ДЕВЯТЫЙ КЛАСС

Задача 9-1. «Морской бой».

Рекомендации к решению и оценке:

1-2 в этот раз Знайка выиграла, так как не все корабли Знайки были подбиты.

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
1	H							
2		Mg		C	N			
3								
4								
5				Sn				
6								

а) Легкоплавкий блестящий металл – олово.

n (Me) = $0,657 \cdot 10^{22} / 6,02 \cdot 10^{23} = 0,109$. M(Me)= 13/0,109 = 119(г/моль) – олово.

б) Легкий серебристо-белый металл – магний.

$2\ Mg + CO_2 = 2\ MgO + C$

в) Структурная формула синильной кислоты H–C≡N

$4HCN + 5O_2 = 4CO_2 + 2N_2 + 2H_2O + 2667,88$ кДж

4 моль – 2667,88 кДж

$n(CO_2)$ – 208,43 кДж

$n(CO_2) = 4 \cdot 208,43 / 2667,88 = 0,3$ моль

$CO_2 + 2NaOH = Na_2CO_3 + H_2O$

$n(CO_2) : n(Na_2CO_3) = 1:1$, $n(Na_2CO_3) = 0,3$ моль

$m(Na_2CO_3) = 0,3$ моль $\cdot$ 106 г/моль = 31,8 г

$m(p\text{-}pa) = m(CO_2) + n(NaOH)$

$m(CO_2) = 0,3 \cdot 44 = 13,2$ г

$m(p\text{-}pa) = 13,2 + 80 = 93,2$ г

$\omega(Na_2CO_3) = 31,8 / 93,2 = 0,34$ или 34%

За определения исхода игры	*– 1 балл*
За определение элемента и его координат в матрице – по 1 баллу, итого	*– 5 баллов*
За определение металла из пункта а	*– 3 балла*
За название и структурную формулу вещества из пункта в	*– 2 балла*
За расчет массовой доли соли	*– 5 баллов*
За написание уравнений реакций – по 2 балла, итого	*– 4 балла*
Максимальное число баллов за задачу	**– 20 баллов**

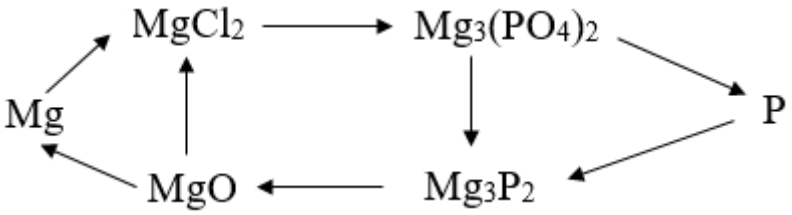
Задача 9-2. «Схема».

Рекомендации к решению и оценке:

<u>Внимание!!!</u> *<u>При оценивании задания баллы ставятся только, за полностью расшифрованную схему.</u>*

Один из возможных вариантов решения:

1.



2. Следовательно, формулы и названия веществ: **A** – $MgCl_2$, хлорид магния, **B** – $Mg_3(PO_4)_2$ ортофосфат магния, **C** – Mg_3P_2, фосфид магния, **D** – MgO, оксид магния.

3. Уравнения реакций:

1) $Mg + 2HCl = MgCl_2 + H_2\uparrow$

2) $3MgCl_2 + 2Na_3PO_4 = Mg_3(PO_4)_2 + 6NaCl$ (реакция в растворе)

3) $Mg_3(PO_4)_2 + 5C + 3SiO_2 = 3MgSiO_3 + 5CO + 2P$ (нагревание ~ 1500 – 1600°C)

4) $3Mg + 2P = Mg_3P_2$ (нагревание в токе водорода)

5) $Mg_3(PO_4)_2 + 8Mg = Mg_3P_2 + 8MgO$ (нагревание)

или $Mg_3(PO_4)_2 + 8C = Mg_3P_2 + 8CO$ (нагревание)

6) $Mg_3P_2 + 4O_2 = 3MgO + P_2O_5$ (горение в кислороде)

7) $MgO + 2HCl = MgCl_2 + H_2O$

8) $MgO + C = Mg + CO$ (нагревание)

или $2MgO + CaO + Si = 2Mg + CaSiO_3$ (нагревание)

За установление формул веществ **A – D** *– по 1 баллу, всего – 4 балла*
За название веществ **A – D** *– по 0,5 балла, всего – 2 балла*
За уравнения реакций (1) и (7) – по 1 баллу, всего – 2 балла
За уравнения реакций (3) – (6), (8) и указание условий – по 2 балла, всего – 12 баллов

Максимальное число баллов за задачу – 20 баллов

Задача 9-3. «Изотопы».

Рекомендации к решению и оценке:

1. Изотопы – разновидности атомов химического элемента, имеющие одинаковый атомный номер, но разные массовые числа.

2. Чтобы составить всевозможные формулы молекул воды, воспользуемся правилами комбинаторики. Разумно зафиксировать какой-то один изотоп кислорода, а затем переставлять изотопы водорода. После чего останется только поменять изотоп кислорода.

3. Молярная масса указана в скобках.

H-^{16}**O**-H (18 г/моль)	H-^{17}**O**-H (19 г/моль)	H-^{18}**O**-H (20 г/моль)
H-^{16}**O**-D (19 г/моль)	H-^{17}**O**-D (20 г/моль)	H-^{18}**O**-D (21 г/моль)

H-^{16}**O**-T (20 г/моль)	H-^{17}**O**-T (21 г/моль)	H-^{18}**O**-T (22 г/моль)
D-^{16}**O**-D (20 г/моль)	D-^{17}**O**-D (21 г/моль)	D-^{18}**O**-D (22 г/моль)
D-^{16}**O**-T (21 г/моль)	D-^{17}**O**-T (22 г/моль)	D-^{18}**O**-T (23 г/моль)
T-^{16}**O**-T (22 г/моль)	T-^{17}**O**-T (23 г/моль)	T-^{18}**O**-T (24 г/моль)

Таким образом, в обычной воде возможно существование сразу 18 разных молекул воды.

4. Чтобы найти количество молекул дейтерированной воды, найдем массу молекул, содержащих дейтерий. Для этого воспользуемся определением массовой доли:

$$m(\text{дейтерированной воды}) = m(\text{воды}) \cdot \omega(\text{дейтерия в воде}) = \rho(\text{воды}) \cdot V(\text{воды}) \cdot \omega(\text{дейтерия в воде}) = 1 \cdot 250 \cdot 0{,}00015 = 0{,}0375\ (\text{г})$$

Для нахождения количества молекул необходимо знать количество вещества:

$$n(\text{дейтерированной воды}) = m(\text{дейтерированной воды})/M(H_2O) = 0{,}0375/18 = 0{,}0021\ (\text{моль})$$

Количество молекул дейтерированной воды:

$$N(\text{дейтерированной воды}) = n(\text{дейтерированной воды}) \cdot N_A = 0{,}0021 \cdot 6{,}02 \cdot 10^{23} = 1{,}25 \cdot 10^{21}$$

5. Настоящий химик знает, что всегда окружен веществом, поэтому любой стакан всегда заполнен: наполовину водой – наполовину воздухом, полностью водой или полностью воздухом, но остается всегда чем-то полон.

За формулировку определения «изотоп» – *1 балл*
За составление формул молекул воды с различными изотопами– по 0,5 балла, всего (18·0,5) – *9 баллов*
За вычисление молекулярных масс– по 0,25 балла, всего (18·0,25) – *4,5 балла*
За нахождение массы дейтерированной воды – *1 балл*
За нахождение количества дейтерированной воды – *1,5 балла*
За нахождение количества молекул дейтерированной воды – *2 балла*
За объяснение, почему стакан всегда полон – *1 балл*
Максимальное число баллов за задачу – **20 баллов**

Задача 9-4. «Консерванты».

Рекомендации к решению и оценке:

1. Начнем с установления качественного состава смеси. Пункт 2 хода анализа позволяет установить, что смесь состоит из двух натриевых солей – ионы натрия окрашивают пламя в желтый цвет.

Пункт 3 позволяет установить наличие хлорид-иона: выпадение белого творожистого осадка с раствором $AgNO_3$ – классическая качественная реакция на хлорид-ионы.

Таким образом, веществом **Y** является NaCl, т.к. вещество **X** дальше количественно анализировали.

Установим вещество **X**. Известно, что раствор пробы имеет щелочную среду. Так как NaCl не подвергается гидролизу в растворе, значит, гидролизуется именно вещество **X**. Известно, что вещество **X** является натриевой солью, а так как имеет щелочной pH, значит, имеет в составе анион слабой кислоты. Выделение бесцветного газа без запаха при действии хлорида аммония позволяет определить, что речь идет об азоте. Это предположение подтверждается затуханием тлеющей лучинки. В задаче описана качественная реакция на нитрит-ион. Растворы нитритов имеют щелочную среду из-за гидролиза по аниону.
Таким образом, веществом **X** является $NaNO_2$.

Вещество **X**	Вещество **Y**
$NaNO_2$	NaCl

2. Нитрит натрия – соль сильного основания и слабой кислоты. В растворе подвергается гидролизу по аниону, в результате которого накапливаются ионы OH^-, создающие щелочную среду. Уравнение гидролиза:

$$NO_2^- + H_2O = HNO_2 + OH^-$$

3. Уравнения реакций качественного анализа:

$$1)\ NaCl + AgNO_3 = AgCl + NaNO_3$$

$$2)\ NH_4Cl + NaNO_2 = NaCl + N_2 + 2H_2O$$

4. Определение нитритов основано на их окислении перманганатом калия до нитратов. Запишем уравнение реакции в ходе количественного анализа:

$$2KMnO_4 + 3H_2SO_4 + 5NaNO_2 = K_2SO_4 + 5NaNO_3 + 2MnSO_4 + 3H_2O$$

Найдем количество перманганата калия:

$$n(KMnO_4) = C(KMnO_4) \cdot V(KMnO_4) = 0{,}01 \cdot 0{,}0034 = 0{,}000034 \text{ (моль)}$$

По уравнению реакции количества нитрита натрия и перманганата калия относятся как 5 : 2. Найдем количество нитрита натрия в аликвоте:

$$n(NaNO_2)_{аликвота} = 5/2 \cdot n(KMnO_4) = 5/2 \cdot 0{,}000034 = 0{,}000085 \text{ (моль)}$$

Во всей пробе вещества в 50 раз больше, так как пробу растворили в 1 л (1000 мл), а проанализировали 20 мл (аликвота).

$$n(NaNO_2)_{всего} = n(NaNO_2)_{аликвота} \cdot 50 = 0{,}000085 \cdot 50 = 0{,}00425 \text{ (моль)}$$

Зная количество вещества, можем найти массу нитрита натрия:

$$m(NaNO_2) = n(NaNO_2) \cdot M(NaNO_2) = 0{,}00425 \cdot 69 = 0{,}29 \text{ (г)}.$$

Теперь можем найти массовое содержание нитрита натрия в смеси:

$$\omega\ (NaNO_2) = m(NaNO_2) / m(\text{смеси}) = (0{,}29 / 50) \cdot 100 = 0{,}58\%$$

*За установление формулы вещества **X***	*– 3 балла*
*За установление формулы вещества **Y***	*– 2 балла*
За обоснование щелочной среды	*– 2 балла*
За написание уравнений реакций качественного анализа – по 1 баллу, всего	*– 2 балла*
За написание уравнения реакции количественного анализа	*– 2 балла*
За нахождение количества перманганата калия	*– 2 балла*
За нахождение количества нитрита натрия в аликвоте	*– 2 балла*
За нахождение количества нитрита натрия во всей пробе	*– 2 балла*
За нахождение массы нитрита натрия	*– 2 балла*

За нахождение массовой доли нитрита натрия *– 2 балла*

Максимальное число баллов за задачу – 20 баллов

Максимальное число баллов за задачи 9 класса – 80 баллов