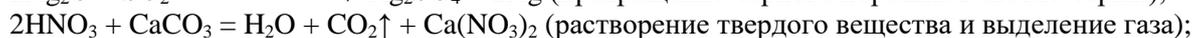
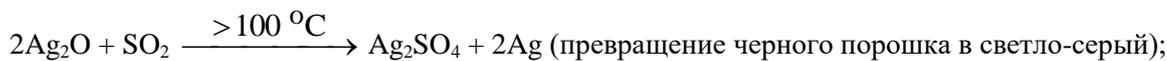
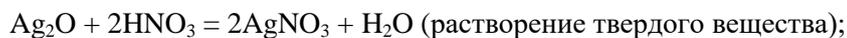
**Задание 1.** (автор Р.А. Бредихин).

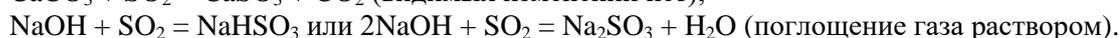
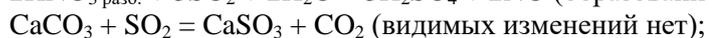
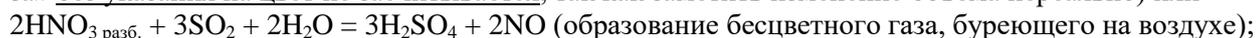
1. Названия: Ag_2O – оксид серебра, HNO_3 – азотная кислота, CaCO_3 – карбонат кальция, NaOH – гидроксид натрия, едкий натр, SO_2 – оксид серы(IV), диоксид серы, сернистый газ.

2. Уравнения реакций (в скобках признак реакции):



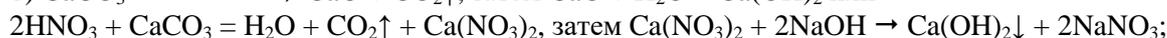
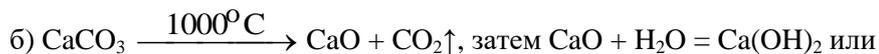
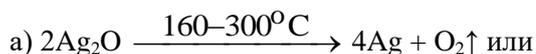
$\text{HNO}_3 + \text{NaOH} = \text{H}_2\text{O} + \text{NaNO}_3$ (видимых изменений нет (принимаются также варианты «выделение тепла» или «изменение окраски индикатора» или «изменение среды раствора»));

$2\text{HNO}_3_{\text{конц.}} + \text{SO}_2 = \text{H}_2\text{SO}_4 + 2\text{NO}_2$ (образование бурого газа или пожелтение раствора (признак «выделение газа» без указания на цвет не засчитывается, так как заметить изменение объема нереально) или



3. Названия: AgNO_3 – нитрат серебра (серебро азотнокислое, ляпис, здесь и далее засчитывается любое верное), Ag_2SO_4 – сульфат серебра, Ag – серебро, H_2O – вода, CO_2 – оксид углерода(IV), $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ – нитрат кальция, NaNO_3 – нитрат натрия, H_2SO_4 – серная кислота, NO_2 – оксид азота(IV) или NO – оксид азота(II), CaSO_3 – сульфит кальция, NaHSO_3 – гидросульфит натрия или Na_2SO_3 – сульфит натрия.

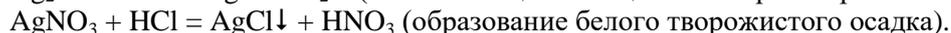
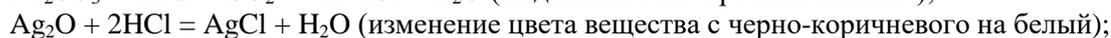
4. Возможные пути получения целевых веществ:



в) $2\text{HNO}_3 + \text{SO}_2 = \text{H}_2\text{SO}_4 + \text{NO}_2$, затем $\text{H}_2\text{SO}_4 + 2\text{NaOH} = \text{Na}_2\text{SO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$ или, что заметно менее рационально, $2\text{NaOH} + \text{SO}_2 = \text{Na}_2\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{O}$, затем $2\text{Na}_2\text{SO}_3 + \text{O}_2 = 2\text{Na}_2\text{SO}_4$.

5. Реактивы на кислоту – CaCO_3 или Na_2SO_3 , на хлорид ион – Ag_2O или AgNO_3 .

Уравнения реакций (в скобках признак реакции):

**Система оценивания:**

1. Названия веществ по 0,5 б.	$0,5 \times 5 = 2,5 \text{ б.}$
2. Уравнения реакций по 1 б., признаки каждой из реакций по 0,5 б.	$(1+0,5) \times 7 = 10,5 \text{ б.}$
3. Названия веществ-продуктов по 0,5 б.	$0,5 \times 11 = 5,5 \text{ б.}$
4. Корректный метод получения вещества в 1 или 2 стадии по 1,5 б.	$1,5 \times 3 = 4,5 \text{ б.}$
5. Реактивы по 1 б. (если оба на один ион, то всего 1 б.), уравнения реакций по 1 б., признаки по 0,5 б.	$(1+1+0,5) \times 2 = 5 \text{ б.}$
Всего	28 баллов

Задание 2. (авторы А.С. Чубаров, В.А. Емельянов)

1. а) Самый малораспространённый на Земле элемент второго периода, имеющий мало реакционноспособное простое вещество, это неон (порядковый номер 10). *Применение:* трубки, заполненные смесью неона и азота, дают красно-оранжевое свечение при пропускании через них электрического разряда, в связи с чем они широко используются в рекламе. Смесью неона и гелия используют как рабочую среду в газовых лазерах, а также ими наполняют газоразрядные лампы, сигнальные лампы в радиотехнической аппаратуре. В качестве инертной среды сейчас он практически не используется, так как вытеснен значительно более дешевым аргоном.

б) По описанию и свойствам это водород (порядковый номер 1), который действительно является самым распространённым элементом во Вселенной. Сверхтяжелый изотоп, о котором идет речь, тритий (Т или ^3H). Для расчета количества атомов через 1 год сначала рассчитаем их исходное количество: $N_0 = 1 \times 6 \times 10^{23} / 3 = 2 \times 10^{23}$ атомов. Тогда $N = 2 \times 10^{23} \times 2^{-1/12,3} = 2 \times 10^{23} \times 2^{-0,0813} = 2^{0,9187} \times 10^{23}$ или $2 \times 10^{23} \times 0,945 = 1,9 \times 10^{23}$ атомов.

в) Рассчитаем количество соды $n(\text{NaHCO}_3) = 5,7/84 = 0,068$ моль.

Согласно реакции [5] $n(\text{CO}_2) = n(\text{NaHCO}_3) = 0,068$ моль. $m(\text{CO}_2) = 0,068 \times 44 = 3$ г.

Согласно реакции [6] $n(\text{CaCO}_3, \text{осадка}) = n(\text{CO}_2) = 0,068$ моль. $m(\text{CaCO}_3) = 0,068 \times 100 \times 0,735 = 5$ г.

г) Один из самых легких газов, для которого считалось невозможным образование сложных веществ – это гелий (порядковый номер 2). Он находится в 1 периоде ПС. Так как известно, что он может образовывать соединение только со щелочным металлом, то представим формулу вещества M_xHe_y . Получим уравнение для массовой доли гелия $W_{\text{He}} = 4y/(4y + \text{M}x) = 0,08$. Преобразуем: $x/y = 46/\text{M}$. Возможные значения $\text{M} = 7, 23, 39, 85, 133$. Использование радиоактивного франция крайне маловероятно. Исходя из того что соединение должно быть стехиометрическое, то x, y – только целые числа. Единственный подходящий с высокой точностью элемент натрий, формула соединения Na_2He .

д) Ядро, которое превращается в изотоп лития после испускания альфа-частицы, содержит на два протона больше, чем литий. Следовательно, это бор (порядковый номер 5). Можно было выйти на него и по содержанию в буре (тетраборате натрия). Элемент находится в 3 группе ПС. Так как средняя атомная масса элемента 10,81, а массовые числа изотопов отличаются на 1, то эти массовые числа 10 и 11.

Примем содержание более тяжелого изотопа за x , тогда $10(1-x) + 11x = 10,81$, откуда $x = 0,81$ или 81 %.

е) Поскольку продуктами реакции являются только легкий горючий газ (водород) и водный раствор щелочи, это соединение щелочного металла (а в первых двух периодах он только один – литий) и водорода либо кислорода. Соединения щелочного металла с кислородом не будут выделять водород из воды, следовательно, искомое бинарное вещество LiH, сумма порядковых номеров элементов 4. Так как это соединение в расплаве проводит электрический ток, то связь в нем ионная.

ж) Простое вещество являющееся бледно-жёлтым газом и реагирующее со стеклом, это фтор (порядковый номер 9). По латинскому названию элемента также можно установить элемент. В природе он встречается в основном в минерале флюорите (CaF_2), фторапатите ($\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{F}$) и криолите (Na_3AlF_6).

2. Уравнения реакций [1-13]: [1] $2\text{H}_2 + \text{O}_2 = 2\text{H}_2\text{O}$;

[2] $\text{Zn} + 2\text{HCl} = \text{ZnCl}_2 + \text{H}_2$ и т.д.;

[3] $2\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{NaOH, электролиз}} 2\text{H}_2 + \text{O}_2$ или

$2\text{NaCl} + 2\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{электролиз}} 2\text{NaOH} + \text{H}_2 + \text{Cl}_2$ или

$\text{C} + \text{H}_2\text{O} \xrightarrow{t, ^\circ\text{C}} \text{CO} + \text{H}_2$ или

$\text{CH}_4 + \text{H}_2\text{O} \xrightarrow{t, ^\circ\text{C}} \text{CO} + 3\text{H}_2$ или

$\text{CO} + \text{H}_2\text{O} \xrightarrow{t, ^\circ\text{C}} \text{CO}_2 + \text{H}_2$;

[4] $^3_1\text{H} = ^0_{-1}\text{e} + ^3_2\text{He}$

[5] $\text{HA} + \text{NaHCO}_3 = \text{NaA} + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 \uparrow$;

[6] $\text{Ca}(\text{OH})_2 + \text{CO}_2 = \text{CaCO}_3 \downarrow + \text{H}_2\text{O}$;

[7] $^{10}_5\text{B} + ^1_0\text{n} = ^4_2\text{He} + ^7_3\text{Li}$;

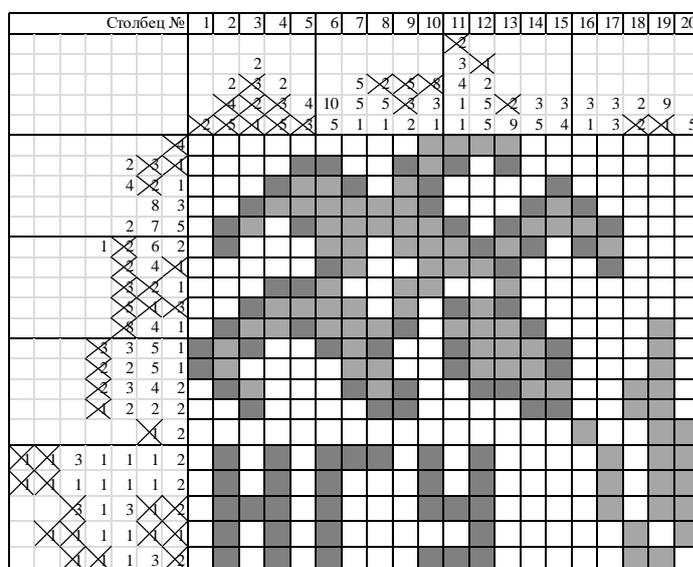
[8] $\text{LiH} + \text{H}_2\text{O} = \text{LiOH} + \text{H}_2 \uparrow$;

[9] $2\text{LiH} \xrightarrow{\text{расплав электролиз}} \text{Li} + \text{H}_2$;

[10] с учетом реакции [8], $2\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{LiOH, электролиз}} 2\text{H}_2 + \text{O}_2$; [11] $2\text{H}_2\text{O} + 2\text{F}_2 = 4\text{HF} + \text{O}_2$;

[12] $\text{SiO}_2 + 2\text{F}_2 = \text{SiF}_4 + \text{O}_2$; [13] $\text{Pt} + 3\text{F}_2 = \text{PtF}_6$ (формула продукта считается из массовой доли Pt).

3. В нашем кроссворде изображен цветок (картинка в условии задачи может служить Вам подсказкой). Под цветком расположены буквы НГУ, что расшифровывается как Новосибирский государственный университет.



Система оценивания:

1. Определение «чисел» по описаниям по 0,5 б., по расчетам (п. в) по 1 б.	$0,5 \times 8 + 1 \times 2 = 6 \text{ б.}$
Одно применение неона, ионная связь, формула (или название) минерала фтора по 0,5 б., формулы LiH и PtF_6 по 1 б.	$0,5 \times 3 + 1 \times 2 = 3,5 \text{ б.}$
Расчет формулы Na_2He , количества изотопа ^3H и мольной доли ^{11}B по 2 б.	$2 \times 3 = 6 \text{ б.}$
2. Уравнения реакций по 1 б.	$1 \times 13 = 13 \text{ б.}$
3. Цветок 2 б., НГУ 1 б., расшифровка по 0,5 б. за каждое слово	$2 + 1 + 0,5 \times 3 = 4,5 \text{ б.}$
Всего	33 балла

Задание 3. (автор В.А. Емельянов)

1. Глеющая лучинка вспыхивает в атмосфере кислорода. Из условия следует, что он получается при разложении бесцветного водного раствора вещества А, применяющегося в медицинской практике. Также в условии написано, что А состоит из двух элементов, одним из которых является водород, а еще известно, что вещество А образуется в небольшом количестве во влажной атмосфере при грозном разряде. Все это позволяет остановить свой выбор на бинарном соединении водорода и кислорода – перекиси (пероксиде) водорода H_2O_2 (А), 30 % раствор которой называется пергидроль (Б), а твердое соединение с мочевиной – гидроперит (В). Если описанные свойства не позволяют сделать однозначных выводов о составе вещества А, следует обратиться к п. 5.

2. Разложение пероксида водорода катализируют многие соединения переходных металлов и сами металлы. Самые известные и эффективные катализаторы - диоксид марганца и металлический палладий, а также фермент каталаза, входящий в состав крови.

3. Рассчитаем содержание компонентов в гидроперите.

В 15 граммах 3 % раствора содержится $0,03 \times 15 = 0,45 \text{ г H}_2\text{O}_2$. Столько же ее в 1,25 г гидроперита, остальные $1,25 - 0,45 = 0,8 \text{ г}$ - мочевины.

Массовая доля H_2O_2 в гидроперите составит $0,45/1,25 = 0,36$ (36 %), мочевины $0,8/1,25 = 0,64$ (64 %).

Поделив массы веществ, содержащихся в одной таблетке, на молярные массы, получим мольное отношение составных частей в гидроперите: $(0,45/34) : (0,8/60) = 1 : 1$.

4. Дезинфицирующие и отбеливающие свойства H_2O_2 обеспечиваются выделяющимся в результате ее разложения атомарным кислородом: $\text{H}_2\text{O}_2 = \text{H}_2\text{O} + \text{O}$, убивающим микроорганизмы и разрушающим органические красители вследствие своей высокой окислительной активности.

В «спокойной» атмосфере вода и кислород не реагируют, а вот при грозном разряде молекулярный кислород диссоциирует на атомы ($\text{O}_2 \xrightarrow{\text{разряд}} 2\text{O}$), в результате реакции которых с водой ($\text{H}_2\text{O} + \text{O} = \text{H}_2\text{O}_2$) в атмосфере и образуется небольшое количество перекиси водорода.

Верным можно считать и ответ про образование озона, который реагирует с водой, давая перекись водорода.

5. Для вещества Г состава BaX_n получаем, что $137/(137+nM_x) = 0,811$, откуда $nM_x = 32$. По цифрам хорошо подходят сера и BaS , а также кислород и BaO_2 . Поскольку вещество А получается взаимодействием вещества Г с разбавленной серной кислотой, то для первого случая это сероводород, что никак не подходит по условию задачи (образование в атмосфере, обесцвечивание волос и т.д.), а для второго – перекись водорода, что хорошо согласуется с условием.

Уравнение реакции: $\text{BaO}_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{BaSO}_4 \downarrow + \text{H}_2\text{O}_2$.

6. Уравнения реакций [1-8]: [1] $2\text{Fe}(\text{OH})_2 + \text{H}_2\text{O}_2 = 2\text{Fe}(\text{OH})_3$; [2] $\text{Mn}(\text{OH})_2 + \text{H}_2\text{O}_2 = \text{MnO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$;

[3] $2\text{KI} + \text{H}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O}_2 = \text{I}_2 + \text{K}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O}$; [4] $2\text{HCl} + \text{H}_2\text{O}_2 = \text{Cl}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$;

[5] $\text{PbS} + 4\text{H}_2\text{O}_2 = \text{PbSO}_4 + 4\text{H}_2\text{O}$; [6] $\text{Ag}_2\text{O} + \text{H}_2\text{O}_2 = 2\text{Ag} + \text{H}_2\text{O} + \text{O}_2 \uparrow$;

[7] $2\text{KMnO}_4 + 3\text{H}_2\text{SO}_4 + 5\text{H}_2\text{O}_2 = 2\text{MnSO}_4 + \text{K}_2\text{SO}_4 + 8\text{H}_2\text{O} + 5\text{O}_2 \uparrow$;

[8] $\text{MnO}_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O}_2 = \text{MnSO}_4 + 2\text{H}_2\text{O} + \text{O}_2 \uparrow$.

Система оценивания:

1. Название вещества А 2 б. (если название неверное, но где-то есть верная формула, то 1 б.), препаратов Б и В по 1 б.	$2 + 1 \times 2 = 4 \text{ б.}$
2. Пример добавки (можно переходные металлы) 1 б.	1 б.
3. Массовые доли по 2 б., мольное отношение 2 б.	$2 \times 2 + 2 = 6 \text{ б.}$
4. Атомарный кислород 2 б. (просто кислород 1 б.), диссоциация O_2 (образование O_3) 1 б.	$2 + 1 = 3 \text{ б.}$
5. Формула Г 2 б., уравнение реакции 1 б.	$2 + 1 = 3 \text{ б.}$
6. Уравнения реакций по 1 б.	$1 \times 8 = 8 \text{ б.}$
Всего	25 баллов

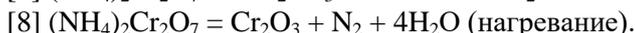
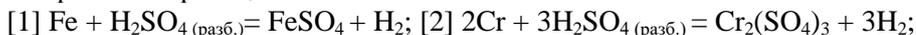
Задание 4. (авторы А.М. Зима, В.А. Емельянов).

1. Поскольку в задаче речь идет о стали, способах ее защиты от коррозии и предохранении металла **A** от ржавления, то, нетрудно догадаться, что металл **A** представляет собой железо (**A** = **Fe**). Именно железо составляет наибольшую долю **M** по массе.

В качестве раскислителей (для удаления из расплава растворенного кислорода) при производстве стали обычно применяются такие неметаллы как углерод и кремний. Из перечисленных элементов только кремний (**B** = **Si**) образует белый оксид. Он и является вторым по распространенности элементом Периодической системы в земной коре после кислорода. Подтвердим эту догадку с помощью расчетов, обозначив оксид **B** как $\text{BO}_{n/2}$. $M(\text{BO}_{n/2}) = (8/(1-0,467))^*n = 15*n$, где n – степень окисления **B** в оксиде. Тогда разумный вариант получаем при $n = 4$, что соответствует $M(\text{B}) = 60 - 32 = 28$ г/моль и элементу кремнию.

Установим металл **B** по данным о составе аммонийной соли **Г**. Тогда $M(\text{B})*2/(18*2 + M(\text{B})*2 + 16*x) = 0,413$, откуда $M(\text{B}) = 12,7 + 5,6*x$. Подбирая значения нетрудно убедиться, что разумное значение $M(\text{B})$ получается при $x = 7$ и оно равно $M(\text{B}) = 52,1$ г/моль, что соответствует **B** = **Cr** и **Г** = $(\text{NH}_4)_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ (дихромат аммония).

2. Уравнения реакций:



3. Найдем массовую долю кремния в стали. Количество вещества кремния $n(\text{Si}) = n(\text{SiO}_2) = m(\text{SiO}_2)/M(\text{SiO}_2) = 12,8/60,1 = 0,213$ ммоль, тогда его масса равна $m(\text{Si}) = n(\text{Si}) * M(\text{Si}) = 0,213 * 28,1 = 5,99$ мг ≈ 6 мг, а массовое содержание в стали $\omega(\text{Si}) = m(\text{Si})/m(\text{стали}) = (0,006/1,000) * 100\% = 0,6\%$. (Можно вычислить массу элемента **B** в навеске стали, не устанавливая элемент **B**: $m(\text{B}) = \omega_{\text{B}} * m(\text{BO}_{n/2}) = 0,467 * 12,8 = 5,98$ мг ≈ 6 мг).

Масса хрома в стали составит $m(\text{Cr}) = 7,7 * 10^{-2} * 52 \approx 4$ мг, а его массовая доля $\omega(\text{Cr}) = (0,004/1) * 100\% = 0,4\%$.

Массовая доля железа в стали **M** будет равна $\omega(\text{Fe}) = 100 - 0,6 - 0,4 = 99\%$

4. Установим состав веществ **Д** – **И** с помощью расчетов. Из условия известно, что **Д** и **Ж** являются оксидами железа и хрома и соответственно. Найдем соотношение входящих в них элементов. Для вещества **Д** отношение $\text{Fe} : \text{O} = (100-30,1)/55,8 : 30,1/16 = 1,25 : 1,88 = 2 : 3$ и формула соединения **Д** = Fe_2O_3 .

Вещество **Ж**: $\text{Cr} : \text{O} = (100-31,6)/52 : 31,6/16 = 1,315 : 1,975 = 2 : 3$, **Ж** = Cr_2O_3 .

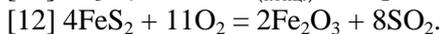
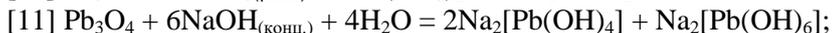
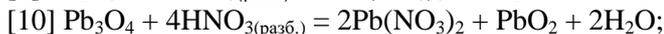
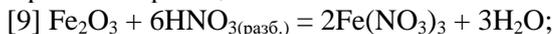
Поскольку из условия видно, что **Е** представляет собой смешанновалентный оксид, то запишем его формулу как $\text{Э}_x\text{O}_y$. Тогда $M(\text{E}) = (16/0,093)*y = 172*y$. Подбирая значения x и y , можно убедиться, что под условие задачи подходят $x = 3$ и $y = 4$ ($M(\text{E}) = 688$ г/моль), что соответствует **Е** = Pb_3O_4 .

Вещество **И**, по способу его получения, также должно являться оксидом. Запишем его формулу как $\text{ЭO}_{n/2}$, где n – степень окисления элемента. Тогда получим, что $M(\text{И}) = (8/0,5)*n = 16,0*n$. На оставшийся элемент в таком случае приходится $16,0*n - 8*n = 8,0*n$. Тогда при $n = 4$ получаем элемент с $M = 32,0$ г/моль, что соответствует сере. Разумных вариантов при других значениях n получить не удастся. Таким образом **И** = SO_2 .

При сгорании вещества **З** на воздухе образовался SO_2 , поэтому **З** содержит в своем составе серу. Тогда отношение $\text{Fe} : \text{S} = 46,5/55,8 : 32 = 0,833 : 1,67 = 1 : 2$ и формула соединения **З** = FeS_2 .

Можно было установить состав соединений **Д** – **И** опираясь на их свойства, приведенные в условии задачи.

Уравнения реакций:



Существенный недостаток свинцового сурика - его токсичность. Поэтому в настоящее время синтетический свинцовый сурик Pb_3O_4 используется значительно реже природного железного Fe_2O_3 .

5. Процесс лужения – это нанесение на поверхность тонкого слоя олова (**K** = **Sn**), следовательно, раньше мост назывался «Оловозаводским». Недостатком такого способа защиты железа является то, что олово - менее активный металл, и при повреждении его слоя будет происходить преимущественная коррозия железа.

Система оценивания:

1. Определение элементов A – B по 1 б., формула и название Г по 1 б.	1×5 = 5 б.
2. Уравнения реакций по 1 б.	1×8 = 8 б.
3. Содержание A - B в стали по 2 б.	2×3 = 6 б.
4. Состав Д – И по 2 б, уравнения реакций по 1 б., выбор Д и объяснение по 0,5 б.	2×5+1×4+0,5×2 = 15 б.
5. Металл K и недостаток защиты по 1 б.	1×2 = 2 б.
Всего	36 баллов