



5822

60

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА УЧАСТНИКА
ОЛИМПИАДЫ ШКОЛЬНИКОВ СПбГУ

2018–2019

Заключительный этап

Предмет (комплекс предметов) Олимпиады

ХИМИЯ (9 КЛАСС)

Город, в котором проводится Олимпиада Санкт-Петербург

Дата 13.03.2019

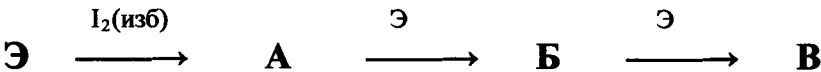
ВАРИАНТ 7

Задача 1. Непривычные молекулы. (20 баллов)

Элемент X образует с кислородом несколько бинарных соединений, наиболее известными являются А (массовая доля элемента X, $\omega_X=42,86\%$) и В ($\omega_X=27,27\%$). Однако, существуют и другие бинарные соединения элемента X с кислородом, например, С ($\omega_X=20,0\%$) и D ($\omega_X=52,94\%$). Установите состав веществ А, В, С и D, нарисуйте их структурные формулы. Опишите химические свойства этих бинарных соединений. Какие еще бинарные соединения элемента X с кислородом Вам известны?

Задача 2. Реакции элемента Э. (20 баллов)

Реакции некоторого простого вещества Э показаны на схеме. Предложите два простых вещества, удовлетворяющих указанной схеме, а также напишите формулы соответствующих им соединений А, Б, В. Напишите уравнения реакций, укажите условия их проведения. Что произойдет, если А растворить а) в воде; б) в водном растворе щелочи; в) в кислоте? Напишите уравнения возможных реакций.



Задача 3. «Нано» (20 баллов)

Как известно, нанотехнологии являются одним из наиболее быстро развивающихся направлений науки и техники. При этом все большее внимание уделяется синтезу и исследованию сферических биметаллических “core-shell” наночастиц, т.е., наночастиц, у которых внутреннее ядро состоит из атомов одного, а внешняя оболочка – из атомов другого металла.

- А) Что такое наночастица?
 Б) Оцените размер сферической наночастицы, ядро которой состоит из 80 атомов золота, а оболочка – из 100 атомов серебра. Плотность серебра примите равной 10500 кг/м^3 , а плотность золота – 19320 кг/м^3 .
 В) Предложите способ синтеза суспензии, содержащей такие наночастицы, с использованием в качестве исходных веществ тетрахлороаурата натрия, ляписа, формиата натрия, воды.

Для справки: объем шара связан с радиусом согласно соотношению: $V = 4/3\pi r^3$

Table with 18 columns (I to VIII) and 11 rows (1 to 11). It contains the periodic table of elements with atomic numbers, symbols, and names in Russian.

Table with 14 columns (Ce to Lu) and 2 rows. It contains the lanthanide series (lanthanoids) with atomic numbers and names.

Table with 14 columns (Th to Lr) and 2 rows. It contains the actinide series (actinoids) with atomic numbers and names.

Ряд активности металлов / электрический ряд напряжений
 Li Rb K Ba Sr Ca Na Mg Al Mn Zn Cr Fe Cd Co Ni Sn Pb (H) Sb Bi Cu Hg Ag Pd Pt Au

активность металлов уменьшается

Растворимость кислот, солей и оснований в воде

Table with 19 columns (Ions) and 19 rows (Anions). It shows the solubility of various acids, salts, and bases in water, marked as 'P' (soluble) or 'H' (insoluble).

P — растворимое (больше 10 г на 1000 г воды) M — малорастворимое (от 10 г до 0,01 г на 1000 г воды)
 H — нерастворимое (меньше 0,01 г на 1000 г воды) — — вещество разлагается водой или не существует

Задача 4. «Минерал» ✓

(20 баллов)

При прокаливании образца природного минерала его масса уменьшается на 26,47%, а выделяющийся газ полностью поглощается концентрированной серной кислотой. Обработка минерала серной кислотой приводит к переходу части вещества в раствор, при этом остаются бесцветные кристаллы массой x , растворимые в воде. Если к этим кристаллам добавить этиловый спирт и каталитическое количество серной кислоты, то образуется газообразное вещество, горящее зеленым пламенем. При обработке полученного раствора избытком концентрированного раствора едкого кали образуется белый осадок массой y . Известно, что при прокаливании масса этого осадка уменьшается на 31,03%, а соотношение масс $x : y$ составляет 6,41 : 1. Определите состав минерала, приведите уравнения всех указанных в условии задачи реакций. При решении используйте целочисленные значения атомных масс элементов.

Задача 5. «Старый реактив» \

(20 баллов)

Студент Никита нашел на полке 2 склянки с неизвестными растворами без крышки. Он спросил у лаборанта, что это за реактивы, а тот ответил, что в точности не помнит, помнит только, что в обеих банках находятся растворы одной и той же соли щелочного металла с массовой долей катиона 33,18% и одна из банок стоит здесь довольно давно, а другая недавно. В распоряжении Никиты оказались только раствор щелочи (NaOH), а также баритовая вода и соляная кислота. При добавлении к неизвестным растворам щелочи видимых изменений не произошло. При добавлении кислоты к давно стоящему раствору выделился газ без цвета и запаха, а при добавлении к свежему раствору – газ не выделился. Никита очень удивился и провел еще один эксперимент. Он отобрал по 100 мл каждого из растворов и упарил их. Масса твердого остатка в первом случае оказалась 11,68 г, а во втором 8,32 г. Твердые остатки Никита снова растворил и обработал растворы баритовой водой. В результате в первом случае выпало 35,52 г осадка, а во втором 27,60 г. Остатки после упаривания растворов Никита прокалил, в результате масса одного уменьшилась на 0,72 г, а второго не изменилась. Выпавшие после обработки баритовой водой осадки Никита так же прокалил, в результате масса одного уменьшилась на 1,76 г, а второго не изменилась. Предложите возможный состав соли. Определите молярные концентрации и массовые доли веществ в исходных растворах (плотность растворов примите равной 1 г/мл).

№1
① Установили ф-лу А и В:

$$1) \frac{42,88}{57,14} = \frac{z(x)}{8} \quad z(x) = 6 \text{ г/моль}$$

Наиболее вероятные значения получены при степени окисления +2 и +5.
(CO и P₄O₁₀).

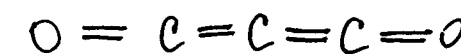
$$2) \frac{27,27}{42,43} = \frac{z(x)}{3} \quad z(x) = 3 \text{ г/моль}$$

Возможно единственное решение при степени окисления +4.
(CO₂).

$$\text{значит, } A = CO, B = CO_2.$$



② 1. Сразу вспоминаем о нестехиометрических соединениях с углеродом.
Наиболее известен C₃O₂ (w_C = 52,94%).



$$\text{значит, } D = C_3O_2$$

2. Установили ф-лу "С":
простейшая

$$C_xO_y \quad x:y = \frac{20}{12} : \frac{80}{16} = 1,4 : 5$$

либо формен вер-т C₂O₅, либо CO₃.

Для CO₃ w_C = 0,2, а для C₂O₅ есть отклонение (w_C = 0,23).

Для ф-лы CO₃, скорее всего, существует димер (или n-мер).

Димер C₂O₆ будет иметь строение:



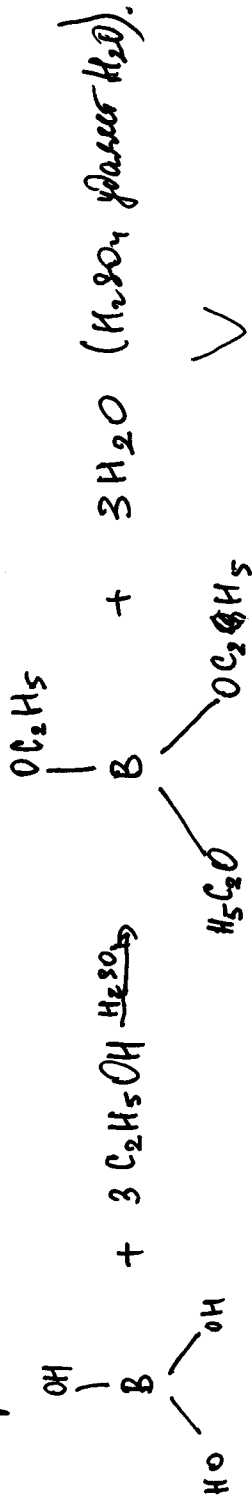
В случае, если D = CO₂, то:



14

Газообразное вещество, образующееся при реакции — борной кислоты с борной кислотой.

Значит, реакция, оставшаяся после обработки в минерале H_2SO_4 — H_2BO_3 :



Минерал, скорее всего, представляющий собой борат. При обработке

H_2SO_4 образуются сульфат металла и H_2BO_3 . После обработки H_2BO_3 спиртом и H_2SO_4 в р-ре остаются: спирт, вода, H_2SO_4 .

Изначально вода в смеси могла не быть. Она появилась при реакции окисления и была поглощена конц. H_2SO_4 . Поэтому, можно считать что образуются спирт и H_2SO_4 .

Избыток кон. обработанного б-р после реакции минерала с H_2SO_4 . В р-ре присутствует растворимый сульфат металла, у которого нерастворимый гидрооксид. Избыток конц. кон. удерживается на то, что $M(\text{OH})_n$ не растворяется. Под эти условия подходит магний.

Если осаждают $Mg(\text{OH})_2$, то при прокаливании получается вода:



$$W(\text{H}_2\text{O}) = \frac{18}{58} = 0,3103 \text{ (что совп. с опытом)}$$

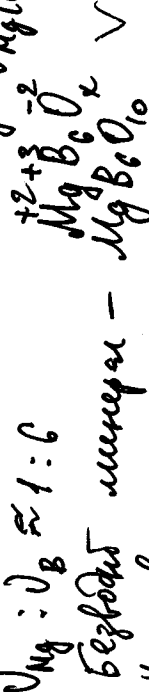
Значит, минерал — борат магния бората магния.

В минерале $W_{H_2O} = 24,12\%$

$$\frac{x}{y} = \frac{6,41}{41}$$

$$\text{Значит, } \nu_B = \nu_{H_2BO_3} = 0,1034 \text{ моль}$$

$$\nu_{Mg} = \nu_{Mg(\text{OH})_2} = 0,01724 \text{ моль}$$



$$2 + 18 - 2x = 0 \quad x = 10$$



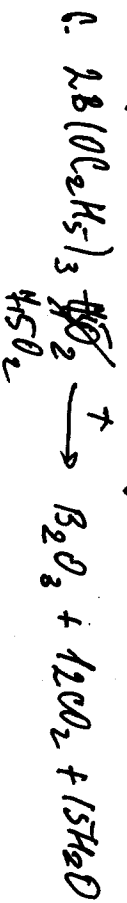
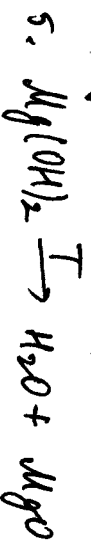
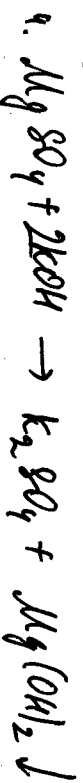
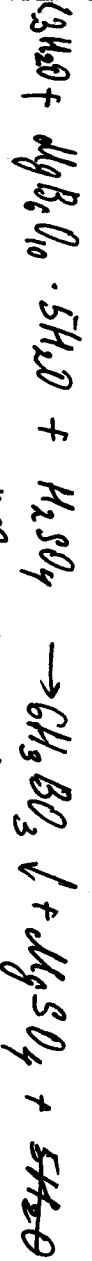
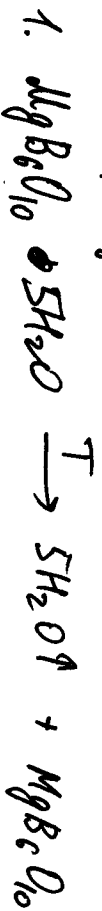
$$18x = 5,43x + 66,18 \quad 12,88x = 66,18 \quad x = 5$$

$$\frac{18x}{18x + 250} = 0,2647$$

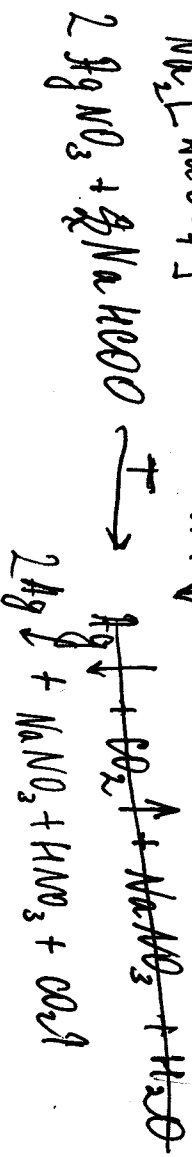
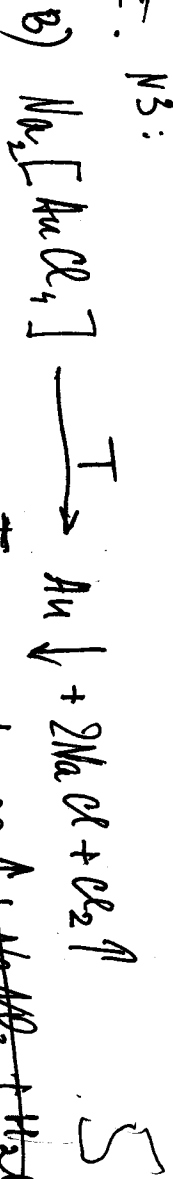
known, p-1a unreacted - $MgB_2O_7 \cdot 5H_2O$.

amp. 5

Reaction:



~~NS~~. NS:

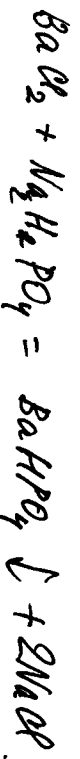
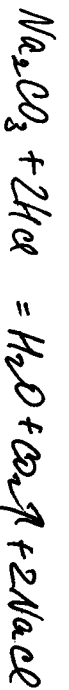
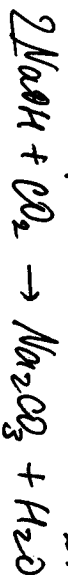
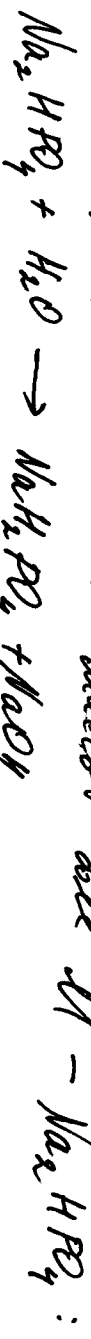


NS:

Bojurovce, voda a cukr - cukr, neobvyklé reakce - žádná.

Bojurovce, p-1a reakce s kyselinou CO_2 .

Reakce s kyselinou kyselinou, 6 typů - reakce s kyselinou CO_2 .



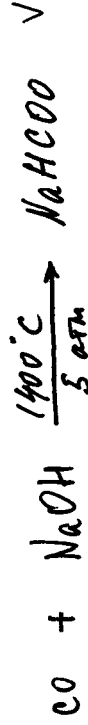
B

Найдите вращен вариант глицерина C_2O_6 :



Чис. д-ве CO:

③ 1. CO - карбоксид-оксид, однако спосбен разупростас с разупростас численей:



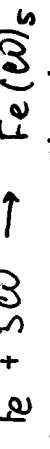
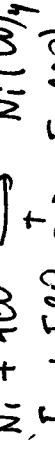
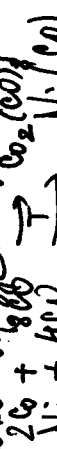
2. CO азбука с мискофиде:



3. CO - лачуни вое-и:



4. Чисо обрзуе металичн. соедине:



5. Високоград: Галогенирование:

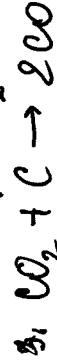
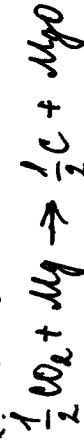


Чис. ч-ла CO₂:

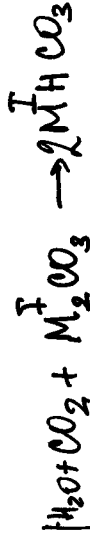
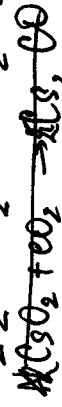
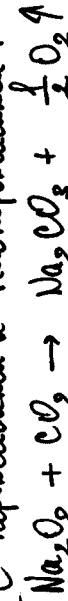
1. Кислотный карбонат:



2. Ок-ид:



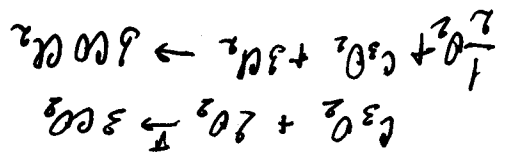
3. C непероксидан и надпероксидан:



св. 8

1. Изменение (здесь) марокет $k - \pi$

2. Иллюзия:



3. Ал. Импульс сдв. CO_2

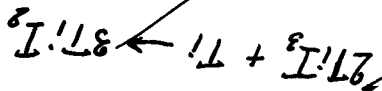
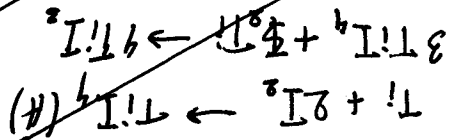
4. Иллюзия (здесь) CO_2

2. "Одн. фактор"

$C_n O_m$

N_2

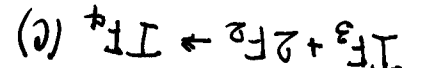
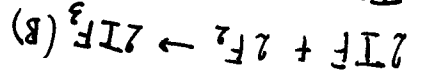
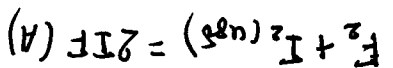
1. $g \approx T$



~~а) $T_1 I_4 + 2H_2O \rightarrow T_1 O_2 \uparrow + 4HI$ (здесь) HI не является окислительным фактором, окислитель I_2 (здесь) I_2 является окислителем, а HI является восстановителем~~

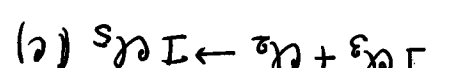
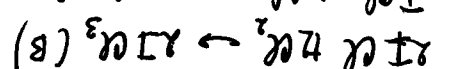
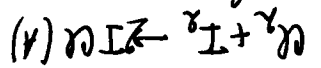
Задание от учителя

1. $g = F_2$

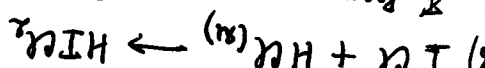
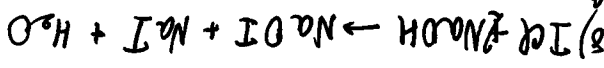
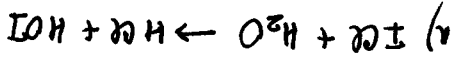


g_2

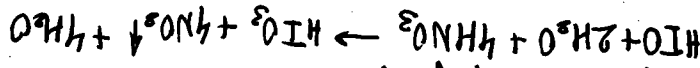
2. $g = O_2$



3. Реакция с восстановителем Ca g_1 $1/6$



16



В IO_3 восстановитель HIO окисляется:

