

Решения варианта ЛБ-2009-2

1. $m(\text{Pt}) = \rho \cdot V = 21.45 \cdot 3.5 = 75.075 \text{ г};$
 $\nu(\text{Pt}) = 75.075 / 195 = 0.385 \text{ моль};$
 $\nu(\text{Pt}_{20}) = \nu(\text{Pt}) / 20 = 0.385 / 20 = 1.925 \cdot 10^{-2} \text{ моль};$
 $N(\text{Pt}_{20}) = \nu(\text{Pt}_{20}) \cdot N_A = 1.925 \cdot 10^{-2} \cdot 6.02 \cdot 10^{23} = 1.16 \cdot 10^{22}.$

Ответ: $1.16 \cdot 10^{22}$ наночастиц состава Pt_{20} .

2. В соответствии с правилом Вант-Гоффа $\frac{\nu_2}{\nu_1} = \gamma^{\frac{t_2 - t_1}{10}}$. По условию, $\gamma^{\frac{10}{10}} = 4.0$. Тогда

при повышении температуры от 55 до 85 градусов скорость реакции возрастет в $\frac{\nu_2}{\nu_1} = \gamma^{\frac{85 - 55}{10}} = 4.0^3 = 64$ раза.

Ответ: в 64 раза.

3. PO_3^- : 39 протонов и 40 электронов;

SiH_4 : 18 протонов и 18 электронов.

4. $6\text{P} + 5\text{KClO}_3 \xrightarrow{t} 5\text{KCl} + 3\text{P}_2\text{O}_5;$

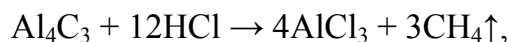
$\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CBr}_2\text{-CH}_3 + 2\text{NaOH} \xrightarrow{\text{спирт}} \text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-C}\equiv\text{CH} + 2\text{NaBr} + \text{H}_2\text{O}.$

5. Запишем реакцию горения диборана: $\text{B}_2\text{H}_6 + 3\text{O}_2 \rightarrow \text{B}_2\text{O}_3 + 3\text{H}_2\text{O} + Q$. По закону Гесса: $Q = 3 \cdot 285.8 + 1273.5 - 95.3 = 2035.6 \text{ кДж/моль}$, значит, 4071.2 кДж теплоты будет получено при сгорании: $\nu(\text{B}_2\text{H}_6) = 4071.2 / 2035.6 = 2.0 \text{ моль}$. Объем диборана:

$$V = 2 \cdot 22.4 = 44.8 \text{ л}.$$

Ответ: 44.8 л.

6. Пусть в исходной смеси содержалось x моль Al_4C_3 и y моль BaSO_3 . Тогда масса смеси равна $144x + 217y = 64.9 \text{ (г)}$. При растворении смеси в кислоте идут реакции:



$$x \qquad \qquad \qquad 3x$$



$$y \qquad \qquad \qquad y$$

Всего выделяется $(3x + y)$ моль газов. Средняя молярная масса газовой смеси составляет

$$M_{\text{ср}} = \frac{16 \cdot 3x + 64 \cdot y}{3x + y};$$

С другой стороны, из условия задачи $M_{\text{ср}} = 5.2 \cdot 4 = 20.8 \text{ г/моль}$. Получаем равенство

$$\frac{16 \cdot 3x + 64 \cdot y}{3x + y} = 20.8.$$

Упростив это выражение, получаем $x = 3y$. После подстановки этого соотношения в уравнение для массы исходной смеси получаем $x = 0.3 \text{ моль}$, $y = 0.1 \text{ моль}$.

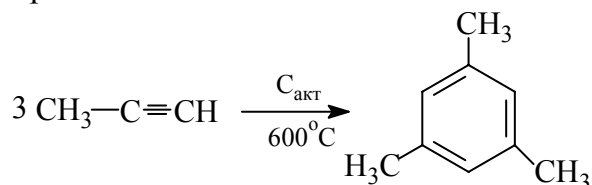
Ответ: 0.3 моль Al_4C_3 , 0.1 моль BaSO_3 .

7. Один из вариантов решения:

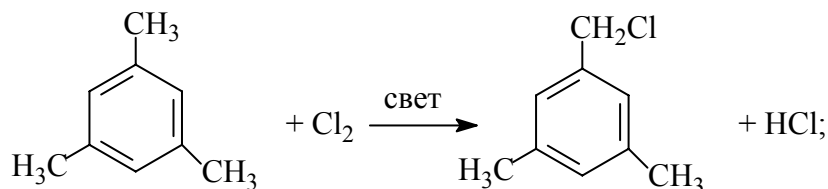
- 1) $2\text{CuS} + 3\text{O}_2 \xrightarrow{t} 2\text{CuO} + 2\text{SO}_2\uparrow$;
- 2) $\text{CuO} + 2\text{HCl} \rightarrow \text{CuCl}_2 + \text{H}_2\text{O}$;
- 3) $\text{CuCl}_2 + 2\text{AgNO}_3 \rightarrow \text{Cu}(\text{NO}_3)_2 + 2\text{AgCl}\downarrow$;
- 4) $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 + \text{K}_2\text{S} \rightarrow \text{CuS}\downarrow + 2\text{KNO}_3$;
- 5) $\text{CuCl}_2 + \text{Na}_2\text{S} \rightarrow \text{CuS}\downarrow + 2\text{NaCl}$;
- 6) $\text{CuO} + 2\text{HNO}_3 \rightarrow \text{Cu}(\text{NO}_3)_2 + \text{H}_2\text{O}$.

Ответ: X – CuO; Y – Cu(NO₃)₂.

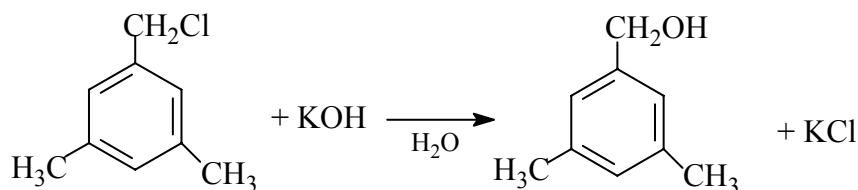
8. 1) $\text{CH}_3\text{—CH}_2\text{—CH}_3 + 2\text{Cl}_2 \xrightarrow{h\nu} \text{CH}_3\text{—CCl}_2\text{—CH}_3 + 2\text{HCl}$;
- 2) $\text{CH}_3\text{—CCl}_2\text{—CH}_3 + 2\text{KOH}(\text{спирт. р-р}) \rightarrow \text{CH}_3\text{—C}\equiv\text{CH} + 2\text{KCl} + 2\text{H}_2\text{O}$;
- 3) Тримеризация пропина:



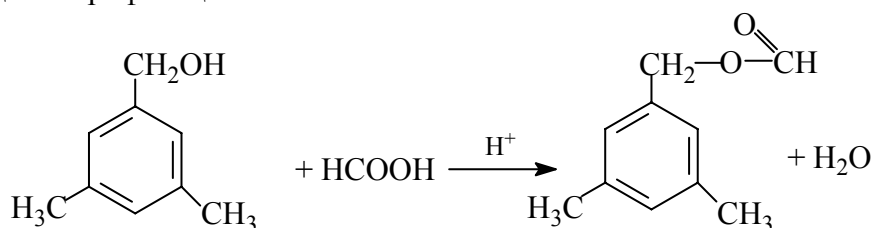
4)



5)



6) Реакция этерификации:

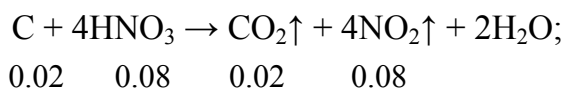
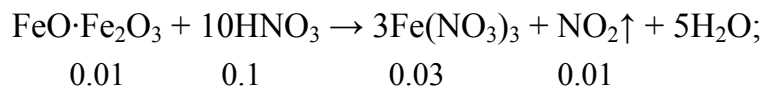


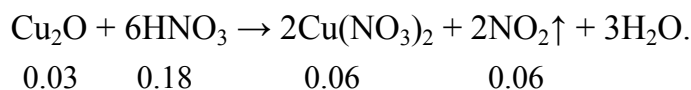
Ответ: X – CH₃—CBr₂—CH₃; Y – C₉H₁₂ (1,3,5-триметилбензол, мезитилен).

9. Обозначим за x количество Fe₃O₄, тогда количества углерода и Cu₂O равны $2x$ и $3x$ соответственно. Масса смеси равна $232x + 12 \cdot 2x + 144 \cdot 3x = 6.88$.

Отсюда $688x = 6.88$, $x = 0.01$ моль. Следовательно, в смеси было 0.01 моль Fe₃O₄ (или FeO·Fe₂O₃), 0.02 моль C и 0.03 моль Cu₂O.

При растворении смеси в концентрированной азотной кислоте идут реакции:





Для полного растворения твердой смеси достаточно

$$0.1 + 0.08 + 0.18 = 0.36 \text{ моль } \text{HNO}_3,$$

$$\text{или } m = \frac{0.36 \cdot 63}{0.85} = 26.68 \text{ г } 85\% \text{-ного раствора } \text{HNO}_3.$$

Всего при растворении твердой смеси выделяется газов

$$v = 0.01 + 0.02 + 0.08 + 0.06 = 0.17 \text{ моль.}$$

Объем газовой смеси составляет

$$V = v \cdot 22.4 = 0.17 \cdot 22.4 = 3.808 \text{ л.}$$

Ответ: 26.68 г 85%-ного раствора HNO_3 ; 3.808 л газов.

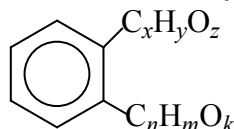
10. Рассчитаем количества образовавшихся веществ:

$$v(\text{KOOC}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{COOK}) = 7.26 / 242 = 0.03 \text{ моль};$$

$$v(\text{K}_2\text{CO}_3) = 4.14 / 138 = 0.03 \text{ моль}; \quad v(\text{MnO}_2) = 13.92 / 87 = 0.16 \text{ моль};$$

$$v(\text{KOH}) = 2.24 / 56 = 0.04 \text{ моль.}$$

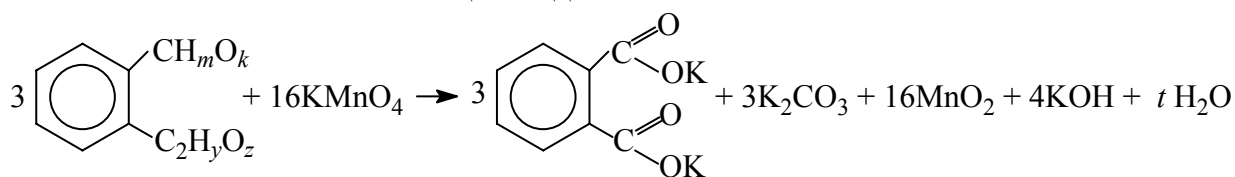
Если учесть, что в реакцию вступило 0.03 моль неизвестного органического соединения и среди продуктов присутствует такое же количество фталата калия, логично предположить, что исходное соединение – это производное бензола с двумя заместителями в *орто*-положении, имеющее следующую общую формулу:



Анализ соотношения

$$v(\text{KOOC}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{COOK}) : v(\text{K}_2\text{CO}_3) : v(\text{MnO}_2) : v(\text{KOH}) = 3 : 3 : 16 : 4$$

показывает, что в состав заместителей входят три атома углерода (т.е. $n + x = 3$, где n и x не равны нулю, для определенности примем $n = 1$ и $x = 2$). Тогда уравнение реакции окисления можно записать в общем виде:



(число атомов углерода и марганца в левой и правой частях уравнения одинаково).

Подсчитаем число атомов Н и О в обеих частях уравнения:

$$\text{(H)} \quad 3m + 3y = 4 + 2t;$$

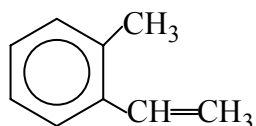
$$\text{(O)} \quad 3k + 3z + 64 = 12 + 9 + 32 + 4 + t.$$

Домножив второе соотношение на 2 и вычтя его из первого, получим следующее уравнение

$$(m + y) - 2(k + z) = 6$$

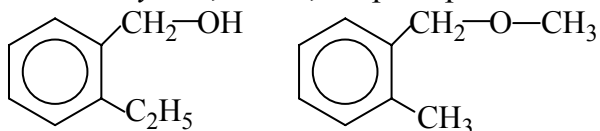
и проанализируем его.

а) Если $k + z = 0$, т.е. исходное соединение – углеводород, тогда $m + y = 6$ и возможное соединение



при этом в уравнении реакции окисления коэффициент перед водой $t = 7$.

б) Если $k + z = 1$, тогда $m + y = 8$, $t = 10$, и примеры возможных соединений



Все варианты значений $k + z \geq 2$ приводят к химически бессмысленным результатам.

Приведем уравнение реакции окисления одного из рассмотренных соединений:

