

## 10 класс

**Задача 1.** Составьте формулы всех возможных изомеров состава  $C_4H_{10}O$ , дайте им название. Укажите первичные, вторичные и третичные соединения. Определите класс, к которому относится вещество. Для приведенных примеров изобразите структурные формулы и дайте названия. На примере одного из них приведите уравнения реакций, протекающих по ионному (гетеролитическому) механизму.

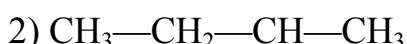
### Решение

Перечислим возможные изомеры



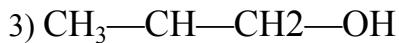
**бутанол-1**

*n*-бутиловый спирт



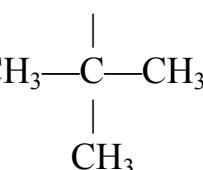
**бутанол-2**

*втор*-бутиловый спирт



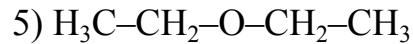
**2-метилпропанол-1**

изобутиловый спирт



**2-метилпропанол-2**

*трем*-бутиловый спирт



**диэтиловый эфир**

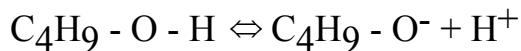
простой эфир



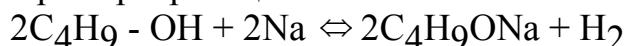
**метилпропиловый эфир**

простой эфир

Разрыв связей в молекуле бутанола-1 по ионному (гетеролитическому) механизму может протекать по следующим механизмам:



Примеры реакций:



**Задача 2.** Почему в молекулах  $\text{CH}_4$  и  $\text{SiH}_4$  валентные углы между связями одинаковы, а в молекулах  $\text{H}_2\text{O}$  и  $\text{H}_2\text{S}$  разные.

### Решение

В молекулах  $\text{CH}_4$  и  $\text{SiH}_4$  валентные углы одинаковы, т.к. у центральных атомов – углерода и кремния – одинаковый тип гибридизации –  $\text{sp}^3$  и в молекулах одинаковые валентные углы между связями  $109^{\circ}28'$ .

В молекуле воды кислород имеет  $\text{sp}^3$ -тип гибридизации и валентные углы равны  $105^{\circ}$ , угол отличается от  $109^{\circ}28'$ , т.к. две гибридные орбитали занимают неподеленные электронные пары, которые отталкиваются друг от друга, уменьшая валентный угол. В молекуле  $\text{H}_2\text{S}$  атомные орбитали серы из-за большого размера атома гибридизации не подвергаются и связь с водородом образуют не гибридные p-орбитали, которые располагаются под углом  $90^{\circ}$ . Поэтому в молекулах воды и сероводорода разные валентные углы в молекулах.

**Задача 3.** Для получения аммиачной селитры было взято 20 000 л 50%-ной азотной кислоты (плотность—1,316 кг/л) и 4000 м<sup>3</sup> аммиака. Рассчитать выход аммиачной селитры, если практически получено 16 320 кг нитрата аммония.

### Решение

Масса взятой 50%-ной азотной кислоты по формуле составляет:

$$m = V \cdot \rho, \\ 20\ 000 \cdot 1,316 = 26\ 320 \text{ (кг)}$$

Определяем содержание кислоты в 26 320 кг 50%-ного раствора:

$$\frac{26320 \times 50}{100} = 13160 \text{ (кг)}.$$

Из уравнения реакции  $\text{NH}_3 + \text{HN}0_3 = \text{NH}_4\text{N}0_3 + \text{Q}$

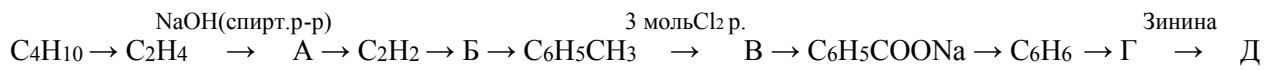
определяем, что 13 160 кг 100%-ной азотной кислоты образуют аммиачной селитры ( $m_T$ )

$$\frac{13160 \times 80}{63} = 16711 \text{ (кг)},$$

где 80 и 63 — массы молекул соответственно аммиачной селитры  $\text{NH}_4\text{N}0_3$  и азотной кислоты  $\text{HN}0_3$ . Отсюда выход аммиачной селитры составляет:

$$\eta = \frac{16320}{16711} \times 100 = 97,66 \text{ (%)}.$$

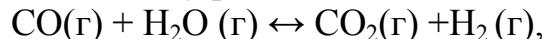
**Задача 4.** Напишите уравнения реакций, с помощью которых можно осуществлять следующие превращения:



**Решение**

- 1)  $\text{C}_4\text{H}_{10} \rightarrow \text{C}_2\text{H}_4 + \text{C}_2\text{H}_6$
- 2)  $\text{C}_2\text{H}_4 + \text{Cl}_2 \rightarrow \text{C}_2\text{H}_4\text{Cl}_2$
- 3)  $\text{C}_2\text{H}_4\text{Cl}_2 + 2\text{NaOH} \rightarrow \text{C}_2\text{H}_2 + 2\text{NaCl} + 2\text{H}_2\text{O}$
- 4)  $3 \text{ C}_2\text{H}_2 \rightarrow \text{C}_6\text{H}_6$
- 5)  $\text{C}_6\text{H}_6 + \text{CH}_3\text{Cl} \rightarrow \text{C}_6\text{H}_5\text{CH}_3 + \text{HCl}$
- 6)  $\text{C}_6\text{H}_5\text{CH}_3 + 3\text{Cl}_2 \rightarrow \text{C}_6\text{H}_5\text{CCl}_3 + 3\text{HCl}$
- 7)  $\text{C}_6\text{H}_5\text{CCl}_3 + 4 \text{ NaOH} \rightarrow \text{C}_6\text{H}_5\text{COONa} + 3\text{NaCl} + \text{H}_2\text{O}$
- 8)  $\text{C}_6\text{H}_5\text{COONa} + \text{NaOH} \rightarrow \text{C}_6\text{H}_6 + \text{Na}_2\text{CO}_3$
- 9)  $\text{C}_6\text{H}_6 + \text{HNO}_3 \rightarrow \text{C}_6\text{H}_6\text{NO}_2 + \text{H}_2\text{O}$
- 10)  $\text{C}_6\text{H}_6\text{NO}_2 + 3\text{H}_2 \rightarrow \text{C}_6\text{H}_6\text{NH}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$

**Задача 5.** Вычислите константу равновесия для гомогенной системы



если равновесные концентрации реагирующих веществ:  $[\text{CO}] = 0,004$  моль/л;  $[\text{H}_2\text{O}] = 0,064$  моль/л;  $[\text{CO}_2] = 0,016$  моль/л. Определите равновесную концентрацию водорода. Рассчитайте константу равновесия и исходные концентрации воды и угарного газа? Изменением каких факторов (давление  $P$ , концентрация  $C$ ) можно сместить химическое равновесие данной системы в сторону обратной реакции? Дайте обоснованный ответ.

**Решение:**

$$[\text{CO}]_p = 0,004 \text{ моль/л}$$

$$[\text{H}_2\text{O}]_p = 0,064 \text{ моль/л}$$

$$[\text{CO}_2]_p = 0,016 \text{ моль/л}$$

---

$$[\text{H}_2]_p = ?; K_c = ?; [\text{CO}]_{\text{исх}} = ?; [\text{H}_2\text{O}]_{\text{исх}} = ?$$

Предположим, что продукты реакции отсутствовали в исходной системе. Тогда равновесные концентрации диоксида углерода и водорода равны.

$$[\text{H}_2]_p = [\text{CO}_2]_p = 0,016 \text{ моль/л}$$

$$K_c = \frac{[\text{CO}_2]_p \cdot [\text{H}_2]_p}{[\text{CO}]_p \cdot [\text{H}_2\text{O}]_p} = \frac{0,016 \cdot 0,016}{0,004 \cdot 0,064} = \frac{0,000256}{0,000256} = 1$$

Определим исходную концентрацию CO

из 1 моль CO образуется 1 моль H<sub>2</sub>

из  $\Delta[\text{CO}] = 0,016$  моль H<sub>2</sub>

$$\Delta[\text{CO}] = \frac{1 \cdot 0,016}{1} = 0,016 \text{ моль/л}$$

$$[\text{CO}]_{\text{исх}} = 0,004 + 0,016 = 0,02 \text{ моль/л}$$

Аналогично определим исходную концентрацию H<sub>2</sub>O

---

$$[\text{H}_2\text{O}]_{\text{исх}} = 0,064 + 0,016 = 0,08 \text{ моль/л}$$

Чтобы сместить равновесие в сторону обратной реакции, надо уменьшить концентрацию обоих или одного из исходных веществ, или увеличить концентрацию продуктов реакции, тогда возрастет скорость обратной реакции, приводящей к уменьшению воздействия.

Изменение давления не приведет к смещению равновесия, т.к. реакция протекает без изменения объёма газов.