + 66\text{H}_2\text{O} + 12\text{K}_2\text{SO}_4 \\ 5\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11} + 48\text{KMnO}_4 + 72\text{H}_2\text{SO}_4 &\rightarrow 60\text{CO}_2 + 48\text{MnSO}_4 + 127\text{H}_2\text{O} + 24\text{K}_2\text{SO}_4 \end{aligned}$	2
$\begin{aligned} \nu(\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6) &= x && \nu(\text{Cu}_2\text{O})_1 = x \\ \nu(\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}) &= y && \nu(\text{Cu}_2\text{O})_2 = y \\ \nu(\text{HNO}_3) &= \frac{m \cdot \omega}{M} = \frac{75,6 \cdot 0,75}{63} = 0,9 \\ \nu(\text{Cu}_2\text{O}) &= \frac{1}{6} \nu(\text{HNO}_3) = 0,15 \text{ моль} \\ x + y &= 0,15 \\ \nu(\text{CO}_2) &= \frac{PV}{RT} = \frac{101 \cdot 29,42}{8,31 \cdot 298} = 1,2 \text{ моля} \\ \nu(\text{CO}_2)_1 &= \frac{30}{5} \nu(\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6) = 6x \\ \nu(\text{CO}_2)_2 &= \frac{60}{5} \nu(\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}) = 12y \\ \left. \begin{aligned} x + y &= 0,15 \\ 6x + 12y &= 1,2 \end{aligned} \right\} && x = 0,1 && y = 0,05 \\ m \text{ смеси} &= m(\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6) + m(\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}) = 0,1 \cdot 180 + 0,05 \cdot 342 = 35,1 \end{aligned}$	2
$\begin{aligned} \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + \text{NH}_2\text{OH} &\rightarrow \text{C}_6\text{H}_{13}\text{O}_6\text{N} + \text{H}_2\text{O} \\ 0,1 & && 0,1 \end{aligned}$ <p><math>m(\text{C}_6\text{H}_{13}\text{O}_6\text{N}) = 0,1 \cdot 195 = 19,5 \text{ (100\%)} \rightarrow 19,5 \cdot 0,75 = 14,625 \text{ (75\%)}</math></p>	2
	8

### ЗАДАНИЕ 5.1

Стоматологический сплав содержащий палладий, платину и золото имеет плотность 12800 кг/м<sup>3</sup> Выпускают сплав в виде конусов с радиусом основания 1,2 см и высотой 3 см. Такой образец последовательно обработали концентрированной азотной кислотой, а затем «Царской водкой». Рассчитайте массовые доли металлов в сплаве, если известно, что объем газа, выделившегося после обработки сплава концентрированной азотной кислотой оказался в 8,34 раза больше объема собранного, после обработки остатка «царской водки» и равен объему газа, выделяющегося при взаимодействии 25,6 г гидразина с калия перманганатом в среде серной кислоты.

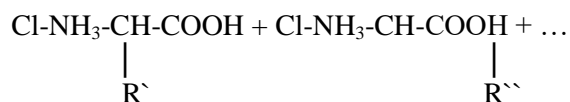
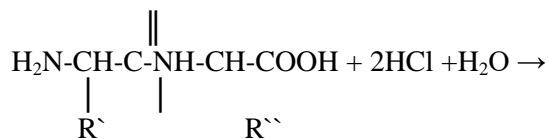
$\begin{aligned} \text{Pd} + 4\text{HNO}_3 &\leftrightarrow \text{Pd}(\text{NO}_3)_2 + 2\text{NO}_2 + 2\text{H}_2\text{O} && 2x \\ 3\text{Pt} + 4\text{HNO}_3 + 18\text{HCl} &\leftrightarrow 3\text{H}_2[\text{PtCl}_6] + 4\text{NO} + 8\text{H}_2\text{O} && 4/3y \\ \text{Au} + \text{HNO}_3 + 4\text{HCl} &\leftrightarrow \text{H}[\text{AuCl}_4] + \text{NO} + 2\text{H}_2\text{O} && z \end{aligned}$	2
$\begin{aligned} V &= \frac{1}{3} \cdot 3,14 \cdot 1,2^2 \cdot 3 = 4,5216 \text{ см}^3 \\ m &= V \cdot \rho = 4,5216 \text{ см}^3 \cdot 12800 \text{ кг/м}^3 = 57876,48 / 1000 = 57,9 \text{ г} \end{aligned}$	2

<p>Pd Pt Au</p> $106x+195y+197z=57,9$ $\frac{V(NO_2)}{V(NO)}=8,34$ $4KMnO_4 + 5H_4N_2 + 6H_2SO_4 \leftrightarrow 5N_2 + 4MnSO_4 + 2K_2SO_4 + 16H_2O$ $v(N_2H_4) = \frac{m}{M} = \frac{25,6}{32} = 0,8$ $v(NO_2) = 0,8$ $4KMnO_4 + 5H_4N_2 + 6H_2SO_4 \leftrightarrow 5N_2 + 4MnSO_4 + 2K_2SO_4 + 16H_2O$ <p style="text-align: center;">0,8    0,8</p> $v(Pd) = \frac{1}{2} v(NO_2) = 0,4$ $m(Pd) = 0,4 * 106 = 42,4 \text{ г}$ $m(Pt/Au) = 57,9 - 42,4 = 15,5 \text{ г}$ $v(NO) = \frac{V(NO_2)}{8,34} = \frac{0,8}{8,34} = 0,0959 \text{ моль}$ $195Y + 197Z = 15,5$ $4/3y + z = 0,0959$ <p style="text-align: center;"><math>v(NO_2)_\Sigma = 8,34 * v(NO)</math> <math>y = 0,0959 - 1,333z</math></p> $195y + 18,89 - 262,6y = 15,5$ $3,39 = 67,6y$ $y = 0,0501 \text{ моль}$ $z = 0,028 \text{ моль}$	
$m(Pd) = 0,4 * 106 = 42,4$ $m(Pt) = 0,0501 * 195 = 9,7695 = 9,8$ $m(Au) = 0,029 * 197 = 5,713 = 5,7$ $\omega(Pd) = \frac{42,4}{57,9} = 0,73 = 73\%$ $\omega(Pt) = \frac{9,8}{57,9} = 0,169 = 17\%$ $\omega(Au) = \frac{5,7}{57,9} = 0,098 = 9,8\% \approx 10\%$	2
	6

### ЗАДАНИЕ 6.1

Ученые обнаружили удивительное свойство некоторых моллюсков, образовывать прочные адгезивные соединения с металлами даже в морской воде, что приводит к серьезной проблеме – обрастанию моллюсками корпусов кораблей. Установлено, что столь сильные адгезивные свойства обеспечиваются наличием в секреторных выделениях моллюсков сложных пептидов, способных создавать прочные комплексы с ионами железа, которые и формируют высокую адгезию. В анализе пептидного комплекса моллюсков были выделены дипептиды. При анализе одного из таких дипептидов с концентрированной хлороводородной кислотой были получены два продукта; Массовая доля атомарного хлора в одном из них составила 22,54%. При взаимодействии этого же дипептида с разбавленным раствором кислоты хлороводородной был получен продукт, в котором массовая доля атомарного хлора равна 10,5498%. Одна из аминокислот используется в терапии. При нагревании дипептида с концентрированной хлороводородной кислотой происходит его полный гидролиз с образованием двух хлороводородных солей аминокислот. Установите аминокислотный состав дипептида и напишите для него **две** возможные структурные формулы.

Правильно установлена формула первой аминокислоты	3
Правильно установлена формула второй аминокислоты	3
Правильно представлены формулы дипептидов	2
Правильно прописаны уравнения реакций с хлороводородом	2
	10

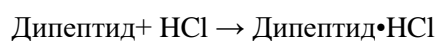


$$M(\text{Cl}-\underset{\text{R}'}{\text{NH}_3}-\text{CH}-\text{COOH}) = \frac{35,5}{0,2254} = 157,5 \text{ г/моль}$$

$$M(\text{R}') = 157,5 - 36,5 - 74 = 47 \text{ г/моль}$$

Учитывая, что аминокислота природная, радикал имеет состав  $-\text{CH}_2\text{SH}$  и данная аминокислота **ЦИСТЕИН** (Cys).

С разбавленной хлороводородной кислотой дипептид образует соль.



$$M(\text{Дипептид} \cdot \text{HCl}) = \frac{35,5}{0,105498} = 336,5 \text{ г/моль}$$

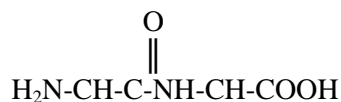
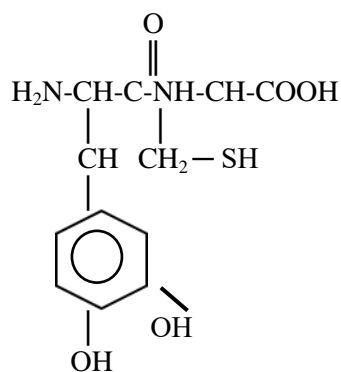
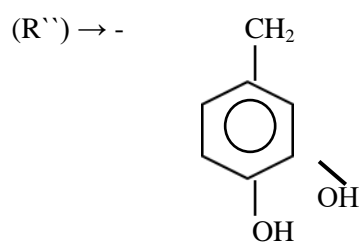
$$M(\text{Дипептид}) = 336,5 \text{ г/моль} - 36,5 = 300 \text{ г/моль}$$

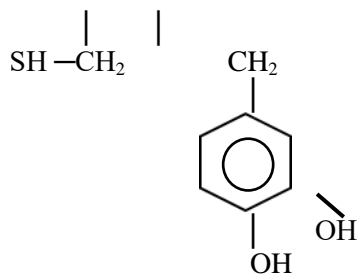
Дипептид образован двумя остатками аминокислот, одна из которых цистеин ( $M=121 \text{ г/моль}$ ),  $\Rightarrow$   $M$  другой аминокислоты:

$$M(\text{аминокислота}) = M(\text{дипептид}) + M(\text{H}_2\text{O}) - M(\text{Цистеин}) = 300 + 18 - 121 = 197 \text{ г/моль}$$

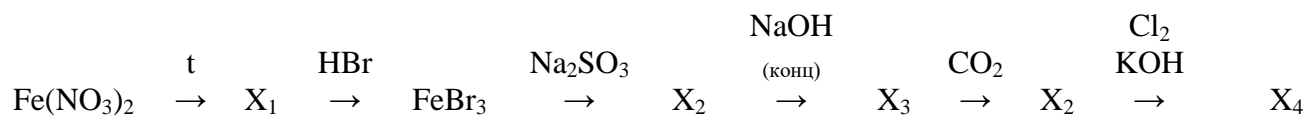
$$M(\text{R}'') = 197 - 74 = 123 \text{ г/моль}$$

Для остатка характерно комплексообразование



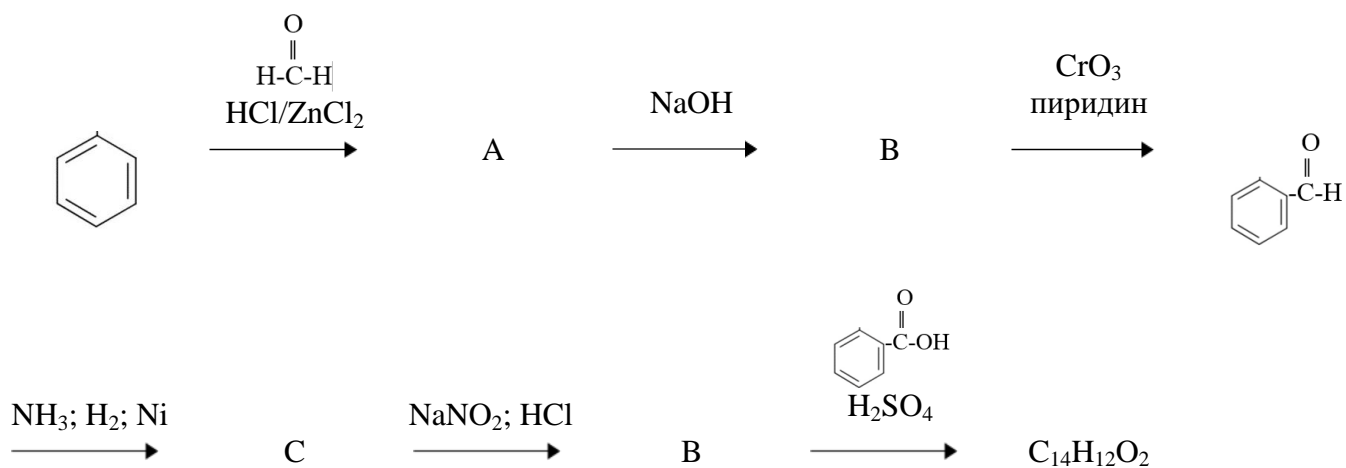


### ЗАДАНИЕ 7.1

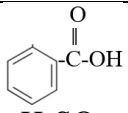
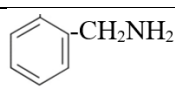
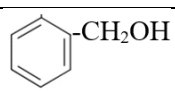
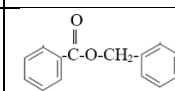


Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Баллы
1) $\text{Fe}(\text{NO}_3)_2 \xrightarrow{t} 2\text{Fe}_2\text{O}_3 + 8\text{NO}_2 + \text{O}_2 \uparrow$	2
2) $\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{HBr} \rightarrow 2\text{FeBr}_3 + 3\text{H}_2\text{O}$	2
3) $2\text{FeBr}_3 + 3\text{Na}_2\text{SiO}_3 + 6\text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{Fe}(\text{OH})_3 + \text{H}_2\text{SiO}_3 + 6\text{NaBr}$	2
4) $\text{Fe}(\text{OH})_3 + \text{NaOH}_{(\text{конц})} \rightarrow \text{Na}_3[\text{Fe}(\text{OH})_6]$	2
5) $2\text{Na}_3[\text{Fe}(\text{OH})_6] + 3\text{CO}_2 \rightarrow 2\text{Fe}(\text{OH})_3 + 3\text{Na}_2\text{CO}_3 + 3\text{H}_2\text{O}$	2
6) $2\text{Fe}(\text{OH})_3 + 3\text{Cl}_2 + 10\text{KOH} \rightarrow 2\text{K}_2\text{FeO}_4 + 6\text{KCl} + 8\text{H}_2\text{O}$	2
Максимальный балл	12

### ЗАДАНИЕ 8.1

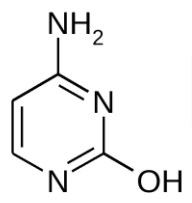
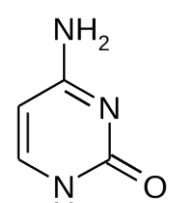
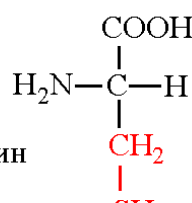


	$\begin{array}{c} \text{O} \\    \\ \text{H}-\text{C}-\text{H} \\ \text{HCl/ZnCl}_2 \end{array}$	A		B	$\begin{array}{c} \text{CrO}_3 \\ \text{пиридин} \end{array}$	
	$\xrightarrow{-\text{H}_2\text{O}}$		$\xrightarrow{\text{NaOH}}$		$\xrightarrow{\quad}$	
	2 балла		2 балла		2 балла	

$\text{NH}_3; \text{H}_2; \text{Ni}$	С	$\text{NaNO}_2; \text{HCl}$	В	 $\text{H}_2\text{SO}_4$		
→		→		→		ИТОГО
2 балла		2 балла		2 балла		12баллов

### ЗАДАНИЕ 9.1

В лаборатории сожгли в избытке кислорода порцию **Цитозина** и **Цистеина**. Продукты сгорания полученные в ходе сжигания каждого из веществ пропустили через избыток известковой воды. Аналитик проводивший исследование отметил, что объемы непоглощенного газа в том и другом случае оказался одинаковым (при одинаковых условиях). Рассчитайте во сколько раз будут различаться массы осадков, а также объемы газа, образовавшиеся при обработке 24,2 г цитозина азотной кислотой

 лактимная форма $\text{C}_4\text{H}_5\text{N}_3\text{O}$	ЦИТОЗИН лактм-лактаманная таутомерия	 лактаманная форма	 Цистеин $\text{C}_3\text{H}_7\text{NO}_2\text{S}$	2
$2\text{C}_3\text{H}_7\text{NO}_2\text{S} + 11,5\text{O}_2 \rightarrow 6\text{CO}_2 + \text{N}_2 + 2\text{SO}_2 + 7\text{H}_2\text{O}$ $2\text{C}_4\text{H}_5\text{N}_3\text{O} + 10\text{O}_2 \rightarrow 8\text{CO}_2 + 3\text{N}_2 + 5\text{H}_2\text{O}$ $\text{CO}_2 + \text{Ca}(\text{OH})_2 \rightarrow \text{CaCO}_3 + \text{H}_2\text{O}$ $\text{SO}_2 + \text{Ca}(\text{OH})_2 \rightarrow \text{CaSO}_3 + \text{H}_2\text{O}$				2
$\nu(\text{C}_3\text{H}_7\text{NO}_2\text{S}) = x \quad \nu(\text{CO}_2)_1 = 3x \quad \nu(\text{N}_2)_1 = \frac{1}{2}x \quad \nu(\text{SO}_2) = x$ $\nu(\text{C}_4\text{H}_5\text{N}_3\text{O}) = y \quad \nu(\text{CO}_2)_2 = 4y \quad \nu(\text{N}_2)_2 = \frac{3}{2}y$ $V(\text{N}_2)_1 = V(\text{N}_2)_2 \Rightarrow \frac{1}{2}x = \frac{3}{2}y \Rightarrow X = 3y$ $\nu(\text{CaCO}_3) = \sum \nu(\text{CO}_2) = (3x + 4y)$ $\nu(\text{CaSO}_3) = \nu(\text{SO}_2) = x$ $m(\text{CaSO}_3) = 120x = 120 \cdot 3y = 360y$ $\nu(\text{CaCO}_3)_1 = 3x$ $m(\text{CaCO}_3)_1 = 3x \cdot 100 = 300x = 300 \cdot 3y = 900y$ $m_{\text{осадка при сжигании цистеина}} = 360y + 900y = 1260y$ $\nu(\text{CaCO}_3)_2 = \nu(\text{CO}_2)_2 = 4y$ $m(\text{CaCO}_3)_2 = 4 \cdot 100 = 400y$ $\frac{m(\text{осадок 1})}{m(\text{осадок 2})} = \frac{1260y}{400y} = 3,15 \quad \text{в } 3,15 \text{ раза}$				2
$\nu(\text{C}_4\text{H}_5\text{N}_3\text{O}) = \frac{m}{M} = \frac{24,2}{111,102} = 0,218$ $\nu(\text{N}_2) = 0,218$				2



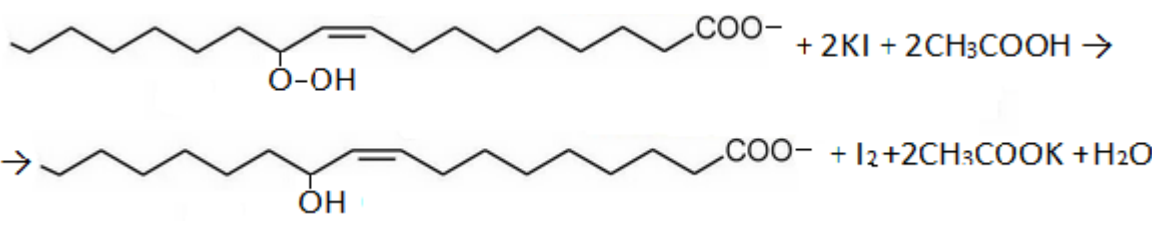
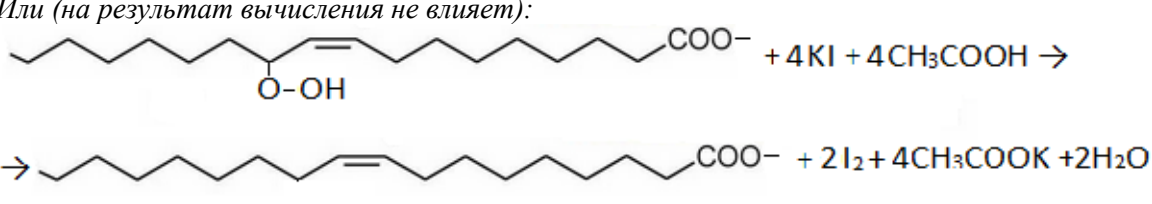
$V(N_2)=0.218*22,4=4,9\text{л}$	
	8

### ЗАДАНИЕ 10.1

Миндальное масло (*Oleum Amygdalarum*) оказывает смягчающее, питательное и защитное действие на кожу и волосы. Миндальное масло хорошо всасывается кожей, регулируя её водно-липидный баланс, ускоряет процесс регенерации клеток, оказывает противовоспалительное, регенерирующее и тонизирующее действие. Миндальное масло относится к невысыхающим маслам и состоит, в основном, из олеиновой (до 70%) и линолевой кислоты (до 25%).

Одним из количественных показателей доброкачественности жирных масел является перекисное число. Перекисное число ( $I_p$ ) – количество кислорода, химически связанного в масле в виде пероксидов, особенно гидропероксидов, выраженное в миллимоль активного кислорода, содержащееся в 1000 г данного жирного масла. Метод йодометрического определения перекисного числа (метод Вилера) основан на способности пероксидов и гидропероксидов, содержащихся в масле, окислять йодид калия в кислой среде. Перекисное число миндального масла должно быть не более 2,5 ммоль/кг.

Определение перекисного числа миндального масла проводили в соответствии с методикой: Навеску масла массой 5,0 г помещают в сухую коническую колбу с притертой пробкой вместимостью 250 мл. Прибавляют 30 мл смеси уксусной кислоты ледяной и хлороформа (3:2), встряхивают до растворения масла, прибавляют 0,5 мл насыщенного раствора калия йодида и закрывают колбу пробкой. Встряхивают точно в течение 1 мин, прибавляют 30 мл воды и титруют раствором натрия тиосульфата 0,01 М, прибавляя титрант медленно при постоянном энергичном встряхивании до светло-желтой окраски раствора. Затем прибавляют 5 мл раствора крахмала и продолжают титрование при постоянном встряхивании до обесцвечивания раствора. Проводят контрольный опыт (вместо навески масла берут 5 мл дистиллированной воды) в тех же условиях. На титрование было израсходовано 2,5 мл раствора тиосульфата натрия (основной опыт) и 0,1 мл раствора тиосульфата натрия (контрольный опыт). Приведите структурную формулу молекулы масла, считая, что основное вещество – триглицерид, содержащий два остатка олеиновой и один остаток линолевой кислот. Напишите уравнения реакций, лежащих в основе данного метода. Для реакции возьмите гидропероксид олеиновой (*цис*-9-октадеценовой) кислоты и учтите, что промежуточная частица – радикал аллильного типа. Рассчитайте перекисное число миндального масла и сделайте заключение о его доброкачественности. Рассчитайте массовую долю в данном образце масла активного кислорода.

Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Баллы
Структурная формула: $\begin{array}{c} \text{CH}_2 - \text{O} - \text{CO} - \text{C}_{17}\text{H}_{33} \\   \\ \text{CH} - \text{O} - \text{CO} - \text{C}_{17}\text{H}_{33} \\   \\ \text{CH}_2 - \text{O} - \text{CO} - \text{C}_{17}\text{H}_{31} \end{array}$	2
Уравнения реакций: 	4
$\text{I}_2 + 2\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \rightarrow 2\text{NaI} + \text{Na}_2\text{S}_4\text{O}_6$ Или (на результат вычисления не влияет): 	2
$\rightarrow \text{R-OH} + 2\text{I}_2 + 4\text{CH}_3\text{COOK} + 2\text{H}_2\text{O}$	2
$V_o - V_k = 2,5 - 0,1 = 2,4 \text{ мл}$	2

$v(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3) = 0,01 \cdot 2,4 = 0,024$ ммоль	2
$v(\text{I}_2) = 0,024/2 = 0,012$ ммоль	2
$v(\text{O}) = 0,012$ ммоль – в 5 г масла	2
$v(\text{O}) = 0,012 \cdot 1000/5 = 2,4$ ммоль – в 1000 г масла	2
$I_p = 2,4$ ммоль/кг – миндальное масло является доброкачественным. $\omega(\text{O}) = 0,012 \cdot 16/5 = 0,0384$ (3,84%)	
<i>Или:</i>	
$C\left(\frac{1}{2} \text{O}\right) = \frac{(V - V_0) \cdot C \cdot 1000}{m}$	
$C(1/2\text{O}) = (2,5 - 0,1) \cdot 0,01 \cdot 1000/5 = 4,8$ ммоль/кг	
$C(\text{O}) = 4,8/2 = 2,4$ ммоль/кг	
Максимальный балл	20

## Вариант 2.

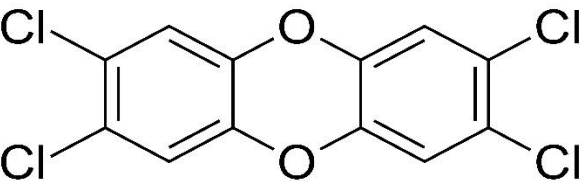
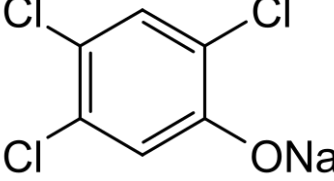
### ЗАДАНИЕ 1.2

Диоксины – это глобальные экотоксиканты, обладающие мощным мутагенным, иммунодепрессантным, канцерогенным, тератогенным и эмбриотоксическим действием. Они слабо расщепляются и накапливаются как в организме человека, так и в биосфере планеты, включая воздух, воду, пищу. Диоксины образуются в качестве побочного продукта при производстве гербицидов хлорфенольного ряда.

Американской армией во время войны во Вьетнаме с 1961 по 1971 годы в рамках программы по уничтожению растительности «Ranch Hand» в качестве дефолианта применялся Agent Orange — смесь 2,4-дихлорфеноксиуксусной кислоты (2,4-Д) и 2,4,5-трихлорфеноксиуксусной кислоты (2,4,5-Т), содержащая примеси полихлорбензодиоксинов. В результате из-за воздействия диоксинов пострадало значительное число мирных вьетнамцев, многие на всю жизнь остались инвалидами в результате контакта с Agent Orange. Во Вьетнаме насчитывается более 4,8 миллионов жертв варварского распыления дефолиантов. Действия американских войск привели к практически полному уничтожению мангровых лесов (500 тыс.га), поражению 60%( около 1 млн га) джунглей и 30% равнинных лесов. В пораженных американской военной района из 150 видов птиц осталось 18, произошло почти полное уничтожение земноводных и насекомых.

В состав диоксиновых реагентов по-прежнему входят (А) 2,3,7,8 тетрахлордibenзо-пара-диоксин и (В) 2,4,5 трихлорфенолят натрия.

Составьте структурные формулы указанных веществ и рассчитайте массу образца, содержащего  $1,805 \cdot 10^{23}$  атомов углерода и  $0,6622 \cdot 10^{23}$  атомов хлора

Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Баллы
<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;">  <p><math>C_{12}H_4Cl_4O_2</math> А</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p><math>C_6H_2Cl_3ONa</math> В</p> </div> </div>	2
$\begin{aligned} \nu(C_{12}H_4Cl_4O_2) &= X & \nu(Cl) &= 4x + 3y \\ \nu(C_6H_2Cl_3ONa) &= Y & \nu(C) &= 12x + 6y \end{aligned}$ $\nu(Cl) = \frac{N(Cl)}{N_a} = \frac{0,6622 \cdot 10^{23}}{6,02 \cdot 10^{23}} = 0,11$ $\nu(C) = \frac{N(C)}{N_a} = \frac{1,805 \cdot 10^{23}}{6,02 \cdot 10^{23}} = 0,3$	2
$\left. \begin{aligned} 12x + 6y &= 0,3 \\ 4x + 3y &= 0,11 \end{aligned} \right\}$ $\begin{aligned} 2x + y &= 0,05 \\ y &= 0,05 - 2x \\ x &= 0,02 \\ y &= 0,01 \end{aligned}$ $\begin{aligned} m(C_{12}H_4Cl_4O_2) &= 0,02 \cdot 322 = 6,44 \\ m(C_6H_2Cl_3ONa) &= 0,01 \cdot 219,5 = 2,195 \\ \Sigma m &= 6,44 + 2,195 = 8,635 \end{aligned}$	2
Максимальный балл	6

### ЗАДАНИЕ 2.2

Есть версия, что вещество X впервые было получено в IX веке алхимиком **Джабир ибн Хайяном**. Однако историческим фактом является синтез данного вещества в 1540 г. **Валерием Кордусом**, который назвал полученный продукт «Сладким купоросным маслом» (Oleum Dulce vitrioli). Кордус первым отметил его анестезирующие свойства.

В 1680 г. **Роберт Бойль** вторично синтезировал данное вещество. В третий раз синтез вещества был проведен **Исааком Ньютоном** в 1704 году. В медицине используется в качестве лекарственного средства общеанестезирующего действия, так как его влияние на нейронные мембраны и свойство «Обездвиживать» ЦНС очень специфично и полностью обратимо. В стоматологии применяется местно для обработки кариозных полостей и корневых каналов зуба при подготовке и пломбированию.

При сгорании образца вещества X массой 3,7 г. образуется 4,82 л CO<sub>2</sub>, измеренного при 20°C и 101 кПа и 4,5 мл H<sub>2</sub>O.

К 25 г раствора вещества X в метилацетате добавили 125 мл 4М раствора КОН. Полученную смесь упарили, а сухой остаток прокалили до удаления газа. Массовая доля атомарного калия в сухом остатке неорганических соединений калия составила 58.73%

Определить вещество X. Найти массовую долю вещества X в растворе.

Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Баллы
	2
	2
	2
	2
	2
Максимальный балл	10

Уравнение Менделеева-Клапейрона

$$PV = \frac{m}{M}RT \quad PV = \nu RT$$

$$101 \cdot 4,82 = \frac{m}{M} \cdot 8,31 \cdot 293K$$

$$101 \cdot 4,82 = \nu \cdot 8,31 \cdot 293K$$

$$486,82 = \nu \cdot 8,31 \cdot 293K$$

$$\nu = 0,2$$

$$\nu(C_{\text{орг.в-ва}}) = \nu(C_{\text{в CO}_2}) = \nu(\text{CO}_2) = 0,2$$

$$m(C_{\text{в орг.в-ва}}) = \nu(C_{\text{орг.в-ва}}) \cdot M(C) = 0,2 \cdot 12 = 2,4 \text{ г}$$

$$\nu(\text{H}_2\text{O}) = \frac{4,5}{18} = 0,25$$

$$\nu(\text{H}_{\text{орг.в-ва}}) = \nu(\text{H}_{\text{в H}_2\text{O}}) = \nu(\text{H}_2\text{O}) = 0,25 \cdot 2 = 0,5$$

$$m(\text{H}_{\text{в орг.в-ва}}) = \nu(\text{H}_{\text{орг.в-ва}}) \cdot M(\text{H}) = 0,5 \cdot 1 = 0,5 \text{ г}$$

$$m(\text{O}_{\text{в орг.в-ва}}) = m(\text{орг.в-ва}) - m(C_{\text{в орг.в-ва}}) - m(\text{H}_{\text{в орг.в-ва}}) = 3,7 - 2,4 - 0,5 = 0,8$$

$$\nu(\text{O}_{\text{в орг.в-ва}}) = m(\text{O}_{\text{в орг.в-ва}}) / M(\text{H}_2\text{O}) = 0,8 / 16 = 0,05$$

$$C(x)H(y)O(z)$$

$$x:y:z = m(C_{\text{в орг.в-ва}}) : m(H_{\text{в орг.в-ва}}) : m(O_{\text{в орг.в-ва}})$$

0,2	0,5	0,05
4	10	1



$$\nu(\text{KOH}) = V \cdot C = 0,125 \text{ л} \cdot 4 = 0,5 \text{ моль}$$

$$\nu(\text{CH}_3\text{COOCH}_3) = X \quad \nu(\text{K}_2\text{CO}_3) = X$$

$$\nu_{\text{на реакцию}}(\text{KOH}) = 2X \quad \nu(\text{KOH}) = 0,5 - 2X$$

$$m_{\text{сухого остатка}} = m(\text{K}_2\text{CO}_3) + m(\text{KOH})_{\text{остат}}$$

$$= \nu(\text{K}_2\text{CO}_3) \cdot M(\text{K}_2\text{CO}_3) + \nu(\text{KOH}) \cdot M(\text{KOH})$$

$$= 138X + 56(0,5 - 2X)$$

$$= 26X + 28$$

$$\nu(\text{K}) = 0,5 \text{ моль}$$

$$m(\text{K}) = \nu \cdot M = 0,5 \text{ моль} \cdot 39 = 19,5$$

$$19,5 = 15,27X + 16,44$$

$$X = 0,2$$

$$m(\text{CH}_3\text{COOCH}_3) = 74 \cdot 0,2 = 14,8$$

$$m(\text{C}_2\text{H}_5\text{-O-C}_2\text{H}_5) = 10,2$$

$$\omega = 40,8\%$$

Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Баллы
Правильно определено вещество X	2
Представлены обе реакции	2
Правильно определен состав сухого остатка	2
Рассчитано количества веществ в сухом остатке	2
Рассчитана массовая доля вещества	2
Максимальный балл	10

### ЗАДАНИЕ 3.2

Уксус известен как эффективное медицинское средство с давних времен. В древних трактатах описано его применение не только для приготовления пищи, но и в лечебных целях при различных заболеваниях, особенно при наличии инфекции. Скорее всего, он был одним из первых известных антимикробных средств. Гиппократ рекомендовал его для сохранения пищи и в качестве тоника, а также для лечения ран. Уксусная кислота обладает бактериостатической активностью при концентрации 0,1 % и бактерицидной активностью при концентрациях от 2 до 10 %

Уксусная кислота показывает хороший результат при интертриго (воспалении складок), пододерматитах, на инфицированных областях лихенификации при хроническом течении аллергии. Часто уксусная кислота применяется при лечении отитов, как наружных, так и средних, благодаря своему хорошему действию на биопленку. Биопленка — это сообщество микробов, крепко сцепленных друг с другом и поверхностью, на которой они находятся, погруженных в субстанцию из внеклеточных полисахаридных веществ.

В цилиндр высотой 25 см и диаметром внутреннего основания 5 см прилили 50 мл уксусной кислоты с молярной концентрацией 12,46 моль/л и плотностью 1,0685 г/мл. После этого цилиндр наполнили дистиллированной водой до 60% его объема. Рассчитайте pH полученного раствора.  $pK_a(\text{CH}_3\text{COOH}) = 4,76$

Рассчитан объем цилиндра $V = h \cdot \pi \cdot R^2$ $V = 25 \cdot 3,14 \cdot 6,25 = 490,625 \text{ см}^3$	1
Рассчитан объем раствора после разбавления $0,6 \cdot 490,625 = 294,375 \text{ мл}$	1
Рассчитана количество вещества уксусной кислоты $n = C \cdot V$ $n = 12,46 \text{ моль/л} \cdot 0,294375 = 3,667 \text{ моль}$	1
Рассчитана концентрация уксусной кислоты $C = 3,667 / 0,294375 = 12,46 \text{ моль/л}$	1
Записана формула для расчета pH $\text{pH}(\text{CH}_3\text{COOH}) = 0,5(pK_a - \lg C(\text{CH}_3\text{COOH}))$	2
$\text{pH}(\text{CH}_3\text{COOH}) = 0,5(4,76 - \lg 12,46) = 2,2$	2
	8

### ЗАДАНИЕ 4.2

При обработке смеси лактозы и D-маннозы аммиачным раствором оксида серебра получено такое же количество металла, которое образуется при взаимодействии 510г 10% раствора  $\text{AgNO}_3$  с арсином. Такая же смесь при окислении перманганата калия в сернокислой среде образует и газообразного 27,8 л продукта ( при  $10^\circ\text{C}$  и 101,5 кПа)

Рассчитайте массу смеси углеводов, а также массу маннита (вещество представляющего собой осмотический диуретик, применяемый при отеке мозга, острой почечной недостаточности и т.д.), который может быть получен при восстановлении маннозы, количественно выделенной из первоначальной смеси, если выход реакции составляет 80%

$\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + \text{Ag}_2\text{O} \rightarrow \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_7 + 2\text{Ag}\downarrow \quad \text{D-манноза}$ $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11} + \text{Ag}_2\text{O} \rightarrow \text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{12} + 2\text{Ag}\downarrow \quad \text{Лактоза}$ $12\text{AgNO}_3 + 3\text{H}_2\text{O} + 2\text{AsH}_3 = 2\text{Ag}\downarrow + \text{As}_2\text{O}_3 + 12\text{HNO}_3$	2
$5\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + 24\text{KMnO}_4 + 36\text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow 30\text{CO}_2 + 24\text{MnSO}_4 + 66\text{H}_2\text{O} + 12\text{K}_2\text{SO}_4$ $5\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11} + 48\text{KMnO}_4 + 72\text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow 60\text{CO}_2 + 48\text{MnSO}_4 + 127\text{H}_2\text{O} + 24\text{K}_2\text{SO}_4$	2
$\nu(\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6) = x \quad \nu(\text{Ag})_1 = 2x$ $\nu(\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}) = y \quad \nu(\text{Ag})_2 = 2y \quad 0,3$ $\nu(\text{AgNO}_3) = \frac{m \cdot \omega}{M} = \frac{510 \cdot 0,1}{170} = 0,3$ $\nu(\text{Ag}) = \nu(\text{AgNO}_3) = 0,3 \text{ моль}$ $2x + 2y = 0,3$ $x + y = 0,15$ $\nu(\text{CO}_2) = \frac{PV}{RT} = \frac{101,5 \cdot 27,8}{8,31 \cdot 283} = 1,2 \text{ моля}$ $\nu(\text{CO}_2)_1 = \frac{30}{5} \nu(\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6) = 6x$ $\nu(\text{CO}_2)_2 = \frac{60}{5} \nu(\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}) = 12y$ $x + y = 0,15$ $6x + 12y = 1,2 \quad x = 0,1 \quad y = 0,05$ $m \text{ смеси} = m(\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6) + m(\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}) = 0,1 \cdot 180 + 0,05 \cdot 342 = 35,1$	2
$\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + [\text{H}] \rightarrow \text{C}_6\text{H}_{14}\text{O}_6$ $0,1 \quad \quad \quad 0,1$ $m(\text{C}_6\text{H}_{14}\text{O}_6) = 0,1 \cdot 182 = 18,2 \text{ (100\%)} \rightarrow 18,2 \cdot 0,8 = 14,56 \text{ (80\%)}$	2
	8

### ЗАДАНИЕ 5.2

Стоматологический сплав содержащий палладий платину и золото имеет плотность  $12800 \text{ кг/м}^3$  Выпускают сплав в виде цилиндра с радиусом основания 0,6 см и высотой 4 см. Такой образец последовательно обработали концентрированной азотной кислотой, а затем «Царской водкой». Рассчитайте массовые доли металлов в сплаве, если известно, что объем газа, выделившегося после обработки сплава концентрированной азотной кислотой оказался в 8,34 раза больше объема собранного, после обработки остатка «царской водки» и равен объему газа, выделяющегося при взаимодействии цинка массой 208 г с нитратом калия в растворе калия гидроксида.

$\text{Pd} + 4\text{HNO}_3 \leftrightarrow \text{Pd}(\text{NO}_3)_2 + 2\text{NO}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \quad 2x$ $3\text{Pt} + 4\text{HNO}_3 + 18\text{HCl} \leftrightarrow 3\text{H}_2[\text{PtCl}_6] + 4\text{NO} + 8\text{H}_2\text{O} \quad 4/3y$ $\text{Au} + \text{HNO}_3 + 4\text{HCl} \leftrightarrow \text{H}[\text{AuCl}_4] + \text{NO} + 2\text{H}_2\text{O} \quad z$ $4\text{Zn} + \text{KNO}_3 + 7\text{KOH} + 6\text{H}_2\text{O} \leftrightarrow 4\text{K}_2[\text{Zn}(\text{OH})_4] + \text{NH}_3 \quad 0,8$	2
$\nu(\text{Zn}) = \frac{m}{M} = \frac{208}{65} = 3,2$ $\nu(\text{NH}_3) = \frac{1}{4} \nu(\text{Zn}) = 0,8 \quad 2x = 0,8 \quad x = 0,4$ $M_{\text{цилиндр}} = \pi R^2 h = 3,14 \cdot 0,6^2 \cdot 4 = 4,5216$	2

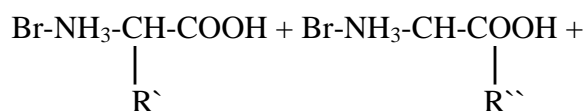
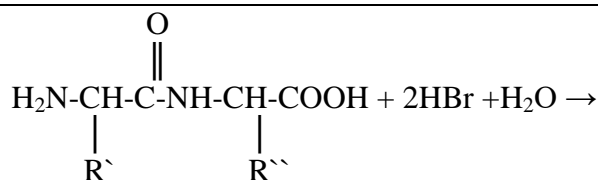
$m = V \cdot \rho = 4,5216 \cdot \frac{12800}{1000} = 57,9 \text{ г}$ $\nu(\text{Pd}) = \frac{1}{2} \nu(\text{NO}_2) = 0,4$ $m(\text{Pd}) = 0,4 \cdot 106 = 42,4 \text{ г}$ $m(\text{Pt/Au}) = 57,9 - 42,4 = 15,5$ $\nu(\text{NO}) = \frac{V(\text{NO}_2)}{8,34} = \frac{0,8}{8,34} = 0,0959 \text{ моль}$ $195Y + 197Z = 15,5$ $\nu(\text{NO}_2)_\Sigma = 8,34 \cdot \nu(\text{NO})$ $4/3y + z = 0,0959$ $195y + 18,89 - 262,6y = 15,5$ $3,39 = 67,6y$ $y = 0,0501 \text{ моль}$ $z = 0,028 \text{ моль}$	
$m(\text{Pd}) = 0,4 \cdot 106 = 42,4$ $m(\text{Pt}) = 0,0501 \cdot 195 = 9,7695 = 9,8$ $m(\text{Au}) = 0,029 \cdot 197 = 5,713 = 5,7$ $\omega(\text{Pd}) = \frac{42,4}{57,9} = 0,73 = 73\%$ $\omega(\text{Pt}) = \frac{9,8}{57,9} = 0,169 = 17\%$ $\omega(\text{Au}) = \frac{5,7}{57,9} = 0,098 = 9,8\% \approx 10\%$	2
	6

### ЗАДАНИЕ 6.2

Ученые обнаружили удивительное свойство некоторых моллюсков, образовывать прочные адгезивные соединения с металлами даже в морской воде, что приводит к серьезной проблеме – обрастанию моллюсками корпусов кораблей. Установлено, что столь сильные адгезивные свойства обеспечиваются наличием в секреторных выделениях моллюсков сложных пептидов, способных создавать прочные комплексы с ионами железа, которые и формируют высокую адгезию. В анализе пептидного комплекса моллюсков были выделены дипептиды. При нагревании одного из выделенных дипептидов с 40% бромоводородной кислотой получили 2 продукта; массовая доля атомарного брома в одном из них составила 47,06%. При реакции этого же дипептида с разбавленным раствором бромоводородной кислоты получен продукт, в котором массовая доля брома составляет 22,923%

Установите аминокислотный состав дипептида и напишите для него две возможные структурные формулы.

Правильно установлена формула первой аминокислоты	3
Правильно установлена формула второй аминокислоты	3
Правильно представлены формулы дипептидов	2
Правильно прописаны уравнения реакций с хлороводородом	2
	10

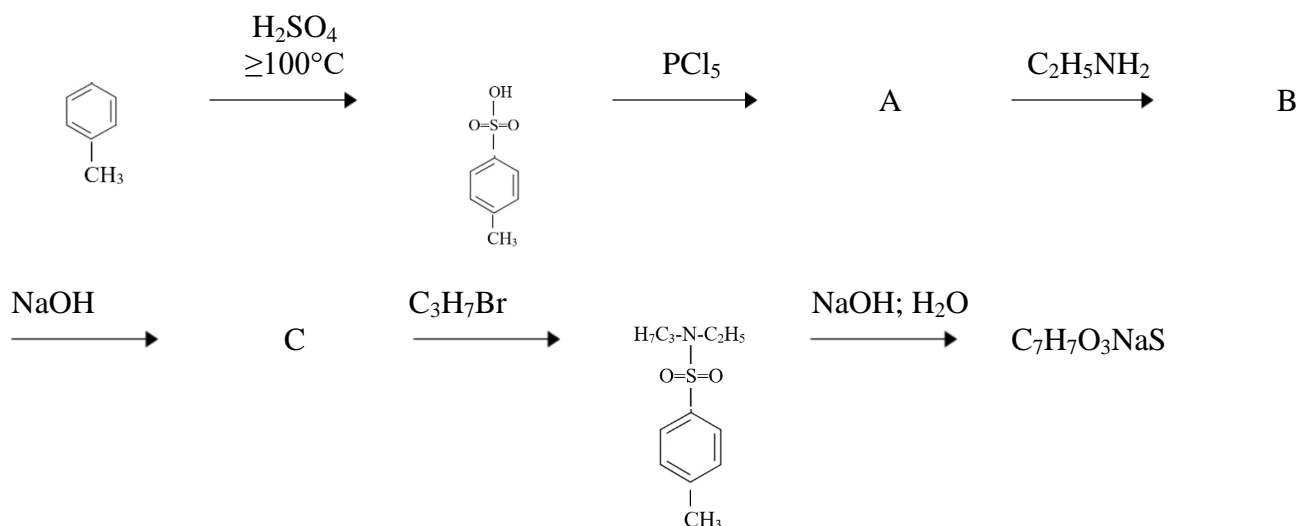


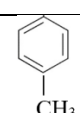
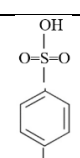
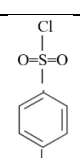
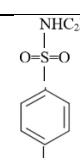


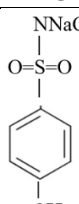
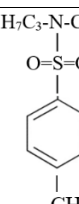
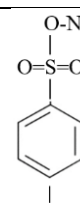


3) $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + \text{S} \xrightarrow{t \text{ сплавление}} \text{Cr}_2\text{O}_3 + \text{K}_2\text{SO}_4$	2
4) $\text{Cr}_2\text{O}_3 + 3\text{NaNO}_3 + 2\text{Na}_2\text{CO}_3 \xrightarrow{\text{сплавление}} 2\text{Na}_2\text{CrO}_4 + 3\text{NaNO}_2 + 2\text{CO}_2$	2
5) $2\text{Na}_2\text{CrO}_4 + 3\text{H}_2\text{S} + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{Cr}(\text{OH})_3 \downarrow + 3\text{S} + 4\text{NaOH}$ ( $\text{Na}[\text{Cr}(\text{OH})_4]$ )	2
6) $2\text{Cr}(\text{OH})_3 + 3\text{PbO}_2 + 10\text{KOH} \rightarrow 2\text{K}_2\text{CrO}_4 + 3\text{K}_2[\text{Pb}(\text{OH})_4] + 2\text{H}_2\text{O}$	2
Максимальный балл	12

### ЗАДАНИЕ 8.2



	$\text{H}_2\text{SO}_4$ $\geq 100^\circ\text{C}$		$\text{PCl}_5$	A	$\text{C}_2\text{H}_5\text{NH}_2$	B
						
	2 балла		2 балла		2 балла	

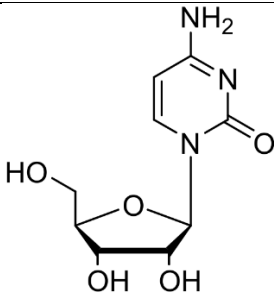
$\text{NaOH}$	C	$\text{C}_3\text{H}_7\text{Br}$		$\text{NaOH}; \text{H}_2\text{O}$		ИТОГО
						
2 балла		2 балла		2 балла		12баллов

### ЗАДАНИЕ 9.2

В лаборатории сожгли в избытке кислорода порцию Цистеина и Цитидин. Объем непоглощаемого газа, образовавшийся при сжигании цистеина в 2 раза больше объема непоглощаемого газа, образовавшегося при сжигании цитидина.

Продукты сгорания полученные в ходе сжигания каждого из веществ пропустили через избыток известковой воды.

Рассчитайте во сколько раз будут различаться массы осадков. Известно, что при декарбоксилировании цистеина образуется амин -цистеамин-компонент кофермента А. Рассчитайте объем газа, который выделится при декарбоксилировании цистеина массой 24,2 г

<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;"> <math display="block">\begin{array}{c} \text{COOH} \\   \\ \text{H}_2\text{N}-\text{C}-\text{H} \\   \\ \text{CH}_2 \\   \\ \text{SH} \end{array}</math> <p>Цистеин</p> <math display="block">\text{C}_3\text{H}_7\text{NO}_2\text{S}</math> <math display="block">\nu(\text{C}_3\text{H}_7\text{NO}_2\text{S}) = x</math> </div> <div style="text-align: center;">  <p>Cytidine</p> <math display="block">\text{C}_9\text{H}_{13}\text{N}_3\text{O}_5</math> <math display="block">\nu(\text{C}_9\text{H}_{13}\text{N}_3\text{O}_5) = y</math> </div> </div>	2
$2\text{C}_3\text{H}_7\text{NO}_2\text{S} + 9,5\text{O}_2 \rightarrow 6\text{CO}_2 + \text{N}_2 + 2\text{SO}_2 + 7\text{H}_2\text{O}$ $2\text{C}_9\text{H}_{13}\text{N}_3\text{O}_5 + 19,5\text{O}_2 \rightarrow 18\text{CO}_2 + 3\text{N}_2 + 13\text{H}_2\text{O}$ $\text{Ca}(\text{OH})_2 + \text{CO}_2 \rightarrow \text{CaCO}_3 + \text{H}_2\text{O}$ $\text{Ca}(\text{OH})_2 + \text{SO}_2 \rightarrow \text{CaSO}_3 + \text{H}_2\text{O}$	2
$\nu(\text{N}_2)_A = \frac{1}{2} \nu(\text{C}_3\text{H}_7\text{NO}_2\text{S}) = \frac{x}{2}$ $\nu(\text{N}_2)_B = \frac{3}{2} \nu(\text{C}_9\text{H}_{13}\text{N}_3\text{O}_5) = \frac{3y}{2}$ $\frac{\nu(\text{N}_2)_A}{\nu(\text{N}_2)_B} = 2 \quad \frac{0,5x}{1,5y} = 2 \quad 0,5x = 3y \quad x = 6y$ $\nu(\text{осадка})_{\text{в опыте №1}}$ $\nu(\text{CaCO}_3)_1 = \nu(\text{CO}_2)_1 = 3x$ $\nu(\text{CaSO}_3) = \nu(\text{SO}_2) = x$ $m(\text{CaCO}_3)_1 = 3x \cdot 100 = 300 \cdot 6y = 1800y$ $m(\text{CaSO}_3) = 120x = 120 \cdot 6y = 720y$ $\sum m = 720y + 1800y = 2520y$ $\nu(\text{осадка})_{\text{в опыте №2}}$ $\nu(\text{CaCO}_3)_2 = \nu(\text{CO}_2)_2 = 9y$ $\frac{m(\text{осадок 1})}{m(\text{осадок 2})} = \frac{2520y}{900y} = 2,8$ $m(\text{CaCO}_3)_1 = 9y \cdot 100 = 900y$ <p>в 2,8 раза</p>	2
<p>Декарбоксилирование цистеина</p> $\text{C}_3\text{H}_7\text{NO}_2\text{S} \xrightarrow{\text{Декарбоксилаза+пиридоксальфосфат}} \text{SH}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{NH}_2 + \text{CO}_2$ $\nu(\text{C}_3\text{H}_7\text{NO}_2\text{S}) = \frac{m}{M} = \frac{24,2}{121} = 0,2$ $\nu(\text{CO}_2) = 0,2$ $V(\text{CO}_2) = 0,2 \cdot 22,4 = 4,48\text{л}$	2
8	

### ЗАДАНИЕ 10.2

Персиковое масло (*Oleum Persicorum*) оказывает смягчающее, питательное и тонизирующее действие, способствует регенерации поврежденной и чувствительной кожи. Противовоспалительные свойства персикового масла находят широкое применение в народной медицине. Его используют при дерматитах, ожогах, экземе, при воспалении среднего уха различной этиологии. Персиковое масло относится к невысыхающим маслам и состоит, в основном, из олеиновой (до 65%) и линолевой кислоты (до 25%).

Одним из количественных показателей доброкачественности жирных масел является перекисное число. Перекисным числом ( $I_p$ ) называют количество пероксидов, выраженное в миллимоль активного кислорода, содержащегося в 1000 г данного жирного масла. Метод йодометрического определения перекисного числа

(метод Вилера) основан на способности пероксидов и гидропероксидов, содержащихся в масле, окислять йодид калия в кислой среде. Перекисное число персикового масла не должно превышать 2,5 ммоль/кг.

Определение перекисного числа персикового масла проводили в соответствии с методикой: Навеску масла массой 5,20 г помещают в сухую коническую колбу с притертой пробкой вместимостью 250 мл. Прибавляют 30 мл смеси уксусной кислоты ледяной и хлороформа (3:2), встряхивают до растворения масла, прибавляют 0,5 мл насыщенного раствора калия йодида и закрывают колбу пробкой. Встряхивают точно в течение 1 мин, прибавляют 30 мл воды и титруют раствором натрия тиосульфата 0,01 М, прибавляя титрант медленно при постоянном энергичном встряхивании до светло-желтой окраски раствора. Затем прибавляют 5 мл раствора крахмала и продолжают титрование при постоянном встряхивании до обесцвечивания раствора. Проводят контрольный опыт (вместо навески масла берут 5 мл дистиллированной воды) в тех же условиях. На титрование было израсходовано 3,5 мл раствора тиосульфата натрия (основной опыт) и 0,2 мл раствора тиосульфата натрия (контрольный опыт). Приведите структурную формулу молекулы масла, считая, что основное вещество – триглицерид, содержащий два остатка олеиновой и один остаток линолевой кислот. Напишите уравнения реакций, лежащих в основе данного метода. Для реакции возьмите гидропероксид линолевой (*цис,цис*-9,12-октадекадиеновой) кислоты и учтите, что промежуточная частица – радикал аллильного типа. Рассчитайте перекисное число персикового масла и сделайте заключение о его доброкачественности.

Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Баллы
<p>Структурная формула:</p> $\begin{array}{c} \text{CH}_2 - \text{O} - \text{CO} - \text{C}_{17}\text{H}_{33} \\   \\ \text{CH} - \text{O} - \text{CO} - \text{C}_{17}\text{H}_{33} \\   \\ \text{CH}_2 - \text{O} - \text{CO} - \text{C}_{17}\text{H}_{31} \end{array}$	2
<p>Уравнения реакций:</p> $\begin{array}{c} \text{C}_{17}\text{H}_{33}\text{O}_2\text{COO}^- + 2\text{KI} + 2\text{CH}_3\text{COOH} \rightarrow \\ \text{C}_{17}\text{H}_{33}\text{O}_2\text{COO}^- + \text{I}_2 + 2\text{CH}_3\text{COOK} + \text{H}_2\text{O} \end{array}$	4
<p><math>\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</math>          Или (на результат вычисления не влияет):</p> $\begin{array}{c} \text{C}_{17}\text{H}_{33}\text{O}_2\text{COO}^- + 4\text{KI} + 4\text{CH}_3\text{COOH} \rightarrow \\ \text{C}_{17}\text{H}_{33}\text{COO}^- + 2\text{I}_2 + 4\text{CH}_3\text{COOK} + 2\text{H}_2\text{O} \end{array}$	2
<p><math>V_o - V_k = 3,5 - 0,2 = 3,3 \text{ м}</math></p>	2
<p><math>v(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3) = 0,01 \cdot 3,3 = 0,033 \text{ ммоль}</math></p>	2
<p><math>v(\text{I}_2) = 0,033/2 = 0,0165 \text{ ммоль}</math></p>	2
<p><math>v(\text{O}) = 0,0165 \text{ ммоль} - \text{ в } 5 \text{ г масла}</math></p>	2
<p><math>v(\text{O}) = 0,0165 \cdot 1000/5,2 = 3,17 \text{ ммоль} - \text{ в } 1000 \text{ г масла}</math></p>	2
	4

$I_p = 3,17$ ммоль/кг – персиковое масло является недоброкачественным.	
Максимальный балл	20

### Вариант 3

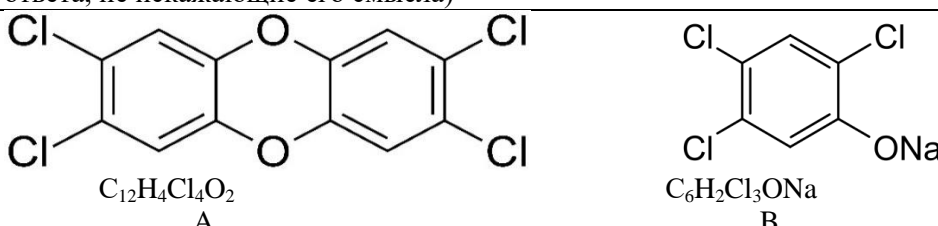
#### ЗАДАНИЕ 1.3

Диоксины – это глобальные экотоксиканты, обладающие мощным мутагенным, иммунодепрессантным, канцерогенным, тератогенным и эмбриотоксическим действием. Они слабо расщепляются и накапливаются как в организме человека, так и в биосфере планеты, включая воздух, воду, пищу. Диоксины образуются в качестве побочного продукта при производстве гербицидов хлорфенольного ряда.

Американской армией во время войны во Вьетнаме с 1961 по 1971 годы в рамках программы по уничтожению растительности «Ranch Hand» в качестве дефолианта применялся Agent Orange — смесь 2,4-дихлорфеноксиуксусной кислоты (2,4-Д) и 2,4,5-трихлорфеноксиуксусной кислоты (2,4,5-Т), содержащая примеси полихлорбензодиоксинов. В результате из-за воздействия диоксинов пострадало значительное число мирных вьетнамцев, многие на всю жизнь остались инвалидами в результате контакта с Agent Orange. Во Вьетнаме насчитывается более 4,8 миллионов жертв варварского распыления дефолиантов. Действия американских войск привели к практически полному уничтожению мангровых лесов (500 тыс.га), поражению 60%( около 1 млн га) джунглей и 30% равнинных лесов. В пораженных американской военной районах из 150 видов птиц осталось 18, произошло почти полное уничтожение земноводных и насекомых.

В состав диоксиновых реагентов по-прежнему входят (А) 2,3,7,8 тетрахлордибензо-пара-диоксин и (В) 2,4,5 трихлорфенолят натрия.

Составьте структурные формулы указанных веществ и рассчитайте массу образца, содержащего  $6,622 \cdot 10^{23}$  атомов хлора и  $3,01 \cdot 10^{23}$  атомов кислорода

Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Баллы
 <p style="text-align: center;"><math>C_{12}H_4Cl_4O_2</math> А</p> <p style="text-align: center;"><math>C_6H_2Cl_3ONa</math> В</p>	2
$\begin{aligned} \nu(C_{12}H_4Cl_4O_2) &= X & \nu(Cl) &= 4x + 3y \\ \nu(C_6H_2Cl_3ONa) &= Y & \nu(O) &= 2x + y \end{aligned}$ $\nu(Cl) = \frac{N(Cl)}{N_a} = \frac{6,622 \cdot 10^{23}}{6,02 \cdot 10^{23}} = 1,1$ $\nu(O) = \frac{N(O)}{N_a} = \frac{3,01 \cdot 10^{23}}{6,02 \cdot 10^{23}} = 0,5$	2
$\left. \begin{aligned} 2x + y &= 0,5 \\ 4x + 3y &= 1,1 \end{aligned} \right\} \begin{aligned} y &= 0,5 - 2x \\ x &= 0,2 & y &= 0,1 \end{aligned}$ $\begin{aligned} m(C_{12}H_4Cl_4O_2) &= 0,2 \cdot 322 = 64,4 \\ m(C_6H_2Cl_3ONa) &= 0,1 \cdot 219,5 = 21,95 \\ \Sigma m &= 64,4 + 21,95 = 86,35 \end{aligned}$	2
Максимальный балл	6

#### ЗАДАНИЕ 2.3

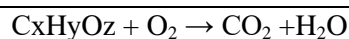
Есть версия, что вещество X впервые было получено в IX веке алхимиком Джабир ибн Хайяном. Однако историческим фактом является синтез данного вещества в 1540 г. Валерием Кордусом, который назвал полученный продукт «Сладким купоросным маслом» (*Oleum Dulce vitrioli*). Кордус первым отметил его анестезирующие свойства. В 1680 г. Роберт Бойль вторично синтезировал данное вещество. В третий раз синтез вещества был проведен Исааком Ньютоном в 1704 году. В медицине используется в качестве лекарственного средства общеанестезирующего действия, так как его влияние на нейронные мембраны и свойство «Обездвиживать» ЦНС очень специфично и полностью обратимо. В стоматологии применяется местно для обработки кариозных полостей и корневых каналов зуба при подготовке и пломбированию.

При сгорании образца вещества X массой 14,8 г. образуется 17,92 л CO<sub>2</sub>, и 18 мл H<sub>2</sub>O.

К 45 г раствора вещества X в этилацетате добавили 200 мл 4М раствора NaOH. Полученную смесь упарили, а сухой остаток прокалили до удаления газа. Массовая доля атомарного натрия в полученном остатке составила 46.2%. Определите вещество X.

Найти массовую долю вещества X

Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Баллы
	2
	2
	2
	2
	2
Максимальный балл	10



$$1) \nu(CO_2) = \frac{V(CO_2)}{V_m} = \frac{17,92}{22,4} = 0,8$$

$$2) \nu(C_{\text{орг.в-ва}}) = \nu(C_{\text{в } CO_2}) = \nu(CO_2) = 0,8$$

$$3) m(C_{\text{в орг.в-ва}}) = \nu(C_{\text{орг.в-ва}}) * M(C) = 0,8 * 12 = 9,6 \text{ г}$$

$$4) \nu(H_2O) = \frac{18}{18} = 1$$

$$5) \nu(H_{\text{орг.в-ва}}) = \nu(H_{\text{в } H_2O}) = \nu(H_2O) = 1 * 2 = 2$$

$$6) m(H_{\text{в орг.в-ва}}) = \nu(H_{\text{орг.в-ва}}) * M(H) = 2 * 1 = 2 \text{ г}$$

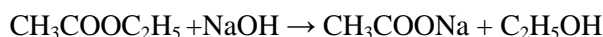
$$7) m(O_{\text{в орг.в-ва}}) = m(\text{орг.в-ва}) - m(C_{\text{в орг.в-ва}}) - m(H_{\text{в орг.в-ва}}) = 14,8 - 9,6 - 2 = 3,2$$

$$8) \nu(O_{\text{в орг.в-ва}}) = m(O_{\text{в орг.в-ва}}) / M(H_2O) = 3,2 / 16 = 0,2$$

$$9) C(x)H(y)O(z)$$

$$x:y:z = m(C_{\text{в орг.в-ва}}) : m(H_{\text{в орг.в-ва}}) : m(O_{\text{в орг.в-ва}})$$

0,8	2	0,2
4	10	1



После упаривания диэтиловый эфир и спирт улетают

В сухом остатке находится ацетат натрия и избыток NaOH



В остатке может находиться Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> и избыток NaOH

$$\nu(NaOH) = C * V = 4 * 0,2 = 0,8 \text{ моль}$$

Пусть  $\nu(CH_3COOC_2H_5) = X$  моль

$$\nu(Na_2CO_3) = X \text{ моль}$$

$$\nu(NaOH) = X \text{ моль}$$

}

$$v(\text{NaOH}) = X \text{ моль} \quad 2X$$

$$v(\text{NaOH})_{\text{в сухом остатке}} = v(\text{NaOH})_{\Sigma} - v(\text{NaOH})_{\text{израсход}} = 0,8 - 2X$$

$$m(\text{сухого остатка}) = m(\text{Na}_2\text{CO}_3) + m(\text{NaOH})_{\text{остат}} = 106X + 40(0,8 - 2X) \\ = 26X + 32$$

$$v(\text{Na})_{\text{из Na}_2\text{CO}_3} = 2X$$

$$v(\text{Na})_{\text{из NaOH}} = (0,8 - 2X)$$

$$\left. \begin{array}{l} v(\text{Na})_{\text{из Na}_2\text{CO}_3} = 2X \\ v(\text{Na})_{\text{из NaOH}} = (0,8 - 2X) \end{array} \right\} \sum v(\text{Na}) = 0,8$$

$$m(\text{Na}) = 0,8 * 23 = 18,4 \text{ г}$$

$$X = 0,3 \text{ моль}$$

$$m(\text{CH}_3\text{COOC}_2\text{H}_5) = 88 * 0,3 = 26,4$$

$$m(\text{C}_2\text{H}_5\text{-O-C}_2\text{H}_5) = 18,6$$

$$\omega = 41,3\%$$

Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Баллы
Правильно определено вещество X	2
Представлены обе реакции	2
Правильно определен состав сухого остатка	2
Рассчитано количества веществ в сухом остатке	2
Рассчитана массовая доля вещества	2
Максимальный балл	10

### ЗАДАНИЕ 3.3

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

Химический цилиндр с внутренним диаметром дна 5 см высотой 25 см и заполнили дистиллированной водой на 80% и через газоотводную трубку пропустили газообразный аммиак (н.у.), объемом в 25 раз превышающим объем воды. Рассчитайте pH полученного раствора.  $pK_b(\text{NH}_3) = 4,76$

Рассчитан объем цилиндра $V = h * \pi * R^2$ $V = 25 * 3,14 * 6,25 = 490,625 \text{ см}^3$	1
Рассчитан объем воды $0,8 * 490,625 = 392,5 \text{ мл}$	1
Рассчитан объем аммиака $V = 25 * 0,3925 = 9,8 \text{ л}$	1
Рассчитана количество вещества аммиака $n(\text{NH}_3) = 9,8 / 22,4 = 0,4375 \text{ моль}$	1
Рассчитана концентрация аммиака $C = 0,4375 / 0,3925 = 1,11 \text{ моль/л}$	1
Записана формула для расчета pH $\text{pH}(\text{NH}_3) = 14 - 0,5(pK_b - \lg C(\text{NH}_3))$	1
$\text{pH}(\text{NH}_3) = 14 - 0,5(4,76 - \lg 1,11) = 11,64$	2
	8

### ЗАДАНИЕ 4.3

При обработке смеси лактозы и D-маннозы аммиачным раствором оксида серебра получено такое же количество металла, которое образуется при обработке оксида серебра 17г 30% раствором перекиси водорода

Такая же смесь при окислении перманганата калия в сернокислой среде образует и газообразного 28,7 л продукта (при 20С и 101,8 кПа)

Рассчитайте массу смеси углеводов, а также массу маннита (вещество представляющего собой осмотический диуретик, применяемый при отеке мозга, острой почечной недостаточности и т.д.), который может быть получен при восстановлении маннозы, количественно выделенной из первоначальной смеси, если выход реакции составляет 60%

$\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + \text{Ag}_2\text{O} \rightarrow \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_7 + 2\text{Ag}\downarrow \quad \text{D-манноза}$ $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11} + \text{Ag}_2\text{O} \rightarrow \text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{12} + 2\text{Ag}\downarrow \quad \text{Лактоза}$ $\text{Ag}_2\text{O} + \text{H}_2\text{O}_2 = 2\text{Ag}\downarrow + \text{O}_2 + \text{H}_2\text{O}$	2
$5\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + 24\text{KMnO}_4 + 36\text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow 30\text{CO}_2 + 24\text{MnSO}_4 + 66\text{H}_2\text{O} + 12\text{K}_2\text{SO}_4$ $5\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11} + 48\text{KMnO}_4 + 72\text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow 60\text{CO}_2 + 48\text{MnSO}_4 + 127\text{H}_2\text{O} + 24\text{K}_2\text{SO}_4$	2
$\nu(\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6) = x \quad \nu(\text{Ag})_1 = 2x$ $\nu(\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}) = y \quad \nu(\text{Ag})_2 = 2y \quad 0,3$ $\nu(\text{H}_2\text{O}_2) = \frac{m \cdot \omega}{M} = \frac{17 \cdot 0,3}{34} = 0,3$ $\nu(\text{Ag}) = \nu(\text{AgNO}_3) = 0,3 \text{ моль}$ $2x + 2y = 0,3$ $x + y = 0,15$ $\nu(\text{CO}_2) = \frac{PV}{RT} = \frac{101,5 \cdot 27,8}{8,31 \cdot 283} = 1,2 \text{ моля}$ $\nu(\text{CO}_2)_1 = \frac{30}{5} \nu(\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6) = 6x$ $\nu(\text{CO}_2)_2 = \frac{60}{5} \nu(\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}) = 12y$ $x + y = 0,15$ $6x + 12y = 1,2 \quad x = 0,1 \quad y = 0,05$ $m \text{ смеси} = m(\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6) + m(\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}) = 0,1 \cdot 180 + 0,05 \cdot 342 = 35,1$	2
$\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + [\text{H}] \rightarrow \text{C}_6\text{H}_{14}\text{O}_6$ $0,1 \quad \quad \quad 0,1$ $m(\text{C}_6\text{H}_{14}\text{O}_6) = 0,1 \cdot 182 = 18,2 \text{ (100\%)} \rightarrow 18,2 \cdot 0,6 = 10,92 \text{ (60\%)}$	2
	8

### ЗАДАНИЕ 5.3

Стоматологический сплав содержащий палладий платину и золото имеет плотность 12781,5 кг/м<sup>3</sup> Выпускают сплав в виде правильной пирамиды с основанием площадью 4 см<sup>2</sup> и высотой 3,4 см. Такой образец последовательно обработали концентрированной азотной кислотой, а затем «Царской водкой». Рассчитайте массовые доли металлов в сплаве, если известно, что объем газа, выделившегося после обработки сплава концентрированной азотной кислотой оказался в 8,34 раза больше объема собранного, после обработки остатка «царской водки» и равен объему газа, выделяющегося при обработке 272 г AgNO<sub>3</sub> пероксидом водорода в среде калия гидроксида.

$\text{Pd} + 4\text{HNO}_3 \leftrightarrow \text{Pd}(\text{NO}_3)_2 + 2\text{NO}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \quad 2x$ $3\text{Pt} + 4\text{HNO}_3 + 18\text{HCl} \leftrightarrow 3\text{H}_2[\text{PtCl}_6] + 4\text{NO} + 8\text{H}_2\text{O} \quad 4/3y$ $\text{Au} + \text{HNO}_3 + 4\text{HCl} \leftrightarrow \text{H}[\text{AuCl}_4] + \text{NO} + 2\text{H}_2\text{O} \quad z$ $2\text{AgNO}_3 + \text{H}_2\text{O}_2 + 2\text{KOH} \leftrightarrow 2\text{Ag} + \text{O}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O} + 2\text{KNO}_3 \quad 0,8$	2
$\nu(\text{AgNO}_3) = \frac{m}{M} = \frac{272}{190} = 1,6$ $\nu(\text{O}_2) = \frac{1}{2} \nu(\text{AgNO}_3) = 0,8 \quad 2x = 0,8 \quad x = 0,4$ $V_{\text{пирамиды}} = \frac{1}{3} S_{\text{осн}} H = \frac{1}{3} \cdot 4 \cdot 3,4 = 4,53$	2

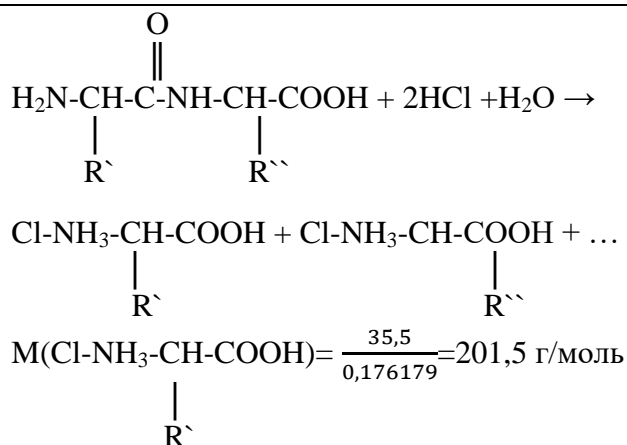
$m = V \cdot \rho = 4,53 \cdot \frac{12781,5}{1000} = 57,9 \text{ г}$ $\nu(\text{Pd}) = \frac{1}{2} \nu(\text{NO}_2) = 0,4$ $m(\text{Pd}) = 0,4 \cdot 106 = 42,4 \text{ г}$ $m(\text{Pt/Au}) = 57,9 - 42,4 = 15,5$ $\nu(\text{NO}) = \frac{V(\text{NO}_2)}{8,34} = \frac{0,8}{8,34} = 0,0959 \text{ моль}$ $\nu(\text{NO}_2)_\Sigma = 8,34 \cdot \nu(\text{NO})$ $195Y + 197Z = 15,5$ $4/3y + z = 0,0959$ $195y + 18,89 - 262,6y = 15,5$ $3,39 = 67,6y$ $y = 0,0501 \text{ моль}$ $z = 0,028 \text{ моль}$	
$m(\text{Pd}) = 0,4 \cdot 106 = 42,4$ $m(\text{Pt}) = 0,0501 \cdot 195 = 9,7695 = 9,8$ $m(\text{Au}) = 0,029 \cdot 197 = 5,713 = 5,7$ $\omega(\text{Pd}) = \frac{42,4}{57,9} = 0,73 = 73\%$ $\omega(\text{Pt}) = \frac{9,8}{57,9} = 0,169 = 17\%$ $\omega(\text{Au}) = \frac{5,7}{57,9} = 0,098 = 9,8\% \approx 10\%$	2
	6

### ЗАДАНИЕ 6.3

Ученые обнаружили удивительное свойство некоторых моллюсков, образовывать прочные адгезивные соединения с металлами даже в морской воде, что приводит к серьезной проблеме – обрастанию моллюсками корпусов кораблей. Установлено, что столь сильные адгезивные свойства обеспечиваются наличием в секреторных выделениях моллюсков сложных пептидов, способных создавать прочные комплексы с ионами железа, которые и формируют высокую адгезию. В анализе пептидного комплекса моллюсков были выделены дипептиды. При анализе одного из таких дипептидов с концентрированной хлороводородной кислотой были получены два продукта; При анализе одного из таких дипептидов массовая доля атомарного хлора в одном из них составила 17,6179%. массовая доля второго составляет 8,9533%. Одна из аминокислот, входящих в состав дипептида является незаменимой.

Установите аминокислотный состав дипептида и напишите для него **две** возможные структурные формулы.

Правильно установлена формула первой аминокислоты	3
Правильно установлена формула второй аминокислоты	3
Правильно представлены формулы дипептидов	2
Правильно прописаны уравнения реакций с хлороводородом	2
	10

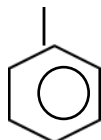




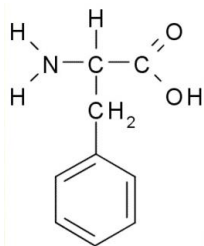
$$M(\text{NH}_2\text{-CH-COOH}) = 165 \text{ г/моль}$$



$$M(\text{R}) = 165 - 74 = 91$$



Аминокислота фенилаланин – она незаменимая

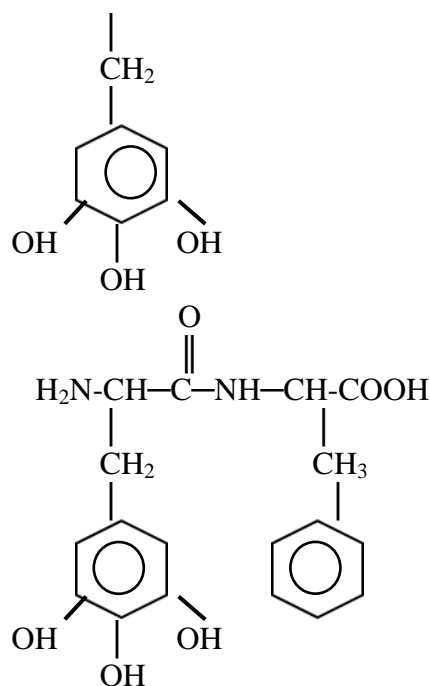


$$M(\text{Дипептид} \cdot \text{HCl}) = \frac{35,5}{0,089533} = 396,5 \text{ г/моль}$$

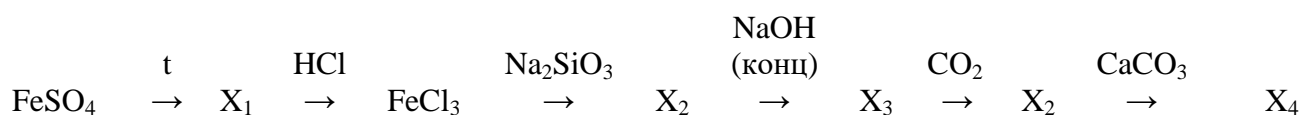
$$M(\text{Дипептид}) = 396,5 \text{ г/моль} - 36,5 = 360 \text{ г/моль}$$

$$\begin{aligned} M(\text{аминокислота}) &= M(\text{дипептид}) + M(\text{H}_2\text{O}) - M(\text{фенилаланин}) = \\ &= 360 + 18 - 165 = 213 \text{ г/моль} \end{aligned}$$

$$M(\text{R}) = 213 - 74 = 139 \text{ г/моль}$$



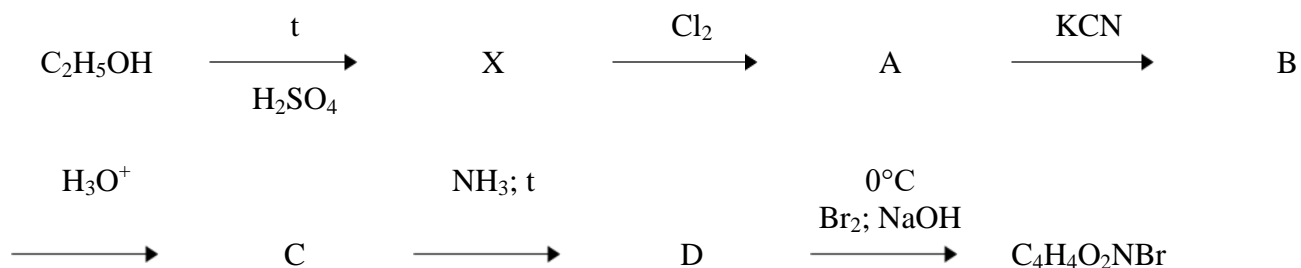
### ЗАДАНИЕ 7.3



Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Баллы
1) $4\text{FeSO}_4 \xrightarrow{t} 2\text{Fe}_2\text{O}_3 + 4\text{SO}_2 + \text{O}_2$ $2\text{FeSO}_4 \xrightarrow{t} \text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{SO}_2 + \text{SO}_3$	2

2) $\text{Fe}_2\text{O}_3 + 6\text{HCl} \rightarrow 2\text{FeCl}_3 + 3\text{H}_2\text{O}$	2
3) $2\text{FeCl}_3 + 3\text{Na}_2\text{SiO}_3 + 6\text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{Fe}(\text{OH})_3 + 3\text{H}_2\text{SiO}_3 \downarrow + 6\text{NaCl}$	2
4) $\text{Fe}(\text{OH})_3 + 3\text{NaOH} (\text{конц}) \xrightarrow{t} \text{Na}_3[\text{Fe}(\text{OH})_6] \quad (\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{H}_2\text{O})$	2
5) $\text{Na}_3[\text{Fe}(\text{OH})_6] + 3\text{CO}_2 \rightarrow 2\text{Fe}(\text{OH})_3 + 3\text{Na}_2\text{CO}_3 + 3\text{H}_2\text{O}$	2
6) $2\text{Fe}(\text{OH})_3 + \text{CaCO}_3 \xrightarrow{t} \text{Ca}(\text{FeO}_2)_2 + \text{CO}_2 \uparrow + 3\text{H}_2\text{O}$	2
Максимальный балл	12

### ЗАДАНИЕ 8.3



	$\xrightarrow[\text{H}_2\text{SO}_4]{t}$	<b>X</b>	$\xrightarrow{\text{Cl}_2}$	<b>A</b>	$\xrightarrow{2\text{KCN}}$	<b>B</b>
$\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$		$\text{C}_2\text{H}_4$		$  \begin{array}{c}  \text{CH}_2-\text{CH}_2 \\    \quad   \\  \text{Cl} \quad \text{Cl}  \end{array}  $		$  \begin{array}{c}  \text{CH}_2-\text{CH}_2 \\    \quad   \\  \text{CN} \quad \text{CN}  \end{array}  $
	2 балла		2 балла		2 балла	

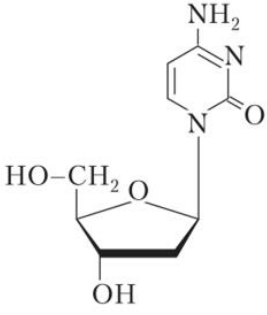
$\text{H}_3\text{O}^+$	<b>C</b>	$\xrightarrow{\text{NH}_3; t}$	<b>D</b>	$\xrightarrow[0^\circ\text{C}]{\text{Br}_2; \text{NaOH}}$		
	$  \begin{array}{c}  \text{CH}_2-\text{CH}_2 \\    \quad   \\  \text{HOOC} \quad \text{COOH}  \end{array}  $		$  \begin{array}{c}  \text{CH}_2-\text{CH}_2 \\    \quad   \\  \text{C} \quad \text{C} \\  // \quad \backslash \quad / \quad \backslash \\  \text{O} \quad \text{N} \quad \text{O} \\    \\  \text{H}  \end{array}  $		$  \begin{array}{c}  \text{CH}_2-\text{CH}_2 \\    \quad   \\  \text{C} \quad \text{C} \\  // \quad \backslash \quad / \quad \backslash \\  \text{O} \quad \text{N} \quad \text{O} \\    \\  \text{Br}  \end{array}  $	
	2 балла		2 балла	2 балла		12баллов

### ЗАДАНИЕ 9.3

В лаборатории сожгли в избытке кислорода образцы Цистеина и Дезоксицитидина. Объем непоглощаемого газа, образовавшийся при сжигании цистеина в 1,5 раза больше объема непоглощаемого газа, образовавшегося при сжигании дезоксицитидина.

Продукты сгорания полученные в ходе сжигания каждого из веществ пропустили через избыток известковой воды.

Рассчитайте во сколько раз будут различаться массы осадков. Рассчитайте также массу продукта, образовавшегося при взаимодействии 3,63 г цистеина с формальдегидом.

<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;"> <math display="block">  \begin{array}{c}  \text{COOH} \\    \\  \text{H}_2\text{N}-\text{C}-\text{H} \\    \\  \text{CH}_2 \\    \\  \text{SH}  \end{array}  </math> <p>Цистеин</p> <p><math>\text{C}_3\text{H}_7\text{NO}_2\text{S}</math></p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>дезоксцитидин</p> <p><math>\text{C}_9\text{H}_{13}\text{N}_3\text{O}_4</math></p> </div> </div>	2
<p> <math>2\text{C}_3\text{H}_7\text{NO}_2\text{S} + 9,5\text{O}_2 \rightarrow 6\text{CO}_2 + \text{N}_2 + 2\text{SO}_2 + 7\text{H}_2\text{O}</math>  <math>2\text{C}_9\text{H}_{13}\text{N}_3\text{O}_4 + 20,5\text{O}_2 \rightarrow 18\text{CO}_2 + 3\text{N}_2 + 13\text{H}_2\text{O}</math> </p> <p> <math>\text{C}_3\text{H}_7\text{NO}_2\text{S} + \text{H}-\text{COH} \rightarrow \text{C}_4\text{H}_9\text{NO}_3\text{S}</math>          N-метильное производное цистеина       </p> <p> <math>\text{Ca}(\text{OH})_2 + \text{CO}_2 \rightarrow \text{CaCO}_3 + \text{H}_2\text{O}</math>  <math>\text{Ca}(\text{OH})_2 + \text{SO}_2 \rightarrow \text{CaSO}_3 + \text{H}_2\text{O}</math> </p>	2
<p> <math display="block">  \begin{aligned}  \nu(\text{N}_2)_A &amp;= \frac{1}{2} \nu(\text{C}_3\text{H}_7\text{NO}_2\text{S}) = \frac{x}{2} \\  \nu(\text{N}_2)_B &amp;= \frac{3}{2} \nu(\text{C}_9\text{H}_{13}\text{N}_3\text{O}_4) = \frac{3x}{2} \\  \frac{\nu(\text{N}_2)_A}{\nu(\text{N}_2)_B} &amp;= 1,5 \quad \frac{0,5x}{1,5y} = 1,5 \quad 0,5x = 2,25y \quad x = 4,5y  \end{aligned}  </math> </p> <p> <math>\nu(\text{осадка})_{\text{в опыте №1}}</math>  <math>\nu(\text{CaCO}_3)_1 = \nu(\text{CO}_2)_1 = 3x</math>  <math>\nu(\text{CaSO}_3) = \nu(\text{SO}_2) = x</math>  <math>m(\text{CaCO}_3)_1 = 3x \cdot 100 = 300 \cdot 4,5y = 1350y</math>  <math>m(\text{CaSO}_3) = 120x = 120 \cdot 4,5y = 540y</math>  <math>\sum m = 540y + 1350y = 1890y</math> </p> <p> <math>\nu(\text{осадка})_{\text{в опыте №2}}</math>  <math>\nu(\text{CaCO}_3)_2 = \nu(\text{CO}_2)_2 = 9y</math>  <math>m(\text{осадок 1}) = \frac{1890y}{900y} = 2,1</math>          в 2,1 раза       </p>	2
<p> <math>\nu(\text{C}_3\text{H}_7\text{NO}_2\text{S}) = \frac{m}{M} = \frac{3,63}{121} = 0,03</math>  <math>\nu(\text{C}_4\text{H}_9\text{NO}_3\text{S}) = 0,03</math>  <math>m(\text{C}_4\text{H}_9\text{NO}_3\text{S}) = 0,03 \cdot 151 = 4,53\text{л}</math> </p>	2
	8

### ЗАДАНИЕ 10.3

Касторовое масло (*Oleum Ricini*) используется в медицине в качестве слабительного средства, а также как основа для мазей (мазь Вишневского), входит в состав препарата уролесан. Одним из количественных показателей доброкачественности жирных масел является йодное число. Йодным числом ( $I_1$ ) называют количество йода, выраженное в граммах, связываемое 100 г данного жирного масла. Йодное число касторового масла должно составлять 82 – 88.

Определение йодного числа касторового масла проводили в соответствии с методикой: навеску масла массой 0,25 г помещают в сухую коническую колбу с притертой пробкой, растворяют в 3 мл эфира, прибавляют 20,0 мл 0,1М раствора монохлорида йода, закрывают колбу пробкой, осторожно встряхивают и выдерживают в темном месте в течение 1 часа. Прибавляют последовательно 1,0 г йодида калия, 50 мл воды и титруют 0,2М раствором тиосульфата натрия при постоянном энергичном встряхивании до светло-желтой окраски раствора. Прибавляют 3 мл хлороформа, сильно встряхивают, затем прибавляют 1 мл раствора крахмала и продолжают титрование до обесцвечивания раствора. Проводят контрольный опыт (без навески масла) в тех же условиях. На титрование было израсходовано 9,6 мл раствора тиосульфата натрия (основной опыт) и 18,0 мл раствора тиосульфата натрия (контрольный опыт). Напишите уравнения реакций, лежащих в основе данного метода (считать, что основное вещество касторового масла – триглицерид рицинолевой (12-гидрокси-9-октадеценовой) кислоты. Рассчитайте йодное число касторового масла и

сделайте заключение о его доброкачественности. Рассчитайте массовую долю в образце масла непредельных кислот в пересчете на рицинолеву кислоту.

Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Баллы
<p>Уравнения реакций:</p> $\text{ICl} + \text{KI} \rightarrow \text{I}_2 + \text{KCl}$ $\begin{array}{c} \text{CH}_2 - \text{O} - \text{CO}(\text{CH}_2)_7\text{CH}=\text{CH}-\text{CH}_2\text{CH}(\text{OH})(\text{CH}_2)_5\text{CH}_3 \\   \\ \text{CH} - \text{O} - \text{CO}(\text{CH}_2)_7\text{CH}=\text{CH}-\text{CH}_2\text{CH}(\text{OH})(\text{CH}_2)_5\text{CH}_3 \\   \\ \text{CH}_2 - \text{O} - \text{CO}(\text{CH}_2)_7\text{CH}=\text{CH}-\text{CH}_2\text{CH}(\text{OH})(\text{CH}_2)_5\text{CH}_3 \end{array} + 3\text{I}_2 \rightarrow$ $\begin{array}{c} \text{CH}_2 - \text{O} - \text{CO}(\text{CH}_2)_7\text{CHI} - \text{CHI}-\text{CH}_2\text{CH}(\text{OH})(\text{CH}_2)_5\text{CH}_3 \\   \\ \text{CH} - \text{O} - \text{CO}(\text{CH}_2)_7\text{CHI} - \text{CHI}-\text{CH}_2\text{CH}(\text{OH})(\text{CH}_2)_5\text{CH}_3 \\   \\ \text{CH}_2 - \text{O} - \text{CO}(\text{CH}_2)_7\text{CHI} - \text{CHI}-\text{CH}_2\text{CH}(\text{OH})(\text{CH}_2)_5\text{CH}_3 \end{array}$ $\text{I}_2 + 2\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \rightarrow 2\text{NaI} + \text{Na}_2\text{S}_4\text{O}_6$ <p><math>v(\text{ICl}) = 20 \cdot 0,1 = 2 \text{ ммоль} \Rightarrow v(\text{I}_2) = 2 \text{ ммоль}</math></p> <p><math>v(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3)_{\text{контр.}} = 18 \cdot 0,2 = 3,6 \text{ ммоль} \Rightarrow v(\text{I}_2) = 3,6/2 = 1,8 \text{ ммоль}</math></p> <p><math>v(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3)_{\text{осн.}} = 9,6 \cdot 0,2 = 1,92 \text{ ммоль} \Rightarrow v(\text{I}_2) = 1,92/2 = 0,96 \text{ ммоль}</math></p> <p><math>v(\text{I}_2_{\text{на масло}}) = 1,8 - 0,96 = 0,84 \text{ ммоль} - \text{ в } 0,25 \text{ г масла}</math></p> <p><math>v(\text{I}_2_{\text{на масло}}) = 0,84 \cdot 100/0,25 = 336 \text{ ммоль} = 0,336 \text{ моль} - \text{ в } 100 \text{ г масла}</math></p> <p><math>m(\text{I}_2) = 0,336 \cdot 254 = 85,3 - \text{ йодное число} \Rightarrow \text{касторовое масло является доброкачественным.}</math></p> <p><math>v(\text{C}_{18}\text{H}_{34}\text{O}_3) = v(\text{I}_2) = 0,336 \text{ моль}</math></p> <p><math>m(\text{C}_{18}\text{H}_{34}\text{O}_3) = 0,336 \cdot 298 = 100,12 \text{ г}</math></p> <p><math>\omega(\text{C}_{18}\text{H}_{34}\text{O}_3) = 100,12 \cdot 100\%/100 = 100,12\%</math></p> <p style="text-align: right;"><i>Или:</i></p> $I_{\text{ч}} = \frac{T \cdot (V_{\text{контр}} - V_{\text{осн}}) \cdot 100}{m}$ $T = \frac{C(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3) \cdot M(\frac{1}{2}\text{I}_2)}{1000}$ <p style="text-align: center;"><math>T = 0,2 \cdot 127/1000 = 0,0254 \text{ г/мл}</math></p> <p style="text-align: center;"><math>I_{\text{ч}} = 0,0254 \cdot (18 - 9,6) \cdot 100/0,25 = 85,3</math></p>	<p>2</p> <p>4</p> <p>2</p> <p>2</p> <p>2</p> <p>2</p> <p>2</p> <p>2</p> <p>2</p>
Максимальный балл	20

## Вариант 4

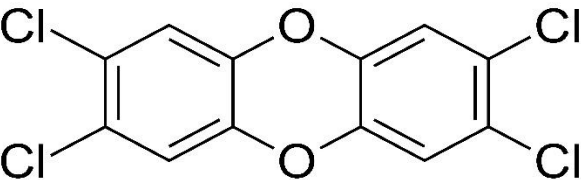
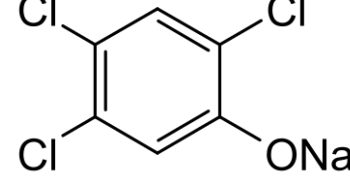
### ЗАДАНИЕ 1.4

Диоксины – это глобальные экотоксиканты, обладающие мощным мутагенным, иммунодепрессантным, канцерогенным, тератогенным и эмбриотоксическим действием. Они слабо расщепляются и накапливаются как в организме человека, так и в биосфере планеты, включая воздух, воду, пищу. Диоксины образуются в качестве побочного продукта при производстве гербицидов хлорфенольного ряда.

Американской армией во время войны во Вьетнаме с 1961 по 1971 годы в рамках программы по уничтожению растительности «Ranch Hand» в качестве дефолианта применялся Agent Orange — смесь 2,4-дихлорфеноксиуксусной кислоты (2,4-Д) и 2,4,5-трихлорфеноксиуксусной кислоты (2,4,5-Т), содержащая примеси полихлорбензодиоксинов. В результате из-за воздействия диоксинов пострадало значительное число мирных вьетнамцев, многие на всю жизнь остались инвалидами в результате контакта с Agent Orange. Во Вьетнаме насчитывается более 4,8 миллионов жертв варварского распыления дефолиантов. Действия американских войск привели к практически полному уничтожению мангровых лесов (500 тыс.га), поражению 60% (около 1 млн га) джунглей и 30% равнинных лесов. В пораженных американской военной районами из 150 видов птиц осталось 18, произошло почти полное уничтожение земноводных и насекомых.

В состав диоксиновых реагентов по-прежнему входят (А) 2,3,7,8 тетрахлордibenзо-пара-диоксин и (В) 2,4,5 трихлорфенолят натрия.

Составьте структурные формулы указанных веществ и рассчитайте массовые доли компонентов, если в смеси 2,3,7,8 тетрахлордibenзо-пара-диоксина и 2,4,5 трихлорфенолят натрия, число атомов хлора в 2,2 раза больше числа атомов кислорода

Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Баллы
<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;">  <p><math>C_{12}H_4Cl_4O_2</math> А</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p><math>C_6H_2Cl_3ONa</math> В</p> </div> </div>	2
$\begin{aligned} \nu(C_{12}H_4Cl_4O_2) &= X & m(C_{12}H_4Cl_4O_2) &= 322X \\ \nu(C_6H_2Cl_3ONa) &= Y & m(C_6H_2Cl_3ONa) &= 219,5Y \end{aligned}$ $\omega(C_{12}H_4Cl_4O_2) = \frac{322x}{322x+219,5y}$ $\begin{aligned} \Sigma \nu(Cl) &= 4x+3y \\ \Sigma \nu(O) &= 2x+y \end{aligned}$	2
$\frac{\nu(Cl)}{\nu(O)} = \frac{4x+3y}{2x+y} = 2,2$ $4x+3y=4,4x+2,2y$ $0,8y=0,4x$ $X=2y$ $\omega(C_{12}H_4Cl_4O_2) = \frac{322x}{322x+219,5y} = \frac{322 \cdot 2y}{322 \cdot 2y+219,5y} = \frac{644y}{863,5y} = 75\%$ $\omega(C_6H_2Cl_3ONa) = 25\%$	2
Максимальный балл	6

### ЗАДАНИЕ 2.4

Есть версия, что вещество X впервые было получено в IX веке алхимиком Джабир ибн Хайяном. Однако историческим фактом является синтез данного вещества в 1540 г. Валерием Кордусом, который назвал полученный продукт «Сладким купоросным маслом» (Oleum Dulce vitrioli). Кордус первым отметил его анестезирующие свойства. В 1680 г. Роберт Бойль вторично синтезировал данное вещество. В третий раз синтез вещества был проведен Исааком Ньютоном в 1704 году. В медицине используется в качестве лекарственного средства общеанестезирующего действия,

так как его влияние на нейронные мембраны и свойство «Обездвиживать» ЦНС очень специфично и полностью обратимо. В стоматологии применяется местно для обработки кариозных полостей и корневых каналов зуба при подготовке и пломбированию.

При сгорании образца вещества X массой 11,1 г. образуется 14,72 л CO<sub>2</sub> измеренного при 22°C и 99,9 кПа и 13,5 мл H<sub>2</sub>O.

К 15 г раствора вещества X в метилацетате добавили 200 мл 1,25 М раствора КОН. Полученную смесь упарили, а сухой остаток прокалили до удаления газа. Массовая доля калия в полученном остатке неорганических соединений калия, составила 58.73 %. Определить вещество X. Найти массовую долю вещества X в растворе.

Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Баллы
Правильно определено вещество X	2
Представлены обе реакции	2
Правильно определен состав сухого остатка	2
Рассчитано количества веществ в сухом остатке	2
Рассчитана массовая доля вещества	2
Максимальный балл	10

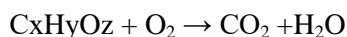
$$PV = \frac{m}{M}RT \quad PV = \nu RT$$

$$99,9 * 14,72 = \frac{m}{M} * 8,31 * 295K$$

$$99,9 * 14,72 = \nu * 8,31 * 295K$$

$$1470,528 = \nu * 8,31 * 293K$$

$$\nu = 0,6$$



$$\nu(C_{\text{орг.в-ва}}) = \nu(C_{\text{в CO}_2}) = \nu(CO_2) = 0,6$$

$$m(C_{\text{в орг.в-ва}}) = \nu(C_{\text{орг.в-ва}}) * M(C) = 0,6 * 12 = 7,2 \text{ г}$$

$$\nu(H_2O) = \frac{13,5}{18} = 0,75$$

$$\nu(H_{\text{орг.в-ва}}) = \nu(H_{\text{в H}_2O}) = \nu(H_2O) = 0,75 * 2 = 1,5$$

$$m(H_{\text{в орг.в-ва}}) = \nu(H_{\text{орг.в-ва}}) * M(H) = 1,5 * 1 = 1,5 \text{ г}$$

$$m(O_{\text{в орг.в-ва}}) = m(\text{орг.в-ва}) - m(C_{\text{в орг.в-ва}}) - m(H_{\text{в орг.в-ва}}) = 11,1 - 7,2 - 1,5 = 2,4$$

$$\nu(O_{\text{орг.в-ва}}) = m(O_{\text{в орг.в-ва}}) / M(H_2O) = 2,4 / 16 = 0,15$$



$$x:y:z = m(C_{\text{в орг.в-ва}}) : m(H_{\text{в орг.в-ва}}) : m(O_{\text{в орг.в-ва}})$$

$$0,6 \quad 1,5 \quad 0,15$$

$$4 \quad 10 \quad 1$$



$$\nu(KOH) = V * C = 0,2 * 1,25 = 0,25 \text{ моль}$$

$$\nu(CH_3COOCH_3) = X \quad \nu(K_2CO_3) = X$$

$$\nu_{\text{на реакцию}}(KOH) = 2X \quad \nu(KOH) = 0,25 - 2X$$

$$m_{\text{сухого остатка}} = m(K_2CO_3) + m(KOH)_{\text{остат}}$$

$$= \nu(K_2CO_3) * M(K_2CO_3) + \nu(KOH) * M(KOH)$$

$$=138X+56(0,25-2X)$$

$$=138X+14-112X$$

$$=26X+14$$

$$v(K) = 0,25 \text{ моль}$$

$$m(K) = v \cdot M = 0,25 \text{ моль} \cdot 39 = 9,75$$

$$\frac{9,75}{26X + 14} = 0,5873$$

$$X = 0,1$$

$$m(\text{CH}_3\text{COOCH}_3) = 74 \cdot 0,1 = 7,4$$

$$m(\text{C}_2\text{H}_5\text{-O-C}_2\text{H}_5) = 7,6$$

$$\omega = 50,7\%$$

### ЗАДАНИЕ 3.4

Уксус известен как эффективное медицинское средство с давних времен. В древних трактатах описано его применение не только для приготовления пищи, но и в лечебных целях при различных заболеваниях, особенно при наличии инфекции. Скорее всего, он был одним из первых известных антимикробных средств. Гиппократ рекомендовал его для сохранения пищи и в качестве тоника, а также для лечения ран. Уксусная кислота обладает бактериостатической активностью при концентрации 0,1 % и бактерицидной активностью при концентрациях от 2 до 10 %

Уксусная кислота показывает хороший результат при интертриго (воспалении складок), пододерматитах, на инфицированных областях лихенификации при хроническом течении аллергии. Часто уксусная кислота применяется при лечении отитов, как наружных, так и средних, благодаря своему хорошему действию на биопленку. Биопленка — это сообщество микробов, крепко сцепленных друг с другом и поверхностью, на которой они находятся, погруженных в субстанцию из внеклеточных полисахаридных веществ.

В цилиндр высотой 30 см и диаметром внутреннего основания 7 см прилили 50 мл уксусной кислоты с массовой долей 65% и плотностью 1,0666 г/мл. после этого цилиндр наполнили дистиллированной водой на 70% его объема. Рассчитайте pH полученного раствора.  $pK_a(\text{CH}_3\text{COOH}) = 4,76$

Рассчитан объем цилиндра $V = h \cdot \pi \cdot R^2$ $V = 30 \cdot 3,14 \cdot 12,25 = 1153,95 \text{ cm}^3$	1
Рассчитан объем раствора после разбавления $0,7 \cdot 1153,95 = 807,765 \text{ мл}$	1
$C = 10 \cdot w \cdot \rho / M = 10 \cdot 65 \cdot 1,0666 / 60 = 11,54 \text{ моль/л}$	1
Рассчитана количество вещества уксусной кислоты $n = C \cdot V$ $n = 11,54 \text{ моль/л} \cdot 0,05 = 0,577 \text{ моль}$	1
Рассчитана концентрация уксусной кислоты $C = 0,577 / 0,8078 = 0,714 \text{ моль/л}$	1
Записана формула для расчета pH $pH(\text{CH}_3\text{COOH}) = 0,5(pK_a - \lg C(\text{CH}_3\text{COOH}))$	1
$pH(\text{CH}_3\text{COOH}) = 0,5(4,76 - \lg 0,714) = 2,45$	2
	8

### ЗАДАНИЕ 4.4

При обработке смеси мальтозы и глюкозы гидроксидом меди образуется такое количество оксида меди (1), при взаимодействии которого с диметиламином при нагревании образуется 1,12 л газовой смеси. Такая же смесь при окислении перманганата калия в сернокислой среде образует и газообразного 27,8 л продукта (при 10С и 101,5 кПа)

Рассчитайте массу смеси углеводов, а также массу продукта, который может быть получен при обработке количественно выделенной из смеси глюкозы с гидроксиламином, если выход реакции составляет 90%

$x+y$	$\frac{4}{15}(x+y)$	$\frac{1}{15}(x+y)$	2
-------	---------------------	---------------------	---

$15\text{Cu}_2\text{O} + 2\text{CH}_3\text{-NH-CH}_3 \rightarrow 30\text{Cu} + 4\text{CO}_2 + \text{N}_2\uparrow + 7\text{H}_2\text{O}$ $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + 2\text{Cu}(\text{OH})_2 \rightarrow \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_7 + \text{Cu}_2\text{O} + 2\text{H}_2\text{O}$ глюкоза $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11} + 2\text{Cu}(\text{OH})_2 \rightarrow \text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{12} + \text{Cu}_2\text{O} + 2\text{H}_2\text{O}$ мальтоза	
$5\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + 24\text{KMnO}_4 + 36\text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow 30\text{CO}_2 + 24\text{MnSO}_4 + 66\text{H}_2\text{O} + 12\text{K}_2\text{SO}_4$ $5\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11} + 48\text{KMnO}_4 + 72\text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow 60\text{CO}_2 + 48\text{MnSO}_4 + 127\text{H}_2\text{O} + 24\text{K}_2\text{SO}_4$	2
$\nu(\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6) = x$ $\nu(\text{Cu}_2\text{O})_1 = x$ $\nu(\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}) = y$ $\nu(\text{Cu}_2\text{O})_2 = y$  $\sum \nu_{\text{газа}} \frac{1,12}{22,4} = 0,05 \text{ моль}$ $\frac{4}{15}(x+y) + \frac{1}{15}(x+y) = 0,05$ $4(x+y) + 1(x+y) = 0,75$ $5(x+y) = 0,75$ $(x+y) = 0,15$  $\nu(\text{CO}_2) = \frac{PV}{RT} = \frac{101 \cdot 29,42}{8,31 \cdot 298} = 1,2 \text{ моля}$ $\nu(\text{CO}_2)_1 = \frac{30}{5} \nu(\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6) = 6x$ $\nu(\text{CO}_2)_2 = \frac{60}{5} \nu(\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}) = 12y$  $\frac{5}{15}(x+y) = 0,05$ $6x + 12y = 1,2$ $x = 0,1$ $y = 0,05$	2
$\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + \text{NH}_2\text{OH} \rightarrow \text{C}_6\text{H}_{13}\text{O}_6\text{N} + \text{H}_2\text{O}$ 0,1      0,1 $m(\text{C}_6\text{H}_{13}\text{O}_6\text{N}) = 0,1 \cdot 195 = 19,5 (100\%) \rightarrow 19,5 \cdot 0,9 = 17,55 (90\%)$	2
	8

### ЗАДАНИЕ 5.4

Стоматологический сплав содержащий палладий платину и золото имеет плотность  $13032 \text{ кг/м}^3$  Выпускают сплав в виде шара с радиусом  $1,02 \text{ см}^2$

Такой образец последовательно обработали концентрированной азотной кислотой, а затем «Царской водкой». Рассчитайте массовые доли металлов в сплаве, если известно, что объем газа, выделившегося после обработки сплава концентрированной азотной кислотой оказался в 8,34 раза больше объема собранного, после обработки остатка «царской водки» и равен объему газа, выделяющегося при обработке  $216 \text{ г}$   $\text{CuCl}_2$  гидроксиламином в растворе натрия гидроксида.

$\text{Pd} + 4\text{HNO}_3 \leftrightarrow \text{Pd}(\text{NO}_3)_2 + 2\text{NO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$ $2x$ $3\text{Pt} + 4\text{HNO}_3 + 18\text{HCl} \leftrightarrow 3\text{H}_2[\text{PtCl}_6] + 4\text{NO} + 8\text{H}_2\text{O}$ $4/3y$ $\text{Au} + \text{HNO}_3 + 4\text{HCl} \leftrightarrow \text{H}[\text{AuCl}_4] + \text{NO} + 2\text{H}_2\text{O}$ $z$ $2 \text{CuCl}_2 + 2\text{NH}_2\text{OH} + 2\text{NaOH} \leftrightarrow 2\text{CuCl} + \text{N}_2 \uparrow + 4\text{H}_2\text{O} + 2\text{NaCl}$ $0,8$	2
$\nu(\text{CuCl}_2) = \frac{m}{M} = \frac{216}{135} = 1,6$ $\nu(\text{N}_2) = \frac{1}{2} \nu(\text{CuCl}_2) = 0,8$ $2x = 0,8$ $x = 0,4$ $V_{\text{шара}} = \frac{4}{3} \pi r^3 = \frac{4}{3} \cdot 3,14 \cdot 1,02^3 = 4,443$ $m = V \cdot \rho = 4,443 \cdot \frac{13032}{1000} = 57,9 \text{ г}$ $\nu(\text{Pd}) = \frac{1}{2} \nu(\text{NO}_2) = 0,4$ $m(\text{Pd}) = 0,4 \cdot 106 = 42,4 \text{ г}$	2

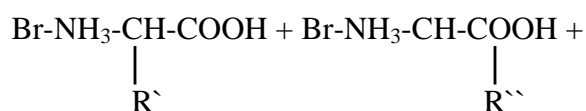
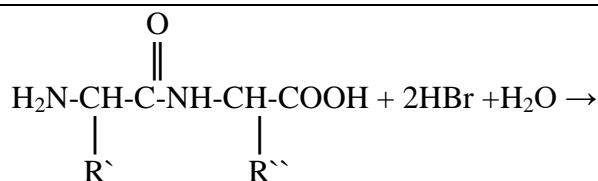


$m(\text{Pt}/\text{Au})=57,9-42,4=15,5$ $\nu(\text{NO})=\frac{V(\text{NO}_2)}{8,34}=\frac{0,8}{8,34}=0,0959 \text{ моль}$ $\nu(\text{NO}_2)_\Sigma=8,34*\nu(\text{NO})$  $195Y+197Z=15,5$ $4/3y+z=0,0959$  $195y+18,89-262,6y=15,5$ $3,39=67,6y$ $y=0,0501 \text{ моль}$ $z=0,028 \text{ моль}$	
$m(\text{Pd})=0,4*106=42,4$ $m(\text{Pt})=0,0501*195=9,7695=9,8$ $m(\text{Au})=0,029*197=5,713=5,7$  $\omega(\text{Pd})=\frac{42,4}{57,9}=0,73=73\%$ $\omega(\text{Pt})=\frac{9,8}{57,9}=0,169=17\%$ $\omega(\text{Au})=\frac{5,7}{57,9}=0,098=9,8\%\approx 10\%$	2
	6

#### ЗАДАНИЕ 6.4

Ученые обнаружили удивительное свойство некоторых моллюсков, образовывать прочные адгезивные соединения с металлами даже в морской воде, что приводит к серьезной проблеме – обрастанию моллюсками корпусов кораблей. Установлено, что столь сильные адгезивные свойства обеспечиваются наличием в секреторных выделениях моллюсков сложных пептидов, способных создавать прочные комплексы с ионами железа, которые и формируют высокую адгезию. В анализе пептидного комплекса моллюсков были выделены дипептиды. При нагревании одного из выделенных дипептидов с 40% бромоводородной кислотой получили 2 продукта; массовая доля атомарного брома в одном из них составила 32,52%. При реакции этого же дипептида с разбавленным раствором бромоводородной кислоты получен продукт, в котором массовая доля брома составляет 18,141%. Одна из аминокислот, входящих в состав дипептида является незаменимой. Установите аминокислотный состав дипептида и напишите для него **две** возможные структурные формулы.

Правильно установлена формула первой аминокислоты	3
Правильно установлена формула второй аминокислоты	3
Правильно представлены формулы дипептидов	2
Правильно прописаны уравнения реакций с хлороводородом	2
	10



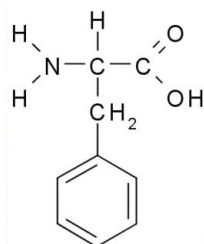
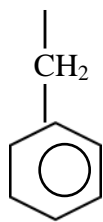
$$M(\text{Br}-\text{NH}_3-\text{CH}-\text{COOH})=\frac{80}{0,3252}=246 \text{ г/моль}$$

$$|$$

$$\text{R}'$$

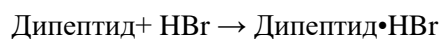
$$M(\text{Аминокислоты})=165\text{г/моль}$$

$$M(R)=165-74=91$$



Аминокислота фенилаланин – она незаменимая

С разбавленной бромоводородной кислотой дипептид образует соль.

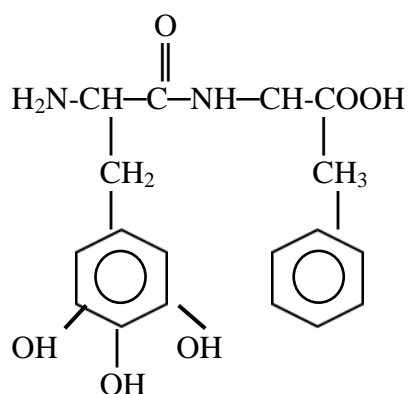
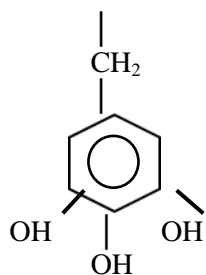


$$M(\text{Дипептид} \cdot \text{HBr}) = \frac{80}{0,18141} = 441 \text{ г/моль}$$

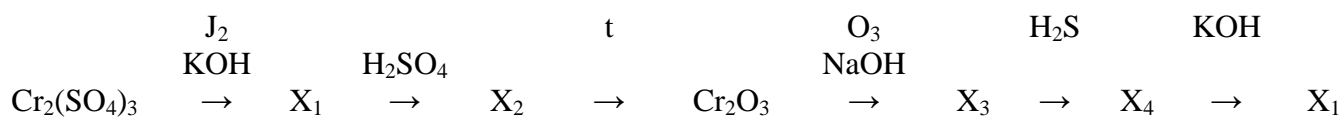
$$M(\text{Дипептид}) = 441 \text{ г/моль} - 80,91 = 360 \text{ г/моль}$$

$$M(\text{аминокислота}) = M(\text{дипептид}) + M(\text{H}_2\text{O}) - M(\text{фенилаланин}) = \\ = 360 + 18 - 165 = 213 \text{ г/моль}$$

$$M(R) = 213 - 74 = 139 \text{ г/моль}$$

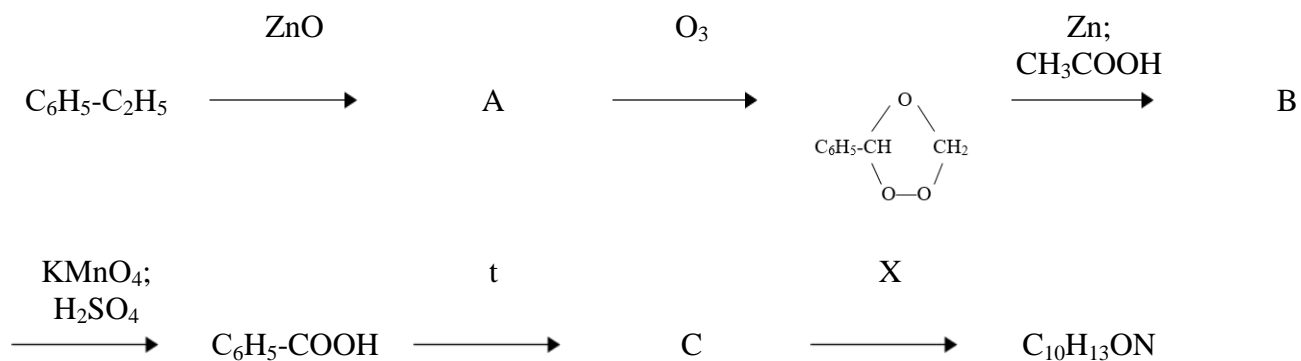


#### ЗАДАНИЕ 7.4

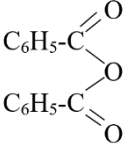
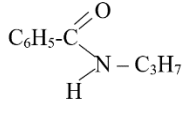


Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Баллы
1) $\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3 + 3\text{J}_2 + 16\text{KOH} \rightarrow 2\text{K}_2\text{CrO}_4 + 6\text{KJ} + 8\text{H}_2\text{O} + 3\text{K}_2\text{SO}_4$	2
2) $2\text{K}_2\text{CrO}_4 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + \text{K}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O}$	2
3) $4\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 \xrightarrow{t} 2\text{Cr}_2\text{O}_3 + 4\text{K}_2\text{CrO}_4 + 3\text{O}_2$	2
4) $\text{Cr}_2\text{O}_3 + \text{O}_3 + 4\text{NaOH} \rightarrow 2\text{Na}_2\text{CrO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$	2
5) $2\text{Na}_2\text{CrO}_4 + 3\text{H}_2\text{S} + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{Cr}(\text{OH})_3 \downarrow + 3\text{S} + 4\text{NaOH}$	2
6) $\text{Cr}(\text{OH})_3 + \text{Cl}_2 + \text{KOH} \rightarrow \text{K}_2\text{CrO}_4 + \text{KCl} + \text{H}_2\text{O}$	2
Максимальный балл	12

### ЗАДАНИЕ 8.4



	ZnO	A	O <sub>3</sub>		Zn; CH <sub>3</sub> COOH	
C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> -C <sub>2</sub> H <sub>5</sub>	→	C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> -CH=CH <sub>2</sub>	→		→	C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> -C(O)H
	2 балла		2 балла		2 балла	

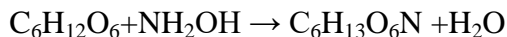
KMnO <sub>4</sub> ; H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>		t	C	C <sub>3</sub> H <sub>7</sub> NH <sub>2</sub>		
→	C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> -COOH	→		→		
2 балла		2 балла		2 балла		12баллов

$$\frac{5}{15}(x + y) = 0,05$$

$$6x + 12y = 1,2$$

$$x = 0,1$$

$$y = 0,05$$



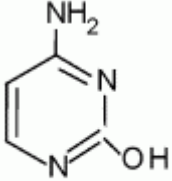
0,1

0,1

$$m(C_6H_{13}O_6N) = 0,1 * 195 = 19,5 \text{ (100\%)} \rightarrow 19,5 * 0,9 = 17,55 \text{ (90\%)}$$

### ЗАДАНИЕ 9.4

В лаборатории сожгли в избытке кислорода Образцы Метионина и Пиримидинового основания, комплементарного гуанину. Продукты сгорания пропустили через избыток известковой воды. Объем непоглощаемого газов в том и другом случае оказались одинаковыми. Рассчитайте, во сколько раз будут различаться массы осадков. Рассчитайте также объем газа, который может быть получен при взаимодействии метионина массой 14,9 г с азотистой кислотой

<p><b>Метионин</b></p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;"> <math display="block">  \begin{array}{c}  \text{S}-\text{CH}_3 \\    \\  \text{CH}_2 \\    \\  \text{CH}_2 \\    \\  \text{CH}-\text{NH}_2 \\    \\  \text{COOH}  \end{array}  </math> <p><math>C_5H_{11}NO_2S</math></p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>ЦИТОЗИН <math>C_4H_5N_3O</math></p> </div> </div>	2
$2C_5H_{11}NO_2S + 15,5 O_2 \rightarrow 10CO_2 + N_2 + 2SO_2 + 11H_2O$ $2C_4H_5N_3O + 9,5 O_2 \rightarrow 8CO_2 + 3N_2 + 5H_2O$ $Ca(OH)_2 + CO_2 \rightarrow CaCO_3 + H_2O$ $Ca(OH)_2 + SO_2 \rightarrow CaSO_3 + H_2O$	2
$v(C_5H_{11}NO_2S) = x \qquad v(CO_2)_1 = 5x \qquad v(N_2)_1 = \frac{x}{2} \qquad v(SO_2) = x$ $v(C_4H_5N_3O) = y \qquad v(CO_2)_2 = 4x \qquad v(N_2)_2 = \frac{3y}{2}$ $V(N_2)_1 = V(N_2)_2 \Rightarrow \frac{x}{2} = \frac{3y}{2} \qquad X = 3y$ $v(\text{осадка})_{\text{в опыте №1}}$ $v(CaCO_3)_1 = v(CO_2)_1 = 5x$ $v(CaSO_3) = v(SO_2) = x$ $m(CaCO_3)_1 = 5x * 100 = 500 * 3y = 1500y$ $m(CaSO_3) = 120x = 120 * 3y = 360y$ $\Sigma m = 1500y + 360y = 1860y$ $v(\text{осадка})_{\text{в опыте №2}}$ $v(CaCO_3)_2 = v(CO_2)_2 = 4y$ $m(\text{осадок 1}) = 1860y$ $\frac{m(\text{осадок 1})}{m(\text{осадок 2})} = \frac{1860y}{400y} = 4,65$ $m(CaSO_3)_1 = 4y * 100 = 400y$ <p>в 4,65 раза</p>	2
<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;"> <math display="block">  \begin{array}{c}  \text{S}-\text{CH}_3 \\    \\  \text{CH}_2 \\    \\  \text{CH}_2 \\    \\  \text{CH}-\text{NH}_2 \\    \\  \text{COOH}  \end{array}  </math> </div> <div style="text-align: center;"> <math display="block">  \begin{array}{c}  \text{S}-\text{CH}_3 \\    \\  \text{CH}_2 \\    \\  \text{CH}_2 \\    \\  \text{CH}-\text{NH} \cdot \text{HO} \cdot \\    \\  \text{COOH}  \end{array}  </math> </div> </div> $+ HNO_2 \rightarrow N_2 +$ $v(C_5H_{11}NO_2S) = \frac{m}{M} = \frac{14,9}{149} = 0,1$ $v(N_2) = 0,1$ $V(N_2) = 0,1 * 22,4 = 2,24 \text{ л}$	2
	8

## ЗАДАНИЕ 10.4

Льняное масло (*Oleum Lini*) применяют в медицине в качестве противовоспалительного, мочегонного, бактерицидного средства, входит в состав препаратов винизоль, лифузоль. Одним из количественных показателей доброкачественности жирных масел является йодное число. Йодным числом ( $I_2$ ) называют количество йода, выраженное в граммах, связываемое 100 г данного жирного масла. Йодное число льняного масла должно составлять 169 – 192.

Определение йодного числа льняного масла проводили в соответствии с методикой: навеску масла массой 0,10 г помещают в сухую коническую колбу с притертой пробкой, растворяют в 3 мл эфира, прибавляют 20,0 мл 0,1М раствора монохлорида йода, закрывают колбу пробкой, осторожно встряхивают и выдерживают в темном месте в течение 1 часа. Прибавляют последовательно 1,0 г йодида калия, 50 мл воды и титруют 0,25 М раствором тиосульфата натрия при постоянном энергичном встряхивании до светло-желтой окраски раствора. Прибавляют 3 мл хлороформа, сильно встряхивают, затем прибавляют 1 мл раствора крахмала и продолжают титрование до обесцвечивания раствора. Проводят контрольный опыт (без навески масла) в тех же условиях. На титрование было израсходовано 8,8 мл раствора тиосульфата натрия (основной опыт) и 16,0 мл раствора тиосульфата натрия (контрольный опыт). Напишите уравнения реакций, лежащих в основе данного метода (считать, что основное вещество льняного масла – триглицерид  $\alpha$ -линоленовой (9,12,15-октадекатриеновой) кислоты. Рассчитайте йодное число льняного масла и сделайте заключение о его доброкачественности. Рассчитайте массовую долю в навеске масла непредельных кислот в пересчете на линоленовую кислоту.

### РЕШЕНИЕ

Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Баллы
Уравнения реакций: $ICl + KI \rightarrow I_2 + KCl$	2
$  \begin{array}{c}  CH_2 - O - CO(CH_2)_7(CH=CH-CH_2)_3CH_3 \\    \\  CH - O - CO(CH_2)_7(CH=CH-CH_2)_3CH_3 \\    \\  CH_2 - O - CO(CH_2)_7(CH=CH-CH_2)_3CH_3  \end{array}  + 9I_2 \rightarrow  $	4
$  \begin{array}{c}  CH_2 - O - CO(CH_2)_7(CHI-CHI-CH_2)_3CH_3 \\  \rightarrow \\  CH - O - CO(CH_2)_7(CHI-CHI-CH_2)_3CH_3 \\    \\  CH_2 - O - CO(CH_2)_7(CHI-CHI-CH_2)_3CH_3  \end{array}  $	2
$I_2 + 2Na_2S_2O_3 \rightarrow 2NaI + Na_2S_4O_6$	2
$v(ICl) = 20 \cdot 0,1 = 2 \text{ ммоль} \Rightarrow v(I_2) = 2 \text{ ммоль}$	2
$v(Na_2S_2O_3)_{\text{контр.}} = 16 \cdot 0,25 = 4,0 \text{ ммоль} \Rightarrow v(I_2) = 4,0/2 = 2 \text{ ммоль}$	
$v(Na_2S_2O_3)_{\text{осн.}} = 8,8 \cdot 0,25 = 2,2 \text{ ммоль} \Rightarrow v(I_2) = 2,2/2 = 1,1 \text{ ммоль}$	2
$v(I_2 \text{ на масло}) = 2 - 1,1 = 0,9 \text{ ммоль} - \text{ в } 0,1 \text{ г масла}$	2
$v(I_2 \text{ на масло}) = 0,9 \cdot 100/0,1 = 900 \text{ ммоль} = 0,9 \text{ моль} - \text{ в } 100 \text{ г масла}$	2
$m(I_2) = 0,9 \cdot 254 = 228,6 - \text{ йодное число} \Rightarrow \text{касторовое масло является недоброкачественным.}$	
$v(C_{17}H_{29}COOH) = v(I_2) : 3 = 0,9/3 = 0,3 \text{ моль}$	2
$m(C_{17}H_{29}COOH) = 0,3 \cdot 278 = 83,4 \text{ г}$	
$\omega(C_{17}H_{29}COOH) = 83,4 \cdot 100\%/100 = 83,4\%$	

<p style="text-align: right;"><i>Или:</i></p> $I_q = \frac{T \cdot (V_{\text{контр}} - V_{\text{очн}}) \cdot 100}{m}$ $T = \frac{C(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3) \cdot M\left(\frac{1}{2}I_2\right)}{1000}$ $T = 0,25 \cdot 127 / 1000 = 0,03175 \text{ г/мл}$ $I_q = 0,03175 \cdot (16 - 8,8) \cdot 100 / 0,1 = 228,6$	
Максимальный балл	20