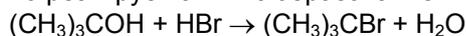


Решение задач варианта 1
11 класс

Задача 1.

Существуют 4 изомера бутилового спирта, в том числе два первичных (бутанол-1 и 2-метилпропанол-1), вторичный (бутанол-2) и третичный (2-метилпропанол-2).

В состав смеси входит третичный спирт, так как только он не окисляется перманганатом калия, но реагирует с HBr с образованием бромалкана:

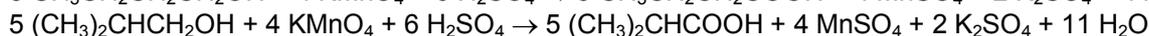


Содержание брома подтверждает образование трет-бутилбромида: $\omega(\text{Br}) = 80/137 = 0.5839$.

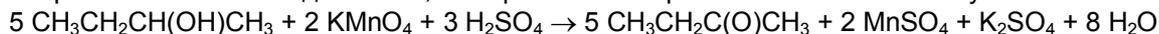
$n(\text{трет-}\text{C}_4\text{H}_9\text{Br}) = 9.44/137 = 0.0689$ моль, значит $n(\text{трет-}\text{C}_4\text{H}_9\text{OH}) = 0.0689$ моль, $m(\text{трет-}\text{C}_4\text{H}_9\text{OH}) = 0.0689 \cdot 74 = 5.1$ г.

Масса оставшихся 2 изомеров составляет 10 г. Поскольку в результате окисления масса не изменяется, в смеси должен быть один первичный (бутанол-1 или 2-метилпропанол-1) и один вторичный спирт.

Первичный окисляется до кислоты, молярная масса при этом возрастает на 14 у.е.

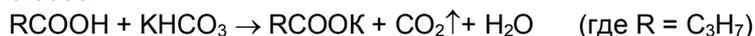


Вторичный окисляется до кетона, молярная масса при этом снижается на 2 у.е.

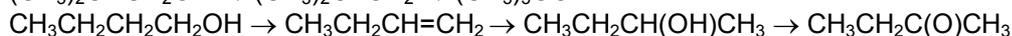
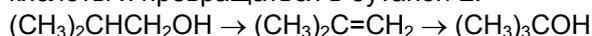


Следовательно, соотношение масс вторичного и первичного спиртов должно быть 14:2 или 7:1. $m(\text{втор-}\text{C}_4\text{H}_9\text{OH}) = 8.75$ г, $m(\text{перв.}\text{C}_4\text{H}_9\text{OH}) = 1.25$ г.

То, что первичный спирт окисляется не до альдегида, а до кислоты, подтверждается реакцией с KHCO_3 с выделением CO_2 и карбоксилата калия $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{COOK}$, содержащего 30.95% калия. $\omega(\text{K}) = 39/126 = 0.3095$.



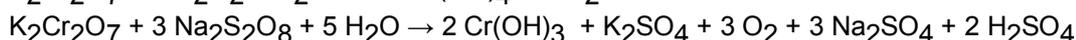
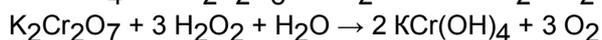
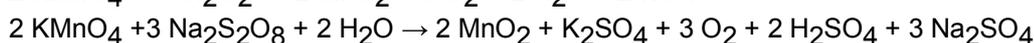
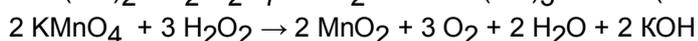
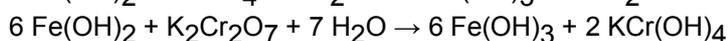
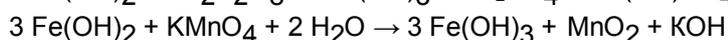
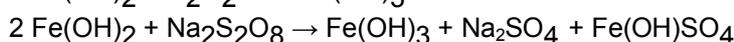
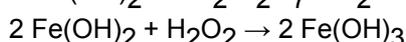
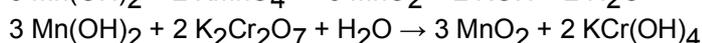
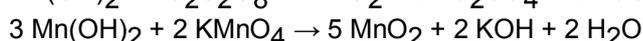
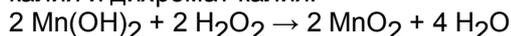
Чтобы различить бутанол-1 (нормально-бутиловый спирт) и 2-метилпропанол-1 (изобутиловый), можно дегидратировать спирт до алкена нагреванием с концентрированной серной кислотой, затем гидратировать алкен до спирта нагреванием с разбавленной серной кислотой. Из изобутилового спирта при этом получится трет-бутиловый спирт, который не обесцвечивает раствор KMnO_4 . Из нормально-бутилового спирта получится бутанол-2, способный обесцвечивать раствор KMnO_4 в присутствии серной кислоты и превращаться в бутанон-2.



Задача 2.

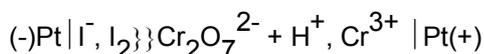
Возможные вещества А – сульфаты MnSO_4 [$\omega(\text{O}) = 42.4\%$], FeSO_4 [$\omega(\text{O}) = 42.1\%$].

Возможные варианты Б – пероксид водорода, пероксодисульфат натрия. Варианты В – перманганат калия и дихромат калия.



Задача 3.

а) Согласно условию задачи построен гальванический элемент



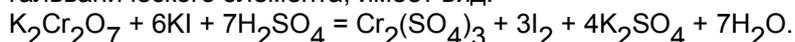
в котором на отрицательном полюсе протекает реакция $2I^- - 2e = I_2$,

а на положительном идет процесс $Cr_2O_7^{2-} + 14H^+ + 6e = 2Cr^{3+} + 7H_2O$.

Электроны перемещаются из сосуда с раствором KI в сосуд с раствором $K_2Cr_2O_7$.

б) Направление диффузии ионов Cl^- противоположно направлению движения электронов.

в) Суммарное уравнение окислительно-восстановительной реакции, протекающей при работе этого гальванического элемента, имеет вид:



Реакция сопровождается переносом $6F$ моль электронов (6×96500 Кл) в расчете на 1 моль $K_2Cr_2O_7$, при этом образуется 3 моль I_2 ($M=254$ г/моль) и 2 моль ионов Cr^{3+} ($M=52$ г/моль). За 15 мин через проводники и растворы прошло

$$Q = It = 2.2 \cdot 10^{-3} \cdot 15 \cdot 60 = 1.98 \text{ (Кл)}.$$

При этом образовалось

$$m_1 = 3 \cdot 254 \cdot 1.98 / (6 \cdot 96500) = 2.6 \cdot 10^{-3} \text{ (г)} = 2.6 \text{ мг } I_2$$

$$m_2 = 2 \cdot 52 \cdot 1.98 / (6 \cdot 96500) = 3.6 \cdot 10^{-4} \text{ (г)} = 0.36 \text{ мг } Cr^{3+}.$$

Задача 4.

Поскольку в задаче речь идет об изомерных веществах, имеющих одну и ту же молярную массу, константы равновесия можно выразить через массы веществ в равновесной смеси:

$$K_1 = m_{\text{мета}}/m_{\text{орто}}; K_2 = m_{\text{мета}}/m_{\text{пара}}$$

Пусть равновесная смесь содержит x кг *m*-ксилола, y кг *o*-ксилола и z кг *p*-ксилола. На основании данных, приведенных в условии задачи, можно составить систему алгебраических уравнений:

$$x + y + z = 530$$

$$x/y = 3$$

$$x/z = 2.375$$

Решая эту систему, получаем $x=302.1$; $y=100.7$; $z=127.2$. Найдем массы *o*-ксилола (m_1) и *p*-ксилола (m_2)

с учетом выходов продуктов на стадии выделения.

$$m_1 = 80 \cdot 100.7 / 100 = 80.6 \text{ (кг)}$$

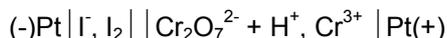
$$m_2 = 75 \cdot 127.2 / 100 = 95.4 \text{ (кг)}$$

Решение задач варианта 2

11 класс

Задача 1.

а) Согласно условию задачи построен гальванический элемент



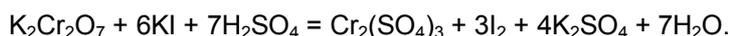
в котором на отрицательном полюсе протекает реакция $2I^- - 2e = I_2$,

а на положительном идет процесс $Cr_2O_7^{2-} + 14H^+ + 6e = 2Cr^{3+} + 7H_2O$.

Электроны перемещаются из сосуда с раствором KI в сосуд с раствором $K_2Cr_2O_7$.

б) Направление диффузии ионов Cl^- противоположно направлению движения электронов.

в) Суммарное уравнение окислительно-восстановительной реакции, протекающей при работе этого гальванического элемента, имеет вид:



Реакция сопровождается переносом $6F$ моль электронов (6×96500 Кл) в расчете на 1 моль $K_2Cr_2O_7$, при этом образуется 3 моль I_2 ($M=254$ г/моль) и 2 моль ионов Cr^{3+} ($M=52$ г/моль). За 20 мин через проводники и растворы прошло

$$Q = It = 2.2 \cdot 10^{-3} \cdot 20 \cdot 60 = 2.64 \text{ (Кл)}.$$

При этом образовалось

$$m_1 = 3 \cdot 254 \cdot 2.64 / (6 \cdot 96500) = 3.5 \cdot 10^{-3} \text{ (г)} = 3.5 \text{ мг } I_2$$

$$m_2 = 2 \cdot 52 \cdot 2.64 / (6 \cdot 96500) = 4.7 \cdot 10^{-4} \text{ (г)} = 0.47 \text{ мг } Cr^{3+}.$$

Задача 2.

Поскольку в задаче речь идет об изомерных веществах, имеющих одну и ту же молярную массу, константы равновесия можно выразить через массы веществ в равновесной смеси: $K_1 = \frac{m_{\text{пара}}}{m_{\text{мета}}}$; $K_2 = \frac{m_{\text{пара}}}{m_{\text{орто}}}$.

Пусть равновесная смесь содержит x кг *м*-ксилола, y кг *о*-ксилола и z кг *п*-ксилола. На основании данных, приведенных в условии задачи, можно составить систему алгебраических уравнений:

$$x + y + z = 1000$$

$$x/y = 3$$

$$x/z = 2.375$$

Решая эту систему, получаем $x=570$; $y=190$; $z=240$. Найдем массы *о*-ксилола (m_1) и *п*-ксилола (m_2) с учетом выходов продуктов на стадии выделения.

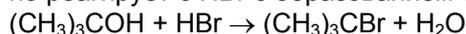
$$m_1 = 80 \cdot 190 / 100 = 152 \text{ (кг)}$$

$$m_2 = 75 \cdot 240 / 100 = 180 \text{ (кг)}$$

Задача 3.

Существуют 4 изомера бутилового спирта, в том числе два первичных (бутанол-1 и 2-метилпропанол-1), вторичный (бутанол-2) и третичный (2-метилпропанол-2).

В состав смеси входит третичный спирт, так как только он не окисляется перманганатом калия, но реагирует с HBr с образованием бромалкана:

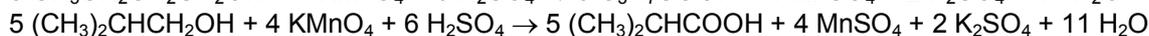
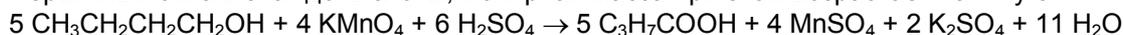


Содержание брома подтверждает обр-е трет-бутилбромида: $\omega(Br) = 80/137 = 0.5839$.

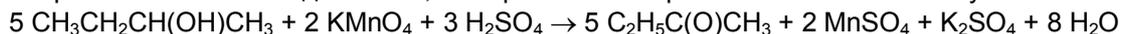
$n(\text{трет-}C_4H_9Br) = 9.44/137 = 0.0689$ моль, значит $n(\text{трет-}C_4H_9OH) = 0.0689$ моль, $m(\text{трет-}C_4H_9OH) = 0.0689 \cdot 74 = 5.1$ г.

Масса оставшихся 2 изомеров составляет 10 г. Поскольку в результате окисления масса не изменяется, в смеси должен быть один первичный (бутанол-1 или 2-метилпропанол-1) и один вторичный спирт.

Первичный окисляется до кислоты, молярная масса при этом возрастает на 14 у.е.

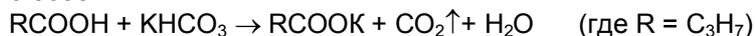


Вторичный окисляется до кетона, молярная масса при этом снижается на 2 у.е.

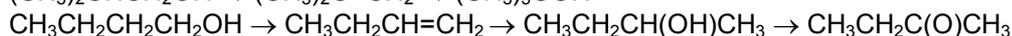
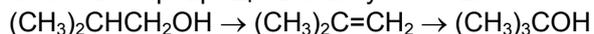


Следовательно, соотношение масс вторичного и первичного спиртов должно быть 14:2 или 7:1. $m(\text{втор-}\text{C}_4\text{H}_9\text{OH}) = 8.75 \text{ г}$, $m(\text{перв.}\text{C}_4\text{H}_9\text{OH}) = 1.25 \text{ г}$.

То, что первичный спирт окисляется не до альдегида, а до кислоты, подтверждается реакцией с KHCO_3 с выделением CO_2 и карбоксилата калия $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{COOK}$, содержащего 30.95% калия. $\omega(\text{K}) = 39/126 = 0.3095$.



Чтобы различить бутанол-1 (нормально-бутиловый спирт) и 2-метилпропанол-1 (изобутиловый), можно дегидратировать спирт до алкена нагреванием с концентрированной серной кислотой, затем гидратировать алкен до спирта нагреванием с разбавленной серной кислотой. Из изобутилового спирта при этом получится трет-бутиловый спирт, который не обесцвечивает раствор KMnO_4 . Из нормально-бутилового спирта получится бутанол-2, способный обесцвечивать раствор KMnO_4 в присутствии серной кислоты и превращаться в бутанон-2.



Задача 4.

Возможные вещества А – сульфаты MnSO_4 [$\omega(\text{O}) = 42.4\%$], FeSO_4 [$\omega(\text{O}) = 42.1\%$].

Возможные варианты Б – пероксид водорода, пероксодисульфат натрия. Варианты В – перманганат калия и дихромат калия.

