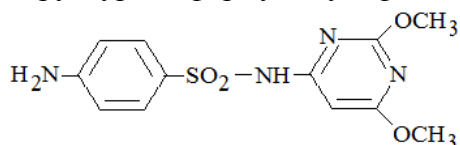


ЭТАЛОНЫ ОТВЕТОВ. 10 КЛАСС

ЗАДАНИЕ 1

1-1) В медицине в качестве антибактериального средства используется сульфадиметоксин.

Структурная формула сульфадиметоксина:



Рассчитайте массовую долю азота в этом соединении.

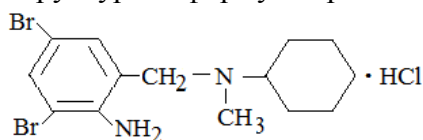
РЕШЕНИЕ:

$$M(C_{12}H_{14}SO_4N_4) = 310 \text{ г/моль}$$

$$\omega(N) = 14 \cdot 4 / 310 = 0,181 \text{ (18,1\%)}$$

1-2) В медицине в качестве муколитического средства используется бромгексин.

Структурная формула бромгексина:



Рассчитайте массовую долю азота в этом соединении.

РЕШЕНИЕ:

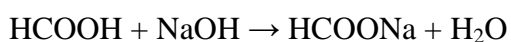
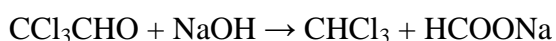
$$M(C_{14}H_{21}N_2Br_2Cl) = 412,5 \text{ г/моль}$$

$$\omega(N) = 14 \cdot 2 / 412,5 = 0,068 \text{ (6,8\%)}$$

ЗАДАНИЕ 2

2-1) Эквимольную смесь муравьиной кислоты и хлораля (трихлоруксусного альдегида) обработали избытком водного раствора гидроксида натрия и получили 47,8 г хлороформа с выходом 80%. Определите массу полученной соли.

РЕШЕНИЕ:



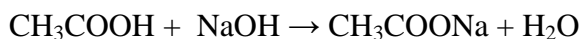
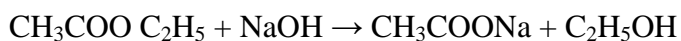
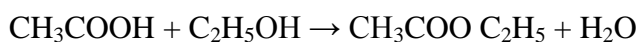
$$v(CHCl_3) = 47,8 / 119,5 = 0,4 \text{ моль}$$

$$v(CCl_3CHO) = 0,4 / 0,8 = 0,5 \text{ моль}; \quad v(HCOOH) = 0,5 \text{ моль}; \quad v(HCOONa) = 0,5 + 0,4 = 0,9 \text{ моль}$$

$$m(HCOONa) = 0,9 \cdot 68 = 61,2 \text{ г}$$

2-2) К уксусной кислоте добавили равное количество вещества этанола и получили 13,2 г эфира с выходом 60%. К полученному раствору добавили избыток раствора гидроксида натрия. Определите массу полученной соли.

РЕШЕНИЕ:



$$v(\text{C}_4\text{H}_8\text{O}_2) = 13,2/88 = 0,15 \text{ моль}$$

$$v(\text{CH}_3\text{COOH}) = v(\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}) = 0,15/0,6 = 0,25 \text{ моль};$$

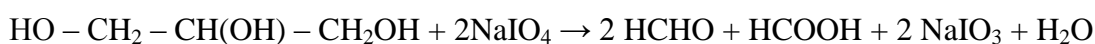
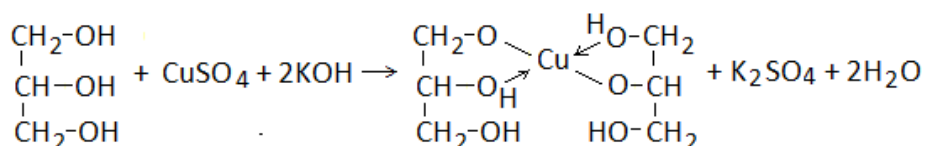
$$v(\text{CH}_3\text{COONa}) = 0,15 + (0,25 - 0,15) = 0,25 \text{ моль}$$

$$m(\text{CH}_3\text{COONa}) = 82 \cdot 0,25 = 20,5 \text{ г}$$

ЗАДАНИЕ 3

3-1) Глицерин используется в медицине в качестве дегидратирующего и дерматопротекторного средства. Глицерин для внутреннего применения повышает осмотическое и понижает внутричерепное и глазное давление. Для определения подлинности проводят дегидратацию глицерина в присутствии твердого гидросульфата калия при нагревании – появляется специфический раздражающий запах акролеина. При добавлении к глицерину раствора сульфата меди и щелочи в растворе появляется синее окрашивание. Для количественного определения содержания глицерина в препарате используют реакцию его окисления периодатом натрия с образованием формальдегида и муравьиной кислоты (периодат-ион восстанавливается до иодат-иона). Напишите уравнения трех упомянутых реакций.

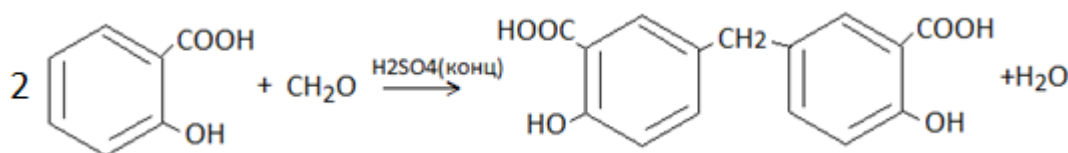
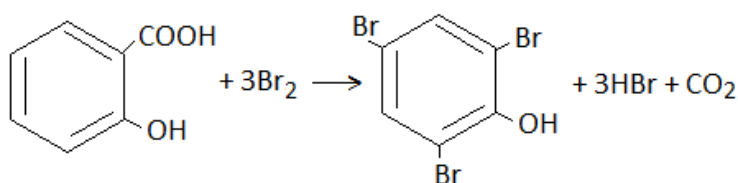
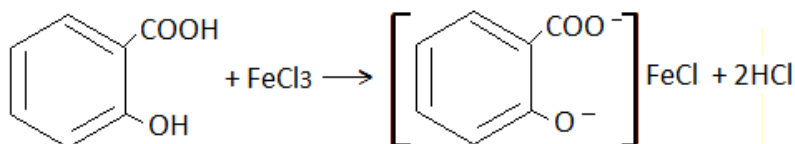
РЕШЕНИЕ:



3-2) Салициловая (2-гидроксibenзойная) кислота используется в медицине в виде спиртовых растворов и мазей в качестве антисептического средства для наружного применения. Реакции подлинности включают взаимодействие салициловой кислоты с хлоридом железа (III), при этом в кислой среде образуется моносалицилат железа фиолетового цвета. При действии брома на салициловую кислоту происходит

декарбоксилирование и образование белого осадка. С реактивом Марки (раствор формальдегида в концентрированной серной кислоте) происходит конденсация салициловой кислоты с формальдегидом. Продукт реакции окисляется концентрированной серной кислотой – появляется красное окрашивание. Напишите уравнения реакций салициловой кислоты с хлоридом железа (III), бромом и реакцию конденсации с формальдегидом.

РЕШЕНИЕ:



ЗАДАНИЕ 4

4-1) Напишите уравнения реакций, соответствующие цепочке превращений:

Ацетат кальция → ацетон → ацетонциангидрин → нитрил 2-метилпропеновой (метакриловой) кислоты → метакриловая кислота → метилметакрилат

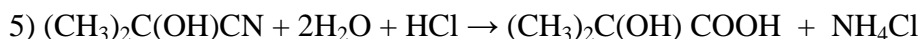
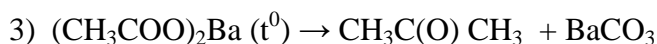
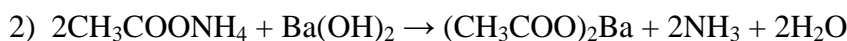
РЕШЕНИЕ:

- 1) $(\text{CH}_3\text{COO})_2\text{Ca} (t^0) \rightarrow \text{CH}_3\text{C}(\text{O})\text{CH}_3 + \text{CaCO}_3$
- 2) $\text{CH}_3\text{C}(\text{O})\text{CH}_3 + \text{HCN} \rightarrow (\text{CH}_3)_2\text{C}(\text{OH})\text{CN}$
- 3) $(\text{CH}_3)_2\text{C}(\text{OH})\text{CN} (\text{H}_2\text{SO}_4, t^0) \rightarrow \text{CH}_2 = \text{C}(\text{CH}_3) - \text{CN} + \text{H}_2\text{O}$
- 4) $\text{CH}_2 = \text{C}(\text{CH}_3) - \text{CN} + 2\text{H}_2\text{O} + \text{HCl} \rightarrow \text{CH}_2 = \text{C}(\text{CH}_3) - \text{COOH} + \text{NH}_4\text{Cl}$
- 5) $\text{CH}_2 = \text{C}(\text{CH}_3) - \text{COOH} + \text{CH}_3\text{OH} \rightarrow \text{CH}_2 = \text{C}(\text{CH}_3) - \text{COOCH}_3 + \text{H}_2\text{O}$

4-2) Напишите уравнения реакций, соответствующие цепочке превращений:

Этаналь → ацетат аммония → ацетат бария → ацетон → ацетонциангидрин → 2-гидрокси-2-метилпропановая (гидроксиизомасляная) кислота

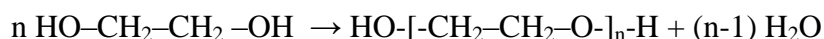
РЕШЕНИЕ:



ЗАДАНИЕ 5

5-1) В медицине и фармации применяются полимеры на основе этиленгликоля (полиэтиленгликоли, ПЭГ) в качестве основы для мазей, кремов, свечей. С помощью ПЭГ выявляют антигены и антитела в донорской крови. Рассчитайте среднюю молекулярную массу и число макромолекул полиэтиленгликоля, полученного из 49,6 г этиленгликоля, если в результате реакции получили 14,04 г воды (выход реакции поликонденсации считать равным 100%).

РЕШЕНИЕ:



1 способ:

$$v(\text{C}_2\text{H}_6\text{O}_2) = 49,6/62 = 0,8 \text{ моль}$$

$$v(\text{H}_2\text{O}) = 14,04/18 = 0,78 \text{ моль}$$

$$n: (n - 1) = 0,8:0,78 \Rightarrow n = 40$$

$$M(\text{ПЭГ}) = 44 \cdot 40 + 18 = 1778$$

$$N(\text{макромолекул}) = 0,8 \cdot 6,02 \cdot 10^{23} / 40 = 1,2 \cdot 10^{22}$$

Или 2 способ:

$$m(\text{ПЭГ}) = 49,6 - 14,04 = 35,56 \text{ г}$$

$$M(\text{ПЭГ}) = 44 \cdot n + 18; \quad v(\text{ПЭГ}) = 0,8/n$$

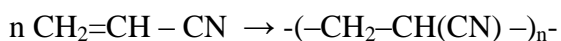
$$0,8(44n + 18)/n = 35,56 \Rightarrow n = 40$$

$$M(\text{ПЭГ}) = 44 \cdot 40 + 18 = 1778$$

$$N(\text{макромолекул}) = 0,8 \cdot 6,02 \cdot 10^{23} / 40 = 1,2 \cdot 10^{22}$$

5-2) Для изготовления жестких протезов в медицине используется привитый сополимер желатина с акрилонитрилом. Рассчитайте степень полимеризации и среднюю молекулярную массу полиакрилонитрила, если образец, полученный после полимеризации акрилонитрила массой 53,0 г, содержит $2,107 \cdot 10^{21}$ макромолекул. Масса атомов углерода в незаполимеризовавшемся мономере составляет 10,8 г.

РЕШЕНИЕ:



$$\nu(\text{C}_3\text{H}_3\text{N}) = 53/53 = 1 \text{ моль}$$

$$\nu(\text{C}) = 10,8/12 = 0,9 \text{ моль} \Rightarrow \text{осталось: } \nu(\text{C}_3\text{H}_3\text{N}) = 0,3 \text{ моль}$$

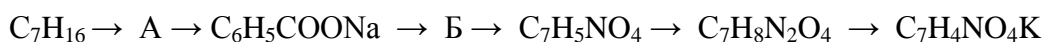
$$\nu(\text{макромолекул}) = 2,107 \cdot 10^{21} / 6,02 \cdot 10^{23} = 0,0035 \text{ моль}$$

$$n = (1 - 0,3) / 0,0035 = 200$$

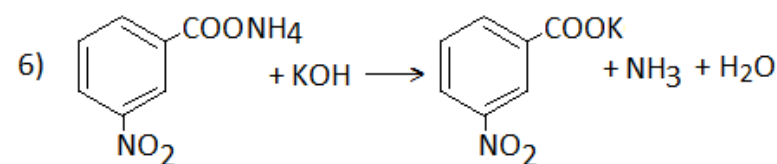
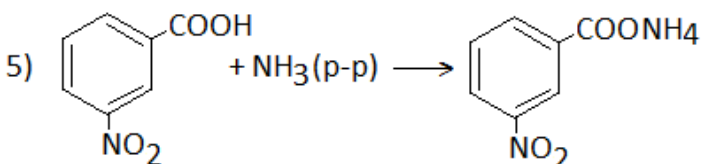
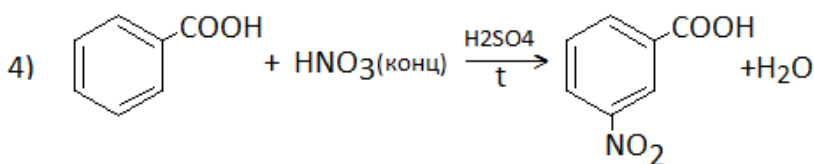
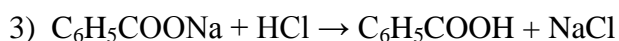
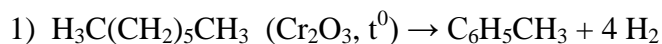
$$M(\text{полимера}) = 53 \cdot 200 = 10600$$

ЗАДАНИЕ 6

6-1) Напишите уравнения реакций, соответствующие цепочке превращений, с использованием структурных формул органических веществ:



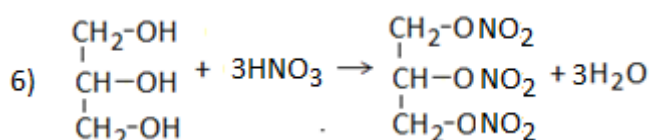
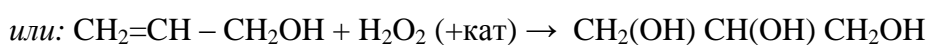
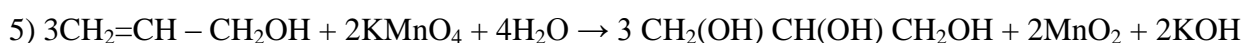
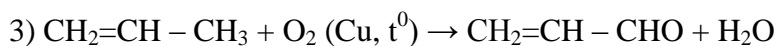
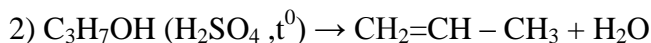
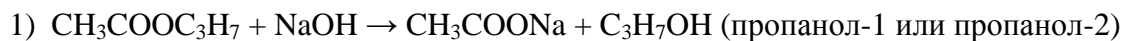
РЕШЕНИЕ:



6-2) Напишите уравнения реакций, соответствующие цепочке превращений, с использованием структурных формул органических веществ:



РЕШЕНИЕ:



ЗАДАНИЕ 7

7-1) Смесь двух бинарных соединений железа нагрели до высокой температуры и получили железо и оксид углерода (II). Масса образовавшегося железа оказалась в 7,33 раза больше массы оксида углерода. Определите молекулярные формулы соединений и их молярное соотношение в смеси (оба вещества прореагировали полностью).

РЕШЕНИЕ:

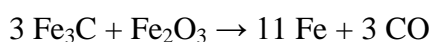
Соединения в смеси – оксид и карбид железа.

Пусть $v(CO) = x$, тогда $m(CO) = 28x$

$$m(Fe) = 7,33 \cdot 28x = 205x; \quad v(Fe) = 205x/56 = 3,66x$$

$$v(Fe) : v(O) : v(C) = 3,66:1:1 = 11:3:3 \Rightarrow \text{оксид } Fe_2O_3$$

$$\text{карбид } Fe_yC_z \quad y:z = (11-2):3 = 9:3 = 3:1 \Rightarrow Fe_3C$$



$$v(Fe_3C) / v(Fe_2O_3) = 3/1$$

7-2) Смесь оксида кальция с оксидом неизвестного металла нагрели до высокой температуры (сплавили). В полученном веществе масса атомов кислорода в 2,25 раз меньше суммарной массы металлов, а массовая доля кальция составляет 19,23%. Определите молекулярную формулу оксида металла (оба оксида прореагировали полностью).

РЕШЕНИЕ:

Пусть $m(\text{O}) = x$, тогда $m(\text{металлов}) = 2,25x$

$$\omega(\text{O}) = x / (2,25x + x) = 0,3077$$

$$\omega(\text{M}) = 100 - 19,23 - 30,77 = 50\%$$

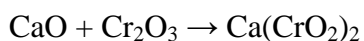
$$v(\text{Ca}) : v(\text{O}) = 19,23/40 : 30,77/16 = 1:4 \Rightarrow \text{CaO и Me}_2\text{O}_3$$

$$40 + 2A_r(\text{M}) = 2,25 \cdot 16 \cdot 4 \Rightarrow A_r(\text{M}) = 52 (\text{Cr})$$

Или 2 способ:



$$x:y:z = 19,23/40 : 50/M : 30,77/16 = 1: 104/M : 4 \Rightarrow 104/M = 2 \Rightarrow A_r(\text{M}) = 52 (\text{Cr})$$



ЗАДАНИЕ 8

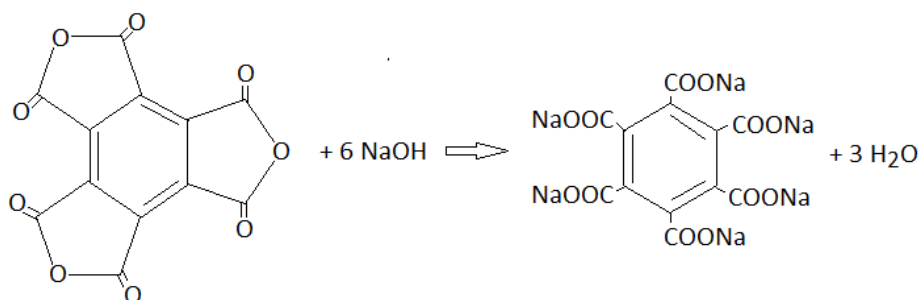
8-1) Органическое вещество, являющееся ангидридом ароматической кислоты, содержит по 50% углерода и кислорода по массе. Установите молекулярную и структурную формулы вещества, напишите уравнение реакции его с избытком раствора гидроксида натрия при нагревании.

РЕШЕНИЕ:



$$x:y = 50/12 : 50/16 = 4:3 - \text{простейшая формула}$$

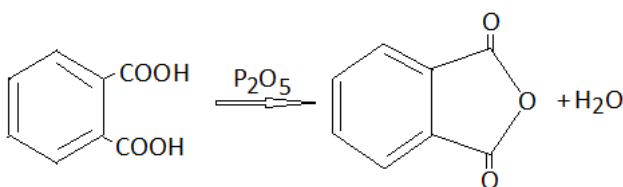
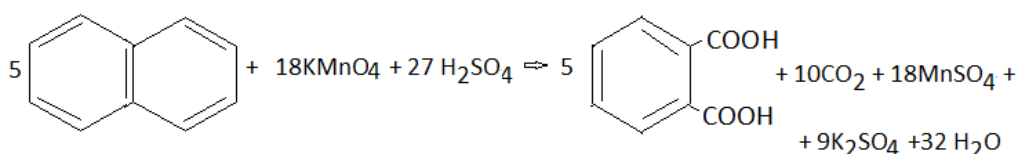
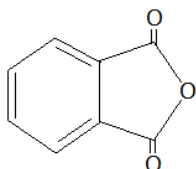
Так как соединение ароматическое и не содержит водород, следовательно $x:y = 12:9$



8-2) Органическое вещество, являющееся ангидридом ароматической кислоты, содержит 64,86% углерода и 32,43% кислорода по массе. Установите молекулярную и структурную формулы вещества, напишите уравнения реакций его получения из нафталина.

РЕШЕНИЕ:

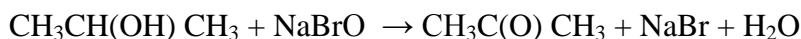
$$C_xH_yO_z \quad x:y:z = 64,86/12 : 2,71/1 : 32,43/16 = 8:4:3$$



ЗАДАНИЕ 9

9-1) К бромю постепенно добавляли 20%-ный раствор гидроксида натрия (плотность 1,12 г/мл) до полного обесцвечивания брома. Всего добавили 71,4 мл раствора щелочи. Рассчитайте минимальную массу полученного раствора, которую необходимо взять, чтобы полностью прореагировала смесь ацетона и пропанола-2 общей массой 2,94 г, в которой масса атомов кислорода в 2,35 раз больше массы атомов водорода. Рассчитайте массовую долю ацетата натрия в полученном растворе.

РЕШЕНИЕ:



$$v(NaOH) = 71,4 \cdot 1,12 \cdot 0,2 / 40 = 0,4 \text{ моль}; \quad v(Br_2) = 0,2 \text{ моль}$$

$$m(\text{раствора}) = 71,4 \cdot 1,12 + 0,2 \cdot 160 = 112 \text{ г}$$

$$v(NaBrO) = 0,2 \text{ моль}$$

Пусть $\nu(\text{C}_3\text{H}_8\text{O}) = x$; $\nu(\text{C}_3\text{H}_6\text{O}) = y$, тогда:

$$\begin{cases} 60x + 58y = 2,94 \\ 16(x+y) = 2,35(8x+6y) \end{cases}$$

$$x=0,02 \quad y=0,03$$

$$\nu(\text{NaBrO})_{\text{на смесь}} = 0,02 + 3(0,02+0,03) = 0,17 \text{ моль}$$

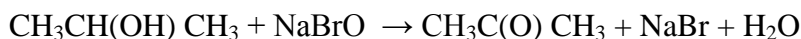
$$m(\text{раствора}) = 112 \cdot 0,17 / 0,2 = 95,2 \text{ г}$$

$$\nu(\text{CH}_3\text{COONa}) = 0,02+0,03 = 0,05 \text{ моль}$$

$$\omega(\text{CH}_3\text{COONa}) = 0,05 \cdot 82 / (95,2+2,94) = 0,0418 \text{ (4,18\%)}$$

9-2) К 12,5 мл брома (плотность 3,2 г/мл) постепенно добавили 20%-ный раствор гидроксида натрия до полного обесцвечивания брома. Рассчитайте минимальную массу полученного раствора, которую необходимо взять, чтобы полностью прореагировала смесь ацетона и пропанола-2 общей массой 2,96 г, в которой содержится $2,167 \cdot 10^{23}$ атомов водорода. Рассчитайте массовую долю ацетата натрия в полученном растворе.

РЕШЕНИЕ:



$$\nu(\text{Br}_2) = 12,5 \cdot 3,2 / 160 = 0,25 \text{ моль} \Rightarrow \nu(\text{NaBrO}) = 0,25 \text{ моль}$$

$$\nu(\text{NaOH}) = 0,25 \cdot 2 = 0,5 \text{ моль}$$

$$m(\text{раствора NaOH}) = 0,5 \cdot 40 / 0,2 = 100 \text{ г}$$

$$m(\text{раствора}) = 12,5 \cdot 3,2 + 100 = 140 \text{ г}$$

$$\nu(\text{H}) = 2,167 \cdot 10^{23} / 6,02 \cdot 10^{23} = 0,36 \text{ моль}$$

Пусть $\nu(\text{C}_3\text{H}_8\text{O}) = x$; $\nu(\text{C}_3\text{H}_6\text{O}) = y$, тогда:

$$\begin{cases} 60x + 58y = 2,96 \\ 8x + 6y = 0,36 \end{cases}$$

$$x=0,03 \quad y=0,02$$

$$\nu(\text{NaBrO})_{\text{на смесь}} = 0,03 + 3(0,02+0,03) = 0,18 \text{ моль}$$

$$m(\text{раствора}) = 140 \cdot 0,18 / 0,25 = 100,8 \text{ г}$$

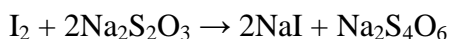
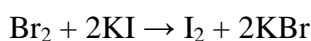
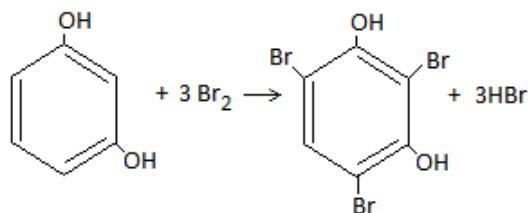
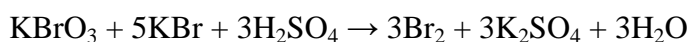
$$\nu(\text{CH}_3\text{COONa}) = 0,03+0,02 = 0,05 \text{ моль}$$

$$\omega(\text{CH}_3\text{COONa}) = 0,05 \cdot 82 / (100,8+2,96) = 0,0395 \text{ (3,95\%)}$$

ЗАДАНИЕ 10

Резорцин (мета-диоксибензол) относится к группе антисептических средств, обладает выраженным противомикробным эффектом, оказывает дерматопротекторное действие. Для определения содержания резорцина в препарате используют иодометрическое титрование согласно методике: навеску препарата массой 150,0 мг помещают в мерную колбу на 100 мл и объем доводят водой до метки. После чего 10,0 мл полученного раствора переносят в колбу для титрования, добавляют 20,0 мл раствора бромата калия с концентрацией 0,0167 моль/л, по 10 мл (избыток) растворов бромида калия и серной кислоты и оставляют на 10-15 минут. Затем в колбу добавляют 20 мл (избыток) раствора иодида калия и оставляют в темном месте. Добавляют несколько миллилитров хлороформа и выделившийся иод титруют раствором тиосульфата натрия с концентрацией 0,100 моль/л до обесцвечивания хлороформного слоя. На титрование было израсходовано 11,90 мл раствора тиосульфата натрия. Напишите уравнения реакций, лежащих в основе данного метода количественного определения резорцина (необходимо учесть, что иодом тиосульфат окисляется до тетраионата $\text{Na}_2\text{S}_4\text{O}_6$). Рассчитайте массовую долю (в %) резорцина в препарате (все реакции проходят количественно).

РЕШЕНИЕ:



$$v(\text{KBrO}_3) = 20 \cdot 0,0167 = 0,334 \text{ ммоль} \Rightarrow v(\text{Br}_2) = 3 \cdot 0,334 = 1,002 \text{ ммоль}$$

$$v(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3) = 11,9 \cdot 0,1 = 1,19 \text{ ммоль}$$

$$v(\text{Br}_2 \text{ избыток}) = v(\text{I}_2) = 1,19/2 = 0,595 \text{ ммоль}$$

$$v(\text{Br}_2 \text{ на резорцин}) = 1,002 - 0,595 = 0,407 \text{ ммоль}$$

$$v(\text{C}_6\text{H}_6\text{O}_2) = 0,407/3 = 0,135 \text{ ммоль} - \text{ в } 10 \text{ мл раствора}$$

$$v(\text{C}_6\text{H}_6\text{O}_2) = 1,35 \text{ ммоль} - \text{ в } 100 \text{ мл раствора}$$

$$\omega(\text{C}_6\text{H}_6\text{O}_2) = 1,35 \cdot 110/150 = 0,995 \text{ (99, 5\%)}$$

