

Задания 3, 19, 29. «Реакции окислительно-восстановительные»

Проверяемые элементы содержания	Требования к уровню подготовки выпускников
✓ Степень окисления химических элементов. ✓ Окислитель и восстановитель. ✓ Реакции окислительно-восстановительные	Определять ✓ степень окисления химических элементов в соединении; ✓ окислитель и восстановитель. Применять основные положения химических теорий для анализа строения и свойств веществ. Объяснять ✓ сущность окислительно-восстановительных реакций. Составлять ✓ уравнения химических реакций

Основные принципы организации подготовки обучающихся к экзамену

Подготовка к экзамену должна осуществляться в процессе преподавания учебного предмета.

Нельзя сводить подготовку к экзамену только к тренировке в выполнении заданий, аналогичных заданиям экзаменационной работы!

Главная задача подготовки к экзамену — целенаправленная работа по повторению, систематизации и обобщению изученного материала, по приведению в систему знаний ключевых понятий курса химии.

Необходим опыт проведения реального химического эксперимента!

Какие важнейшие понятия и правила темы «ОВР» следует усвоить обучающимся?

Правила для определения степеней окисления атомов

- В простых веществах степень окисления элементов равна нулю
- **Высшая (максимальная) степень окисления** элементов II—VII групп, как правило, равна номеру группы, в которой находится элемент в периодической таблице Д.И. Менделеева
- **Низшая (минимальная) степень окисления** металлов равна нулю. Низшая степень окисления неметаллов обычно равна: – (8 – номер группы, в которой находится элемент)
- Значения степеней окисления элемента между высшей и низшей степенями окисления называются **промежуточными**
- Алгебраическая сумма степеней окисления всех атомов в нейтральной молекуле равна нулю, а в сложном ионе – заряду иона

Правила для определения степеней окисления атомов

- Некоторые элементы во всех сложных соединениях имеют **постоянную степень окисления**:

Элементы с постоянной степенью окисления	Степень окисления
Щелочные металлы: Li, Na, K, Rb, Cs, Fr	+1
Все элементы II группы, кроме Hg: Be, Mg, Ca, Sc, Ba, Ra, Zn, Cd	+2
Алюминий Al	+3
Фтор F	-1

Правила для определения степеней окисления атомов

- **Водород и кислород** в большинстве сложных соединений имеют постоянные степени окисления, но есть исключения:

Элемент	Степень окисления в большинстве соединений	Исключения
Н	+1	Гидриды активных металлов: LiH, NaH, KH, CaH ₂ и др. – степень окисления водорода равна -1
О	-2	Пероксиды водорода и металлов: H ₂ O ₂ , Na ₂ O ₂ , BaO ₂ и др. – степень окисления кислорода равна -1. Фторид кислорода OF ₂ – степень окисления кислорода равна +2

- Все остальные элементы имеют в сложных соединениях **переменные степени окисления**

Важнейшие окислители и восстановители

	Только окислители	Только восстановители	И окислители, и восстановители
Степень окисления элемента	высшая	низшая	промежуточная
Примеры	N⁺⁵ : HNO ₃ и нитраты; S⁺⁶ : H ₂ SO ₄ и сульфаты; Cr⁺⁶ : хроматы и бихроматы; Mn⁺⁷ : KMnO ₄ ; Pb⁺⁴ : PbO ₂	N⁻³ : NH ₃ и его производные; S⁻² : H ₂ S и сульфиды; Cl⁻¹, Br⁻¹, I⁻¹ : HCl, HBr, HI и соответствующие галогениды	Простые вещества-неметаллы : N ₂ , S, H ₂ , P, C и др. S⁺⁴ : SO ₂ и сульфиты; N⁺⁴ : NO ₂ ; Mn⁺⁴ : MnO ₂

Процесс окисления всегда сопровождается процессом восстановления!

Важнейшие окислители

Окислители

Продукты реакции. Примеры

1. Простые вещества-неметаллы

Галогены F_2 , Cl_2 , Br_2 , I_2



В кислой среде: галогеноводороды HF , HCl , HBr , HI :

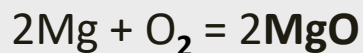


В щелочной среде: соли галогеноводородных кислот:



Кислород O_2

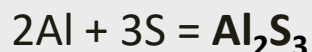
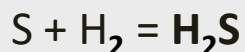
O^{-2} (как правило):



Сера S



С водородом и металлами при нагревании сероводород H_2S и **сульфиды** (соответственно):



Важнейшие окислители

Окислители

Продукты реакции. Примеры

2. Кислородсодержащие кислоты и их соли, в состав которых обычно входят атомы элементов в высшей степени окисления

Азотная кислота
 HNO_3



Чем активнее восстановитель и чем меньше концентрация кислоты, тем глубже протекает восстановление азота:



Важнейшие окислители

Окислители	Продукты реакции. Примеры
Концентрированная азотная кислота HNO_3	С малоактивными металлами и с неметаллами преимущественно образуется NO_2 (бурый газ): $\text{Cu} + 4\text{HNO}_3(\text{конц.}) = \text{Cu}(\text{NO}_3)_2 + 2\text{NO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$ $\text{P} + 5\text{HNO}_3(\text{конц.}) = \text{H}_3\text{PO}_4 + 5\text{NO}_2 + \text{H}_2\text{O}$ 
Разбавленная азотная кислота HNO_3	С малоактивными металлами преимущественно образуется NO: $\text{Cu} + 8\text{HNO}_3(\text{разб.}) = 3\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 + 2\text{NO} + 4\text{H}_2\text{O}$ С активными металлами преимущественно образуется N_2O или N_2 (в действительности — смесь продуктов восстановления азотной кислоты!): $4\text{Zn} + 10\text{HNO}_3(\text{разб.}) = 4\text{Zn}(\text{NO}_3)_2 + \text{N}_2\text{O} + 5\text{H}_2\text{O}$ $5\text{Zn} + 12\text{HNO}_3(\text{разб.}) = 5\text{Zn}(\text{NO}_3)_2 + \text{N}_2 + 6\text{H}_2\text{O}$
Очень разбавленная азотная кислота HNO_3	С активными металлами возможно образование NH_3 (NH_4NO_3): $4\text{Mg} + 10\text{HNO}_3(\text{оч.разб.}) = 4\text{Mg}(\text{NO}_3)_2 + \text{NH}_4\text{NO}_3 + 3\text{H}_2\text{O}$

Важнейшие окислители

Окислители	Продукты реакции. Примеры
Нитрат-ион NO_3^-	В растворах под действием активных металлов — NH_3, в расплавах — соответствующие нитриты: в растворе: $4\text{Zn} + \text{KNO}_3 + 7\text{KOH} + 6\text{H}_2\text{O} = 4\text{K}_2[\text{Zn}(\text{OH})_4] + \text{NH}_3$ в расплаве: $\text{Zn} + \text{NaNO}_3 + 2\text{NaOH} = \text{Na}_2\text{ZnO}_2 + \text{NaNO}_2 + \text{H}_2\text{O}$

Важнейшие окислители

Окислители

Концентрированная
серная кислота H_2SO_4



Продукты реакции. Примеры

Чем активнее восстановитель и чем выше концентрация кислоты, тем глубже протекает восстановление серы:

концентрация кислоты		
SO_2	S	H_2S
+ 4	0	- 2
активность восстановителя		

Важнейшие окислители

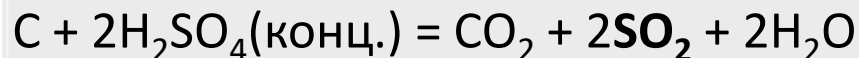
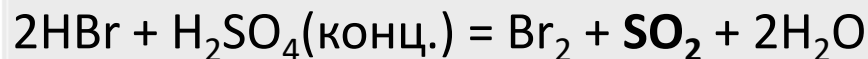
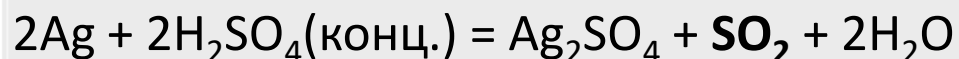
Окислители

Концентрированная
серная кислота H_2SO_4

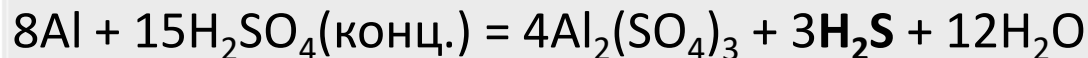
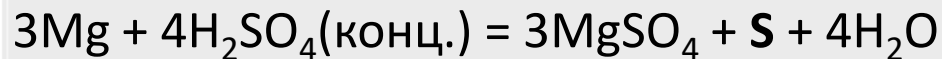


Продукты реакции. Примеры

С малоактивными металлами (Cu, Ag и др.), HBr и некоторыми неметаллами (C, S) — SO_2 :



С активными металлами (Zn, Mg, Al, Ca и др.) — свободная сера **S** или сероводород H_2S :



Важнейшие окислители

Окислители

Продукты реакции. Примеры

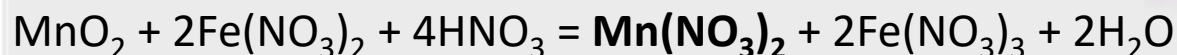
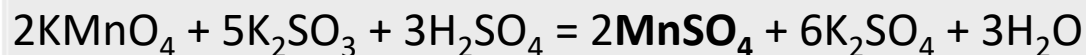
Перманганат калия
 KMnO_4 ,

манганат калия
 K_2MnO_4 ,

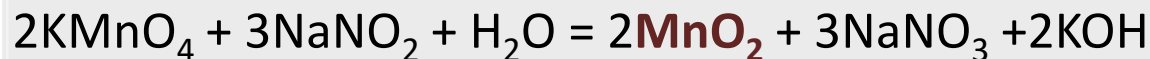
оксид марганца(IV)
 MnO_2



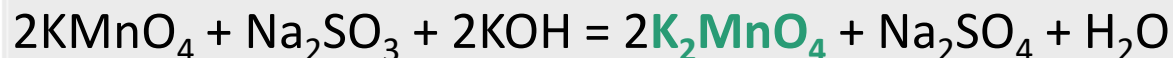
В кислой среде — соли Mn^{2+} (обесцвечивание):



В нейтральной или слабощелочной среде KMnO_4 и K_2MnO_4 восстанавливаются до MnO_2 (бурый осадок)



В сильнощелочной среде — K_2MnO_4 (раствор зеленого цвета):



Продукты восстановления KMnO_4 в различных средах

KMnO_4



Среда	Схема полуреакции
Кислая	$\text{Mn}^{+7} + 5\text{e}^- \rightarrow \text{Mn}^{+2}$ (обесцвечивание) $\text{MnO}_4^- + 8\text{H}^+ + 5\text{e}^- \rightarrow \text{Mn}^{2+} + 4\text{H}_2\text{O}$
Нейтральная	$\text{Mn}^{+7} + 3\text{e}^- \rightarrow \text{Mn}^{+4}$ $\text{MnO}_4^- + 2\text{H}_2\text{O} + 3\text{e}^- \rightarrow \text{MnO}_2 \downarrow + 4\text{OH}^-$ бурый осадок
Щелочная	$\text{Mn}^{+7} + \text{e}^- \rightarrow \text{Mn}^{+6}$ $\text{MnO}_4^- + \text{e}^- \rightarrow \text{MnO}_4^{2-}$ раствор зеленого цвета

Важнейшие окислители

Окислители

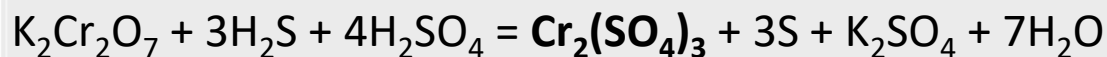
Продукты реакции. Примеры

Хроматы (K_2CrO_4)

и бихроматы
($\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$)

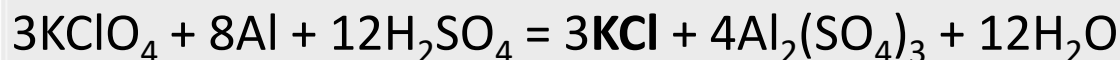


В кислой среде — соединения Cr^{+3} (соответствующие соли CrCl_3 , $\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3$, $\text{Cr}(\text{NO}_3)_3$):



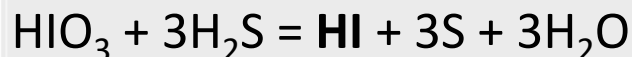
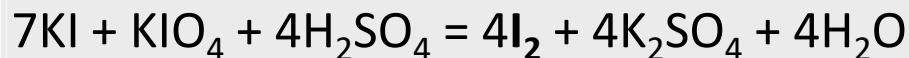
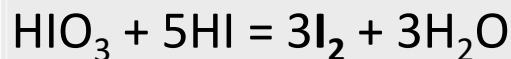
Кислородсодержащие
кислоты хлора и брома
(HClO , HClO_3 , HClO_4 ,
 HBrO_3) и их соли

Ионы Cl^- и Br^- :



Кислородсодержащие
кислоты иода (HIO_3 ,
 HIO_4) и их соли

Иод I_2 , под действием более сильных восстановителей образует иодид-ион I^- :



Важнейшие окислители

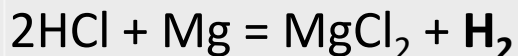
Окислители

Продукты реакции. Примеры

3. Ион H^+ и катионы металлов в высшей степени окисления (Fe^{3+} , Cu^{2+} , Hg^{2+} и др.)

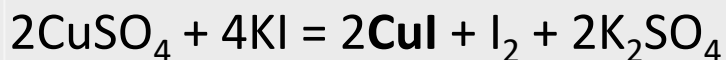
Ион H^+

Водород H_2 :



Катионы металлов в высшей степени окисления (Fe^{3+} , Cu^{2+} , Hg^{2+})

Ионы с более низкой степенью окисления:



Важнейшие восстановители

Восстановители

Продукты реакции. Примеры

1. Активные металлы (щелочные, щелочноземельные, Zn, Al, Fe и др.) и некоторые неметаллы (H₂, C, P, Si)

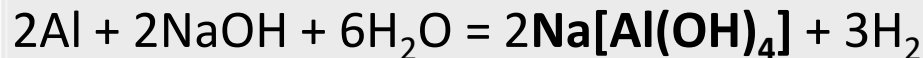
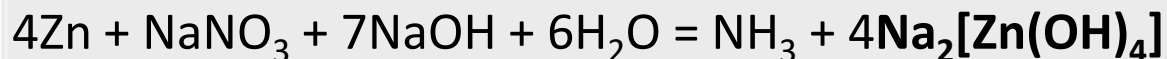
Активные металлы



В кислой среде — соответствующие катионы (соли):



В щелочной среде металлы Zn и Al — соответственно гидроксоцинкаты или гидроксоалюминаты:

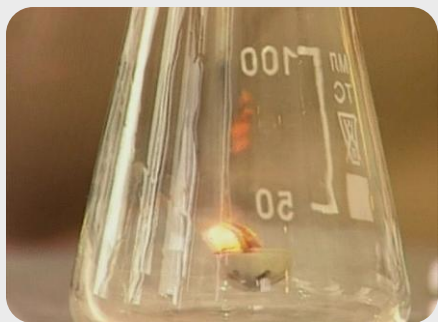


Важнейшие восстановители

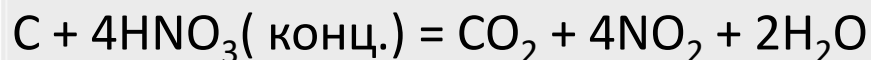
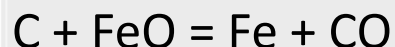
Восстановители

Продукты реакции. Примеры

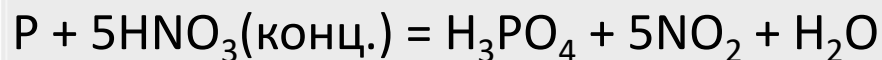
Неметаллы



Углерод — CO или CO₂:



Фосфор под действием сильных окислителей окисляется до H₃PO₄:



Важнейшие восстановители

Восстановители	Продукты реакции. Примеры
2. Бескислородные кислоты (HCl, HBr, HI, H₂S) и их соли; гидриды щелочных и щелочноземельных металлов (NaH, CaH₂ и др.)	
Бескислородные кислоты (HCl, HBr, HI, H ₂ S) и их соли	Нейтральные атомы или молекулы, способные в некоторых случаях к дальнейшему окислению: $8\text{KI} + 5\text{H}_2\text{SO}_4 = \text{H}_2\text{S} + 4\text{I}_2 + 4\text{K}_2\text{SO}_4 + 4\text{H}_2\text{O}$ $\text{H}_2\text{S} + 4\text{Cl}_2 + 4\text{H}_2\text{O} = 8\text{HCl} + \text{H}_2\text{SO}_4$ При обжиге сульфидов p- и d- элементов — SO₂: $2\text{ZnS} + 3\text{O}_2 = 2\text{ZnO} + 2\text{SO}_2$ $\text{HgS} + \text{O}_2 = \text{Hg} + \text{SO}_2$
Гидриды щелочных и щелочноземельных металлов	Водород H₂: $\text{NaH} + \text{H}_2\text{O} = \text{NaOH} + \text{H}_2$

Важнейшие восстановители

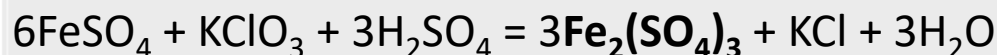
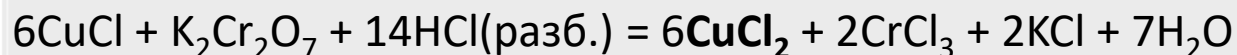
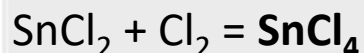
Восстановители

Продукты реакции. Примеры

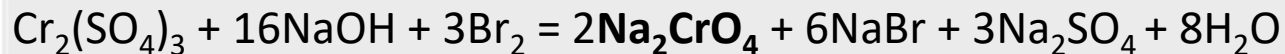
3. Катионы металлов в низшей степени окисления (Fe^{2+} , Cu^+ , Sn^{2+} и др.)



Соединения с **более высокой степенью окисления** металла:



Катион Cr^{3+} проявляет сильную восстановительную активность в **щелочной среде**, окисляясь до хромат-иона CrO_4^{2-} (**но не до бихромат-иона $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$!**):



зеленый

жёлтый

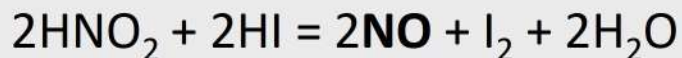
Окислительно-восстановительная двойственность

Окислитель

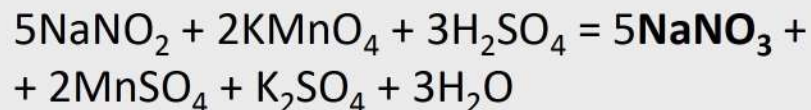
Восстановитель

Азотистая кислота HNO_2 и нитриты

Под действием сильных восстановителей (H_2S , HI , KI) восстанавливаются, как правило, до **NO** (иногда — до других соединений азота в более низких степенях окисления):

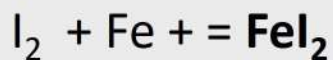
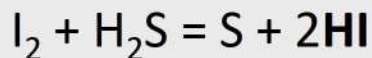


Под действием сильных окислителей (KMnO_4 , $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$, KClO_3 и др.) окисляются до **азотной кислоты HNO_3** или её **солей**:

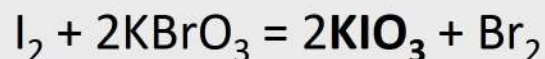
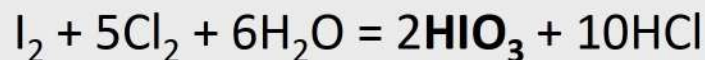


Иод в свободном состоянии

Восстанавливается до I^{-1} :



Под действием сильных окислителей (Cl_2 , HNO_3 , KBrO_3 и др.) окисляется до **иодноватой кислоты HIO_3** или её **солей**:



Окислительно-восстановительная двойственность

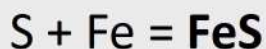
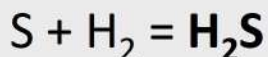
Окислитель

Восстановитель

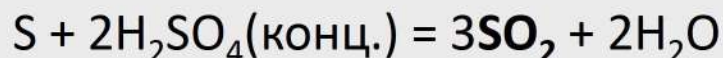
Сера в свободном состоянии и соединения серы в степени окисления +4 (SO_2 , H_2SO_3 , сульфиты)

Сера S

Водородом H_2 и металлами восстанавливается до S^{-2} :

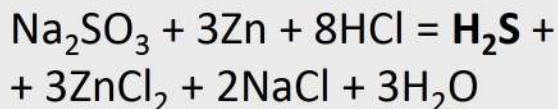
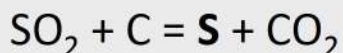
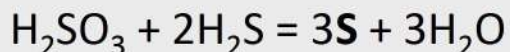


Под действием O_2 , Cl_2 , конц. H_2SO_4 , конц. HNO_3 , KMnO_4 , $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ и др. окисляется до S^{+4} или S^{+6} :

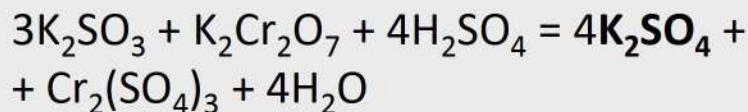
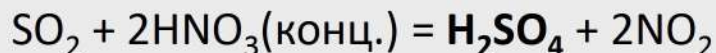


SO_2 , H_2SO_3 и сульфиты

Сероводородом H_2S , углеродом C, активными металлами восстанавливаются до S^0 или S^{-2} :



Под действием сильных окислителей (O_2 , KClO_3 , HClO_4 , KMnO_4 , $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$, конц. HNO_3 и др.) окисляются до S^{+6} :



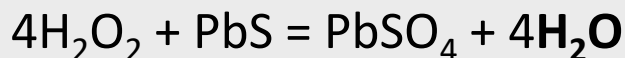
Окислительно-восстановительная двойственность

Окислитель

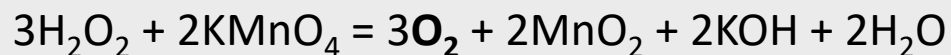
Восстановитель

Пероксид водорода H_2O_2

Восстанавливается до
кислорода O^{2-} :



Окисляется до кислорода O_2 :



Типы ОВР

Тип ОВР	Примеры
1. Межмолекулярные: элемент-окислитель и элемент-восстановитель входят в состав молекул различных веществ	$\text{I}_2 + \text{H}_2\text{S} = 2\text{HI} + \text{S}$
2. Внутримолекулярные: элемент-окислитель и элемент-восстановитель входят в состав одного вещества	$2\text{NaNO}_3 = 2\text{NaNO}_2 + \text{O}_2$
3. Реакции конпропорционирования: функции окислителя и восстановителя выполняет один и тот же элемент в разных степенях окисления, который входит в состав разных веществ или в состав одного и того же вещества	$5\text{HI} + \text{HIO}_3 = 3\text{I}_2 + 3\text{H}_2\text{O}$ (межмолекулярное конпропорционирование) $\text{NH}_4\text{NO}_2 = \text{N}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$ (внутримолекулярное конпропорционирование)

Типы ОВР

Тип ОВР	Примеры
4. Реакции диспропорционирования (самоокисления-самовосстановления): атомы одного и того же элемента в одной и той же степени окисления являются и окислителем и восстановителем. Характерны для соединений, в которых элемент находится в промежуточной степени окисления	$2\text{H}_2\text{O}_2 = \text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$ $3\text{S} + 6\text{KOH} = \text{K}_2\text{SO}_3 + 2\text{K}_2\text{S} + 3\text{H}_2\text{O}$ $\text{I}_2 - \text{Cl}_2$ или Br_2: $3\text{I}_2 + 6\text{NaOH} = \text{NaClO}_3 + 5\text{NaCl} + 3\text{H}_2\text{O} \text{ (при нагревании)}$ $\text{I}_2 + 2\text{NaOH} = \text{NaClO} + \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O} \text{ (на холоде)}$ $3\text{I}_2 + 6\text{NaOH} = \text{NaIO}_3 + 5\text{NaI} + 3\text{H}_2\text{O}$ $\text{P}_4 + 3\text{KOH} + 3\text{H}_2\text{O} = \text{PH}_3 + 3\text{KH}_2\text{PO}_2$ $2\text{NO}_2 + 2\text{NaOH} = \text{NaNO}_3 + \text{NaNO}_2 + \text{H}_2\text{O}$ $3\text{HNO}_2 = \text{HNO}_3 + 2\text{NO} + \text{H}_2\text{O}$ $4\text{K}_2\text{SO}_3 = 3\text{K}_2\text{SO}_4 + \text{K}_2\text{S} \text{ (600}^\circ\text{C)}$

8 класс, ОГЭ вопросы 2, 6 ЕГЭ - вопрос 1

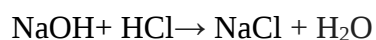
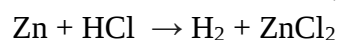
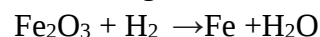
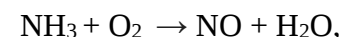
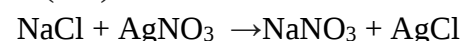
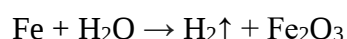
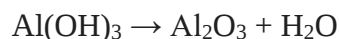
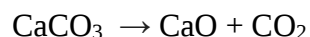
Составьте схему строения атома лития. $ \begin{array}{c} {}^3\text{Li} \quad \left \right \\ 2 \quad 1 \\ \swarrow \text{Li}^0 \searrow \\ p^+=3 \quad e^-=3 \end{array} $ вывод: атом лития имеет 3 протона и 3 электрона. Атом электронейтрален.	Составьте схему строения атома серы. $ \begin{array}{c} {}^{16}\text{S} \quad \left \right \left \right \\ 2 \quad 8 \quad 6 \\ \swarrow \text{S}^0 \searrow \\ p^+=16 \quad e^-=16 \end{array} $ вывод: атом серы имеет 16 протонов и 16 электронов. Атом электронейтрален.
---	---

8 класс

Составьте схему строения атома лития и покажите процесс отдачи 1 электрона. $ \begin{array}{c} {}^3\text{Li} \quad \left \right \\ 2 \quad 1 \\ \swarrow \text{Li}^0 \searrow \\ p^+=3 \quad e^-=3 \end{array} \xrightarrow{-1e^-} \begin{array}{c} {}^3\text{Li}^{+1} \\ \swarrow \searrow \\ p^+=3 \quad e^-=2 \end{array} $ Что изменилось? Сделайте вывод.	Составьте схему строения атома серы и покажите процесс принятия 2 электронов. $ \begin{array}{c} {}^{16}\text{S} \quad \left \right \left \right \\ 2 \quad 8 \quad 6 \\ \swarrow \text{S}^0 \searrow \\ p^+=16 \quad e^-=16 \end{array} \xrightarrow{+2e^-} \begin{array}{c} {}^{16}\text{S}^{-2} \\ \swarrow \searrow \\ p^+=16 \quad e^-=18 \end{array} $ Что изменилось? Сделайте вывод.
---	---

9 класс, ОГЭ - вопрос 15

Среди представленных уравнений реакций найдите, те которые относятся к реакциям окислительно – восстановительным.. Свой ответ объясните. В схемах уравнений расставьте коэффициенты.



9 класс, ОГЭ -вопрос 20, ЕГЭ - 29

Электронный баланс – метод, основанный на сравнении степеней окисления атомов в исходных веществах и продуктах реакции и на балансировании числа электронов, смещаемых от восстановителя к окислителю.

Алгоритм составления уравнений окислительно-восстановительных реакций методом электронного баланса:

1. Составить схему реакции.
2. Определить степени окисления элементов в реагентах и продуктах реакции.
3. Определить, какой элемент окисляется (его степень окисления повышается) и какой элемент восстанавливается (его степень окисления понижается) в процессе реакции.
4. В левой части схемы обозначить с помощью стрелок процесс окисления (смещения электронов от атома элемента) и процесс восстановления (смещения электронов к атому элемента).

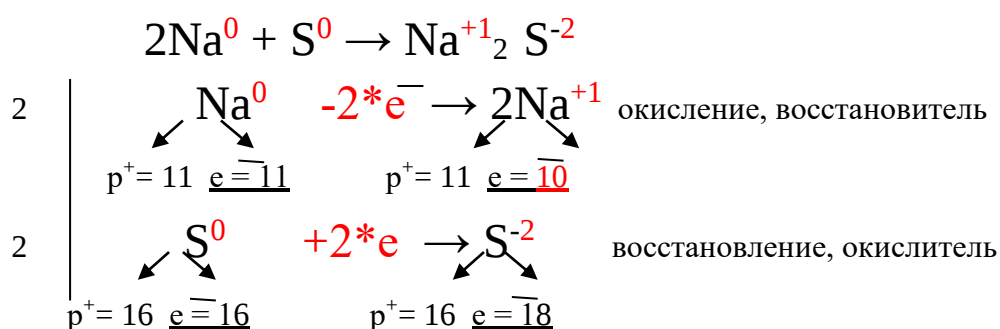
5. Определить восстановитель (атом элемента, от которого смещаются электроны) и окислитель (атом элемента, к которому смещаются электроны).
6. Сбалансировать число электронов между окислителем и восстановителем.
7. Определить коэффициенты для окислителя и восстановителя, продуктов окисления и восстановления.
8. Записать коэффициент перед формулой вещества, определяющего среду раствора.
9. Проверить уравнение реакции.

Составьте уравнения электронного баланса, определите окислитель и восстановитель, расставьте коэффициенты для следующих химических реакций:

Алгоритм выполнения задания:

- 1) определите степени окисления элементов в веществах.
- 2) Напишите уравнения электронного баланса 1 и 2, определив, что происходит с электронами.
- 3) Назовите в каждом уравнение процесс (окисление или восстановление), определите окислитель и восстановитель.
- 4) Расставьте коэффициенты используя электронный баланс.

Пример:



Предскажите функции веществ в окислительно-восстановительных реакциях: H_2SO_4 конц, S, SO_2 , H_2S Приведите примеры уравнений, соответствующих реакций.

H_2SO_4 конц — окислитель, так как элемент сера проявляет в данном соединении высшую степень окисления (+6).

H_2S — восстановитель, так как элемент сера проявляет в данном соединении низшую степень окисления (–2).

S, SO_2 , — окислитель или восстановитель (в зависимости от сореагента), так как элемент сера проявляет в данных соединениях промежуточную степень окисления.

Наиболее часто встречающимися окислителями являются кислоты, соли и оксиды с **максимально положительной степенью окисления** входящего в них элемента.

- кислоты: HNO_3 , H_2SO_4 , HClO_4 , $\text{H}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$
- соли: KClO_4 , KClO_3 , KNO_3 , KMnO_4 , $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$
- оксиды: PbO_2 , Mn_2O_7 , CrO_3 , N_2O_5
- активные неметаллы – фтор, хлор, кислород, озон

Наиболее часто встречающиеся восстановители:

- металлы
- вещества с **минимально возможной (отрицательной) степенью окисления** неметалла
 - водородные соединения: NH_3 , HI , HBr , H_2S
 - соли: KI , NaBr , K_2S

ОГЭ

Типы заданий ОГЭ по химии по теме ОВР

15

1. В уравнении окислительно–восстановительной реакции

$\text{Cu} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{CuSO}_4 + \text{H}_2\text{O} + \text{SO}_2$ коэффициент перед формулой восстановителя равен

- 1) 4 2) 3 3) 2 4) 1

2. В уравнении окислительно–восстановительной реакции $\text{NO}_2 + \text{Mg} \rightarrow \text{MgO} + \text{N}_2$ коэффициент перед формулой окислителя равен 1) 4 2) 3 3) 2 4) 1

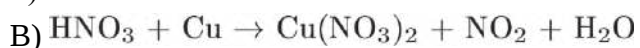
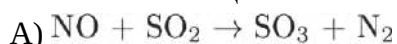
15

1. В химической реакции, уравнение которой $\text{SO}_2 + 2\text{H}_2\text{S} = 3\text{S} + 2\text{H}_2\text{O}$ окислителем является

- 1) H^{+1} в сероводороде 2) O^{-2} в оксиде серы (IV)
3) S^{-2} в сероводороде 4) S^{+4} в оксиде серы (IV)

2. Установите соответствие между схемой окислительно-восстановительной реакции и веществом-окислителем в ней.

СХЕМА РЕАКЦИИ



ОКИСЛИТЕЛЬ

1) O_2

2) NO

3) NO_2

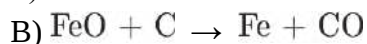
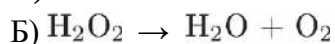
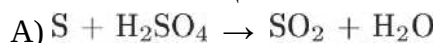
4) SO_2

5) HNO_3

15

1. Установите соответствие между схемой окислительно-восстановительной реакции и степенью окисления восстановителя в ней.

СХЕМА РЕАКЦИИ



СТЕПЕНЬ ОКИСЛЕНИЯ ВОССТАНОВИТЕЛЯ

1) 0

2) +1

3) +2

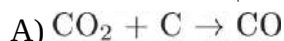
4) –1

5) +6

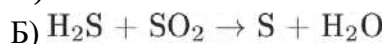
15. Установите соответствие между схемой окислительно-восстановительной реакции и степенью окисления окислителя в ней.

СХЕМА РЕАКЦИИ

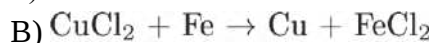
СТЕПЕНЬ ОКИСЛЕНИЯ ОКИСЛИТЕЛЯ



1) 0



2) -2



3) +2

4) -4

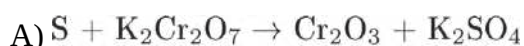
5) +4

15

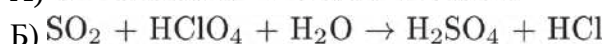
1. Установите соответствие между схемой окислительно-восстановительной реакции и изменением степени окисления восстановителя в ней.

СХЕМА РЕАКЦИИ

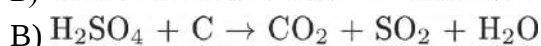
ИЗМЕНЕНИЕ СТЕПЕНИ ОКИСЛЕНИЯ ВОССТАНОВИТЕЛЯ



1) $+4 \rightarrow +6$



2) $+6 \rightarrow +3$



3) $+6 \rightarrow +4$

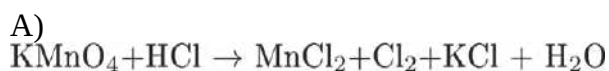
4) $0 \rightarrow +4$

5) $0 \rightarrow +6$

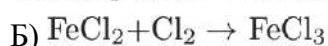
15. Установите соответствие между схемой химической реакции и изменением степени окисления восстановителя в ней.

СХЕМА РЕАКЦИИ

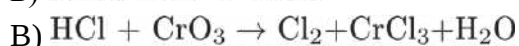
ИЗМЕНЕНИЕ СТЕПЕНИ ОКИСЛЕНИЯ ВОССТАНОВИТЕЛЯ



1) $0 \rightarrow +1$



2) $-1 \rightarrow 0$



3) $+2 \rightarrow +3$

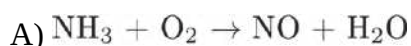
4) $+3 \rightarrow +2$

15

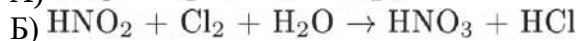
1. Установите соответствие между схемой реакций и изменением степени окисления восстановителя в ней.

СХЕМА РЕАКЦИИ

ИЗМЕНЕНИЕ СТЕПЕНИ ОКИСЛЕНИЯ ВОССТАНОВИТЕЛЯ



1) $\overset{0}{\text{N}} \rightarrow \overset{-1}{\text{N}}$



2) $\overset{-3}{\text{N}} \rightarrow \overset{+2}{\text{N}}$



3) $\overset{-3}{\text{N}} \rightarrow \overset{0}{\text{N}}$

4) $\overset{+3}{\text{N}} \rightarrow \overset{+6}{\text{N}}$

5) $\overset{+3}{\text{N}} \rightarrow \overset{+5}{\text{N}}$

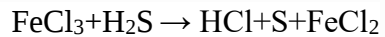
20

1) Используя метод электронного баланса, составьте уравнение реакции



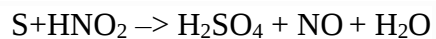
Определите окислитель и восстановитель.

2) Используя метод электронного баланса, составьте уравнение реакции



Определите окислитель и восстановитель.

3) Используя метод электронного баланса, составьте уравнение реакции



Определите окислитель и восстановитель.

Типы заданий ЕГЭ по теме Окислительно – восстановительные реакции

Задание 19. Установите соответствие между уравнением реакции и формулой вещества, играющего в этой реакции роль восстановителя: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.

УРАВНЕНИЕ РЕАКЦИИ

- А) $\text{I}_2 + 5\text{F}_2 = 5\text{IF}_2$
 Б) $2\text{FeO} + \text{C} = 2\text{Fe} + \text{CO}_2$
 В) $\text{SO}_2 + \text{I}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = 2\text{H}_2\text{SO}_4 + 2\text{HI}$
 Г) $\text{FeO} + 4\text{HNO}_3 = \text{Fe}(\text{NO}_3)_3 + \text{NO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$

ФОРМУЛА ВОССТАНОВИТЕЛЯ

- 1) FeO
 2) Fe
 3) I_2
 4) SO_2
 5) HI
 6) C

Запишите в ответ цифры, расположив их в порядке, соответствующем буквам:

А	Б	В	Г

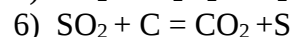
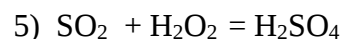
Задание 19 Установите соответствие между схемой полуреакции восстановления и уравнением реакции: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.

СХЕМА ПОЛУРЕАКЦИИ ВОССТАНОВЛЕНИЯ

- А) $\text{S}^{+6} + 2\text{e} \longrightarrow \text{S}^{+4}$
 Б) $\text{S}^{+6} + 8\text{e} \longrightarrow \text{S}^{-2}$
 В) $\text{S}^{+4} + 4\text{e} \longrightarrow \text{S}^0$
 Г) $\text{S}^0 + 2\text{e} \longrightarrow \text{S}^{-2}$

УРАВНЕНИЕ РЕАКЦИИ

- 1) $\text{Hg} + \text{S} = \text{HgS}$
 2) $\text{Cu} + 2\text{H}_2\text{SO}_4 = \text{CuSO}_4 + \text{SO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$
 3) $\text{H}_2\text{SO}_4 + 8\text{HI} = 4\text{I}_2 + \text{H}_2\text{S} + 2\text{H}_2\text{O}$
 4) $\text{S} + \text{O}_2 = \text{SO}_2$

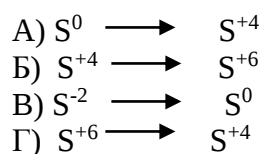


Запишите в ответ цифры, расположив их в порядке, соответствующем буквам:

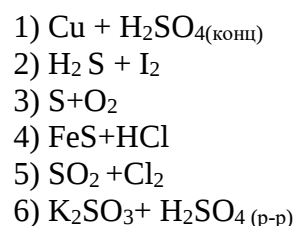
А	Б	В	Г

Задание 19 Установите соответствие между изменением степени окисления серы и формулами веществ, при взаимодействии которых это изменение происходит: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.

ИЗМЕНЕНИЕ СТЕПЕНИ
ОКИСЛЕНИЯ



ФОРМУЛЫ ВЕЩЕСТВ

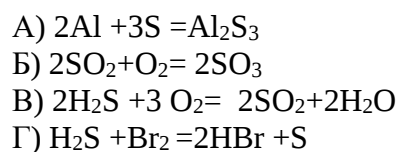


Запишите в ответ цифры, расположив их в порядке, соответствующем буквам:

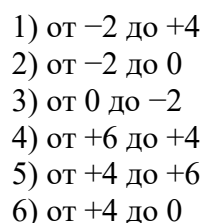
А	Б	В	Г

Задание 19. Установите соответствие между уравнением окислительно-восстановительной реакции и изменением степени окисления серы в ней: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.

УРАВНЕНИЕ РЕАКЦИИ



ИЗМЕНЕНИЕ СТЕПЕНИ ОКИСЛЕНИЯ СЕРЫ



Запишите в ответ цифры, расположив их в порядке, соответствующем буквам:

А	Б	В	Г

Задание 19. Установите соответствие между формулой иона и его способностью проявлять окислительно-восстановительные свойства: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.

ФОРМУЛА ИОНА	ОКИСЛИТЕЛЬНО-ВОССТАНОВИТЕЛЬНЫЕ СВОЙСТВА
А) N^{3-}	1) только окислитель
Б) NO_2^-	2) только восстановитель
В) SO_3^{2-}	3) и окислитель, и восстановитель
Г) C^{4-}	4) ни окислитель, ни восстановитель

Запишите в ответ цифры, расположив их в порядке, соответствующем буквам

А	Б	В	Г

Задание 19. Установите соответствие между схемой реакции и формулой недостающего в ней вещества: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.

СХЕМА РЕАКЦИИ	ФОРМУЛА ВЕЩЕСТВА
А) $\text{FeS}_2 + \text{O}_2 \longrightarrow \text{Fe}_2\text{O}_3 + \dots$	1) SO_2
Б) $\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{C} \longrightarrow \dots + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$	2) SO_3
В) $\text{H}_2\text{SO}_{4(\text{разб})} + \text{Zn} \longrightarrow \text{ZnSO}_4 + \dots$	3) H_2
Г) $\text{H}_2\text{S} + \text{O}_{2(\text{изб})} \longrightarrow \dots + 2\text{H}_2\text{O}$	4) S
	5) H_2S

Запишите в ответ цифры, расположив их в порядке, соответствующем буквам:

А	Б	В	Г

Задание 19. Установите соответствие между названием вещества и степенью окисления азота в нём: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.

НАЗВАНИЕ ВЕЩЕСТВА	СТЕПЕНЬ ОКИСЛЕНИЯ АЗОТА
А) гидросульфид аммония	1) -3
Б) нитрат железа (II)	2) -2
В) нитрит натрия	3) +1
Г) азотистая кислота	4) +2
	5) +3
	6) +5

Запишите в ответ цифры, расположив их в порядке, соответствующем буквам:

А	Б	В	Г

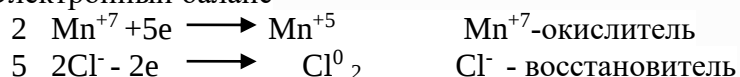
Задание 29

Для выполнения задания используйте следующий перечень веществ: перманганат калия, хлороводород, хлорид натрия, карбонат натрия, хлорид калия. Допустимо использование водных растворов веществ. Из предложенного перечня веществ выберите вещества, между которыми возможна окислительно-восстановительная реакция, и запишите уравнение этой реакции. Составьте электронный баланс, укажите окислитель и восстановитель.

Ответ:

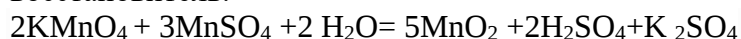


Электронный баланс

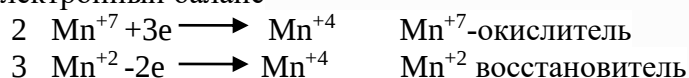


Задание 29

Для выполнения задания используйте следующий перечень веществ: перманганат калия, сульфат марганца (II), вода, карбонат натрия, хлорид натрия. Допустимо использование водных растворов веществ. Из предложенного перечня веществ выберите вещества, между которыми возможна окислительно-восстановительная реакция, и запишите уравнение этой реакции. Составьте электронный баланс, укажите окислитель и восстановитель.



Электронный баланс



Задание 29

Для выполнения задания используйте следующий перечень веществ: фосфор, хлорноватая кислота, сульфат натрия, хлорид бария, хлорид калия. Допустимо использование водных растворов веществ. Из предложенного перечня веществ выберите вещества, между которыми возможна окислительно-восстановительная реакция, и запишите уравнение этой реакции. Составьте электронный баланс, укажите окислитель и восстановитель.

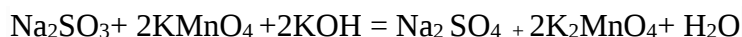


Электронный баланс

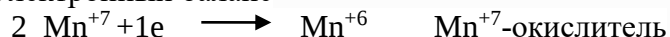


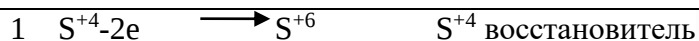
Задание 29

Для выполнения задания используйте следующий перечень веществ: перманганат калия, гидрокарбонат калия, сульфит натрия, сульфат бария, гидроксид калия. Допустимо использование водных растворов веществ. Из предложенного перечня веществ выберите вещества, между которыми возможна окислительно-восстановительная реакция, и запишите уравнение этой реакции. Составьте электронный баланс, укажите окислитель и восстановитель.



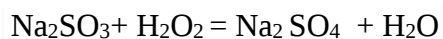
Электронный баланс



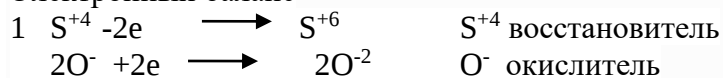


Задание 29

Для выполнения задания используйте следующий перечень веществ: сульфит натрия, пероксид водорода, сульфат калия, хлорид аммония, гидроксид калия. Допустимо использование водных растворов веществ. Из предложенного перечня веществ выберите вещества, между которыми возможна окислительно- восстановительная реакция, и запишите уравнение этой реакции. Составьте электронный баланс, укажите окислитель и восстановитель.



Электронный баланс



УМК «Химия»

УМК «ХИМИЯ. 10-11 классы»

О.С. Габриеляна и др.



УМК «ХИМИЯ. 10-11 классы»

Н.Е. Кузнецовой и др.



УМК «ХИМИЯ. 10-11 классы»

В.В. Еремина и др.



Возможности УМК «Химия» для подготовки к экзамену по теме «ОВР»

§24

Окислительно-восстановительные реакции

?

Что такое степень окисления?

Какие реакции относятся к окислительно-восстановительным?

Какие вещества являются окислителями, а какие — восстановителями?

Какие типы окислительно-восстановительных реакций вы знаете?

Кроме кислотно-основных взаимодействий, в основе которых лежит обмен протонами между живых организмах, а также в химической промышленности значение окислительно-восстановительные

Важнейшим признаком ОВР является изменение элементов.

Степень окисления соответствует заряду атома данного элемента в химическом соединении, электронные пары, за счёт которых этот атом полностью сместились к атомам элементов с большей электроотрицательностью. Напомним правила вычисления степени окисления

Правила вычисления степени окисления

1. Степень окисления атомов в простых веществах всегда равна нулю: H_2^0 , Cl_2^0 , Fe^0 .

2. Алгебраическая сумма степеней окисления всех атомов, входящих в состав молекулы, всегда равна нулю, а в сложном ионе эта сумма равна заряду иона.

3. Постоянную степень окисления в соединениях имеют: щелочные металлы (+1), щёлочноземельные металлы (+2), фтор (-1).

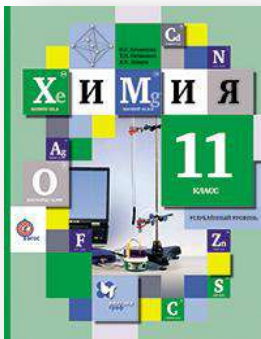
4. Степень окисления водорода в большинстве соединений равна +1, но в гидридах металлов (NaH , CaH_2) степень окисления водорода -1.

5. Для кислорода характерна степень окисления -2, однако в соединениях со фтором степень окисления кислорода +2, а в пероксидах, содержащих группу $-\text{O}-\text{O}-$, степень окисления кислорода -1.

6. Для атомов любых элементов положительная степень окисления не может превышать величину, равную номеру группы Периодической системы Д.И. Менделеева, в которой находится данный элемент.

Например, в соединении $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ степень окисления хрома (x) равна:

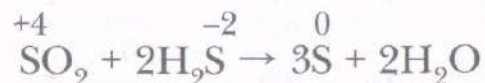
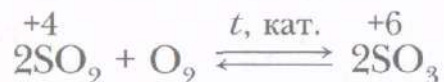
$$2 \cdot (+1) + 2 \cdot (x) + 7 \cdot (-2) = 0, \quad x = +6$$



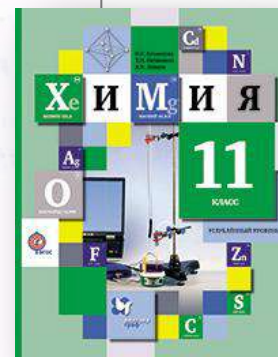
Возможности УМК «Химия» для подготовки к экзамену по теме «ОВР»

Проблема. Можно ли предсказать окислительно-восстановительные свойства вещества?

Предсказать окислительно-восстановительные свойства вещества возможно, зная степени окисления входящих в него атомов. Вещества, содержащие атомы элементов с максимальной степенью окисления, могут быть только окислителями за счёт этих атомов. Например, KMnO_4 за счёт атомов Mn может быть только окислителем. Соединения, содержащие атомы элементов с минимальной степенью окисления, наоборот, могут быть только восстановителями за счёт этих атомов, например NH_3 — за счёт азота, H_2S — за счёт серы. Соединения, содержащие атомы элементов с промежуточной степенью окисления, могут быть как окислителями, так и восстановителями в зависимости от реагента, с которым взаимодействуют, а также от условий проведения реакций, например SO_2 , NO_2 . Считается, что для таких веществ характерна **окислительно-восстановительная двойственность**. Например, для SO_2 возможны реакции, в которых сера в степени окисления +4 является как восстановителем, так и окислителем:



Обобщим сведения о наиболее известных окислителях и восстановителях.



Возможности УМК «Химия» для подготовки к экзамену по теме «ОВР»

Таблица 22. Основные типы ОВР

Типы реакций	Характеристика	Примеры
Межмолекулярные	Окислителем и восстановителем являются различные вещества	$\overset{0}{\text{Mg}} + 2\overset{+1}{\text{HCl}} = \overset{+2}{\text{MgCl}_2} + \overset{0}{\text{H}_2}\uparrow$

Таблица 23. Факторы, влияющие на направление ОВР

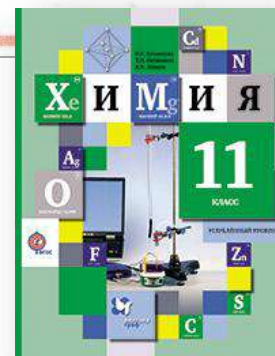
		Факторы	Примеры	Примечание
Внутримолекулярные	Окислитель и восстановитель входят в состав одного и того же вещества, но представляя собой атомы разных элементов	Концентрация реагента	$\overset{0}{\text{Zn}} + \overset{+1}{\text{H}_2\text{SO}_4} (\text{разб.}) = \overset{+2}{\text{ZnSO}_4} + \overset{0}{\text{H}_2}\uparrow$ $\overset{0}{\text{Zn}} + 2\overset{+6}{\text{H}_2\text{SO}_4} (\text{конц.}) = \overset{+2}{\text{ZnSO}_4} + \overset{+4}{\text{SO}_2}\uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$	Разбавленная серная кислота является окислителем за счёт ионов водорода, а концентрированная — за счёт атомов серы кислотного остатка в степени окисления +6
Реакции диспропорционирования	Внутримолекулярные реакции, в которых атомы одного и того же элемента в одной и той же степени окисления играют себя как окислитель и как восстановитель	Температура	$\overset{0}{\text{Cl}_2} + 2\overset{-1}{\text{KOH}} = \overset{+1}{\text{KCl}} + \overset{+1}{\text{KClO}} + \text{H}_2\text{O}$ $\overset{0}{3\text{Cl}_2} + 6\overset{-1}{\text{KOH}} \xrightarrow{t} 5\overset{-1}{\text{KCl}} + \overset{+5}{\text{KClO}_3} + 3\text{H}_2\text{O}$	При нагревании окисление хлора происходит более глубоко, до степени окисления +5
Реакции конпропорционирования	Реакции, в которых окислителем и восстановителем является один и тот же элемент в разных степенях окисления (различность межмолекулярных или внутримолекулярных реакций)	Катализатор	$\overset{-3}{4\text{NH}_3} + \overset{0}{3\text{O}_2} = \overset{0}{2\text{N}_2} + \overset{-2}{6\text{H}_2\text{O}}$ $\overset{-3}{4\text{NH}_3} + \overset{0}{5\text{O}_2} \xrightarrow{\text{кат.}} \overset{+2}{4\text{NO}} + \overset{-2}{6\text{H}_2\text{O}}$	Катализатор способствует более глубокому окислению азота в аммиаке
		Характер среды	$\overset{+7}{2\text{KMnO}_4} + \overset{+4}{5\text{Na}_2\text{SO}_3} + 3\overset{+2}{\text{H}_2\text{SO}_4} = \overset{+2}{2\text{MnSO}_4} + \overset{+6}{5\text{Na}_2\text{SO}_4} + 3\text{H}_2\text{O} + \text{K}_2\text{SO}_4$ $\overset{+7}{2\text{KMnO}_4} + \overset{+4}{3\text{Na}_2\text{SO}_3} + \text{H}_2\text{O} = \overset{+4}{2\text{MnO}_2}\downarrow + \overset{+6}{3\text{Na}_2\text{SO}_4} + 2\text{KOH}$ $\overset{+7}{2\text{KMnO}_4} + \overset{+4}{\text{Na}_2\text{SO}_3} + 2\text{KOH} = \overset{+6}{2\text{K}_2\text{MnO}_4} + \overset{+6}{\text{Na}_2\text{SO}_4} + \text{H}_2\text{O}$	$\overset{+7}{\text{Mn}}$ восстанавливается до $\overset{+2}{\text{Mn}}$ в кислой среде до $\overset{+2}{\text{Mn}}$, в нейтральной среде — до MnO_2 , в щелочной среде — до $\overset{+6}{\text{Mn}}$



Возможности УМК «Химия» для подготовки экзамену по теме «ОВР»

Закономерности протекания ОВР

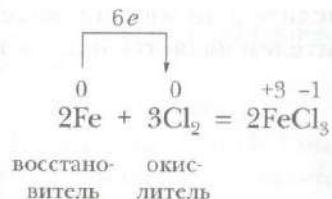
- В ходе ОВР сохраняется единство и неразрывность процессов окисления и восстановления.
- Общее число электронов в реакционной системе остаётся неизменным.
- Самопроизвольное осуществление ОВР всегда направлено в сторону превращения сильного окислителя в слабый сопряжённый восстановитель или сильного восстановителя в слабый сопряжённый окислитель.
- При наличии в системе двух или более окислителей и восстановителей преимущественно реагируют более сильные окислители и восстановители.



Возможности УМК «Химия» для подготовки к экзамену по теме «ОВР»

6.4. Окислительно-восстановительные реакции

Окислительно-восстановительные реакции (ОВР) — реакции, в ходе которых изменяются степени окисления атомов вследствие перехода электронов от атомов одних элементов к атомам других. Например:



Окислитель — вещество, в котором содержатся атомы, молекулы или ионы, принимающие электроны.

Восстановитель — вещество, в котором содержатся атомы, молекулы или ионы, отдающие электроны.

Окислителем и восстановителем могут также называть элементы, атомы которых отдают или принимают электроны. Если элемент является *окислителем* — его степень окисления *понижается*; если элемент является *восстановителем* — его степень окисления *повышается*.

Окисление — процесс отдачи электронов.

Восстановление — процесс приема электронов.

Типы ОВР

Межмолекулярные окислительно-восстановительные реакции — реакции, в которых окислителем и восстановителем являются разные вещества. Например:



Внутримолекулярные окислительно-восстановительные реакции — реакции, в которых одно и то же вещество является и окислителем, и восстановителем.

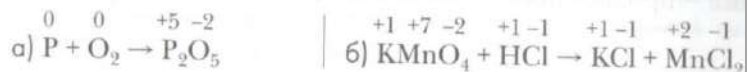


Возможности УМК «Химия» для подготовки к экзамену по теме «ОВР»

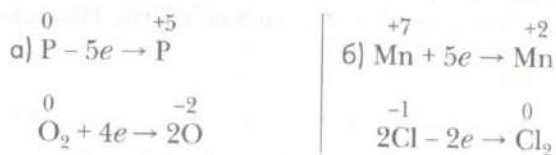
Метод электронного баланса основан на составлении схем окислительного и восстановительного процесса и определении общего числа перемещающихся от восстановителя к окислителю.

Пример 1. Рассмотрим метод электронного баланса на примере взаимодействия перманганата калия с концентрированной серной кислотой.

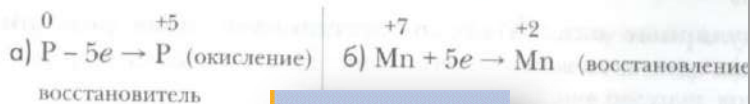
1) Запишем схемы реакций, вычислим степени окисления и определим элементы, у которых они меняются:



2) Составим схемы, отражающие процессы перехода электронов:



3) Определим, какой процесс является окислением, а какой — восстановлением, какой элемент является окислителем, а какой — восстановителем:

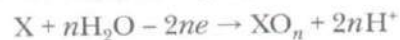


Метод электронно-ионного баланса (метод полуреакций) основан на раздельном составлении ионных уравнений для процессов окисления и восстановления — полуреакций — с последующим их суммированием в общее ионное уравнение.

При составлении схем полуреакций рассматриваются реально существующие в растворах электролитов ионы и учитывается влияние среды на направление осуществления окислительно-восстановительного процесса.

При составлении схем полуреакций учитывают следующее:

- Если в левой части схемы полуреакции суммарное число атомов кислорода меньше, чем в правой, то недостаток атомов кислорода восполняется:
 - а) в кислой и нейтральной среде — молекулами воды, при этом высвобождаются ионы водорода:

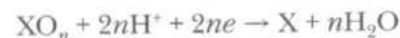


- б) в щелочной среде — гидроксид-ионами, в результате образуется вода:



- Если в левой части схемы полуреакции суммарное число атомов кислорода больше, чем в правой, то их избыток связывается:

- а) в кислой среде — ионами водорода, в результате чего образуется вода:



- б) в щелочной и нейтральной средах — молекулами воды, в результате чего образуются гидроксид-ионы:

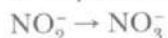


Пример 3. С помощью метода электронного баланса составьте уравнение реакции окисления нитрита натрия перманганатом калия в присутствии серной кислоты.

1. Запишем схему реакции:



2. Определим ионы, участвующие в окислительно-восстановительном процессе:

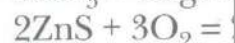
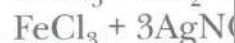
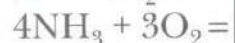
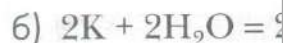
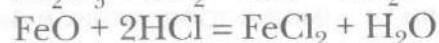
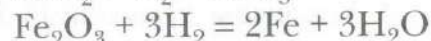
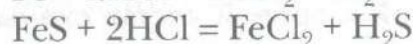
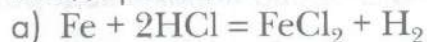


3. Составим основу схемы полуреакций окисления и восстановления, уравнивая число атомов каждого из элементов в левой и правой частях схемы:

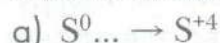
Возможности УМК «Химия» для подготовки к экзамену по теме «ОВР»

Вопросы и задания

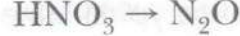
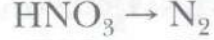
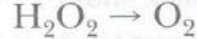
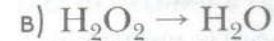
6–143. Из приведенного списка выберите уравнения окислительно-восстановительных реакций. Укажите элементы, атомы которых изменяют степени окисления в ходе реакций.



6–145. В данных переходах определите число электронов, приобретаемых или отдаваемых атомами элементов, назовите процесс (окисление или восстановление).

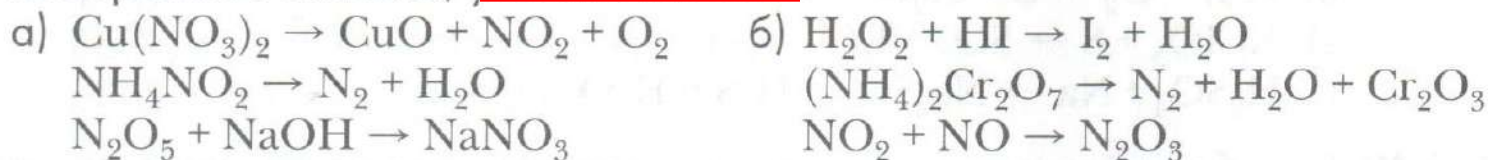


6–146. По данным схемам превращений веществ составьте схемы перехода электронов для элементов, у которых изменяются степени окисления атомов.

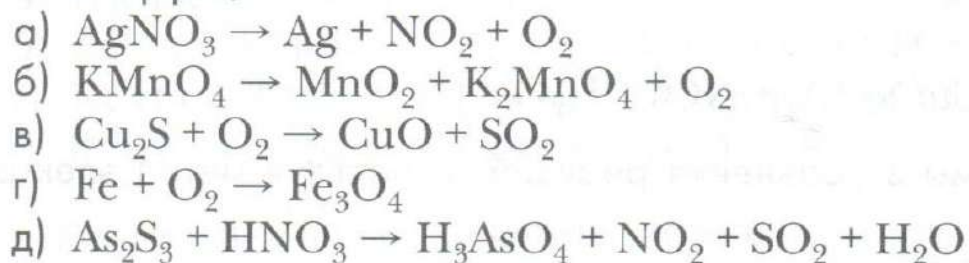


Возможности УМК «Химия» для подготовки к экзамену по теме «ОВР»

6–155. Из данного перечня выберите схемы окислительно-восстановительных реакций, преобразуйте данные схемы в уравнения реакций, используя метод электронного баланса, укажите тип ОВР:



6–156. Составьте схемы электронного баланса к данным схемам реакций. Расставьте коэффициенты:



6–158. Приведите примеры веществ, для которых характерна окислительно-восстановительная двойственность. Дайте пояснения к примерам.

6–159. Из приведенного перечня выберите формулы веществ, для которых характерна окислительно-восстановительная двойственность: SO_2 , SO_3 , H_2S , H_2SO_4 , S . Объясните, почему выбранные вами вещества обладают окислительно-восстановительной двойственностью, и составьте уравнения реакций, доказывающих наличие данного свойства.

Возможности УМК «Химия» для подготовки к экзамену по теме «ОВР»



6–161. Составьте уравнения следующих реакций, используя метод электронно-ионного баланса (среда кислая).

Вариант 2

- а) $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + \text{K}_2\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3 + \dots$
- б) $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + \text{Na}_2\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4 = \dots$
- в) $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + \text{HCl} (\text{конц.}) = \text{Cl}_2 \uparrow + \dots$
- г) $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + \text{KI} + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{I}_2 + \dots$
- д) $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + \text{SnCl}_2 + \text{HCl} = \text{SnCl}_4 + \dots$
- е) $\text{H}_2\text{S} + \text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{S} + \dots$
- ж) $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + \text{SO}_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 = \dots$

6–162. Составьте уравнения следующих реакций, используя метод электронно-ионного баланса (среда нейтральная):

- а) $\text{H}_2\text{S} + \text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{O} = \text{H}_2\text{SO}_4 + \dots$
- б) $\text{SO}_2 + \text{Br}_2 + \text{H}_2\text{O} = \text{H}_2\text{SO}_4 + \dots$
- в) $\text{KMnO}_4 + \text{SO}_2 + \text{H}_2\text{O} = \text{H}_2\text{SO}_4 + \dots$
- г) $\text{KMnO}_4 + \text{K}_2\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{O} = \dots$
- д) $\text{KMnO}_4 + \text{KNO}_2 + \text{H}_2\text{O} = \text{KNO}_3 + \dots$
- е) $\text{KMnO}_4 + \text{NO}_2 + \text{H}_2\text{O} = \text{KNO}_3 + \dots$
- ж) $\text{Ni}(\text{OH})_2 + \text{NaClO} + \text{H}_2\text{O} = \dots$
- з) $\text{HClO}_4 + \text{SO}_2 + \text{H}_2\text{O} = \dots$

6–163. Составьте уравнения следующих реакций, используя метод электронно-ионного баланса (среда щелочная):

- а) $\text{KMnO}_4 + \text{K}_2\text{SO}_3 + \text{KOH} = \text{K}_2\text{MnO}_4 + \dots$
- б) $\text{KCrO}_2 + \text{Br}_2 + \text{KOH} = \text{K}_2\text{CrO}_4 + \dots$
- в) $\text{MnO}_2 + \text{O}_2 + \text{KOH} = \text{K}_2\text{MnO}_4 + \dots$

Расширяем и углубляем знания об окислительно-восстановительных реакциях ...

6.7. Определение направления осуществления окислительно-восстановительных реакций

Окислительно-восстановительная реакция может самопроизвольно протекать в таком направлении, при котором электрохимическая система с более

высоким значением электродного потенциала, т. е. восстанавливает

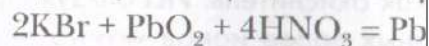
В Приложениях 3 и 4 приведены условия для различных электрохимических систем. Можно решить вопрос о самопроизвольности окислительно-восстановительных реакций.

Важно учитывать, что значения потенциалов зависят от температуры и концентрации электролитов.

Чем дальше находится та система в ряду, т. е. чем больше ее стандартный потенциал, тем сильнее ее окислительная способность. Чем меньше ее восстановительная способность, тем сильнее ее окислительная способность.

При протекании окислительно-восстановительной реакции исходных веществ падает потенциал окислителя, падает потенциал восстановителя, потенциалы обоих процессов становятся равными, наступает состояние химического равновесия.

Пример 1. Определите направление протекания реакции:

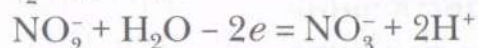
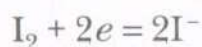


Запишем уравнение реакции:

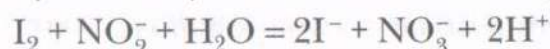
Пример 2. Установите направление осуществления реакции:



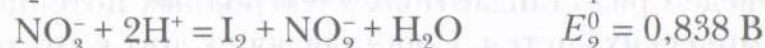
Схема электронно-ионного баланса:



Уравнение реакции в ионно-молекулярной форме:



В Приложении 3 находим стандартные электродные потенциалы электрохимических систем, участвующих в реакции:



Окислителем всегда служит электрохимическая система с более высоким значением электродного потенциала. Поскольку здесь значение E_2^0 выше, чем E_1^0 , то при концентрациях 1 моль/л взаимодействующих веществ иодид-ион будет служить восстановителем и окисляться нитритом калия: реакция будет самопроизвольно протекать в сторону образования иода.

Вопросы и задания

6–189. Можно ли в водном растворе при стандартных условиях восстановить соль железа (III) до соли железа (II): а) бромидом калия; б) иодидом калия? Ответ обоснуйте.



Расширяем и углубляем знания об окислительно-восстановительных реакциях ...

6–192. Значение электродного потенциала зависит от температуры и от концентрации электролитов. Чтобы найти значение электродного потенциала того или иного процесса в условиях, отличных от стандартных, используют уравнение Нернста:

$$E = E^0 + \frac{RT}{nF} \ln \frac{[\text{Ox}]}{[\text{Red}]}$$

В этом уравнении:

E — равновесный потенциал окислительно-восстановительного электрода, В;

E^0 — стандартный потенциал этого электрода, В;

R — универсальная газовая постоянная, 8,314 Дж/(моль · К);

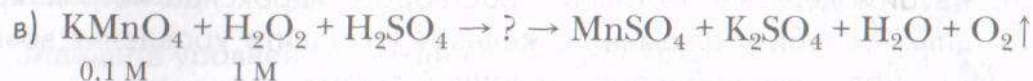
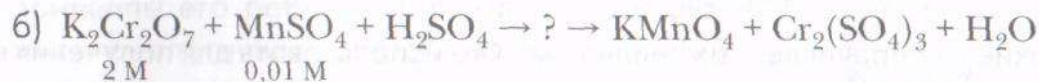
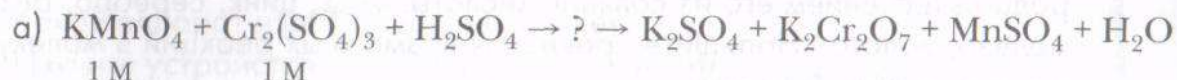
T — температура, К;

n — число электронов в уравнении электродной реакции;

F — число Фарадея, равное 96 485 Кл/моль;

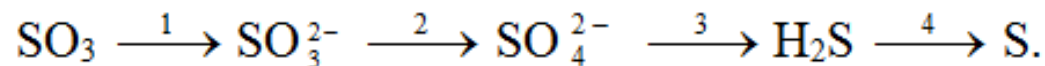
$[\text{Ox}]$, $[\text{Red}]$ — концентрация окисленной и восстановительной форм в электродной реакции.

Используя Приложение 4 и уравнение Нернста, определите, возможны ли следующие окислительно-восстановительные процессы, схемы которых приведены ниже при тех концентрациях растворов электролитов, которые указаны под формулами ($t = 25^\circ\text{C}$):



Задания по теме «ОВР» в формате ЕГЭ

Дана схема превращений:



Определите, на каких стадиях сера проявляет восстановительные свойства.

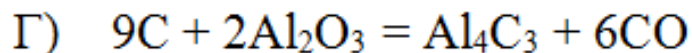
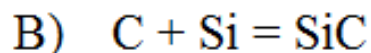
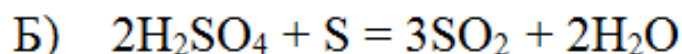
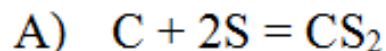
Ответ:

--	--

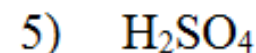
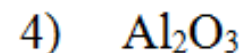


Установите соответствие между уравнением реакции и веществом-окислителем, участвующим в данной реакции.

УРАВНЕНИЕ РЕАКЦИИ



ОКИСЛИТЕЛЬ



Ответ:

А	Б	В	Г

Задания по теме «ОВР» в формате ЕГЭ

Установите соответствие между уравнением реакции и свойством элемента азота, которое он проявляет в этой реакции.

УРАВНЕНИЕ РЕАКЦИИ

СВОЙСТВО АЗОТА

- | | |
|--|--|
| А) $2\text{AgNO}_3 = 2\text{Ag} + 2\text{NO}_2 + \text{O}_2$ | 1) окислитель |
| Б) $2\text{NO}_2 + \text{O}_3 = \text{N}_2\text{O}_5 + \text{O}_2$ | 2) восстановитель |
| В) $10\text{NO}_2 + 8\text{P} = 5\text{N}_2 + 4\text{P}_2\text{O}_5$ | 3) и окислитель, и восстановитель |
| Г) $\text{HNO}_2 + \text{KOH} = \text{KNO}_2 + \text{H}_2\text{O}$ | 4) не проявляет окислительно-восстановительных свойств |

Ответ:

А	Б	В	Г

Установите соответствие между схемой реакции и изменением степени окисления окислителя в ней.

СХЕМА РЕАКЦИИ

ИЗМЕНЕНИЕ СТЕПЕНИ
ОКИСЛЕНИЯ ОКИСЛИТЕЛЯ

- | | |
|--|--|
| А) $\text{FeO} + \text{H}_2 \rightarrow \text{Fe} + \text{H}_2\text{O}$ | 1) $\text{Fe}^{+2} \rightarrow \text{Fe}^0$ |
| Б) $\text{H}_2 + \text{Na} \rightarrow \text{NaH}$ | 2) $\text{S}^{-2} \rightarrow \text{S}^{+6}$ |
| В) $\text{H}_2\text{O}_2 + \text{KClO}_3 \rightarrow \text{KCl} + \text{H}_2\text{O} + \text{O}_2$ | 3) $\text{O}^- \rightarrow \text{O}^{-2}$ |
| Г) $\text{H}_2\text{O}_2 + \text{PbS} \rightarrow \text{PbSO}_4 + \text{H}_2\text{O}$ | 4) $\text{O}^- \rightarrow \text{O}^0$ |
| | 5) $\text{H}^0 \rightarrow \text{H}^-$ |
| | 6) $\text{Cl}^{+5} \rightarrow \text{Cl}^-$ |

Ответ:

А	Б	В	Г



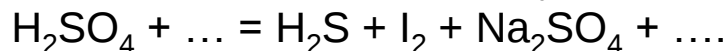
Задания по теме «ОВР» в формате ЕГЭ

Используя метод электронного баланса, составьте уравнение химической реакции:



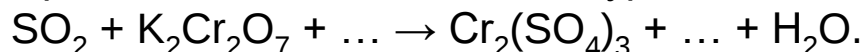
Укажите окислитель и восстановитель.

Используя метод электронного баланса, составьте уравнение химической реакции:



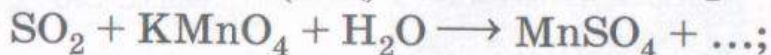
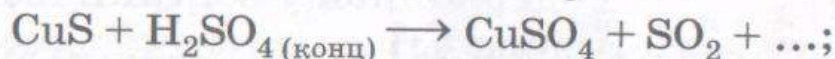
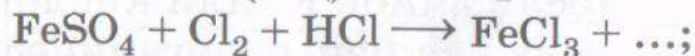
Укажите окислитель и восстановитель.

Используя метод электронного баланса, составьте уравнение химической реакции:



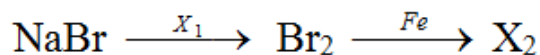
Укажите окислитель и восстановитель.

8. Допишите продукты реакций и расставьте коэффициенты методом электронно-ионного баланса:



Применяем знания о закономерностях протекания окислительно-восстановительных реакций при выполнении различных заданий!

В схеме превращений



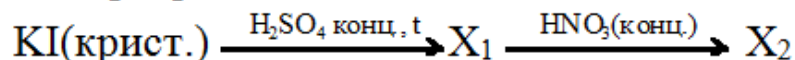
веществами X_1 и X_2 соответственно являются

- | | |
|-----------------------------------|--------------------|
| 1) H_2SO_4 (разб) | 4) FeBr_2 |
| 2) I_2 | 5) FeBr_3 |
| 3) Cl_2 | |

Ответ:

X_1	X_2

В схеме превращений



веществами X_1 и X_2 соответственно являются

- | | |
|---------------------------|-------------------|
| 1) HI | 4) HIO |
| 2) I_2 | 5) HIO_3 |
| 3) I_2O_7 | |

Ответ:

X

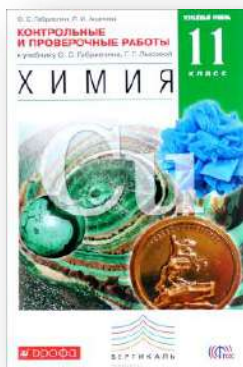
Установите соответствие между формулой вещества и реагентами, с каждым из которых оно может взаимодействовать.

ФОРМУЛА ВЕЩЕСТВА

- A) Al
- B) CO_2
- B) HCl
- Г) FeCl_3

РЕАГЕНТЫ

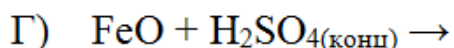
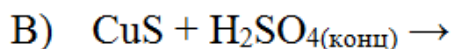
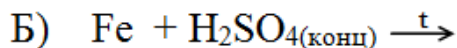
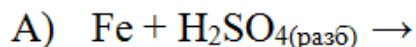
- 1) $\text{Na}_2\text{CO}_3, \text{Cu}, \text{KNO}_3$
- 2) $\text{C}, \text{CaO}, \text{Mg}$
- 3) $\text{Fe}, \text{NaOH}, \text{Na}_2\text{S}$
- 4) $\text{S}, \text{HNO}_3, \text{KOH}$
- 5) $\text{Na}_3\text{PO}_4, \text{Ag}, \text{H}_2\text{SO}_4$



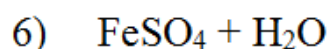
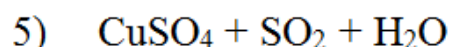
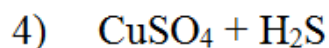
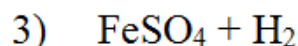
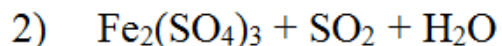
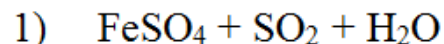
Применяем знания о закономерностях протекания окислительно-восстановительных реакций при выполнении различных заданий!

Установите соответствие между реагирующими веществами и продуктами их взаимодействия.

РЕАГИРУЮЩИЕ ВЕЩЕСТВА

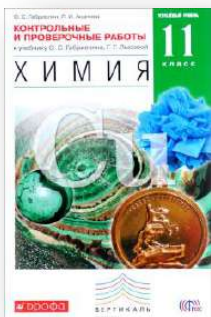


ПРОДУКТЫ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ



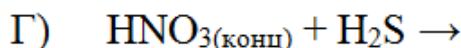
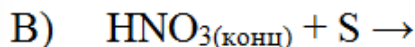
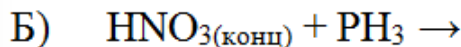
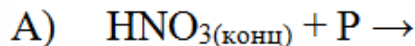
Ответ:

А	Б	В	Г

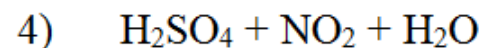
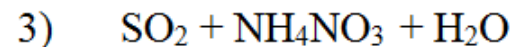
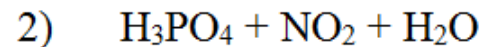
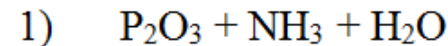


Установите соответствие между реагирующими веществами и продуктами, преимущественно образующимися при их взаимодействии.

РЕАГИРУЮЩИЕ ВЕЩЕСТВА



ПРОДУКТЫ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ



Применяем знания о закономерностях протекания окислительно-восстановительных реакций при выполнении различных заданий!

Установите соответствие между схемой реакции и формулой недостающего в ней вещества.

СХЕМА РЕАКЦИИ

ФОРМУЛА
НЕДОСТАЮЩЕГО
ВЕЩЕСТВА

- А) $S + H_2SO_{4(\text{конц})} \rightarrow \dots + H_2O$
 Б) $S + KMnO_4 \rightarrow \dots + MnO_2$
 В) $K_2SO_3 + Zn + HCl \rightarrow \dots + ZnCl_2 + KCl + H_2O$
 Г) $S + KOH \rightarrow K_2SO_3 + \dots + H_2O$

- 1) H_2S
 2) K_2S
 3) H_2SO_3
 4) SO_2
 5) SO_3
 6) K_2SO_4



Ответ:

А	Б

Установите соответствие между схемой реакции и формулой недостающего в ней вещества.

СХЕМА РЕАКЦИИ

- А) $Fe + \dots \xrightarrow{t^\circ} Fe(NO_3)_3 + NO_2 + H_2O$
 Б) $Fe + \dots \xrightarrow{t^\circ} Fe_2(SO_4)_3 + SO_2 + H_2O$
 В) $FeO + \dots \rightarrow FeSO_4 + H_2O$
 Г) $FeO + HNO_{3(\text{конц})} \rightarrow \dots + NO_2 + H_2O$

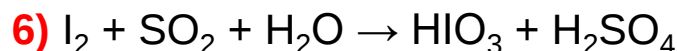
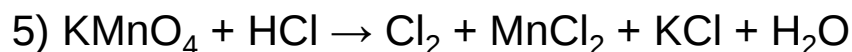
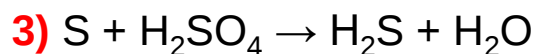
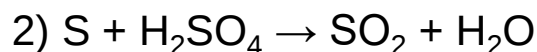
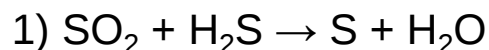
ФОРМУЛА ВЕЩЕСТВА

- 1) $H_2SO_{4(\text{конц})}$
 2) $H_2SO_{4(\text{разб})}$
 3) $Fe(NO_3)_2$
 4) $Fe(NO_3)_3$
 5) $HNO_{3(\text{конц})}$
 6) $HNO_{3(\text{разб})}$



**Применяем знания о закономерностях протекания
окислительно-восстановительных реакций при выполнении
различных заданий!**

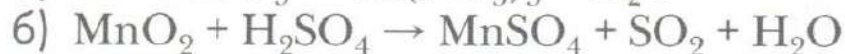
Исходя из теории окислительно-восстановительных процессов, укажите схемы невозможных реакций.



Ответ обоснуйте. Преобразуйте схемы возможных процессов в уравнения реакций. Укажите окислитель и восстановитель.



6–157. В кабинете химии была найдена шпаргалка нерадивого ученика. На ней были написаны схемы реакций. Исправьте ошибки в этих схемах и объясните, почему невозможны процессы, представленные этими схемами:



Применяем знания о закономерностях протекания окислительно-восстановительных реакций при выполнении различных заданий!

С1. На графике (рис. 8) представлена зависимость состава продуктов взаимодействия азотной кислоты с железом от концентрации кислоты.

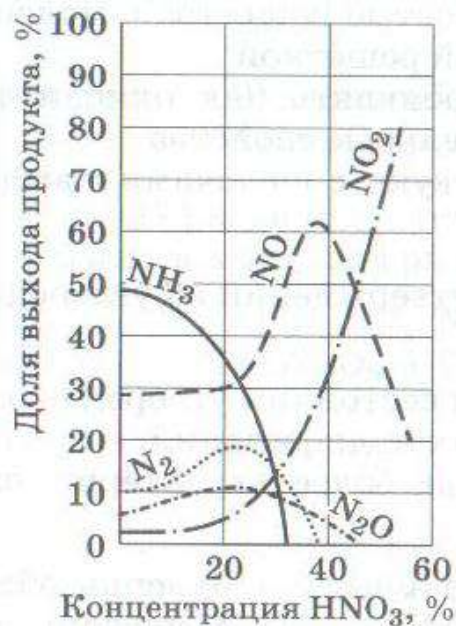


Рис. 8



Составьте уравнения реакций в соответствии со схемой изменения степеней окисления атомов углерода:
 $C^0 \rightarrow C^{-4} \rightarrow C^{-4} \rightarrow C^{+4} \rightarrow C^{+2} \rightarrow C^{-2}$.

Составьте уравнения реакций в соответствии со схемой изменения степеней окисления атомов серы:
 $S^{-2} \rightarrow S^0 \rightarrow S^{-2} \rightarrow S^{+6} \rightarrow S^{+4} \rightarrow S^{+4}$.

Используя график, определите, какие продукты образуются при взаимодействии 50%-й азотной кислоты с железом. Образование какого продукта является преимущественным? Составьте уравнения реакций взаимодействия 50%-й азотной кислоты с железом.

Медную пластинку поместили в 12,1%-й раствор нитрата железа (III) массой 200 г. Через некоторое время массовая доля нитрата железа (III) стала равна массовой доле образовавшейся в результате реакции соли меди. Определите массу меди, вступившей в реакцию.

Применяем знания о закономерностях протекания окислительно-восстановительных реакций при выполнении различных заданий!

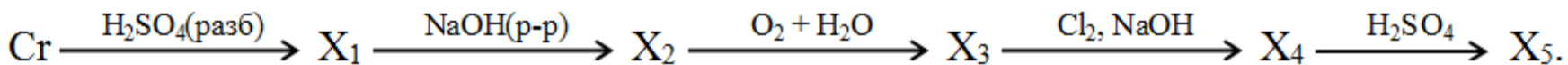
Раствор, полученный в результате взаимодействия фосфора с концентрированной азотной кислотой, полностью нейтрализовали гидроксидом кальция. Выпавший осадок отделили от раствора и смешали с оксидом кремния (IV) и углем. Смесь прокалили в электрической печи без доступа воздуха. Полученное в результате реакции простое вещество обработали водным раствором гидроксида бария при нагревании.

Запишите уравнения описанных реакций.

Даны вещества: углерод, оксид азота(IV), оксид серы (IV), водный раствор гидроксида калия.

Напишите уравнения четырёх возможных реакций между этими веществами, не повторяя пары реагентов.

Напишите уравнения реакций, с помощью которых можно осуществить следующие превращения с участием хрома и его соединений:



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

