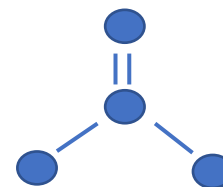


## ХИМИЯ. 9 класс

### Задача 1. (20 баллов).

Искомое вещество «X» – бесцветный газ с неприятным запахом. Его плотность по воздуху равна 3,4. Химически довольно активное вещество: реагирует с водой, растворами щелочей и аммиака. Несмотря на свою токсичность, «X» является крупнотоннажным продуктом промышленного органического синтеза и содержит атомы хлора, поэтому применяется для получения ряда хлорсодержащих красителей. Модель молекулы «X» представлена на рисунке.



**Задание:**

1. Определите формулу вещества «X», приведите название.
2. Нарисуйте структуру молекулы, указать расположение атомов.
3. Приведите уравнения реакций газа «X» с водой, растворами щелочи и аммиака.

### Решение и критерии оценивания задачи 1:

Решение	Баллы
<p>Исходя из модели, молекула X содержит 4 атома. Исходя из условия, вещество X содержит атомы хлора. Исходя из валентности хлора, предположим, что в молекуле эти атомы, присоединены одинарными связями. Валентность центрального атома равна 4, в задаче указано на органический синтез, поэтому центральный атом – углерод. Двойной связью может быть прикреплен атом серы/кислорода/ азота. Определим это, воспользовавшись плотностью по воздуху, данной в условии (3,4).</p> <p><math>M(CЭCl_2) = 3,4 \cdot 29 = 99</math> г/моль (<b>3 балла</b>)</p> <p><math>M(Э) = 99 - 2 \cdot 35,5 - 12 = 16</math> г/моль, это соответствует O.</p> <p>Формула X – <math>COCl_2</math> (<b>3 балла</b>)</p> <p>Название: дихлорид карбонила или фосген/ карбонилхлорид / оксид-дихлорид углерода / хлорокись углерода. За любой вариант: <b>2 балла</b></p>	8
<p><math>\rho(COCl_2) = 3,4 \cdot 1,23 = 4,35</math> г/л</p>	3
<p>(1) <math>COCl_2 + H_2O = 2HCl + CO_2</math></p> <p>(2) <math>COCl_2 + 4NaOH = Na_2CO_3 + 2NaCl + 2H_2O</math></p> <p>(3) <math>COCl_2 + 4NH_3 = (NH_2)_2CO + 2NH_4Cl</math></p> <p>Уравнения реакций (1) – (3) оцениваются <b>по 3 балла</b>. Если верны вещества, но допущены ошибки в коэффициентах, то ставится 1,5 балла.</p>	9
<b>Итого баллов:</b>	<b>20</b>

### Задача 2. (20 баллов)

Определить массы веществ, находящихся в растворе, после взаимодействия 320 г 5% (по массе) раствора гидроксида натрия и пропущенного через раствор углекислого газа объемом 2,24 л при н.у.

### Решение и критерии оценивания задачи 2:

Решение	Баллы
<p>Рассчитаем количество углекислого газа, участвующего в реакции:</p> <p><math>n(CO_2) = \frac{2,24}{22,4} = 0,1</math> моль</p>	2
<p>Рассчитаем количество NaOH, участвующего в реакции: <math>m_{ч.в} = \frac{5 \times 320}{100} = 16</math> г,</p> <p><math>n(NaOH) = \frac{16}{40} = 0,4</math> моль</p>	4

Так как в избытке NaOH, то будет образовываться средняя соль, уравнение реакции: $2\text{NaOH} + \text{CO}_2 = \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O}$	4
По уравнению реакции $n(\text{Na}_2\text{CO}_3) = n(\text{H}_2\text{O}) = n(\text{CO}_2) = 0,1$ моль	2
Масса продуктов реакции: $m(\text{Na}_2\text{CO}_3) = 106 \cdot 0,1 = 10,6$ г, $m_{\text{обр.}}(\text{H}_2\text{O}) = 18 \cdot 0,1 = 1,8$ г	2
Масса оставшейся щелочи: $n_{\text{ост}}(\text{NaOH}) = 0,2 - 0,1 = 0,1$ моль, $m_{\text{ост}}(\text{NaOH}) = 0,1 \cdot 40 = 4$ г	2
Рассчитаем массу воды. Для этого определим массу исходных веществ: $m(\text{CO}_2) = n(\text{CO}_2) \cdot M(\text{CO}_2) = 0,1 \cdot 44 = 4,4$ г. $m(\text{исх.р-ра}) = 320 + 4,4 = 324,4$ г Масса воды в растворе после реакции: $m(\text{H}_2\text{O}) = m(\text{исх.р-ра}) - m(\text{Na}_2\text{CO}_3) - m_{\text{ост}}(\text{NaOH}) = 324,4 - 10,6 - 4 = 309,8$ г	4
<b>Итого баллов:</b>	<b>20</b>

### Задача 3. (20 баллов).

При обработке 10 г конструкционного сплава трех металлов (**А**, **Б**, **В**) 1М соляной кислотой выделилось 12,07 л бесцветного горючего газа **Г** (н.у.). При этом образец растворился не полностью. Полученный раствор отделили от твердого остатка **Б**.

При обработке этого раствора избытком щелочи образовался белый осадок, большая часть которого растворилась в избытке щелочи. Масса оставшегося осадка **Д** после его отделения от раствора и высушивания составила 1,073 г.

Взаимодействие твердого остатка **Б** с концентрированной азотной кислотой привело к его растворению, при этом раствор приобрел бурый оттенок, пропадающий при кипячении.

При обработке 10 г исходного сплава щелочью, он частично растворился с выделением 11,66 л газа **Г** (н.у.).

Напишите уравнения реакций, соответствующих всем вышеперечисленным процессам. Определите состав сплава, выразив его в виде массовых долей компонентов (**А**, **Б**, **В**). Что это за сплав, как называется? Приведите название газа **Г**.

### Решение и критерии оценивания задачи 3:

Решение:	Баллы
Очевидно, что два металла растворяются в 1М соляной кислоте, а один – не растворяется (металл <b>Б</b> , стоящий в ряду напряжений после водорода). По описанным наблюдениям «Взаимодействие твердого остатка <b>Б</b> с концентрированной азотной кислотой привело к его растворению, при этом раствор приобрел бурый оттенок, пропадающий при кипячении, а раствор стал голубого цвета» металл <b>Б</b> - медь. $\text{Cu} + 4\text{HNO}_3 (\text{конц}) = \text{Cu}(\text{NO}_3)_2 + \text{NO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$	2
При обработке щелочью оставшегося раствора в осадок выпадают нерастворимые белые (!) гидроксиды, один из которых проявляет амфотерные свойства, взаимодействуя с избытком щелочи. Т.к. сплав конструкционный, то предполагаем, что один из компонентов-алюминий, причем по описанию задачи («большая часть которого растворилась в избытке щелочи») – это основной компонент. <i>Цинк не может рассматриваться, т.к. в конструкционных сплавах с медью не является основным компонентом!</i> $2\text{Al} + 2\text{NaOH} + 6\text{H}_2\text{O} = 2\text{Na}[\text{Al}(\text{OH})_4] + 3\text{H}_2$	2
<b>Газ Г-водород</b>	1
$n(\text{H}_2) = 11,66/22,4 = 0,52$ моль, $n(\text{Al}) = 0,52 \cdot 2/3 = 0,347$ моль, масса $m(\text{Al}) = 27 \cdot 0,347 = 9,37$ г, $\omega(\text{Al}) = 9,37/10 = 0,936$ или <b>93,7 %</b>	2

С соляной кислотой реагирует Al и неизвестный металл В. Объем выделившегося H <sub>2</sub> при взаимодействии Al с NaOH и HCl одинаковый. $V + 2HCl = VCl_2 + H_2$ (1) $2Al + 6HCl = 2AlCl_3 + 3H_2$ (2) Значит при взаимодействии В с кислотой выделилось $V(H_2)_1 = \Sigma V(H_2) - V(H_2)_2 = 12,07 - 11,66 = 0,414$ л $n(H_2)_1 = 0,414 / 22,4 = 0,0185$ моль; Металл В образует нерастворимое в воде и NaOH основание-основной гидроксид. $MCl_2 + 2NaOH = M(OH)_2 + 2NaCl$	<b>5</b>
По количеству водорода определено количество гидроксида и его масса: $n(B) = n(M(OH)_2) = 0,0185$ моль. Так как масса осадка гидроксида металла 1,073 г, то его молярная масса $M(M(OH)_2) = 1,073 / 0,0185 = 58$ г/моль. Определен металл В: $M(M(OH)_2) = M(M) + 34$ , откуда $M(M) = 58 - 34 = 24$ г/моль – это магний	<b>5</b>
$\omega(Mg) = m(Mg) / m(\text{сплава}) = 0,0185 * 24 / 10 = 0,0444$ или 4,44%	<b>1</b>
Содержание меди можно определить по разности: $\omega(Cu) = 100 - 93,7 - 4,44 = 1,86$ %	<b>1</b>
Сплав – дюралюминий или AlCuMg	<b>1</b>
<b>Итого</b>	<b>20</b>

#### Задача 4 (20 баллов)

В лаборатории стоит штатив с шестью пробирками без этикеток. Известно, что в каждой пробирке находится один из растворов:

- |                     |                     |
|---------------------|---------------------|
| 1. Сульфат аммония. | 4. Хлорид натрия    |
| 2. Соляная кислота. | 5. Гидроксид натрия |
| 3. Сульфат натрия.  | 6. Серная кислота.  |

Каким **одним** из предлагаемых ниже растворов можно определить в какой пробирке какое вещество находится?

- а) Бесцветный раствор, содержащий **AgNO<sub>3</sub>** и фенолфталеин;  
б) Бесцветный насыщенный раствор, содержащий **NaHCO<sub>3</sub>** и фенолфталеин;  
в) Бесцветный насыщенный раствор, содержащий **Ca(HCO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>** и фенолфталеин;  
г) Насыщенный раствор, содержащий **Ca(OH)<sub>2</sub>** и фенолфталеин. Имеет малиновый цвет.  
Напишите уравнения реакций, происходящих при определении, опишите признаки, по которым можно провести определение.

#### Критерии оценивания и решение.

Критерии оценивания и решение	Баллы
Определение можно провести раствором в). <b>Ca(HCO<sub>3</sub>)<sub>2</sub></b> и фенолфталеин	2
1) указанным раствором не взаимодействует раствор хлорида натрия	2
с остальными растворами взаимодействие идет следующим образом 2) $Ca(HCO_3)_2 + (NH_4)_2SO_4 \rightarrow CaSO_4 \downarrow + 2NH_4HCO_3$ В растворе идет гидролиз гидрокарбоната аммония, и вследствие этого появляется запах аммиака: $NH_4HCO_3 + H_2O \rightarrow NH_4OH + H_2O + CO_2 \uparrow$ $NH_4OH \rightarrow NH_3 \uparrow + H_2O$	6
3) $Ca(HCO_3)_2 + 2HCl \rightarrow CaCl_2 + 2H_2O + 2CO_2 \uparrow$ - выделяется газ	2
4) $Ca(HCO_3)_2 + Na_2SO_4 \rightarrow CaSO_4 \downarrow + 2NaHCO_3$ - выпадает осадок белого цвета	2
5) $Ca(HCO_3)_2 + 2NaOH \rightarrow CaCO_3 \downarrow + Na_2CO_3 + 2H_2O$ В растворе идет гидролиз карбоната натрия, вследствие чего	4

фенолфталеин приобретает малиновую окраску: $\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{NaOH} + \text{NaHCO}_3$	
б) $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{CaSO}_4 \downarrow + 2\text{CO}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$ - выпадает осадок и выделяется газ	2
<b>Итого баллов</b>	<b>20</b>

### Задача 5 (20 баллов)

В раствор гидроксида натрия пропустили неизвестный газ желто-зеленого цвета с резким запахом. При этом образовался раствор смеси двух солей, применяемый для отбеливания тканей и бумаги. При взаимодействии с раствором нитрата серебра одной из полученных солей образуется 57,4 г белого творожистого осадка.

#### Задание:

1. Рассчитайте объем израсходованного при этой реакции 10%-ного раствора нитрата серебра (плотность – 1,1 г/мл).
2. Назовите формулы образовавшихся солей.
3. Объясните, за счет чего происходит отбеливание ткани или бумаги.
4. Напишите уравнение взаимодействия хлора с щелочью при нагревании.
5. К какому типу реакций относится взаимодействие хлора с щелочами.

#### Критерии оценивания и решение.

Критерии оценивания и решение	Баллы
Проведена идентификация газа - $\text{Cl}_2$ – <b>1 балл</b> Написаны уравнения реакций: $2\text{NaOH} + \text{Cl}_2 = \text{NaCl} + \text{NaClO} + \text{H}_2\text{O}$ (1) – <b>2 балла</b> $\text{NaCl} + \text{AgNO}_3 = \text{AgCl} \downarrow + \text{NaNO}_3$ (2) – <b>2 балла</b> Указано, что белый творожистый осадок – $\text{AgCl}$ , дано название хлорид серебра ( <b>2 балла</b> ) При взаимодействии хлора с раствором щелочи образуются хлорид натрия ( <b>1 балл</b> ) и гипохлорит натрия ( <b>1 балл</b> ).	1 балл За каждое уравнение- по 2 балла (= 4 балла) 2 балла  За название каждой соли - по 1 баллу (= 2 балла)
Определено количество хлорида серебра $n(\text{AgCl}) = 57,4 / 143,5 = 0,4$ моль – <b>1 балл</b> Определено количество и масса нитрата серебра: $n(\text{AgCl}) = n(\text{AgNO}_3) = 0,4$ моль, – <b>1 балл</b> $m(\text{AgNO}_3) = 0,4 \text{ моль} \cdot 170 \text{ г/моль} = 68 \text{ г}$ – <b>1 балл</b> Определены масса и объем раствора: $m(\text{AgNO}_3)_{\text{р-р}} = 68 \text{ г} / 0,1 = 680 \text{ г}$ , – <b>1 балл</b> $V_{\text{р-р}} = m/d = 680 \text{ г} / 1,1 \text{ (г/мл)} = 618,2 \text{ мл}$ – <b>1 балл</b>	5 баллов
Отбеливание ткани и бумаги обеспечивается сильным окислителем- атомарным кислородом, который образуется при разложении гипохлорита $\text{NaClO} = \text{NaCl} + \text{O}$	2 балла
$6\text{NaOH} + 3\text{Cl}_2 = 5\text{NaCl} + \text{NaClO}_3 + 3\text{H}_2\text{O}$	2 балла
Указано, что это окислительно-восстановительные реакции ( <b>1 балл</b> ), реакции диспропорционирования ( <b>1 балл</b> )	2 балла
<b>Итого баллов</b>	<b>20</b>