ЗАДАНИЯ ОЛИМПИАДЫ 10 КЛАСС.

ДЕМОНСТРАЦИОННЫЙ ВАРИАНТ

ЗАДАНИЕ 1

В медицине в качестве антисептического и дезинфицирующего средства для обработки инструментов, а также рук и ран используется хлорамин в виде 1% и 5% растворов. Препарат окисляет протоплазму клеток бактерий за счет выделения атомарного хлора (так, стафилококк погибает при использовании 1% раствора хлорамина в течение трех минут). Структурная формула хлорамина:



Рассчитайте массовую долю хлора в этом соединении.

Решение:

M(С6H5SO2NNaCl) = 213,5г/моль

ω(Cl) = 35,5/213,5 = 0,166 (16,6%)

ЗАДАНИЕ 2

Эквимолярную смесь муравьиной кислоты и хлораля (трихлоруксусного альдегида) обработали избытком водного раствора гидроксида натрия и получили 35,85 г хлороформа с выходом 60%. Определите массу исходной смеси органических веществ и массу полученной соли.

Решение:

CCl3CHO + NaOH → CHCl3 + HCOONa

HCOOH + NaOH → HCOONa + H2O

ν(CHCl3) =35,85/119,5 = 0,3моль

ν(CCl3CHO) =0,3/0,6 = 0,5моль; ν(HCOOH) = 0,5моль; ν(HCOONa) = 0,5+0,3 = 0,8моль

m(HCOONa) = 0,8·68 = 54,4 г

m(смеси) = 0,5(147,5 + 46) = 96,75 г

ЗАДАНИЕ 3

Эфир медицинский и эфир для наркоза – медицинские препараты диэтилового эфира. При хранении, особенно на свету, диэтиловый эфир окисляется, образуя примесь пероксидов и альдегидов. Для определения подлинности препарата проводят пробу на наличие пероксида диэтилового эфира, добавляя водный раствор иодида калия, при этом не должно быть желтого окрашивания водного и эфирного слоя. Для определения примеси ацетальдегида в эфире к нему добавляют реактив Несслера – щелочной раствор тетраиодогидраргирата (II) калия, при этом не должен образовываться осадок. Напишите уравнения реакций окисления диэтилового эфира кислородом воздуха, а также реакции пероксида с раствором иодида калия и реактивом Несслера.

Решение:

2 C2H5 – O – C2H5 + O2 → 2 C2H5 – O – O – C2H5

C2H5 – O – O – C2H5 + 2 KI + 2 H2O → C2H5 – O – C2H5 + I2 + 2KOH

CH3CHO + K2[HgI4] + 3KOH → CH3COOK + Hg + 4KI + 2H2O

ЗАДАНИЕ 4

Напишите уравнения реакций, соответствующие цепочке превращений:

Глицерин → акролеин →3-бромпропаналь→3-гидроксипропаналь→малоновая кислота → уксусная кислота

Решение:

НО – СH2 – CH(OH) – CH2OH (KHSO4, t0) → CH2=CH – CHO + 2 H2O

CH2=CH – CHO + HBr → CH2Br – CH2 – CHO

CH2Br – CH2 – CHO + KOH (водн.) → HO – CH2 – CH2 – CHO + KBr

5HO – CH2 – CH2 – CHO + 6KMnO4 + 9H2SO4 → 5HOOC – CH2 – COOH + 6MnSO4 +3 K2SO4 + 14H2O

HOOC – CH2 – COOH (t0) → CH3COOH + CO2

ЗАДАНИЕ 5

В стоматологической практике находят широкое применение полимеры на основе метилметакрилата, используемые в качестве конструкционных материалов и в составе клинических светоотверждаемых пломбировочных материалов. Рассчитайте среднюю молярную массу образца полиметилметакрилата, если образец, полученный после полимеризации метилметакрилата массой 25 г, содержит 0,946·1021 макромолекул. Метилметакрилат, не вступивший в реакцию, способен обесцветить 160 г 3%-ного водного раствора брома.

Решение:

 n CH2=C(CH3)-COOCH3→ [-CH2-C(CH3)(COOCH3)-]n

CH2=C(CH3)-COOCH3 + Br2 = CH2Br-C(CH3)Br-COOCH3

ν(C5H8O2) = 25/100=0,25 моль

ν(Br2)=160·0,03/160=0,03 моль

ν(C5H8O2)( вступившего в реакцию полимеризации) = 0,25 - 0,03=0,22моль

N(CH2=C(CH3)-COOCH3)= 0,22· 6,02·1023=1,324·1023 молекул метилметакрилата.

n =1,324·10 23/ 0,946·1021= 140

Mср. =140·100 = 14000 г/моль

ЗАДАНИЕ 6

Напишите уравнения реакций, соответствующие цепочке превращений (буквами обозначены органические вещества):



Решение:

CH3COONa + HCl → CH3COOH + NaCl

2CH3COOH + LiAlH4 → 2CH3CH2OH + LiAlO2

2 CH3CH2OH → CH2=CH – CH=CH2 + H2 + 2H2O



ЗАДАНИЕ 7

Смесь двух бинарных соединений железа нагрели до температуры выше 10000С и получили железо и оксид углерода (II). Масса образовавшегося железа оказалась в 7,5 раз 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 ν(СО) = х, тогда m(CO) = 28x

m(Fe) = 7,5·28x = 210x; ν(Fe) = 210x/56 = 3,75x

ν(Fe) : ν(O) : ν(C) = 3,75:1:1 = 15:4:4 => оксид Fe3O4

карбид FeyCz y:z = (15 – 3):4 =12:4 = 3:1 => Fe3C

4 Fe3C + Fe3O4 → 15 Fe + 4 CO

ν(Fe3C) / ν(Fe3O4) = 4/1

ЗАДАНИЕ 8

 Органическое вещество, не содержащее кислород, используется в медицине в качестве уроантисептического средства. Навеску вещества массой 3,5 г сожгли, а продукты сгорания пропустили последовательно через трубку с фосфорным ангидридом и склянку с избытком известковой воды. Масса трубки увеличилась на 2,7 г, а склянки – на 6,6 г. Непоглощенным осталось 1,12 л (н.у.) газа. Определите молекулярную и структурную формулу вещества, если относительная плотность его паров по воздуху больше, чем у гексана, но меньше 5,0. При добавлении к веществу разбавленной серной кислоты и нагревании ощущается запах формальдегида. При последующем добавлении к полученному раствору избытка щелочи и нагревании появляется запах аммиака. Напишите уравнения описанных реакций.

Решение:

ν(CO2) = 6,6/44 = 0,15моль; ν(H2O) = 2,7/18 = 0,15моль; ν(N2) = 1,12/22,4 = 0,05моль

CxHyNz

x:y:z = 0,15: 0,30: 0,10 = 3:6:2 – простейшая формула

86< M(CxHyNz) < 5·29 => C6H12N4



(CH2)6N4 + 2H2SO4 + 6 H2O → 2 (NH4)2SO4 + 6HCHO

(NH4)2SO4 + 2 NaOH → Na2SO4 + 2 NH3 + 2 H2O

ЗАДАНИЕ 9

Кристаллический иод массой 10,16 г растворили в 76,2 мл 10%-ного раствора гидроксида натрия (плотность 1,05 г/мл). К полученному раствору добавили смесь ацетальдегида и уксусной кислоты общей массой 5,36 г, в которой число атомов углерода в 1,25 раз больше числа атомов кислорода. Массовая доля ацетата натрия в полученном растворе составила 7,73%. Рассчитайте выход реакции окисления альдегида.

Решение:

I2 + 2NaOH → NaI + NaIO + H2O

CH3CHO + NaIO + NaOH → CH3COONa + NaI + H2O

CH3COOH + NaOH → CH3COONa + H2O

ν(CH3CHO) = x; ν(CH3COOH) = y

44x + 60y = 5,36

2x+2y =1,25(x+2y)

x=0,04 y=0,06

ν(I2) = 10,16/254 = 0,04моль; ν(NaOH) = 76,2·1,05·0,1/40 = 0,2моль

m(раствора ) = 80+10,16+ 5,36 = 95,52 г

m(CH3COONa) = 95,53·0,0773 = 7,38 г

ν(CH3COONa) = 7,38/82 = 0,09моль

η = (0,09 – 0,06)/0,04 = 0,75 (75%)

ЗАДАНИЕ 10 (виртуальный эксперимент)

Препарат этиловый спирт используют в медицине как дезинфицирующее средство и для изготовления лекарственных средств. Количественное содержание этанола в препарате можно определить методом ацетилирования. Навеску препарата массой 10,00 г прокипятили с 21,58 г уксусного ангидрида в присутствии безводного пиридина на песчаной бане с обратным холодильником. Избыток ангидрида гидролизовали водой и полученный раствор оттитровали раствором гидроксида натрия с концентрацией 0,500 моль/л. На титрование было затрачено 18,00 мл щелочи. Определите количественное содержание этанола в препарате.

Решение:

(CH3CO)2O + C2H5OH + C5H5N → CH3COOC2H5 + (C5H5NH)+ CH3COO-

(CH3CO)2O + H2O → 2CH3COOH

CH3COOH + NaOH → CH3COONa + H2O

ν((CH3CO)2O) = 21,58/102 = 0,2116моль

ν(NaOH) = 0,018· 0,5 = 0,009моль => ν((CH3CO)2O избыток) = 0,0045моль

ν(C2H5OH) = 0,2116 – 0,0045 = 0,2071 моль

m(C2H5OH) = 0,2071·46 = 9,525 г

ω(C2H5OH) =9,525/10,00 = 0,9525 (95,25%)