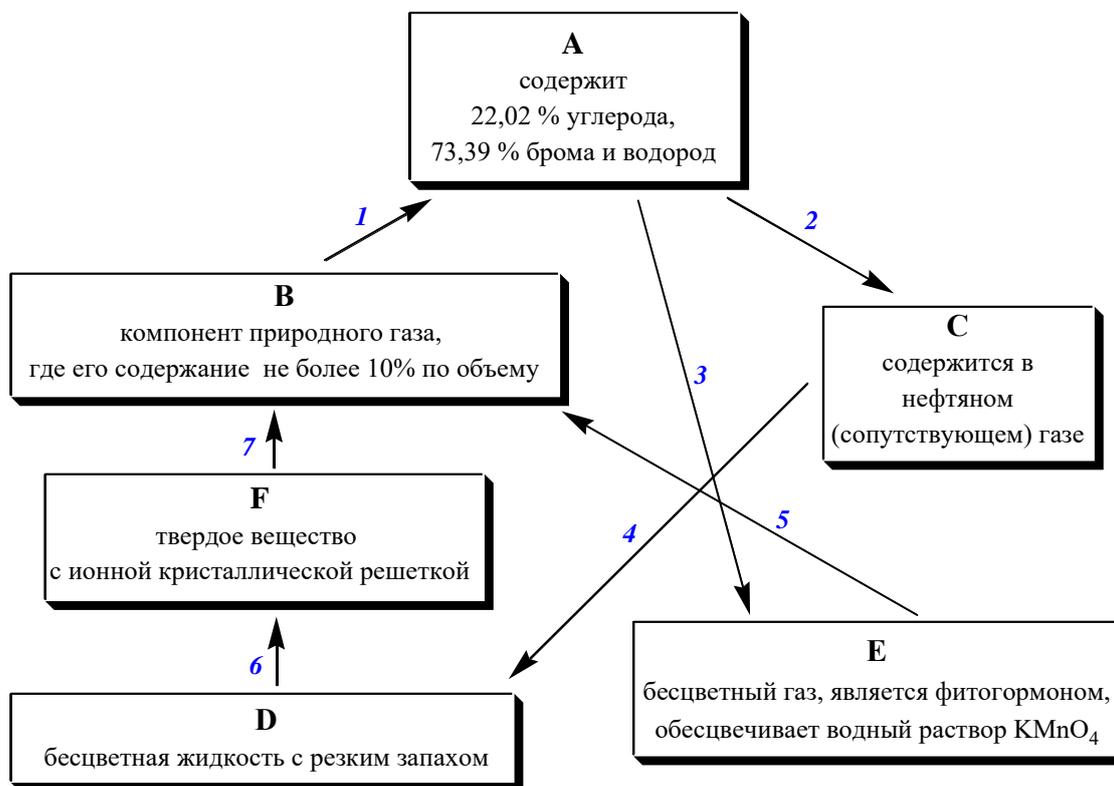


Всероссийская олимпиада школьников по химии.
Муниципальный этап. 2021-2022 уч. год
10 класс
Задача 1 (20 баллов).

Расшифруйте схему. Проведите расчеты и определите формулу соединения А. Напишите уравнения реакций 1-7, используя структурные формулы органических веществ и указывая условия проведения реакций. Напишите уравнение реакции вещества Е с водным раствором перманганата калия.



Решение.

Решение и критерии оценивания	Баллы
Расчет формулы А C_2H_5Br	5
Уравнения реакций	
1) $CH_3CH_3 + Br_2 = CH_3CH_2Br + HBr$ (на свету)	1*
2) $2CH_3CH_2Br + 2Na = CH_3CH_2CH_2CH_3 + 2NaBr$	1
3) $CH_3CHBr + KOH_{\text{спирт р-р}} = CH_2=CH_2 + KBr + H_2O$	1*
4) $2CH_3CH_2CH_2CH_3 + 5O_2 = 4CH_3COOH + 2H_2O$	3
5) $CH_2=CH_2 + H_2 = CH_3CH_3$ (катализатор – Ni, Pd, Pt)	1*
6) $CH_3COOH + KOH = CH_3COOK + H_2O$	1
7) $2CH_3COOK + 2H_2O = CH_3CH_3 + H_2 + 2KOH + 2CO_2$ (электролиз)	4
Окисление вещества Е $3CH_2=CH_2 + 2KMnO_4 + 4H_2O = 3HOCH_2CH_2OH + 2MnO_2 + 2KOH$	3
Всего	20 баллов

*За отсутствие условий реакций – по 0,5 балла за реакцию.

Задача 2 (20 баллов).

6,72 л смеси пропана, пропена и пропина, в которой объем пропена в три раза больше объема пропина, сожгли в избытке кислорода и получили 20,16 л углекислого газа и 17,1 г воды. Найдите объемные и массовые доли углеводородов в смеси.

Решение и критерии оценивания	Баллы
Уравнения реакций 1) $C_3H_8 + 5 O_2 = 3 CO_2 + 4 H_2O$ 2) $2 C_3H_6 + 9 O_2 = 6 CO_2 + 6 H_2O$ 3) $C_3H_8 + 4 O_2 = 3 CO_2 + 2 H_2O$	1 1 1
Количества веществ $n(\text{смеси}) = 0,3$ моль $n(CO_2) = 0,9$ моль – избыточные данные, в решении не используются $n(H_2O) = 0,95$ моль	1 1 1
Расчет состава смеси Пусть $n(C_3H_8) = x$ моль, $n(C_3H_4) = y$ моль, тогда $n(C_3H_6) = 3y$ моль $n_1(H_2O) = 4x$ по ур. 1 $n_2(H_2O) = 9y$ по ур. 2 $n_3(H_2O) = 2y$ по ур. 3 Система уравнений $x+y+3y=0,3$ $4x+9y+2y=0,95$ $x=0,1; y=0,05$ $n(C_3H_8) = 0,1$ моль, $n(C_3H_6) = 0,15$ моль, $n(C_3H_4) = 0,05$ моль	8
Расчет объемных долей углеводородов* $\omega(C_3H_8) = \frac{0,1}{0,1+0,15+0,05} = 0,333$ или 33,3% $\omega(C_3H_6) = 0,5$ или 50% $\omega(C_3H_4) = 0,167$ или 16,7% *допустимо перевести n в V	1 1 1
Расчет массовых долей углеводородов $m(C_3H_8) = 0,1 \cdot 44 = 4,4$ г $m(C_3H_6) = 6,3$ г $m(C_3H_4) = 2$ г $\omega(C_3H_8) = \frac{4,4}{4,4+6,3+2} = 0,3465$ или 34,65% $\omega(C_3H_6) = 0,496$ или 49,6% $\omega(C_3H_4) = 0,1575$ или 15,75%	1 1 1
Всего	20

Задача 3 (20 баллов).

Несмотря на большое содержание в составе воздуха азота в химической отрасли существует проблема получения «связанного» азота. Основной реакцией получения «связанного» азота является синтез аммиака. Задания и вопросы:

- Объясните, почему существует проблема «связанного» азота
- Напишите уравнение реакции получения аммиака, приведите и обоснуйте условия промышленного синтеза этого вещества
- На основании данных таблицы рассчитайте исходную (азот) и равновесную (водород) концентрации:

Реагент	азот	водород	аммиак
Исходная концентрация, моль/л	X	3,8	0
равновесная концентрация, моль/л	0,4	У	2,4

- Какое количество тепла выделится при синтезе 100 литров аммиака (н.у.), если тепловой эффект реакции образования 2 моль аммиака равен 92,4 кДж. Приведите расчеты.
- Приведите все реакции, лежащие в основе промышленного синтеза азотной кислоты. Какое количество азотной кислоты можно получить из 22,4 л азота (н.у.) при 100 %-ном выходе на всех стадиях синтеза?

Решение и критерии оценивания

1. Проблема «связанного» азота обусловлена низкой реакционной способностью простого вещества азота. В молекуле атомы связаны прочной тройной связью.	1 балл
2. Уравнение реакции (1 балл): $N_2 + 3H_2 \rightleftharpoons 2NH_3$ Синтез аммиака в промышленности проводится в присутствии катализатора, при повышенной температуре (от 400-600° С) и высоком давлении (40ГПа) – 1 балл Высокое давление используется для смещения равновесия вправо – 1 балл повышенная температура - для увеличения скорости химической реакции – 1 балл	4 балла
3. Для определения вступивших в реакцию азота и водорода используем уравнение реакции $N_2 + 3H_2 = 2NH_3$ и равновесную концентрацию аммиака. $C(NH_3)=2,4$ моль/л; значит в реакцию вступило $C(N_2)=2,4/2=1,2$ моль/л; $C(H_2)=2,4*3/2=3,6$ моль/л Равновесная концентрация водорода: $3,8-3,6=0,2$ моль/л Исходная концентрация азота: $0,4+1,2=1,6$ моль/л.	5 баллов
4. $N_2 + 3H_2 = 2NH_3 + 92,4$ кДж По уравнению при получении 2 моль NH_3 выделяется 92,4 кДж. Значит при синтезе $n=100/22,4=4,46$ моль выделится X кДж $X= 206,05$ кДж	5 баллов
5. Синтез азотной кислоты проводится в три стадии: $4NH_3 + 5O_2 = 4NO + 6H_2O$ (катализатор!) $2NO + O_2 = 2NO_2$ $4NO_2 + O_2 + 2H_2O = 4HNO_3$ Каждое уравнение – 1 балл Расчет теоретического количества азотной кислоты: $n(HNO_3)=2n(N_2)=2*22,4/22,4= 2$ моль - 2 балла	5 баллов

Задача 4. (20 баллов)

Сплав нейзильбер состоит из меди, никеля и цинка. Его физические и химические свойства похожи на свойства мельхиора, но благодаря наличию цинка нейзильбер дешевле. Установите состав данного сплава, если при обработке образца массой 19 г избытком раствора гидроксида натрия выделяется 2,24 л газа (н.у.). При взаимодействии такого же кусочка сплава с соляной кислотой выделяется 3,36 л газа (н.у.), а масса не растворившегося металла равна 9,55 г. Какие металлы входят в состав мельхиора и для чего этот сплав чаще всего используется?

Решение и критерии оценки

Правильно написано уравнение реакции, протекающей в щелочи $Zn + 2NaOH + H_2O = Na_2[Zn(OH)_4] + H_2$ (1)	2 балла
Правильно написаны уравнения реакций, протекающих в кислоте $Zn + 2HCl = ZnCl_2 + H_2$ (2) $Ni + 2HCl = NiCl_2 + H_2$ (3) Медь не взаимодействует с соляной кислотой, ее масса 9,55г	6 баллов
Определено количество цинка, вступающего в реакцию с щелочью: $n(H_2) = n(Zn) = 2,24/22,4 = 0,1$ моль; $m(Zn) = 0,1 \text{ моль} * 65 \text{ г/моль} = 6,5 \text{ г}$	6 баллов

<p>Поскольку объемы водорода, которые выделяются в реакции цинка с щелочью и кислотой одинаковы, то объем газа, образующегося при взаимодействии никеля с соляной кислотой равен</p> $V(H_2) = 3,36 - 2,24 = 1,12 \text{ л}$ $n(Ni) = n(H_2) = 1,12 / 22,4 = 0,05 \text{ моль}$ $m(Ni) = 0,05 \text{ моль} * 59 \text{ г/моль} = 2,95 \text{ г}$	
$\omega(Zn) = 6,5 / 19 * 100\% = 34,2\%$ $\omega(Ni) = 2,95 / 19 * 100\% = 15,5\%$ $\omega(Cu) = 100 - 15,5 - 34,2 = 50,3\%$	2 балла
<p>Основные компоненты мельхиора – медь и никель. Сплав широко применяют для изготовления посуды, недорогих ювелирных и художественных изделий, монет серебристого цвета и т.д.</p> <p>Мельхиор также применяется в производстве медицинского инструмента.</p>	4 балла

Задача 5 (20 баллов).

Две соли имеют одинаковый катион. Термический распад первой из них напоминает извержение вулкана и сопровождается выделением малоактивного газа. Твердое вещество, образующееся в данной реакции, взаимодействует и с растворами кислот, и с растворами щелочей с образованием солей. При взаимодействии второй соли с раствором нитрата серебра выпадает белый творожистый осадок, а при нагревании ее с раствором щелочи выделяется бесцветный ядовитый газ с резким запахом, возбуждающе действующим на нервную систему. Этот газ может быть получен и при взаимодействии нитрида кальция с водой. Напишите уравнения всех описанных реакций. Напишите графические формулы первой соли и твердого продукта реакции ее термического разложения.

Решение и критерии оценки

<p>Малоактивный газ – азот, который выделяется при термическом разложении бихромата аммония. Катион, входящий в соли - катион аммония.</p> $(NH_4)_2Cr_2O_7 = Cr_2O_3 + N_2 + H_2O \quad (1)$ <p>Cr_2O_3 -амфотерный оксид, взаимодействует и с кислотами, и с щелочами:</p> $Cr_2O_3 + 6HCl = 2CrCl_3 + 3H_2O \quad (2)$ $Cr_2O_3 + 3H_2O + 2NaOH = 2 Na[Cr(OH)_4] \quad (3)$ <p>или $Cr_2O_3 + 3H_2O + 6NaOH = 2 Na_3[Cr(OH)_6]$</p>	6 баллов
<p>При взаимодействии второй соли с нитратом серебра образуется белый творожистый осадок, значит это хлорид аммония:</p> $NH_4Cl + AgNO_3 = AgCl + NH_4NO_3 \quad (4)$ $NH_4Cl + NaOH = NH_3 + H_2O + NaCl \quad (5)$ <p>Ядовитый газ, возбуждающий нервную систему, аммиак.</p>	6 баллов
$Ca_3N_2 + H_2O = NH_3 + Ca(OH)_2$	2 балла
<p>$O = Cr - O - Cr = O$</p> $NH_4 - O - \begin{array}{c} O \\ \\ Cr \\ \\ O \end{array} - \begin{array}{c} O \\ \\ Cr \\ \\ O \end{array} - O - NH_4$	6 баллов