

4 Из предложенного перечня выберите два соединения, которые имеют наиболее низкие температуры плавления.

- 1) AlH_3
- 2) NH_3
- 3) CaH_2
- 4) H_2Se
- 5) KH

Запишите номера выбранных ответов.

Ответ:

--	--

5 Среди предложенных формул веществ, расположенных в пронумерованных ячейках, выберите формулы: А) двойной соли; Б) вещества молекулярного строения; В) соли слабой кислоты.

1 $\text{Ca}(\text{FeO}_2)_2$	2 KBrO_3	3 $\text{Ba}(\text{ClO}_3)_2$
4 POCl_3	5 NaClO_2	6 NH_4ClO_4
7 $\text{KFe}(\text{SO}_4)_2$	8 $\text{Al}(\text{OH})\text{Cl}_2$	9 NaNO_3

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б	В

6 В пробирку с раствором гидроксида рубидия добавили простое вещество X, в результате чего оно растворилось, и выделился бесцветный газ. В пробирку с горячей водой добавили вещество Y, в результате чего выделился бесцветный газ без запаха. Из предложенного перечня выберите вещества X и Y, которые могут вступать в описанные реакции.

- 1) ZnO
- 2) Fe
- 3) Al
- 4) Na_2CO_3
- 5) NH_4NO_2

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

X	Y

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

НАЗВАНИЕ ВЕЩЕСТВА	РЕАГЕНТЫ
А) нитрат железа(III) (р-р)	1) Al , CO , HClO_4
Б) оксид меди(I)	2) NH_4I , NaHCO_3 , RbOH
В) гидроксид бериллия	3) Cu , NO , $\text{Sr}(\text{NO}_3)_2$
Г) литий	4) MnCl_2 , Fe , H_2
	5) $\text{HBr}_{(p-p)}$, $\text{Ca}(\text{OH})_2$, NaOH
	6) CH_3OH , P , H_2O

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б	В	Г

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

ИСХОДНЫЕ ВЕЩЕСТВА

- А) Cu_2S и H_2SO_4 (конц.)
 Б) CuS и H_2SO_4 (конц.)
 В) PH_3 и Cl_2 (водн. р-р)
 Г) P_2O_5 и HClO_4

ПРОДУКТЫ РЕАКЦИИ

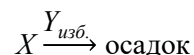
- 1) H_3PO_4 и HCl
 2) Cl_2O_7 и HPO_3
 3) CuSO_4 и H_2S
 4) H_3PO_4 и Cl_2
 5) Cu_2SO_4 и H_2O
 6) CuSO_4 , SO_2 и H_2O
 7) CuSO_4 , S и H_2O
 8) HPO_3 и HClO_3

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) гидроксид натрия
 2) ацетат аммония
 3) гидросульфат натрия
 4) бромид цинка
 5) гидроксид алюминия

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

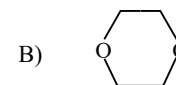
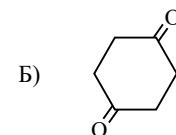
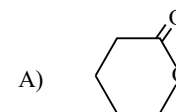
Ответ:

X	Y

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

СТРУКТУРНАЯ ФОРМУЛА

КЛАСС/ГРУППА



- 1) циклоалканы
 2) простые эфиры
 3) кетоны
 4) вторичные спирты
 5) карбоновые кислоты
 6) сложные эфиры

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б	В

- 11 Из предложенного перечня выберите две молекулярные формулы, которые не могут иметь циклические изомеры.

- 1) C_6H_{10}
 2) $\text{C}_4\text{H}_{10}\text{O}$
 3) $\text{C}_3\text{H}_{11}\text{N}$
 4) $\text{C}_3\text{H}_9\text{N}$
 5) $\text{C}_5\text{H}_{10}\text{O}_2$

Запишите номера выбранных ответов.

Ответ:

--	--

12

Из предложенного перечня выберите все типы реакций, характерных как для метилциклопропана, так и для 1,3-диметилциклогексана.

- 1) гидрирование
- 2) галогенирование
- 3) гидрогалогенирование
- 4) ароматизация
- 5) горение

Запишите номера выбранных ответов.

Ответ: _____

13

Из предложенного перечня выберите два реагента, с которыми не взаимодействует водный раствор метиламина.

- 1) сульфид свинца
- 2) уксусная кислота
- 3) сульфат хрома(III)
- 4) гидроксид кальция
- 5) нитрат железа(III)

Запишите номера выбранных ответов.

Ответ:

--	--

14

Установите соответствие между исходным веществом, которое реагирует с бромоводородом и продуктом, который преимущественно образуется в этой реакции: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.

ИСХОДНОЕ ВЕЩЕСТВО

ПРОДУКТ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ

- | | |
|---------------------|-------------------------|
| А) 2-фенилпропен | 1) 2-бром-2-фенилпропан |
| Б) метилциклопропан | 2) 1-бром-2-фенилпропан |
| В) стирол | 3) 2-бромбутан |
| Г) пропилен | 4) 1,3-дибромбутан |
| | 5) 1-бром-1-фенилэтан |
| | 6) 1-фенил-2-бромэтан |
| | 7) 1-бромпропан |
| | 8) 2-бромпропан |

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б	В	Г

15

Установите соответствие между схемой реакции и условиями, при которых ее можно осуществить: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.

СХЕМА РЕАКЦИИ

УСЛОВИЯ ПРОВЕДЕНИЯ

- | | |
|---|----------------------------------|
| А) $C_3H_8O \rightarrow C_6H_{14}O$ | 1) гидроксид меди(II), t° |
| Б) $C_4H_8O_2 \rightarrow C_6H_{12}O_2$ | 2) метанол, серная кислота |
| В) $C_6H_{12}O \rightarrow C_6H_{10}$ | 3) серная кислота, $200^\circ C$ |
| Г) $C_3H_8O \rightarrow C_3H_6O$ | 4) этанол, серная кислота |
| | 5) оксид меди(II), t° |
| | 6) серная кислота, $100^\circ C$ |

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б	В	Г

16

Задана следующая схема превращений веществ:



веществами X и Y являются.

- 1) олеиновая кислота
- 2) пальмитат калия
- 3) трипальмитат глицерина
- 4) пальмитиновая кислота
- 5) триолеат глицерина
- 6) стеарат калия

Запишите в таблицу номера выбранных веществ под соответствующими буквами.

Ответ:

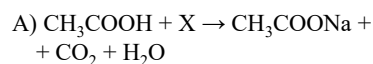
X	Y

17

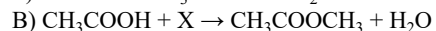
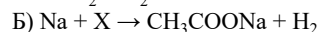
Установите соответствие между химической реакцией и типами реакций, к которым она относится: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.

ХИМИЧЕСКАЯ РЕАКЦИЯ

ТИПЫ РЕАКЦИЙ



- 1) замещения, необратимая
- 2) каталитическая, обратимая
- 3) обмена, экзотермическая
- 4) гомогенная, ОВР



Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

A	B	B

18

Из предложенного перечня реакций выберите все, которые можно ускорить как пропусканьем газообразного хлороводорода, так и добавлением твердой щелочи.

- 1) гидрирование бензола
- 2) растворение железного порошка в соляной кислоте
- 3) хлорирование метана
- 4) взаимодействие бензилацетата с водой
- 5) гидролиз трипальмитата глицерина

Запишите номера выбранных ответов.

Ответ: _____

19

Установите соответствие между формулой иона и окислительно-восстановительными свойствами, которые он может проявлять: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.

ФОРМУЛА ИОНА

ОКИСЛИТЕЛЬНО- ВОССТАНОВИТЕЛЬНЫЕ СВОЙСТВА

- A) O_2^{2-}
 Б) HPO_3^{2-}
 В) CrO_2^-

- 1) не проявляет окислительно-восстановительных свойств
- 2) может быть только восстановителем
- 3) может быть как окислителем, так и восстановителем
- 4) может быть только окислителем

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

A	B	B

20

Установите соответствие между электролитом и процессом, происходящим на аноде в ходе его электролиза: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.

ЭЛЕКТРОЛИТ

АНОДНЫЙ ПРОЦЕСС

- A) хлорид калия (раствор)
 Б) фторид аммония (раствор)
 В) сульфат меди (раствор)
 Г) хлорид кальция (расплав)

- 1) $2\text{Cl}^- - 2e^- \rightarrow \text{Cl}_2$
- 2) $2\text{F}^- - 2e^- \rightarrow \text{F}_2$
- 3) $\text{Cu}^{2+} + 2e^- \rightarrow \text{Cu}$
- 4) $2\text{H}_2\text{O} + 2e^- \rightarrow \text{H}_2 + 2\text{OH}^-$
- 5) $\text{Cl}^- - 6e^- + 3\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{ClO}_3^- + 6\text{H}^+$
- 6) $2\text{H}_2\text{O} - 4e^- \rightarrow \text{O}_2 + 4\text{H}^+$

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

A	B	B	Г

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 (моль/л).

- 1) пероксид водорода
- 2) нитрат алюминия
- 3) гидроксид натрия
- 4) формиат калия

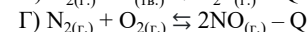
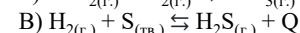
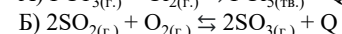
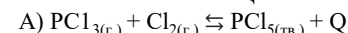
Запишите номера веществ в порядке возрастания значения pH их водных растворов.

Ответ: → → →

22

Установите соответствие между уравнением химической реакции и направлением смещения химического равновесия при уменьшении объема реакционного сосуда: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.

УРАВНЕНИЕ РЕАКЦИИ



НАПРАВЛЕНИЕ СМЕЩЕНИЯ
ХИМИЧЕСКОГО РАВНОВЕСИЯ

1) смещается в сторону прямой реакции

2) смещается в сторону обратной реакции

3) не происходит смещения равновесия

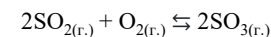
Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б	В	Г

23

В замкнутый реактор, содержащий катализатор, поместили смесь сернистого газа с кислородом и нагрели. В результате протекания обратимой реакции



в реакционной системе установилось химическое равновесие. При этом исходная концентрация кислорода равнялась 0,4 моль/л, а равновесные концентрации оксидов серы(IV) и (VI) – 0,1 моль/л и 0,2 моль/л соответственно.

Определите исходную концентрацию сернистого газа (X) и равновесную концентрацию кислорода (Y).

Выберите из списка номера правильных ответов:

- 1) 0,1 моль/л
- 2) 0,3 моль/л
- 3) 0,7 моль/л
- 4) 0,8 моль/л
- 5) 0,5 моль/л
- 6) 0,6 моль/л

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

X	Y

- 24 Установите соответствие между реагентами и реактивом, с помощью которого можно их различить: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.

РЕАГЕНТЫ

- А) $MgCl_{2(p-p)}$ и $Mg(NO_3)_{2(p-p)}$
 Б) $Na_2SO_{3(p-p)}$ и $MgSO_{4(p-p)}$
 В) Zn и Mg
 Г) $HCl_{(p-p)}$ и $HNO_{3(p-p)}$

РЕАКТИВ

- 1) $NaBr_{(p-p)}$
 2) $AgNO_{3(p-p)}$
 3) Al_2O_3
 4) $NaOH_{(p-p)}$
 5) $CH_3COOK_{(p-p)}$

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

	А	Б	В	Г
Ответ:				

- 25 Установите соответствие между веществом и областью его применения: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.

ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ

- А) производство этанола
 Б) производство цветных сплавов
 В) производство резины

ВЕЩЕСТВО

- 1) медь
 2) этен
 3) железо
 4) сера

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

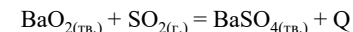
	А	Б	В
Ответ:			

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 приведёнными 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 ($A_r(Cl) = 35,5$).

- 26 В результате упаривания 200 г 10%-ного раствора нитрата калия масса раствора уменьшилась на 15%. Какую массу 25%-ного раствора нитрата калия (в граммах) необходимо добавить к полученному в результате упаривания раствору для получения раствора с массовой долей соли равной 20%? (Запишите число с точностью до целых).

Ответ: _____ г.

- 27 Взаимодействие пероксида бария с сернистым газом происходит согласно термохимическому уравнению:



При образовании 4,66 г сульфата бария выделилось 0,21 кДж энергии. Рассчитайте объем затраченного газа (н.у.), если при этом выделилось 4,2 кДж энергии. (Запишите ответ с точностью до целых)

Ответ: _____ л.

- 28 Вычислите массовую долю примеси циклогексана в образце бензола, если 8 г такой смеси может поглотить 6,72 л (н.у.) водорода в условиях реакции гидрирования. (Запишите число с точностью до десятых.)

Ответ: _____ %



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.

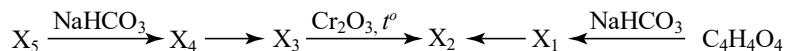
Для выполнения заданий 29, 30 используйте следующий перечень веществ: карбонат калия, нитрат марганца (II), гидросульфат аммония, хлорид железа(II), марганат натрия, ацетат бария. Допустимо использование водных растворов веществ.

29 Из предложенного перечня веществ выберите два таких, в ходе окислительно-восстановительной реакции между которыми формульная единица окислителя принимает то же число электронов, которое отдает формульная единица восстановителя. В ответе запишите уравнение только одной из возможных окислительно-восстановительных реакций с участием выбранных веществ. Составьте электронный баланс, укажите окислитель и восстановитель.

30 Из предложенного перечня веществ выберите два таких, реакция ионного обмена между которыми протекает с образованием трех продуктов, один из которых нерастворим в сильных кислотах, а два других имеют одинаковый анион. Запишите молекулярное, полное и сокращенное ионные уравнения данной реакции с участием выбранных веществ. Запишите молекулярное, полное и сокращенное ионные уравнения реакции с участием выбранных веществ.

31 Хлор поглотили горячим раствором гидроксида калия, при этом образовался нейтральный раствор. К полученному раствору добавили серную кислоту. В избытке выделившегося газа сожгли фосфор. Образовавшееся вещество поместили в раствор гидроксида бария. Напишите уравнения четырех описанных реакций.

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 13,10 г вещества, содержащего 24,43% кислорода по массе, получено 11,70 г воды и 1,12 л азота (н.у.). При нагревании с соляной кислотой данное вещество подвергается гидролизу, продуктами которого являются третичный спирт и органическая соль.

На основании данных условия задачи:

- 1) проведите необходимые вычисления (указывайте единицы измерения искомых физических величин) и установите молекулярную формулу органического вещества;
- 2) составьте структурную формулу этого вещества, которая однозначно отражает порядок связи атомов в его молекуле;
- 3) напишите уравнение реакции гидролиза исходного вещества в присутствии соляной кислоты (используйте структурные формулы органических веществ).

34 При растворении в некотором количестве воды дигидрата гидрофосфата натрия и дигидрата дигидрофосфата натрия получили раствор массой 300 г. Этот раствор разлили в две колбы в массовом соотношении 1:2. В первую колбу добавили избыток гидроксида кальция, при этом в образовавшемся растворе не содержалось фосфат-ионов, а масса выпавшего осадка составила 46,5 г. К раствору во второй колбе добавили 25 г 16%-го раствора гидроксида натрия, что привело к выравниванию молярных концентраций кислых солей. Определите массовую долю воды в первоначальном растворе.



@SSSHIROKO



@BALYGINACHEMIST

ПОДПИШИСЬ

Часть 1

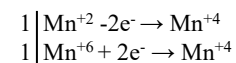
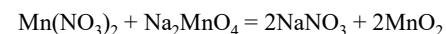
Номер задания	Правильный ответ	Номер задания	Правильный ответ
1	14	15	6435
2	214	16	51
3	34	17	312
4	24	18	45
5	745	19	333
6	35	20	1661
7	2156	21	2143
8	6712	22	1133
9	14	23	22
10	632	24	2442
11	24	25	214
12	25	26	280
13	14	27	9
14	1358	28	2,5

Часть 2

Для выполнения заданий 29, 30 используйте следующий перечень веществ: карбонат калия, нитрат марганца (II), гидросульфат аммония, хлорид железа(II), манганат натрия, ацетат бария.

29

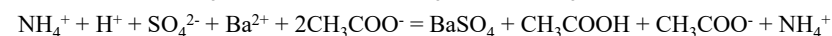
Из предложенного перечня веществ выберите два таких, в ходе окислительно-восстановительной реакции между которыми формульная единица окислителя принимает то же число электронов, которое отдает формульная единица восстановителя. В ответе запишите уравнение только одной из возможных окислительно-восстановительных реакций с участием выбранных веществ. Составьте электронный баланс, укажите окислитель и восстановитель.

Вариант ответа:

марганец в степени окисления +2 (или нитрат марганца) является восстановителем; марганец в степени окисления +6 (или манганат натрия) – окислителем.

30

Из предложенного перечня веществ выберите два таких, реакция ионного обмена между которыми протекает с образованием трех продуктов, один из которых нерастворим в сильных кислотах, а два других имеют одинаковый анион. Запишите молекулярное, полное и сокращенное ионные уравнения данной реакции с участием выбранных веществ. Запишите молекулярное, полное и сокращенное ионные уравнения реакции с участием выбранных веществ.

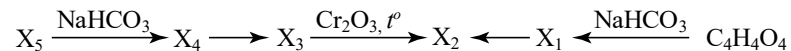
Вариант ответа:

- 31 Хлор поглотили горячим раствором гидроксида калия, при этом образовался нейтральный раствор. К полученному раствору добавили серную кислоту. В избытке выделившегося газа сожгли фосфор. Образовавшееся вещество поместили в раствор гидроксида бария. Напишите уравнения четырёх описанных реакций.

Вариант ответа:

- 1) $3\text{Cl}_2 + 6\text{KOH} = 5\text{KCl} + \text{KClO}_3 + 3\text{H}_2\text{O}$
- 2) $5\text{KCl} + \text{KClO}_3 + 3\text{H}_2\text{SO}_4 = 3\text{Cl}_2 + 3\text{K}_2\text{SO}_4 + 3\text{H}_2\text{O}$
- 3) $5\text{Cl}_2 + 2\text{P} = 2\text{PCl}_5$
- 4) $2\text{PCl}_5 + 8\text{Ba}(\text{OH})_2 = \text{Ba}_3(\text{PO}_4)_2 + 5\text{BaCl}_2 + 8\text{H}_2\text{O}$

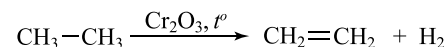
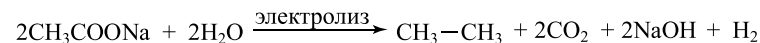
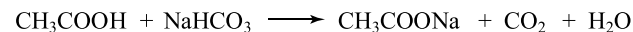
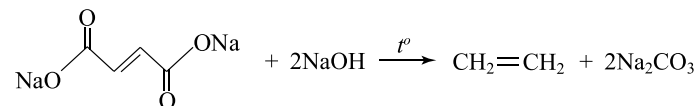
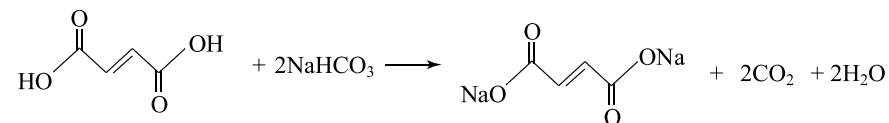
- 32 Напишите уравнения реакций, с помощью которых можно осуществить следующие превращения:



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 13,10 г вещества, содержащего 24,43% кислорода по массе, получено 11,70 г воды и 1,12 л азота (н.у.). При нагревании с соляной кислотой данное вещество подвергается гидролизу, продуктами которого являются третичный спирт и органическая соль.

На основании данных условия задачи:

- 1) проведите необходимые вычисления (указывайте единицы измерения искомых физических величин) и установите молекулярную формулу органического вещества;
- 2) составьте структурную формулу этого вещества, которая однозначно отражает порядок связи атомов в его молекуле;
- 3) напишите уравнение реакции гидролиза исходного вещества в присутствии соляной кислоты (используйте структурные формулы органических веществ).

Решение:

1. Установление молекулярной формулы

Общая формула вещества: $C_xH_yO_zN_k$

Находим количество вещества и массу каждого элемента:

Масса кислорода в 13,10 г вещества:

$$m(O) = 13,10 \cdot 0,2443 = 3,20 \text{ г}$$

Масса водорода из воды:

$$n(H_2O) = 11,70 / 18 = 0,65 \text{ моль};$$

$$m(H) = 0,65 \cdot 2 \cdot 1 = 1,30 \text{ г}$$

Количество вещества и масса азота:

$$n(N_2) = 1,12 / 22,4 = 0,05 \text{ моль}; \quad n(N) = 2 \cdot 0,05 = 0,10 \text{ моль};$$

$$m(N) = 0,10 \cdot 14 = 1,40 \text{ г}$$

Масса углерода:

$$m(C) = 13,10 - 3,20 - 1,30 - 1,40 = 7,20 \text{ г}$$

Находим мольные соотношения атомов:

$$n(C) = 7,20 / 12 = 0,60 \text{ моль}; \quad n(H) = 1,30 / 1 = 1,30 \text{ моль};$$

$$n(O) = 3,20 / 16 = 0,20 \text{ моль}; \quad n(N) = 0,10 \text{ моль}$$

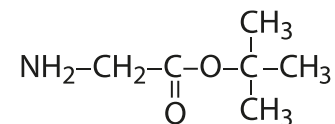
$$x : y : z : k = 0,60/0,10 : 1,30/0,10 : 0,20/0,10 : 0,10/0,10 = 6 : 13 : 2 : 1$$

Простейшая формула: $C_6H_{13}O_2N$

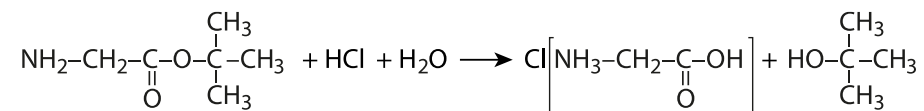
Молекулярная формула вещества — $C_6H_{13}NO_2$

2. Структурная формула

Вещество является **трет-бутиловым эфиром глицина**:



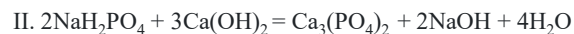
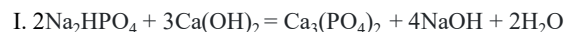
3. Уравнение реакции гидролиза в присутствии HCl



34

При растворении в некотором количестве воды дигидрата гидрофосфата натрия и дигидрата дигидрофосфата натрия получили раствор массой 300 г. Этот раствор разлили в две колбы в массовом соотношении 1:2. В первую колбу добавили избыток гидроксида кальция, при этом в образовавшемся растворе не содержалось фосфат-ионов, а масса выпавшего осадка составила 46,5 г. К раствору во второй колбе добавили 25 г 16%-го раствора гидроксида натрия, что привело к выравниванию молярных концентраций кислых солей. Определите массовую долю воды в первоначальном растворе.

Решение:



Определим массы двух порций раствора. Пусть масса раствора в первой колбе составила x г раствора. Составим уравнение:

$$x + 2x = 300$$

$$3x = 300$$

$$x = 100$$

Таким образом масса раствора в первой колбе составляет треть от массы исходного раствора, а также количества растворённых веществ составят треть от количеств этих же веществ в исходном растворе. Соответственно во второй колбе количества солей составят $2/3$ от исходных количеств.

Пусть в исходной смеси содержалось a моль $\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ и b моль $\text{NaH}_2\text{PO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$.

Найдем количество гидроксида натрия, добавленного во вторую колбу:

$$n(\text{NaOH}) = \frac{25 \cdot 0,16}{40} = 0,1 \text{ моль.}$$

Исходя из уравнения III, количества вступившего в реакцию дигидрофосфата натрия и образовавшегося гидрофосфата составят также по 0,1 моль.

Так как равны молярные концентрации кислых солей, значит равны их количества веществ во второй колбе. Составим уравнение:

$$\frac{2}{3}a + 0,1 = \frac{2}{3}b - 0,1$$

$$b - a = 0,3$$

$$b = 0,3 + a$$

Согласно уравнениям I и II количество образовавшегося фосфата кальция $\frac{1}{6}a + \frac{1}{6}b$ моль. Составим второе уравнение:

$$\left(\frac{1}{6}a + \frac{1}{6}b\right) \cdot 310 = 46,5$$

$$a + b = 0,9$$

Подставим выражение для b из предыдущего уравнения:

$$a + 0,3 + a = 0,9$$

$$2a = 0,6$$

$$a = 0,3, b = 0,6$$

$$n(\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}) = 0,3 \text{ моль, } n(\text{NaH}_2\text{PO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}) = 0,6 \text{ моль;}$$

$$m(\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}) = 0,3 \cdot 178 = 53,4 \text{ г}$$

$$m(\text{NaH}_2\text{PO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}) = 0,6 \cdot 156 = 93,6 \text{ г}$$

$$m(\text{H}_2\text{O})_{\text{из кр/г}} = (0,3 + 0,6) \cdot 0,2 \cdot 18 = 32,4 \text{ г}$$

$$m(\text{H}_2\text{O})_{\text{доб}} = 300 - 53,4 - 93,6 = 153 \text{ г}$$

$$m(\text{H}_2\text{O})_{\text{в р-ре}} = 32,4 + 153 = 185,4 \text{ г}$$

$$\omega(\text{H}_2\text{O}) = \frac{185,4}{300} \cdot 100\% = 61,8\%$$