

**Областной этап Областной олимпиады школьников**  
**по химии**  
**2023 -2024 учебный год**  
**8 класс**  
**Максимальный балл – 100 баллов**

**Задание 8.1.**

Вопрос 1. Сколько протонов содержит одна молекула фосфорной кислоты?

\_\_\_\_\_

Вопрос 2. Какое число ковалентных химических связей содержится в одной молекуле серной кислоты?

\_\_\_\_\_

Вопрос 3. Вычислите массовую долю кислорода (в %) в карбонате кальция.

\_\_\_\_\_

Вопрос 4. Дан список газообразных веществ: а)  $\text{HCl}$ ; б)  $\text{Cl}_2$ ; в)  $\text{H}_2\text{S}$ ; г)  $\text{O}_2$ . Растворимость в воде какого газа из приведённого списка при  $25^\circ\text{C}$  и давлении 1 атмосфера, наименьшая?

\_\_\_\_\_

Вопрос 5. Ядро атома бериллия поглощает одну альфа-частицу (ион гелия с атомной массой 4 а.е.м и зарядом +2) и испускает один нейтрон, превращаясь в ядро другого химического элемента. Что это за элемент? Приведите символ образовавшегося химического элемента.

\_\_\_\_\_

Вопрос 6. Кислород является смесью трёх изотопов с массовыми числами 16, 17, 18. Водород является смесью двух изотопов с массовыми числами 1 и 2. Сколько разных (по изотопному составу) молекул воды можно получить из данных изотопов кислорода и водорода?

\_\_\_\_\_

Вопрос 7. В олеуме (раствор  $\text{SO}_3$  в  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ) соотношение атомов водорода и атомов кислорода равно 2:7. Сколько атомов серы приходится на 1 атом водорода в этом олеуме?

\_\_\_\_\_

Вопрос 8. Дано 600 грамм раствора хлорида натрия с  $W\%(\text{H}_2\text{O}) = 90\%$ . Сколько грамм воды надо выпарить из этого раствора, чтобы массовая доля поваренной соли увеличилась в 1,5 раза?

\_\_\_\_\_

Вопрос 9. Газовая смесь, состоящая из водорода, азота и оксида углерода (II) имеет молярную массу равную 15 г/моль. Какой будет объёмная доля (в %) водорода в этой смеси?

\_\_\_\_\_

Вопрос 10. Токсичный газ сероводород можно связать раствором гидроксида калия. Какое минимальное количество вещества гидроксида калия потребуется для того, чтобы связать 44,8 литра (при н.у.) сероводорода?

\_\_\_\_\_

### Критерии оценивания (за каждый правильный ответ – 2 балла)

Вопрос 1	Вопрос 2	Вопрос 3	Вопрос 4	Вопрос 5	Вопрос 6	Вопрос 7	Вопрос 8	Вопрос 9	Вопрос 10
50	8	48	г	С	9	1	200	50	2

#### Задание 8-2

Все слышали о воде или  $H_2O$ , но гораздо меньше людей знают о «тяжелой воде». Она отличается от обычной тем, что её относительная молекулярная масса на две единицы больше, чем относительная молекулярная масса обычной воды, так как в состав её молекулы входит особый атом водорода. Как и обычная вода, тяжелая вода - это жидкость без цвета и запаха. Но в отличие от обычной воды кубик льда «тяжелой воды» будет тонуть в воде, а не плавать. В природе тяжелая вода встречается редко. Соотношение тяжелой и обычной воды составляет где-то 1: 20 000 000 молекул.

#### Вопросы

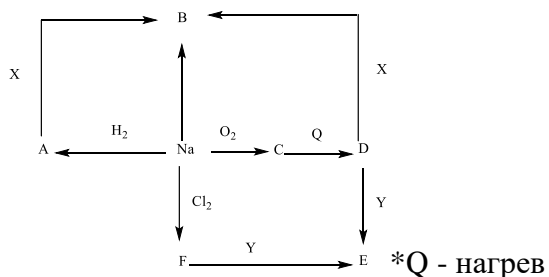
1. Чему равна молекулярная масса «тяжелой воды»? Почему «тяжелая вода» тяжелей обычной?
2. В чем особенность строения атома водорода, который входит в состав молекулы «тяжелой воды»? Как он называется? Напишите формулу «тяжелой воды».
3. Почему кубик льда «тяжелой воды» тонет в воде, а не плавает?
4. Найти массовую долю «тяжелой воды» в смеси с обычной водой, если массовая доля кислорода в этой смеси равна 87,5%.

#### Критерии оценивания

Содержание правильного ответа	Балл
1. Молекулярная масс «тяжелой воды» – 20 а.е. В состав молекулы «тяжелой воды» входит изотоп водорода с атомной массой 2 а.е.	2 балла
2. Атом водорода с атомной массой 2 а.е. называется <u>дейтерий</u> . В состав ядра дейтерия входит 1 протон и 1 нейтрон. Формула «тяжелой воды» - $D_2O$ .	3 балла
3. Кубик льда «тяжелой воды» тонет в воде, так как его плотность больше 1 г/мл.	2 балла
4. Пусть $n(D_2O) = x$ , $n(H_2O) = y$ , тогда $m(D_2O) = 20x$ , $m(H_2O) = 18y$ $m(O)_{в D_2O} = 16x$ , $m(O)_{в H_2O} = 16y$ . Составляем и решаем уравнение, выражая $y$ через $x$ . $(16x + 16y)/(20x + 18y) = 0,875$ $y = 6x$	7 баллов
5. Находим массовую долю «тяжелой воды» $w(D_2O) = 20x / (20x + 18y)$ $w(D_2O) = 20x / (20x + 18 \cdot 6x)$ $w(D_2O) = 0,156 (15,6\%)$	6 баллов
<b>ИТОГО</b>	<b>20 баллов</b>

#### Задание 8.3.

Перед Вами схема превращений натрия.



Все вещества от А до F, являющиеся продуктами реакций, содержат натрий. Соединение В состоит из 3-х элементов, массовая доля натрия в В составляет 57,5%. Вещество Y является кислотой, которую алхимики называли «купоросное масло».

#### Вопросы

1. Напишите молекулярные формулы веществ А, В, С, D, E, F, X и Y и приведите названия
2. Напишите химические уравнения, соответствующие всем реакциям, представленным на схеме.
3. Укажите условия протекания реакции  $F \rightarrow E$
4. Подтвердите расчетами состав соединения В.

#### Критерии оценивания

Содержание правильного ответа	Балл
А - NaH (гидрид натрия) В - NaOH (гидроксид натрия) С - Na <sub>2</sub> O <sub>2</sub> (пероксид натрия) D - Na <sub>2</sub> O (оксид натрия) E - Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> (сульфат натрия) F - NaCl (хлорид натрия) X - H <sub>2</sub> O (вода) Y - H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> (серная кислота)	8 баллов (4 за формулы + 4 за названия)
$2Na + O_2 = Na_2O_2$ (1) $2Na_2O_2 = 2Na_2O + O_2$ (2) $Na_2O + H_2O = 2NaOH$ (3) $2Na + H_2 = 2NaH$ (4) $NaH + H_2O = NaOH + H_2$ (5) $2Na + 2H_2O = 2NaOH + H_2$ (6) $Na_2O + H_2SO_4 = Na_2SO_4 + H_2O$ (7) $2Na + Cl_2 = 2NaCl$ (8) $2NaCl_{(тв)} + H_2SO_{4(к)} = Na_2SO_4 + 2HCl$ (9)	9 баллов
Условия протекания реакции (9): - хлорид натрия – твердый - серная кислота - концентрированная - нагревание	1 балл
Подтвержден расчетами состав соединения В $W(Na) = 23/(23 + 1 + 16) = 0,575$ (57,5%)	2 балла
<b>ИТОГО</b>	<b>20 баллов</b>

#### Задание 8.4.

Приведите два набора веществ, каждый из которых включает по три разных вещества (X<sub>1</sub>, Y<sub>1</sub> и Z<sub>1</sub> – набор 1) и (X<sub>2</sub>, Y<sub>2</sub> и Z<sub>2</sub> – набор 2). При отборе веществ в состав набора важно учесть следующие условия:

1. Вещества в каждом наборе не имеют в своём составе ни одного общего элемента.
2. При взаимодействии раствора вещества X<sub>1</sub> с веществом Y<sub>1</sub> и при взаимодействии раствора вещества X<sub>1</sub> с веществом Z<sub>1</sub> образуется осадок одного и того же простого вещества.
3. При взаимодействии водного раствора вещества X<sub>2</sub> с раствором вещества Y<sub>2</sub> и при взаимодействии раствора вещества X<sub>2</sub> с раствором вещества Z<sub>2</sub> образуется осадок одного и того же сложного вещества.

Напишите формулы и назовите вещества в каждом наборе, предложенном вами.

Напишите уравнения реакций, тех превращений, которые соответствуют условиям задачи.

**Критерии оценивания**

Содержание правильного ответа	Балл
1-й набор: X – K <sub>2</sub> S (сульфид калия); Y – Cl <sub>2</sub> (хлор); Z – Br <sub>2</sub> (бром) 2-й набор: X - AlCl <sub>3</sub> (хлорид алюминия); Y – Na <sub>2</sub> S (сульфид натрия); Z – р-р NH <sub>3</sub> (аммиак)	12 баллов
Уравнения реакций: 1-й набор 1) K <sub>2</sub> S + Cl <sub>2</sub> = 2KCl + S (осадок!) 2) K <sub>2</sub> S + Br <sub>2</sub> = 2KBr + S (осадок!)	4 балла
Уравнения реакций: 2-й набор 1) 2AlCl <sub>3</sub> + 3Na <sub>2</sub> S + 6H <sub>2</sub> O = 2Al(OH) <sub>3</sub> (осадок!) + 6NaCl + 3H <sub>2</sub> S 2) AlCl <sub>3</sub> + 3NH <sub>3</sub> + 3H <sub>2</sub> O = Al(OH) <sub>3</sub> (осадок!) + 3NH <sub>4</sub> Cl (если будет предложена щелочь, баллы не снижать)	4 балла
<b>ИТОГО</b>	<b>20 баллов</b>

Могут быть оценены любые другие ответы, удовлетворяющие условиям задачи.

**Задание 8.5. (мысленный эксперимент)**

В химической лаборатории, которая специализировалась на разработке пиротехнических составов было обнаружено семь неподписанных ёмкостей с растворами следующих веществ: нитрат аммония, нитрат магния, нитрат серебра, нитрат марганца (II), нитрат ртути(II), нитрат натрия.

Лаборант-аналитик, используя только раствор KOH, смог точно определить в каких ёмкостях находится раствор каждого из перечисленных веществ.

1. Напишите формулы всех перечисленных нитратов.
2. Запишите признаки (если они есть) и уравнения химических реакций (если химические реакции действительно протекают) между раствором гидроксида калия и каждым из перечисленных веществ.

**Критерии оценивания**

Содержание правильного ответа	Балл
Приведены формулы веществ NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub> ; Mg(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> ; Zn(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> ; AgNO <sub>3</sub> ; Mn(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> ; Hg(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> ; NaNO <sub>3</sub>	3,5 балла (0,5 балла за каждую формулу)
Приведены уравнения реакций и указаны признаки 1) NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub> + KOH = NH <sub>3</sub> + H <sub>2</sub> O + KNO <sub>3</sub> (признак реакции: выделяется газ с характерным запахом). 2) Mg(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> + 2 KOH = Mg(OH) <sub>2</sub> + 2 KNO <sub>3</sub> (признаки реакции: выпадение белого осадка) 3) Zn(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> + 2KOH = Zn(OH) <sub>2</sub> + 2KNO <sub>3</sub> 4) Zn(OH) <sub>2</sub> + 2KOH = K <sub>2</sub> [Zn(OH) <sub>4</sub> ] (признаки реакции: образование белого осадка и его растворение в избытке KOH) 5) 2AgNO <sub>3</sub> + 2KOH = Ag <sub>2</sub> O + H <sub>2</sub> O + 2KNO <sub>3</sub> (признак реакции: образование чёрного (бурого) осадка) 6) Mn(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> + 2KOH = Mn(OH) <sub>2</sub> + 2KNO <sub>3</sub> 7) 2Mn(OH) <sub>2</sub> + O <sub>2</sub> = 2MnO <sub>2</sub> + 2H <sub>2</sub> O (признаки реакции: образование осадка, который темнеет при контакте с кислородом воздуха) 8) Hg(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> + 2KOH = HgO + 2KNO <sub>3</sub> + 2H <sub>2</sub> O (признак реакции: выпадение жёлтого (допускается и иной цвет) осадка) 9) NaNO <sub>3</sub> + KOH = реакция не протекает	16, 5 балла (1 балл за каждую реакцию + 1 балл за указание признака реакции + 0,5 балла за указание отсутствия взаимодействия между нитратом натрия и щелочью)

ИТОГО	20 баллов
-------	-----------