**Химия 10 класс
Отборочный этап
2016-2017 учебный год**

**ЗАДАНИЕ 1**

**1)** В медицине в качестве антибактериального средства используется сульфадиметоксин. Структурная формула сульфадиметоксина



Рассчитайте массовую долю азота в этом соединении.

РЕШЕНИЕ:

M(С12H14SO4N4) = 310 г/моль

ω(N) = 14·4/310 = 0,181 (18,1%)

**2)** В медицине в качестве муколитического средства используется бромгексин. Структурная формула бромгексина



Рассчитайте массовую долю азота в этом соединении.

РЕШЕНИЕ:

M(С14H21N2Br2Cl) = 412,5 г/моль

ω(N) = 14·2/412,5 = 0,068 (6,8%)

**ЗАДАНИЕ 2**

**1)** Эквимолярную 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:

CCl3CHO + NaOH → CHCl3 + HCOONa

HCOOH + NaOH → HCOONa + H2O

ν(CHCl3) = 47,8/119,5 = 0,4 моль

ν(CCl3CHO) = 0,4/0,8 = 0,5 моль; ν(HCOOH) = 0,5 моль;
ν(HCOONa) = 0,5 + 0,4 = 0,9 моль

m(HCOONa) = 0,9·68 = 61,2 г

**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:

CH3COOH + C2H5OH → CH3COOC2H5 + H2O

CH3COOC2H5 + NaOH → CH3COONa + C2H5OH

CH3COOH + NaOH → CH3COONa + H2O

ν(C4H8O2) = 13,2/88 = 0,15 моль

ν(CH3COOH) = ν(C2H5OH) = 0,15/0,6 = 0,25 моль;

ν(CH3COONa) = 0,15 + (0,25 – 0,15) = 0,25 моль

m(CH3COONa) = 82·0,25 = 20,5 г

**ЗАДАНИЕ 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 твёрдого гидросульфата калия. При нагревании появляется специфический раздражающий запах акролеина. При добавлении
к глицерину раствора сульфата меди и щёлочи 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 трёх упомянутых реакций.

РЕШЕНИЕ:

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



НО–СH2–CH(OH)–CH2OH + 2NaIO4 → 2 HCHO + HCOOH + 2 NaIO3 + H2O

**2)** Салициловая (2-гидроксибензойная) 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**

**1)** Напишите уравнения реакций, соответствующие цепочке превращений:
Ацетат кальция → ацетон → ацетонциангидрин → нитрил 2-метилпропеновой (метакриловой) кислоты → метакриловая кислота → метилметакрилат
РЕШЕНИЕ:
1) (CH3COO)2Ca (t0) → CH3C(O) CH3 + CaCO3

2) CH3C(O)CH3 + HCN → (CH3)2C(OH)CN

3) (CH3)2C(OH)CN (H2SO4, t0) → CH2=C(CH3)–CN + H2O

4) CH2=C(CH3)–CN + 2H2O + HCl → CH2=C(CH3)–COOH + NH4Cl

5) CH2=C(CH3)–COOH + CH3OH → CH2=C(CH3)–COOCH3 + H2O

**2)** Напишите уравнения реакций, соответствующие цепочке превращений:
Этаналь → ацетат аммония → ацетат бария → ацетон → ацетонциангидрин → 2-гидрокси-2-метилпропановая (гидроксиизомасляная) кислота
РЕШЕНИЕ:
1) CH3CHO + 2[Ag(NH3)2]OH → CH3COONH4 + 2Ag + 3NH3 + 2H2O

2) 2CH3COONH4 + Ba(OH)2 → (CH3COO)2Ba + 2NH3 + 2H2O

3) (CH3COO)2Ba (t0) → CH3C(O) CH3 + BaCO3

4) CH3C(O)CH3 + HCN → (CH3)2C(OH)CN

5) (CH3)2C(OH)CN + 2H2O + HCl → (CH3)2C(OH)COOH + NH4Cl

**ЗАДАНИЕ 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:

 n HO–CH2–CH2–OH → HO-[-CH2–CH2–O-]n-H + (n-1) H2O

*1 способ*:

ν(C2H6O2) = 49,6/62 = 0,8 моль

ν(H2O) = 14,04/18 = 0,78 моль

n: (n – 1) = 0,8:0,78 => n = 40

M(ПЭГ) = 44·40+ 18 = 1778

N(макромолекул) = 0,8·6,02·1023/40 = 1,2·1022

*Или 2 способ*:

m(ПЭГ) = 49,6 – 14,04 = 35,56 г

M(ПЭГ) = 44·n + 18; ν(ПЭГ) = 0,8/n

0,8(44n + 18)/n = 35,56 => n = 40

M(ПЭГ) = 44·40+ 18 = 1778

N(макромолекул) = 0,8·6,02·1023/40 = 1,2·1022

**2)** Для изготовления жёстких 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 2,107·1021 макромолекул. Масса атомов углерода в незаполимеризовавшемся мономере составляет 10,8 г.

РЕШЕНИЕ:

n CH2=CH–CN → -(–CH2–CH(CN)–)n-

ν(C3H3N) = 53/53 = 1 моль

ν(C) = 10,8/12 = 0,9 моль => осталось: ν(C3H3N) = 0,3 моль

ν(макромолекул) = 2,107·10 21/ 6,02·1023 = 0,0035 моль

n = (1 – 0,3)/ 0,0035 = 200

М(полимера) = 53·200 = 10600

**ЗАДАНИЕ 6**

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

С7H16 → A → C6H5COONa → Б → C7H5NO4 → C7H8N2O4 → C7H4NO4K

 РЕШЕНИЕ:

1) H3C(CH2)5CH3 (Cr2O3, t0) → C6H5CH3 + 4 H2

2) C6H5CH3 + 2 NaMnO4 → C6H5COONa + 2MnO2 + NaOH + H2O

3) C6H5COONa + HCl → C6H5COOH + NaCl







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

С5H10О2 → A → C3H6 → C3H4О → Б → C3H8O3 → C3H5N3O9

РЕШЕНИЕ:

1)CH3COOC3H7 + NaOH→CH3COONa + C3H7OH (пропанол-1 или пропанол-2

2) C3H7OH (H2SO4 ,t0) → CH2=CH–CH3 + H2O

3) CH2=CH–CH3 + O2 (Cu, t0) → CH2=CH–CHO + H2O

4) CH2=CH–CHO + (CH3)2CH–OH (t0, MgO) → CH2=CH–CH2OH + (CH3)2C=O

5) 3CH2=CH–CH2OH + 2KMnO4 + 4H2O → 3CH2(OH)–CH(OH)–CH2OH + 2MnO2 + 2KOH

*или:* CH2=CH–CH2OH + H2O2 (+кат) → CH2(OH)–CH(OH)–CH2OH



**ЗАДАНИЕ 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 ν(СО) = х, тогда m(CO) = 28x

m(Fe) = 7,33·28x = 205x; ν(Fe) = 205x/56 = 3,66x

ν(Fe) : ν(O) : ν(C) = 3,66:1:1 = 11:3:3 => оксид Fe2O3

карбид FeyCz y:z = (11 – 2):3 =9:3 = 3:1 => Fe3C

3 Fe3C + Fe2O3 → 11 Fe + 3 CO

ν(Fe3C) / ν(Fe3O4) = 3/1

**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(О) = х, тогда m(металлов) = 2,25x

ω(О) = х/(2,25х + х) = 0,3077

ω(М) = 100 – 19,23 – 30,77 = 50%

ν(Са) : ν(O) = 19,23/40 : 30,77/16 = 1:4 => CaO и Me2O3

40 + 2Аr(М) = 2,25 ·16· 4 => Аr(М) = 52 (Cr)

*Или 2 способ*:

CaxMyOz
x:y:z = 19,23/40 : 50/M : 30,77/16 = 1:104/M : 4 => 104/M =2 => Аr(М) = 52(Cr)
CaO + Cr2O3 → Ca(CrO2)2

**ЗАДАНИЕ 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:
CxОy x:y = 50/12 : 50/16 = 4:3 – простейшая формула

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

C12О9



**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:

CxHyOz

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

C8H4O3







**ЗАДАНИЕ 9**

**1)** К брому постепенно добавляли 20%-ный раствор гидроксида натрия (плотность 1,12 г/мл) до полного обесцвечивания брома. Всего добавили
71,4 мл раствора щёлочи. 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:

Br2 + 2NaOH → NaBr + NaBrO + H2O

CH3CH(OH)CH3 + NaBrO → CH3C(O)CH3 + NaBr + H2O

CH3C(O)CH3 + 3 NaBrO → CH3COONa + CHBr3 + 2 NaOH

ν(NaOH) = 71,4·1,12·0,2/40 = 0,4 моль ; ν(Br2) = 0,2 моль

m(раствора) = 71,4·1,12 + 0,2·160 = 112 г

ν(NaBrO) = 0,2 моль

Пусть ν(C3H8O) = x, ν(C3H6O) = y, тогда:



x = 0,02 y = 0,03

ν(NaBrO) на смесь = 0,02 + 3(0,02 + 0,03) = 0,17 моль

m(раствора ) = 112·0,17/0,2 = 95,2 г

ν(CH3COONa) = 0,02 + 0,03 = 0,05 моль

ω(CH3COONa) = 0,05·82/(95,2 + 2,94) = 0,0418 (4,18%)

**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 2,167·1023  атомов водорода. Рассчитайте массовую долю ацетата натрия в полученном растворе.

РЕШЕНИЕ:

Br2 + 2NaOH → NaBr + NaBrO + H2O

CH3CH(OH)CH3 + NaBrO → CH3C(O)CH3 + NaBr + H2O

CH3C(O)CH3 + 3 NaBrO → CH3COONa + CHBr3 + 2 NaOH

ν(Br2) = 12,5·3,2/160 = 0,25 моль => ν(NaBrO) = 0,25 моль

ν(NaOH) = 0,25·2 = 0,5 моль

m(раствора NaOH) = 0,5·40/0,2 = 100 г

m(раствора) = 12,5·3,2 + 100 = 140 г

ν(H) = 2,167·1023/6,02·1023 = 0,36 моль

Пусть ν(C3H8O) = x, ν(C3H6O) = y, тогда:



x = 0,03 y = 0,02

ν(NaBrO) на смесь = 0,03 + 3(0,02 + 0,03) = 0,18 моль

m(раствора ) = 140·0,18/0,25 = 100,8 г

ν(CH3COONa) = 0,03 + 0,02 = 0,05 моль

ω(CH3COONa) = 0,05·82/(100,8 + 2,96) = 0,0395 (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 объём 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 тёмном 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 тетратионата Na2S4O6). Рассчитайте массовую долю (в %) резорцина в препарате
(все реакции проходят количественно).
РЕШЕНИЕ:
KBrO3 + 5KBr + 3H2SO4 → 3Br2 + 3K2SO4 + 3H2O


Br2 + 2KI → I2 + 2KBr

I2 + 2Na2S2O3 → 2NaI + Na2S4O6

ν(KBrO3) = 20·0,0167 = 0,334 ммоль => ν(Br2) = 3·0,334 = 1,002 ммоль

ν(Na2S2O3) = 11,9·0,1 = 1,19 ммоль

ν(Br2 избыток) = ν(I2) = 1,19/2 = 0,595 ммоль

ν(Br2 на резорцин) = 1,002 – 0,595 = 0,407 ммоль

ν(C6H6O2) = 0,407/3 = 0,135 ммоль – в 10 мл раствора

ν(C6H6O2) = 1,35 ммоль – в 100 мл раствора

ω(C6H6O2) =1,35·110/150 = 0,995 (99, 5%)