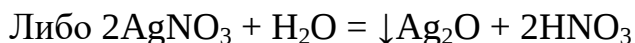
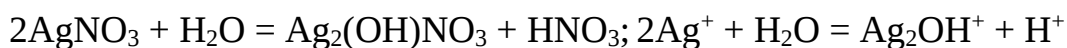
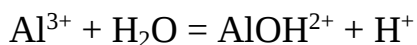
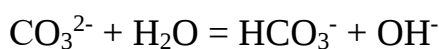
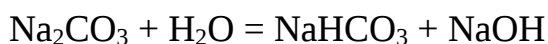


ЗАДАЧА 9-1

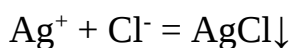
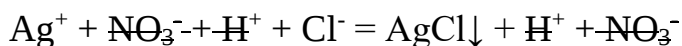
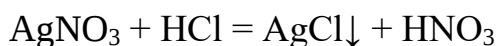
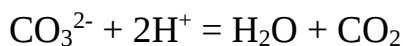
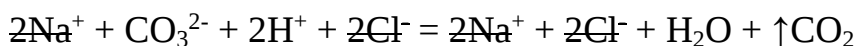
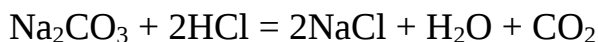
Решение

1. С помощью лакмуса однозначно можно определить только раствор соляной кислоты – красная окраска.

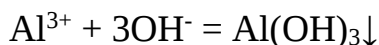
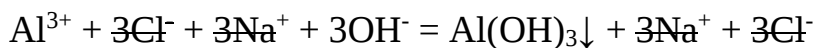
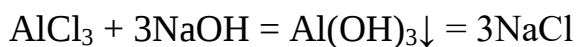
Растворы карбоната натрия и гидроксида натрия окрасят лакмус в синий цвет, а растворы хлорида алюминия и нитрата серебра имеют слабокислую среду из-за процесса гидролиза – лакмус розовеет.

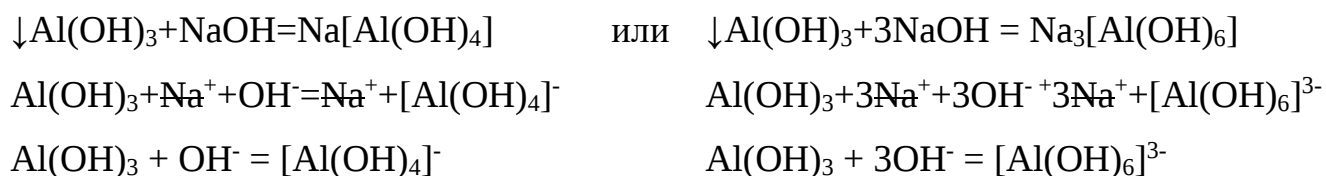


2. Используя раствор соляной кислоты определить, где находятся растворы карбоната натрия, по выделению углекислого газа (CO_2) и нитрат серебра – выпадение белого осадка:



3. В оставшихся пробирках находятся растворы NaOH - лакмус синий, и AlCl_3 – лакмус розовый. Добавляя раствор NaOH к раствору AlCl_3 , сначала получим белый творожистый осадок $\text{Al}(\text{OH})_3$, который растворяется в избытке щелочи, так как образуется комплекс – $\text{Na}[\text{Al}(\text{OH})_4]$ – бесцветный раствор.





Система оценивания

1.	Определен раствор соляной кислоты по цвету лакмуса.	2 балла
2.	Верно написаны уравнения реакций гидролиза солей в молекулярной и ионной формах.	по 3 балла за реакцию (всего 9 баллов)
3.	Верно написаны уравнения реакций определения карбоната натрия и нитрата серебра с помощью соляной кислоты в молекулярной и ионной формах.	по 2 балла за реакцию (всего 4 балла)
4.	Верно определены растворы гидроксида натрия и хлорида алюминия по лакмусу	1 балл
5.	Верно написано уравнение реакции между хлоридом алюминия и <u>недостатком</u> гидроксида натрия в молекулярной и ионной формах	1 балл
6.	Верно написано уравнение реакции взаимодействия хлорида алюминия с <u>избытком</u> гидроксидом натрия в молекулярной и ионной формах (не засчитывать ответ, если в качестве продукта написан NaAlO_2 , так как такой продукт получается только при сплавлении сухих веществ)	3 балла
7.	Если какая-либо реакция написана только в молекулярной форме, то от общего количества баллов <u>за эту реакцию</u> снять 0,5 балла.	
ИТОГО		20 баллов

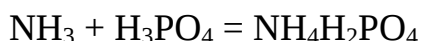
ЗАДАЧА 9 – 2

Решение

1. Составить уравнения реакций взаимодействия гидроксида натрия с хлоридом аммония:



При избытке аммиака (т.е. недостатке фосфорной кислоты) образуется дигидрофосфат аммония:



2. Вычислить массы хлорида аммония и гидроксида натрия по формуле:

$$\omega = \frac{m_{\text{вещества}}}{m_{\text{раствора}}} * 100\%, \text{ тогда } m_{\text{вещества}} = \omega * m_{\text{раствора}} / 100\%$$

$$m(\text{NH}_4\text{Cl}) = 107 * 0,2 = 21,4 \text{ г}$$

$$m(\text{NaOH}) = 150 * 0,18 = 27 \text{ г}$$

3. Вычислить количества веществ хлорида аммония и гидроксида натрия по формуле: $\nu = \frac{m}{M}$

$$\nu(\text{NH}_4\text{Cl}) = 21,4 \text{ г} / 53,5 \text{ г/моль} = 0,4 \text{ моль}$$

$$\nu(\text{NaOH}) = 27 \text{ г} / 40 \text{ г/моль} = 0,675 \text{ моль.}$$

Хлорид аммония взят в недостатке, значит, все последующие вычисления проводить по его количеству вещества.

4. Вычислить количество вещества хлорида натрия

$$\nu(\text{NH}_4\text{Cl}) = \nu(\text{NaCl}) = 0,4 \text{ моль}$$

$$5. \text{ Рассчитать } m(\text{NaCl}) = 58,5 * 0,4 = 23,4 \text{ г}$$

6. Вычислить количество вещества аммиака: $\nu(\text{NH}_3) = \nu(\text{NH}_4\text{Cl}) = 0,4 \text{ моль}$

$$m(\text{NH}_3) = 0,4 * 17 = 6,8 \text{ г.}$$

7. Вычислить суммарную массу раствора с учетом того, что аммиак – газ:

$$m = 107 + 150 - m(\text{NH}_3) = 107 + 150 - 6,8 = 250,2 \text{ г.}$$

1. Вычислить массовую долю раствора хлорида натрия по формуле

$$\omega = \frac{m_{\text{вещества}}}{m_{\text{раствора}}} * 100\%, \omega = 23,4 / 250,2 = 0,0935 = 9,35\%$$

2. Вычислить массу фосфорной кислоты, необходимой для нейтрализации аммиака: по уравнению реакции $\nu(\text{NH}_3) = \nu(\text{H}_3\text{PO}_4) = 0,4$ моль, значит, $m(\text{H}_3\text{PO}_4) = 0,4 \cdot 98 = 39,2$ г.
3. Вычислить массу 60%-ого раствора H_3PO_4 $m(\text{H}_3\text{PO}_4) = 39,2 / 0,6 = 65,3$ г.

Система оценивания

1.	Верно составлены уравнения реакций	4 балла (по 2 балла за каждое)
2.	Вычислены массы хлорида аммония и гидроксида натрия	2 балла (по 1 баллу за каждую)
3.	Вычислены количества вещества хлорида аммония и гидроксида натрия	2 балла (по 1 баллу за каждую)
4.	Найдено количество вещества хлорида натрия по хлориду аммония	1 балл
5.	Вычислена масса хлорида натрия	1 балл
6.	Найдено количество вещества аммиака по хлориду аммония	1 балл
7.	Вычислена масса аммиака	1 балл
8.	Вычислена масса раствора	1 балл
9.	Вычислена массовая доля хлорида натрия в растворе	2 балла
10.	Найдено количество вещества фосфорной кислоты по аммиаку	1 балл
11.	Вычислена масса фосфорной кислоты	2 балла
12.	Вычислена масса раствора фосфорной кислоты	2 балла
ИТОГО		20 баллов

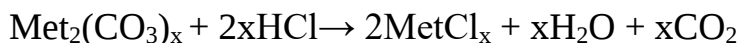
ЗАДАЧА 9-3

Решение

1. Определить молярную массу газа, используя плотность паров по воздуху:

$D = \frac{M_{\text{газа}}}{M_{\text{воздуха}}}$, тогда $M(\text{газа}) = 1,5 \cdot 29 \text{ г/моль} = 44 \text{ г/моль}$. Раз газ не поддерживает горение, значит, подходят азот и углекислый газ, но молярная масса азота 28 г/моль, а у углекислого газа 44 г/моль. Тогда «лесной дух» - углекислый газ.

2. Раз углекислый газ выделяется при действии соляной кислоты на среднюю соль, значит, соль-карбонат некоторого металла общей формулой $\text{Met}_2(\text{CO}_3)_x$. Тогда уравнение реакции будет выглядеть:



3. Рассчитать количество вещества углекислого газа, зная его объем при н.у.

по формуле: $\nu = \frac{V}{V_m}$, где V_m - молярный объем (22,4 л/моль). Тогда $\nu(\text{CO}_2) = 0,01 \text{ моль}$.

4. Зная количество вещества углекислого газа по уравнению реакции можно найти количество вещества средней соли: $\nu(\text{CO}_2) : \nu(\text{Met}_2(\text{CO}_3)_x) = x:1$, тогда $\nu(\text{Met}_2(\text{CO}_3)_x) = 0,01/x \text{ моль}$.

5. По условию задачи соляной кислотой обработали 1 г соли, значит, количество вещества соли $\nu(\text{Met}_2(\text{CO}_3)_x) =$

$$\frac{1 \text{ г}}{(2 \cdot M(\text{Met}) + x \cdot M(\text{CO}_3)) \text{ г/моль}} = \frac{1}{2 \cdot M(\text{Met}) + 60 \cdot x} \text{ моль}$$

6. Исходя из расчета количества вещества карбоната металла по уравнению реакции и по условию задачи, получить: $\frac{0,01}{x} = \frac{1}{2 \cdot M(\text{Met}) + 60 \cdot x}$, тогда

$$0,01 \cdot 2 \cdot M(\text{Met}) + 0,01 \cdot 60 \cdot x = x;$$

$$0,02 \cdot M(\text{Met}) + 0,6 \cdot x = x;$$

$$0,02 \cdot M(\text{Met}) = 0,4 \cdot x$$

$$M(\text{Met}) = 20 \cdot x.$$

7. Если $x = 1$, т.е. металл одновалентен, то $M(\text{Met}) = 20$ г/моль, но одновалентного металла с такой массой нет; если $x=2$, то $M(\text{Met}) = 40$ г/моль, подходит кальций.

X	1	2	3	4
$M(\text{Met})$, г/моль	20	40	60	80

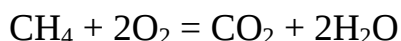
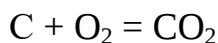
Система оценивания

1.	Определена молярная масса газа через плотность паров по воздуху.	2 балла
2.	Определен газ, который называли «лесной дух» - углекислый газ.	3 балла
3.	Написана схема реакции	4 балла
4.	Найдено количество вещества углекислого газа	2 балла
5.	Найдено количество вещества средней соли через количество вещества выделившегося углекислого газа	1 балл
6.	Записано уравнение для нахождения количества вещества средней соли через массу	2 балла
7.	Составлено равенство между количествами вещества средней соли, найденными разными способами	3 балла
8.	Решено уравнение	1 балл
9.	Найден металл	2 балла
ИТОГО		20 баллов

ЗАДАЧА 9-4

Решение

1. Написать реакции сгорания углерода и метана:



2. Рассчитать теплоты сгорания на 1 кг топлива (т.к. необходимо найти массы сжигаемых веществ) с учетом содержания компонентов:

для С: $M(\text{C}) = 12$ г/моль, следовательно, его удельная теплота сгорания:

$$Q_{\text{сгор(С)}} \text{ удельная} = \frac{394 \text{ кДж/моль}}{12 \text{ г/моль}} = 32,8 \frac{\text{кДж}}{\text{г}} = 32800 \text{ кДж/кг}$$

3. Т.к. содержание углерода 80%. а получить надо 100 000 кДж теплоты, то масса каменного угля, который необходимо сжечь:

$$m_{\text{каменного угля}} = \frac{100000 \text{ кДж}}{32800 \text{ кДж/кг} \cdot 0,8} = 3,8 \text{ кг}$$

4. Аналогично, произвести расчеты для CH_4 : $M(\text{CH}_4) = 16$ г/моль, следовательно, его удельная теплота сгорания:

$$Q_{\text{сгор(С)}} \text{ удельная} = \frac{890 \text{ кДж/моль}}{16 \text{ г/моль}} = 55,625 \frac{\text{кДж}}{\text{г}} = 55625 \text{ кДж/кг}$$

5. Т.к. содержание метана 98%. а получить надо 100 000 кДж теплоты, масса природного газа, который необходимо сжечь:

$$m_{\text{природного газа}} = \frac{100000 \text{ кДж}}{55625 \text{ кДж/кг} \cdot 0,98} = 1,83 \text{ кг}$$

6. Отношение масс каменного угля и природного газа:

$$\frac{3,8 \text{ кг}}{1,83 \text{ кг}} = 2,08$$

Т.е. масса природного газа, необходимого для получения некоторого количества теплоты, в 2,08 раза меньше массы каменного угля, необходимого для получения такого же количества теплоты.

7. Для вычисления объемов выделившегося CO_2 найдем количества молей углерода и метана в указанных массах сжигаемого топлива:

Для каменного угля:

$$m(C) = 3,8 \text{ кг} * 0,8 = 3,04 \text{ кг} = 3040 \text{ г.}$$

$$\nu(C) = \frac{3040 \text{ г}}{12 \text{ г/моль}} = 253,3 \text{ моль}$$

По уравнению при сгорании 1 моль углерода выделяется один моль CO_2 , следовательно: $\nu(\text{CO}_2) = \nu(C) = 253,3 \text{ моль}$

8. В таком случае объем CO_2 , выделившегося при сгорании угля по уравнению Менделеева-Клапейрона:

$$V(\text{CO}_2) = \frac{\nu RT}{p} = \frac{253,3 \text{ моль} * 8,314 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}} * 273 \text{ К}}{1,013 * 10^5 \text{ Па}} = 5,67 \text{ м}^3$$

или с использованием выражения для молярного объема:

$$V(\text{CO}_2) = \nu * V_m = 253,3 \text{ моль} * 22,4 \frac{\text{л}}{\text{моль}} = 5674 \text{ л} = 5,67 \text{ м}^3$$

9. Аналогичные расчеты выполняем для метана:

$$m(\text{CH}_4) = 1,83 \text{ кг} * 0,98 = 1,793 \text{ кг} = 1793 \text{ г.}$$

$$\nu(\text{CH}_4) = \frac{1793 \text{ г}}{16 \text{ г/моль}} = 112 \text{ моль}$$

По уравнению при сгорании 1 моль метана выделяется один моль CO_2 , следовательно

$$\nu(\text{CO}_2) = \nu(\text{CH}_4) = 112 \text{ моль}$$

В таком случае объем CO_2 , выделившегося при сгорании метана: по уравнению Менделеева-Клапейрона:

$$V(\text{CO}_2) = \frac{\nu RT}{p} = \frac{112 \text{ моль} * 8,314 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}} * 273 \text{ К}}{1,013 * 10^5 \text{ Па}} = 2,51 \text{ м}^3$$

или с использованием выражения для молярного объема:

$$V(\text{CO}_2) = \nu * V_m = 112 \text{ моль} * 22,4 \frac{\text{л}}{\text{моль}} = 2508 \text{ л} = 2,51 \text{ м}^3$$

Отношение объемов углекислого газа, выделившихся при сгорании каменного угля и природного газа:

$$\frac{5,67 \text{ м}^3}{2,51 \text{ м}^3} = 2,26$$

Т.е. объем углекислого газа, выбрасываемый при сжигании природного газа, необходимого для получения некоторого количества теплоты, в 2,26 раза

меньше объема углекислого газа, выбрасываемого при сжигании каменного угля, необходимого для получения такого же количества теплоты.

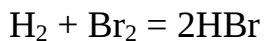
Система оценивания

Написаны уравнения сгорания каменного угля и природного газа	Всего 2 балла (по 1 баллу за реакцию)
Найдены удельные теплоты сгорания каменного угля и природного газа	Всего 2 балла (по 1 баллу за каждую)
Найдены массы каменного угля и природного газа для получения 100000 кДж теплоты	Всего 2 балла (по 1 баллу за каждую)
Показано, во сколько раз выгоднее использовать природный газ, чем уголь	1 балл
Найдены массы углерода и метана в каменном угле и природном газе	4 балла (по 2 балла за каждую)
Найдены количества вещества углерода и метана	2 балла (по 1 баллу за каждое)
По уравнениям реакций найдены количества вещества углекислого газа, выделившегося при сгорании углерода и метана	2 балла (по 1 баллу за каждое)
Найдены объемы (любым способом) выделившегося углекислого газа при сгорании углерода и метана	4 балла (по 2 балла за каждый)
Оценена экологическая нагрузка	1 балл
ИТОГО	20 баллов

ЗАДАЧА 9-5

Решение:

1. Написать реакцию образования бромоводорода:



2. Найти количество молей прореагировавшего брома:

$\nu(\text{Br}_2)_{\text{прореагировавшего}} = 0,35 - 0,08 = 0,27$ моля, тогда по уравнению реакции количество молей бромоводорода, образовавшегося в ходе реакции:

$$\nu(\text{HBr})_{\text{равновесное}} = 2 * \nu(\text{Br}_2)_{\text{прореагировавшего}} = 2 * 0,27 \text{ моль} = 0,54 \text{ моля}$$

3. Так как концентрация – это число молей вещества в единице объема, то равновесная концентрация бромоводорода:

$$[\text{HBr}]_{\text{равновесная}} = \frac{\nu(\text{HBr})}{V_{\text{сосуда}}} = \frac{0,54 \text{ моль}}{0,5 \text{ л}} = 1,08 \text{ моль/л}$$

4. Для нахождения константы равновесия определить равновесные концентрации водорода и брома. Найти число молей водорода, оставшихся к моменту достижения равновесия, зная, что по уравнению водород с бромом реагируют в соотношении 1/1:

$$\nu(\text{H}_2)_{\text{оставшегося}} = 0,3 - 0,27 = 0,03 \text{ моля}$$

Тогда равновесные концентрации брома и водорода:

$$[\text{H}_2]_{\text{равновесная}} = \frac{\nu(\text{H}_2)}{V_{\text{сосуда}}} = \frac{0,03 \text{ моль}}{0,5 \text{ л}} = 0,06 \text{ моль/л}$$

$$[\text{Br}_2]_{\text{равновесная}} = \frac{\nu(\text{Br}_2)}{V_{\text{сосуда}}} = \frac{0,08 \text{ моль}}{0,5 \text{ л}} = 0,16 \text{ моль/л}$$

Константа равновесия реакции:

$$K_{\text{равн}} = \frac{[\text{HBr}]_{\text{равновесная}}^2}{[\text{Br}_2]_{\text{равновесная}} * [\text{H}_2]_{\text{равновесная}}} = \frac{1,08^2}{0,06 * 0,16} = 121,5$$

5. Если исходные количества брома и водорода увеличить в 2 раза, то начальные количества веществ будут: 0,6 моля водорода и 0,7 моля брома.

Значит их начальные концентрации:

$$[\text{H}_2]_{\text{начальная}} = \frac{\nu(\text{H}_2)}{V_{\text{сосуда}}} = \frac{0,6 \text{ моль}}{0,5 \text{ л}} = 1,2 \text{ моль/л}$$

$$[\text{Br}_2]_{\text{начальная}} = \frac{\nu(\text{Br}_2)}{V_{\text{сосуда}}} = \frac{0,7 \text{ моль}}{0,5 \text{ л}} = 1,4 \text{ моль/л}$$

Если прореагирует x моль/л брома, то прореагирует и такое же количество водорода, а концентрация образовавшегося бромоводорода будет равна $2x$.

Тогда равновесная концентрация водорода и брома будет:

$$[\text{H}_2]_{\text{равновесная}} = (1,2 - x) \text{ моль/л}$$

$$[\text{Br}_2]_{\text{равновесная}} = (1,4 - x) \text{ моль/л}$$

Тогда выражение для константы равновесия будет выглядеть следующим образом:

$$K_{\text{равн}} = \frac{[HBr]_{\text{равновесная}}^2}{[Br_2]_{\text{равновесная}} \cdot [H_2]_{\text{равновесная}}} = \frac{4x^2}{(1.2-x) \cdot (1.4-x)} = 121,5$$

Тогда квадратное уравнение

$$117,5x^2 - 315,9x + 204,12 = 0$$

Корни уравнения: $x_1 = 1,61$ (лишено смысла, т.к. превышает исходную концентрацию), $x_2 = 1,08$. Тогда равновесная концентрация бромоводорода ($2 \cdot x$) во втором случае 2,16 моль/л.

Система оценивания

1	Верно написано уравнение реакции	1 балл
2	Найдено количество молей прореагировавшего брома	1 балл
3	Найдено количество молей бромоводорода	1 балл
4	Найдена равновесная концентрация бромоводорода	2 балла
5	Найдено количество вещества непрореагировавшего водорода	1 балл
6	Найдена равновесная концентрация водорода	1 балл
7	Найдена равновесная концентрация брома	1 балл
8	Найдена константа равновесия	2 балла
9	Найдены начальные концентрации водорода и брома при увеличении исходных количеств вещества в 2 раза	2 балла (по 1 баллу за каждую)
10	Записано уравнение для константы равновесия	4 балла
	Получено квадратное уравнение	1 балл
11	Найдены корни уравнения	2 балла
12	Объяснен выбор только одной равновесной концентрации из двух найденных	1 балл
	ИТОГО	20 баллов