**Задание 1. (автор Н.В. Рубан).**

1. Обозначим массу легкой субъединицы за x . Тогда масса тяжелой субъединицы составит $2 \cdot x$. Антитела IgG состоят из двух тяжелых и двух легких субъединиц, а их общая масса составляет 150 кДа: $150 = 2 \cdot x + 2 \cdot 2 \cdot x = 6 \cdot x \Rightarrow x = 25$ кДа – масса легкой цепи. Масса тяжелой цепи $25 \cdot 2 = 50$ кДа.

2. Пусть масса лейцина составляет 100 г, тогда масса углерода в его составе – 54,9 г. Количество моль $n(C) = 54,9/12 = 4,575$ моль. Аналогично вычислим количество моль H, O и N: $n(H) = 9,91/1 = 9,91$ моль; $n(O) = 24,3/16 = 1,519$ моль; $n(N) = 0,764$ моль.

Количество атомов $N = N_A \cdot n \Rightarrow$ соотношение атомов в молекуле равно соотношению их молей. Вычислим соотношение молей C:H:O:N, поделив на $n(N)$:

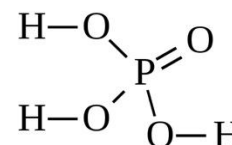
$n(C)/n(N) = 6$; $n(H)/n(N) = 13$; $n(O)/n(N) = 2 \Rightarrow$ брутто формула лейцина: $C_6H_{13}NO_2$.

3. Наиболее известная трехосновная неорганическая кислота, соединения которой могут входить в состав живых организмов – фосфорная. Поскольку кислота 3-х основная $n(H) = 3 \Rightarrow M(X) = 3/0,0306 = 98$ г/моль $\Rightarrow X - H_3PO_4$. Тогда вещество **Z** – фосфор P, **Y** – оксид фосфора(V) P_2O_5 , **Q** – пентахлорид фосфора PCl_5 , **X** – ортофосфорная кислота H_3PO_4 .

Уравнения реакций: **1:** $4P + 5O_2 = P_4O_{10}$ (или $2 P_2O_5$); **2:** $P_4O_{10} + 6H_2O = 4H_3PO_4$,

3: $2P + 5Cl_2 = 2PCl_5$, **4:** $PCl_5 + 4H_2O = H_3PO_4 + 5HCl$.

Структурная формула H_3PO_4 приведена на рис. справа.



4. $\Delta E_2 = \Delta E_{\text{сумм.}} - \Delta E_1 = -46,5 + 30,5 = -16$ кДж/моль.

5. Количество моль АТФ составляет: $n = 40 \cdot 1000/507 = 78,9$ моль. $E = \Delta E_{\text{сумм.}} \cdot 78,9 = 3668$ кДж $\Rightarrow l = 3668/850 = 4,3$ км.

6. Сахара состоят из атомов C, H и O. Обозначим количество атомов кислорода в составе дезоксирибозы за x , тогда количество атомов кислорода в рибозе составляет $x+1$. Составим уравнения для массовых долей кислорода в каждом из сахаров:

$$w(O)_{\text{дезоксирибоза}} = 0,477 = \frac{16 \cdot x}{16 \cdot x + m}; \quad w(O)_{\text{рибоза}} = 0,533 = \frac{16 \cdot (x + 1)}{16 \cdot (x + 1) + m}$$

где m – суммарная масса атомов C и H в сахарах.

Выразим m через x , воспользовавшись уравнением для дезоксирибозы;

$$16x = 0,477 \cdot (16x + m) \Rightarrow m = 17,54x$$

и подставим в уравнение для выражения массовой доли кислорода в рибозе:

$$w(O)_{\text{рибоза}} = 0,53 = \frac{16 \cdot (x + 1)}{16 \cdot (x + 1) + 17,54x} \Rightarrow 1,87x = 7,472 \Rightarrow x = 3,99 \sim 4$$

Вычислим суммарную массу атомов C и H в рибозе и дезоксирибозе: $m = 17,54 \cdot x = 70$ г/моль.

Единственная комбинация атомов C и H, удовлетворяющая соотношению 1:2 и обладающая суммарной атомной массой 70 г/моль, это C_5H_{10} . Таким образом, формула дезоксирибозы – $C_5H_{10}O_4$, формула рибозы – $C_5H_{10}O_5$.

7. Уравнение прямой: $y = k \cdot x + b$. По точке с концентрацией IgG = 0 определяем свободный член $b = 0,15$.

По координатам каждой из оставшихся точек вычисляем коэффициент $k = (y-b)/x$:

y	11,15	52,65	106,15
x	100	500	1000
k	0,11	0,105	0,106

Среднее значение $k_{\text{ср}} = (0,11 + 0,105 + 0,106)/3 = 0,107$.

Тогда в разбавленном образце плазмы крови Роберта содержится:

$x = (y-b)/k_{\text{ср}} = (73-0,15)/0,107 = 680,8$ нг/мл \Rightarrow с учетом разбавления общее содержание антител IgG к SARS-Cov-2 в плазме крови Роберта составляет $680,8 \cdot 50 = 34040$ нг/мл = 0,0340 мг/мл.

Проведем аналогичные расчеты для других привакцинированных пациентов и получим, что в крови Алисы содержится 0,0373 мг/мл, в крови Софии – 0,0307 мг/мл, в крови Джереми – 0,0256 мг/мл, в крови Кэролайн – 0,0368 мг/мл, в крови Лэнса – 0,0382 мг/мл IgG к SARS-Cov-2.

8. Концентрация антител IgG в крови Роберта составляет 0,0340 мг/мл. 1 л = 1000 мл \Rightarrow Общая масса антител в его крови $m(\text{IgG}) = 5000 \cdot 0,0340 = 170$ мг.

9. $V = \Delta C/\Delta t \Rightarrow V_1(\text{Вася}) = (0,04 - 0,0395)/31 = 1,6 \cdot 10^{-5}$ г/(л*день). $V_2(\text{Вася}) = (0,0395 - 0,038)/31 = 4,8 \cdot 10^{-5}$ г/(л*день). $V_{\text{ср}}(\text{Вася}) = (0,04 - 0,038)/62 = 3,2 \cdot 10^{-5}$ г/(л*день).

$V_1(\text{Леша}) = (0,033 - 0,0318)/31 = 3,9 \cdot 10^{-5}$ г/(л*день). $V_2(\text{Леша}) = (0,0318 - 0,031)/31 = 2,6 \cdot 10^{-5}$ г/(л*день).

$V_{\text{ср}}(\text{Леша}) = (0,033 - 0,031)/62 = 3,2 \cdot 10^{-5}$ г/(л*день).

10. По условию, молекулярная масса антител IgG составляет ~ 150 кДа, т.е. около 150000 а.е.м. Значения концентраций в мг/мл и в г/л совпадают. Поделив содержание антител IgG к SARS-Cov-2 в плазме крови Леши в г/л на молярную массу, получим молярную концентрацию $C = 0,033/150000 = 2,2 \cdot 10^{-7}$ моль/л.

11. В XVIII веке было замечено, что люди, которые пострадали от менее вирулентной коровьей оспы, оказывались невосприимчивыми к натуральной оспе. 14 мая 1796 года Эдвард Дженнер проверил свою гипотезу, привив Джеймса Фиппса, восьмилетнего сына своего садовника. По тем временам это был революционный эксперимент: он привил коровью оспу мальчику и доказал, что тот стал невосприимчивым к натуральной оспе — последующие попытки (более двадцати) заразить мальчика человеческой оспой были безуспешными. Он соскрёб гной с пузырьков оспы на руках Сары Нельмес, доярки, которая заразилась коровьей оспой от коровы по имени Блоссом, и втёр его в две царапины на руке здорового ребёнка. Шкура той коровы теперь висит на стене медицинской школы Святого Георгия в Лондоне. Фиппс был 17-м случаем, описанным в первой статье Дженнера о вакцинации. Дженнер не мог поставить этот эксперимент на себе, так как знал, что сам он давно невосприимчив к натуральной оспе.

Система оценивания:

1. Расчёт средних масс субъединиц IgG по 1 б.	1*2 = 2 б.
2. Расчет брутто-формулы лейцина 2 б.	2 б.
3. Формулы веществ X, Y, Q и Z по 1 б., уравнения реакций по 1 б. Структурная формула H ₃ PO ₄ 1 б.	1*4+1*4+1 = 9 б.
4. Расчет ΔE ₂ 2 б.	2 б.
5. Расчет расстояния, которое можно преодолеть 3 б.	3 б.
6. Расчет брутто-формул рибозы и дезоксирибозы по 2 б. Формула рибозы CH ₂ O 0 б.	2*2 = 4 б.
7. Вычисление коэффициента b 1 б., вычисление коэффициента k в каждой точке по 0,5 б., k _{ср} 0,5 б., расчет концентрации антител с использованием b и k _{ср} по 1,5 б. каждый (расчет без учета b минус (-) 0,5 б. каждый; по одному k без усреднения -0,5 б. каждый; ошибка в размерностях -0,5 б., расчет по точке с графика не более 0,5 б. каждый).	1+0,5*4+1,5*6 = 12 б.
8. Расчет общей массы IgG 2 б.	2 б.
9. Расчет скоростей по 0,5 б. за каждую	0,5*3*2 = 3 б.
10. Расчет молярной концентрации антител (моль/л) 2 б.	2 б.
11. Происхождение названия 1 б.	1 б.
Всего:	42 балла.

Задание 2. (авторы А.И. Ушеров, В.А. Емельянов).

1. $m(p-ра\ 75) = 1000 \times 1,67 \times 1000 = 1,67 \times 10^6$ г, $m(i,75) = 1,67 \times 10^6 \times 0,75 = 1,2525 \times 10^6$ г,
 $m(i,96) = m(i,75) = 1,2525 \times 10^6$ г, $m(p-ра96) = 1,2525 \times 10^6 / 0,96 = 1,30469 \times 10^6$ г.
 $V(96) = 1,30469 \times 10^6 / 1,836 = 0,7106 \times 10^6$ мл или $0,7106$ м³.
 $m(H_2O) = 1,67 \times 10^6 - 1,30469 \times 10^6 = 0,36531 \times 10^6$ г, $V(H_2O) = 0,36531 \times 10^6 / 1 = 0,36531 \times 10^6$ мл.
 Нужно вливать концентрированную серную кислоту в воду, но никак не наоборот.

2. Пусть объём разбавленной кислоты равен V_y мл.
 $m(p-раY) = V_y \times \rho_y$, $m(i,Y) = V_y \times \rho_y \times Y \times 10^{-2}$.
 $m(i,X) = m(i,Y) = V_y \times \rho_y \times Y \times 10^{-2}$, $m(p-раX) = V_y \times \rho_y \times Y / X$. $V(X) = V_y \times \rho_y \times Y / (X \times \rho_x)$.
 $m(H_2O) = V_y \times \rho_y - V_y \times \rho_y \times Y / X$, $V(H_2O) = V_y \times \rho_y - V_y \times \rho_y \times Y / (X \times 1)$, $V(X) / V(H_2O) = Y / (\rho_x \times (X - Y))$.

3. Проверим выведенную формулу по данным пункта 1.
 $V(96) / V(H_2O) = 75 / (1,836 \times (96 - 75)) = 1,945 = 0,7106 \times 10^6 / 0,36531 \times 10^6$.
 а) Для приготовления 10% раствора: $V(75) / V(H_2O) = 10 / (1,67 \times (75 - 10)) = 0,092$.
 Для приготовления 6% раствора: $V(75) / V(H_2O) = 6 / (1,67 \times (75 - 6)) = 0,052$.

4. Молярная концентрация $C_M = \omega_i \cdot \rho / M_i = 0,1 \cdot 1066 / 98 = 1,088$ моль/л.

5. Уравнение реакции: $2NH_3 + H_2SO_4 = (NH_4)_2SO_4$.
 $n_{газа} = 10000 / 25,17 = 397,3$ моль. Рассчитаем начальные количества поглощаемых газов:
 $n_{ам.} = 397,3 \times 0,01 = 3,973$ моль, $n_{воды.} = 397,3 \times 0,02 = 7,946$ моль.
 Рассчитаем поглощённые количества аммиака и воды:
 $\Delta n_{ам} = 3,873 \times 0,9 = 3,576$ моль, $\Delta n_{воды} = 7,946 \times 0,7 = 5,562$ моль.
 Рассчитаем количество прореагировавшей серной кислоты: $\Delta n_{кислоты} = 3,576 / 2 = 1,788$ моль.
 Масса кислоты составит: $m_{кислоты} = 98 \times 1,788 = 175,210$ (г), $m_{75\%р-ра} = 175,210 / 0,75 = 233,612$ (г).
 Масса воды составит: $m(H_2O_{кислоты\ 75\%}) = 233,612 \times 0,25 = 58,403$ г.
 Найдём объём 75% кислоты: $V(75\% \text{ кислоты}) = 233,612 / 1,67 = 139,90$ мл.
 Составим баланс по воде маточного раствора:
 $m(H_2O_{мат.}) = m(H_2O_{кислоты\ 75\%}) + \Delta m(H_2O_{газа})$, $m(H_2O_{мат.}) = 58,403 + 5,562 \times 18 = 158,519$ г.
 $m((NH_4)_2SO_4 \text{ мат.}) = 0,754 \times 158,519 = 119,523$ г, $m_{мат.} = 158,519 + 119,523 = 278,042$ г.
 Найдём массу выпавших кристаллов соли, составив баланс соли:

$\Delta n((\text{NH}_4)_2\text{SO}_4) = n((\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 \text{ мат.}) + n_{\text{крис.}}$, $\Delta n((\text{NH}_4)_2\text{SO}_4) = \Delta n_{\text{кислоты}} = 1,788$ моль,
 $n((\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 \text{ мат.}) = 119,523 / 132 = 0,906$ моль, $n_{\text{крис.}} = 1,788 - 0,906 = 0,883$ моль, $m_{\text{крис.}} = 0,883 \times 132 = 116,488$ г.

6. Уравнения реакций: $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 = \text{NH}_4\text{HSO}_4 + \text{NH}_3$, $\text{NH}_4\text{HSO}_4 + \text{NH}_3 = (\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$,
 $3\text{NH}_4\text{HSO}_4 = 6\text{H}_2\text{O} + 3\text{SO}_2 + \text{N}_2 + \text{NH}_3$ или $3\text{NH}_4\text{HSO}_4 = \text{H}_2\text{O} + \text{SO}_3 + \text{NH}_3$.

Поскольку сульфат аммония сокристаллизуется с сульфатами металлов в мольном отношении 1:1, общая формула шёнитов будет $(\text{NH}_4)_2\text{M}(\text{SO}_4)_2 \cdot w_1\text{H}_2\text{O}$, а квасцов $(\text{NH}_4)_2\text{M}_2(\text{SO}_4)_4 \cdot w_2\text{H}_2\text{O}$. Вычислим w_1 и w_2 .

По условию, в шёнитах $\text{H}/\text{O} = 10/7 = (8+2w_1)/(8+w_1)$, откуда $w_1 = 6$. Общая формула шёнитов $(\text{NH}_4)_2\text{M}(\text{SO}_4)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$.
 В квасцах $\text{H}/\text{O} = 7/5 = (8+2w_2)/(16+w_2)$, откуда $w_2 = 24$. Общая формула квасцов $(\text{NH}_4)_2\text{M}_2(\text{SO}_4)_4 \cdot 24\text{H}_2\text{O}$ или, если сократить индексы в два раза, $(\text{NH}_4)\text{M}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$.

7. Уравнения реакций: 1) $4\text{NH}_3 + 5\text{O}_2 \xrightarrow{\text{kt, t}} 4\text{NO} + 6\text{H}_2\text{O}$, 2) $4\text{NH}_3 + 3\text{O}_2 = 2\text{N}_2 + 6\text{H}_2\text{O}$,
 3) $\text{NH}_3 + \text{HCl} = \text{NH}_4\text{Cl}$, 4) $4\text{NH}_3 + 3\text{SO}_2 = 2\text{N}_2 + 6\text{H}_2\text{O} + 3\text{S}$, 5) $2\text{NH}_3 + 3\text{CuO} = 3\text{Cu} + 3\text{H}_2\text{O} + \text{N}_2$.

8. Уравнения реакций: 6) $\text{NH}_3 + \text{HClO}_3 = \text{NH}_4\text{ClO}_3$, 7) $3\text{NH}_3 + 3\text{H}_2\text{O} + \text{AlCl}_3 = \text{Al}(\text{OH})_3 + 3\text{NH}_4\text{Cl}$,
 8) $2\text{NH}_3 + 2\text{H}_2\text{O} + 2\text{CuSO}_4 \text{ изб.} = (\text{CuOH})_2\text{SO}_4 + (\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$, 9) $2\text{NH}_3 + 2\text{KMnO}_4 = 2\text{MnO}_2 + \text{N}_2 + 2\text{KOH} + 2\text{H}_2\text{O}$.

Система оценивания:

1. Объемы кислоты и воды по 2 б., порядок смешивания 1 б.	2*2+1 = 5 б.
2. Вывод формулы 3 б.	3 б.
3. Проверка формулы 1 б., соотношения по 1 б.	1+1*2 = 3 б.
4. Концентрация кислоты 2 б.	2 б.
5. Уравнение реакции 1 б., объем кислоты 10 б. ($n_{\text{газа}}$ 1 б., $\Delta n_{\text{ам}}$ 2 б., $\Delta n_{\text{воды}}$ 2 б., $\Delta n_{\text{кислоты}}$ 2 б., $m_{\text{кислоты}}$ 1 б., $m_{75\% \text{ р-ра}}$ 1 б., $V(75\% \text{ кислоты})$ 1 б., масса сульфата аммония 5 б. ($m((\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 \text{ мат.})$ 2 б., $m_{\text{крис.}}$ 3 б.)	1+10+5 = 16 б.
6. Уравнения реакций по 1 б., общие формулы по 2 б.	1*3+2*2 = 7 б.
7-8. Уравнения реакций по 1 б.	1*9 = 9 б.
Всего:	45 баллов.

Задание 3. (автор А.С. Романов).

1. Одним из возможных решений является ряд:

Цвет	Красный	Оранжевый	Желтый	Зеленый	Голубой	Синий	Фиолетовый
Соединение	CoSO_4	$\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$	K_2CrO_4	$\text{Ni}(\text{NO}_3)_2$	CrCl_2^*	$\text{Cu}(\text{NO}_3)_2^*$	TiCl_3

* Отличие синего цвета от голубого довольно субъективно, поэтому за правильный ответ принимаются все вещества, водные растворы которых обладают цветом от синего до голубого.

2. Начнем решение с расчета молярных масс элементов **X** и **Y**.

Определение элемента **X**. В условии задачи указано, что вещества **X**₁, **X**₃ являются бинарными, содержат кислород и являются одними из основных компонентов оксидных минералов. Значит вещества **X**₁, **X**₃ являются оксидами, поэтому для расчета будем представлять их формулы как **X**₂O_n. Воспользуемся массовой долей кислорода в **X**₁: $\omega(\text{X}) = \frac{2M(\text{X})}{16n+2M(\text{X})} = 1 - 0,1111 = 0,8889$. $M(\text{X}) = 64n$, где n – степень окисления элемента **X**.

Единственное разумное решение получаем при: $n = 1$, $M(\text{X}) = 64$ г/моль, **X = Cu**.

Определение элемента **Y**: По условию задачи, **Y**₁ является металлом, который сгорает в хлоре с образованием хлорида **Y**₄ с известной прибавкой к массе. Рассчитаем молярную массу элемента **Y**, представив формулу **Y**₄ как **YCl**_n: $M(\text{Y}) = \frac{35,5n}{1,902} \Rightarrow M(\text{Y}) = 18,66n$. $M(\text{Y}) = 18,66n$, где n – степень окисления элемента **Y**. Единственным подходящим решением является: $n = 3$, $M(\text{Y}) = 56$ г/моль, **Y = Fe**.

3. Куприт (минерал **Cu**₂O) окисляется азотной кислотой с образованием ярко-синего раствора нитрата меди (II), который при упаривании раствора выпадает в виде тригидрата. При нагревании твердого тригидрата нитрата меди (II) происходит разложение с образованием черного **CuO** (осн. комп. минерала тенорита), который при сплавлении с металлической медью образует кирпично-красный **Cu**₂O. При действии натриевой щелочи на нитрат меди (II) в осадок выпадает голубой гидроксид меди (II).

[1] $\text{Cu}_2\text{O} + 6\text{HNO}_3 + 3\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{t}^\circ} 2\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O} + 2\text{NO}_2$, [2] $2\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{t}^\circ} 2\text{CuO} + 4\text{NO}_2 + \text{O}_2 + 6\text{H}_2\text{O}$,

[3] $2\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O} + 2\text{Cu} \xrightarrow{\text{t}^\circ} 2\text{Cu}_2\text{O} + 4\text{NO}_2 + \text{O}_2 + 6\text{H}_2\text{O}$, [4] $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 + 2\text{NaOH} \rightarrow \text{Cu}(\text{OH})_2 + 2\text{NaNO}_3$.

При помощи массовой доли кислорода можно получить формулу **X**₂:

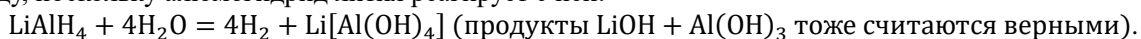
$$\omega(\text{O}) = \frac{16n}{M(\text{X}_2)} = 0,5950. M(\text{X}_2) = 26,89n \text{ г/моль.}$$

При $n = 9$, получаем целую $M(\text{X}_2) = 242$ г/моль. При вычитании молярной массы девяти атомов кислорода, атома меди и двух атомов азота получаем, что молярная масса остатка равняется 6 г/моль, что соответствует шести атомам водорода. Тогда **X**₂ = **Cu(NO₃)₂·3H₂O**.

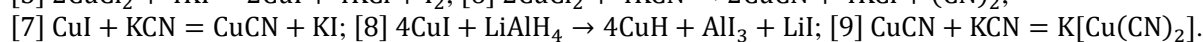
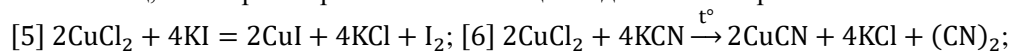
Поскольку **X**₆ является продуктом реакции **X**₄ с соляной кислотой, то оно содержит хлорид меди (II) и скорее всего является кристаллогидратом, так как имеет в своем составе кислород. Рассчитаем формулу вещества **X**₆:

$$\omega(\text{O}) = \frac{16n}{135+18n} = 0,1871 \Rightarrow n = 2. \text{X}_6 = \text{CuCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}.$$

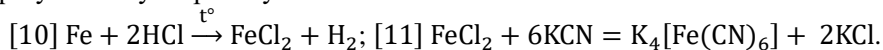
Ион меди 2+ является слабым окислителем в водном растворе и окисляет иодид-ион до молекулярного иода, а при нагревании с раствором цианида калия окисляет и его до ядовитого газа дициана. Движущей силой этих реакций является образование нерастворимых CuI и CuCN соответственно. CuCN менее растворим, чем CuI, поэтому протекает реакция ионного обмена. Из иодида меди(I) может быть получен гидрид меди(I) при действии на него избытком пиридин-эфирного раствора алюмогидрида лития. В качестве растворителя нельзя использовать воду, поскольку алюмогидрид лития реагирует с ней:



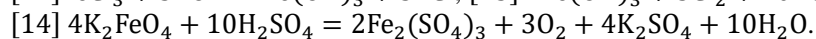
Наконец, CuCN растворяется в избытке цианида калия с образованием соответствующей комплексной соли:



В первом пункте мы рассчитали, что $\mathbf{Y} = \mathbf{Fe}$ и получили, что $\mathbf{Y}_1 = \mathbf{Fe}$ (простое в-во). Растворяя железо в соляной кислоте, можно получить хлорид железа(II), который при взаимодействии с избытком раствора цианида калия образует желтую кровавую соль:



В п. 2 было получено, что в \mathbf{Y}_4 железо принимает с.о. равную +3, значит $\mathbf{Y}_4 = \mathbf{FeCl}_3$. Химическая реакция между FeCl_3 и KOH приводит к образованию оранжевого (ржавого) осадка $\text{Fe}(\text{OH})_3$, который, реагируя с хлором и калиевой щелочью, постепенно растворяется с образованием K_2FeO_4 , который в кислой среде окисляет воду с выделением кислорода:



Состав \mathbf{Y}_7 можно подтвердить расчетом: $\omega(\text{O}) = \frac{n \cdot M(\text{O})}{M(\mathbf{Y}_7)} = 0,4800$. $M(\mathbf{Y}_7) = 33,33n$.

Предполагая наличие сульфат-иона в составе \mathbf{Y}_7 , находим, что при наличии трех сульфат-ионов молярная масса $\mathbf{Y}_7 = 400$ г/моль. Следовательно, $\mathbf{Y}_7 = \mathbf{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$.

Для удобства формулы зашифрованных соединений сведены в таблицу:

Шифр	\mathbf{X}_1	\mathbf{X}_2	\mathbf{X}_3	\mathbf{X}_4	\mathbf{X}_5	\mathbf{X}_6
Формула	Cu_2O	$\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$	CuO	$\text{Cu}(\text{OH})_2$	Cu	$\text{CuCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$
Шифр	\mathbf{X}_7	\mathbf{X}_8	\mathbf{X}_9	\mathbf{X}_{10}	\mathbf{Y}_1	\mathbf{Y}_2
Формула	CuI	CuCN	CuH	$\text{K}[\text{Cu}(\text{CN})_2]$	Fe	FeCl_2
Шифр	\mathbf{Y}_3	\mathbf{Y}_4	\mathbf{Y}_5	\mathbf{Y}_6	\mathbf{Y}_7	-
Формула	$\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$	FeCl_3	$\text{Fe}(\text{OH})_3$	K_2FeO_4	$\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$	-

4. Возможный ряд соединений представлен в таблице:

Цвет	Красный	Оранжевый	Желтый	Зеленый	Голубой	Синий	Фиолетовый
Соединение	Cu_2O CuH	$\text{Fe}(\text{OH})_3$	$\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$	$\text{CuCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	$\text{Cu}(\text{OH})_2$	$\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$	K_2FeO_4

5. Слово Rain в переводе на русский язык означает дождь. Явление радуги как раз можно наблюдать до или после дождя. Еще один вариант связи: «Rain» - это часть английского слова «Rainbow», которое и обозначает радугу.

Система оценивания:

1. Правильный подбор одного раствора к каждому цвету по 1 б.	$1 \cdot 7 = 7$ б.
2. Символы элементов X и Y – по 2 б., формулы веществ $\mathbf{X}_1 - \mathbf{X}_{10}$, $\mathbf{Y}_1 - \mathbf{Y}_7$ по 1 б.	$2 \cdot 2 + 1 \cdot 17 = 21$ б.
3. Уравнения реакций по 1 б.	$1 \cdot 14 = 14$ б.
4. Правильный подбор одного вещества к каждому цвету по 1 б. (неправильный -0,5 б., но в сумме не меньше нуля баллов за пункт)	$1 \cdot 7 = 7$ б.
5. Связь с радугой 1 б.	1 б.
Всего:	50 баллов.