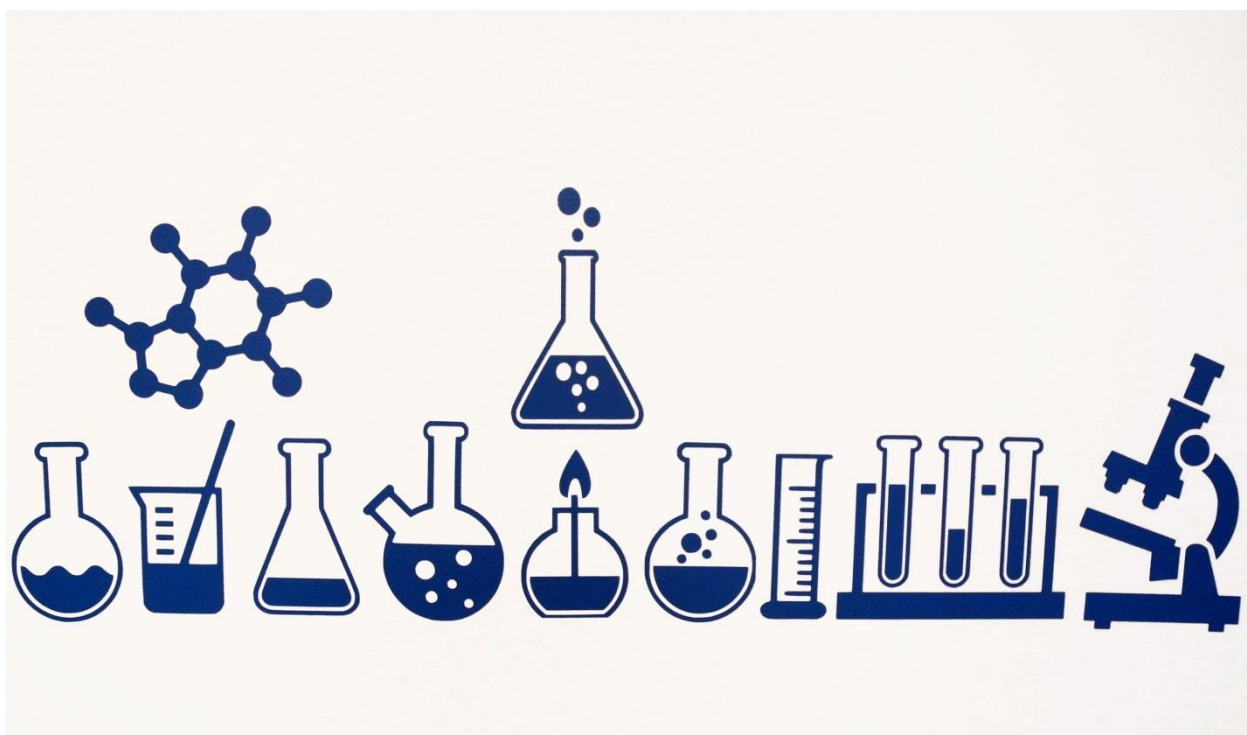


Государственное автономное учреждение
дополнительного профессионального образования
Самарской области «Институт развития образования»
Кафедра математического и естественнонаучного образования
Региональное учебно-методическое объединение учителей химии Самарской области

МЕТОДИЧЕСКИЕ ВОПРОСЫ ПОДГОТОВКИ К ГИА ПО ХИМИИ

региональный семинар-практикум
для педагогов-методистов химии



Самара 2024г.

Учебно-методические материалы пособия по заданиям КИМ ЕГЭ представлены членами методического совета РУМО учителей химии Самарской области:

Задание 24 - Бакулина Юлия Николаевна, учитель химии высшей категории МБОУ Школы № 27 г.о. Самара, методист ГАУ ДПО СО ИРО, председатель РУМО учителей химии Самарской области

Задание 25 - Теплов Андрей Анатольевич, учитель химии высшей категории ГБОУ СО ЛАП 135 (Базовая школа Ран)

Задание 29 - Бурундукова Гузьял Усмановна, учитель химии высшей категории ГБОУ СО Гимназия № 1 (Базовая школа РАН), региональный куратор УМО учителей химии Самарской области

Задания 32,33 – Артёменко Ольга Владимировна, учитель химии высшей категории МБОУ Гимназия 4 г.о. Самара

Задания 28,34 – Щербатых Наталья Викторовна, учитель химии высшей категории ГБОУ СО «Самарский региональный центр для одаренных детей»

Задание 34 – Яшкина Екатерина Александровна, к.х.н., учитель химии высшей категории ГБОУ СО «Самарский региональный центр для одаренных детей»

Цель данного пособия – способствовать развитию методической компетентности учителя химии в его практической профессиональной деятельности при подготовке обучающихся школ к ГИА по химии.

В пособии представлены учебно-методические материалы по подготовке к ЕГЭ по химии. Рассмотрены приёмы решения некоторых заданий, имеющих затруднения при их выполнении выпускниками школ Самарской области.

Пособие предназначено учителям химии школ, педагогам-методистам химии.

Анализ результатов ЕГЭ по химии в 2023 году показал, что у большинства выпускников школ Самарской области вызвало затруднения решение 7 заданий из 34, процент выполнения которых менее 50%. Это задания: 34В, 24П, 33В, 25Б, 28Б, 29В, 32В (в таблице указано по повышению % выполнения по всем территориальным округам). Стоит отметить, что по сравнению с 2022г. выполнение заданий 24,25,28 имеет понижение % выполнения, а заданий 29,32,33,34 - повышение. В таблице 1 представлены средние значения выполнения «западающих» заданий по территориальным управлениям Самарской области.

Таблица 1.

Номер задания	Уровень сложности задания	Самарское	Западное	Кинельское	Ограденское	Поволжское	Северное	Северо-Восточное	Северо-Западное	Тольяттинское	Центральное	Юго-Восточное	Юго-Западное	Южное	среднее значение
34	В	19,0	14,1	23,2	6,7	11,2	13,2	9,4	11,0	17,8	12,5	3,1	17,0	8,3	12,8
24	П	31,0	25,0	39,0	25,0	37,5	18,4	56,3	34,0	31,1	16,3	28,1	19,0	50,0	31,6
33	В	36,5	31,6	50,4	28,2	36,8	15,8	45,8	33,3	32,8	26,7	20,8	31,3	50,0	33,9
25	Б	46,0	38,5	56,1	34,6	47,4	15,8	50,0	56,0	42,5	40,0	56,3	44,0	33,3	43,1
28	Б	50,4	38,5	53,7	46,2	34,2	26,3	50,0	48,0	44,5	45,0	31,3	46,0	6,7	44,7
29	В	44,6	38,0	61,0	28,8	39,5	44,7	56,3	50,0	41,8	40,0	40,6	44,0	75,0	46,5
32	В	51,0	40,4	65,9	30,0	52,4	26,3	67,5	44,0	45,0	42,5	37,5	39,2	73,3	47,3
Итого:		39,8	32,3	49,9	28,5	37,0	22,9	47,9	39,5	36,5	31,8	31,1	34,4	51,0	37,1

В таблице 2 указаны разделы и уровни заданий, которые вызывают затруднения при выполнении ЕГЭ по химии.

Таблица 2.

Количество заданий	Номер задания, уровень	Название раздела
одно	29В	Неорганическая химия
одно	32В	Органическая химия
одно	24П	Экспериментальные основы химии
одно	25Б	Экспериментальные основы химии Общие представления о промышленных способах получения важнейших веществ. Применение веществ
три	33В 34В	Расчёты по химическим формулам и уравнениям реакций
7 заданий	4 1 2	5 разделов

В данном методическом пособии представлены приёмы решения указанных заданий. Авторы учебно-методических материалов рекомендуют учителям химии изучить и применить их в своей практической деятельности при подготовке обучающихся к ЕГЭ по химии.

Подготовка к выполнению некоторых заданий базового и повышенного уровня предполагает длительный процесс накопления информации, а значит, целенаправленную систематизацию и обобщение знаний на завершающем этапе. К таковым можно отнести задания 25, 28 базового уровня, 24 повышенного уровня, в которых контролируемое содержание распределено по всему курсу химии.

Задание 24П. Данное задание проверяет умение решать экспериментальные задачи на распознавание веществ, выбирать реагенты для проведения качественных реакций на неорганические и органические соединения, прогнозировать признаки протекания реакций. В КИМах оно представлено двумя

видами заданий на установление соответствий: 1) между реагирующими веществами и признаком протекающей между ними реакции; 2) между формулами веществ и реагентом, с помощью которого можно различить водные растворы этих веществ. Сложность вызывают задания на выявление различий с участием органических веществ, так как необходимо не только знать принадлежность указанного вещества к тому или другому классу, но и понимать наличие и особенности функциональных групп, кратных связей, имеющих у сравниваемых веществ. Выявление признаков реакций является опирается на знания качественных реакций органических и неорганических веществ и ионов, а значит, на знания как общих, так и специфических химических свойств указанных веществ. Стоит учитывать и формулировки ответов: видимые признаки реакции отсутствуют, видимых признаков реакции нет.

Первый вид задания 24. Установите соответствие между реагирующими веществами и признаком протекающей между ними реакции.

Пример задания из ЕГЭ 2023г.

РЕАГИРУЮЩИЕ ВЕЩЕСТВА	ПРИЗНАК РЕАКЦИИ
А) гидроксид цинка и уксусная кислота	1) растворение осадка
Б) пропановая кислота и магний	2) выделение бесцветного газа
В) пропанол-2 и натрий	3) выделение бурого газа
Г) бромная вода и пропилен	4) обесцвечивание раствора
	5) образование осадка

Для подготовки необходимо учитывать взаимодействия органических веществ с неорганическими, идущие именно с визуальными эффектами, что как раз позволяет определить признаки реакций. Интересны задания, в которых представлены как органические, так и неорганические соединения:

Пример задания из демоверсии ЕГЭ-2024:

РЕАГИРУЮЩИЕ ВЕЩЕСТВА	ПРИЗНАК РЕАКЦИИ
А) пропановая кислота и литий	1) растворение осадка
Б) пропанол-2 и калий	2) образование осадка
В) гидроксид цинка и уксусная кислота	3) видимые признаки реакции отсутствуют
Г) бромная вода и ацетилен	4) выделение газа
	5) обесцвечивание раствора

Пример задания из дополнительных источников:

РЕАГИРУЮЩИЕ ВЕЩЕСТВА

- А) Zn и HNO_3 (конц.)
- Б) Na_2CrO_4 (р-р) и HNO_3 (р-р)
- В) $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ и NaOH (р-р)
- Г) $\text{Cu}(\text{OH})_2$ и белок

ПРИЗНАК РЕАКЦИИ

- 1) выделение бурого газа
- 2) выделение бесцветного газа
- 3) изменение цвета раствора
- 4) выпадение белого осадка
- 5) появление фиолетового окрашивания

Второй вид задания 24. Установите соответствие между формулами веществ и реагентом, с помощью которого можно различить водные растворы этих веществ.

ВЕЩЕСТВА

- А) муравьиная кислота и уксусная кислота
- Б) бензол и толуол
- В) этилацетат и этилформиат
- Г) ацетон и уксусная кислота

РЕАКТИВ

- 1) $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$
- 2) KMnO_4 (H^+)
- 3) FeCl_2
- 4) NaOH
- 5) NaHCO_3

ВЕЩЕСТВА

- А) циклогексан и циклогексанол
- Б) этилен и этан
- В) бензол и бензиловый спирт
- Г) этанол и этандиол-1,2

РЕАКТИВ

- 1) Br_2 (р-р)
- 2) Na
- 3) FeCl_3
- 4) Na_2CO_3
- 5) $\text{Cu}(\text{OH})_2$

Как видно из вышеуказанных примеров КИМ 2023 года, представлены задания на идентификацию органических веществ.

Пример задания из ЕГЭ 2022г.

ФОРМУЛЫ ВЕЩЕСТВ

- А) NaCl и AlCl_3
- Б) CuCl_2 и $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$
- В) NaNO_3 и $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$
- Г) NaCl и NaI

РЕАГЕНТ

- 1) AlCl_3
- 2) AgNO_3
- 3) $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$
- 4) $\text{Ba}(\text{OH})_2$
- 5) HCl

Примеры задания из демоверсии ЕГЭ-2024:

ФОРМУЛЫ ВЕЩЕСТВ

- А) HNO_3 и NaNO_3
- Б) KCl и NaOH
- В) NaCl и BaCl_2
- Г) AlCl_3 и MgCl_2

РЕАГЕНТ

- 1) Cu
- 2) KOH
- 3) HCl
- 4) KNO_3
- 5) CuSO_4

Примеры задания из дополнительных источников:

ВЕЩЕСТВА	РЕАГЕНТ
А) HCHO и CH_3COOH	1) FeCl_3
Б) Na_2CO_3 и NaOH	2) HNO_3 (разбавл.)
В) ZnO и BaO	3) $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]\text{OH}$
Г) $\text{C}_6\text{H}_5\text{OH}$ и CH_3OH	4) KOH
	5) CuS

Обращаем внимание на повторение выбранных реактивов, а также на возможное наличие температуры при проведении распознавания (например, при использовании гидроксида меди (II)).

ВЕЩЕСТВА	РЕАКТИВ ДЛЯ I
А) пропанол-2 и пропантриол-1,2,3	1) $\text{FeCl}_3(\text{p-p})$
Б) пропаналь и изопропанол	2) KHCO_3
В) фенол и пентанол-1	3) $\text{Cu}(\text{OH})_2$
Г) муравьиная и пропановая кислоты	4) CH_3COOK
	5) NaOH (p-p)

Стоит обратить внимание обучающихся на наличие в перечне реактивов на воду. Что может быть отличительным признаков для выбора данного ответа? Исходные вещества нужно проверить на растворимость в воде по таблице растворимости или на возможное взаимодействие с ней активных металлов. Но и наличие данного реактива в ответах может быть обычным указанием „балласта».

ВЕЩЕСТВА	РЕАКТИВ
А) CuSO_4 и CuCl_2	1) лакмус
Б) NH_3 и NH_4Cl	2) Ag
В) KBr и Rb_2SO_4	3) BaCl_2
Г) HNO_3 и HCl	4) H_2O
	5) SiO_2

ФОРМУЛЫ ВЕЩЕСТВ	РЕАГЕНТ
А) HCl и H_2O	1) Na_2CO_3
Б) NaCl и RbOH	2) HNO_3
В) BaBr_2 и NaCl	3) HCl
Г) I_2 и FeCl_3	4) KNO_3
	5) CuCl_2

Особенностью применения реактивов может служить и использование индикаторов. Для выбора такого реактива нужно учитывать не только

предлагаемые кислоты и щелочи, аммиак, раствор которого имеет щелочную среду, но и применять знания процессов гидролиза солей, приводящих к образованию той или иной среды, а также знания совместного гидролиза, при котором выделяются газы и образуются осадки.

индикатор	среда		
	кислотная	нейтральная	щелочная
лакмус	красный	фиолетовый	синий
фенолфталеин	бесцветный	бесцветный	малиновый
метилоранж	красный	оранжевый	желтый

Для выполнения задания 24 необходимы знания по физическим свойствам неорганических и органических веществ и их растворам. Например, стоит запомнить окраску пламени соединениями металлов:

Ионы металлов IA группы	Окраска пламени	Ионы металлов IIА группы	Окраска пламени
Li	Карминово-красная	Be	Нет
Na	Жёлтая	Mg	Нет
K	Фиолетовая	Ca	Кирпично-красная
Rb	Розово-фиолетовый	Sr	Малиново-красная
Cs		Ba	Желтовато-зелёная

Необходимо знать цвета растворов солей:

зелёный	сине-голубой	малиновый	жёлто-бурый	оранжевый	жёлтый
Cr^{3+} , Fe^{2+} , MnO_4^{2-}	Cu^{2+}	MnO_4^-	Fe^{3+}	$\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$	CrO_4^{2-}

Также необходимо знать цвет и запах многих газов, знать о растворимости некоторых соединений в растворах кислот, щелочей, аммиака. Например, FeS , MnS , ZnS , Na_2S реагируют с соляной/раствором серной кислот, а Ag_2S , CdS , CuS , HgS , PbS не реагируют с ними, алюминий, цинк, их оксиды и гидроксиды растворимы в растворах и кислот, и щелочей. Оксид серебра, хлорид серебра,

гидроксид меди (II) растворимы в растворе аммиака. Нерастворимые основания растворимы в сильных кислотах, а кремниевая кислота в растворах щелочей.

Следует обратить внимание на цвета некоторых оксидов, нерастворимых гидроксидов и солей:

Белый	Черный	Желтый	Бурый	Серо-зеленый	Красный	Голубой	Розовый
BaSO ₄	FeS	AgBr (св-ж)	Fe(OH) ₃	CuSiO ₃	HgI ₂	Cu(OH) ₂	Mn(OH) ₂
PbSO ₄	FeSiO ₃	AgI	(CH ₃ COO) ₃ Fe	Ni(OH) ₂	CuSO ₃		MnSiO ₃
Zn ₃ (PO ₄) ₂	NiS	Cr(OH) ₂	MnS	Cr(OH) ₃	Cu ₂ O		MnCO ₃
AlPO ₄	CrPO ₄	FePO ₄	MnO ₂	Ni ₃ (PO ₄) ₂	HgS		
ZnS	CuS	(CH ₃ COO) ₂ Sn		NiCO ₃	Ag ₂ CrO ₄		
H ₂ SiO ₃	PbS	BaCrO ₄		Fe(OH) ₂ (б-з)	Cu		
Li ₃ PO ₄	Ag ₂ S	Ag ₂ CO ₃ (св-ж)		Cr ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃		
Ba ₃ (PO ₄) ₂	CuO	Ag ₃ PO ₄					
CaSO ₃	FeO	PbI ₂					
CaSO ₄	Fe ₃ O ₄						
(CH ₃ COO) ₂ Ca							
CaCO ₃							
CaS							
Mg(OH) ₂							
Al(OH) ₃							
Be(OH) ₂							
Pb(OH) ₂							
Sn(OH) ₂							
Zn(OH) ₂							
PbCl ₂							

Необходимы экспериментальные умения, чтобы понимать особенности той или иной реакции, например, проведение реакции «серебряного зеркала».

**Качественные реакции органических веществ
с участием аммиаков**

При окислении глюкозы и альдегидов аммиачным раствором оксида серебра образуются аммониевые соли карбоновых кислот (реакция "серебряного зеркала").

$$\begin{array}{c}
 \text{C} \\
 \text{O} \\
 \text{H} \\
 | \\
 \text{H} - \text{C} - \text{OH} \\
 | \\
 \text{HO} - \text{C} - \text{H} \\
 | \\
 \text{H} - \text{C} - \text{OH} \\
 | \\
 \text{H} - \text{C} - \text{OH} \\
 | \\
 \text{CH}_2\text{OH} \\
 \text{глюкоза}
 \end{array}
 + 2[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]\text{OH} \rightarrow$$

$$\begin{array}{c}
 \text{COONH}_4 \\
 | \\
 \text{H} - \text{C} - \text{OH} \\
 | \\
 \text{HO} - \text{C} - \text{H} \\
 | \\
 \text{H} - \text{C} - \text{OH} \\
 | \\
 \text{H} - \text{C} - \text{OH} \\
 | \\
 \text{CH}_2\text{OH} \\
 \text{аммониевая соль} \\
 \text{глюконовой кислоты}
 \end{array}
 + 2\text{Ag}\downarrow + 3\text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O}$$



Формальдегид и муравьиная кислота избытком аммиачного р-ра оксида серебра окисляется до угольной кислоты, которая в аммиачной среде образует карбонат аммония.

$$\text{H}-\text{CH}=\text{O} + 4[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]\text{OH} \rightarrow (\text{NH}_4)_2\text{CO}_3 + 4\text{Ag} + 6\text{NH}_3 + 2\text{H}_2\text{O}$$

Конечно, для более прочного усвоения знаний и умений таблицы по качественным реакциям неорганических и органических соединений, составленные из трёх/четырёх основных колонок: определяемое вещество/ион, реактив/реагент, признак реакции.

Ион	Реактив	Уравнение реакции	Признак реакции
H ⁺	Кислотно-основные индикаторы		Изменение окраски индикатора
Ag ⁺	Cl ⁻	Ag ⁺ + Cl ⁻ = AgCl↓	Белый осадок
Cu ²⁺	OH ⁻ S ²⁻	Cu ²⁺ + 2OH ⁻ = Cu(OH) ₂ ↓ Cu ²⁺ + S ²⁻ = CuS↓	Голубой осадок Черный осадок
Fe ²⁺	OH ⁻ Красная кровяная соль K ₃ [Fe(CN) ₆]	Fe ²⁺ + 2OH ⁻ = Fe(OH) ₂ ↓	Белый хлопьевидный осадок, зеленеет на воздухе. Темно — синий коллоидный осадок (турбулева синь)
Fe ³⁺	OH ⁻ Желтая кровяная соль K ₄ [Fe(CN) ₆]	Fe ³⁺ + 3OH ⁻ = Fe(OH) ₃ ↓	Бурый осадок. Темно — синий коллоидный осадок (берлинская лазурь)
Zn ²⁺	OH ⁻ S ²⁻	Zn ²⁺ + 2OH ⁻ = Zn(OH) ₂ ↓ Zn ²⁺ + S ²⁻ = ZnS↓	Белый осадок, в избытке щелочи растворяется. Белый осадок
Al ³⁺	OH ⁻	Al ³⁺ + OH ⁻ = Al(OH) ₃ ↓	Серый осадок, в избытке щелочи растворяется
NH ₄ ⁺	OH ⁻	NH ₄ ⁺ + OH ⁻ = NH ₃ ↑ + H ₂ O	Запах аммиака, изменение цвета индикаторной бумаги в парах
Ba ²⁺	SO ₄ ²⁻	Ba ²⁺ + SO ₄ ²⁻ = BaSO ₄ ↓	Белый осадок. Окрашивание пламени в желто-зеленый цвет
Ca ²⁺	CO ₃ ²⁻	Ca ²⁺ + CO ₃ ²⁻ = CaCO ₃ ↓	Белый осадок. Окрашивание пламени в кирпично-красный цвет
Cl ⁻	Ag ⁺ H ₂ SO ₄	Ag ⁺ + Cl ⁻ = AgCl↓ Cl ⁻ + H ⁺ = HCl↑	Белый осадок. Выделение бесцветного газа с резким запахом, изменение окраски индикаторной бумаги в парах
Br ⁻	Ag ⁺ H ₂ SO ₄	Ag ⁺ + Br ⁻ = AgBr↓ Br ⁻ + H ₂ SO ₄ = = Br ₂ ↑ + SO ₂ ↑ + H ₂ O	Желтоватый осадок. Выделение SO ₂ (характерный резкий запах) и бурых паров Br ₂
I ⁻	Ag ⁺ H ₂ SO ₄	Ag ⁺ + I ⁻ = AgI↓ I ⁻ + H ₂ SO ₄ = = I ₂ + H ₂ S↑ + H ₂ O	Желтый осадок. Выделение H ₂ S (характерный запах) и буро — фиолетового I ₂
SO ₃ ²⁻	H ⁺	SO ₃ ²⁻ + 2H ⁺ = H ₂ SO ₃ = = SO ₂ ↑ + H ₂ O	Выделение SO ₂ , характерный резкий запах, обесцвечивание раствора фуксина и фиолетовых чернил
SO ₄ ²⁻	Ba ²⁺	Ba ²⁺ + SO ₄ ²⁻ = BaSO ₄ ↓	Белый осадок
CO ₃ ²⁻	H ⁺	CO ₃ ²⁻ + 2H ⁺ = H ₂ CO ₃ = = CO ₂ ↑ + H ₂ O	Выделение бесцветного газа, не имеющего запаха, вызывающего помутнение известковой воды
NO ₃ ⁻	H ₂ SO ₄ (конц.), Cu	NO ₃ ⁻ + H ₂ SO ₄ + Cu = = NO ₂ ↑ + CuSO ₄ + H ₂ O	Бурый газ
CH ₃ COO ⁻	H ₂ SO ₄	CH ₃ COO ⁻ + H ⁺ = CH ₃ COOH	Запах уксусной кислоты
PO ₄ ³⁻	Ag ⁺	3Ag ⁺ + PO ₄ ³⁻ = Ag ₃ PO ₄ ↓	Желтый осадок

Качественные реакции на органические вещества

Соединение или функциональная группа	Реактив, условие	Признаки реакции
Соединения с двойными и тройными связями C=C, C≡C	1. Раствор KMnO_4 , H^+	1. Обесцвечивание раствора
	2. Раствор Br_2 (бромная вода)	2. Обесцвечивание раствора
Одноатомные: первичные и вторичные спирты	CuO	Черный раскаленный порошок CuO реагирует со спиртом и изменяет свою окраску на красную в связи с восстановлением до Cu . Первичные спирты превращаются в альдегиды, вторичные в кетоны
Многоатомные спирты	Cu(OH)_2	Растворение голубого осадка Cu(OH)_2 с образованием ярко-синего раствора комплексного соединения меди(II)
Фенол	1. Раствор Br_2 (бромная вода) 2. Раствор FeCl_3	1. Выпадение белого осадка
		2. Фиолетовое окрашивание
Фенол, спирты и карбоновые кислоты	Na	Растворение натрия (образование алкоголята, фенолята или соли) и выделение газа

Качественные реакции на органические вещества

Соединение или функциональная группа	Реактив, условие	Признаки реакции
Бензол	Нитрующая смесь – смесь конц. азотной и серной кислот	Образование желтой жидкости с запахом горького миндаля
Гомологи бензола	1. Водный раствор KMnO_4	1. Обесцвечивание раствора и выпадение бурого осадка
	2. Водный раствор KMnO_4 , H^+	2. Обесцвечивание раствора
Альдегиды -CHO	1. Cu(OH)_2	1. Образование оранжево-красного осадка Cu_2O
	2. $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]\text{OH}$	2. Образование серебряного зеркала
Низшие карбоновые кислоты -COOH	1. Лакмус	1. Красное окрашивание
	2. Спирт, H^+	2. Появление запаха
	3. Карбонаты (раствор Na_2CO_3)	3. Выделение газа CO_2
Муравьиная кислота (HCOOH)	1. Лакмус	1. Красное окрашивание (реакция на карбоновую кислоту)
	2. $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]\text{OH}$	2. Образование серебряного зеркала (реакция на альдегид)

Качественные реакции на органические вещества

Соединение или функциональная группа	Реактив, условие	Признаки реакции
Глюкоза $\text{HOCH}_2 - (\text{CHOH})_4 - \text{CHO}$	1. $\text{Cu}(\text{OH})_2$	При комнатной температуре - яркосинее окрашивание (реагирует как многоатомный спирт) При нагревании - образование оранжево-красного осадка Cu_2O (реагирует как альдегид)
	2. $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]\text{OH}$	2. Образование серебряного зеркала (реагирует как альдегид)
Анилин $\text{C}_6\text{H}_5\text{NH}_2$	Раствор Br_2 (бромная вода)	Выпадение белого осадка
Белок	HNO_3	Образование осадка желтого цвета
	$\text{Cu}(\text{OH})_2$	Сине-фиолетовое окрашивание
	Соль Pb^{2+} , изб. NaOH	Чёрный осадок PbS (для серосодержащих белков)
Соединения с концевой тройной связью	$[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]\text{OH}$	Серо-белый осадок
	$[\text{Cu}(\text{NH}_3)_2]\text{Cl}$	Красный осадок

Примеры для самостоятельного решения задания 24:

НАЗВАНИЯ ВЕЩЕСТВ

- А) пропанол-1 и этилацетат
Б) этиленгликоль и метанол
В) пропанол и глицерин
Г) бутин-1 и бутин-2

РЕАГЕНТ

- 1) натрий
2) гидроксид натрия
3) $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]\text{OH}$
4) фенолфталеин
5) гидроксид меди(II)

ФОРМУЛЫ ВЕЩЕСТВ

- А) $\text{Al}(\text{NO}_3)_3$ и $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$
Б) Na_3PO_4 и Na_2SO_4
В) KBr и HCl
Г) KI и NaNO_3

РЕАГЕНТ

- 1) AlCl_3
2) Br_2
3) Fe
4) KOH (р)
5) BaCl_2 (т)

НАЗВАНИЯ ВЕЩЕСТВ

- А) циклогексанол и фенол
Б) пропанол-1 и этиленгликоль
В) муравьиная кислота и пропионовая кислота
Г) стеариновая и олеиновая кислоты

РЕАГЕНТ

- 1) бромная вода
2) нитрат серебра
3) раствор соды
4) гидроксид меди
5) натрий

РЕАГИРУЮЩИЕ ВЕЩЕСТВА

- А) H_2S и ZnBr_2
Б) Na_2S и HCl
В) $\text{Zn}(\text{OH})_2$ и HCl
Г) CrCl_3 и KOH

ПРИЗНАК РЕАКЦИИ

- 1) выделение газа с характерным запахом
2) образование осадка
3) растворение осадка
4) изменение окраски раствора
5) видимых признаков реакции нет

Задание 25Б. Если рассматривать данное по числу проверяемых элементов содержания, то оно уверенно занимает первое место. Это единственное задание, которое в демоверсии представлено в трех вариантах. **Первый вариант задания** на применение неорганических и органических веществ самый обширный по объему знаний и требует подготовки на протяжении всего изучения химии элементов и органической химии. Для задания 25 потребуется несколько вариантов таблиц, имеющих графы (например, таблица 1 имеет графы: вещество, область применения; таблица 2: мономер, полимер, их названия, применение; таблица 3: волокно, вид волокна; таблица 4: аппарат/оборудование, технологический процесс, химическая реакция).

Применение неорганических веществ

Класс веществ	Название вещества	Область применения
Неметаллы	Азот	Производство аммиака и удобрений, создание инертной среды
	Алмаз	Бурение горных пород, ювелирные украшения
	Аргон	Создание инертной среды
	Активированный уголь	Адсорбент в медицине, фильтрах, противогозах
	Водород	Производство аммиака
	Графит	Изготовление электродов
	Иод	Антисептик в медицине
	Кислород	В металлургии производство стали, в медицине
	Красный фосфор	Производство спичек
	Озон	Очистка воды
	Сера	Вулканизация резины
	Углерод	Восстановитель в металлургии, производство чугуна
	Хлор	Получение полимеров, органических растворителей, обеззараживание воды
Металлы	алюминий	Самолетостроение, производство электрических проводов
	Калий, натрий	Теплоноситель
	Магний	Производство авиационных сплавов
	Медь	производство электрических проводов
	Хром	Производство нержавеющей стали
	Цинк	Защитные покрытия
	Оксид азота (II)	Производство азотной кислоты

Оксиды, пероксиды	Оксид кремния	Производство стекла
	Угарный газ	Получение метанола, металлов
	Углекислый газ	Пищевая промышленность, получение сухого льда, соды, огнетушители
	Пероксид водорода	Отбеливатель, в медицине
Бинарные соединения	Аммиак	Производство азотной кислоты, удобрений, в холодильных установках
	Хлороводород	Производство соляной кислоты
	Плавиковая кислота	Стекольная промышленность
Гидроксиды	Гидроксид кальция (гашеная известь)	В строительстве
	Нашатырный спирт	В медицине
	Азотная кислота	Производство удобрений, взрывчатых веществ
	Серная кислота	Электролит в аккумуляторах
	Фосфорная кислота	Производство удобрений, пищевая добавка
Соли	Гидрокарбонат аммония	В кулинарии (разрыхлитель теста)
	Гидрокарбонат натрия (пищевая сода)	В кулинарии (разрыхлитель теста)
	Гипохлорид натрия	Отбеливатель
	Дигидрофосфат кальция, фосфат кальция	Удобрения
	Карбонат кальция (мел, известняк, мрамор)	Производство стекла, строительство
	Карбонат натрия (сода)	Смягчение воды, производство стекла
	Криолит	Получение алюминия
	Нитрат аммония, натрия, калия (селитры)	Удобрения
	Нитрат серебра	В медицине
	Перманганат калия	В медицине, обеззараживание воды
	Пирит	Получение серной кислоты
	Силикат калия, натрия	В качестве клея
	Сульфат меди (медный купорос)	В сельском хозяйстве (защита растений)
	Хлорид калия	Удобрение
	Хлорид натрия	Пищевая промышленность
Хлорид алюминия, железа	Катализатор в органическом синтезе	

Применение органических веществ

Класс веществ	Название вещества	Область применения
Углеводороды	Метан	Топливо, энергетика
	Пропан	Топливо, энергетика
	Бутан	Топливо, энергетика, производство уксусной кислоты
	Этилен	Производство пластмасс, получение высокомолекулярных соединений
	Пропилен	Получение полипропилена, пластмасс, глицерина
	Бутадиен-1,3 (дивинил)	Получение каучука
	Изопрен, хлоропрен	Получение каучука
	Ацетилен (этин)	Сварка и резка металлов
	Бензол	Производство пластмасс, гексахлорана, растворитель
	Толуол	Растворитель
	Кумол	Получение фенола и ацетона
	Стирол	Получение полистирола, производство пластмасс
	Гексахлоран	Инсектицид
	Дихлорэтан	Растворитель
	Тетрахлорметан	Растворитель
Кислород-содержащие органические соединения	Метанол	Получение формальдегида
	Этанол	Получение антифризов, алкогольных напитков, горючее, растворитель
	Диэтиловый эфир	Растворитель
	Этиленгликоль	Растворитель, получение полиэфиров
	Глицерин	Пищевая промышленность, изготовление косметических средств, в медицине
	Фенол	Производство смол, пестицидов, антисептиков
	Метаналь	Получение фенолформальдегидной смолы, формалина
	Ацетон	Растворитель
	Уксусная кислота	В качестве консерванта в пищевой промышленности, производство волокон
	Бензойная кислота	В качестве консерванта в пищевой промышленности
	Акриловая кислота	Производство полимеров
	Терефталевая кислота	Получение полиэфиров
Этилацетат	Растворитель	

	Стеарат натрия	Моющее средство
	Бензоат калия	Консервант
	Метилметакрилат	Получение органического стекла
	Триолеин	Производство маргарина
Азотсодержащие органич. соединения	Анилин	Производство красителей
	Глицин	В медицине
	Нитробензол	Получение анилина

Пример задания из демоверсии ЕГЭ-2024:

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

ВЕЩЕСТВО	ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ
А) метан	1) получение капрона
Б) толуол	2) в качестве топлива
В) этилен	3) в качестве растворителя
	4) получение пластмасс

Сокращение количества заданий в блоке «Органическая химия» делает весьма вероятным то, что в данном задании предложат именно органические вещества. Несмотря на довольно большой перечень веществ в двух предложенных выше таблицах, чаще всего в данном задании встречаются наиболее известные вещества, как, например, в демоверсии ЕГЭ-2024г. или одном из вариантов досрочного ЕГЭ-2023:

ВЕЩЕСТВО	ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ
А) CH_4	1) топливо в бытовых условиях
Б) $\text{CH} \equiv \text{CH}$	2) пищевая промышленность
В) CH_3COOH	3) производство полиэтилена
	4) газовая сварка металлов

Однако, в другом примере из ЕГЭ-2023 был предложен сложный эфир – этилацетат, не так часто встречающийся по сравнению с другими приведенными веществами. Именно он может вызвать затруднения, потому что у многих обучающихся с понятием «растворитель» зачастую ассоциируются другие примеры веществ (толуол, ацетон). Поэтому следует обратить внимание на то, что растворители – это довольно обширный круг веществ, в который кроме указанных, входят представители галогеналканов, спиртов, простых и сложных эфиров.

ВЕЩЕСТВО	ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ
А) хлоропрен	1) антифриз
Б) этиленгликоль	2) растворитель
В) этилацетат	3) получение этилового спирта
	4) каучук

В трех примерах, приведенных выше, все вещества органические, но во многих заданиях представлены как органические, так и неорганические вещества.

Пример из ЕГЭ-2023:

ВЕЩЕСТВО	ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ
А) бутадиен-1,3	1) в качестве пестицида
Б) нитрат аммония	2) получение полимеров
В) ацетилен	3) в качестве удобрения
	4) резка и сварка металлов

Пример из ЕГЭ-2022:

ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ	ВЕЩЕСТВО
А) в качестве топлива	1) сульфат натрия
Б) в качестве антисептика	2) ацетон
В) в качестве растворителя	3) метан
	4) иод

Приведем еще несколько примеров **первого варианта** задания:

ВЕЩЕСТВО	ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ
А) аммиак	1) в качестве топлива
Б) этилен	2) в качестве растворителя
В) ацетон	3) производство удобрений
	4) получение высокомолекулярных соединений

ВЕЩЕСТВО	ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ
А) озон	1) водоочистка
Б) нитрат аммония	2) в качестве удобрения
В) суперфосфат	3) в качестве катализатора
	4) в качестве топлива

ВЕЩЕСТВО	ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ
А) этилацетат	1) производство полимеров
Б) анилин	2) в качестве растворителя
В) толуол	3) производство красителей
	4) в качестве удобрения

ВЕЩЕСТВО	ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ
А) хлороформ	1) производство красителей
Б) изопрен	2) в качестве топлива
В) анилин	3) производство каучука
	4) в качестве растворителя

ВЕЩЕСТВО	ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ
А) ацетилен	1) в составе незамерзающих жидкостей
Б) этиленгликоль	2) получение каучука
В) тринитроглицерин	3) сварка и резка металлов
	4) в качестве лекарственного средства

Второй вариант задания проверяет знания важнейших химических производств (производство серной кислоты, аммиака и метанола). Если метанол синтезируют из синтез-газа в колонне синтеза (все укладывается в одно предложение), то другие два производства представлены большим количеством аппаратов, химических реакций, принципов производства, поэтому целесообразно данный материал также представить в виде таблиц.

Промышленное производство серной кислоты

Оборудование	Технологический процесс	Химическая реакция
Печь для обжига в «кипящем слое»	Обжиг пирита кислородом воздуха при высокой температуре с подачей воздуха, обогащенного кислородом снизу (принцип противотока)	$4\text{FeS}_2 + 11\text{O}_2 \rightarrow 2\text{Fe}_2\text{O}_3 + 8\text{SO}_2$
Циклон	Очистка от крупных частиц	-
Электрофильтр	Очистка от мелких частиц	-
Сушильная башня	Осушение от водяного пара	-
Теплообменник	Нагревание очищенного обжигового газа	-
Контактный аппарат	Окисление SO_2 до SO_3 при нагревании в присутствии катализатора – оксида ванадия (V)	$2\text{SO}_2 + \text{O}_2 \xrightarrow{\text{V}_2\text{O}_5} 2\text{SO}_3$
Поглотительная башня	Поглощение SO_3 концентрированной 98%-ной H_2SO_4 с образованием олеума	$\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_2\text{SO}_4$ $n\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{H}_2\text{SO}_4 \cdot n\text{SO}_3$

Промышленное производство аммиака

Оборудование	Процесс	Химическая реакция
Компрессор	Поступление смеси N ₂ и H ₂ для сжатия	-
Колонна синтеза	Реакция между N ₂ и H ₂ при температуре 450-500 °С в присутствии катализатора (пористое железо)	$N_2 + 3H_2 \rightarrow 2NH_3$
Сепаратор	отделяют жидкий NH ₃ от газообразных N ₂ и H ₂	-
Циркуляционный компрессор	Возвращает смесь непрореагировавших N ₂ и H ₂ в колонну синтеза	-

Из демоверсии ЕГЭ-2024:

Установите соответствие между аппаратом химического производства и процессом, протекающим в этом аппарате: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.

АППАРАТ

- А) контактный аппарат
- Б) ректификационная колонна
- В) поглотительная башня

ПРОЦЕСС

- 1) перегонка нефти
- 2) поглощение оксида серы(VI)
- 3) окисление сернистого газа
- 4) очистка сернистого газа

Как видно из вышеуказанного примера или следующего примера из ЕГЭ-2023 проверяются знания и других производств (в обоих примерах - это перегонка нефти).

АППАРАТ

- А) колонна синтеза
- Б) ректификационная колонна
- В) контактный аппарат

ПРОЦЕСС

- 1) получение метанола
- 2) очистка сернистого газа
- 3) перегонка нефти
- 4) окисление сернистого газа

Приведем еще несколько примеров **второго варианта** задания:

ПРОЦЕСС

- А) окисление оксида серы(IV)
- Б) получение аммиака
- В) получение натрия

АППАРАТ

- 1) ректификационная колонна
- 2) контактный аппарат
- 3) электролизёр
- 4) колонна синтеза

АППАРАТ

- А) «Циклон»
- Б) печь для обжига в кипящем слое
- В) поглотительная башня

ПРОЦЕСС

- 1) гидратация серного ангидрида
- 2) очистка сернистого газа
- 3) окисление сернистого газа
- 4) окисление пирита

ВЕЩЕСТВО

- А) хлор
- Б) гексан
- В) натрий

АППАРАТ

- 1) ректификационная колонна
- 2) колонна синтеза
- 3) электролизёр
- 4) поглотительная башня

СПОСОБ ПРОИЗВОДСТВА

- А) алюмотермия
- Б) электролиз
- В) полимеризация

ПОЛУЧАЕМОЕ ВЕЩЕСТВО

- 1) каучук
- 2) железо
- 3) гидроксид натрия
- 4) ацетон





При подготовке к третьему варианту задания 25 также имеет смысл использовать опорные таблицы или схемы.

Волокна



Высокомолекулярные соединения (полимеры)

указаны: формула мономера, его название; формула полимера, его название

$\text{CH}_2=\text{CH}_2$	Этен, этилен	$(-\text{CH}_2-\text{CH}_2-)_n$	Полиэтилен
$\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}_3$	Пропен, пропилен	$(-\text{CH}_2-\underset{\text{CH}_3}{\text{CH}}-)_n$	Полипропилен
$\text{CH}_2=\text{CH}$ 	Винилбензол, стирол	$(-\text{CH}_2-\underset{\text{C}_6\text{H}_5}{\text{CH}}-)_n$ 	Полистирол, поливинилбензол
$\text{CH}_2=\underset{\text{Cl}}{\text{CH}}$	Винилхлорид, хлористый винил, хлорэтилен, хлорэтен	$(-\text{CH}_2-\underset{\text{Cl}}{\text{CH}}-)_n$	Поливинилхлорид (ПВХ)
$\text{CF}_2=\text{CF}_2$	Тetraфторэтилен, перфторэтилен	$(-\text{CF}_2-\text{CF}_2-)_n$	Тefлон, политetraфторэтилен
$\text{CH}_2=\underset{\text{CH}_3}{\text{C}}-\text{CH}=\text{CH}_2$	Изопрен, 2-метилбутадиен-1,3	$(-\text{CH}_2-\underset{\text{CH}_3}{\text{C}}=\text{CH}-\text{CH}_2-)_n$	Изопреновый каучук (натуральный)
$\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}=\text{CH}_2$	Дивинил, бутадиен-1,3	$(-\text{CH}_2-\text{CH}=\text{CH}-\text{CH}_2-)_n$	Бутадиеновый каучук, полибутадиен-1,3
$\text{CH}_2=\underset{\text{Cl}}{\text{C}}-\text{CH}=\text{CH}_2$	Хлорпрен, 2-хлорбутадиен-1,3	$(-\text{CH}_2-\underset{\text{Cl}}{\text{C}}=\text{CH}-\text{CH}_2-)_n$	Хлорпреновый каучук
$\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}=\text{CH}_2$ $\text{CH}_2=\text{CH}$ 	Бутадиен-1,3 и стирол	$(-\text{CH}_2-\text{CH}=\text{CH}-\underset{\text{C}_6\text{H}_5}{\text{C}}-\text{CH}_2-)_n$ 	Бутадиенстирольный каучук
$\text{CH}_2=\text{CH}-\text{COOH}$	Акриловая кислота	$(-\text{CH}_2-\underset{\text{COOH}}{\text{CH}}-)_n$	Полиакрилат
$\text{CH}_2=\underset{\text{COOCH}_3}{\text{C}}-\text{CH}_3$	Метиметалакрилат	$(-\text{CH}_2-\underset{\text{COOCH}_3}{\overset{\text{CH}_3}{\text{C}}}-)_n$	Полиметилметакрилат, орг. стекло, плексиглас
$\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CN}$	Акрилонитрил	$(-\text{CH}_2-\underset{\text{CN}}{\text{CH}}-)_n$	Полиакрилонитрил
$\text{CH}_2=\text{CH}$ $\text{O}-\text{C}-\text{CH}_3$ \parallel O	Винилацетат	$(-\text{CH}_2-\underset{\text{O}-\text{C}-\text{CH}_3}{\text{CH}}-)_n$ \parallel O	Поливинилацетат (ПВА)

Из демоверсии ЕГЭ-2024:

Установите соответствие между мономером и формулой соответствующего ему полимера: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.

МОНОМЕР

- А) этен
- Б) пропен
- В) дивинил

ФОРМУЛА ПОЛИМЕРА

- 1) $(-\text{CH}_2-\text{CH}(\text{CH}_3)-)_n$
- 2) $(-\text{CH}_2-\text{CH}_2-)_n$
- 3) $(-\text{CH}_2-\text{C}(\text{CH}_3)=\text{CH}-\text{CH}_2-)_n$
- 4) $(-\text{CH}_2-\text{CH}=\text{CH}-\text{CH}_2-)_n$

Чтобы успешно выполнить данное задание необходимо знание названий органических веществ, прежде всего тривиальных. Если формулы полимеров, соответствующих этену и пропену, определяются без особого труда, то дивиниловый каучук обучающиеся вполне могут перепутать с изопреновым. Это задание, как и пример, приведенный ниже, вполне сопоставим с заданием 10 (классификация органических соединений).

НАЗВАНИЕ ВЕЩЕСТВА	ФОРМУЛА МОНОМЕРА
А) полиэтилен	1) $C_6H_{12}O_6$
Б) крахмал	2) C_2H_4
В) хлоропреновый каучук	3) C_3H_7Cl
	4) $CH_2=CCl-CH=CH_2$

Следующий пример, напротив, не содержит таких подсказок и опирается на точечное знание типов волокон, представленных в таблице, которая приведена выше.

ВОЛОКНО	ТИП ВОЛОКНА
А) вискоза	1) искусственное
Б) капрон	2) синтетическое
В) триацетатный шёлк	3) натуральное
	4) минеральное

В заданиях, проверяющих знание типов реакций (например, реакций полимеризации и поликонденсации), можно опираться на то, что для углеводов характерны реакции полимеризации, а для кислородсодержащих и азотсодержащих – поликонденсация.

СХЕМА ПРЕВРАЩЕНИЯ	НАЗВАНИЕ ПРОЦЕССА
А) аминокислота → полипептид	1) гидратация
Б) бутадиен-1,3 → каучук	2) гидролиз
В) целлюлоза → глюкоза	3) полимеризация
	4) поликонденсация

Приведем еще несколько примеров **третьего варианта** задания:

НАЗВАНИЕ ПОЛИМЕРА	ФОРМУЛА ПОЛИМЕРА
А) тефлон	1) $(-CF_2-CF_2-)_n$
Б) полистирол	2) $(-CH_2-CH(CH_3)-)_n$
В) капрон	3) $(-NH-(CH_2)_5-CO-)_n$
	4) $(-CH_2-CH(C_6H_5)-)_n$

ВЫСОКОМОЛЕКУЛЯРНОЕ ВЕЩЕСТВО

- А) полистирол
- Б) целлюлоза
- В) хлоропреновый каучук

ФОРМУЛА МОНОМЕРА

- 1) $C_6H_{12}O_6$
- 2) $CH_2=CH-CH_3$
- 3) $CH_2=C(Cl)-CH=CH_2$
- 4) $C_6H_5-CH=CH_2$

НАЗВАНИЕ СОЕДИНЕНИЯ

- А) дивиниловый каучук
- Б) вискоза
- В) ДНК

ТИП СОЕДИНЕНИЯ

- 1) искусственное
- 2) неорганическое
- 3) природное
- 4) синтетическое

НАЗВАНИЕ МОНОМЕРА

- А) изопрен
- Б) хлорэтен
- В) этен

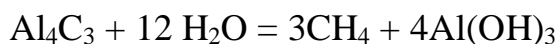
ФОРМУЛА ПОЛИМЕРА

- 1) $\left[CH_2-CH_2 \right]_n$
- 2) $\left[\underset{\text{Cl}}{\text{CH}}-CH_2 \right]_n$
- 3) $\left[CH_2-\overset{\text{Cl}}{\underset{\text{Cl}}{\text{C}}}=CH-CH_2 \right]_n$
- 4) $\left[CH_2-\underset{\text{CH}_3}{\text{C}}=CH-CH_2 \right]_n$

Задание 28Б. Наибольшие трудности вызвали задачи, решение которых предусматривало: расчеты массы вещества или объема газов по известному количеству вещества, массе или объему одного из участвующих в реакции веществ; расчеты массовой или объемной доли выхода продукта реакции от теоретически возможного; расчеты массовой доли (массы) химического соединения в смеси. Развитие навыков в контексте указанных элементов содержания осуществляется на протяжении всего курса химии основной и средней школы.

Задача 1. Вычислите массу карбида алюминия, необходимую для получения 4,032 л метана (н.у.), если выход в реакции гидролиза составляет 80% от теоретически возможного. (Запишите ответ в граммах с точностью до десятых.)

Решение:



$$V(CH_4) = 4,032/0,8 = 5,04\text{л,}$$

$$n(CH_4) = 5,04/22,4 = 0,225 \text{ моль,}$$

$$n(Al_4C_3) = 1/3 n(CH_4) = 0,075 \text{ моль,}$$

$$m(Al_4C_3) = 0,075 * 144 = 10,8 \text{ г.}$$

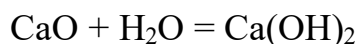
Задача 2. Технический фосфат кальция массой 775 г, в котором массовая доля нефосфатных примесей составляет 20%, нагрели с кремнезёмом и углем. Реакция протекает в соответствии с уравнением: $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2 + 3\text{SiO}_2 + 5\text{C} = 3\text{CaSiO}_3 + 2\text{P} + 5\text{CO}$. Вычислите массу полученного фосфора. (Запишите число с точностью до целых.)

Решение:

$$m(\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2) = 620 \text{ г}, \quad n = 620/310 = 2 \text{ моль}, \quad n(\text{P}) = 4 \text{ моль}, \quad m(\text{P}) = 4 \cdot 31 = 124 \text{ г}.$$

Задача 3. Рассчитайте массовую долю инертных примесей в образце негашеной извести массой 42 г, если известно, что образец может прореагировать с водой массой 10,8 г.

Решение:



$$n(\text{H}_2\text{O}) = 10,8/18 = 0,6 \text{ моль}, \quad m(\text{CaO}) = 0,6 \cdot 56 = 33,6 \text{ г},$$

$$m \text{ примесей} = 42 - 33,6 = 8,4 \text{ г.}, \quad w \text{ примесей} = 8,4/42 = 0,2 \text{ (20\%)}$$

Задачи для самостоятельного решения задания 28:

1. Какова массовая доля примесей в карбонате кальция, если при взаимодействии 50 г его с избытком азотной кислоты выделилось 10,08 л газа (н.у.)? - 10%.
2. Рассчитать массовую долю примесей в карбонате магния, из 150 г которого образуется 33,6 л оксида углерода (IV) (н.у.). - 16%.
3. Какова массовая доля примесей в пирите, из 10 г которого получено 3,5 л оксида серы (IV) (н.у.)? - 6,25%?
4. Какой объём газа (н.у.) образуется при взаимодействии 265 г карбоната натрия, содержащего 20% примесей, с достаточным количеством азотной кислоты? - 44,8 л.
5. Какой объём кислорода (н.у.) потребуется для сжигания 40 г метана, содержащего 20% негорючих примесей? - 89,6 л.
6. Какой объём углекислого газа (н.у.) образуется при прокаливании 60 кг карбоната магния, содержащего 30% примесей? - 11,2 м³.

Задание 29В. Окислительно-восстановительные реакции. Поведение веществ в средах с разным значением рН. Методы электронного баланса.

Формулировка задания и критерии:

Демонстрационный вариант ЕГЭ 2024 г.

ХИМИЯ, 11 класс. 21 / 27

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 и 30 используйте следующий перечень веществ: перманганат калия, гидрокарбонат натрия, сульфит натрия, сульфат бария, гидроксид калия, пероксид водорода. Допустимо использование воды в качестве среды протекания реакции.

29

Из предложенного перечня выберите вещества, между которыми окислительно-восстановительная реакция протекает с изменением цвета раствора. Выделение осадка или газа в ходе этой реакции не наблюдается. 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.

Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Баллы
Вариант ответа: $\text{Na}_2\text{SO}_3 + 2\text{KMnO}_4 + 2\text{KOH} = \text{Na}_2\text{SO}_4 + 2\text{K}_2\text{MnO}_4 + \text{H}_2\text{O}$ $\begin{array}{l} 2 \mid \text{Mn}^{+7} + \bar{e} \rightarrow \text{Mn}^{+6} \\ 1 \mid \text{S}^{+4} - 2\bar{e} \rightarrow \text{S}^{+6} \end{array}$ Сульфит натрия (или сера в степени окисления +4) является восстановителем. Перманганат калия (или марганец в степени окисления +7) – окислителем	
Ответ правильный и полный, содержит следующие элементы: <ul style="list-style-type: none"> • 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).

Рекомендации к выполнению 29 задания:

Окислитель принимает электроны. Степень окисления окислителя понижается. Окислитель восстанавливается.

Наиболее часто применяемые окислители: F_2 , Cl_2 , Br_2 , O_2 , $KMnO_4$, $K_2Cr_2O_7$, PbO_2 , $H_2SO_4(к)$, HNO_3 и другие вещества, содержащие элемент в высшей степени окисления; MnO_2 , H_2O_2 и др.

Восстановитель отдаёт электроны. Степень окисления восстановителя понижается. Восстановитель окисляется.

Наиболее часто применяемые восстановители: простые вещества металлы, сульфиды, йодиды, бромиды, летучие водородные соединения неметаллов и другие вещества, содержащие элемент в низшей степени окисления; CO , SO_2 , сульфиты, нитриты, соединения Fe^{2+} , Cr^{2+} , H_2O_2 и др.

Алгоритм выполнения задания:

1. Выписываем формулы веществ.
2. Определяем возможные окислители и возможные восстановители.
3. Подбираем вещества, определяющие среду.
4. В зависимости от условия задания, рассматриваем сочетания веществ, взаимодействие которых может дать нужный результат.
Для этого необязательно писать уравнение сразу полностью, достаточно записать правую часть: окислитель + восстановитель + среда \rightarrow продукт восстановления + продукт окисления +
5. Записываем выбранные вещества, выписываем элементы, изменившие степень окисления (если в веществе кратное число атомов элемента, то выписываем его с коэффициентом и рассчитываем число электронов с учётом этого коэффициента).
6. Составляем баланс.
7. Расставляем полученные коэффициенты, дописываем дополнительные продукты. Уравниваем. Проверяем.
8. Указываем окислитель и восстановитель. Слева от баланса или выписываем отдельно.

Наиболее часто встречающиеся

восстановители и продукты окисления

Восстановитель	Среда	Продукт окисления
P^{-3} (PH_3 , фосфиды) P^0 P^{+1} (NaH_2PO_2) P^{+3} (P_2O_3)	H^+ OH^-	P^{+5} (H_3PO_4 , HPO_3) Фосфаты PO_4^{3-}
NH_3	H^+ нейтральная OH^-	В кислой среде проявляет слабые восстановительные свойства, т.к. превращается в соли аммония; N_2 , NO
S^{2-} (K_2S , H_2S)		S SO_2 SO_4^{2-}
SO_3^{2-} (K_2SO_3) SO_2		SO_4^{2-} (K_2SO_4)
I^{-1} (KI , HI) Br^{-1} (KBr , HBr) Cl^{-1} (HCl)		I_2 Br_2 (буро-коричневая жидкость) Cl_2 (желто-зелёный газ)
NO_2^- (KNO_2 , HNO_2)		NO_3^- (KNO_3 , HNO_3)
Fe^{+2} ($FeSO_4$, $Fe(OH)_2$)		Fe^{+3}
Cr^{+2}		Cr^{+3}
Cu^{+1}		Cu^{+2}
H_2O_2		O_2

Наиболее часто встречающиеся окислители и продукты восстановления

Окислитель	Среда	Продукт восстановления
$\text{KMn}^{+7}\text{O}_4$ (фиолетово-розовый)	H^+ нейтральная OH^-	соль Mn^{+2} $\text{Mn}^{+4}\text{O}_2\downarrow$ (бурый осадок) K_2MnO_4 (зелёный)
$\text{K}_2\text{Mn}^{+6}\text{O}_4$ (зелёный)	H^+ нейтральная OH^-	соль Mn^{+2} $\text{Mn}^{+4}\text{O}_2\downarrow$ (бурый осадок)
Mn^{+4}O_2	H^+	соль Mn^{+2}
$\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ (оранжевый) K_2CrO_4 (жёлтый)	H^+ нейтральная OH^-	соль Cr^{+3} (темно-зелёный) $\text{Cr}^{+3}(\text{OH})_3\downarrow$ (серовато – зелёный осадок) $\text{K}_3[\text{Cr}^{+3}(\text{OH})_6]$
F_2 Cl_2 Br_2 I_2		F^- Cl^- Br^- I^-
Кислородсодержащие соединения галогенов KCl^{+1}O $\text{KCl}^{+3}\text{O}_2$ $\text{KCl}^{+5}\text{O}_3$ $\text{KCl}^{+7}\text{O}_4$		Галогениды KCl^{-1} При взаимодействии с галогенидами образуются простые вещества галогены
KNO_3		KNO_2 При взаимодействии с Al, Zn в щелочной среде $\rightarrow \text{NH}_3$
KNO_2 (HNO_2)		NO
H_2O_2		H_2O
K_2SO_3 SO_2		S
Fe^{+3}		Fe^{+2}

Кислоты-окислители:

Кислота окислитель	Реагент	Продукт восстановления
H ₂ SO ₄ (конц.)	Металлы	В зависимости от положения Me в ряду активности
	Большинство восстановителей	SO ₂ (редко S)
	Йодиды; активные металлы	H ₂ S
HNO ₃ (конц.)	Металлы	В зависимости от положения Me в ряду активности
	Большинство восстановителей	NO ₂ (бурый газ)
HNO ₃ (разб.)	Металлы	В зависимости от положения Me в ряду активности
	Большинство восстановителей	NO (бесцветный газ, на воздухе окрашивается в бурый цвет)

Продуктами восстановления азотной кислоты так же могут быть:

N₂O бесцветный, сладковатый запах;

N₂ (бесцветный газ, без запаха, входит в состав воздуха);

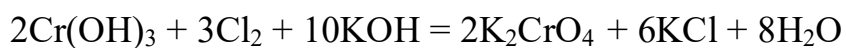
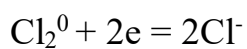
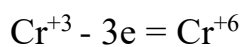
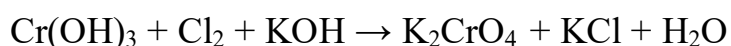
NH₄NO₃ (реакция идёт без выделения газа).

В этом случае можно определить продукт по контексту задания).

Частные случаи:

Восстановитель	Окислитель	Среда	Продукт окисления	Продукт восстановления	Другие продукты
Fe^{+3}	Cl_2	KOH	K_2FeO_4	KCl	H_2O
Cr^{+3}	Br_2	K_2CO_3	K_2CrO_4 (желтый)	KBr	CO_2
Mn^{+2}	KClO		K_2MnO_4 (зелёный)	KCl	
Mn^{+3}	KBrO			KBr	
Mn^{+4}	KClO_3			KCl	
	KBrO_3			KBr	
	KClO_4			KCl	
	KNO_3			KNO_2	
	H_2O_2			H_2O	

Пример записи задания 29:



$\text{Cr}(\text{OH})_3$ за счет (Cr^{+3}) восстановитель; Cl_2^0 окислитель

Примеры заданий 29 для самостоятельного решения:

1. Для выполнения заданий 29 и 30 используйте следующий перечень веществ: пероксид водорода, иодид калия, перманганат калия, гидроксид калия, серная кислота, гидрокарбонат кальция. Допустимо использование водных растворов веществ.

Из предложенного перечня выберите вещества, окислительно-восстановительная реакция между которыми сопровождается выделением газа. В результате реакции в растворе образуется две соли. В ответе запишите уравнение только одной из возможных окислительно-восстановительных реакций с участием выбранных веществ. Составьте электронный баланс, укажите окислитель и восстановитель.

2. Для выполнения заданий 29 и 30 используйте следующий перечень веществ: азотная кислота, фторид аммония, иод, хлорид железа(II), аммиак, оксид хрома(VI). Допустимо использование водных растворов веществ.

Из предложенного перечня выберите вещества, окислительно-восстановительная реакция между которыми протекает с образованием кислоты. В ходе реакции 1 моль восстановителя отдаёт 10 моль электронов. В ответе запишите уравнение только одной из возможных окислительно-восстановительных реакций. Составьте электронный баланс, укажите окислитель и восстановитель.

3. Для выполнения заданий 29 и 30 используйте следующий перечень веществ: нитрат серебра, оксид азота (IV), йодид стронция, серная кислота, оксид марганца (IV), перманганат калия. Допустимо использование воды.

Из предложенного перечня выберите вещества, окислительно-восстановительная реакция между которыми приводит к образованию в растворе двух солей и кислоты. Выделения газа или выпадения осадка при этом не наблюдается. Запишите уравнение только одной из возможных окислительно-восстановительных реакций с участием выбранных веществ. Составьте электронный баланс, укажите окислитель и восстановитель.

Задание 32В. Цепочки превращений органических соединений.

Это специфический вид заданий, цель которых составить связанные между собой уравнения реакций по принципу – продукт одной реакции является реагентом следующего химического превращения. Поэтому, безусловно, для успешного выполнения этого задания надо знать как химические свойства веществ, так и способы их получения.

Свойства «привязаны» к классам веществ, иногда и к конкретным веществам, поэтому можно рекомендовать **сначала** определить класс органических соединений, возможно конкретные вещества, заполнить цепочку – схему:

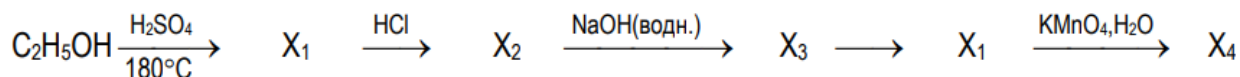


Затем нужно составлять уже конкретные уравнения реакций, при этом движение всегда начинаем от известного к неизвестному, а не от начала к концу или наоборот.

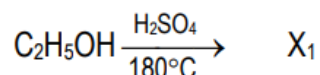
Рассмотрим выполнение задания на конкретном примере.

Задание №1.

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



В этой цепочке известно первое вещество, поэтому с него и начинаем составлять схему.



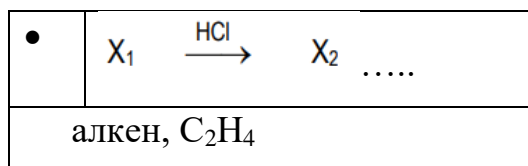
Подписываем класс реагента – спирт. Серная кислота – водоотнимающее средство, значит спирт «потеряет» воду (-H₂O). При дегидратации спирта образуется алкен, в данном случае, конкретно, C₂H₄.

- $$\text{C}_2\text{H}_5\text{OH} \xrightarrow[180^\circ\text{C}]{\text{H}_2\text{SO}_4} \text{X}_1$$

..... Первый фрагмент цепочки-схемы готов

Спирт $-\text{H}_2\text{O}$ алкен, Обращаем внимание, что это же вещество C_2H_4 (этилен) будет являться реагентом в реакции №5

Анализируем следующий фрагмент цепочки:



Идет реакция присоединения, значит, дополнительный продукт отсутствует, а X_2 – галогеналкан, конкретно - $\text{C}_2\text{H}_5\text{Cl}$

- $$\text{X}_1 \xrightarrow{\text{HCl}} \text{X}_2 \text{}$$

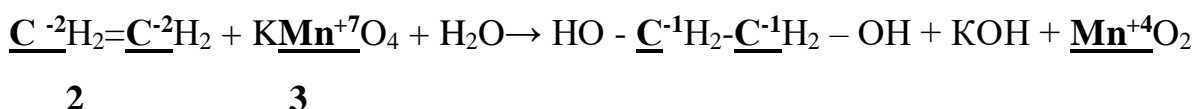
Второй фрагмент цепочки-схемы готов

алкен, галогеналкан,
 C_2H_4 $\text{C}_2\text{H}_5\text{Cl}$

Проанализировав подобным образом оставшиеся «неизвестные», получаем полную схему и составляем уравнения реакций. Приведу запись только последней реакции.

Во многих окислительно-восстановительных реакциях в органической химии удобно расставлять коэффициенты методом электронного баланса без составления полуреакций. Действуем следующим образом:

1. Определяем степени окисления окислителей и восстановителей, под их формулами записываем число отданных/ принятых электронов:



(Числа 2 и 3 -умножающие коэффициенты, при необходимости их сокращают до минимальных целых значений.)

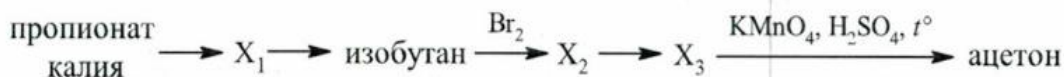
2. Ставим умножающие коэффициенты накрест перед веществами, выполняющих только одну функцию (окислитель или восстановитель).

3. Перед остальными веществами подбираем коэффициенты, как в обычных уравнениях, проверяя их правильность по «кислороду» или «водороду».



Задание №2.

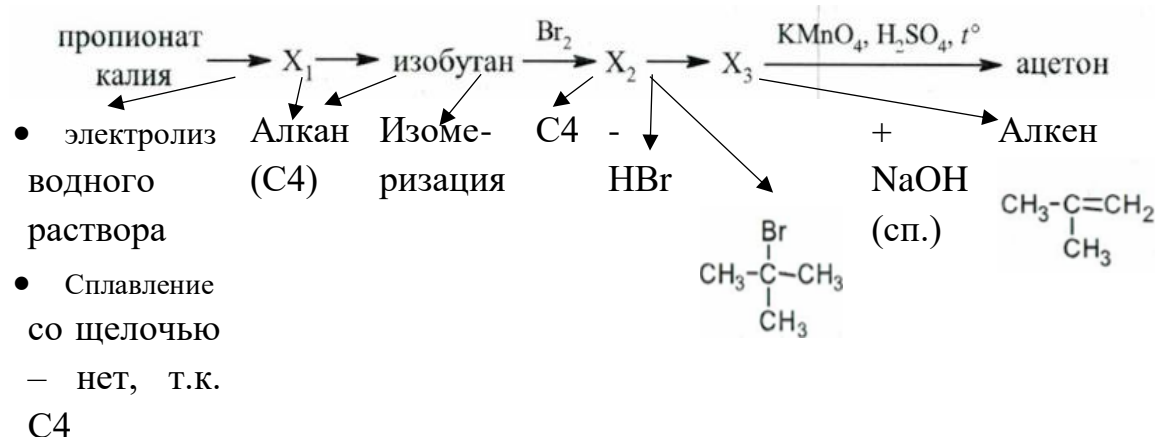
Напишите уравнения реакций, с помощью которых можно осуществить следующие превращения:



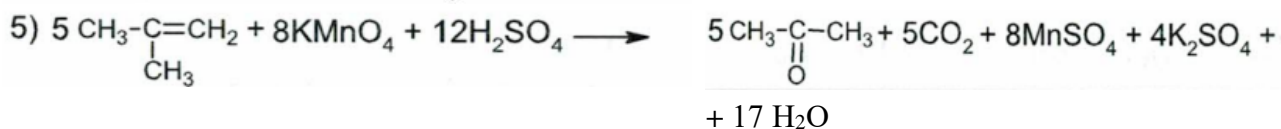
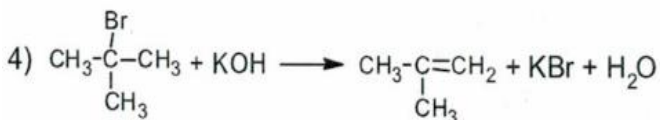
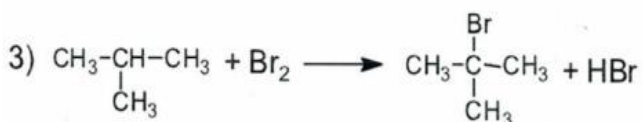
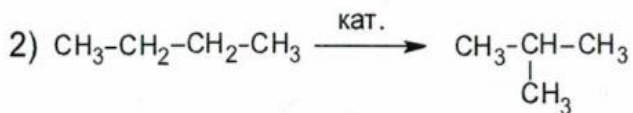
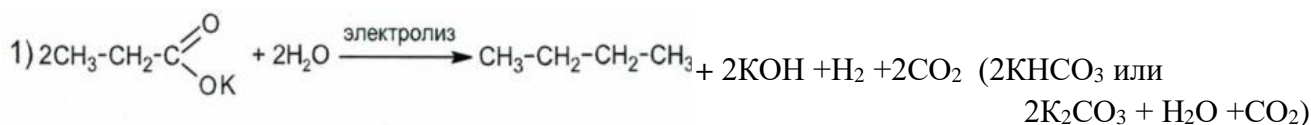
При написании уравнений реакций указывайте преимущественно образующиеся продукты, используйте структурные формулы органических веществ

Решение:

1. Заполним цепочку-схему:

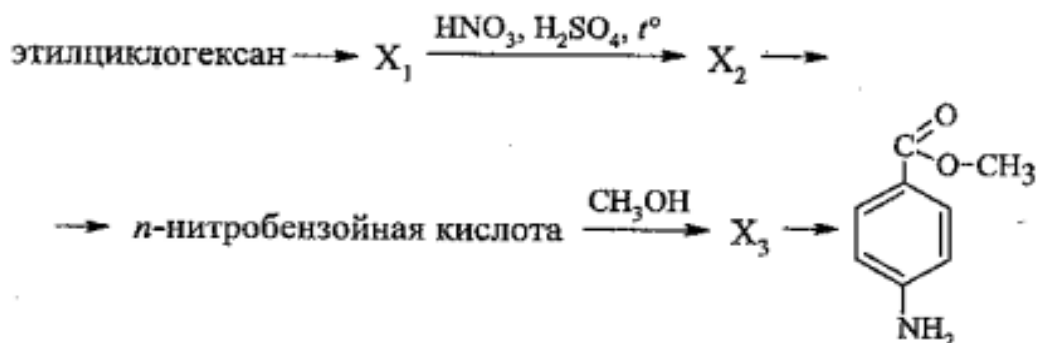


2. Записываем уравнения реакций:

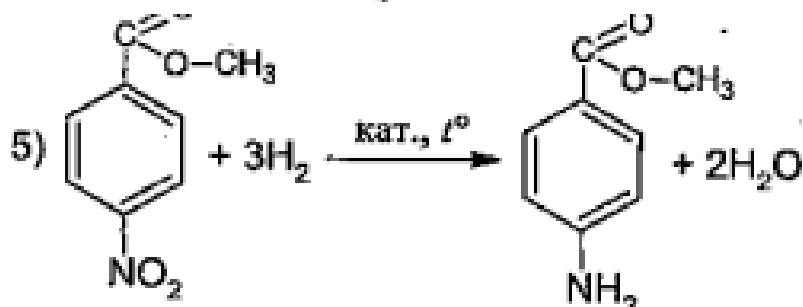
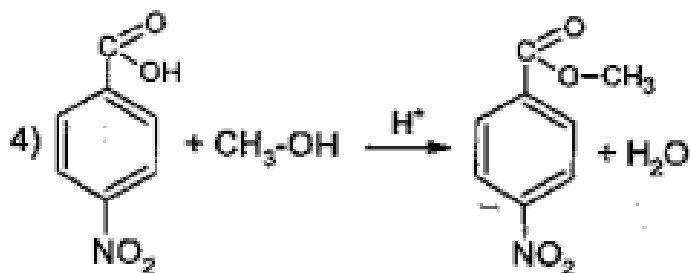
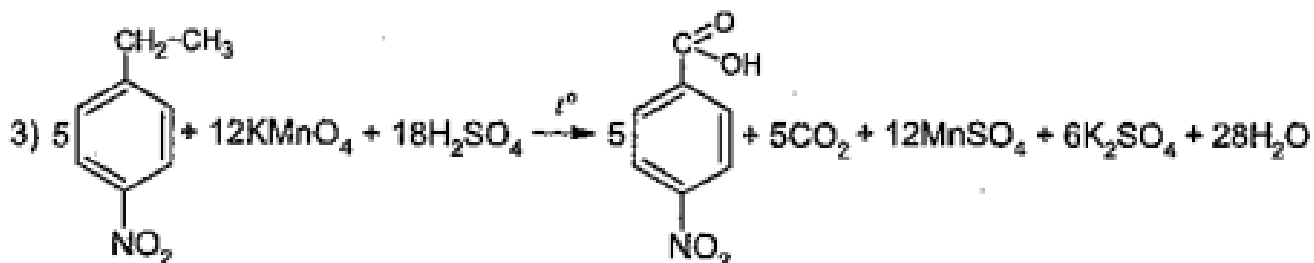
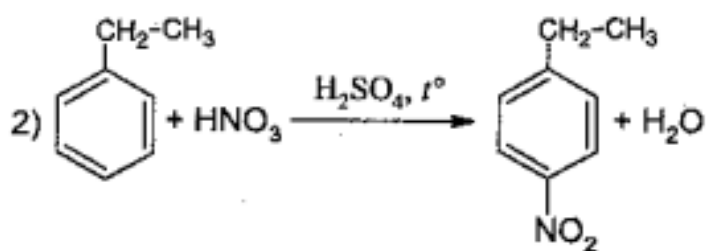
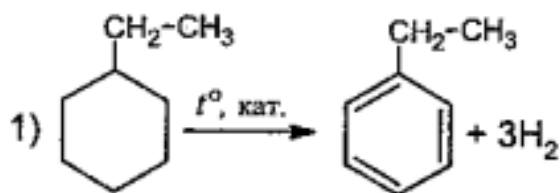


Задание №3.

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



Вариант ответа



Цепочки могут иметь различные направления. Обращаем внимание и на запись структурных формул, могут быть также и скелетные структурные формулы.

Вот группа интересных превращений для самостоятельного решения задания 32:

1.	$\text{CH}_3\text{COOK} \leftarrow \text{X}_2 \xleftarrow{\text{H}_2\text{O}, \text{H}^+} \text{X}_1 \rightarrow \text{C}_6\text{H}_5\text{CH}_2\text{CH}_3 \rightarrow \text{X}_3 \xrightarrow{\text{KOH}, \text{C}_2\text{H}_5\text{OH}} \text{C}_6\text{H}_5\text{CH}=\text{CH}_2$
2.	$\text{этан} \xleftarrow{\text{Na}, \text{t}^\circ} \text{X}_1 \rightarrow \text{толуол} \rightarrow \text{X}_2 \xrightarrow{\text{Cl}_2, \text{h}\nu} \text{X}_3 \rightarrow \text{NO}_2\text{-C}_6\text{H}_4\text{-COOK}$
3.	$\text{X}_4 \xleftarrow{\text{Cl}_2, \text{h}\nu} \text{C}_6\text{H}_6 \xleftarrow{\text{Cr}_2\text{O}_3, \text{t}^\circ} \text{X}_1 \xrightarrow{\text{KMnO}_4, \text{H}_2\text{SO}_4} \text{X}_2 \rightarrow \text{X}_3 \xrightarrow{\text{t}^\circ} \text{C}_5\text{H}_9\text{O}$
4.	$\text{CH}_3\text{COOH} \leftarrow \text{X}_1 \leftarrow \text{н-пропиловый спирт} \xrightarrow{\text{NH}_3, \text{Al}_2\text{O}_3} \text{X}_2 \rightarrow \text{X}_3 \xrightarrow{\text{AgNO}_3} \text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{NH}_2\text{NO}_3$
5.	$\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O} \leftarrow \text{CuO}, \text{t}^\circ \text{X}_2 \leftarrow \text{X}_1 \rightarrow \text{O}_2\text{N-C}_6\text{H}_4\text{-OH} \xrightarrow{\text{Zn}, \text{HCl}} \text{X}_3 \xrightarrow{\text{KOH (изб)}} \text{X}_4$

Задание 33В. Нахождение молекулярной формулы органического вещества по его плотности и массовым долям элементов, входящих в его состав, или по продуктам сгорания; установление структурной формулы органического вещества на основе его химических свойств или способов получения.

Знания об органических веществах, их свойствах помогают решать и задачи на нахождение молекулярной формулы веществ.

Задача №1.

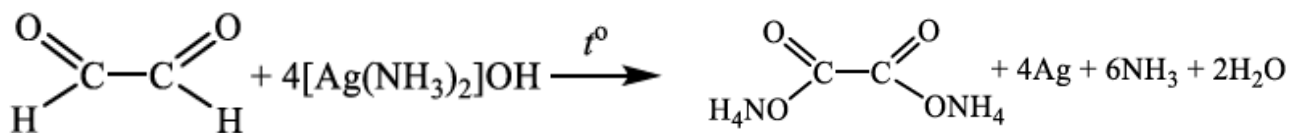
При сгорании 11,6 г органического вещества А получили 8,96 л углекислого газа (н.у.) и 3,6 г воды. Известно, что вещество А образуется при дегидрировании гидроксильного соединения Б в присутствии медного катализатора, а также вступает в реакцию с гидроксидом диамминсеребра (I) в молярном соотношении 1:4. 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 вещества А с избытком гидроксида диамминсеребра(I) (используйте структурные формулы органических веществ).

Расчёт эмпирической формулы:

$n(\text{CO}_2) = n(\text{C}) = 8,96/22,4=0,4$ моль; $m(\text{C}) = 0,4 \cdot 12 = 4,8$ г; $n(\text{H}_2\text{O}) = 3,6/18 = 0,2$ моль; $n(\text{H}) = 0,4$ моль; $m(\text{H}) = 0,4$ г; $n(\text{O}_2) = (11,6 - 4,8 - 0,4)/16 = 0,4$ моль.

Эмпирическая формула: CHO – такого вещества не существует (атомов водорода должно быть чётное количество). Известно, что вещество А образуется при дегидрировании гидроксильного соединения Б в присутствии медного катализатора, а также вступает в реакцию с гидроксидом диамминсеребра (I) в молярном соотношении 1:4. При дегидрировании гидроксильного соединения могут образоваться альдегиды или кетоны, в реакцию с аммиачным раствором оксида серебра (I) вступают только альдегиды, 1 альдегидная группа реагирует с 2 моль аммиачного раствора, значит, данное вещество содержит 2 альдегидные группы. Молекулярная формула — $\text{C}_2\text{H}_2\text{O}_2$.



При решении подобных задач сложности часто возникают при определении молекулярной формулы вещества, определения его классовой принадлежности, составления структурной формулы. В некоторых случаях, для углеводородов, например, может помочь закономерность, основанная на степени ненасыщенности.

Чтобы выявить особенность в структурной формуле, определить степень ненасыщенности, можно воспользоваться следующим алгоритмом.

Например, вещество состава C_9H_{16} может иметь в своем строении 2 цикла или 1 цикл +1 двойную связь; или 2 двойные связи; или одну тройную связь.

Для этого, сравниваем число атомов водорода в полученной формуле с соответствующим алканом, выполняем рассуждения и находим ответ:

Фрагмент органической молекулы		Влияние на число атомов водорода
Цикл	Δ	- 2H
Связь	двойная =	- 2H
	тройная \equiv	- 4H
Гетероатом	одновалентный X- (Hal, Me ⁺ и др.)	- 1H
	двухвалентный -Y- (O, Me ⁺² и др)	Не влияет
	трехвалентный -Z= (N в аминах, Me ⁺³ и др.)	+1H

Задача №2.

Ароматическое соединение *A* обладает сильным запахом и благодаря этому используется в парфюмерии. При сжигании 6,60 г *A* получено только два продукта – 9,856 л (н. у.) углекислого газа и 3,96 г воды. Известно, что вещество *A* не реагирует с натрием и не даёт реакцию «серебряного зеркала». На основании данных условия задачи:

- 1) установите молекулярную формулу вещества *A*;
- 2) составьте возможную структурную формулу вещества *A*, которая однозначно отражает порядок связи атомов в его молекуле;
- 3) напишите уравнение получения вещества *A* из бензола в одну стадию (используйте структурные формулы органических веществ).

Решение.

1. Найдем молекулярную формулу $C_xH_yO_z$:

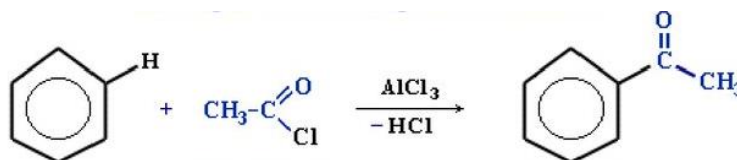
$$n(C) = n(CO_2) = 9,856 / 22,4 = 0,44 \text{ моль}; \quad n(H) = 2n(H_2O) = 3,96 / 9 = 0,44 \text{ моль};$$

$$n(O) = (6,6 - (12 * 0,44 + 1 * 0,44)) / 16 = 0,055 \text{ моль}$$

молекулярная формула: C_8H_8O

2. Определение структурной формулы. Молекула может содержать 5 двойных связи или 1 цикл и 4 двойных связи (это так и бывает, если число атомов углерода больше/ равно шести, вещество – ненасыщенное), т.е. это – метилфенилкетон.

3. Уравнение получения ацетофенона ацилированием бензола:



Задача №3.

При сгорании 3,06 г органического вещества А образуется 3,136 л (н.у.) углекислого газа, 1,26 г воды и 0,224 л (н.у.) азота. Известно, что вещество А не взаимодействует с натрием, не подвергается гидролизу, а его молекула содержит заместители у соседних атомов углерода.

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 реакции каталитического гидрирования вещества А (используйте структурные формулы органических веществ).

Вариант ответа:

Проведены необходимые вычисления, и найдена молекулярная формула вещества А:

$$n(\text{CO}_2) = 3,136 / 22,4 = 0,14 \text{ моль}; n(\text{C}) = 0,14 \text{ моль}$$

$$n(\text{H}_2\text{O}) = 1,26 / 18 = 0,07 \text{ моль}; n(\text{H}) = 0,07 \cdot 2 = 0,14 \text{ моль}$$

$$n(\text{N}_2) = 0,224 / 22,4 = 0,01 \text{ моль}; n(\text{N}) = 0,01 \cdot 2 = 0,02 \text{ моль}$$

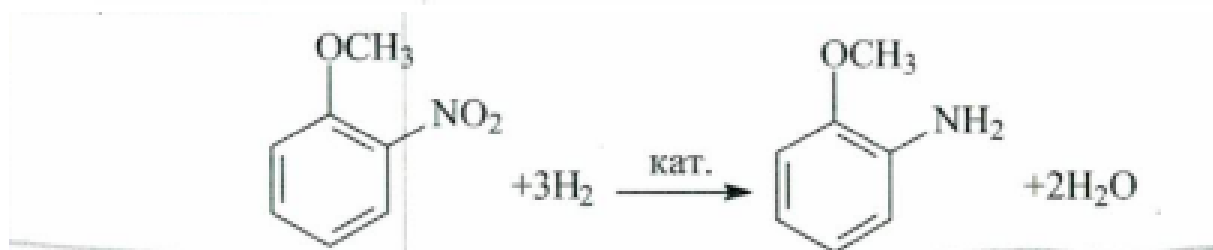
$$m(\text{C} + \text{H} + \text{N}) = 0,14 \cdot 12 + 0,14 \cdot 1 + 0,02 \cdot 14 = 2,1 \text{ г}$$

$$m(\text{O}) = 3,06 - 2,1 = 0,96 \text{ г}$$

$$n(\text{O}) = 0,96 / 16 = 0,06 \text{ моль}$$

$$n(\text{C}) : n(\text{H}) : n(\text{N}) : n(\text{O}) = 0,14 : 0,14 : 0,02 : 0,06 = 7 : 7 : 1 : 3$$

Молекулярная формула – $\text{C}_7\text{H}_7\text{NO}_3$



Примеры заданий 33 для самостоятельного решения:

1. При сгорании органического вещества А массой 6,975 г получили 5,5 г углекислого газа и 3,36 л (н.у.) хлороводорода. При гидролизе вещества А в присутствии гидроксида калия образуется органическая соль Б, не содержащая атомов хлора. Молекула вещества А содержит третичный атом углерода. Напишите уравнение реакции гидролиза вещества А в присутствии гидроксида калия.
2. При сгорании органического вещества А массой 13,95 г получили 5,6 л (н.у.) углекислого газа и 6,72 л (н.у.) хлороводорода. При гидролизе вещества А в присутствии гидроксида натрия образуется органическая соль Б, не содержащая атомов хлора. Молекула вещества А содержит четвертичный атом углерода. Напишите уравнение реакции гидролиза вещества А в присутствии гидроксида натрия.

3. При сгорании органического вещества А массой 2,87 г получили 3,136 л (н.у.) углекислого газа, 448 мл (н.у.) хлороводорода, 224 мл (н.у.) азота и 1,62 г воды. Вещество А образуется при действии хлорметана на азотсодержащее вещество Б. Напишите уравнение реакции получения вещества А из вещества Б и хлорметана.

Обратите внимание, что количество вещества водорода надо считать не только по воде, но и по хлороводороду.

4. При сгорании органического вещества А массой 27,3 г получили 19,8 г углекислого газа и 13,44 л (н.у.) хлороводорода. При гидролизе вещества А в присутствии гидроксида калия образуется органическое вещество Б, которое взаимодействует при нагревании с гидроксидом меди(II) в молярном соотношении 1 : 4. Напишите уравнение реакции гидролиза вещества А в присутствии гидроксида калия.
5. Вещество А содержит 45,71% углерода, 30,48% кислорода, 21,90% натрия по массе и водород. Известно, что функциональные группы в веществе А максимально удалены друг от друга. При нагревании вещества А с гидроксидом натрия образуется вещество Б, которое не обесцвечивает бромную воду. Напишите уравнение реакции, протекающей при нагревании вещества А с гидроксидом натрия.

Задание 34В. 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 с использованием понятий «массовая доля», «молярная концентрация», «растворимость».

Задачи на число частиц

Задача 1. Оксид цинка массой 121,5 г добавили к 800 г раствора серной кислоты, содержащего в общей сложности $4,816 \cdot 10(25)$ атомов водорода. К полученной смеси добавили 260 г гидроксида натрия. Вычислите массовую долю гидроксида натрия в конечном растворе.

(vk.com/examtop)

Решение:

$$n(\text{ZnO}) = 1,5 \text{ моль} \quad n(\text{H}) = 80 \text{ моль} \quad n(\text{NaOH}) = 6,5 \text{ моль}$$

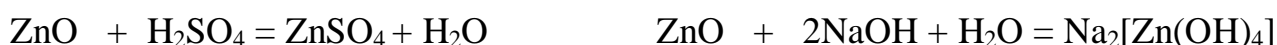
$$\text{H}_2\text{SO}_4 - x \text{ моль}, \quad \text{H}_2\text{O} - y$$

$$2x + 2y = 80$$

$$98x + 98y = 800.$$

Решая систему, получаем, что $x=1$, $y=39$

$$1,5 \text{ (1)} \quad 1 \text{ моль} \quad 1 \text{ моль} \quad 0,5 \text{ моль} \quad 1 \text{ моль}$$



1 моль 4 моль



$$m(\text{NaOH}) = 1,5 * 40 = 60 \text{ г}$$

$$W(\text{NaOH}) = 60 / (121,5 + 800 + 260) = 0,0508$$

Задача 2. В 800 г раствора нитрата серебра, в котором общее число атомов в 110 раз больше числа Авогадро, внесли 16 г порошка меди. К образовавшемуся раствору добавили 200 г 30%-ного раствора гидроксида натрия. Определите массовую долю щёлочи в конечном растворе.

(vk.com/examtop)

Решение:

AgNO_3 - x моль, H_2O - y моль. Составляем систему и решаем её.

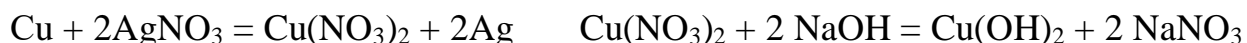
$$5x + 3y = 110$$

$$170x + 18y = 800$$

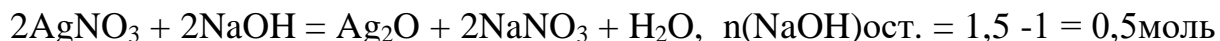
$$x=1, y=35$$

$$n(\text{Cu}) = 16/64=0,25 \text{ моль} \quad n(\text{NaOH}) = 200 * 0,3/40 = 1,5 \text{ моль}$$

$$0,25 \quad 0,5 \quad 0,25 \quad 0,25 \quad 0,5$$



$$0,5 \quad 0,5$$



$$m(\text{NaOH}) = 20 \text{ г}$$

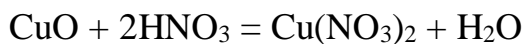
$$m \text{ раствора} = 800 + 16 + 200 - 0,25 * 232 - 0,25 * 98 - 0,5 * 108 = 879,5$$

$$W(\text{NaOH}) = 20/879,5 = 0,0227$$

Задача 3. Смесь меди и оксида меди (II), в которой суммарное число всех электронов составляет $4,846 * 10^{25}$, растворили в необходимом количестве горячей 63% азотной кислоты. Полученный раствор, в котором массовая доля растворенного вещества равна 56,1 %, сильно охладили, в результате чего выпал кристаллогидрат массой 721,65 г, а концентрация соли снизилась в 5,61 раз.

Установите формулу кристаллогидрата. (Первый МГМУ им. И.М.Сеченова, 2023).

Решение:



Найдем количество электронов: $n = 4,846 \cdot 10^{25} / 6,02 \cdot 10^{23} = 80,5$ моль

Пусть x моль – количество вещества меди, а y моль количества вещества оксида меди (II), тогда $29x + 37y = 80,5$ – 1 выражение.

Запишем формулу массовой доли и подставим в неё массы соли и массу раствора:

$$m(\text{Cu}(\text{NO}_3)_2) = 188(x+y)$$

$$m(\text{раствора}) = m(\text{CuO}) + m(\text{Cu}) + m(\text{HNO}_3)_{\text{раствора}} - m(\text{NO}_2) = 80y + 64x + 126y/0,63 + 252x/0,63 - 92x = 280y + 372x$$

$0,561 = 188(x+y) / 280y + 372x$; $x = 1,494y$ – 2 выражение. Подставляем второе выражение в первое, получаем $29 \cdot 1,494y + 37y = 80,5$, $y=1$, $x=1,5$

$$m(\text{раствора}) = 280 + 372 \cdot 1,5 = 838 \text{ г}, \quad m(\text{Cu}(\text{NO}_3)_2) = 282 + 188 = 470 \text{ г}$$

Рассчитаем концентрацию вновь полученного раствора при охлаждении. 56,1% делим на 5,61 %, получаем 10 %, составляем выражение для новой массовой доли растворенного вещества.

$$0,1 = 470 - 188x / 838 - 721,65$$

$$X = 2,438 \text{ моль}, \quad m(\text{Cu}(\text{NO}_3)_2) = 458,365 \text{ г}$$

Составляем пропорцию

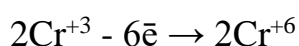
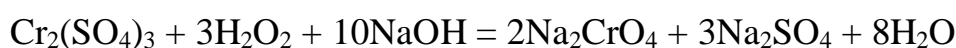
$$721,65 \text{ г} \quad - \quad 458,365 \text{ г}$$

$$(188 + 18n) - 188, \quad \text{откуда } n = 6$$

Ответ: $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$

Задача 4. В растворе массой 284 г с массовой долей сульфата металла (III) 1,38% содержится в сумме $3,01 \cdot 10^{22}$ ионов металла (III) и сульфат-ионов. Какую массу 3%-го щелочного раствора пероксида водорода добавили к данному раствору соли, если известно, что атомы восстановителя отдали $1,806 \cdot 10^{22}$ электронов? В ответе запишите уравнения реакций, которые указаны в условии задачи, и приведите все необходимые вычисления (указывайте единицы измерения и обозначения искомых физических величин). (Пробный вариант ЕГЭ 2022 год, 56 регион).

Решение:



Найдем формулу соли:

Пусть $n(\text{Me}_2(\text{SO}_4)_3) = x$ моль, тогда $n(\text{Me}^{3+}) = 2x$ моль, $n(\text{SO}_4^{2-}) = 3x$ моль.

$$n(\text{ионов}) = 3,01 \cdot 10^{22} / (6,02 \cdot 10^{23}) = 0,05 \text{ (моль)}$$

$$2x + 3x = 0,05; \quad x = 0,01$$

$$n(\text{Me}_2(\text{SO}_4)_3) = 0,01 \text{ моль}; \quad m(\text{Me}_2(\text{SO}_4)_3) = 284 \cdot 0,0138 = 3,92 \text{ (г)}$$

$$M(\text{Me}_2(\text{SO}_4)_3) = 3,92 / 0,01 = 392 \text{ (г/моль)}; \quad 2M(\text{Me}) + 3M(\text{SO}_4) = 392$$

$M(\text{Me}) = 52$, искомый металл – хром, соль – сульфат хрома (III).

Найдем количество вещества соли, прореагировавшей с пероксидом водорода:

$$n(\bar{e}) = 1,806 \cdot 10^{22} / (6,02 \cdot 10^{23}) = 0,03 \text{ (моль)}$$

По схеме (2): $2 \text{ моль } \text{Cr}^{+3} - 6 \text{ моль } \bar{e}$

$$y \text{ моль } \text{Cr}^{+3} - 0,03 \text{ моль } \bar{e}; \quad y = 0,01 \text{ моль}$$

$$n(\text{Cr}^{+3}) = 0,01 \text{ моль}; \quad n(\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3) = 0,5n(\text{Cr}^{+3}) = 0,005 \text{ моль}$$

Найдем пероксид водорода, вступивший в реакцию:

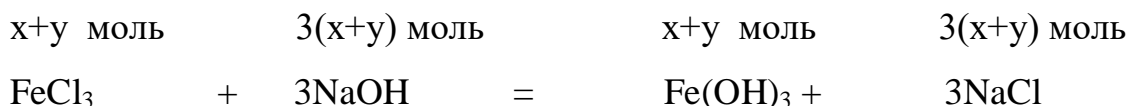
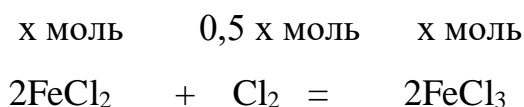
$$n(\text{H}_2\text{O}_2) = 3n(\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3) = 0,015 \text{ моль}; \quad m(\text{H}_2\text{O}_2) = 0,015 \cdot 34 = 0,51\text{г};$$

$$m_{\text{pp}}(\text{H}_2\text{O}_2) = 0,51 / 0,03 = 17 \text{ г}. \quad \text{Ответ: } m_{\text{pp}}(\text{H}_2\text{O}_2) = 17 \text{ г}.$$

Задачи на атомистику

Задача 1. Дан раствор массой 200 г, содержащий хлорид железа(II) и хлорид железа(III). В этом растворе соотношение числа атомов железа к числу атомов хлора равно 3 : 8. Через него пропустили хлор до прекращения реакции. К образовавшемуся раствору добавили раствор гидроксида натрия также до полного завершения реакции. При этом образовалось 526,5 г 20%-ного раствора хлорида натрия. Вычислите массовую долю гидроксида натрия в использованном растворе. (ЕГЭ 2020 год, (vk.com/examtop)).

Решение:



Пусть x моль – FeCl_2 , x моль – Fe , $2x$ моль – Cl ,

y моль – FeCl_3 y моль – Fe , $3y$ моль – Cl , тогда $x+y / 2x+3y = 3/8$, $y=2x$

$$m(\text{NaCl}) = 526,5 \cdot 0,2 = 105,3 \text{ г} \quad n(\text{NaCl}) = 105,3/58,5 = 1,8 \text{ моль}$$

$$3x + 3y = 1,8$$

$$y=2x, \quad \text{откуда } x = 0,2 \text{ моль}, y=0,4 \text{ моль}$$

$$200 + 71 \cdot 0,1 + m(\text{NaOH}) \text{ раствора} - 107 \cdot 0,6 = 526,5, \quad \text{откуда}$$

$$m(\text{NaOH}) \text{ раствора} = 383,6 \text{ г}$$

$$m(\text{NaOH}) = 3 \cdot (0,2 + 0,4) \cdot 40 = 72 \text{ г}$$

$$W = 72/383,6 = 0,188 \text{ (18,8\%)}$$

Ответ: $(\text{NaOH}) = 18,8\%$

Задача 2. Смесь пероксида и оксида бария, в которой соотношение числа атомов бария к числу атомов кислорода равно 5 : 9 растворили в 490 г холодного 20%-ного раствора серной кислоты. При этом соединения бария прореагировали полностью и образовался нейтральный раствор. Вычислите массовую долю воды в образовавшемся растворе. (ЕГЭ 2020 год, (vk.com/examtop)).

Решение

Пусть x моль BaO_2 , x моль Ba , $2x$ моль O ,

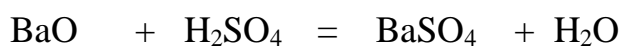
y моль BaO y моль Ba , y моль O , тогда $2x+y/x+y = 9/5$, $x=4y$

$m(\text{H}_2\text{SO}_4) = 490 * 0,2 = 98 \text{ г}$ $n(\text{H}_2\text{SO}_4) = 1 \text{ моль}$

x моль x моль x моль



y моль y моль y моль y моль



$$x+y = 1$$

$x=4y$, откуда $x=0,8$ моль $y=0,2$ моль

$n(\text{BaSO}_4) = 1$ моль, $m(\text{BaSO}_4) = 233 \text{ г}$

$m(\text{H}_2\text{O})$ в реакции = $0,2 * 18 = 3,6 \text{ г}$

$m(\text{H}_2\text{O})$ в растворе = $490*0,8 = 392 \text{ г}$

$m(\text{раствора}) = 490 + 153*0,2 + 169*0,8 - 233 = 422,8 \text{ г}$

$w(\text{H}_2\text{O}) = 392+3,6/422,8 = 0,9357$

Ответ: $w(\text{H}_2\text{O}) = 93,6\%$

Задачи для самостоятельного решения задания 34 на число частиц и атомистику (vk.com/examtop):

1. Смесь оксида и пероксида натрия, в которой соотношение числа атомов натрия к числу атомов кислорода равно 3: 2, нагрели в избытке углекислого газа. Продукт реакции растворили в воде и получили 600 г раствора. К этому раствору добавили 229,6 г раствора хлорида железа(III). После завершения реакции масса

раствора составила 795 г, а массовая доля карбоната натрия в нём 4%. Вычислите массу оксида натрия в исходной смеси. Ответ: 24,8 г.

2. Смесь железной окалины и оксида железа(III), в которой соотношение числа атомов железа к числу атомов кислорода равно 7 : 10, растворили в 500 г концентрированной азотной кислоты, взятой в избытке. Для полного поглощения выделившегося при этом газа потребовалось 20 г 20%-ного раствора гидроксида натрия. Вычислите массовую долю соли в растворе, образовавшемся после растворения оксидов в кислоте. Ответ: 30,8%

3. Смесь цинка и карбоната цинка, в которой соотношение числа атомов цинка к числу атомов кислорода равно 5 : 6, растворили в 500 г разбавленного раствора серной кислоты. При этом все исходные вещества прореагировали полностью, и выделилось 22,4 л смеси газов (н.у.). К этому раствору добавили 500 г 40%-ного раствора гидроксида натрия. Вычислите массовую долю сульфата натрия в конечном растворе. Ответ: 13,3%

4. К 634 г раствора иодида калия, в котором в общей сложности содержится $4,816 \cdot 10^{25}$ атомов, добавили 48 г брома. К полученной смеси прибавили 448 г 25%-ного раствора бромида меди(II). Образовавшееся простое вещество отделили. Вычислите массовую долю бромида меди(II) в конечном растворе. Ответ: 6,79%

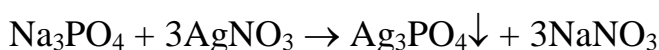
5. К 218 г раствора гидроксида калия, в котором в общей сложности содержится $1,806 \cdot 10^{25}$ атомов, добавили 10,8 г алюминия. Через образовавшийся раствор пропустили сернистый газ, при этом прореагировало 22,4 л (н.у.) газа. Вычислите массовую долю соли в конечном растворе. Ответ: 46,1%

Задачи на растворимость и кристаллогидраты

Задача 1. В 200 г раствора фосфата натрия с массовой долей 5 % растворили 10 г кристаллогидрата $\text{Na}_3\text{PO}_4 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$. К полученному раствору добавили 200 г раствора нитрата серебра с массовой долей 22,18 %. Определите массовую долю соли в конечном растворе. (С.Н.Яшкин, Е.А. Яшкина, ЕГЭ Химия 25 лучших вариантов от «Просвещения», 2019 г).

Решение:

1) Запишем уравнение протекающей реакции:



2) Рассчитаем массу фосфата натрия в исходном растворе:

$$m_1(\text{Na}_3\text{PO}_4) = m_{1(\text{p-p})} \cdot w(\text{Na}_3\text{PO}_4) / 100 \% = 200 \cdot 5 \% / 100 \% = 10 \text{ г}$$

3) Определим массовую долю безводной соли в кристаллогидрате:

$$w(\text{Na}_3\text{PO}_4) = M(\text{Na}_3\text{PO}_4) / M(\text{Na}_3\text{PO}_4 \cdot 12\text{H}_2\text{O}) = 164 / (164 + 216) = 0,4316 \text{ (43,16 \%)}$$

4) Определим массу безводной соли в кристаллогидрате:

$$m(\text{Na}_3\text{PO}_4)_{\text{крист.}} = 10 \cdot 0,4316 = 4,316 \text{ г}$$

5) Определим общее количество фосфата натрия:

$$m(\text{Na}_3\text{PO}_4) = m_1(\text{Na}_3\text{PO}_4) + m(\text{Na}_3\text{PO}_4)_{\text{крист.}} = 10 + 4,316 = 14,316 \text{ г}$$

$$n(\text{Na}_3\text{PO}_4) = 14,316 / 164 = 0,087 \text{ моль}$$

6) Определим количество нитрата серебра:

$$n(\text{AgNO}_3) = m(\text{AgNO}_3)_{\text{p-p}} \cdot w(\text{AgNO}_3) / [M(\text{AgNO}_3) \cdot 100 \%] = 200 \cdot 22,18 / (170 \cdot 100\%) = 0,261 \text{ моль}$$

Нитрат серебра и фосфат натрия взяты в эквивалентных количествах.

7) Определим количество образовавшегося фосфата серебра:

$$n(\text{Ag}_3\text{PO}_4) = n(\text{Na}_3\text{PO}_4) = 0,087 \text{ моль}$$

$$m(\text{Ag}_3\text{PO}_4) = 0,087 \cdot 419 = 36,453 \text{ г}$$

8) Определим количество образовавшегося нитрата натрия:

$$n(\text{NaNO}_3) = n(\text{AgNO}_3) = 0,261 \text{ моль}$$

$$m(\text{NaNO}_3) = 0,261 \cdot 85 = 22,185 \text{ г}$$

9) Определим массовую долю нитрата натрия в конечном растворе:

$$m_{\text{p-ра}} = m_1(\text{Na}_3\text{PO}_4)_{\text{p-p}} + m(\text{Na}_3\text{PO}_4 \cdot 12\text{H}_2\text{O}) + m(\text{AgNO}_3)_{\text{p-p}} - m(\text{Ag}_3\text{PO}_4) = 200 + 10 + 200 - 36,453 = 373,547 \text{ г}$$

$$w(\text{NaNO}_3) = m(\text{NaNO}_3) \cdot 100 \% / m_{\text{p-ра}} = 22,185 \cdot 100 \% / 373,547 = \mathbf{5,94\%}$$

Задачи для самостоятельного решения задания 34 на растворимость и кристаллогидраты:

1. Смешали 340г насыщенного раствора сероводорода и 200г 16,96%-ного раствора сульфата меди (II). Выпавший осадок отделили, а к оставшемуся раствору добавили 28г порошка железа. Найдите массовую долю сульфата железа(II) в образовавшемся растворе. Растворимость сероводорода в указанных условиях составляет 1,9824л (в пересчёте на н.у.) на 1л воды. (Ответ: 6 %).

2. Растворимость безводного сульфата алюминия при некоторой температуре составляет 34,2 г на 100 г воды. При этой температуре приготовили насыщенный раствор, добавив необходимое количество сульфата алюминия к 300 мл воды. Раствор разлили в две колбы. К раствору в первой колбе добавили избыток раствора аммиака. При этом образовалось 15,6 г осадка. К раствору во второй колбе добавили 320 г 25%-ного раствора гидроксида натрия. Определите массовую долю сульфата натрия в конечном растворе во второй колбе. (Ответ: 14,5 %).

Безусловно мы понимаем, что 34 задача ЕГЭ не может быть стандартной, а значит, мы не можем дать чёткий алгоритм решения таких задач. Необходимо показывать обучающимся задачи на растворимость и кристаллогидраты от самых простых до сложных и нестандартных, в том числе и олимпиадные задачи.

Задача 2. 25 г сульфата меди растворили в 70 г воды и образовавшийся раствор длительное время термостатировали при 20°C. В результате образовалось 17,0 г осадка кристаллогидрата $\text{CuSO}_4 \cdot n\text{H}_2\text{O}$, где n целое число. Определите n , если при 20°C растворимость сульфата меди составляет 20,5 г в 100 мл воды. (Отборочный этап олимпиады «Потомки Менделеева», 9 класс, 2023-2024 уч. г.).

Решение:

Рассчитаем массовую долю насыщенного раствора CuSO_4 при 20°C.

$$w_{\text{н.р.}} = 20,5 / (100 + 20,5) = 17,01\%$$

Пусть массовая доля безводной соли в кристаллогидрате $\text{CuSO}_4 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ равна x (в долях единицы).

$$W_{\text{н.р.}} = (25 - 17 \cdot x) / (95 - 17) = 0,1701;$$

$$X = 0,69.$$

Зная массовую долю безводной соли в кристаллогидрате можно найти число молекул воды n .

$$160 / (160 + 18 \cdot n) = 0,69$$

$$n = 3,993 \approx 4.$$

Задача 3. Кристаллогидрат сульфата магния ($\text{MgSO}_4 \cdot n\text{H}_2\text{O}$) массой 36,9 г прокалили при 250°C до полного удаления воды. При этом потеря массы составила 18,9 г. Определите количество молекул воды в кристаллогидрате. (44-й Турнир имени М.В. Ломоносова 2021 г, 8 класс).

Решение:

Из условия задачи следует, что масса воды в кристаллогидрате равна 18,9 г.

Определим массовую долю воды в кристаллогидрате:

$$w(\text{H}_2\text{O}) = 18,9 / 36,9 = 51,2 \%$$

Распишем нахождение массовой доли воды в кристаллогидрате по формуле кристаллогидрата и определим n .

$$w(\text{H}_2\text{O}) = 18 \cdot n / (120 + 18 \cdot n) = 0,512$$

$$n = 6,99 \approx 7.$$

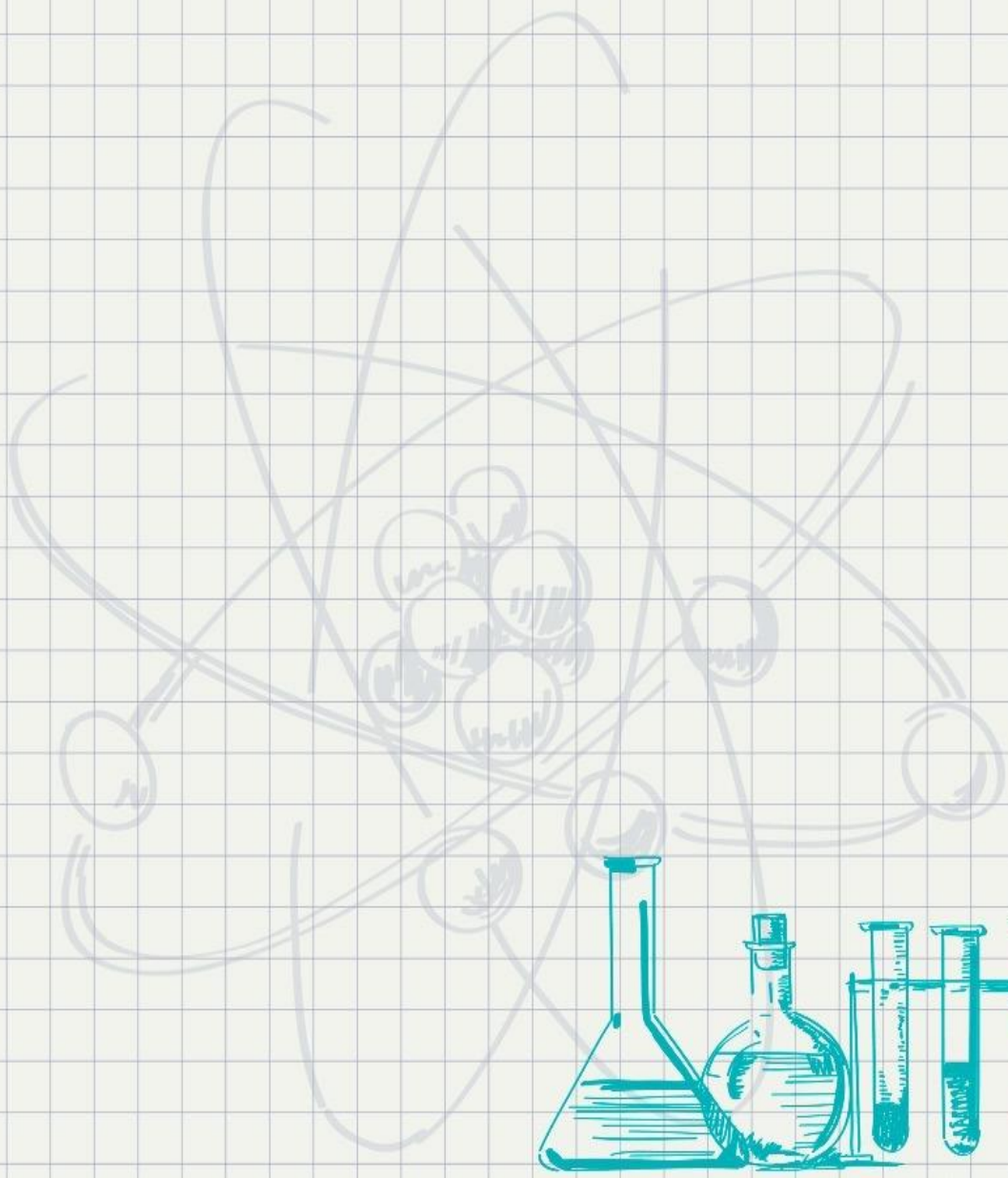
Задачи для самостоятельного решения задания 34 на растворимость и кристаллогидраты:

1. Сколько нужно взять воды и кристаллогидрата состава $\text{XY} \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ ($M_r = 200$) для получения насыщенного при 80°C раствора, при охлаждении которого до 40°C выпадает 0,5 моль кристаллогидрата состава $\text{XY} \cdot 3\text{H}_2\text{O}$? Растворимость безводной соли XY: 80 г при 80°C , 40 г при 40°C . (Кузьменко Н.Е., Ерёмин В.В. 2500 задач по химии с решениями для поступающих в вузы, 2005 г). Ответ: 160,8 г $\text{XY} \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ и 38,2 г воды. (Примечание: при решении данной задачи округления промежуточных величин значительно влияют на конечный ответ задачи. Рекомендуем округлять массовую долю (%) веществ в растворе до сотых).

2. Оксид кальция, полученный при прокаливании 60 г карбоната кальция, растворён в строго необходимом количестве 36,5 %-ной соляной кислоте. Полученный раствор охлаждён до 0°C. При этом выпал шестиводный гидрат соли. Насыщенный раствор при указанной температуре содержит 27,2 % кристаллогидрата. Вычислите массу выпавших кристаллов. (Кузьменко Н.Е., Ерёмин В.В. 2500 задач по химии с решениями для поступающих в вузы, 2005 г).
Ответ: 123,1 г $\text{CaCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$.

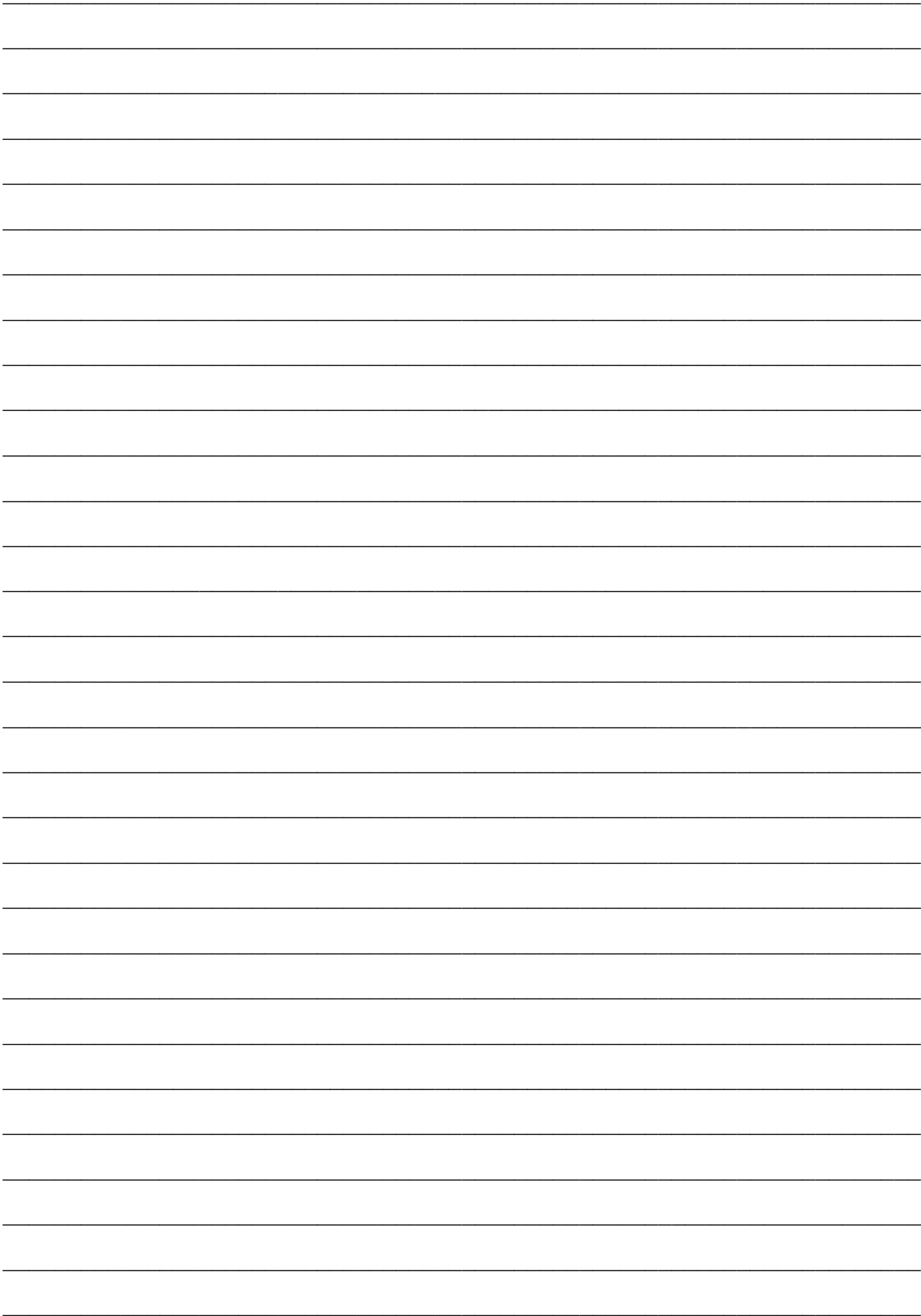
НА ЗАМЕТКУ

Важные математические формулы для расчётов:



Используемые литературные источники и электронные ресурсы:

1. Еремин В. В. Методическое пособие к учебникам В.В. Еремина, Н.Е. Кузьменко и др. «Химия. Углубленный уровень». 10-11 кл./ В.В. Еремин, А.А. Дроздов, И.В. Варганова. – М.: Дрофа, 2014
2. Еремин В. В. Химия.10 класс. Углубленный уровень / В.В. Еремин, Н.Е. Кузьменко, В.И. Теренин, А.А. Дроздов, В.В. Лунин; под редакцией В.В. Лунина– 6-е изд., перераб. – М.: Дрофа, 2019.
3. Еремин В. В. Химия. 11 класс. Углубленный уровень / В.В. Еремин, Н.Е. Кузьменко, А.А. Дроздов, В.В. Лунин. – М.: Дрофа, 2019. – 480 с.
4. Новошинский И.И., Новошинская Н.С. Химия 10 класс Учебник для общеобразовательных учреждений. Изд. «Оникс»
5. Демоверсии, спецификации, кодификаторы по Химии <https://fipi.ru/ege/demoversii-specifikacii-kodifikatory#!/tab/151883967-4>
6. Методические рекомендации для учителей, подготовленные на основе анализа типичных ошибок участников ЕГЭ 2023 года https://doc.fipi.ru/ege/analiticheskie-i-metodicheskie-materialy/2023/hi_mr_2023.pdf
7. Навигатор самостоятельной подготовки к ЕГЭ <https://fipi.ru/navigator-podgotovki/navigator-ege#hi>
8. Открытый вариант КИМ ЕГЭ 2023 года <https://fipi.ru/ege/otkrytyy-bank-zadaniy-ege/otkrytyye-varianty-kim-ege#!/tab/310119616-4>
9. База заданий по химии <https://stepenin.ru/tasks/common/test>
10. Интерактивная линия <https://ege.fipi.ru/os11>
11. Открытый банк заданий ЕГЭ <https://ege.fipi.ru/bank/index.php?proj=EA45D8517ABEB35140D0D83E76F14A41>
12. УМК линий О.С. Габриеляна, УМК Г.Е. Рудзитиса, Ф.Г. Фельдмана
13. Методические материалы: тематические тренинги, тесты, типовые экзаменационные варианты в формате ЕГЭ под редакцией авторов В.Н. Доронькина, Д.Ю. Добротина.



Периодическая система химических элементов Д.И. Менделеева

		Г р у п п ы										
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII			
П е р е д о и п о д а б ы	1	H 1,008 Водород						(H)	He 4,00 Гелий			
	2	Li 6,94 Литий	Be 9,01 Бериллий	B 10,81 Бор	C 12,01 Углерод	N 14,00 Азот	O 16,00 Кислород	F 19,00 Фтор	Ne 20,18 Неон			
	3	Na 22,99 Натрий	Mg 24,31 Магний	Al 26,98 Алюминий	Si 28,09 Кремний	P 30,97 Фосфор	S 32,06 Сера	Cl 35,45 Хлор	Ar 39,95 Аргон			
	4	K 39,10 Калий	Ca 40,08 Кальций	Sc 44,96 Скандий	Ti 47,90 Титан	V 50,94 Ванадий	Cr 52,00 Хром	Mn 54,94 Марганец	Fe 55,85 Железо	Co 58,93 Кобальт	Ni 58,69 Никель	Kr 83,80 Криптон
	5	Rb 85,47 Рубидий	Sr 87,62 Стронций	Y 88,91 Иттрий	Zr 91,22 Цирконий	Nb 92,91 Нюбий	Mo 95,94 Молибден	Tc 98,91 Технеций	Ru 101,07 Рутений	Rh 102,91 Родий	Pd 106,42 Палладий	Xe 131,29 Ксенон
	6	Cs 132,91 Цезий	Ba 137,33 Барий	La* 138,91 Лантан	Hf 178,49 Гафний	Ta 180,95 Тантал	W 183,85 Вольфрам	Re 186,21 Рений	Os 190,2 Осмий	Ir 192,22 Иридий	Pt 195,08 Платина	Rn [222] Радон
	7	Fr [223] Франций	Ra 226 Радий	Ac** [227] Актиний	Rf [261] Резерфордий	Db [262] Дубний	Sg [266] Сигборн	Bh [264] Богуй	Hs [265] Хасий	Mt [268] Миттерер	Ds [271] Дармштадт	Og [294] Оганесон
		Rg [289] Рентген	Cn [285] Коперниций	Nh [286] Нихоний	Fl [289] Флеровий	Mc [290] Московский	Lv [293] Ливерморский	Ts [294] Теннесси				

* Лантаноиды

** Актиноиды

58 Ce 140 Церий	59 Pr 141 Прасеодим	60 Nd 144 Неодим	61 Pm [145] Прометий	62 Sm 150 Самарий	63 Eu 152 Европий	64 Gd 157 Гадолиний	65 Tb 159 Тербий	66 Dy 162,5 Диспрозий	67 Ho 165 Гольмий	68 Er 167 Эрбий	69 Tm 169 Тулий	70 Yb 173 Иттербий	71 Lu 175 Лютеций
90 Th 232 Торий	91 Pa 231 Протактиний	92 U 238 Уран	93 Np 237 Нептуний	94 Pu [244] Плутоний	95 Am [243] Америций	96 Cm [247] Кюрий	97 Bk [247] Берклий	98 Cf [251] Калифорний	99 Es [252] Эйнштейний	100 Fm [257] Фермий	101 Md [258] Менделеевий	102 No [259] Нобелий	103 Lr [262] Лоренций

РАСТВОРИМОСТЬ КИСЛОТ, СОЛЕЙ И ОСНОВАНИЙ В ВОДЕ

	H ⁺	Li ⁺	K ⁺	Na ⁺	NH ₄ ⁺	Ba ²⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Str ²⁺	Al ³⁺	Cr ³⁺	Fe ²⁺	Fe ³⁺	Mn ²⁺	Zn ²⁺	Ag ⁺	Hg ²⁺	Pb ²⁺	Sn ²⁺	Cu ²⁺
OH ⁻		P	P	P	P	P	M	H	M	H	H	H	H	H	H	-	-	H	H	H
F ⁻	P	M	P	P	P	M	H	H	M	H	H	H	H	P	P	-	-	H	H	P
Cl ⁻	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	H	M	M	P	P
Br ⁻	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	H	M	M	P	P
I ⁻	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	?	P	?	P	P	H	H	H	M	?
S ²⁻	P	P	P	P	P	-	-	-	H	-	-	H	-	H	H	H	H	H	H	H
HS ⁻	P	P	P	P	P	P	P	P	P	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?
SO ₃ ²⁻	P	P	P	P	P	H	H	M	H	?	-	H	?	?	M	H	H	H	?	?
HSO ₃ ⁻	P	?	P	P	P	P	P	P	P	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?
SO ₄ ²⁻	P	P	P	P	P	H	M	P	H	P	P	P	P	P	P	M	-	H	P	P
HSO ₄ ⁻	P	P	P	P	P	?	?	?	-	?	?	?	?	?	?	?	?	H	H	?
NO ₃ ⁻	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	-	P
NO ₂ ⁻	P	P	P	P	P	P	P	P	P	?	?	?	?	?	?	M	?	?	?	?
PO ₄ ³⁻	P	H	P	P	-	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H
HPO ₄ ²⁻	P	?	P	P	P	H	H	M	H	?	?	H	?	H	?	?	?	M	H	?
H ₂ PO ₄ ⁻	P	P	P	P	P	P	P	P	P	?	?	P	?	P	P	P	?	?	?	?
CO ₃ ²⁻	P	P	P	P	P	H	H	H	H	?	?	H	-	H	H	H	H	H	?	H
HCO ₃ ⁻	P	P	P	P	P	P	P	P	P	?	?	P	?	?	?	?	?	?	?	?
CH ₃ COO ⁻	P	P	P	P	P	P	P	P	P	-	P	P	-	P	P	P	P	P	P	P
SiO ₃ ²⁻	H	H	P	P	?	H	H	H	H	?	?	H	?	H	H	?	?	?	?	?
MnO ₄ ⁻	P	P	P	P	P	P	P	P	P	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?
Cr ₂ O ₇ ²⁻	P	P	P	P	P	M	P	?	H	?	?	?	?	?	?	H	H	M	?	?
CrO ₄ ²⁻	P	P	P	P	P	H	P	P	H	?	?	?	H	H	H	H	H	H	H	H
ClO ₃ ⁻	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	?	?	?	P	P	P	P	P	?	?
ClO ₄ ⁻	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	?	P	P	P	P	P	?	?

«P» – растворяется (> 1 г на 100 г H₂O);

«M» – мало растворяется (от 0,1 г до 1 г на 100 г H₂O)

«H» – не растворяется (меньше 0,01 г на 1000 г воды); «-» – в водной среде разлагается

«?» – нет достоверных сведений о существовании соединений

РЯД АКТИВНОСТИ МЕТАЛЛОВ / ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИЙ РЯД НАПРЯЖЕНИЙ

Li Rb K Ba Sr Ca Na Mg Al Mn Zn Cr Fe Cd Co Ni Sn Pb (H₂) Sb Bi Cu Hg Ag Pt Au ↓

активность металлов уменьшается