

Муниципальный этап Всероссийской олимпиады школьников по химии 2009-2010г.
11 класс Москва

1-11. Восстановите левую часть приведенных уравнений химических реакций:

1. \xrightarrow{t} $4\text{NO}_2 + \text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$
2. $\rightarrow 5\text{S}\downarrow + 2\text{MnSO}_4 + \text{K}_2\text{SO}_4 + 8\text{H}_2\text{O}$
3. $\rightarrow \text{NO} + \text{FeCl}_3 + \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O}$
4. $\rightarrow \text{Co}(\text{OH})_2\downarrow + 2\text{Al}(\text{OH})_3\downarrow + 2\text{KCl}$
5. $\rightarrow \text{CuS}\downarrow + \text{BaSO}_4\downarrow + 4\text{NH}_3\uparrow$
6. $\rightarrow \text{CaHPO}_4\downarrow + \text{BaHPO}_4\downarrow + 2\text{H}_2\text{O}$
7. $\rightarrow \text{BaSO}_3\downarrow + \text{Na}_2\text{SO}_3 + 2\text{H}_2\text{O}$
8. $\rightarrow \text{Ag}_2\text{S}\downarrow + \text{NaNO}_3 + \text{HNO}_3$
9. $\rightarrow \text{C}_6\text{H}_5\text{COOK} + 4\text{MnO}_2\downarrow + \text{K}_2\text{CO}_3 + \text{KOH} + 2\text{H}_2\text{O}$
10. \xrightarrow{t} $2\text{Fe}_2\text{O}_3 + 2\text{FeCl}_3$

2-11. А. Спланируйте синтез пропаналя, используя в качестве исходного органического вещества 2-хлорпропан и любые неорганические реагенты и катализаторы. Приведите соответствующие уравнения реакций.

Б. Спланируйте синтез пропанола-1, используя в качестве исходного органического вещества этан и любые неорганические реагенты и катализаторы. Приведите соответствующие уравнения реакций.

3-11. В продуктах полного гидролиза 13,3 г тетрасахарида были обнаружены глюкоза и фруктоза. Масса глюкозы составила 10,8 г. Определите состав тетрасахарида. Выберите из изомеров тетрасахарида два, один из которых дает реакцию серебряного зеркала, а другой нет. Составьте структурные формулы двух выбранных изомеров.

4-11. Минерал берилл содержит в массовых долях 31,28 % кремния, 53,63 % кислорода, а также алюминий и бериллий. Установите формулу минерала. Изобразите структуру кремнекислородного аниона в берилле. Какие драгоценные камни отвечают составу кремнекислородного аниона берилла?

5-11. Смесь азота и водорода пропустили в контактном аппарате над катализатором, при этом её плотность возросла на 45%. Вычислить массовые доли веществ в растворе, полученном при пропускании 7,5 л (н.у.) конечной газовой смеси через 171 мл раствора ортофосфорной кислоты ($\omega(\text{H}_3\text{PO}_4)=8,00\%$; $\rho=1,05$ г/мл).

6-11. Массовая доля углерода в двух углеводородах одинакова и равна 92,3 %. Однако, эквимольные количества вещества этих углеводородов способны присоединить в шесть раз различающиеся количества вещества брома. Предложите возможные структурные формулы этих углеводородов.

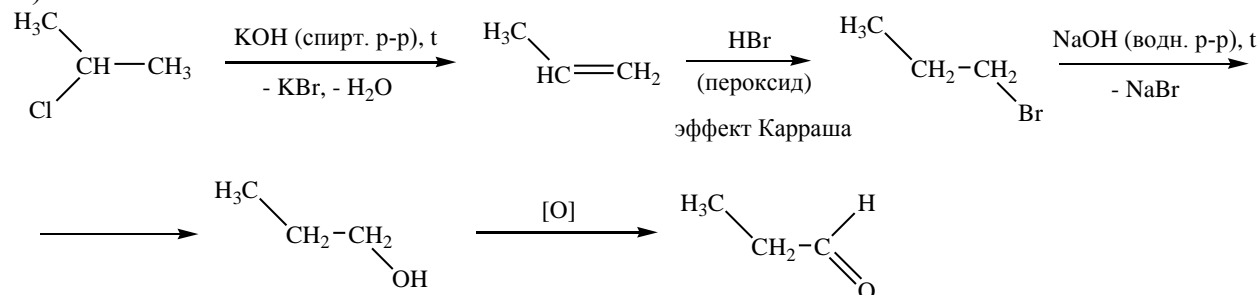
11 класс. Решения.

1-11.

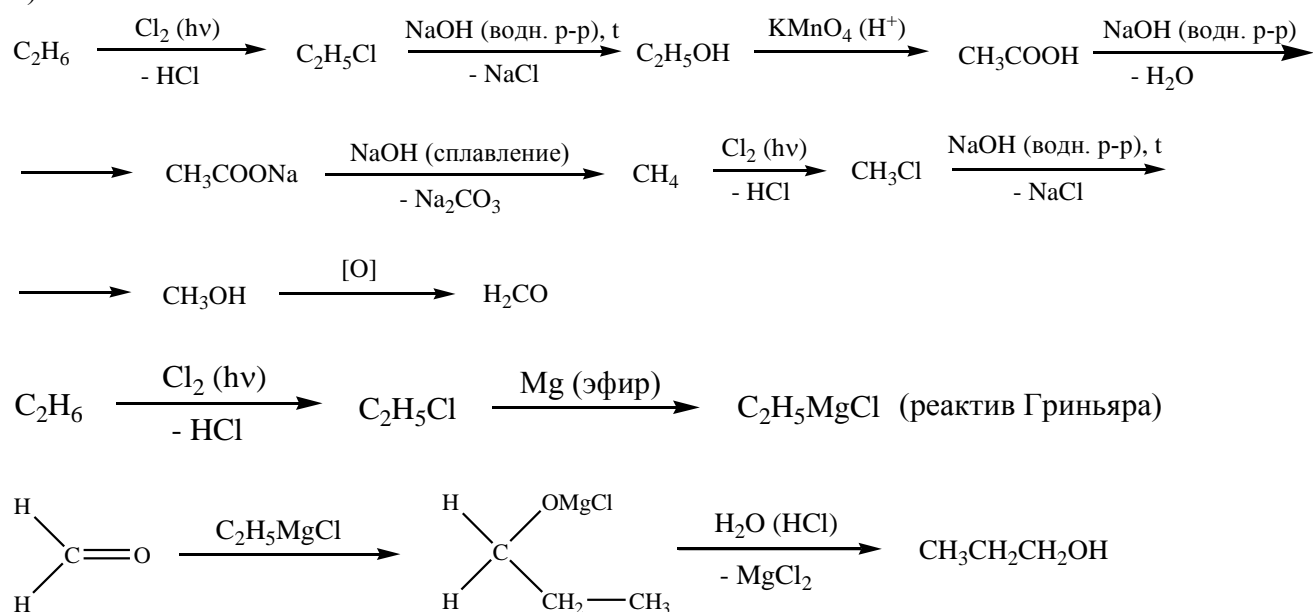
11. $4\text{HNO}_3 \xrightarrow{t} 4\text{NO}_2 + \text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$
12. $5\text{H}_2\text{S} + 2\text{KMnO}_4 + 3\text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow 5\text{S}\downarrow + 2\text{MnSO}_4 + \text{K}_2\text{SO}_4 + 8\text{H}_2\text{O}$
13. $\text{FeCl}_2 + \text{NaNO}_2 + 2\text{HCl} \rightarrow \text{NO} + \text{FeCl}_3 + \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O}$
14. $2\text{K}[\text{Al}(\text{OH})_4] + \text{CoCl}_2 \rightarrow \text{Co}(\text{OH})_2\downarrow + 2\text{Al}(\text{OH})_3\downarrow + 2\text{KCl}$
15. $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]\text{SO}_4 + \text{BaS} \rightarrow \text{CuS}\downarrow + \text{BaSO}_4\downarrow + 4\text{NH}_3$
16. $\text{Ba}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2 + \text{Ca}(\text{OH})_2 \rightarrow \text{CaHPO}_4\downarrow + \text{BaHPO}_4\downarrow + 2\text{H}_2\text{O}$
17. $\text{Ba}(\text{HSO}_3)_2 + 2\text{NaOH} \rightarrow \text{BaSO}_3\downarrow + \text{Na}_2\text{SO}_3 + 2\text{H}_2\text{O}$
18. $\text{NaHS} + 2\text{AgNO}_3 \rightarrow \text{Ag}_2\text{S}\downarrow + \text{NaNO}_3 + \text{HNO}_3$
19. $\text{C}_6\text{H}_5\text{CH}_2\text{CH}_3 + 4\text{KMnO}_4 \rightarrow \text{C}_6\text{H}_5\text{COOK} + 4\text{MnO}_2\downarrow + \text{K}_2\text{CO}_3 + \text{KOH} + 2\text{H}_2\text{O}$
20. $6\text{FeO} + 3\text{Cl}_2 \xrightarrow{t} 2\text{Fe}_2\text{O}_3 + 2\text{FeCl}_3$

2-11.

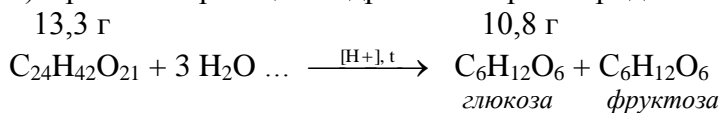
А)



Б)

*Возможны другие варианты решения!!!!***3-11.**

1) Уравнение реакции гидролиза тетрасахарида:



2) Нахождение количества вещества тетрасахарида:

$$M(\text{C}_{24}\text{H}_{42}\text{O}_{21}) = 666 \text{ г/моль};$$

$$n(\text{C}_{24}\text{H}_{42}\text{O}_{21}) = 13,3/666 = 0,02 \text{ моль}$$

3) Нахождение количества вещества глюкозы:

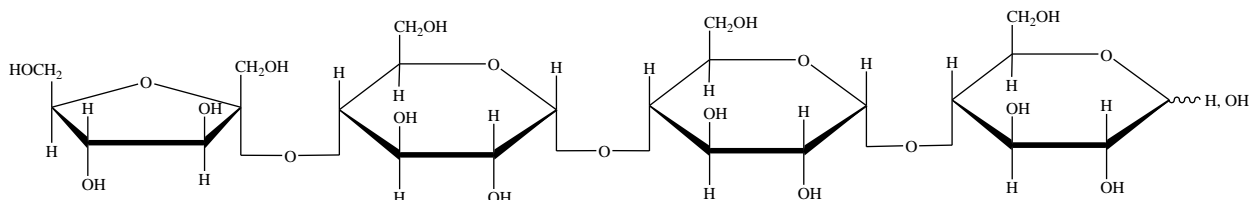
$$M(\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6) = 180 \text{ г/моль};$$

$$n(\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6) = 10,8/180 = 0,06 \text{ моль}$$

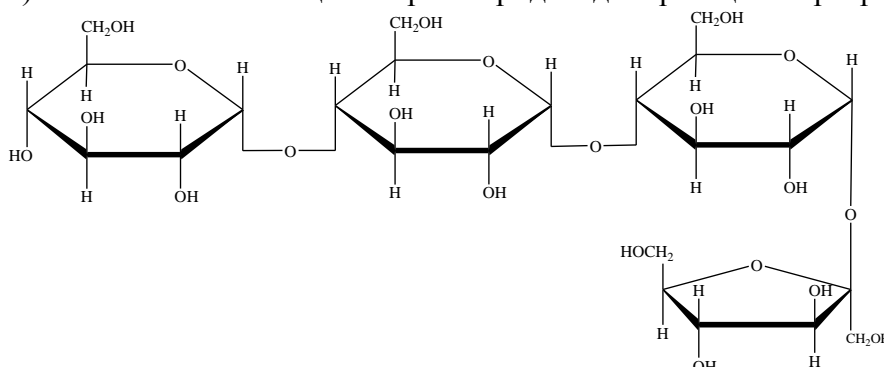
4) Определение состава тетрасахарида:

$n(C_{24}H_{42}O_{21}) : n(C_6H_{12}O_6) = 0,02 : 0,06 = 1 : 3 \Rightarrow$ в тетрасахариде 3 остатка глюкозы и 1 остаток фруктозы

5) Восстанавливающий тетрасахарид дает реакцию серебряного зеркала:



6) Невосстанавливающий тетрасахарид не дает реакцию серебряного зеркала



4-11.

1) $Be_xAl_ySi_zO_t$ – состав минерала.

2) Пусть $\omega(Be) = x \%$, $\omega(Al) = (100 - 31,28 - 53,63 - x) \% = (15,09 - x) \%$

3) Условие электронейтральности:

Пусть $m(Be_x^{+2}Al_y^{+3}Si_z^{+4}O_t^{-2}) = 100$ г, тогда

$$(+2) \frac{x}{9} + (+3) \frac{15,09 - x}{27} + (+4) \frac{31,28}{28} + (-2) \frac{53,63}{16} = 0$$

$$\frac{2x}{9} + \frac{3(15,09 - x)}{27} + \frac{4 \cdot 31,28}{28} - \frac{2 \cdot 53,63}{16} = 0$$

$$\frac{2x}{9} + \frac{15,09 - x}{9} + 4,4686 - 6,7038 = 0$$

$$x = 5,03$$

4) Следовательно, $\omega(Be) = 5,03 \%$, $\omega(Al) = 10,06 \%$, $\omega(Si) = 31,28 \%$, $\omega(O) = 53,63 \%$

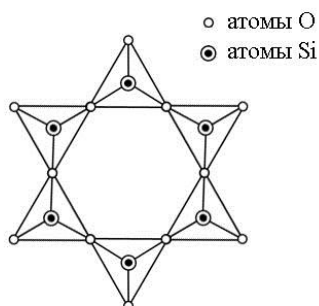
5) Если $m(Be_xAl_ySi_zO_t) = 100$ г, то $m(\text{атомов Be}) = 5,03$ г, $m(\text{атомов Al}) = 10,06$ г, $m(\text{атомов Si}) = 31,28$ г, $m(\text{атомов O}) = 53,63$ г.

$$x:y:z:t = \frac{5,03}{9} : \frac{10,06}{27} : \frac{31,28}{28} : \frac{53,63}{16} = 3:2:6:18$$

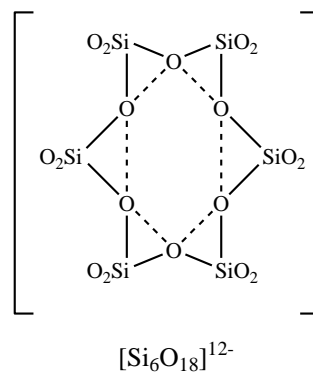
6) Это $\text{Ве}_3\text{Al}_2\text{Si}_6\text{O}_{18}$ или $3\text{ВеО} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 6\text{SiO}_2$

7) Это силикат алюминия и бериллия; существует в виде изумрудов и аквамарин. Цвет зеленых изумрудов и голубых аквамарин зависит от наличия примесей оксидов других металлов.

Строение аниона $[\text{Si}_6\text{O}_{18}]^{12-}$: основной структурный элемент – кремнекислородный тетраэдр; шесть таких тетраэдров образуют циклическую структуру состава $[\text{Si}_6\text{O}_{18}]^{12-}$.



или так:



5-11.

1)

$$V_1(\text{N}_2 + \text{H}_2) = x \text{ л} \longrightarrow V_2(\text{N}_2 + \text{H}_2 + \text{NH}_3) = 7,5 \text{ л}$$

$$\begin{array}{l} \rho_1 \neq \rho_2 \\ \text{но } m_1 = m_2, \text{ то есть} \\ \rho_1 V_1 = \rho_2 V_2 \end{array}$$

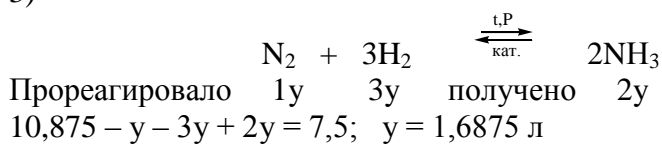
2)

$$\rho_1 V_1 = \rho_2 V_2 = (\rho_1 + 0,45\rho_1)V_2$$

$$\rho_1 V_1 = 1,45 \cdot \rho_1 \cdot 7,5$$

$$V_1 = 1,45 \cdot 7,5 = 10,875 \text{ л, т.е. } V_1(\text{N}_2 + \text{H}_2) = 10,875 \text{ л}$$

3)



4) Таким образом, уменьшение объема в данном процессе равно объему полученного аммиака.

$$V(\text{NH}_3)_{(\text{н.у.})} = 3,375 \text{ л; а } n(\text{NH}_3)_{(\text{н.у.})} = 3,375/22,4 = 0,1507 \text{ моль.}$$

5)

$$m(\text{р-ра } \text{H}_3\text{PO}_4) = 1,05 \cdot 171 = 179,55 \text{ г}$$

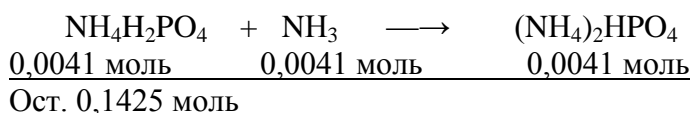
$$m(\text{H}_3\text{PO}_4) = 179,55 \cdot 0,08 = 14,364 \text{ г}$$

$$n(\text{H}_3\text{PO}_4) = 14,364 / 98 = 0,1466 \text{ моль}$$

6)



$$\frac{0,1466 \text{ моль} \quad 0,1466 \text{ моль} \quad 0,1466 \text{ моль}}{\text{Ост. } 0,0041 \text{ моль}}$$



7) Состав конечного раствора:

$$n(\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4) = 0,1425 \text{ моль}, \quad n((\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4) = 0,0041 \text{ моль}$$

8) Масса конечного раствора:

$$m(\text{кон. раствора}) = 1,05 \cdot 171 + m(\text{NH}_3) = 179,5 + 17 \cdot 0,1507 = 182,11 \text{ г}$$

9) Массовые доли веществ в конечном растворе:

$$\omega(\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4) = (115 \cdot 0,1425 / 182) \cdot 100 \% = 9,00 \%$$

$$\omega((\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4) = (132 \cdot 0,0041 / 182,11) \cdot 100 \% = 0,297 \%$$

6-11.

1) Установление простейшей формулы искомым углеводородов:

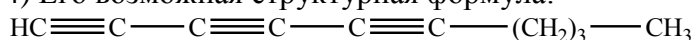
$$n(\text{C}) : n(\text{H}) = \frac{92,3}{12} : \frac{7,7}{1} = 7,69 : 7,70 \approx 1 : 1 \Rightarrow \text{CH} - \text{простейшая формула}$$

2) Если моль одного углеводорода присоединяет 6 моль брома, то ему соответствует общая формула $\text{C}_n\text{H}_{(2n+2)-12}$, то есть $\text{C}_n\text{H}_{2n-10}$.

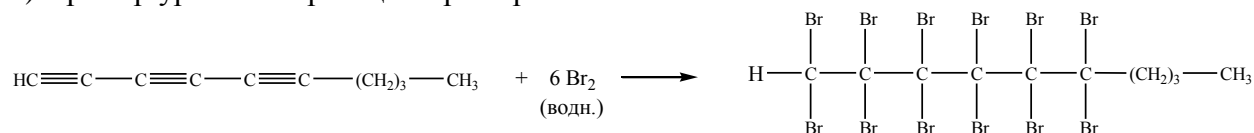
3) В соответствии с простейшей формулой $n = 2n - 10$, следовательно, $n = 10$ и молекулярная формула обоих углеводородов $\text{C}_{10}\text{H}_{10}$.

Если один углеводород алифатический, то ему соответствует структура с шестью π -связями.

4) Его возможная структурная формула:

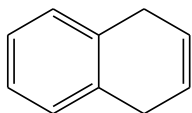


5) Пример уравнения реакции бромирования:



6) Пример углеводорода, присоединяющего 1 моль брома:

для того чтобы построить структурную формулу другого углеводорода $\text{C}_{10}\text{H}_{10}$, который может присоединить только один моль брома, надо «спрятать» ненасыщенность в такие элементы строения, которые лишат его возможности взаимодействовать еще с пятью моль брома. Такими элементами строения являются бензольное кольцо и цикл. Следовательно, возможная структурная формула второго углеводорода выглядит так:



7) Пример уравнения реакции бромирования:

