

Методические рекомендации к выполнению заданий повышенного и высокого уровня сложности ЕГЭ по химии

*Свириденкова Наталья Васильевна,
к.х.н., зав.каф. ОНХ РХТУ им. Д.И. Менделеева,
член КР КИМ ГИА по химии*

г. Челябинск, октябрь 2021

Результаты ЕГЭ по химии 2021 и 2020 гг.

В основном периоде ЕГЭ по химии 2021 г. приняли участие 95 474 человек (в 2020 г. – 91 202 человек; 2019 г. – 97 435 человек).

Распределение первичных и тестовых баллов ЕГЭ 2021 г.



Распределение первичных и тестовых баллов ЕГЭ 2020 г.



Здесь и далее информация взята из «Методических рекомендаций для учителей ...», опубликованных в журнале «Педагогические измерения» и размещенных на сайте fipi.ru

Результаты выполнения учащимися экзаменационной работы

Год	Средний тестовый балл	Диапазон тестовых баллов				
		0–20	21–40	41–60	61–80	81–100
2021	54,03	10,05%	14,49%	34,65%	28,48%	12,33%
2020	54,49	9,01%	16,49%	34,06%	26,96%	14,35%
2019	55,55	7,33%	16,08%	34,11%	32,13%	10,98%

Средний балл – **54 тестовых балла**

Минимальный балл - **36 тестовых баллов (12 первичных балла)**

Не преодолели минимальный балл 20,31% экзаменуемых (в 2020 г. – 20,70%)

Результаты выполнения учащимися экзаменационной работы

Группы экзаменуемых	Набрали первичный балл	Тестовый балл	Доля экзаменуемых (%)
1 группа	от 0 до 11 баллов	от 0 до 33	19,9
2 группа	от 12 до 30 баллов	от 36 до 60	38,9
3 группа	от 31 до 47 баллов	от 61 до 80	28,8
4 группа	от 48 до 58 баллов	от 82 до 100	12,5

Статистика выполнения учащимися заданий блоков «Строение атома...» и «Неорганическая химия» в 2021 г

1 часть работы

№ задания	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Средний процент выполнения заданий в 2021 году	58,3	64,5	52,9	57,2	73,6	64,0	69,2	49,5	43	67,8
Средний процент выполнения заданий в 2020 году	65,2	60,9	49,9	48,1	62,5	61,3	59,3	46	45	73,2

Пример задания 8

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

ВЕЩЕСТВО	РЕАГЕНТЫ
А) Cl_2	1) Ag , HNO_3 , H_2SO_4
Б) BaBr_2	2) H_2O , KOH , NaOH
В) SO_2	3) SO_3 , NaOH , KOH
Г) ZnO	4) Na_2SO_3 , $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$, AgNO_3
	5) O_2 , Br_2 , N_2

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Средний % выполнения задания	% выполнения группой со слабой подготовкой	% выполнения группой с сильной подготовкой
48,6	12,7	84,6

Пример задания 9

Установите соответствие между исходными веществами и продуктом(-ами), который(-е) образуется(-ются) при взаимодействии этих веществ: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.

ИСХОДНЫЕ ВЕЩЕСТВА

- А) Zn и NaOH (при сплавлении)
- Б) ZnSO₄ (изб.) и NaOH
- В) ZnO и NaOH (р-р)
- Г) ZnSO₄ и NaOH (изб.)

ПРОДУКТ(Ы) РЕАКЦИИ

- 1) Na₂ZnO₂ и H₂O
- 2) Na₂[Zn(OH)₄] и H₂
- 3) Na₂[Zn(OH)₄] и Na₂SO₄
- 4) Zn(OH)₂ и Na₂SO₄
- 5) Na₂ZnO₂ и H₂
- 6) Na₂[Zn(OH)₄]

Средний % выполнения задания	% выполнения группой со слабой подготовкой	% выполнения группой с сильной подготовкой
47,3	9,8	89,8

Статистика выполнения учащимися заданий блока «Органическая химия» в 2021 г

1 часть работы

№ задания	11	12	13	14	15	18	16	17
Средний процент выполнения заданий в 2021 году	62,6	52,1	60,5	42,5	47,9	54,3	53,6	48,5
Средний процент выполнения заданий в 2020 году	52,5	53,6	61,4	46,7	46,5	68,5	45	42

Пример задания 12

Из предложенного перечня выберите два вещества, которые являются изомерами циклогександиола-1,2.

- 1) циклогексанон
- 2) 2-метилпентановая кислота
- 3) этилбутират
- 4) гександиол-1,3
- 5) бензойная кислота

Запишите номера выбранных ответов.

Средний % выполнения задания	% выполнения группой со слабой подготовкой	% выполнения группой с сильной подготовкой
49,5	4,9	91,9

**Статистика выполнения учащимися заданий блока
«Химическая реакция. Методы познания в химии. Химия и жизнь.
Расчеты по химическим формулам и уравнениям реакций» в 2021 г**

1 часть работы

№ задания	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29
Средний процент выполнения заданий в 2021 году	44,9	36,9	70,8	77,5	69,2	42,4	47,7	44,2	52,8	62,6	54,9
Средний процент выполнения заданий в 2010 году	49,2	66,2	70,6	70,3	64	39,9	42,2	54,4	49	62,4	52,9

Пример задания 20

Из предложенного перечня выберите **все** внешние воздействия, которые оказывают влияние на скорость реакции образования оксида углерода(IV) из оксида углерода(II) и кислорода.

- 1) повышение давления в системе
- 2) уменьшение концентрации оксида углерода(IV)
- 3) уменьшение концентрации оксида углерода(II)
- 4) повышение температуры
- 5) увеличение концентрации кислорода

Запишите номера выбранных ответов.

Ответ: _____.

Ответ	1345	145	14	345
Процент выпускников	34,8	19,7	11,2	5,7

Статистика выполнения учащимися расчетных задач

№ задания	27	28	29
Средний процент выполнения заданий в 2020 году	52,8	62,6	54,9

№ задания	группа 1	группа 2	группа 3	группа 4
27	11,4	42,5	76,8	95,7
28	14,2	57,8	87,7	96,7
29	6,9	45,8	82,6	95,8

Сколько граммов 18%-ного раствора нитрата натрия надо добавить к 110 г 8%-ного раствора этой же соли, чтобы получить 12%-ный раствор? (Запишите число с точностью до десятых.)

Ответ: _____ г.

При растворении сульфита калия в избытке соляной кислоты выделилось 2,24 л (н.у.) газа. Какова масса образовавшегося при этом хлорида калия (в граммах)? (Запишите число с точностью до десятых.)

Ответ: _____ г.

Статистика выполнения учащимися заданий высокого уровня сложности в 2021 г

2 часть работы

№ задания	30	31	32	33	34	35
Средний процент выполнения заданий в 2021 году	33,2	42,8	29,3	34,8	9,0	25,6
Средний процент выполнения заданий в 2020 году	33,3	35,3	28,1	35,1	12,7	22,3

Результаты выполнения учащимися экзаменационной работы

Группы экзаменуемых	Набрали первичный балл	Тестовый балл	Доля экзаменуемых (%)
1 группа	от 0 до 11 баллов	от 0 до 33	19,9
2 группа	от 12 до 30 баллов	от 36 до 60	38,9
3 группа	от 31 до 47 баллов	от 61 до 80	28,8
4 группа	от 48 до 58 баллов	от 82 до 100	12,5

Задание	Средний процент выполнения заданий (% участников ЕГЭ)		
	2 группа	3 группа	4 группа
30	15,5	55,6	88,0
31	30,3	66,1	90,9
32	12,7	47,2	84,6
33	15,0	60,0	92,4
34	0,75	8,3	50,9
35	8,4	39,9	86,5

Статистика выполнения учащимися заданий высокого уровня сложности в 2021 г

Задание	Средний процент выполнения	Баллы за выполнение задания (% участников ЕГЭ)				
		1	2	3	4	5
30	15,5	6,5	12,3	–	–	–
31	30,3	12,0	24,3	–	–	–
32	12,7	24,4	8,8	2,4	0,42	–
33	15,0	15,6	13,4	6,0	2,5	0,92
34	0,75	2,2	0,29	0,03	0,03	–
35	8,4	15,0	2,1	2,0	–	–

Группа 2 – удовлетворительная подготовка (первичный балл: 12–30; тестовый балл: 36–60)

Статистика выполнения учащимися заданий высокого уровня сложности в 2021 г

	Средний процент выполнения	Баллы за выполнение задания				
		1	2	3	4	5
30	88,0	5,2	85,4			
31	90,9	4,8	88,6			
32	84,6	1,8	11,1	31,2	55,2	
33	92,4	0,22	1,8	7,9	15,8	74,3
34	50,9	24,7	22,2	11,1	25,3	
35	86,5	9,2	6,7	78,9		

Группа 4 – отличная подготовка (первичный балл: 48–60; тестовый балл: 82–100)

Задание 29

Окислитель и восстановитель.

Реакции окислительно-восстановительные.

Задание 30

Электролитическая диссоциация электролитов в водных растворах.

Сильные и слабые электролиты. Реакции ионного обмена.

Примеры заданий 30 и 31

Для выполнения заданий 30, 31 используйте следующий перечень веществ: гидрокарбонат калия, нитрат алюминия, оксид фосфора(V), азотная кислота, сульфид меди(II), гидроксид бария. Допустимо использование водных растворов веществ.

29

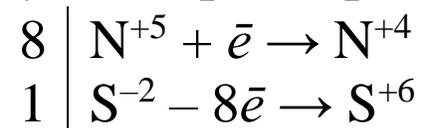
Из предложенного перечня выберите вещества, окислительно-восстановительная реакция между которыми приводит к образованию окрашенного раствора. В ответе запишите уравнение только одной из возможных окислительно-восстановительных реакций с участием выбранных веществ. Составьте электронный баланс, укажите окислитель и восстановитель.

30

Из предложенного перечня выберите кислую соль и вещество, которое вступает с этой кислой солью в реакцию ионного обмена. В ходе этой реакции образуется осадок и выделяется газ. Запишите молекулярное, полное и сокращённое ионные уравнения реакции с участием выбранных веществ.

Примеры заданий 29 и 30

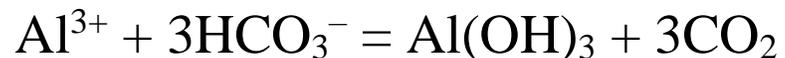
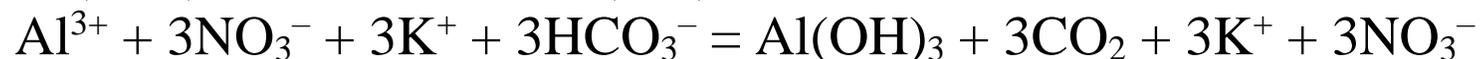
Вариант ответа:



Азот в степени окисления +5 (или азотная кислота) является окислителем.

Сера в степени окисления -2 (или сульфид меди(II)) является восстановителем

Вариант ответа:



Задание 31

Реакции, подтверждающие взаимосвязь различных классов неорганических веществ

Необходимо проявить умение составлять уравнения реакций, соответствующих всем типам взаимодействия неорганических веществ:

- кислотно-основное взаимодействие;
- реакции ионного обмена;
- окислительно-восстановительные реакции;
- комплексообразование (на примере гидроксокомплексов цинка и алюминия);
- гидролиз (бинарных соединений, совместный гидролиз);
- электролиз расплавов и растворов солей, оксида алюминия.

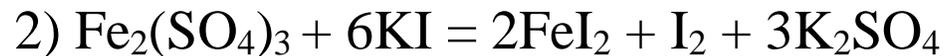
Примеры заданий 31

Железную окалину растворили в разбавленной серной кислоте. В полученный раствор добавили раствор иодида калия. Одна из полученных при этом солей, не содержащая в своём составе атомов кислорода, прореагировала с концентрированным раствором азотной кислоты. Образовавшееся простое вещество отделили, а к оставшемуся раствору соли добавили раствор карбоната калия.

Напишите уравнения четырёх описанных реакций.

31

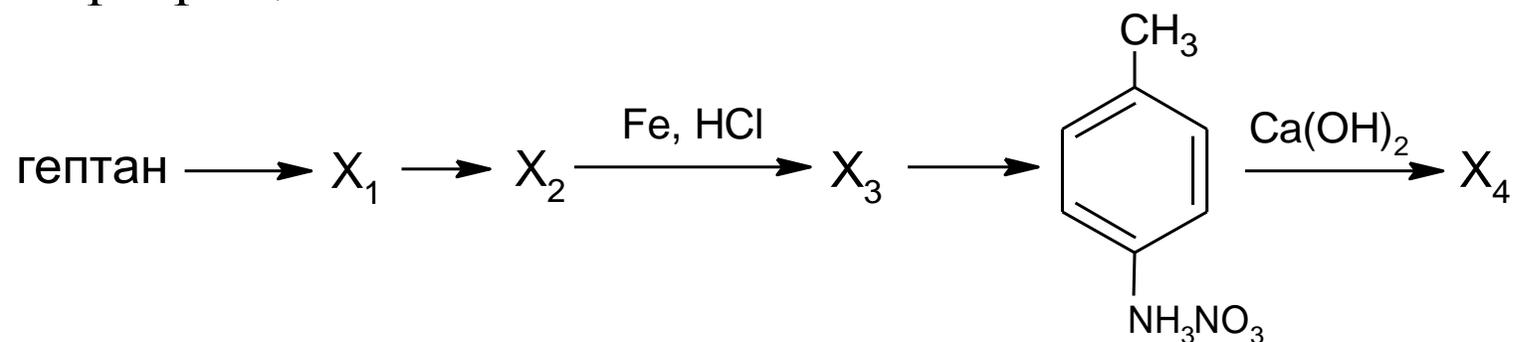
Вариант ответа:



Задание 32

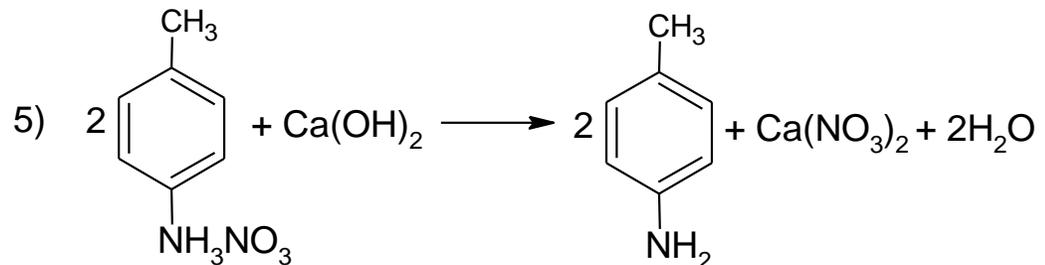
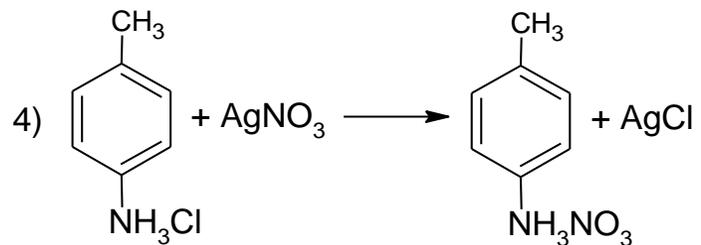
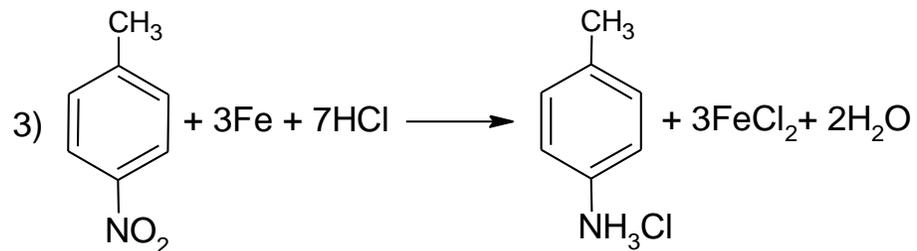
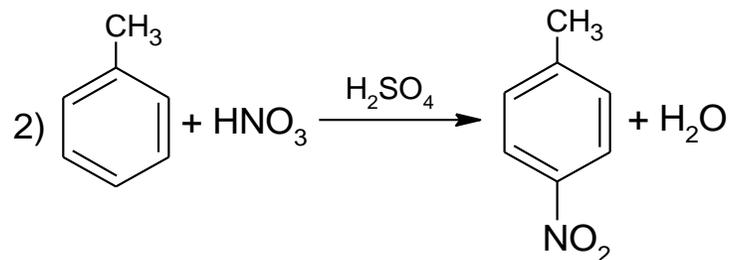
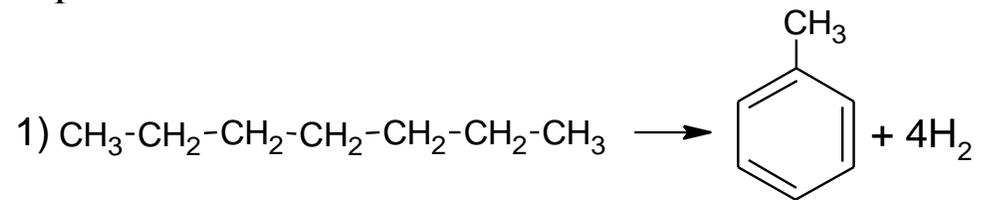
Реакции, подтверждающие взаимосвязь органических соединений

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



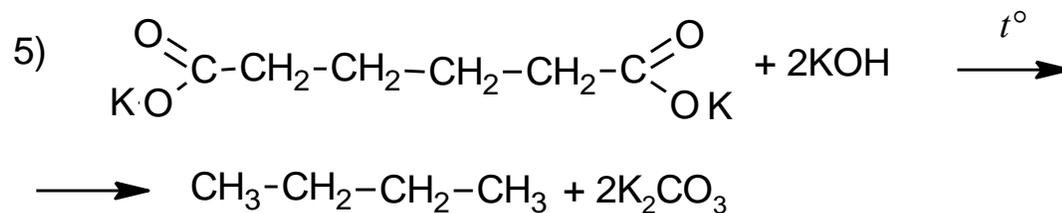
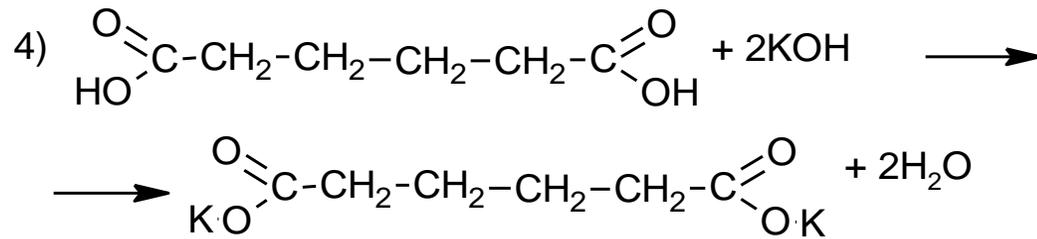
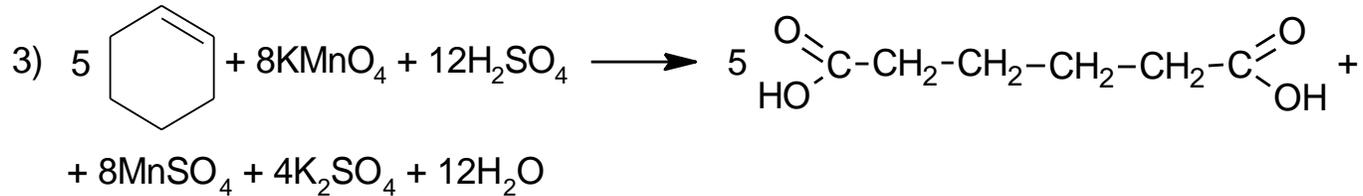
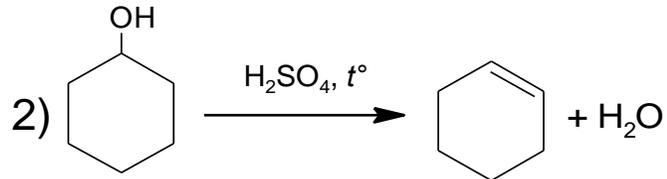
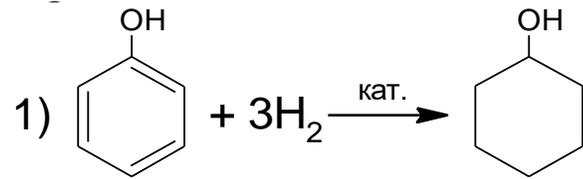
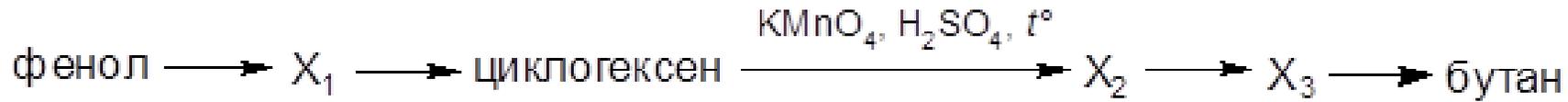
При написании уравнений реакций указывайте преимущественно образующиеся продукты, используйте структурные формулы органических веществ.

Вариант ответа:



Примеры заданий 32

Примеры заданий 32



Задание 33

- Расчёты с использованием понятий «растворимость», «массовая доля вещества в растворе».
- Расчёты массы (объёма, количества вещества) продуктов реакции, если одно из веществ дано в избытке (имеет примеси).
- Расчёты массы (объёма, количества вещества) продукта реакции, если одно из веществ дано в виде раствора с определённой массовой долей растворённого вещества
- Расчёты массовой или объёмной доли выхода продукта реакции от теоретически возможного.
- Расчёты массовой доли (массы) химического соединения в смеси.

Смесь, содержащую оксид фосфора(V) и оксид калия, в которой соотношение числа атомов кислорода к числу атомов фосфора равно 14,5 : 4, сплавляли, затем растворили в горячей воде. В результате получили 447,4 г раствора, в котором массовая доля атомов водорода составляет 7,6%. Вычислите массу фосфата калия в полученном растворе.

В ответе запишите уравнения реакций, которые указаны в условии задачи, и приведите все необходимые вычисления (указывайте единицы измерения искомых физических величин).

Вариант решения:

Записать уравнения реакций:



1) находим массу воды:

$$m(\text{H}) = 447,4 \cdot 0,076 = 34 \text{ г}$$

$$n(\text{H}) = 34 \text{ моль}$$

$$n(\text{H}_2\text{O}) = 0,5n(\text{H}) = 17 \text{ моль}$$

$$m(\text{H}_2\text{O}) = 17 \cdot 18 = 306 \text{ г}$$

2) находим массу сплава:

$$m(\text{сплава}) = 447,4 - 306 = 141,4 \text{ г}$$

Пусть взяли x моль K_2O , y моль P_2O_5 , тогда

$$m(\text{смеси}) = 94x + 142y = 141,4 \text{ г}$$

$$(x + 5y) : 2y = 14,5 : 4$$

$$x = 0,9 \text{ моль}; y = 0,4 \text{ моль}$$

Делаем вывод об избытке оксида фосфора (уравнение 1):

P_2O_5 – избыток

$$n(\text{P}_2\text{O}_5 \text{ прореагировало [1]}) = 0,3 \text{ моль}$$

$$n(\text{P}_2\text{O}_5 \text{ избыток}) = 0,1 \text{ моль},$$

этот избыток в растворе дал фосфорную кислоту (уравнение 2):

$$n(\text{H}_3\text{PO}_4) = 0,2 \text{ моль},$$

эта кислота взаимодействует со средней солью из уравнения 1,

при этом происходит реакция по уравнению 3:

$$n(\text{K}_3\text{PO}_4 [1]) = 0,6 \text{ моль}$$

$$n(\text{K}_3\text{PO}_4 \text{ прореагировало}) = 0,4 \text{ моль}$$

Находим массу оставшегося в растворе среднего фосфата калия:

$$n(\text{K}_3\text{PO}_4 \text{ осталось}) = 0,2 \text{ моль}$$

$$m(\text{K}_3\text{PO}_4 \text{ осталось}) = 0,2 \cdot 212 = 42,4 \text{ г}$$

Примеры задания 33

Смесь оксида магния и фосфида магния, в которой массовая доля атомов магния равна 54,4%, растворили в 365 г 34%-ной соляной кислоты. При этом реагирующие вещества вступили в реакцию полностью. К полученному раствору добавили 232 г 30%-ного раствора фторида калия. Вычислите массовую долю хлорида калия в конечном растворе.

В ответе запишите уравнения реакций, которые указаны в условии задачи, и приведите все необходимые вычисления (указывайте единицы измерения искомых физических величин).

Смесь бромида калия и иодида калия растворили в воде. Полученный раствор разлили по трём колбам. К 250 г раствора в первой колбе добавили 430 г 40%-ного раствора нитрата серебра. После завершения реакции массовая доля нитрата серебра в образовавшемся растворе составила 8,44%. К 300 г раствора во второй колбе добавили избыток раствора нитрата меди(II), в результате чего в осадок выпало 28,65 г соли. Вычислите массовую долю каждой из солей в третьей колбе.

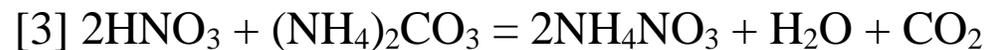
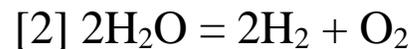
В ответе запишите уравнения реакций, которые указаны в условии задачи, и приведите все необходимые вычисления (указывайте единицы измерения искомых физических величин).

Через 400 г 36%-ного раствора нитрата железа(II) пропустили электрический ток. При этом объём газа, выделившегося на катоде, оказался в 2 раза меньше объёма газа, выделившегося на аноде, а массовая доля нитрата железа(II) уменьшилась до 10,19%. К полученному раствору добавили 120 г 40%-ного раствора карбоната аммония. Вычислите массовую долю нитрата железа(II) в конечном растворе. Возможными процессами окисления ионов Fe^{2+} и их осаждения из околокатодного пространства пренебречь.

В ответе запишите уравнения реакций, которые указаны в условии задачи, и приведите все необходимые вычисления (указывайте единицы измерения искомых физических величин).

Вариант ответа:

Записаны уравнения реакций:



$$m(\text{Fe}(\text{NO}_3)_2) = 0,36 \cdot 400 = 144 \text{ г}$$

$$n(\text{Fe}(\text{NO}_3)_2) = 144 / 180 = 0,8 \text{ моль}$$

Пусть в реакции [2] выделилось x моль O_2 , тогда

$$n(\text{H}_2) = 2x \text{ моль}$$

$$n(\text{O}_2 [1]) = 3x \text{ моль}$$

$$n(\text{Fe}(\text{NO}_3)_2 \text{ прореаг.}) = 6x \text{ моль}$$

$$m(\text{Fe}(\text{NO}_3)_2 \text{ прореаг.}) = 6 \cdot 180x = 1080 x \text{ г}$$

$$m(\text{раств.})(\text{Fe}(\text{NO}_3)_2 \text{ осталось.}) = 400 - 4 \cdot 32x - 4x - 6 \cdot 56x = 400 - 468x \text{ г}$$

$$\omega(\text{Fe}(\text{NO}_3)_2 \text{ оставш.}) = (144 - 1080 x) / (400 - 468x) = 0,1019$$

$$x = 0,1 \text{ моль}$$

$$n(\text{O}_2 [1]) = 0,3 \text{ моль}$$

$$n(\text{HNO}_3) = 1,2 \text{ моль}$$

$$m((\text{NH}_4)_2\text{CO}_3) = 0,4 \cdot 120 = 48 \text{ г}$$

$$n((\text{NH}_4)_2\text{CO}_3) = 48 / 96 = 0,5 \text{ моль}$$

$$n(\text{CO}_2) = 0,5 \text{ моль}$$

$$m(\text{CO}_2) = 0,5 \cdot 44 = 22 \text{ г}$$

$$m(\text{Fe}(\text{NO}_3)_2 \text{ оставш.}) = 144 - 0,6 \cdot 180 = 36 \text{ г}$$

$$m(\text{конеч. раств.})(\text{Fe}(\text{NO}_3)_2) = 400 - 0,1 \cdot 468 + 120 - 22 = 451,2 \text{ г}$$

Тогда

$$\omega(\text{Fe}(\text{NO}_3)_2) = 36 / 451,2 = 0,08, \text{ или } 8\%$$

Задание 34

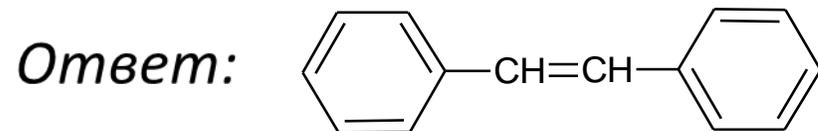
Установление молекулярной и структурной формул вещества

При сгорании 9,0 г органического вещества А получили 15,68 л углекислого газа (н.у.) и 5,4 г воды.

Известно, что вещество А не содержит атомов углерода в sp^3 -гибридизации, а при его окислении сернокислым раствором перманганата калия образуется только одно органическое соединение – бензойная кислота.

На основании данных условия задачи:

- 1) проведите необходимые вычисления (указывайте 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 окисления вещества А раствором перманганата калия в присутствии серной кислоты (используйте структурные формулы органических веществ).



Примеры задания 34

Вещество А содержит 30% углерода, 1,25% водорода, 48,75% калия по массе, остальное – кислород. Вещество А образуется при обработке избытком раствора гидроксида калия вещества Б без нагревания. Известно, что функциональные группы в молекуле вещества Б не находятся у соседних атомов углерода.

На основании данных условия задачи:

- 1) проведите необходимые вычисления 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 получения вещества А из вещества Б и гидроксида калия (используйте структурные формулы органических веществ).

Вариант ответа:

Проведены вычисления, и найдена молекулярная формула вещества А.

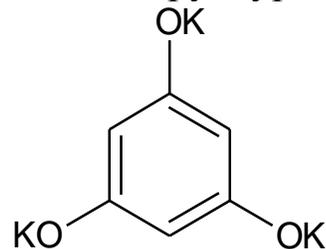
Общая формула вещества А – $C_xH_yO_zK_m$

$$\omega(O) = 100 - 30 - 1,25 - 48,75 = 20\%$$

$$x : y : z : m = 30 / 12 : 1,25 / 1 : 20 / 16 : 48,75 / 39 = 2 : 1 : 1 : 1 = \\ = 6 : 3 : 3 : 3$$

Молекулярная формула вещества А – $C_6H_3O_3K_3$

Составлена структурная формула вещества А:

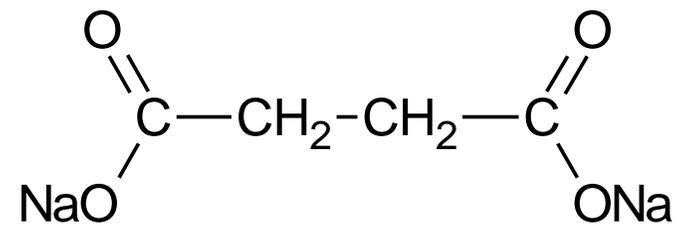


Примеры задания 34

При сгорании 24,3 г органического вещества А образуется 10,08 л (н.у.) углекислого газа, 5,4 г воды и 15,9 г карбоната натрия. Известно, что при нагревании этого вещества с избытком гидроксида натрия образуется предельный углеводород.

На основании данных условия задания:

- 1) проведите необходимые вычисления (указывайте единицы измерения искомых физических величин) и установите молекулярную формулу вещества;
- 2) составьте возможную структурную формулу этого вещества, которая однозначно отражает порядок связи атомов в его молекуле;
- 3) напишите уравнение реакции, протекающей при нагревании этого вещества с избытком гидроксида натрия.



Примеры задания 34



$$n(\text{CO}_2) = 10,08 / 22,4 = 0,45 \text{ моль}$$

$$n(\text{H}_2\text{O}) = 5,4 / 18 = 0,3 \text{ моль}$$

$$n(\text{Na}_2\text{CO}_3) = 15,9 / 106 = 0,15 \text{ моль}$$

$$n(\text{C}) = n(\text{CO}_2) + n(\text{Na}_2\text{CO}_3) = 0,45 + 0,15 = 0,6 \text{ моль},$$

$$m(\text{C}) = 7,2 \text{ г}$$

$$n(\text{H}) = 2n(\text{H}_2\text{O}) = 0,6 \text{ моль}$$

$$m(\text{H}) = 0,6 \text{ г}$$

$$n(\text{Na}) = 2n(\text{Na}_2\text{CO}_3) = 0,3 \text{ моль}$$

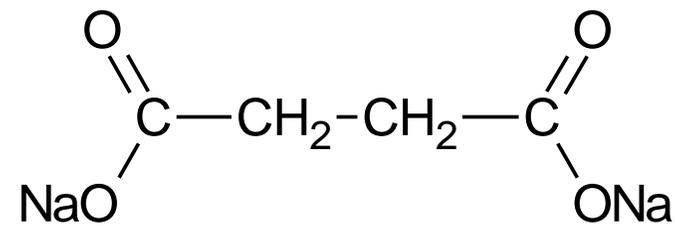
$$m(\text{Na}) = 6,9 \text{ г}$$

$$m(\text{O}) = 24,3 - 7,2 - 0,6 - 6,9 = 9,6 \text{ г}$$

$$n(\text{O}) = 9,6 / 16 = 0,6 \text{ моль}$$



Следовательно $C_4H_4O_4Na_2$



БЛАГОДАРЮ ЗА ВНИМАНИЕ!