

**Задания 2-го этапа всероссийской олимпиады школьников по химии
2018 – 19 учебный год**

10 класс

Задача 10.1

"Газ" для зажигалок представляет собой смесь пропана и бутана. При сгорании 3,5 г такой смеси образуется 5,77 л (измерено при 20°C и 1 атм) углекислого газа. Найдите мольную долю бутана в смеси.

(10 баллов)

Задача 10.2

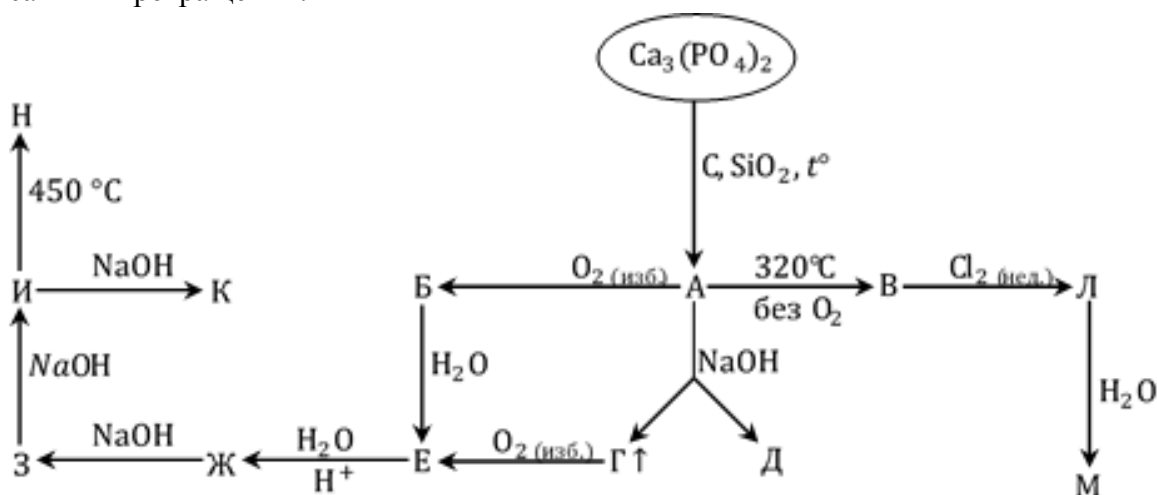
Чудотворный носитель света

При восстановлении фосфата кальция углём с добавлением оксида кремния отгоняют пары простого вещества **А** (реакция 1), которые конденсируются в виде желтоватых кристаллов. **А** способно самовоспламеняться на воздухе, сгорая до крайне гигроскопичного **Б** (реакция 2). При нагревании **А** без доступа воздуха образуется красное вещество **В** (реакция 3). Кипячение **А** с концентрированным раствором гидроксида натрия приводит к диспропорционированию с выделением газа **Г** и образованию в растворе соли **Д** (реакция 4). Соль **Д** является сильным восстановителем.

Газ **Г** легко воспламеняется при поджигании на воздухе, образуя кислоту **Е** (реакция 5) при растворении которой в воде образуется известная каждому школьнику кислота **Ж** (реакция 6). Кислота **Е** образуется также, если оставить **Б** на влажном воздухе (реакция 7). При нейтрализации **Ж** раствором гидроксида натрия, последовательно образует соли **З**, **И** и **К** (реакции 8 – 10).

При хлорировании **В** в недостатке хлора можно получить жидкость **Л** (реакция 11), при гидролизе которой образуется кислота **М** (реакция 12).

При пиролизе **И** образуется средняя соль **Н** еще одной кислоты (реакция 13), содержащей мостиковый (соединенный с двумя атомами фосфора) атом кислорода. Все перечисленные вещества **А** - **Н** содержат элемент **Х**. Ниже приведена схема описанных превращений:



Определите элемент **X** и вещества **A – H**. Напишите уравнения реакций всех описанных превращений. Предложите структурные формулы кислот **Ж, М**, а также кислот, соответствующих солям **Д и Н**.

(10 баллов)

Задание 10.3

Среди ниже перечисленных веществ выберите по 4 вещества:

- а) твердые при 0°C;
- б) смешивающиеся с водой в любых отношениях;
- в) имеющие плотность больше 1 г/см³ при нормальных условиях;
- г) обладающие характерным запахом;
- д) молекулы которых содержат 4 и более атомов углерода.

Вещества: 1) бензол 2) этиловый спирт 3) тяжелая вода 4) ртуть 5) этилен 6) серная кислота 7) полиэтилен 8) бутан 9) уксусная кислота 10) диэтиловый эфир.

Помните: при ответе на каждый пункт надо указать не более 4 веществ.

(10 баллов)

Задача 10.4

На весах находятся в равновесии стаканы, содержащие растворы нитрата серебра и сульфата ртути (II) массой по 340 г каждый с массовой долей солей 20 % и 15 % соответственно. В раствор с раствором нитрата серебра поместили медную пластинку и извлекли её из раствора, когда массовая доля нитрата серебра стала равной 10,49 %. Во второй сосуд поместили железную пластинку массой 29,8 г и выдерживали до тех пор, пока массы растворов в обоих стаканах не стали равными. Рассчитайте массовую долю сульфата ртути (II) в конечном растворе и массу железной пластинки после реакции.

(10 баллов)

Задача 10.5

Даны четыре пробирки с растворами следующих веществ: азотная кислота, хлорид натрия, фосфат натрия, нитрат серебра. В какой пробирке, какой раствор находится, неизвестно, но установлено, что: 1) при сливании растворов 2-ой и 4-ой пробирок получается осадок, не растворяющийся при добавлении раствора из 1-ой пробирки; 2) при сливании растворов из 2-ой и 3-ей пробирки получается осадок, растворяющийся при добавлении раствора из 1-ой пробирки. Определите, какие растворы содержатся в пробирках 1, 2, 3 и 4. Напишите уравнения всех упоминаемых в задаче реакций.

(10 баллов)

Общее количество баллов – 50.

Решения заданий 2-го этапа Всероссийской олимпиады школьников по химии 2018 – 19 учебный год

10 класс

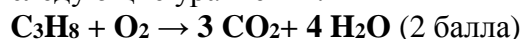
Задача 10.1 (Муниципальный этап ВОШХ СОРИПКРО, 2017-18 учебный год)

"Газ" для зажигалок представляет собой смесь пропана и бутана. При сгорании 3,5 г такой смеси образуется 5,77 л (измерено при 20°C и 1 атм) углекислого газа. Найдите мольную долю бутана в смеси.

Решение:

Рассчитаем количество углекислого газа: $5,77/22,4 \cdot 273/293 = 0,24$ моль (2 балла)

Пусть в исходной смеси было X моль пропана и Y моль бутана. Тогда можно записать следующие уравнения:



$$44X + 58Y = 3,5$$

$$3X + 4 Y = 0,24$$

Решая эту систему получаем $X = 0,04$ моль $Y = 0,03$ моль (2 балла)

Тогда мольная доля бутана $0,03/(0,03+0,04) = 3/7 = 0,43$. (2 балла)

Всего 10 баллов.

Задача 10.2 (автор Кузнецов Д.В. (с изменениями, источник vserosolymp.rudn.ru))

Чудотворный носитель света

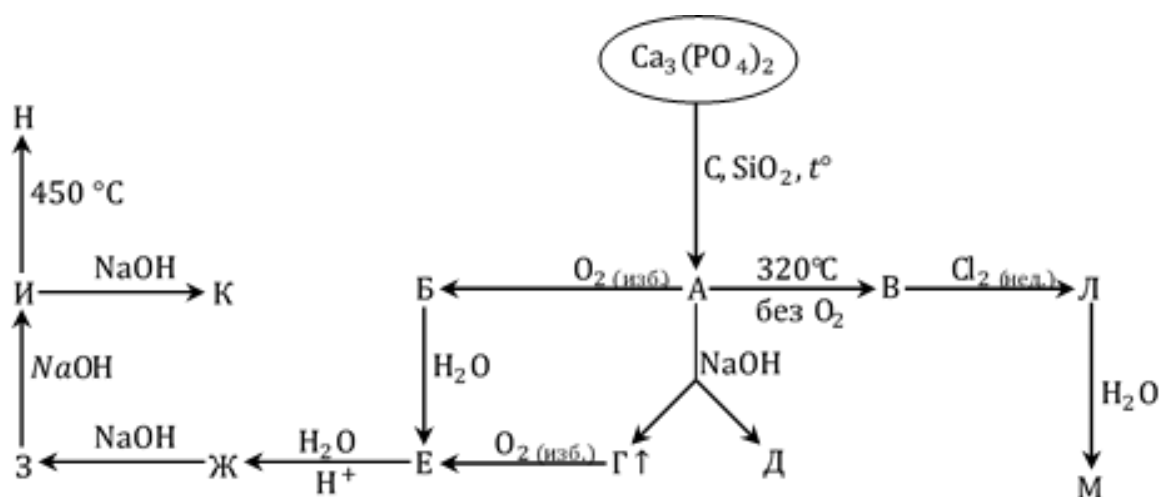
При восстановлении фосфата кальция углём с добавлением оксида кремния отгоняют пары простого вещества **A** (реакция 1), которые конденсируются в виде желтоватых кристаллов. **A** способно самовоспламеняться на воздухе, сгорая до крайне гигроскопичного **B** (реакция 2). При нагревании **A** без доступа воздуха образуется красное вещество **B** (реакция 3). Кипячение **A** с концентрированным раствором гидроксида натрия приводит к диспропорционированию с выделением газа **Г** и образованию в растворе соли **Д** (реакция 4). Соль **Д** является сильным восстановителем.

Газ **Г** легко воспламеняется при поджигании на воздухе, образуя кислоту **Е** (реакция 5) при растворении которой в воде образуется известная каждому школьнику кислота **Ж** (реакция 6). Кислота **Е** образуется также, если оставить **B** на влажном воздухе (реакция 7). При нейтрализации **Ж** раствором гидроксида натрия, последовательно образует соли **З**, **И** и **К** (реакции 8 – 10).

При хлорировании **B** в недостатке хлора можно получить жидкость **Л** (реакция 11), при гидролизе которой образуется кислота **М** (реакция 12).

При пиролизе **И** образуется средняя соль **Н** еще одной кислоты (реакция 13), содержащей мостиковый (соединенный с двумя атомами фосфора) атом кислорода.

Все перечисленные вещества **A** - **Н** содержат элемент **X**. Ниже приведена схема описанных превращений:

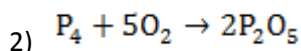
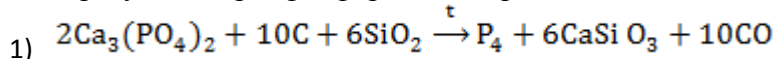


Определите элемент **X** и вещества **A** – **H**. Напишите уравнения реакций всех описанных превращений. Предложите структурные формулы кислот **Ж**, **M**, а также кислот, соответствующих солям **D** и **H**.

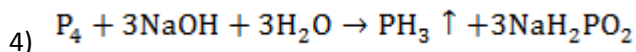
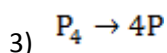
Решение:

Уголь используют в промышленности в качестве восстановителя. В реакции также участвуют оксид кремния и фосфат кальция. Гипотетически элементом **X** могут быть кальций, фосфор и кремний. Однако кальций не может вступать в указанных условиях в реакцию диспропорционирования (реакция 4). Указание, что соль **D** является сильным восстановителем, образование **L** в недостатке хлора указывает на устойчивость соединений в промежуточных степенях окисления (с.о.), что не характерно для кремния. Таким образом, элемент **X** – это фосфор.

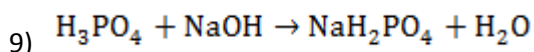
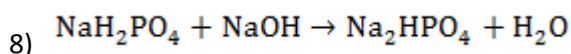
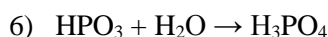
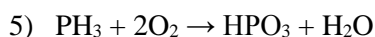
Для фосфора известно несколько аллотропных модификаций устойчивых при невысоких давлениях: белый фосфор, который имеет молекулярное строение, а также красный и черный, имеющие полимерное строение. В условиях реакции восстановления углем образуется пары фосфора и из паров осажается молекулярный белый фосфор P_4 :

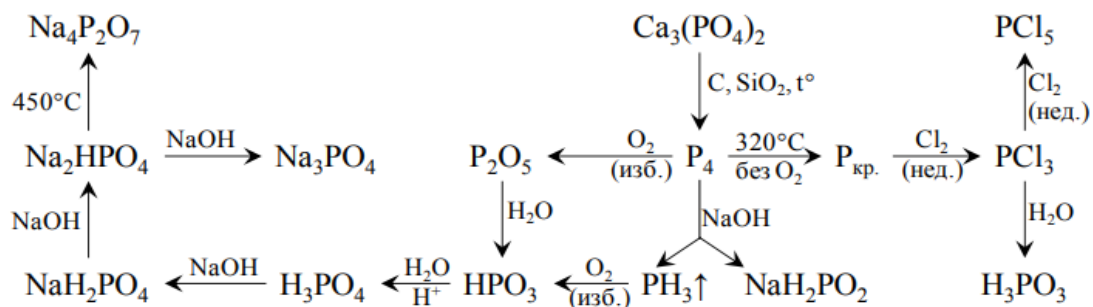
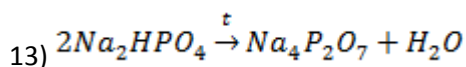
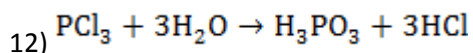
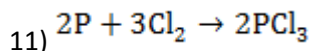
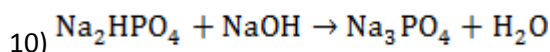


При нагревании белый фосфор переходит в красный, имеющий полимерное строение:

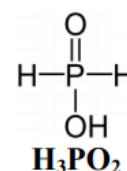
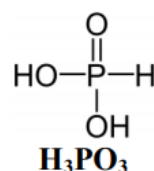
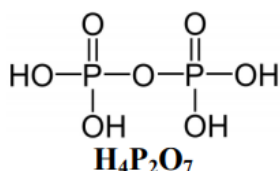
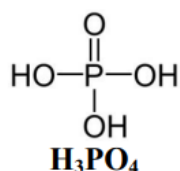


При горении фосфина фосфор окисляется до высшей с.о. «+5», которой соответствует образующаяся при недостатке воды метафосфорная кислота:





Структурные формулы кислот:



Система оценивания:

Элемент X	1 балл
Вещества А – Н по 0,3 балла	3,9 балла
Уравнения реакций по 0,3 балла	3,9 балла
Структурные формулы кислот по 0,3 балла	1,2 балла
Всего	10 баллов

Задача 10.3 (Муниципальный этап ВОШХ СОРИПКРО, 2017-18 учебный год)

Среди ниже перечисленных веществ выберите по 4 вещества:

- а) твердые при 0°C
- б) смешивающиеся с водой в любых отношениях
- в) имеющие плотность больше 1г/см³ при нормальных условиях
- г) обладающие характерным запахом
- д) молекулы которых содержат 4 и более атомов углерода.

Вещества: 1) бензол 2) этиловый спирт 3) тяжелая вода 4) ртуть 5) этилен 6) серная кислота 7) полиэтилен 8) бутан 9) уксусная кислота 10) диэтиловый эфир.

Помните: при ответе на каждый пункт надо указать не более 4 веществ.

Решение:

- а) твердые при 0°C : 1) бензол 2) тяжелая вода 3) полиэтилен 4) уксусная кислота.
- б) смешивающиеся с водой в любых отношениях: 1) этиловый спирт 2) тяжелая вода 3) серная кислота 4) уксусная кислота
- в) имеющие плотность больше 1г/см³ при нормальных условиях : 1) тяжелая вода 2) ртуть 3) серная кислота 4) уксусная кислота
- г) обладающие характерным запахом: 1) бензол 2) этиловый спирт 3) уксусная кислота 4) диэтиловый эфир.

д) молекулы которых содержат 4 и более атомов углерода: 1) бензол 2) полиэтилен 3) бутан 4) диэтиловый эфир.

За каждое правильно указанное вещество по 0,5 балла.

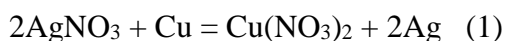
Если по какому-либо пункту указано более четырёх веществ - этот пункт не оценивать.

Всего 10 баллов.

Задача 10.4 (Врублевский А.И. Химия. Анализ, синтез и расчетные задачи для подготовки к ЕГЭ. – Минск: Попурри, 2018)

На весах находятся в равновесии стаканы, содержащие растворы нитрата серебра и сульфата ртути (II) массой по 340 грамм каждый с массовой долей солей 20 % и 15 % соответственно. В раствор с раствором нитрата серебра поместили медную пластинку и извлекли её из раствора, когда массовая доля нитрата серебра стала равной 10,49 %. Во второй сосуд поместили железную пластинку массой 29,8 грамм и выдерживали до тех пор, пока массы растворов в обоих стаканах не стали равными. Рассчитайте массовую долю сульфата ртути (II) в конечном растворе и массу железной пластинки после реакции.

Решение: (Е.А. Попова)



$$m(\text{AgNO}_3) = 68 \text{ г}$$

$$n(\text{AgNO}_3) = 0,4 \text{ моль}$$

Определим массу раствора после реакции (1) (m') и количество вещества нитрата серебра, вступившего в реакцию ($2x$ моль):

$$0,1049 = \frac{68 - 170 \cdot 2x}{340 - 340 \cdot x + 188x}$$

$$x = 0,1 \text{ моль}$$

$$m'_{\text{р-ра}}(\text{AgNO}_3) = 340 - 152x = 324,8 \text{ г}$$

$$m(\text{HgSO}_4) = 51 \text{ г}$$

$$n(\text{HgSO}_4) = 0,17 \text{ моль}$$

Найдем количество вещества HgSO_4 , вступившего в реакцию (2) – (приняв за y моль)

$$324,8 = 340 - 297y + 152y$$

$$y = 0,105 \text{ моль}$$

$$m_{\text{пл.}} = 29,8 - 56y + 201y = 45 \text{ г}$$

$$\omega(\text{HgSO}_4)_{\text{после реакции (2)}} = \frac{51 - 297y}{324,8} \cdot 100\% = 6,1\%$$

Система оценивания:

За каждое уравнение реакции по 1 баллу	2 балла
Определение массы и количества веществ HgSO_4 и AgNO_3	2 балла
Определение количества вещества AgNO_3 , вступившего в реакцию (1)	2 балла
Определение массы раствора AgNO_3 , после реакции (1)	1 балл
Определение количества вещества HgSO_4 , вступившего в реакцию (2)	1 балл
Определение массы железной пластинки после реакции (2)	1 балл
Определение массовой доли HgSO_4 в новом растворе	1 балл

Всего 10 баллов

Задача 10.5 (источник file:///C:/Users/1/Desktop/zadachi_s_resheniyami_9-2016.pdf)

Даны четыре пробирки с растворами следующих веществ: азотная кислота, хлорид натрия, фосфат натрия, нитрат серебра. В какой пробирке, какой раствор находится, неизвестно, но установлено, что: 1) при сливании растворов 2-ой и 4-ой пробирок получается осадок, не растворяющийся при добавлении раствора из 1-ой пробирки; 2) при сливании растворов из 2-ой и 3-ей пробирки получается осадок, растворяющийся при добавлении раствора из 1-ой пробирки. Определите, какие растворы содержатся в пробирках 1, 2, 3 и 4. Напишите уравнения всех упоминаемых в задаче реакций.

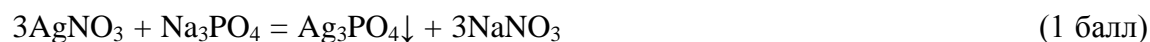
Решение:

	HNO ₃	NaCl	Na ₃ PO ₄	AgNO ₃
HNO ₃	–	+↑	–	–
NaCl	+↑	–	–	+↓
Na ₃ PO ₄	–	–	–	+↓
AgNO ₃	–	+↓	+↓	–

1. Т.к. из четырёх пробирок только AgNO₃ реагирует с двумя пробирками с образованием осадков, то раствор AgNO₃ находится в пробирке № 2, а растворы NaCl и Na₃PO₄ в пробирках № 3 и № 4, неизвестно. (1 балл)



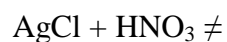
AgCl – белый осадок (1 балл)



Ag₃PO₄ – жёлтый осадок (1 балл)

2. Тогда для раствора азотной кислоты остаётся только пробирка № 1 (1 балл)

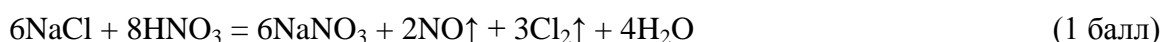
3. Т.к. осадок, образованный при сливании растворов 2-ой и 4-ой пробирок, не растворяется при добавлении HNO₃, то этим осадком является AgCl, который образовался при сливании растворов AgNO₃ (№ 2) и NaCl. Соответственно, в пробирке № 4 будет находиться NaCl. (1 балл)



4. Т.к. осадок, образованный при сливании растворов 2-ой и 3-ей пробирок, растворяется при добавлении HNO₃, то этим осадком является Ag₃PO₄, который образовался при сливании растворов AgNO₃ (№ 2) и Na₃PO₄. Соответственно, в пробирке № 3 будет находиться Na₃PO₄. (1 балл)



5. Для подтверждения нахождения HNO₃ в пробирке № 1 и NaCl в пробирке № 4 сольём их. Будем наблюдать выделение газа жёлто-зелёного цвета.



Всего 10 баллов.

Общее количество баллов – 50.

Допускаются другие варианты решения задач, не искажающие смысл.

ВНИМАНИЕ! Уважаемые коллеги, просим выслать отчет (по классам) о проведении II (муниципального) этапа Всероссийской олимпиады на электронный адрес himikoff@yandex.ru не позднее чем через 2 дня после проведения олимпиады по ФОРМЕ:

- 1) количество учащихся,*
- 2) средний балл, полученный за каждую задачу,*
- 3) замечания и предложения по условиям и решениям задач,*
- 4) списки победителей и призеров,*
- 5) тексты задач I (школьного) Всероссийской этапа олимпиады.*

При отправке детей на региональный этап олимпиады не забудьте про экспериментальный тур, где требуется защищающий одежду ХАЛАТ!

Региональный этап состоится по адресу: улица Каманина, д. 18/38, в центре для одаренных детей «Платформа 33»