

Ответ:

--	--

4 Из предложенного перечня соединений выберите два таких, в которых присутствует ковалентная связь, образованная по донорно-акцепторному механизму.

- 1) CH_3CHO
- 2) CH_3NH_2
- 3) $\text{K}_2[\text{Zn}(\text{OH})_4]$
- 4) $\text{CH}_3\text{NH}_3\text{Br}$
- 5) $\text{NH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{Cl}$

Запишите номера выбранных ответов.

Ответ:

--	--

5 Среди предложенных формул и названий веществ, расположенных в пронумерованных ячейках, выберите формулу или название, соответствующее:

- А) одноосновной кислоте;
Б) амфотерному оксиду;
В) щёлочи.

1	ZnO	2	гидроксид магния	3	сероводородная кислота
4	хромовая кислота	5	CaC_2	6	CaO
7	CsOH	8	метафосфорная кислота	9	NO

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б	В

6 К раствору гидроксида бария добавили раствор вещества X, что привело к образованию раствора, практически не содержащего сильных электролитов. К раствору бромид алюминия добавили избыток раствора вещества Y, что сопровождалось образованием осадка. Из предложенного перечня выберите вещества X и Y, которые могут вступать в описанные реакции.

- 1) нитрат аммония
- 2) хлороводород
- 3) гидроксид калия
- 4) сульфат меди(II)
- 5) аммиак

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

X	Y

7 Установите соответствие между формулой вещества и реагентами, с каждым из которых это вещество может взаимодействовать: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.

ВЕЩЕСТВО

- А) углекислый газ
Б) гидросульфит калия
В) кальций
Г) гидроксид стронция

РЕАГЕНТЫ

- 1) $\text{HI}(\text{p-p})$, KOH , $\text{Ba}(\text{OH})_2$
2) CsOH , H_2 , NaF
3) Na_2SO_3 , KHCO_3 , $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$
4) H_2SO_4 , K_2CO_3 , Rn
5) S , N_2 , H_2
6) NaOH , Mg , $\text{C}_{(\text{аморф.})}$

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б	В	Г

8

Установите соответствие между исходными веществами и продуктами их возможного взаимодействия: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.

ИСХОДНЫЕ ВЕЩЕСТВА

- А) $N_2 + KOH(p-p) \rightarrow$
 Б) $S + KOH(p-p) \rightarrow$
 В) $P + KOH(p-p) \rightarrow$
 Г) $C + KOH(p-p) \rightarrow$

ПРОДУКТЫ РЕАКЦИИ

- 1) $K_2HPO_4 + PH_3$
 2) $KNO_3 + NH_3$
 3) $K_2SO_3 + K_2S + H_2O$
 4) $KH_2PO_2 + PH_3$
 5) $K_2CO_3 + CH_4$
 6) $K_3PO_4 + PH_3$
 7) $KNO_2 + NH_3$
 8) исходные вещества не взаимодействуют

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б	В	Г

9

Задана следующая схема превращений веществ:



Определите, какие из указанных веществ являются веществами X и Y.

- 1) серебро
 2) хлорид калия
 3) соляная кислота
 4) нитрат серебра
 5) хлор

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

X	Y

10

Установите соответствие между формулой вещества и классом/группой, к которому(-ой) это вещество принадлежит: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.

ФОРМУЛА ВЕЩЕСТВА

- А) C_3H_7OOSH
 Б) C_2H_5COOH
 В) $C_2H_5COCH_3$

КЛАСС/ГРУППА

- 1) альдегиды
 2) кетоны
 3) сложные эфиры
 4) карбоновые кислоты
 5) простые эфиры

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б	В

11

Из предложенного перечня соединений выберите два таких, в молекулах которых все атомы углерода находятся в состоянии sp^3 -гибридизации.

- 1) анилин
 2) изопрен
 3) полиэтилен
 4) кумол
 5) метилэтиловый эфир

Запишите номера выбранных ответов.

Ответ:

--	--

12

Из предложенного перечня взаимодействий выберите все такие, в результате которых возможно образование бензойной кислоты.

- 1) $C_6H_5-CHO + KMnO_4 + H_2SO_4$
- 2) $C_6H_5-CCl_3 + NaOH_{(изб.)}$
- 3) $C_6H_5-CHO + KMnO_4 + KOH$
- 4) $C_6H_5-CH_2-CH_3 + KMnO_4 + H_2SO_4$
- 5) $C_6H_5-CHO + H_2$

Запишите в поле ответа номера выбранных ответов.

Ответ: _____

13

Из предложенного перечня выберите две реакции, в ходе которых в качестве конечного продукта не образуются органические соли.

- 1) $NH_2CH_2C(O)NHCH(CH_3)COOH + H_2SO_{4(p-p)}$
- 2) $NO_2CH_2CH_2CH(CH_3)_2 + Zn + HCl$
- 3) $NH_2CH_2COOH + KNO_2 + HBr$
- 4) $NH_2CH_2C(O)NHCH_2COOH + Ba(OH)_{2(p-p)}$
- 5) $CH_3CH(NO_2)CH(CH_3)_2 + Al + KOH_{(p-p)}$

Запишите номера выбранных ответов.

Ответ:

--	--

14

Установите соответствие между дигалогеналканом и продуктом его взаимодействия со спиртовым раствором щелочи: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.

ДИГАЛОГЕНАЛКАН

ПРОДУКТЫ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ

- А) 1,2-дихлорэтан
- Б) 1,2-дихлорпропан
- В) 2,3-дибромбутан
- Г) 2,2-дихлорпропан

- 1) пропилен
- 2) бутин-1
- 3) бутин-2
- 4) ацетилен
- 5) пропин
- 6) 2-метилпропен
- 7) циклопропан

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б	В	Г

15

Установите соответствие между реагирующими веществами и продуктом, который образуется в результате реакции между ними: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой:

РЕАГИРУЮЩИЕ ВЕЩЕСТВА

ПРОДУКТ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ

- А) $HCOOH + [Ag(NH_3)_2]OH_{(изб.)}$ (без t^0)
- Б) $HCOOH + KMnO_4 + H_2SO_4$
- В) $HCOOH + CH_3OH$
- Г) $HCOOH + Cu(OH)_2$ (t^0)

- 1) ацетат серебра
- 2) карбонат аммония
- 3) оксид углерода (IV)
- 4) метилацетат
- 5) метилформиат

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б	В	Г

16

Задана следующая схема превращений веществ:



Определите, какие из указанных веществ являются веществами X и Y.

- 1) изопропиловый спирт
- 2) формальдегид
- 3) этанол
- 4) ацетон
- 5) метанол
- 6) ацетальдегид

Запишите в таблицу номера выбранных веществ под соответствующими буквами.

Ответ:

X	Y

17

Установите соответствие между химической реакцией и типами реакций, к которым она относится: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.

ХИМИЧЕСКАЯ РЕАКЦИЯ

- А) взаимодействие карбида алюминия с соляной кислотой
- Б) крекинг декана
- В) алкилирование бензола пропен

ТИПЫ РЕАКЦИЙ

- 1) гидратации, присоединения
- 2) замещения, окислительно-восстановительная
- 3) гидролиза, необратимая
- 4) разложения, эндотермическая

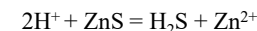
Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

A	B	B

18

Из предложенного перечня воздействий выберите все такие, которые приводят к изменению скорости реакции:



- 1) добавление сульфида цинка
- 2) снижение концентрации катионов цинка в растворе
- 3) пропускание в раствор газообразного хлороводорода
- 4) понижение температуры
- 5) добавление воды

Запишите номера выбранных ответов.

Ответ: _____

19

Установите соответствие между уравнением реакции и свойством хлора в этой реакции: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.

УРАВНЕНИЕ РЕАКЦИИ

- А) $6\text{Ca}(\text{OH})_2 + 6\text{Cl}_2 = 5\text{CaCl}_2 + \text{Ca}(\text{ClO}_3)_2 + 6\text{H}_2\text{O}$
- Б) $2\text{CuCl} + \text{Br}_2 = \text{CuBr}_2 + \text{CuCl}_2$
- В) $4\text{KClO}_3 = 4\text{KCl} + 3\text{KClO}_4$

СВОЙСТВО ХЛОРА

- 1) не проявляет окислительно-восстановительных свойств
- 2) только восстановитель
- 3) окислитель и восстановитель
- 4) только окислитель

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

A	B	B

20

Установите соответствие между веществом и процессом, происходящим на аноде при электролизе его водного раствора с инертными электродами: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.

ВЕЩЕСТВО

- А) Cs_2S
- Б) FeCl_2
- В) K_2SO_4

АНОДНЫЙ ПРОЦЕСС

- 1) $\text{S}^{2-} - 2\text{e}^- \rightarrow \text{S}^0$
- 2) $2\text{H}_2\text{O} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{H}_2 + 2\text{OH}^-$
- 3) $2\text{SO}_4^{2-} - 2\text{e}^- \rightarrow \text{S}_2\text{O}_8^{2-}$
- 4) $2\text{H}_2\text{O} - 4\text{e}^- \rightarrow \text{O}_2 + 4\text{H}^+$
- 5) $2\text{Cl}^- - 2\text{e}^- \rightarrow \text{Cl}_2^0$

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

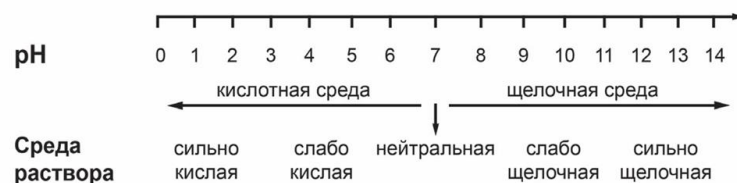
A	B	B

Для выполнения задания 21 используйте следующие справочные данные.

Концентрация (молярная, моль/л) показывает отношение количества растворённого вещества (n) к объёму раствора (V).

pH («пэ аш») – водородный показатель; величина, которая отражает концентрацию ионов водорода в растворе и используется для характеристики кислотности среды.

Шкала pH водных растворов электролитов



21

Для веществ, приведённых в перечне, определите характер среды их водных растворов, имеющих одинаковую концентрацию.

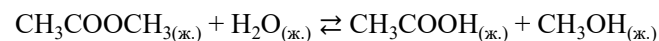
- 1) нитрат аммония
- 2) нитрит натрия
- 3) азотная кислота
- 4) нитрат калия

Запишите номера веществ в порядке убывания значения pH их водных растворов.

Ответ: → → →

22

Установите соответствие между видом воздействия на равновесную систему и направлением смещения химического равновесия при данном воздействии: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.



ВОЗДЕЙСТВИЕ НА СИСТЕМУ

НАПРАВЛЕНИЕ СМЕЩЕНИЯ
ХИМИЧЕСКОГО РАВНОВЕСИЯ

- А) повышение давления
Б) увеличение концентрации метанола
В) добавление щелочи
Г) снижение концентрации уксусной кислоты

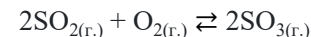
- 1) в сторону прямой реакции
2) в сторону обратной реакции
3) практически не смещается

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:	А	Б	В	Г
	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

23

В замкнутый реактор, содержащий катализатор, поместили смесь сернистого газа, оксида серы(VI) и кислорода, затем нагрели. В результате протекания обратной реакции



в системе установилось равновесие. При этом исходные концентрации сернистого газа и кислорода были равны 0,4 моль/л и 0,6 моль/л, а равновесные концентрации сернистого газа и оксида серы (VI) – 0,5 моль/л и 0,1 моль/л соответственно.

Определите исходную концентрацию оксида серы(VI) (X) и равновесную концентрацию кислорода (Y).

Выберите из списка номера правильных ответов:

- 1) 0,9 моль/л
- 2) 0,2 моль/л
- 3) 0,1 моль/л
- 4) 0,45 моль/л
- 5) 0,5 моль/л
- 6) 0,65 моль/л

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:	X	Y
	<input type="text"/>	<input type="text"/>

24

Установите соответствие между двумя веществами и реактивом, с помощью которого можно различить эти вещества: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.

ВЕЩЕСТВА

- А) ацетон и этаналь
Б) уксусная кислота и муравьиная кислота
В) гексан и бутанол-1
Г) пропанон и пропанол-2

РЕАКТИВ

- 1) гидроксид калия
2) хлорид калия
3) натрий
4) фенолфталеин
5) оксид серебра (NH_3 р-р)

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:	А	Б	В	Г

25

Установите соответствие между смесью веществ и способом разделения данной смеси: К каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.

СМЕСЬ

- А) вода и речной песок
Б) нефть и вода
В) поваренная соль и вода

СПОСОБ РАЗДЕЛЕНИЯ

- 1) отстаивание и использование делительной воронки
2) выпаривание
3) фильтрование
4) перегонка
5) действие магнитом

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:	А	Б	В

Ответом к заданиям 26–28 является число. Запишите это число в поле ответа в тексте работы, соблюдая при этом указанную степень точности. Затем перенесите это число в БЛАНК ОТВЕТОВ №1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведенными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин в бланке ответа указывать не нужно. При проведении расчётов для всех элементов, кроме хлора, используйте значения относительных атомных масс, выраженные целыми числами ($A_r(\text{Cl}) = 35,5$).

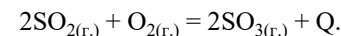
26

Через 5%-ный раствор соляной кислоты массой 200 г пропустили 4,48 л газообразного хлороводорода (н.у.). Хлороводород был поглощен полностью. Рассчитайте концентрацию (в мас. %) соляной кислоты в полученном растворе. (Запишите число с точностью до сотых.)

Ответ: _____ %.

27

Взаимодействие сернистого газа с кислородом описывается следующим термохимическим уравнением



При образовании 4,8 г оксида серы(VI) выделилось 8,52 кДж энергии. Рассчитайте количество энергии (в кДж), выделяющееся при расходовании 16 г кислорода. (Запишите число с точностью до целых.)

Ответ: _____ кДж.

28

Рассчитайте максимальную массу гидроксида алюминия (в г), которую можно получить взаимодействием 57 г сульфата алюминия, содержащего 10% инертных примесей, с раствором гидроксида натрия. (Запишите число с точностью до десятых.)

Ответ: _____ г.



Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов №1 в соответствии с инструкцией по выполнению работы. Проверьте, чтобы каждый ответ был записан в строке с номером соответствующего задания.

Часть 2

Для записи ответов на задания 29–34 используйте БЛАНК ОТВЕТОВ №2. Запишите сначала номер задания (29, 30 и т.д.), а затем его подробное решение. Ответы записывайте чётко и разборчиво.

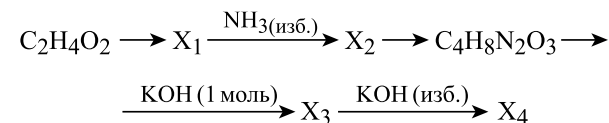
Для выполнения заданий 29, 30 используйте следующий перечень веществ: ацетат цинка, сульфид меди(II), гидроксид железа(II), плавиковая кислота, бром, гидроксид бария. Допустимо использование водных растворов веществ.

29 Из предложенного перечня выберите вещества, между которыми протекает окислительно-восстановительная реакция, сопровождающаяся изменением цвета нерастворимого вещества. В качестве среды для проведения реакции можно использовать воду или вещество, приведённое в перечне. В ответе запишите уравнение только одной из возможных окислительно-восстановительных реакций с участием выбранных веществ. Составьте электронный баланс (запишите уравнения процессов окисления и восстановления), укажите окислитель и восстановитель.

30 Из предложенного перечня выберите два сильных электролита, между которыми может протекать реакция ионного обмена, сопровождающаяся образованием осадка. Запишите молекулярное, полное и сокращённое ионные уравнения реакции с участием выбранных веществ.

31 Раствор гидрокарбоната бария смешали с раствором сульфата алюминия. Выделившийся при этом газ пропустили через раствор силиката натрия, при этом газ поглотился не полностью, а в результате реакции выпал студенистый осадок. Полученный осадок отфильтровали, высушили и прокалили. Твёрдый остаток смешали с фосфатом кальция, коксом и подвергли сплавлению.

32 Напишите уравнения реакций, с помощью которых можно осуществить следующие превращения:



При написании уравнений реакций указывайте преимущественно образующиеся продукты, используйте структурные формулы органических веществ.

33 При сгорании 3,5 г органического вещества А образуется 6,16 г углекислого газа, 2,34 мл воды, 224 мл (н.у.) азота. Известно, что вещество А имеет неразветвлённый углеродный скелет, содержит три функциональные группы, при этом положение азотсодержащей группы равноудалено от положений кислородсодержащих групп. Вещество А может реагировать как с гидроксидом бария, так и с бромоводородной кислотой. На основании данных условия задачи:

- 1) проведите необходимые вычисления (укажите единицы измерения искомых физических величин) и установите молекулярную формулу вещества А;
- 2) составьте структурную формулу вещества А, которая однозначно отражает порядок связи атомов в его молекуле;
- 3) напишите уравнение реакции вещества А с избытком гидроксида бария (используйте структурные формулы органических веществ).

34 Белый фосфор массой 18,6 г сожгли в хлоре объёмом 33,6 л (н.у.). При этом реакция прошла со 100%-ным выходом. Полученное твердое вещество при нагревании до 60°C растворили в 1004 г насыщенного раствора гидроксида калия. Вычислите массу соли, выпавшей в осадок после охлаждения полученного раствора до 20°C. Растворимость гидроксида калия при 60°C составляет 147,5 г на 100 г воды, растворимость при 20°C фосфата калия 98,5 г на 100 г воды, хлорида калия 34 г на 100 г воды.

Часть 1

Номер задания	Правильный ответ	Номер задания	Правильный ответ
1	34	15	2353
2	241	16	52
3	23	17	342
4	34	18	345
5	817	19	313
6	45	20	154
7	6153	21	2413
8	8348	22	3211
9	54	23	26
10	342	24	5533
11	35	25	312
12	14	26	8,35
13	35	27	142
14	4535	28	23,4

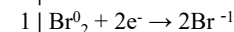
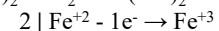
Часть 2

Для выполнения заданий 29, 30 используйте следующий перечень веществ: ацетат цинка, сульфид меди(II), гидроксид железа(II), плавиковая кислота, бром, гидроксид бария. Допустимо использование водных растворов веществ.

29

Из предложенного перечня выберите вещества, между которыми протекает окислительно-восстановительная реакция, сопровождающаяся изменением цвета нерастворимого вещества. В качестве среды для проведения реакции можно использовать воду или вещество, приведённое в перечне. В ответе запишите уравнение только одной из возможных окислительно-восстановительных реакций с участием выбранных веществ. Составьте электронный баланс (запишите уравнения процессов окисления и восстановления), укажите окислитель и восстановитель.

Вариант ответа:



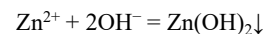
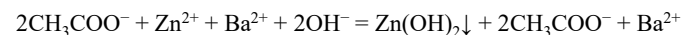
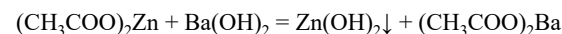
железо в степени окисления +2 является восстановителем;

бром в степени окисления 0 (или бром) – окислителем.

30

Из предложенного перечня выберите два сильных электролита, между которыми может протекать реакция ионного обмена, сопровождающаяся образованием осадка. Запишите молекулярное, полное и сокращённое ионные уравнения реакции с участием выбранных веществ.

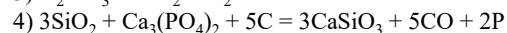
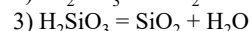
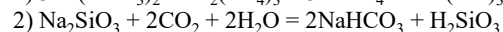
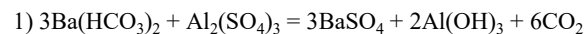
Вариант ответа:



31

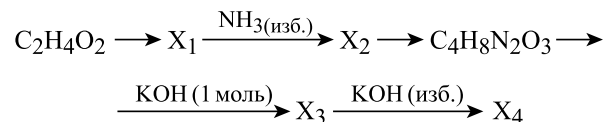
Раствор гидрокарбоната бария смешали с раствором сульфата алюминия. Выделившийся при этом газ пропустили через раствор силиката натрия, при этом газ поглотился не полностью, а в результате реакции выпал студенистый осадок. Полученный осадок отфильтровали, высушили и прокалили. Твердый остаток смешали с фосфатом кальция, коксом и подвергли сплавлению. Напишите уравнения четырех описанных реакций.

Вариант ответа:



32

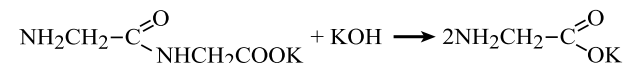
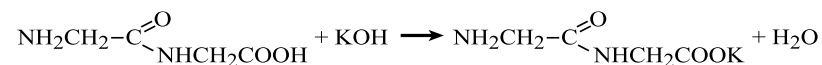
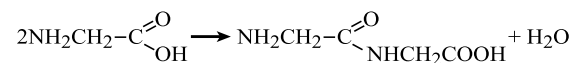
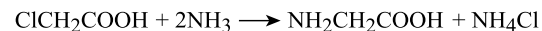
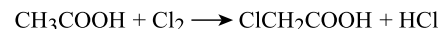
Напишите уравнения реакций, с помощью которых можно осуществить следующие превращения:



При написании уравнений реакций указывайте преимущественно образующиеся продукты, используйте структурные формулы органических веществ.

Примечание. Допустимо использование структурных формул разных видов (развёрнутой, сокращённой, скелетной), однозначно отражающих порядок связи атомов и взаимное расположение заместителей и функциональных групп в молекуле органического вещества.

Вариант ответа:



33

При сгорании 3,5 г органического вещества А образуется 6,16 г углекислого газа, 2,34 мл воды, 224 мл (н.у.) азота. Известно, что вещество А имеет неразветвлённый углеродный скелет, содержит три функциональные группы, при этом положение азотсодержащей группы равноудалено от положений кислородсодержащих групп. Вещество А может реагировать как с гидроксидом бария, так и с бромоводородной кислотой.

На основании данных условия задачи:

- 1) проведите необходимые вычисления (укажите единицы измерения искомых физических величин) и установите молекулярную формулу вещества А;
- 2) составьте структурную формулу вещества А, которая однозначно отражает порядок связи атомов в его молекуле;
- 3) напишите уравнение реакции вещества А с избытком гидроксида бария (используйте структурные формулы органических веществ).

Решение:

$$n(\text{CO}_2) = 6,16/44 = 0,14 \text{ моль}$$

$$n(\text{C}) = n(\text{CO}_2) = 0,14 \text{ моль} \Rightarrow m(\text{C}) = 0,14 \cdot 12 = 1,68 \text{ г}$$

$$n(\text{H}_2\text{O}) = 2,34/18 = 0,13 \text{ моль}$$

$$n(\text{H}) = 2n(\text{H}_2\text{O}) = 2 \cdot 0,13 = 0,26 \text{ моль} \Rightarrow m(\text{H}) = 0,26 \cdot 1 = 0,26 \text{ г}$$

$$n(\text{N}_2) = 0,224/22,4 = 0,01 \text{ моль}$$

$$n(\text{N}) = 2n(\text{N}_2) = 2 \cdot 0,01 = 0,02 \text{ моль} \Rightarrow m(\text{N}) = 0,02 \cdot 14 = 0,28 \text{ г}$$

$$m(\text{O}) = 3,5 \text{ г} - 1,68 \text{ г} - 0,26 \text{ г} - 0,28 \text{ г} = 1,28 \text{ г}$$

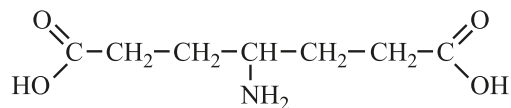
$$n(\text{O}) = 1,28/16 = 0,08 \text{ моль}$$

$$n(\text{C}):n(\text{H}):n(\text{N}):n(\text{O}) = 0,14:0,26:0,02:0,08 = 7:13:1:4$$

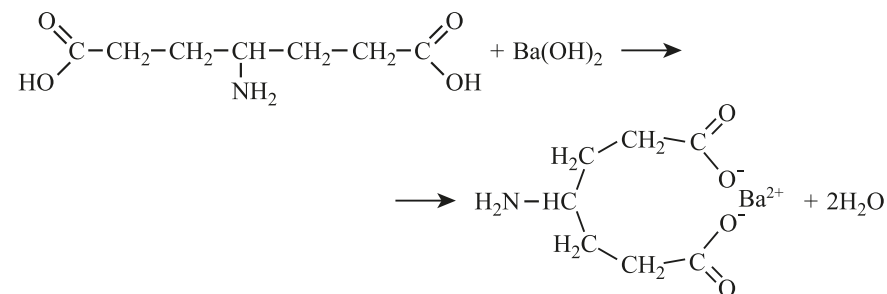
$$\Rightarrow \text{простейшая формула } \text{C}_7\text{H}_{13}\text{NO}_4$$

$$1) \text{ молекулярная формула } - \text{C}_7\text{H}_{13}\text{NO}_4$$

$$2) \text{ структурная формула:}$$



3) уравнение реакции вещества А с избытком гидроксида бария:



34

Белый фосфор массой 18,6 г сожгли в хлоре объемом 33,6 л (н.у.). При этом реакция прошла со 100%-ным выходом. Полученное твердое вещество при нагревании до 60°C растворили в 1004 г насыщенного раствора гидроксида калия. Вычислите массу соли, выпавшей в осадок после охлаждения полученного раствора до 20°C. Растворимость гидроксида калия при 60°C составляет 147,5 г на 100 г воды, растворимость при 20°C фосфата калия 98,5 г на 100 г воды, хлорида калия 34 г на 100 г воды.

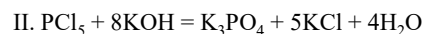
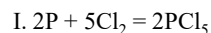
Решение:

Для определения продукта хлорирования фосфора вычислим соотношение, в котором взяты исходные вещества:

$$n(\text{P}) = \frac{18,6}{31} = 0,6 \text{ моль}$$

$$n(\text{Cl}_2) = \frac{33,6}{22,4} = 1,5 \text{ моль}$$

$n(\text{P}) : n(\text{Cl}_2) = 0,6 : 1,5 = 2 : 5$, делаем вывод, что образуется пентахлорид фосфора в количестве 0,6 моль:



Исходя из растворимости гидроксида калия рассчитаем его массовую долю в насыщенном растворе при 60°C:

$$\omega(\text{KOH})_{60^\circ\text{C}} = \frac{147,5}{247,5} = 0,596$$

Тогда в 1004 г насыщенного при этой температуре раствора содержится $1004 \cdot 0,596 = 598,384$ г (10,7 моль) гидроксида калия. Рассчитаем массу воды в этом растворе:

$$m(\text{H}_2\text{O})_{\text{в насыщ. р-ре KOH при } 60^\circ\text{C}} = 1004 - 598,384 = 405,616 \text{ г}$$

Согласно уравнению II PCl_5 взят в недостатке, по нему рассчитаем количество образовавшейся в ходе этой реакции воды:

$$m(\text{H}_2\text{O})_{\text{II}} = 0,6 \cdot 4 \cdot 18 = 43,2 \text{ г}$$

$$m(\text{H}_2\text{O})_{\text{общ}} = 405,616 + 43,2 = 448,816 \text{ г}$$

Найдем количества образовавшихся в ходе реакции II солей и определим, какая из них выпадает в осадок при охлаждении до 20°C:

$$n(\text{K}_3\text{PO}_4) = 0,6 \text{ моль}$$

$$m(\text{K}_3\text{PO}_4) = 0,6 \cdot 212 = 127,2 \text{ г}$$

$$n(\text{KCl}) = 3 \text{ моль}$$

$$m(\text{KCl}) = 3 \cdot 74,5 = 223,5 \text{ г}$$

K_3PO_4 : в 100 г воды растворяется 98,5 г соли, тогда в 448,816 г воды – 442,1 г соли, значит весь фосфат калия останется в растворе.

KCl : : в 100 г воды растворяется 34 г соли, тогда в 448,816 г воды – 152,6 г соли. Значит $223,5 - 152,6 = 70,9$ г хлорида калия выпадет в осадок.