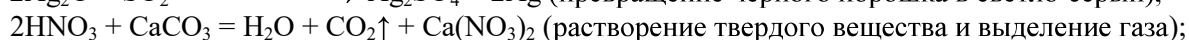
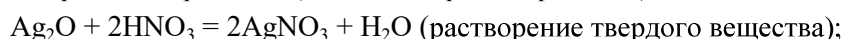
**Задание 1.** (автор Р.А. Бредихин).

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.

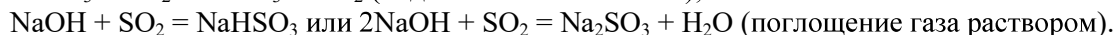
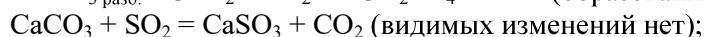
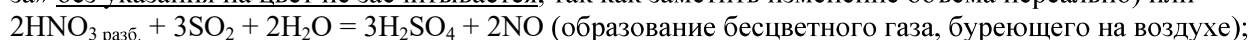
2. Классы соединений: Ag_2O , SO_2 – оксиды, HNO_3 – кислота, NaOH – основание (щелочь), CaCO_3 – соль.

3. Уравнения реакций (в скобках признак реакции):



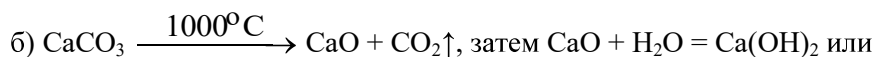
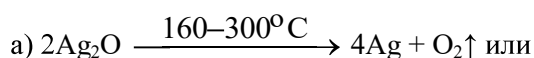
$\text{HNO}_3 + \text{NaOH} = \text{H}_2\text{O} + \text{NaNO}_3$ (видимых изменений нет (принимаются также варианты «выделение тепла» или «изменение окраски индикатора» или «изменение среды раствора»));

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



4. 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), $\text{Ca(NO}_3)_2$ – 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.

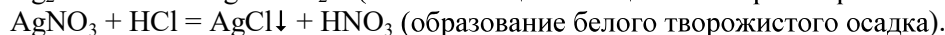
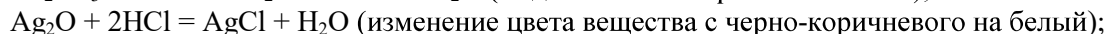
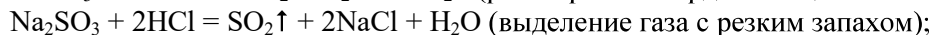
5. Возможные пути получения целевых веществ:



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 $2\text{Na}_2\text{SO}_3 + \text{O}_2 = 2\text{Na}_2\text{SO}_4$.

6. 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. Классы соединений по 0,5 б.	$0,5 \times 5 = 2,5 \text{ б.}$
3. Уравнения реакций по 1 б., признаки каждой из реакций по 0,5 б.	$(1+0,5) \times 7 = 10,5 \text{ б.}$
4. Названия веществ-продуктов по 0,5 б.	$0,5 \times 11 = 5,5 \text{ б.}$
5. Корректный метод получения вещества в 1 или 2 стадии по 2 б.	$2 \times 3 = 6 \text{ б.}$
6. 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	32 балла

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 им 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, третий (Т).

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

Согласно реакции [4] $n(\text{CO}_2) = n(\text{NaHCO}_3) = 0,068$ моль. $m(\text{CO}_2) = 0,068 \times 44 = 3$ г.

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

г) Самый легкий одноатомный газ – это гелий (порядковый номер 2). Он находится в 1 периоде ПС. Представим формулу вещества как Na_xHe_y . Получим уравнение для массовой доли гелия $W_{\text{He}} = 4y/(4y+23x) = 0,08$. Преобразуем: $23x/4y = 11,5$, откуда $x/y = 2$. То есть, формула соединения Na_2He .

д) Поскольку элемент входит в состав буры, а еще и борной кислоты, то это бор (порядковый номер 5). 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, искомым бинарное вещество LiH , сумма порядковых номеров элементов 4.

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 [1-9]: [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] $\text{HA} + \text{NaHCO}_3 = \text{NaA} + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2\uparrow$;

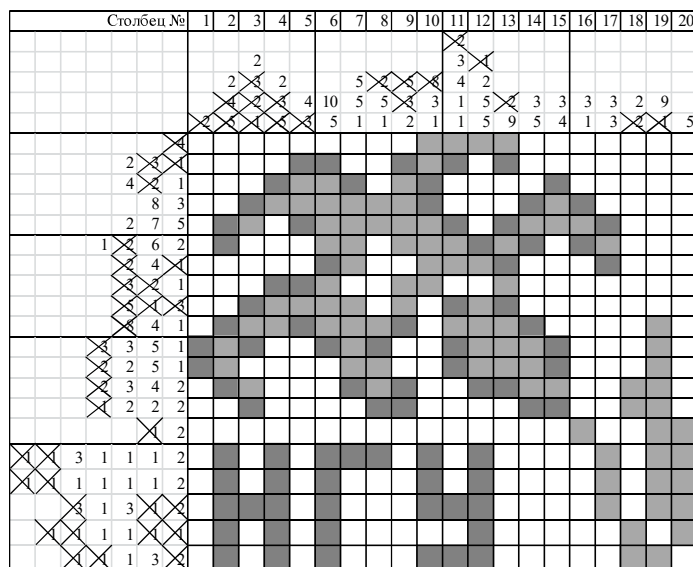
[5] $\text{Ca}(\text{OH})_2 + \text{CO}_2 = \text{CaCO}_3\downarrow + \text{H}_2\text{O}$;

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

[7] $2\text{H}_2\text{O} + 2\text{F}_2 = 4\text{HF} + \text{O}_2$;

[8] $\text{SiO}_2 + 2\text{F}_2 = \text{SiF}_4 + \text{O}_2$;

[9] $\text{Pt} + 3\text{F}_2 = \text{PtF}_6$ (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.	$0,5 \times 8 + 1 \times 2 = 6$ б.
Одно применение неона, символ и название трития, формула и название минерала фтора по 0,5 б.	$0,5 \times 5 = 2,5$ б.
Формулы Na_2He , LiH , PtF_6 по 1 б., мольная доля ^{11}B 2 б.	$1 \times 3 + 2 = 5$ б.
2. Уравнения реакций по 1 б.	$1 \times 9 = 9$ б.
3. Цветок 2 б., НГУ 1 б., расшифровка по 0,5 б. за каждое слово	$2 + 1 + 0,5 \times 3 = 4,5$ б.
Всего	27 баллов

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 **A**, применяющегося в медицинской практике. Также в условии написано, что **A** состоит из двух элементов, одним из которых является водород, а еще известно, что вещество **A** образуется в небольшом количестве во влажной атмосфере при грозовом разряде. Все это позволяет остановить свой выбор на бинарном соединении водорода и кислорода – перекиси (пероксиде) водорода H_2O_2 (**A**), 30 % раствор которой называется пергидроль (**Б**), а твердое соединение с мочевиной - гидроперит (**B**). Если описанные свойства не позволяют сделать однозначных выводов о составе вещества **A**, 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 $0,03 \cdot 15 = 0,45$ г H_2O_2 . Столько же ее в 1,25 г гидроперита, остальные $1,25 - 0,45 = 0,8$ 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: $H_2O_2 = H_2O + O$, убивающим микроорганизмы и разрушающим органические красители вследствие своей высокой окислительной активности.

В «спокойной» атмосфере вода и кислород не реагируют, а вот при грозовом разряде молекулярный кислород диссоциирует на атомы ($O_2 \xrightarrow{\text{разряд}} 2O$), в результате реакции которых с водой ($H_2O + O = H_2O_2$) 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 **A** 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: $BaO_2 + H_2SO_4 = BaSO_4 \downarrow + H_2O_2$.

6. Уравнения реакций [1-8]:

[1] $2Fe(OH)_2 + H_2O_2 = 2Fe(OH)_3$; [2] $Mn(OH)_2 + H_2O_2 = MnO_2 + 2H_2O$;

[3] $2KI + H_2SO_4 + H_2O_2 = I_2 + K_2SO_4 + H_2O$; [4] $2HCl + H_2O_2 = Cl_2 \uparrow + 2H_2O$;

[5] $PbS + 4H_2O_2 = PbSO_4 + 4H_2O$; [6] $Ag_2O + H_2O_2 = 2Ag + H_2O + O_2 \uparrow$;

[7] $2KMnO_4 + 3H_2SO_4 + 5H_2O_2 = 2MnSO_4 + K_2SO_4 + 8H_2O + 5O_2 \uparrow$;

[8] $MnO_2 + H_2SO_4 + H_2O_2 = MnSO_4 + 2H_2O + O_2 \uparrow$.

Система оценивания:

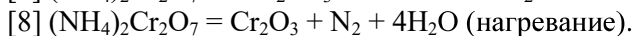
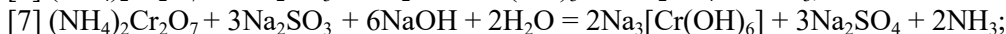
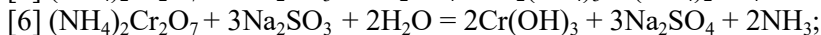
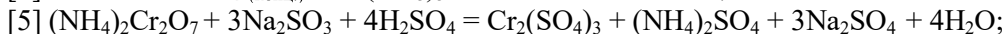
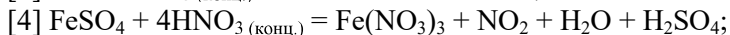
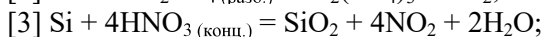
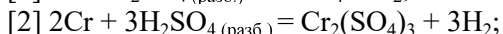
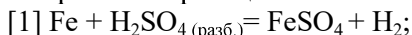
1. Название вещества A 2 б. (если название неверное, но где-то есть верная формула, то 1 б.), препаратов Б и В по 1 б.	2+1×2 = 4 б.
2. Пример добавки (можно переходные металлы) 1 б.	1 б.
3. Массовые доли по 2 б., мольное отношение 2 б.	2×2+2 = 6 б.
4. Атомарный кислород 2 б. (просто кислород 1 б.), диссоциация O_2 (образование O_3) 1 б.	2+1 = 3 б.
5. Формула Г 2 б., уравнение реакции 1 б.	2+1 = 3 б.
6. Уравнения реакций по 1 б.	1×8 = 8 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. $M(\text{BO}_2) = (16 \cdot 2 / (1 - 0,467)) = 60$ г/моль. Тогда $M(\text{B}) = 60 - 32 = 28$ г/моль, что соответствует элементу кремнию.

Установим металл **B** по данным о составе аммонийной соли **Г**. Тогда $M(\text{B}) \cdot 2 / (18 \cdot 2 + M(\text{B}) \cdot 2 + 16 \cdot 7) = 0,413$, откуда $M(\text{B}) = 52$ 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 $m(\text{Si}) = n(\text{Si}) \cdot M(\text{Si}) = 0,213 \cdot 28,1 = 5,99$ мг \approx 6 мг, а массовое содержание в стали $\omega(\text{Si}) = m(\text{Si}) / m(\text{стали}) = (0,006 / 1,000) \cdot 100\% = 0,6\%$. (Можно вычислить массу элемента **B** в навеске стали, не устанавливая элемент **B**: $m(\text{B}) = \omega_{\text{B}} \cdot m(\text{BO}_2) = 0,467 \cdot 12,8 = 5,98$ мг \approx 6 мг).

Масса хрома в стали составит $m(\text{Cr}) = 7,7 \cdot 10^{-2} \cdot 52 \approx 4$ мг, а его массовая доля $\omega(\text{Cr}) = (0,004 / 1) \cdot 100\% = 0,4\%$. Массовая доля железа в стали **M** будет равна $\omega(\text{Fe}) = 100 - 0,6 - 0,4 = 99\%$

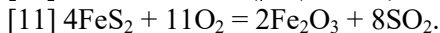
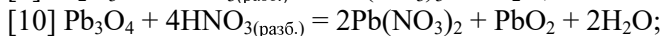
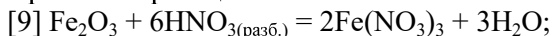
4. Установим состав веществ **Д** – **И** с помощью расчетов. Из условия известно, что **Д**, **Е** и **Ж** являются оксидами железа, свинца и хрома и соответственно. Найдем соотношения входящих в них элементов. Для вещества **Д** отношение $\text{Fe} : \text{O} = (100 - 30,1) / 55,8 : 30,1 / 16 = 1,25 : 1,88 = 2 : 3$ и формула соединения **Д** = **Fe₂O₃**. Проведем аналогичные расчеты для оставшихся веществ.

Вещество **Е**: $\text{Pb} : \text{O} = (100 - 9,3) / 207 : 9,3 / 16 = 0,439 : 0,581 = 3 : 4$, **Е** = **Pb₃O₄**.

Вещество **Ж**: $\text{Cr} : \text{O} = (100 - 31,6) / 52 : 31,6 / 16 = 1,315 : 1,975 = 2 : 3$, **Ж** = **Cr₂O₃**.

Поскольку известно, что вещество **И** также является оксидом, запишем его формулу как $\text{ЭO}_{n/2}$, где n – степень окисления элемента. Тогда получим, что $M(\text{И}) = (8/0,5) \cdot n = 16,0 \cdot n$. На оставшийся элемент в таком случае приходится $16,0 \cdot n - 8 \cdot n = 8,0 \cdot n$. 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** = **SO₂**.

При сгорании вещества **З** на воздухе образовался **SO₂**, поэтому **З** содержит в своем составе серу. Тогда отношение $\text{Fe} : \text{S} = 46,5 / 55,8 : 53,5 / 32 = 0,833 : 1,67 = 1 : 2$ и формула соединения **З** = **FeS₂**.

Уравнения реакций:**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 веществ Д – И по 2 б, уравнения реакций по 1 б.	2×5 + 1×3 = 13 б.
Всего	32 балла