

Единый государственный экзамен по ХИМИИ

Инструкция по выполнению работы

Экзаменационная работа состоит из двух частей, включающих в себя 34 задания. Часть 1 содержит 28 заданий с кратким ответом, часть 2 содержит 6 заданий с развёрнутым ответом.

На выполнение экзаменационной работы по химии отводится 3,5 часа (210 минут).

Ответом к заданиям части 1 является последовательность цифр или число. Ответ запишите по приведённым ниже образцам в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в бланк ответов №1. Последовательность цифр в заданиях 1–25 запишите без пробелов, запятых и других дополнительных символов.

Ответ:

3	5
---	---

3	5																
---	---	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Ответ:

X	Y
4	2

4	2																
---	---	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Ответ: 3,4

3	,	4															
---	---	---	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Ответы к заданиям 29–34 включают в себя подробное описание всего хода выполнения задания. В бланке ответов №2 укажите номер задания и запишите его полное решение.

Все бланки ЕГЭ заполняются яркими чёрными чернилами. Допускается использование гелевой или капиллярной ручки.

При выполнении заданий можно пользоваться черновиком. **Записи в черновике, а также в тексте контрольных измерительных материалов не учитываются при оценивании работы.**

При выполнении работы используйте Периодическую систему химических элементов Д.И. Менделеева, таблицу растворимости солей, кислот и оснований в воде, электрохимический ряд напряжений металлов. Эти сопроводительные материалы прилагаются к тексту работы.

Для вычислений используйте непрограммируемый калькулятор.

Баллы, полученные Вами за выполненные задания, суммируются. Постарайтесь выполнить как можно больше заданий и набрать наибольшее количество баллов.

После завершения работы проверьте, чтобы ответ на каждое задание в бланках ответов №1 и №2 был записан под правильным номером.

Желаем успеха!

Часть 1

Ответом к заданиям 1–25 является последовательность цифр. Ответ запишите в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ №1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Последовательность цифр записывайте без пробелов, запятых и других дополнительных символов. Каждый символ пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Цифры в ответах на задания 7, 8, 10, 14, 15, 19, 20, 22, 23, 24, 25 могут повторяться.

Для выполнения заданий 1–3 используйте следующий ряд химических элементов:

1) O 2) Cl 3) He 4) S 5) Cr

Ответом в заданиях 1–3 является последовательность цифр, под которыми указаны химические элементы в данном ряду.

- 1** Определите, атомы каких из указанных в ряду элементов имеют одинаковое количество *p*-электронов на внешнем уровне в основном состоянии. Запишите номера выбранных элементов.

Ответ:

--	--

- 2** Из указанных в ряду химических элементов выберите три элемента, атомы которых способны образовывать летучие водородные соединения. Расположите выбранные элементы в порядке усиления кислотных свойств водных растворов образуемых ими водородных соединений. Запишите номера выбранных элементов в нужной последовательности.

Ответ:

--	--	--

- 3** Из числа указанных в ряду элементов выберите два элемента, которые в составе образованных ими анионов с общей формулой ЭO_x^{2-} могут иметь одинаковую степень окисления. Запишите номера выбранных элементов.

Ответ:

--	--

4 Из предложенного перечня выберите два вещества, которые при комнатной температуре имеют меньшую твердость, чем железо.

- 1) C_(алмаз)
- 2) Hg
- 3) Al₂O₃
- 4) Br₂
- 5) SiO₂

Запишите номера выбранных ответов.

Ответ:

--	--

5 Среди предложенных формул веществ, расположенных в пронумерованных ячейках, выберите формулы: А) амфотерного оксида; Б) соли; В) основания.

1 FeO	2 N ₂ O ₃	3 H ₂ SO ₄
4 FeS	5 SF ₆	6 COCl ₂
7 Fe(OH) ₂	8 Be(OH) ₂	9 корунд

Запишите в таблицу номера ячеек, в которых расположены вещества, под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б	В

6 Даны две пробирки с раствором вещества X. В первую пробирку прилили раствор вещества Y и наблюдали изменение цвета раствора. Во вторую пробирку добавили раствор серной кислоты. В ней произошла реакция, которую описывает сокращенное ионное уравнение



Из предложенного перечня выберите вещества X и Y, которые могут вступать в описанные реакции.

- 1) K₂Cr₂O₇
- 2) K₂CrO₄
- 3) HNO₃
- 4) Zn(OH)₂
- 5) KOH

Запишите в таблицу номера выбранных веществ 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.

ФОРМУЛА ВЕЩЕСТВА

- А) CuO
- Б) Zn(OH)₂
- В) Na₃PO₄
- Г) NH₃

РЕАГЕНТЫ

- 1) H₂SO₄, H₂, CO
- 2) AgNO₃, Ba(OH)₂, Mg(NO₃)₂
- 3) KOH, HNO₃, HCl
- 4) O₂, CuO, H₃PO₄
- 5) HCl, H₃PO₄, H₂O

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б	В	Г

8 Установите соответствие между реагирующими веществами и продуктами, которые образуются в реакции с участием этих веществ: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.

РЕАГИРУЮЩИЕ ВЕЩЕСТВА	ПРОДУКТЫ РЕАКЦИИ
А) Si, KOH и H ₂ O	1) K ₂ SiO ₃ , KCl, H ₂ O
Б) SiCl ₄ и KOH	2) K ₂ SiO ₃ , H ₂ O
В) SiO ₂ и KOH	3) K ₂ SiO ₃ , H ₂
Г) SiO ₂ и HF	4) KCl, SiO ₂ , H ₂ O
	5) SiF ₄ , H ₂ O
	6) SiH ₄ , OF ₂

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б	В	Г

9 Задана схема превращений веществ:



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

- 1) N₂O₅
- 2) NO₂
- 3) NO
- 4) KNO₂
- 5) KNO₃

Запишите в таблицу номера выбранных веществ под соответствующими буквами.

Ответ:

X	Y

10 Установите соответствие между молекулярной формулой и классом/группой органических соединений, к которому оно относится: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.

МОЛЕКУЛЯРНАЯ ФОРМУЛА	КЛАСС/ГРУППА ОРГАНИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ
А) C ₃ H ₅ N ₃ O ₉	1) алкадиены
Б) C ₄ H ₅ Cl	2) простые эфиры
В) C ₂ H ₆ O	3) сложные эфиры
	4) кислоты

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б	В

11 Из предложенного перечня выберите два вещества, которые являются гомологами.

- 1) этиленгликоль
- 2) циклогександиол-1,2
- 3) толуол
- 4) винилбензол
- 5) пропандиол-1,2

Запишите номера выбранных ответов.

Ответ:

--	--

12

Из предложенного перечня выберите **все** вещества, которые могут вступать в реакцию как с водородом, так и с водным раствором брома.

- 1) пентен-2
- 2) бензол
- 3) диэтиловый эфир
- 4) изобутан
- 5) ацетилен

Запишите номера выбранных ответов.

Ответ: _____

13

Из предложенного перечня выберите два вещества, которые вступают в ксантопротеиновую реакцию.

- 1) крахмал
- 2) белок
- 3) триолеат глицерина
- 4) глицилфенилаланин
- 5) глюкоза

Запишите номера выбранных ответов.

Ответ:

--	--

14

Установите соответствие между химической реакцией и органическим веществом, преимущественно образующимся в результате этой реакции: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.

РЕАКЦИЯ

- А) $\text{HC}\equiv\text{C}-\text{CH}_3 + 2\text{HCl}$
- Б) $\text{HC}\equiv\text{C}-\text{CH}_3 + \text{H}_2\text{O}$
- В) $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}_3 + \text{Cl}_2$
- Г) $2\text{CH}_3-\text{CH}(\text{Cl})-\text{CH}_3 + 2\text{Na}$

ПРОДУКТ РЕАКЦИИ

- 1) $\text{CH}_2\text{Cl}-\text{CH}(\text{Cl})-\text{CH}_3$
- 2) $\text{CH}_3-\text{CHCl}_2-\text{CH}_3$
- 3) $\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CHO}$
- 4) $\text{CH}_3-\text{C}(\text{O})-\text{CH}_3$
- 5) $\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_3$
- 6) $\text{CH}_3-\text{CH}(\text{CH}_3)-\text{CH}(\text{CH}_3)-\text{CH}_3$

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б	В	Г

15

Установите соответствие между реагирующими веществами и органическим веществом – продуктом реакции: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.

РЕАГИРУЮЩИЕ ВЕЩЕСТВА

- А) изопропанол и $\text{KMnO}_4, (\text{H}^+)$
- Б) пропанол-1 и $\text{KMnO}_4, (\text{H}^+)$
- В) пропанол-1 и CuO
- Г) пропаналь и $\text{Cu}(\text{OH})_2$

ПРОДУКТ РЕАКЦИИ

- 1) пропионовая кислота
- 2) уксусная кислота
- 3) пропанол-2
- 4) пропаналь
- 5) ацетон
- 6) ацетальдегид

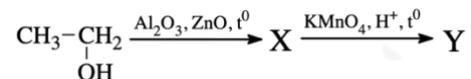
Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б	В	Г

16

Задана схема превращений веществ:



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

- 1) этилен
- 2) бутан
- 3) дивинил
- 4) углекислый газ
- 5) этановая кислота

Запишите в таблицу номера выбранных веществ под соответствующими буквами.

Ответ:

X	Y

17

Из предложенного перечня выберите **все** типы реакций, к которым можно отнести взаимодействие угарного газа и водорода.

- 1) гомогенная
- 2) обмена
- 3) эндотермическая
- 4) экзотермическая
- 5) обратимая

Запишите номера выбранных ответов.

Ответ: _____

18

Из предложенного перечня выберите **все** реакции, для которых добавление хлора приведет к увеличению скорости реакции.

- 1) $\text{Na}_2\text{SO}_3 + \text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Na}_2\text{SO}_4 + 2\text{HCl}$
- 2) $\text{Ag}^+ + \text{Cl}^- \rightarrow \text{AgCl}$
- 3) $\text{MnO}_2 + 4\text{HCl} \rightarrow \text{MnCl}_2 + \text{Cl}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$
- 4) $\text{H}_2 + \text{Cl}_2 \rightarrow 2\text{HCl}$
- 5) $\text{Cl}_2 + 2\text{KOH} \rightarrow \text{KClO} + \text{KCl} + \text{H}_2\text{O}$

Запишите номера выбранных ответов.

Ответ: _____

19

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

ФОРМУЛА ИОНА

- A) NO_2^-
- Б) S^{2-}
- В) H^+

ОКИСЛИТЕЛЬНО-ВОССТАНОВИТЕЛЬНЫЕ СВОЙСТВА

- 1) является окислителем
- 2) является восстановителем
- 3) является и окислителем, и восстановителем
- 4) не проявляет окислительно-восстановительных свойств

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

A	Б	В

20

Установите соответствие между формулой вещества и уравнением процесса, протекающего на аноде при электролизе ее водного раствора: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.

ФОРМУЛА ВЕЩЕСТВА

- A) Na_2SO_4
- Б) $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$
- В) CuCl_2
- Г) KF

УРАВНЕНИЕ АНОДНОГО ПРОЦЕССА

- 1) $2\text{Cl}^- - \bar{e} \rightarrow \text{Cl}_2^0$
- 2) $2\text{SO}_4^{2-} - 4\bar{e} \rightarrow 2\text{SO}_3 + \text{O}_2$
- 3) $2\text{H}_2\text{O} + 2\bar{e} \rightarrow \text{H}_2 + 2\text{OH}^-$
- 4) $2\text{H}_2\text{O} - 4\bar{e} \rightarrow 4\text{H}^+ + \text{O}_2$
- 5) $2\text{F}^- - \bar{e} \rightarrow \text{F}_2^0$
- 6) $2\text{NO}_3^- - 2\bar{e} \rightarrow 2\text{NO}_2 + \text{O}_2$

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

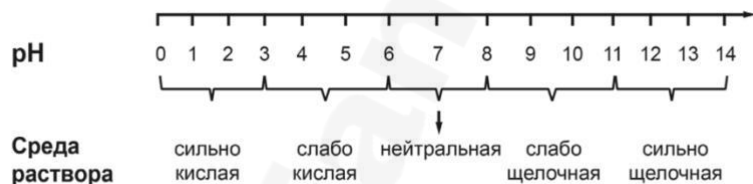
A	Б	В	Г

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) HClO_2
- 2) $\text{Ca}(\text{OH})_2$
- 3) NaNO_3
- 4) CH_3COOH

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

Ответ: → → →

22

Установите соответствие между внешним воздействием на систему



и направлением смещения химического равновесия: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.

ВНЕШНЕЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ НА СИСТЕМУ	НАПРАВЛЕНИЕ СМЕЩЕНИЯ ХИМИЧЕСКОГО РАВНОВЕСИЯ
А) повышение давления	1) практически не смещается
Б) повышение температуры	2) смещается в сторону обратной реакции
В) добавление твердого KCl	3) смещается в сторону прямой реакции
Г) добавление катализатора	

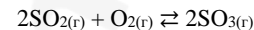
Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б	В	Г

23

В реактор постоянного объёма поместили некоторое количество оксида серы(IV) и кислорода. В результате протекания обратимой реакции



в реакционной системе установилось химическое равновесие. При этом исходная концентрация кислорода составила 1,7 моль/л, а равновесные концентрации оксида серы(IV) и оксида серы(VI) – по 0,8 моль/л каждый. Определите равновесную концентрацию O_2 (X) и исходную концентрацию SO_2 (Y).

Выберите из списка номера правильных ответов.

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

Запишите выбранные номера в таблицу под соответствующими буквами.

Ответ:

X	Y

24

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

ВЕЩЕСТВА	РЕАГЕНТ
А) Na_2CO_3 и Li_2CO_3	1) Br_2
Б) ZnCl_2 и MgCl_2	2) H_3PO_4
В) KCl и KI	3) KOH
Г) $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ и K_2SO_4	4) HCl
	5) $\text{Fe}(\text{OH})_2$

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б	В	Г

25

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

ВЕЩЕСТВО	ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ
А) азот	1) средство защиты растений
Б) хлор	2) создание инертной атмосферы
В) уксусная кислота	3) пищевая промышленность
	4) водоочистка

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 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 ($A_r(\text{Cl}) = 35,5$).

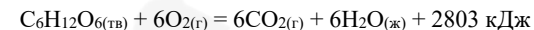
26

Раствор сульфата калия объемом 240 л, плотностью 1,77 г/мл с массовой долей соли 2% выпарили, в результате чего был получен раствор с массовой долей соли 4%. Вычислите массу выпаренной при этом воды. (Запишите число с точностью до целых)

Ответ: _____ кг.

27

В реакции, термохимическое уравнение которой



было получено 112 л диоксида углерода. Количество выделившейся при этом теплоты равно ___ кДж. (Запишите число с точностью до сотых)

Ответ: _____ кДж.

28

Из синтез-газа было получено 96 г метанола. Вычислите объем израсходованного для реакции водорода. Выход реакции примите равным 75%. (Запишите число с точностью до десятых)

Ответ: _____ л.



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:

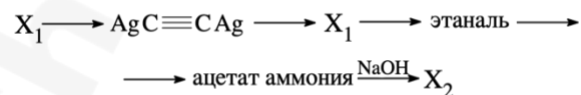
хлорид аммония, перманганат калия, нитрат серебра, хлорид железа(III), йодид натрия, дихромат калия, гидроксид железа(III). Допустимо использование воды в качестве среды протекания реакции.

29 Из предложенного перечня выберите два вещества, между которыми протекает окислительно-восстановительная реакция, в результате которой образуется только одно нерастворимое вещество. 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 две соли, реакция ионного обмена между которыми проходит с образованием белого осадка. Запишите молекулярное, полное и сокращённое ионные уравнения реакции с участием выбранных веществ.

31 Металлический натрий растворили в очень разбавленной азотной кислоте. Полученный раствор упарили, а твердый остаток прокалили, в результате чего получили смесь газов. Полученный после прокаливания твердый остаток способен обесцветить водный раствор перманганата натрия. Напишите молекулярные уравнения четырех описанных реакций.

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



При написании уравнений реакций используйте структурные формулы органических веществ.

33 При сгорании органического вещества А массой 17,7 г получили 17,92 л (н. у.) углекислого газа, 7,3 г хлороводорода и 7,2 г воды. При исследовании структуры вещества А установлено, что все атомы углерода в его составе находятся в состоянии sp^2 -гибридизации, а единственный атом хлора расположен у вторичного углеродного атома.

На основании данных условия задачи:

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

34 Смесь бромида алюминия и нитрита бария растворили в воде. Полученный раствор разделили на три колбы. К 520 г раствора в первой колбе добавили 1060 г 15%-ного раствора фосфата калия. При этом все исходные вещества прореагировали полностью. К 280 г раствора во второй колбе добавили 175 г 14%-ного раствора гидроксида натрия. При этом массовая доля гидроксида натрия в полученном растворе уменьшилась на 10%. Вычислите массовые доли 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).



Проверьте, чтобы каждый ответ был записан рядом с номером соответствующего задания.

Часть 1
Ответы к заданиям

№ задания	Ответ
1	*14
2	142
3	*45
4	*24
5	947
6	51
7	1324
8	3125
9	24
10	312
11	*15
12	*15
13	*24
14	2416
15	5141
16	34
17	*145
18	*145
19	321
20	4414
21	1432
22	1311
23	56
24	2313
25	243
26	212
27	2335,83
28	179,2

* Цифры в ответе могут быть приведены в любой последовательности

Часть 2

Критерии оценивания выполнения заданий с развёрнутым ответом



При наличии уравнений химических реакций, отражающих дополнительные/альтернативные химические превращения, не противоречащие условиям заданий, а также соответствующих им расчётов (в заданиях 33 и 34) эксперт оценивает правильность представленного экзаменуемым решения в соответствии со шкалой и критериями оценивания.

Для выполнения заданий 29, 30 используйте следующий перечень веществ:

хлорид аммония, перманганат калия, нитрат серебра, хлорид железа(III), йодид натрия, дихромат калия, гидроксид железа(III). Допустимо использование воды в качестве среды протекания реакции.

29

Из предложенного перечня выберите два вещества, между которыми протекает окислительно-восстановительная реакция, в результате которой образуется только одно нерастворимое вещество. В ответе запишите уравнение только одной из возможных окислительно-восстановительных реакций с участием выбранных веществ. Составьте электронный баланс, укажите окислитель и восстановитель.

Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Баллы
Вариант ответа: $2\text{FeCl}_3 + 2\text{NaI} \rightarrow 2\text{FeCl}_2 + \text{I}_2 + 2\text{NaCl}$ $\text{Fe}^{+3} + \bar{e} \rightarrow \text{Fe}^{+2} \quad \quad 2$ $2\text{I}^{-1} - 2\bar{e} \rightarrow \text{I}_2^0 \quad \quad 1$ Fe^{+3} (или FeCl_3) является окислителем I^{-1} (или NaI) является восстановителем	
Ответ правильный и полный, содержит следующие элементы: • выбраны вещества, и записано уравнение окислительно-восстановительной реакции; • составлен электронный баланс, указаны окислитель и восстановитель	2
Правильно записан один элемент ответа	1
Все элементы ответа записаны неверно	0
<i>Максимальный балл</i>	2

Примечание. Если молекулярное уравнение реакции не соответствует условию задания или в нём неверно определены продукты реакции, то электронный баланс не оценивается (выставляется 0 баллов).

30

Из предложенного перечня выберите две соли, реакция ионного обмена между которыми проходит с образованием белого осадка. Запишите молекулярное, полное и сокращённое ионные уравнения реакции с участием выбранных веществ.

Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Баллы
Вариант ответа: $\text{NH}_4\text{Cl} + \text{AgNO}_3 \rightarrow \text{AgCl} + \text{NH}_4\text{NO}_3$ $\text{NH}_4^+ + \text{Cl}^- + \text{Ag}^+ + \text{NO}_3^- \rightarrow \text{AgCl} + \text{NH}_4^+ + \text{NO}_3^-$ $\text{Ag}^+ + \text{Cl}^- \rightarrow \text{AgCl}$	
Ответ правильный и полный, содержит следующие элементы: • выбраны вещества, и записано молекулярное уравнение реакции ионного обмена • записано полное и сокращённое ионные уравнения реакций	2
Правильно записан один элемент ответа	1
Все элементы ответа записаны неверно	0
<i>Максимальный балл</i>	2

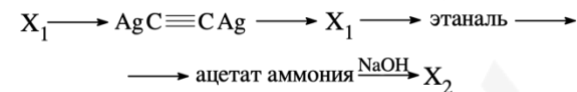
31

Металлический натрий растворили в очень разбавленной азотной кислоте. Полученный раствор упарили, а твердый остаток прокалили, в результате чего получили смесь газов. Полученный после прокаливания твердый остаток способен обесцветить водный раствор перманганата натрия. Напишите молекулярные уравнения четырех описанных реакций.

Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Баллы
Вариант ответа: 1) $8\text{Na} + 10\text{HNO}_3(\text{оч. разб}) \rightarrow 8\text{NaNO}_3 + \text{NH}_4\text{NO}_3 + 3\text{H}_2\text{O}$ 2) $\text{NH}_4\text{NO}_3 \xrightarrow{t} \text{N}_2\text{O} + 2\text{H}_2\text{O}$ 3) $2\text{NaNO}_3 \xrightarrow{t} 2\text{NaNO}_2 + \text{O}_2$ 4) $3\text{NaNO}_2 + 2\text{NaMnO}_4 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow 3\text{NaNO}_3 + 2\text{MnO}_2 + 2\text{NaOH}$	
Правильно записаны четыре уравнения реакций	4
Правильно записаны три уравнения реакций	3
Правильно записаны два уравнения реакций	2
Правильно записано одно уравнение реакции	1
Все элементы ответа записаны неверно	0
<i>Максимальный балл</i>	4

32

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



При написании уравнений реакций используйте структурные формулы органических веществ.

Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Баллы
Вариант ответа: 1) $\text{HC}\equiv\text{CH} + 2[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]\text{OH} \longrightarrow \text{AgC}\equiv\text{CAg} + 4\text{NH}_3 + 2\text{H}_2\text{O}$ 2) $\text{AgC}\equiv\text{CAg} + 2\text{HCl} \longrightarrow \text{HC}\equiv\text{CH} + 2\text{AgCl}$ 3) $\text{HC}\equiv\text{CH} + \text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{H}_2\text{SO}_4(\text{разб}), \text{HgSO}_4} \text{CH}_3-\text{C} \begin{array}{l} \text{O} \\ \parallel \\ \text{H} \end{array}$ 4) $\text{CH}_3-\text{C} \begin{array}{l} \text{O} \\ \parallel \\ \text{H} \end{array} + 2[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]\text{OH} \longrightarrow \text{CH}_3-\text{C} \begin{array}{l} \text{O} \\ \parallel \\ \text{ONH}_4 \end{array} + 2\text{Ag} + 3\text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O}$ 5) $\text{CH}_3-\text{C} \begin{array}{l} \text{O} \\ \parallel \\ \text{ONH}_4 \end{array} + \text{NaOH} \longrightarrow \text{CH}_3-\text{C} \begin{array}{l} \text{O} \\ \parallel \\ \text{ONa} \end{array} + \text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O}$	
Правильно записаны пять уравнений реакции	5
Правильно записаны четыре уравнения реакций	4
Правильно записаны три уравнения реакций	3
Правильно записаны два уравнения реакций	2
Правильно записано одно уравнение реакции	1
Все элементы ответа записаны неверно	0
<i>Максимальный балл</i>	5

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.

33

При сгорании органического вещества А массой 17,7 г получили 17,92 л (н. у.) углекислого газа, 7,3 г хлороводорода и 7,2 г воды. При исследовании структуры вещества А установлено, что все атомы углерода в его составе находятся в состоянии sp^2 -гибридизации, а единственный атом хлора расположен у вторичного углеродного атома.

На основании данных условия задачи:

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

Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Баллы
Вариант ответа: 1) $n \text{CO}_2 = 17,92 / 22,4 = 0,8$ моль $n \text{HCl} = 7,3 / 36,5 = 0,2$ моль $n \text{H}_2\text{O} = 7,2 / 18 = 0,4$ моль 2) $n \text{C} = n \text{CO}_2 = 0,8$ моль $n \text{Cl} = n \text{HCl} = 0,2$ моль $n \text{H} = 2n \text{H}_2\text{O} + n \text{HCl} = 1$ моль 3) $m \text{C} = 0,8 \cdot 12 = 9,6$ г $m \text{Cl} = 0,2 \cdot 35,5 = 7,1$ г $m \text{H} = 1 \cdot 1 = 1$ г $m \text{O} = m_{\text{общ}} - m \text{C} - m \text{Cl} - m \text{H} = 17,7 - 9,6 - 7,1 - 1 = 0$ кислорода в вещества А нет 4) $n \text{C} : n \text{Cl} : n \text{H}$ $0,8 : 0,2 : 1 \quad \quad : 0,2$ $4 : 1 : 5$ 5) Элементарная формула вещества А: $(\text{C}_4\text{H}_5\text{Cl})_x$ 6) Так как в условии указано, что вещество А содержит один атом хлора, то молекулярная формула вещества А: $\text{C}_4\text{H}_5\text{Cl}$ 5) Структурная формула вещества А: $\begin{array}{c} \text{H}_2\text{C}=\text{C}-\text{CH}=\text{CH}_2 \\ \\ \text{Cl} \end{array}$	

б) Уравнение реакции вещества А с избытком водорода: $\begin{array}{c} \text{H}_2\text{C}=\text{C}-\text{CH}=\text{CH}_2 + 2\text{H}_2 \xrightarrow{\text{Pt, t}^0} \text{H}_3\text{C}-\text{CH}-\text{CH}_2-\text{CH}_3 \\ \qquad \qquad \qquad \\ \text{Cl} \qquad \qquad \qquad \text{Cl} \end{array}$	
Ответ правильный и полный, содержит следующие элементы: <ul style="list-style-type: none"> • правильно произведены вычисления, необходимые для установления молекулярной формулы вещества, и записана молекулярная формула вещества; • записана структурная формула органического вещества, которая отражает порядок связей и взаимное расположение заместителей и функциональных групп в молекуле в соответствии с условием задания; • с использованием структурной формулы органического вещества записано уравнение реакции, на которую даётся указание в условии задания 	3
Правильно записаны два элемента ответа	2
Правильно записан один элемент ответа	1
Все элементы ответа записаны неверно	0
<i>Максимальный балл</i>	3

34

Смесь бромида алюминия и нитрита бария растворили в воде. Полученный раствор разделили на три колбы. К 520 г раствора в первой колбе добавили 1060 г 15%-ного раствора фосфата калия. При этом все исходные вещества прореагировали полностью. К 280 г раствора во второй колбе добавили 175 г 14%-ного раствора гидроксида натрия. При этом массовая доля гидроксида натрия в полученном растворе уменьшилась на 10%. Вычислите массовые доли 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).

Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Баллы
Вариант ответа: 1) В первой колбе пойдут реакции [1] $\text{AlBr}_3 + \text{K}_3\text{PO}_4 = \text{AlPO}_4 + 3\text{KBr}$ [2] $3\text{Ba}(\text{NO}_2)_2 + 2\text{K}_3\text{PO}_4 = \text{Ba}_3(\text{PO}_4)_2 + 6\text{KNO}_2$ 2) $m \text{K}_3\text{PO}_4 = 1060 \cdot 0,15 = 159$ г $n \text{K}_3\text{PO}_4 = 159 / 212 = 0,75$ моль 3) пусть $n_1 \text{AlBr}_3 = x$ моль $n_2 \text{Ba}(\text{NO}_2)_2 = y$ моль	

<p>$n_1 \text{K}_3\text{PO}_4 = x$ $n_2 \text{K}_3\text{PO}_4 = 2y/3$ $n_{\text{сумм}} \text{K}_3\text{PO}_4 = x + 2y/3 = 0,75$</p> <p>4) во второй колбе пойдет реакция $[3] \text{AlBr}_3 + 4\text{NaOH} = 3\text{NaBr} + \text{Na}[\text{Al}(\text{OH})_4]$</p> <p>5) $m \text{NaOH} = 175 \cdot 0,14 = 24,5 \text{ г}$ $n \text{NaOH} = 24,5 / 40 = 0,61 \text{ моль}$ $\omega_{\text{ост}} \text{NaOH} = 14 - 10 = 4\%$</p> <p>6) $m_{\text{конечного раствора во 2 колбе}} = m_{\text{исх раствора во 2 колбе}} + m_{\text{р-ра NaOH}} = 280 + 175 = 455 \text{ г}$ $m_{\text{ост NaOH}} = 0,04 \cdot 455 = 18,2 \text{ г}$ $n_{\text{ост NaOH}} = 18,2 / 40 = 0,455 \text{ моль}$</p> <p>7) по условию задания NaOH остался в растворе после протекания реакции, значит он был в избытке и AlBr_3 прореагировал полностью. $n_{\text{прореаг}} \text{NaOH} = 0,61 - 0,455 = 0,155 \text{ моль}$</p> <p>8) $n_3 \text{AlBr}_3 = n_{\text{прореаг}} \text{NaOH} / 4 = 0,155 / 4 = 0,04 \text{ моль}$ $m_2 \text{AlBr}_3 = 0,04 \cdot 267 = 10,68 \text{ г}$ $\omega_{\text{исх}} \text{AlBr}_3 = 10,68 / 280 = 0,0381 \rightarrow 3,81\%$</p> <p>9) Исходные массовые доли солей во всех колбах равны. Поэтому, $\omega_{1\text{исх}} \text{AlBr}_3 = \omega_{2\text{исх}} \text{AlBr}_3 = \omega_{3\text{исх}} \text{AlBr}_3 = 3,81\%$ $m_1 \text{AlBr}_3 = 520 \cdot 0,0381 = 19,81 \text{ г}$ $n_1 \text{AlBr}_3 = 19,81 / 267 = 0,07 \text{ моль}$</p> <p>10) в пункте 3 мы обозначили $n_1 \text{AlBr}_3$ за x. Подставим найденное в пункте 9 значение $n_1 \text{AlBr}_3$ в уравнение из пункта 3</p> <p>$x + 2y/3 = 0,75$ $x = 0,07$</p> <p>$y = 1,02$ $n_1 \text{Ba}(\text{NO}_2)_2 = 1,02 \text{ моль}$ $m_1 \text{Ba}(\text{NO}_2)_2 = 1,02 \cdot 229 = 233,58 \text{ г}$ $\omega_1 \text{Ba}(\text{NO}_2)_2 = 233,58 / 520 = 0,4492 \rightarrow 44,92\%$ $\omega_3 \text{Ba}(\text{NO}_2)_2 = \omega_1 \text{Ba}(\text{NO}_2)_2 = 44,92\%$ Ответ: массовая доля AlBr_3 в третьей колбе 3,81%, массовая доля $\text{Ba}(\text{NO}_2)_2$ в третьей колбе 44,92%</p>	
<p>Ответ правильный и полный, содержит следующие элементы:</p> <ul style="list-style-type: none"> • правильно записаны уравнения реакций, соответствующих условию задания; • правильно произведены вычисления, в которых используются необходимые физические величины, заданные в условии задания; • продемонстрирована логически обоснованная взаимосвязь физических величин, на основании которых проводятся 	4

расчёты;	
• в соответствии с условием задания определена искомая физическая величина	
Правильно записаны три элемента ответа	3
Правильно записаны два элемента ответа	2
Правильно записан один элемент ответ	1
Все элементы ответа записаны неверно	0
<i>Максимальный балл</i>	4

Примечание. В случае, когда в ответе содержится ошибка в вычислениях, которая привела к неверному ответу, оценка за выполнение задания снижается только на 1 балл.