

**Брянский государственный университет имени академика И.Г.
Петровского**
Брянская корпоративная региональная олимпиада учащейся молодежи
ХИМИЯ
Заочный тур 2025 г.
10 КЛАСС

Задание 1.

Некоторый углеводород при взаимодействии с хлором может давать дихлорид либо тетрахлорид. Отношение молярных масс дихлорида и тетрахлорида равно 0,637. Какие возможные структуры может иметь исходный углеводород?

Решение:

А. Углеводород не насыщен, его Mr — x
дихлорид, его Mr — $x + 2 \cdot 35,5 = x + 71$
тетрахлорид, его — $x + 4 \cdot 35,5 = x + 142$

Б. По условию

$$\frac{x + 71}{x + 142} = 0,637 \text{ (1 балл)}$$

$$x + 71 = 0,637x + 0,637 \cdot 142 = 0,637x + 90,454$$

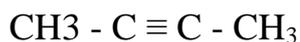
$$x + 71 = 0,637x + 90,454$$

$$0,363x = 19,454$$

$$x = 54 \text{ это должен быть } C_4H_6 \text{ (1 балл)}$$

$$C_nH_{2n-2} = 54 \quad 14n = 56$$

$$n = 4$$



(0.5 балла за каждый

изомер)

Всего: 4 балла

Задание 2.

4,34 г лантан-никелевого сплава нагрели в атмосфере неизвестного газа и получили при этом вещество А. Если вещество А растворить в избытке соляной кислоты, то выделится 1,796 л водорода (н.у.), а при прокаливании А в атмосфере кислорода масса получившегося вещества составила 5,38 г. О каком неизвестном газе шла речь? Определите состав вещества А. Что вы знаете о применении А и ему подобных в современной технике?

Решение:

При растворении 4,34 г сплава лантан-никель любого состава в соляной кислоте, водорода выделится меньше, чем 1,796 л. Отсюда заключаем, что неизвестный газ – водород **(1 балл)**. Вещество А имеет состав $H_2La_bNi_b$. При

прокаливания А в кислороде образуется NiO (M = 75 г/моль) и La₂O₃ (M - 326 г/моль), а вода улетучивается.

Обозначим:

x — моль Ni в сплаве;

y — моль La сплаве.

$$59x + 139y = 4,34$$

$$75x + \frac{326}{2} y = 5,38$$

$$x = 5 \cdot 10^{-2} \text{ моль Ni (0.5 балла)}$$

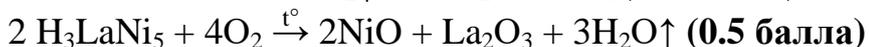
$$y = 10^{-2} \text{ моль La (0.5 балла)}$$

5 • 10⁻² моль Ni при растворении в HCl дадут 5 • 10⁻² моль H₂; 10⁻² моль La при растворении в HCl дадут 1,5 • 10⁻² моль H₂.

1,796 л составляют 8 • 10⁻² моль H₂, т.е. вещество А содержит (8 - 5 - 1,5) • 10⁻² моль H₂ или 3 • 10⁻² моль атомов H. Вещество А имеет состав H₃LaNi₅ (1 балл)

Подобные вещества (их называют гидридами интерметаллидов) способны выделять водород при нагревании и находят применение в качестве "аккумуляторов" водорода и катализаторов некоторых органических реакций (1 балл).

Уравнения реакций:



Всего: 4.5 балла

Задание 3.

Смесь этана, пропилена и ацетилена занимает объем 448 мл (н.у.) и может обесцвечивать 40 мл 5%-ного раствора брома в четыреххлористом углероде (α = 1,6 г/мл). Минимальный объем раствора едкого кали, содержащего в 1 литре раствора, 1 моль KOH, которым можно поглотить весь углекислый газ, образовавшийся при полном сгорании исходной смеси, равен 50 мл. Определите процентное содержание (по объему) газов в исходной смеси.

Решение:

$$1) V(\text{смеси}) = \frac{448 \text{ мл}}{22400 \text{ мл/ моль}} = 0,02 \text{ моль}$$

пусть V(C₂H₆) = x; V(C₃H₆) = y; V(C₂H₂) = z

$$x + y + z = 0,02 \text{ (0.5 балла)}$$

$$2) m(\text{р-ра Br}_2) = 40 \text{ мл} \cdot 1,6 \text{ г/мл} = 64 \text{ г}$$

$$m(\text{Br}_2) = 64 \text{ г} \cdot 0,05 = 3,2 \text{ г}$$

$$m(\text{Br}_2) = \frac{3,20 \text{ г}}{160 \text{ г/моль}} = 0,02 \text{ моль}$$

В реакцию с Br_2 вступает C_3H_6 и C_2H_2 , при этом с 1 моль C_3H_6 взаимодействует 1 моль Br_2 , с 1 моль C_2H_2 – 2 моль $\text{Br}_2 \rightarrow$. На бромирование C_3H_6 расходуется y моль Br_2 и на C_2H_2 – $2z$ моль Br_2 . Всего на бромирование затрачено $(y + 2z)$ моль $\text{Br}_2 \rightarrow y + 2z = 0,02$

3) При горении: 1 моль C_3H_6 дает 3 моль CO_2 , 1 моль C_2H_6 – 2 моль CO_2 , и 1 моль C_2H_2 – 2 моль CO_2 , или $(2x + 2z + 3y)$ моль CO_2

4) $\text{KOH} + \text{CO}_2 = \text{KHSO}_3$ (**0.5 балла**) и $2\text{KOH} + \text{CO}_2 = \text{K}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O}$, т.е., если по условию задачи, взяли минимальное количество раствора KOH , то реакция идет согласно первому уравнению.

$$v(\text{KOH}) = 0,050 \text{ л} \cdot 1 \text{ моль/л} = 0,05 \text{ моль в р-ре}$$

$$v(\text{CO}_2) = 0,05 \text{ моль (по первому уравнению)}$$

$$2x + 3y + 2z = 0,05$$

Можно составить систему:

$$\begin{cases} x + y + z = 0,02 \\ y + 2z = 0,02 \\ 2x + 3y + 2z = 0,05 \text{ (0.5 балла)} \end{cases}$$

$$x = 0,005; y = 0,01; z = 0,005$$

Так как объем газов пропорционален числу их молей, то

$$x : y : z = 0,005 : 0,01 : 0,005;$$

$$x : y : z = 1 : 2 : 1$$

В процентах это составляет:

$$\varphi(\text{C}_2\text{H}_6) = \frac{100\%}{4} = 25\%; \text{ (1 балл)}$$

$$\varphi(\text{C}_2\text{H}_2) = 25\%; \text{ (1 балл)}$$

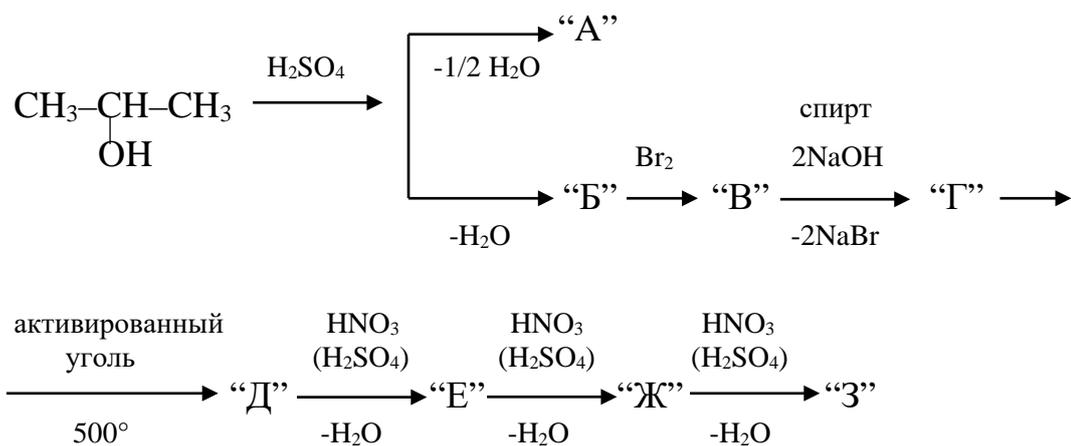
$$\varphi(\text{C}_3\text{H}_6) = 50\% \text{ (1 балл)}$$

Ответ: $\text{C}_2\text{H}_6 = 25\%$; $\text{C}_2\text{H}_2 = 25\%$; $\text{C}_3\text{H}_6 = 50\%$.

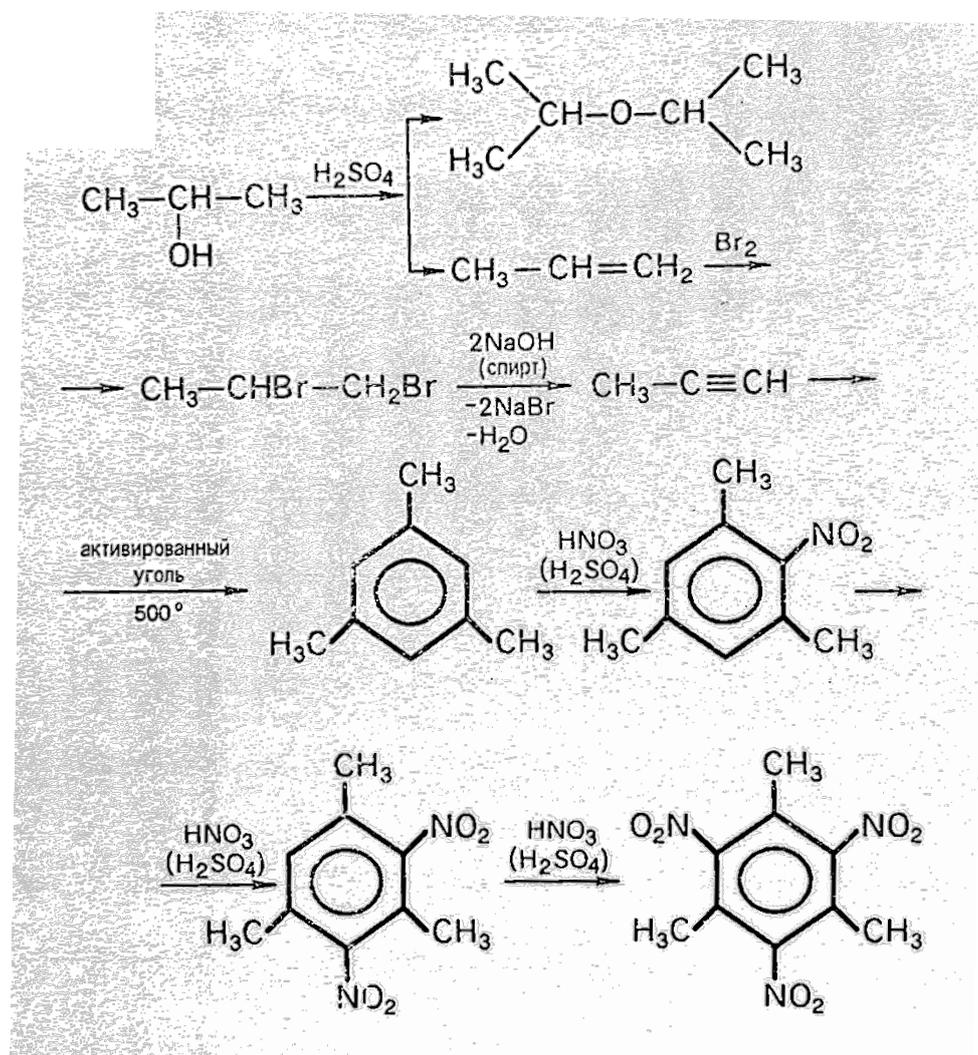
Всего: 4.5 балла

Задание 4.

Осуществите превращение:



Решение:



Определение веществ А-З – по 0.5 баллов, написание уравнений реакций – по 0.5 балла. Всего: 8 баллов.

Задание 5.

Неизвестная соль X разлагается при нагревании, давая ряд газообразных при повышенной температуре продуктов А, Б, В, Г, каждого по 1 моль на х моль. Как растворение в воде, так и приведение смеси к н.у. дает соль Д и остается неизменным газ Б, переходящий при сжигании в В. При 20°C раствором щелочи поглощается как газ В, так и жидкость Г. Как смесь, полученная при нагревании X, так и вещества X и Д дают осадки с известковой водой. О каких веществах идет речь? Написать уравнения всех приведенных реакций.

Решение:

По физическим свойствам ясно, что смесь содержит аммиак, т.к. никакая другая соль не разлагается с выделением только газов.

Образование соли Д указывает на то, что один из компонентов смеси – вода. Осадок с известковой водой – один из компонентов – CO₂ или SO₂. Очевидно, что В – CO₂ или SO₂, Г – H₂O. В – именно CO₂, т.к. SO₂ можно получить сжиганием только H₂S, а он растворим в воде.

Тогда Б – CO, следовательно, Д – NH₄HCO₃. Исходная смесь получается элементарным сложением всех компонентов: NH₄HC₂O₄

Определение веществ А-Д, X – по 0.5 баллов. Всего – 3 балла.

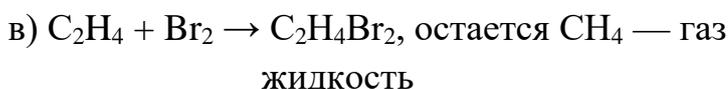
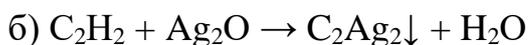
Задание 6.

Разделить смесь аммиака, метана, этилена и ацетилен, выделив каждый газ в индивидуальном состоянии.

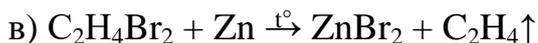
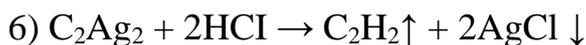
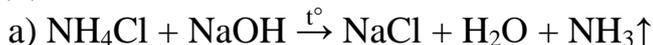
Решение:

Для разделения газов используются следующие реакции:

а) NH₃ + HCl → NH₄Cl (остальные с соляной кислотой не взаимодействуют)



Для выделения газов:



NH₃ собирают над ртутью или методом вытеснения воздуха, остальные – методом вытеснения воды.

За выделение каждого компонента смеси с уравнением реакции и обоснованием – по 1 баллу. Всего: 4 балла.

Домашний эксперимент:

Разработайте методику выращивания кристаллов поваренной соли правильной кубической формы. Эксперимент подтвердите фотографиями.

Решение:

Возможны разные варианты экспериментов. За каждое описание методики – 1 балл, за описание с объяснением и фотографиями – 3 балла.