

Олимпиада «Ломоносов» по химии
Отборочный тур
5-9 классы

Задание 1 (8 баллов)

1. Кристаллогидрат сульфата магния выдержали в вакууме при небольшом нагревании. В результате масса твердого вещества уменьшилась на 39.5%. Определите формулы исходного и конечного веществ. Ответ подтвердите расчетом.
2. Кристаллогидрат сульфата железа(III) выдержали в вакууме при небольшом нагревании. В результате масса твердого вещества уменьшилась на 25.6%. Определите формулы исходного и конечного веществ. Ответ подтвердите расчетом.
3. Кристаллогидрат нитрата алюминия выдержали в вакууме при небольшом нагревании. В результате масса твердого вещества уменьшилась на 14.4%. Определите формулы исходного и конечного веществ. Ответ подтвердите расчетом.
4. Кристаллогидрат нитрата магния выдержали в вакууме при небольшом нагревании. В результате масса твердого вещества уменьшилась на 28.3%. Определите формулы исходного и конечного веществ. Ответ подтвердите расчетом.

5. Кристаллогидрат фосфата калия выдержали в вакууме при небольшом нагревании. В результате масса твердого вещества уменьшилась на 28.9%. Определите формулы исходного и конечного веществ. Ответ подтвердите расчетом.

6. Кристаллогидрат фосфата лития выдержали в вакууме при небольшом нагревании. В результате масса твердого вещества уменьшилась на 59.6%. Определите формулы исходного и конечного веществ. Ответ подтвердите расчетом.

Задание 2 (12 баллов)

1. Бинарное соединение представляет собой желто-зеленый газ, плотность которого равна 3.00 г/л при $-25\text{ }^{\circ}\text{C}$ и 1 атм. При комнатной температуре это соединение разлагается на два газообразных вещества – простое (входит в состав воздуха) и сложное, причем полученная смесь в 1.4 раза тяжелее воздуха. Установите формулу газа и напишите уравнение реакции разложения.

2. Бинарное соединение представляет собой бесцветный газ, плотность которого равна 4.00 г/л при $56\text{ }^{\circ}\text{C}$ и 1 атм. При сильном нагревании это соединение разлагается на два вещества – простое (твердое при обычных условиях, входит в состав земной коры) и сложное, которое в 5.03 раз тяжелее воздуха. Установите формулу газа и напишите уравнение реакции разложения.

3. Бинарное соединение представляет собой бесцветный газ, плотность которого равна 2.00 г/л при $-5.0\text{ }^{\circ}\text{C}$ и 1.0 атм. При сильном нагревании это соединение разлагается на два вещества, причем образующаяся смесь на 1% тяжелее воздуха. Установите формулу газа и напишите уравнение реакции разложения.

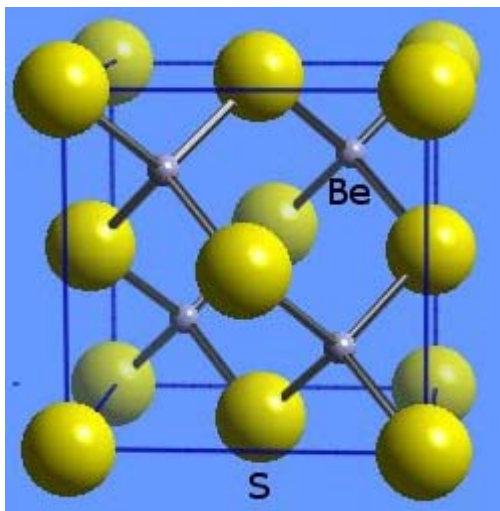
4. Бинарное соединение представляет собой твердое вещество, которое при небольшом нагревании возгоняется, образуя газ с плотностью 4.00 г/л при $56\text{ }^{\circ}\text{C}$ и 1.0 атм. Это соединение весьма неустойчиво и легко разлагается на два газообразных вещества – простое (входит в состав воздуха) и сложное, причем образующаяся смесь в 1.5 раза тяжелее воздуха. Установите формулу соединения и напишите уравнение реакции разложения.

5. Бинарное соединение представляет собой бесцветный газ, плотность которого равна 5.00 г/л при $34\text{ }^{\circ}\text{C}$ и 1.0 атм. При сильном нагревании это соединение разлагается на два газообразных вещества – простое (состоит из двухатомных молекул) и сложное, которое в 3.03 раза тяжелее воздуха. Установите формулу газа и напишите уравнение реакции разложения.

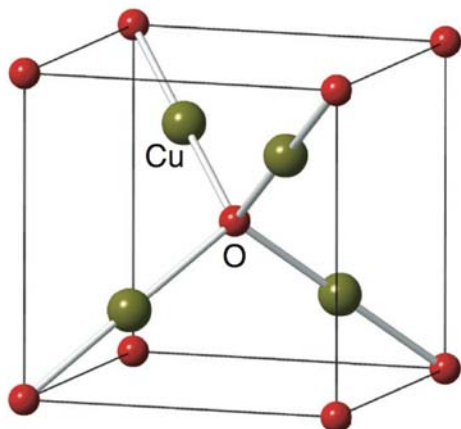
6. Оксид неметалла представляет собой бледно-желтое твердое вещество, устойчивое только при низких температурах. При температуре выше $-50\text{ }^{\circ}\text{C}$ это соединение разлагается на два газообразных вещества в соотношении 1:1 – простое (входит в состав воздуха) и сложное, причем газовая смесь на 24% тяжелее воздуха. Установите формулу оксида и напишите уравнение реакции разложения.

Задание 3 (12 баллов)

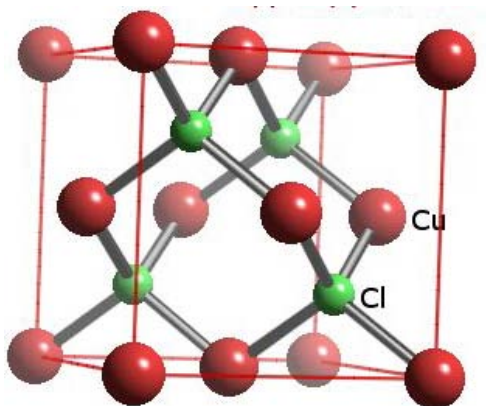
1. На рисунке изображена элементарная ячейка соединения бериллия с серой. По рисунку установите формулу соединения и определите, сколько формульных единиц содержится в ячейке.



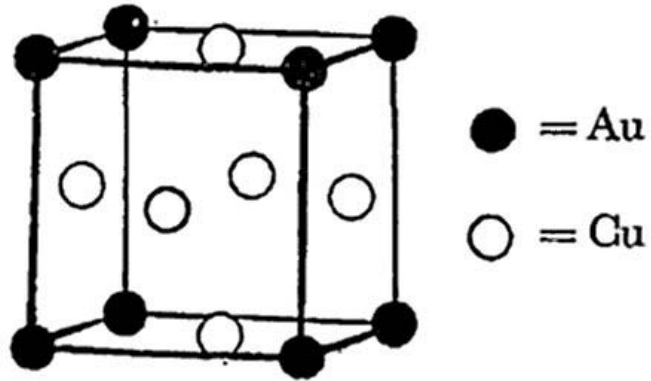
2. На рисунке изображена элементарная ячейка соединения меди с кислородом. По рисунку установите формулу соединения и определите, сколько формульных единиц содержится в ячейке.



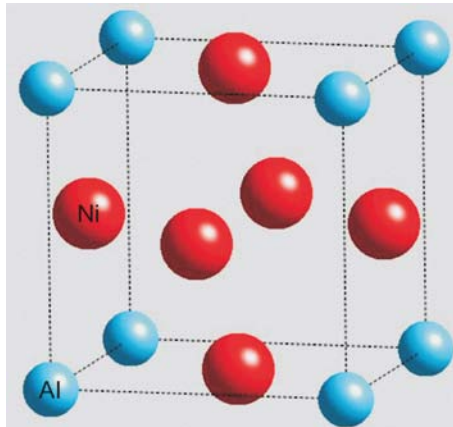
3. На рисунке изображена элементарная ячейка соединения меди с хлором. По рисунку установите формулу соединения и определите, сколько формульных единиц содержится в ячейке.



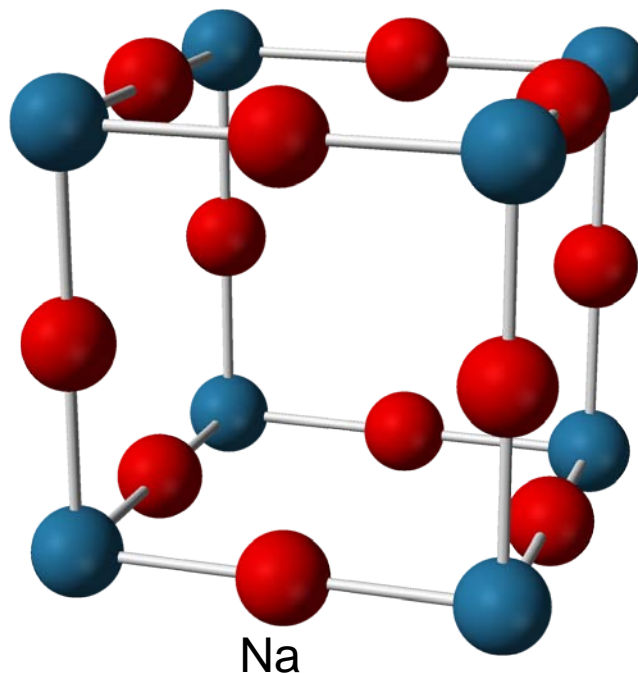
4. На рисунке изображена элементарная ячейка интерметаллического соединения меди с золотом. По рисунку установите формулу соединения и определите, сколько формульных единиц содержится в ячейке.



5. На рисунке изображена элементарная ячейка интерметаллического соединения никеля с алюминием. По рисунку установите формулу соединения и определите, сколько формульных единиц содержится в ячейке.

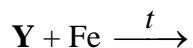
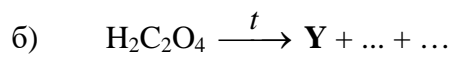
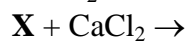


6. На рисунке изображена элементарная ячейка соединения натрия с азотом. По рисунку установите формулу соединения и определите, сколько формульных единиц содержится в ячейке.



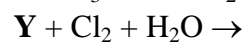
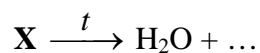
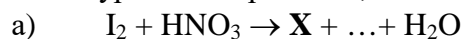
Задание 4 (12 баллов)

1. Напишите уравнения реакций, соответствующих схемам превращений:



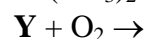
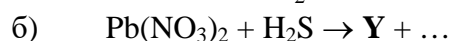
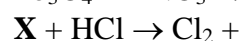
Определите неизвестные вещества.

2. Напишите уравнения реакций, соответствующих схемам превращений:

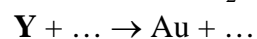
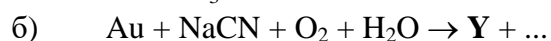
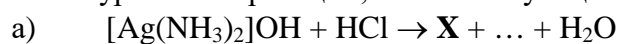


Определите неизвестные вещества.

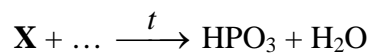
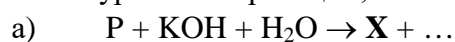
3. Напишите уравнения реакций, соответствующих схемам превращений:



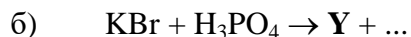
4. Напишите уравнения реакций, соответствующих схемам превращений:



5. Напишите уравнения реакций, соответствующих схемам превращений:



6. Напишите уравнения реакций, соответствующих схемам превращений:



Задание 5 (16 баллов)

1. Образец графита массой 18 г полностью сожгли в атмосфере кислорода в термостатированном сосуде. После окончания реакции давление в сосуде стало больше в 1.25 раза. Что и в каком количестве находится в сосуде после сжигания? Сколько молей кислорода израсходовано?

2. Сернистый газ объемом 4.48 л (н.у.) пропустили через раствор гидроксида калия. Газ поглотился полностью, после чего общее количество ионов в растворе уменьшилось на 0.15 моль. Какие ионы и в каком количестве находятся в конечном растворе? Сколько молей щелочи содержалось в исходном растворе? Диссоциацией гидросульфит-иона можно пренебречь.

3. Сернистый газ объемом 4.48 л (н.у.) пропустили через раствор гидроксида бария. Газ поглотился полностью, после чего общее количество ионов в растворе уменьшилось на 0.45 моль. Какие ионы и в каком количестве находятся в конечном растворе? Сколько молей щелочи содержалось в исходном растворе? Диссоциацией гидросульфит-иона можно пренебречь.

3

2

4. Углекислый газ объемом 3.36 л (н.у.) пропустили через раствор гидроксида калия. Газ поглотился полностью, после чего общее количество ионов в растворе уменьшилось на 0.1 моль. Какие ионы и в каком количестве находятся в конечном растворе? Сколько молей щелочи содержалось в исходном растворе? Диссоциацией гидрокарбонат-иона можно пренебречь.

5. Углекислый газ объемом 336 мл (н.у.) пропустили через насыщенный раствор гидроксида кальция. Газ поглотился полностью, после чего общее количество ионов в растворе уменьшилось на 0.027 моль. Какие ионы и в каком количестве находятся в конечном растворе? Сколько молей щелочи содержалось в исходном растворе? Диссоциацией гидрокарбонат-иона можно пренебречь.

6. Образец фуллерена массой 36 г полностью сожгли в атмосфере кислорода в термостатированном сосуде. После окончания реакции давление в сосуде стало больше в 1.2 раза. Что и в каком количестве находится в сосуде после сжигания? Сколько молей кислорода израсходовано?

Задание 6 (20 баллов)

1. При термическом разложении соли кальция образовалась смесь двух газов с плотностью по водороду 18, а при разложении соли меди – смесь двух других газов с плотностью по водороду 21.6. Если же прокалить смесь этих солей, то образуются только два газа. Какие это соли? В каком массовом отношении их смешали? Какие газы образуются при прокаливании смеси? Напишите уравнения всех описанных реакций.
2. При термическом разложении одной соли магния образовалась смесь двух газов с плотностью по гелию 10.8, а при разложении другой соли магния – смесь двух других газов с плотностью по гелию 9. Если же прокалить смесь этих солей, то образуются только два газа. Какие это газы и чему равна плотность полученной смеси по гелию? Напишите уравнения всех описанных реакций.
3. При термическом разложении одной соли кальция образовалась смесь двух газов с плотностью по воздуху 1.49, а при разложении другой соли кальция – смесь двух других газов с плотностью по воздуху 1.24. Если же прокалить смесь этих солей, то образуются только два газа. В каком массовом соотношении смешали соли? Какие газы образуются при прокаливании смеси? Напишите уравнения всех описанных реакций.
4. При термическом разложении одной соли бериллия образовалась смесь двух газов с плотностью 1.61 г/л при н.у., а при разложении другой соли бериллия – смесь двух других газов с плотностью 1.93 г/л при н.у. Если же прокалить смесь этих солей, то образуются только два газа. Какие это газы и чему равна плотность полученной смеси при н.у.? Напишите уравнения всех описанных реакций.
5. При термическом разложении соли аммония образовалась смесь трех газов (при температуре разложения) с плотностью по водороду 10.5. Все продукты разложения легче воздуха. Если же прокалить смесь этой соли с другой солью аммония, то образуются только три газа, входящие в состав воздуха. Установите формулы солей (подтвердите расчетом). Напишите уравнения всех описанных реакций.
6. При термическом разложении соли аммония образовалась смесь четырех газов (при температуре разложения) с плотностью по водороду 12.4. Если продукты разложения охладить до комнатной температуры, образуется другая соль. Установите формулы обеих солей (для первой – подтвердите расчетом). Напишите уравнения реакций. Как можно качественно отличить одну соль от другой? Можно ли вторую соль превратить в первую?

Задание 7 (20 баллов)

1. Используя необходимые данные из таблицы, рассчитайте, сколько выделится теплоты (в кДж) при сжигании 100 л аммиака (150°C, 1 атм) в избытке кислорода в отсутствие катализатора.

| Связь | C–H | O–H | N–H | C–C | O=O | N–N | N≡N | N=O |
|-------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| Энергия связи, кДж/моль | 412 | 463 | 391 | 348 | 497 | 253 | 945 | 632 |

2. Используя необходимые данные из таблицы, рассчитайте, сколько выделится теплоты (в кДж) при сжигании 100 л аммиака (150°C, 1 атм) в присутствии платинового катализатора.

| Связь | C–H | O–H | N–H | C–C | O=O | N–N | N≡N | N=O |
|-------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| Энергия связи, кДж/моль | 412 | 463 | 391 | 348 | 497 | 253 | 945 | 632 |

3. Используя необходимые данные из таблицы, рассчитайте, сколько теплоты выделится при сжигании 150 л метана (150 °C, 1 атм) в избытке кислорода.

| Связь | C–H | O–H | N–H | C–C | O=O | N–N | N≡N | C=O |
|-------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| Энергия связи, кДж/моль | 412 | 463 | 391 | 348 | 497 | 253 | 945 | 798 |

4. Используя необходимые данные из таблицы, рассчитайте, сколько теплоты выделится при сжигании 120 л этана ($150\text{ }^{\circ}\text{C}$, 1 атм) в избытке кислорода.

| Связь | C–H | O–H | N–H | C–C | O=O | N–N | N \equiv N | C=O |
|-------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|--------------|-----|
| Энергия связи, кДж/моль | 412 | 463 | 391 | 348 | 497 | 253 | 945 | 798 |

5. Используя необходимые данные из таблицы, рассчитайте, сколько выделится теплоты (в кДж) при сжигании 80 л гидразина N_2H_4 ($150\text{ }^{\circ}\text{C}$, 1 атм) в избытке кислорода в отсутствие катализатора.

| Связь | C–H | O–H | N–H | C–C | O=O | N–N | N \equiv N | C=O |
|-------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|--------------|-----|
| Энергия связи, кДж/моль | 412 | 463 | 391 | 348 | 497 | 253 | 945 | 798 |

6. Используя необходимые данные из таблицы, рассчитайте, сколько выделится теплоты (в кДж) при сжигании 60 л дициана C_2N_2 ($150\text{ }^{\circ}\text{C}$, 1 атм) в избытке кислорода.

| Связь | O–H | N–H | C–C | O=O | N–N | N \equiv N | C \equiv N | C=O |
|-------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|--------------|--------------|-----|
| Энергия связи, кДж/моль | 463 | 391 | 348 | 497 | 253 | 945 | 933 | 798 |