

**Вузовский этап межрегиональной межвузовской олимпиады школьников
Сибирского федерального округа «Будущее Сибири» 2018-2019 г.
Олимпиадные задания по химии.
8 класс (1 вариант).**

Задание 1. На схемах 6 уравнений реакций без стехиометрических коэффициентов зашифровано 6 химических соединений (HCl, NaCl, Cl₂, Cl₂O, ClO₂, C₂H₅Cl):

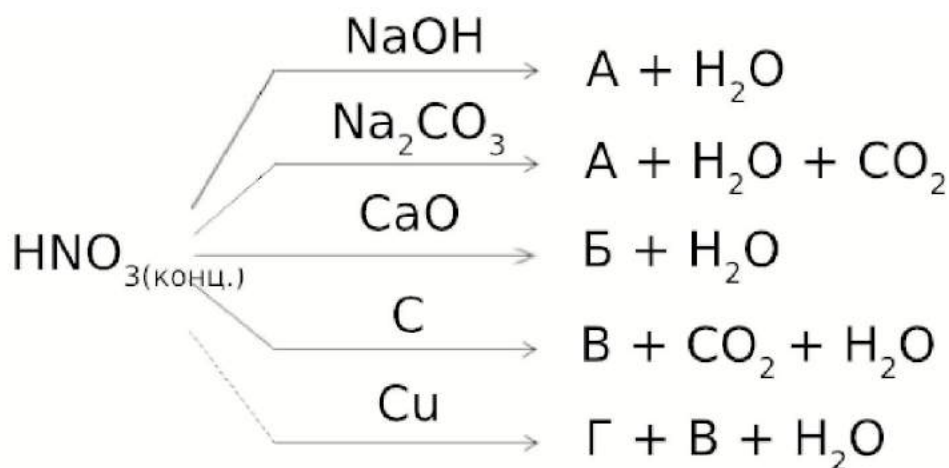
- 1) $A + F_2 = ClF_3$;
- 2) $B + KOH \rightarrow KClO + H_2O$;
- 3) $B \xrightarrow{t, ^\circ C} A + O_2$;
- 4) $\Gamma + NaOH_{(спирт.)} \rightarrow C_2H_4 + D + H_2O$;
- 5) $D + H_2SO_4 \xrightarrow{t, ^\circ C} E + NaHSO_4$;
- 6) $A + H_2 \xrightarrow{t, ^\circ C} E$.

Дополнительно известно:

- **A** – простое вещество;
- **B** и **B** – два оксида, в которых массовая доля кислорода равна 18,4 и 47,4 % соответственно;
- **Г** – органическое вещество с молярной массой 64,5 г/моль;
- **D** – бинарное (двухэлементное) вещество, белый порошок, знакомый каждому с детства;
- газ **E** очень хорошо растворим в воде, при комнатной температуре и атмосферном давлении в 1 объеме воды растворяется 450 объемов газа **E**.

- а) Вставьте подходящие соединения в соответствующие химические реакции. Расставьте стехиометрические коэффициенты там, где это необходимо.
- б) Дайте названия соединениям **A**, **B**, **B**, **D**, **E**.
- в) Рассчитайте, сколько литров газа **E** может раствориться в 200 мл воды при описанных условиях.

Задание 2. Вашему вниманию предлагается схема превращений различных реагентов при действии на них концентрированной азотной кислоты.



- а) Установите формулы, напишите названия и укажите классы веществ **A** – **Г**, если известно, что **B** – бинарное (двухэлементное) соединение, в котором степень окисления азота равна +4.
- б) Напишите уравнения представленных на схеме реакций, расставьте коэффициенты. Для окислительно-восстановительных реакций укажите окислитель и восстановитель.

Продолжение см. на следующей странице

Задание 3. Фосфоритная мука – фосфорное удобрение, основным компонентом которого является вещество **X**, содержащее 38,7 % (масс.) кальция, 20 % (масс.) фосфора и 41,3 % (масс.) кислорода. На производстве фосфоритную муку получают измельчением природных фосфоритов с последующей очисткой, а в лаборатории вещество **X** можно получить при взаимодействии гидроксида кальция и ортофосфорной кислоты.

а) Установите формулу и напишите название вещества **X**. Подтвердите ответ расчетом.

б) Напишите уравнение реакции и рассчитайте объем фосфорной кислоты ($\omega = 96\%$ (масс.); $\rho = 1,819$ г/мл), необходимый для получения 3,1 кг вещества **X** в лаборатории.

Растворимость фосфоритной муки в воде при 20°C равна 0,0025 г на 100 мл воды. Сельскохозяйственная норма для внесения в почву этого удобрения составляет 100-200 г на 1 м² поверхности почвы (при осенней перекопке на глубину 30 см).

в) Определите объем воды, который должен содержаться в слое почвы с поверхностью 1 м² и глубиной 30 см, чтобы в нем могло раствориться 3 г удобрения, внесённого на площади 1 м².

Заключительный этап межрегиональной межвузовской олимпиады школьников

Сибирского федерального округа «Будущее Сибири» 2018-2019 г.

Решения олимпиадных заданий по химии

8 класс

Часть 1. Разминка (общая оценка 20 баллов).

Вставьте пропущенный текст в следующие фразы.

- 1.1. В периодической таблице горизонтальная последовательность элементов называется **период**, а вертикальная **группа**.
- 1.2. Среди перечисленных неметаллов (кислород, сера, азот, фтор) самым активным является **фтор**, а наименее активным **азот**.
- 1.3. Высшая степень окисления серы **+6**, а кислорода **+2**.
- 1.4. Среди перечисленных металлов (свинец, медь, железо, алюминий) самым активным является **алюминий**, а наименее активным **медь**.
- 1.5. В растворе NaOH окраска лакмуса **синяя**, а в растворе H_2SO_4 - **красная**.
- 1.6. При взаимодействии основания с кислотой образуются **соль** и **вода**.
- 1.7. Общее название элементов IA группы **щелочные металлы**, а VIIA группы **галогены**.
- 1.8. Атомы, отдавая электроны превращаются в **катионы**, а принимая электроны превращаются в **анионы**.
- 1.9. При горении аммиака на воздухе образуются **азот** и **вода**.
- 1.10. Степени окисления хлора в продуктах реакции газообразного хлора с горячим раствором щёлочи **-1** и **+5**.

Каждый правильный ответ по 1 баллу

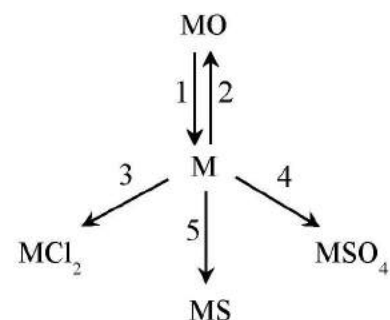
$1 * 2 * 10 = 20$ баллов.

ИТОГО

20 баллов

Часть 2. Качественные задания (общая оценка 45 баллов).

2.1. На представленной Вашему вниманию схеме приведены превращения элемента М. Образованное этим элементом простое вещество известно человеку с древнейших времен. Это пластичный металл золотисто-розового цвета, распространенный оксид черного цвета, а соли обычно окрашены в голубой или зеленый цвета.



1. Назовите металл.

1. Из описания свойств металла следует, что этот металл - медь.

1. За название металла 2 балла

2 балла

2. Напишите уравнения одностадийных реакций, с помощью которых можно осуществить превращения, приведенные на схеме. Укажите условия протекания реакций.

2. 1. $CuO + H_2 \xrightarrow{t} Cu + H_2O$ (или CO, Mg и др.); 2. $2Cu + O_2 \xrightarrow{t} 2CuO$;

3. $Cu + Cl_2 \xrightarrow{t} CuCl_2$; 4. $Cu + 2H_2SO_{4\text{ конц.}} = CuSO_4 + SO_2\uparrow + 2H_2O$; 5. $Cu + S \xrightarrow{t} CuS$.

2. За каждое уравнение реакции по 2 балла (без коэффициентов по 1 баллу) 10 баллов

3. Вычислите массу оксида этого металла MO, необходимую для получения 1 кг металла. А сколько для этой же цели потребуется руды, которая содержит 60% этого оксида?

3. В 79,5 г CuO содержится 63,5 г меди. Тогда 1000 г меди содержится в $1000 * 79,5 / 63,5 = 1252$ г оксида. Масса руды составит $1252 / 0,6 = 2086,7$ г или 2,09 кг.

3. За расчет массы оксида

3 балла

За расчет массы руды

3 балла

4. Вычислите объем раствора азотной кислоты ($\omega = 70$ масс. %, плотность раствора 1,4134 г/мл), необходимый для полного растворения полученного металла. Определите массовую долю нитрата металла в полученном растворе.

4. Массовая доля HNO_3 в таком растворе составляет $15,7 \cdot 63 / 1413,4 = 0,7$ или 70 %. Азотная кислота с концентрацией выше 60 % называется концентрированной и реагирует с медью в соответствии с уравнением реакции 6 (см. п. 2).

Тогда $n(HNO_3) = 4n(Cu) = 4 \cdot 1000 / 63,5 = 63$ моль. Отсюда $m(HNO_3) = 63 \cdot 63 = 3969$ г.

$m(p\text{-ра } HNO_3) = 3969 / 0,7 = 5670$ г, $V(p\text{-ра}) = 5670 / 1,4134 = 4012$ мл или 4,012 л.

$n(Cu(NO_3)_2) = n(Cu) = 1000 / 63,5 = 15,75$ (моль), $m(Cu(NO_3)_2) = 15,75 \cdot 187,5 = 2953$ г.

$m(p\text{-ра}) = m(p\text{-ра } HNO_3) + m(Cu) - m(NO_2) = 4012 \cdot 1,4134 + 1000 - 2 \cdot 15,75 \cdot 46 = 5223$ г.

$\omega(Cu(NO_3)_2) = 2953 / 5223 = 0,565$ или 56,5 %.

4. За вывод о том, что азотная кислота концентрированная (из массовой доли, молярной концентрации или плотности) **2 балла**

За расчет объема раствора азотной кислоты **3 балла**

За определение массовой доли нитрата металла **4 балла**

(За верные расчеты (без явного указания, что кислота конц.) по уравнению реакции с выделением NO_2 ставятся 1+3+4 балла, с выделением NO 0+3+4 балла).

ИТОГО

27 баллов

2.2. А, В и С – это элементы третьего периода. У А столько валентных электронов, сколько электронных слоев у его соседа в Периодической системе сверху. У В число электронов на последнем энергетическом уровне совпадает с общим количеством электронных слоев элемента D, находящегося в IVB группе. Если D отдаст четыре электрона, а С примет один электрон, то у полученных ионов будет одинаковая электронная конфигурация.

1. Установите элементы А-D. Приведите формулы их высших оксидов.

1. А - Mg, оксид MgO ; В - Si, оксид SiO_2 ; С - Cl, оксид Cl_2O_7 ; D – Ti, оксид TiO_2 .

1. За каждый элемент по 1 баллу, оксид по 1 баллу **8 баллов**

2. Расположите элементы А, В, С в порядке увеличения неметаллических свойств.

2. Mg - Si – Cl

2. За правильный ряд **1 балл**

3. Напишите уравнения следующих реакций и дайте названия их продуктам:

а) Оксида А с оксидом В при сплавлении;

б) Высшего оксида С водой;

в) Оксида А с продуктом реакции б).

а) $MgO + SiO_2 \xrightarrow{t} MgSiO_3$ (Mg_2SiO_4) - силикат магния (ортосиликат магния);

б) $Cl_2O_7 + H_2O = 2HClO_4$ - хлорная кислота;

в) $MgO + 2HClO_4 = H_2O + Mg(ClO_4)_2$ - перхлорат магния.

3. Уравнения реакций по 2 балла, названия по 1 баллу **9 баллов**

ИТОГО

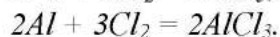
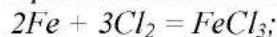
18 баллов

Часть 3. Расчетные задачи (общая оценка 35 баллов).

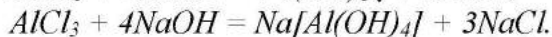
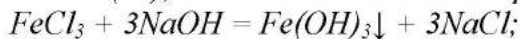
3.1. Сплав Алфер, состоящий только из алюминия и железа (от лат. *Aluminium* + *Ferrum*), был разработан в 1939 г японскими исследователями Х. Масумото и Х. Сайто. Во время Второй мировой войны применялся для замены дефицитного никеля в магнитоstrictionных преобразователях гидролокаторов. Для установления количественного состава 2,0 г сплава сожгли в атмосфере хлора без доступа воздуха. Полученную смесь веществ обработали избытком щелочи (NaOH), при этом на дне сосуда образовался бурый осадок гидроксида железа. Осадок отфильтровали и прокалили при 900 °С до постоянной массы. Масса остатка

составила 2,5 г. Запишите уравнения всех описанных выше реакций и рассчитайте массовые доли компонентов алфера.

При сжигании в атмосфере хлора идут реакции:



При обработке полученной смеси избытком щелочи в осадок выпадает гидроксид железа(III), а алюминий остается в растворе в виде гидроксокомплекса:



При прокаливании осадка: $2\text{Fe}(\text{OH})_3 \xrightarrow{t} \text{Fe}_2\text{O}_3 + 3\text{H}_2\text{O}$.

Расчет массы железа в сплаве: $m(\text{Fe}) = 112 \cdot 2,5 / 160 = 1,75 \text{ г}$.

$\omega(\text{Fe}) = 1,75 / 2 \cdot 100 = 87,5 \%$, $\omega(\text{Al}) = 100 - 87,5 = 12,5 \%$.

За уравнения реакций по 2 балла

10 баллов

Расчет массы железа в сплаве 4 балла

4 балла

Массовые доли по 2 балла

4 балла

ИТОГО

18 баллов

3.2. Процесс конверсии оксида углерода(II) водяным паром широко используется в промышленности как вторая стадия конверсии угля или природного газа, так как на первой стадии получается газовая смесь, состоящая в основном из водорода и оксида углерода(II). Реакция экзотермическая, в процессе конверсии одного моля оксида углерода(II) выделяется 41,2 кДж тепла.

1. Напишите уравнения реакций, происходящих на первых стадиях паровой конверсии угля и метана (CH_4).



1. За уравнения реакций по 2 балла

4 балла

2. Напишите термохимическое уравнение конверсии оксида углерода(II) водяным паром.



2. За термохимическое уравнение реакции 4 балла

4 балла

(Уравнение реакции 2 балла, указание агрегатного состояния воды 1 балл, тепловой эффект в кДж/моль 1 балл).

3. Какие химические реакции называются обратимыми? Реакция паровой конверсии оксида углерода(II) относится именно к таким реакциям. В какую сторону сместится равновесие этой реакции при: а) увеличении температуры; б) увеличении концентрации водяного пара; в) уменьшении давления? Ответы поясните.

3. Обратимые реакции – это химические реакции, протекающие одновременно в двух противоположных направлениях (прямом и обратном).

а) при увеличении температуры равновесие смещается в сторону эндотермической реакции, т.е. в сторону исходных веществ;

б) при увеличении концентрации водяного пара равновесие смещается в сторону его расходования, т.е. в сторону продуктов реакции;

в) давление не влияет на смещение равновесия, т.к. реакция протекает без изменения числа молей газообразных продуктов.

3. За определение 2 балла

2 балла

За верное указание направления смещения равновесия с пояснением по 1 баллу

(без пояснения по 0,5 балла)

3 балла

4. Рассчитайте объем водорода, который может быть получен из 300 л оксида углерода (II) и 795 л водяного пара при: а) полном превращении одного из реагентов; б) 80 % выходе водорода.

3. Поскольку CO и H_2 реагируют в соотношении 1:1, водяной пар в избытке. Водорода в реакции получается столько же, сколько прореагировало угарного газа, т.е.:

а) при полном превращении угарного газа образуется 300 л водорода;

б) при 80 % выходе водорода его получится $0,8 \cdot 300 = 240$ л.

3. Расчет при полном превращении 2 балла, при 80 % 2 балла

4 балла

ИТОГО

17 баллов