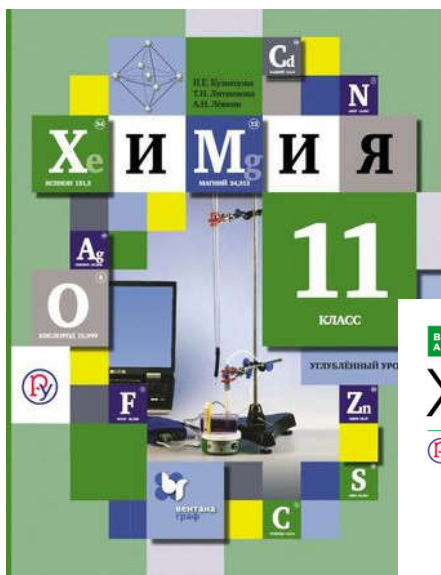


ЕГЭ-2019. Химия. Избранные вопросы: Окислительно- восстановительные реакции. Электролиз расплавов и растворов.



Ахметов М.А. доктор педагогических наук, кандидат химических наук, профессор кафедры методики естественнонаучного образования и информационных технологий ФГБОУ ВО «УлГПУ им. И.Н.Ульянова», один из авторов УМК по химии, maratak@ya.ru

Москва, 22 февраля 2019 г

Классификация и направление ОВР

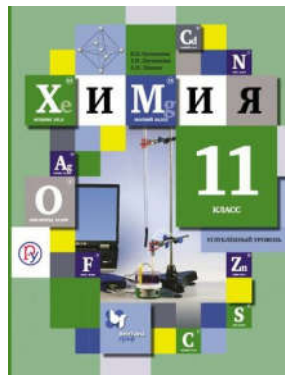


Таблица 23. Факторы, влияющие на направление ОВР

Факторы	Примеры	Примечание
Концентрация реагента	$\overset{0}{\text{Zn}} + \overset{+1}{\text{H}_2\text{SO}_4} (\text{разб.}) = \overset{+2}{\text{ZnSO}_4} + \overset{0}{\text{H}_2}\uparrow$ $\overset{0}{\text{Zn}} + \overset{+6}{2\text{H}_2\text{SO}_4} (\text{конц.}) = \overset{+2}{\text{ZnSO}_4} + \overset{+4}{\text{SO}_2}\uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$	Разбавленная серная кислота является окислителем за счёт ионов водорода, а концентрированная – за счёт атомов серы кислотного остатка в степени окисления +6
Температура	$\overset{0}{\text{Cl}_2} + 2\text{KOH} = \overset{-1}{\text{KCl}} + \overset{+1}{\text{KClO}} + \text{H}_2\text{O}$ $\overset{0}{3\text{Cl}_2} + 6\text{KOH} \xrightarrow{t} \overset{-1}{5\text{KCl}} + \overset{+5}{\text{KClO}_3} + 3\text{H}_2\text{O}$	При нагревании окисление хлора происходит более глубоко, до степени окисления +5
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 аммиак
Характер среды	$\overset{+7}{2\text{KMnO}_4} + \overset{+4}{5\text{Na}_2\text{SO}_3} + 3\text{H}_2\text{SO}_4 = \overset{+2}{2\text{MnSO}_4} + \overset{+6}{5\text{Na}_2\text{SO}_4} + 3\text{H}_2\text{O} + \text{K}_2\text{SO}_4$ $\overset{+7}{2\text{KMnO}_4} + \overset{+4}{3\text{Na}_2\text{SO}_3} + \text{H}_2\text{O} = \overset{+4}{2\text{MnO}_2}\downarrow + \overset{+6}{3\text{Na}_2\text{SO}_4} + 2\text{KOH}$ $\overset{+7}{2\text{KMnO}_4} + \overset{+4}{\text{Na}_2\text{SO}_3} + 2\text{KOH} = \overset{+6}{2\text{K}_2\text{MnO}_4} + \overset{+6}{\text{Na}_2\text{SO}_4} + \text{H}_2\text{O}$	$+7$ Mn восстанавливается $+2$ в кислой среде до Mn, в нейтральной среде – до MnO ₂ , в щелочной среде – до Mn $+6$

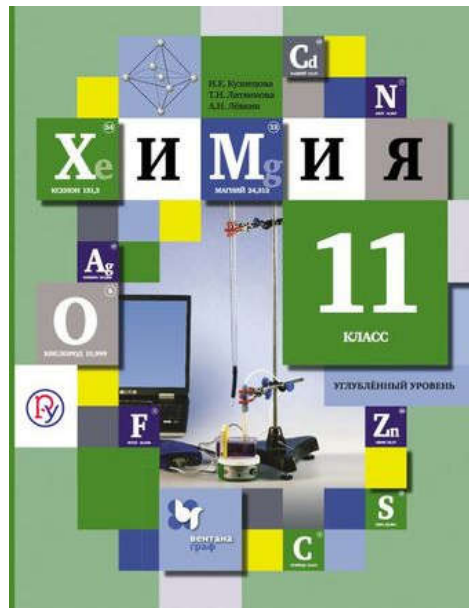
Таблица 22. Основные типы ОВР

Типы реакций	Характеристика	Примеры
Межмолекулярные	Окислителем и восстановителем являются различные вещества	$\overset{0}{\text{Mg}} + \overset{+1}{2\text{HCl}} = \overset{+2}{\text{MgCl}_2} + \overset{0}{\text{H}_2}\uparrow$ Mg – восстановитель, HCl (за счёт H ⁺) – окислитель
Внутримолекулярные	Окислитель и восстановитель входят в состав одного и того же вещества, но представляют собой атомы разных элементов	$\overset{+2}{2\text{HgO}} = \overset{-2}{2\text{Hg}} + \overset{0}{\text{O}_2}\uparrow$ Происходит переход электронов от атома кислорода к атому ртути
Реакции диспропорционирования	Внутримолекулярные реакции, в которых атомы одного и того же элемента в одной и той же степени окисления проявляют себя как окислитель и как восстановитель	$\overset{0}{3\text{Cl}_2} + 6\text{KOH} = \overset{-1}{5\text{KCl}} + \overset{+5}{\text{KClO}_3} + 3\text{H}_2\text{O}$ $\overset{+4}{2\text{NO}_2} + \text{H}_2\text{O} = \overset{+5}{\text{HNO}_3} + \overset{+3}{\text{HNO}_2}$
Реакции конпропорционирования	Реакции, в которых окислителем и восстановителем является один и тот же элемент в разных степенях окисления (разновидность межмолекулярных или внутримолекулярных реакций)	$\overset{-3}{\text{NH}_4\text{NO}_3} = \overset{+1}{\text{N}_2\text{O}} + 2\text{H}_2\text{O}$ (внутримолекулярное конпропорционирование)
		$\overset{-2}{2\text{H}_2\text{S}} + \overset{+4}{\text{SO}_2} = \overset{0}{3\text{S}} + 2\text{H}_2\text{O}$ (межмолекулярное конпропорционирование)

Направление окислительно-восстановительных реакций

Типичные окислители

- **Нейтральные молекулы:** F_2 , Cl_2 , Br_2 , O_2 , O_3 , S , H_2O_2 и др.
- **Положительно заряженные ионы металлов и водорода:** Cr^{3+} , Fe^{3+} , Cu^{2+} , Ag^+ , H^+ и др.
- **Сложные молекулы и ионы, содержащие атомы металла в состоянии высшей степени окисления:** $KMnO_4$, $Na_2Cr_2O_7$, Na_2CrO_4 , CuO , Ag_2O , MnO_2 , CrO_3 , PbO_2 , Pb^{4+} , Sn^{4+} и др.
- **Сложные ионы и молекулы, содержащие атомы неметалла в состоянии положительной степени окисления:** NO_3^- , HNO_3 , H_2SO_4 (конц.), SO_3 , $KClO_3$, $KClO$, $Ca(ClO)Cl$ и др.
- **Электрический ток на аноде.**



Типичные восстановители

- **Нейтральные атомы и молекулы:** Al , Zn , Cr , Fe , H , C , $LiAlH_4$, H_2 , NH_3 , и др.
- **Отрицательно заряженные ионы неметаллов:** S^{2-} , I^- , Br^- , Cl^- и др.
- **Положительно заряженные ионы металлов в низшей степени окисления:** Cr^{2+} , Fe^{2+} , Cu^+ и др.
- **Сложные ионы и молекулы, содержащие атомы в состоянии промежуточной степени окисления:** SO_3^{2-} , NO_2^- , CrO_2^- , CO , SO_2 , NO , P_4O_6 , C_2H_5OH , CH_3CHO , $HCOOH$, $H_2C_2O_4$, $C_6H_{12}O_6$ и др.
- **Электрический ток на катоде.**

Таблица 24. Стандартные электродные потенциалы в водных растворах при 25 °С (Т = 298 К)

Окисленная форма акцептор электронов	+ nē	Восстановленная форма донор электронов	E°, В
Очень слабый окислитель	$Li^+ + e^- \rightleftharpoons Li$	Сильный восстановитель	-3,05
	$Ca^{2+} + 2e^- \rightleftharpoons Ca$		-2,87
	$Na^+ + e^- \rightleftharpoons Na$		-2,71
	$Al^{3+} + 3e^- \rightleftharpoons Al$		-1,66
	$Zn^{2+} + 2e^- \rightleftharpoons Zn$		-0,76
	$Cr^{3+} + 3e^- \rightleftharpoons Cr$		-0,74
	$S + 2e^- \rightleftharpoons S^{2-}$		-0,45
	$Fe^{2+} + 2e^- \rightleftharpoons Fe$		-0,44
	$Cr^{3+} + e^- \rightleftharpoons Cr^{2+}$		-0,41
	$Ni^{2+} + 2e^- \rightleftharpoons Ni$		-0,25
	$Sn^{2+} + 2e^- \rightleftharpoons Sn$		-0,14
	$Pb^{2+} + 2e^- \rightleftharpoons Pb$		-0,13
	$2H^+ + 2e^- \rightleftharpoons H_2$		0,0
	$NO_3^- + H_2O + 2e^- \rightleftharpoons NO_2^- + 2OH^-$		+0,01
	$Sn^{4+} + 2e^- \rightleftharpoons Sn^{2+}$		+0,15
	$SO_4^{2-} + 2H^+ + 2e^- \rightleftharpoons SO_3^{2-} + H_2O$		+0,20
	$Cu^{2+} + 2e^- \rightleftharpoons Cu$		+0,34
	$I_2 + 2e^- \rightleftharpoons 2I^-$		+0,54
	$MnO_4^- + e^- \rightleftharpoons MnO_4^{2-}$		+0,56
	$MnO_4^- + 2H_2O + 3e^- \rightleftharpoons MnO_2 + 2H_2O$		+0,60
	$Fe^{3+} + e^- \rightleftharpoons Fe^{2+}$		+0,77
	$Hg_2^{2+} + 2e^- \rightleftharpoons 2Hg$		+0,80
	$Ag^+ + e^- \rightleftharpoons Ag$		+0,80
	$Hg^{2+} + 2e^- \rightleftharpoons Hg$		+0,85
	$NO_3^- + 4H^+ + 3e^- \rightleftharpoons NO + 2H_2O$		+0,96
	$NO_2^- + 2H^+ + e^- \rightleftharpoons NO + H_2O$		+1,00
	$Br_2 + 2e^- \rightleftharpoons 2Br^-$		+1,07
	$O_2 + 4H^+ + 4e^- \rightleftharpoons 2H_2O$		+1,23
	$Cr_2O_7^{2-} + 14H^+ + 6e^- \rightleftharpoons 2Cr^{3+} + 7H_2O$		+1,33
	$Cl_2 + 2e^- \rightleftharpoons 2Cl^-$		+1,36
	$MnO_4^- + 8H^+ + 5e^- \rightleftharpoons Mn^{2+} + 4H_2O$		+1,52
	$H_2O_2 + 2H^+ + 2e^- \rightleftharpoons 2H_2O$		+1,78
	$O_3 + 2H^+ + 2e^- \rightleftharpoons O_2 + H_2O$		+2,07
	$F_2 + 2e^- \rightleftharpoons 2F^-$		+2,87

Усиление электроакцепторной способности окисленной формы

Сильный окислитель

Усиление электродонорной способности восстановленной формы

Очень слабый восстановитель

От гальванического элемента до электролиза



Опыты Гальвани



Рис. 3. Английский врач и физиолог Энтони Карлайл



Рис. 4. Английский физик, химик и инженер Уильям Никольсон



Рис. 1. Итальянский физик и физиолог Алессандро Вольта

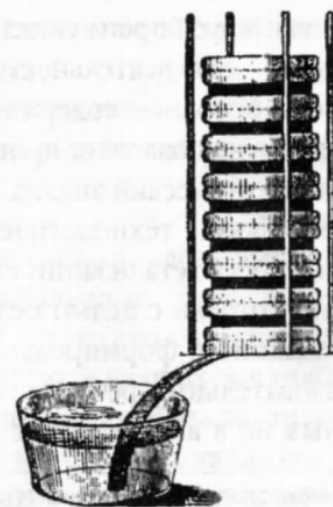


Рис. 2. Первый столб А. Вольта

М. А. Ахметов
ИПК и ПРО, Ульяновск

От познавательного интереса К РАСКРЫТИЮ СУЩНОСТИ электрохимических процессов

Химия в школе. – 2014. - №8. – С.38-44



Рис. 6. Английский физик и химик Гемфри Дэви

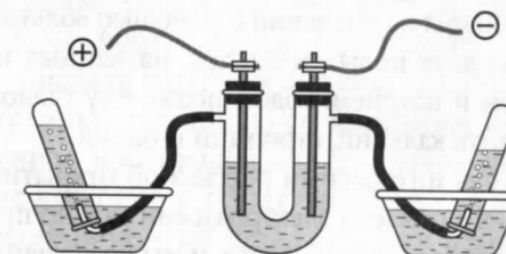


Рис. 5. Получение водорода Карлайлом и Никольсоном

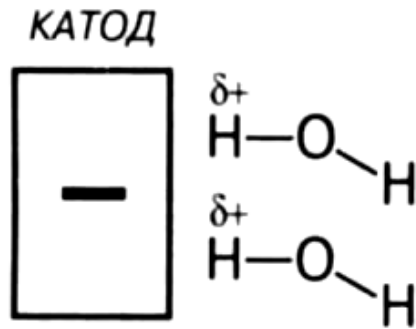


Рис. 9. Схема притяжения молекул воды катодом

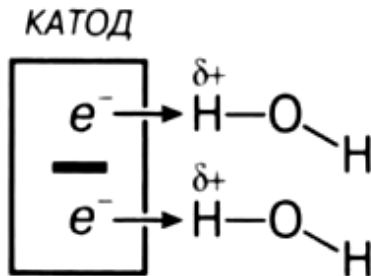


Рис. 10. Модель, демонстрирующая приобретение атомами водорода, имеющими частичный положительный заряд, электронов

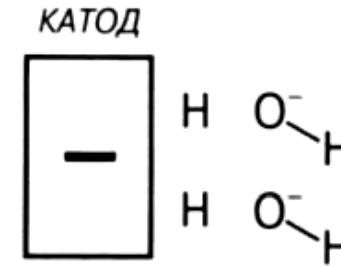


Рис. 11. Образование атомов водорода и щелочной среды раствора

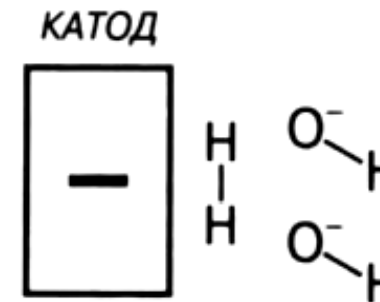


Рис. 12. Образование молекулы водорода в ходе электролиза

Модель анодного процесса: окисление воды

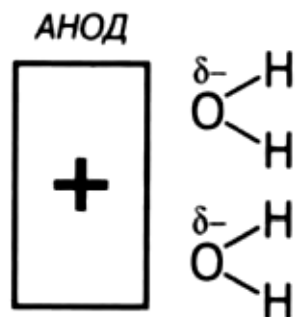


Рис. 13. Молекулы воды притягиваются к аноду атомами кислорода

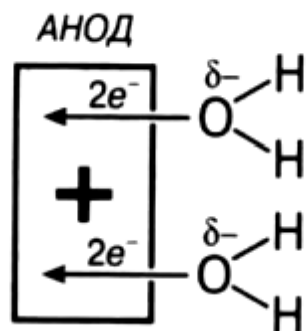


Рис. 14. Модель отдачи атомами кислорода электронов, происходящей на аноде

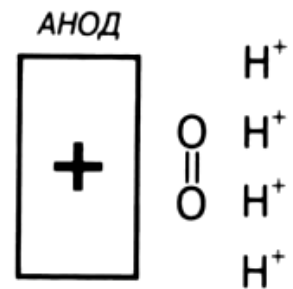


Рис. 15. Образование молекулы кислорода и кислотной среды раствора в результате электрохимических процессов, происходящих на аноде



Модель анодного процесса: окисление карбоксильной группы

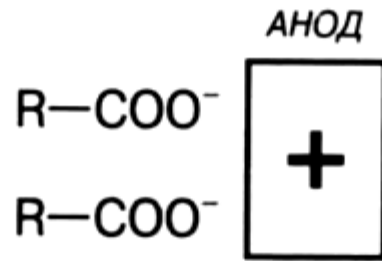
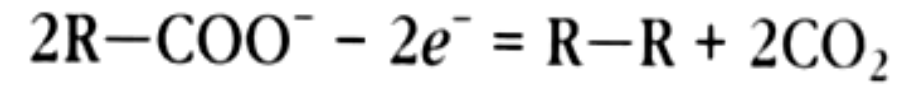


Рис. 16. Притяжение анионов карбоновых кислот к аноду

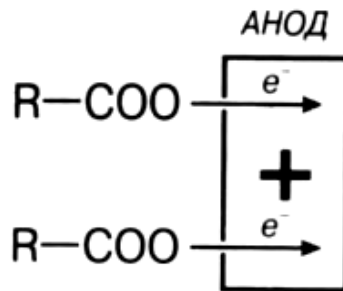


Рис. 17. Переход электрона с карбоксильной группы на анод

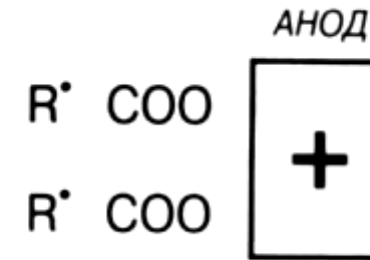


Рис. 18. Разрыв связей с образованием углеводородных радикалов и молекул углекислого газа

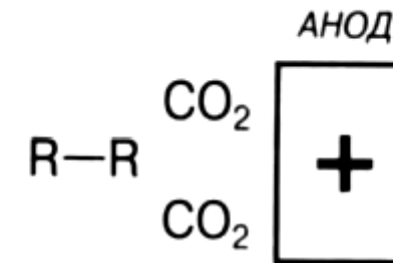


Рис. 19. Образование молекулы углеводорода

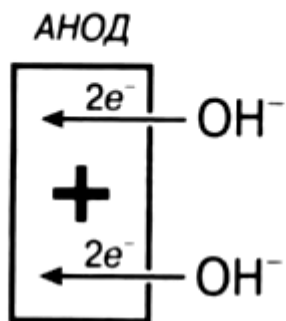
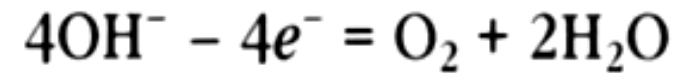


Рис. 20. Передача гидроксид-ионами электронов на анод

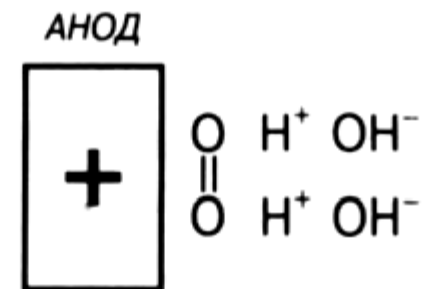


Рис. 22. Взаимодействие катионов водорода с гидроксид-ионами

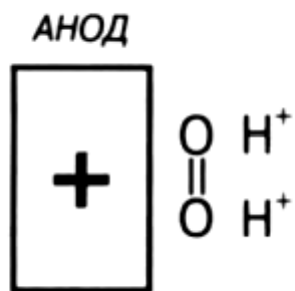


Рис. 21. Образование молекулы кислорода и высвобождение катионов водорода

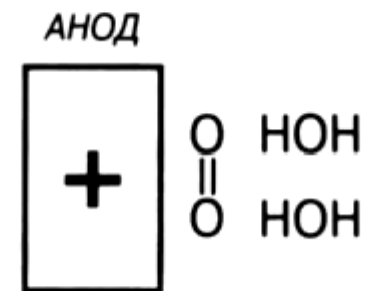


Рис. 23. Образование молекул воды в результате взаимодействия катионов водорода с гидроксид-ионами

Примеры заданий 21, 22, 30

21 Установите соответствие между уравнением реакции и свойством элемента азота, которое он проявляет в этой реакции: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.

УРАВНЕНИЕ РЕАКЦИИ

- А) $\text{NH}_4\text{HCO}_3 = \text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$
Б) $3\text{CuO} + 2\text{NH}_3 = \text{N}_2 + 3\text{Cu} + 3\text{H}_2\text{O}$
В) $4\text{NH}_3 + 5\text{O}_2 = 4\text{NO} + 6\text{H}_2\text{O}$

СВОЙСТВО АЗОТА

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

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б	В

22 Установите соответствие между формулой соли и продуктами электролиза водного раствора этой соли, которые выделились на инертных электродах: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.

ФОРМУЛА СОЛИ

- А) Na_3PO_4
Б) KCl
В) CuBr_2
Г) $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$

ПРОДУКТЫ ЭЛЕКТРОЛИЗА

- 1) H_2, O_2
2) Cu, O_2
3) Cu, Br_2
4) H_2, Cl_2
5) Cu, NO_2

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б	В	Г

Для выполнения заданий 30, 31 используйте следующий перечень веществ: перманганат калия, гидрокарбонат калия, сульфит натрия, сульфат бария, гидроксид калия. Допустимо использование водных растворов веществ.

30 Из предложенного перечня веществ выберите вещества, между которыми возможна окислительно-восстановительная реакция. Запишите уравнение только одной из возможных окислительно-восстановительных реакций, используя не менее двух веществ из предложенного перечня. Составьте электронный баланс, укажите окислитель и восстановитель.

ЗАДАНИЕ ПО ТЕМЕ «ОКИСЛИТЕЛЬНО-ВОССТАНОВИТЕЛЬНЫЕ РЕАКЦИИ»

1. Приведите примеры типичных окислителей и типичных восстановителей?
2. Приведите пример веществ, проявляющих двойственную окислительно-восстановительную функцию?
3. Составьте уравнения ОВР в различных средах с участием
 - а) Перманганата калия
 - б) Хромата и дихромата калия
 - в) Галогенов, их кислородсодержащих солей в щелочной среде
 - г) Концентрированной серной кислоты
 - е) Азотной кислоты различной концентрации
 - ж) Пероксидов

Тренинг по теме ОВР

Задание 30-пример 1

Даны вещества: 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. Запишите уравнение этой реакции, подобрав коэффициенты методом электронного баланса. Укажите окислитель и восстановитель.

Задание 30-пример 2

Даны вещества: дихромат калия, гидрокарбонат меди (II), бромоводород, серная кислота, хлорид серебра. Допустимо использование водных растворов веществ.

Из предложенного перечня веществ выберите вещества, между которыми возможна окислительно-восстановительная реакция. Запишите уравнение этой реакции, подобрав коэффициенты методом электронного баланса. Укажите окислитель и восстановитель.

Задание 30-пример 3

Даны вещества: хромат калия, гидрофосфат натрия, нитрит натрия, гидроксид натрия, карбонат калия. Допустимо использование водных растворов веществ.

Из предложенного перечня веществ выберите вещества, между которыми возможна окислительно-восстановительная реакция. Запишите уравнение этой реакции, подобрав коэффициенты методом электронного баланса. Укажите окислитель и восстановитель.

Задание 30-пример 4

Даны вещества: перманганат калия, дигидрофосфат натрия, нитрат калия, серная кислота, аммиак. Допустимо использование водных растворов веществ.

Из предложенного перечня веществ выберите вещества, между которыми возможна окислительно-восстановительная реакция. Запишите уравнение этой реакции, подобрав коэффициенты методом электронного баланса. Укажите окислитель и восстановитель.

Задание 30-пример 5

Даны вещества: перманганат натрия, тетрагидроксоцинкат натрия, нитрат калия, азотная кислота, оксид железа (II). Допустимо использование водных растворов веществ.

Из предложенного перечня веществ выберите вещества, между которыми возможна окислительно-восстановительная реакция. Запишите уравнение этой реакции, подобрав коэффициенты методом электронного баланса. Укажите окислитель и восстановитель.

Задание 30-пример 6

Даны вещества: нитрат железа(II), концентрированная азотная кислота, оксид кремния(IV), углекислый газ, гидроксид алюминия.

Из предложенного перечня веществ выберите вещества, между которыми возможна окислительно-восстановительная реакция. Запишите уравнение этой реакции, подобрав коэффициенты методом электронного баланса. Укажите окислитель и восстановитель.

Задание 30-пример 7

Даны вещества: оксид кремния (IV), нитрат калия, оксид фосфора (III), углекислый газ, гидроксид калия

Из предложенного перечня веществ выберите вещества, между которыми возможна окислительно-восстановительная реакция. Запишите уравнение этой реакции, подобрав коэффициенты методом электронного баланса. Укажите окислитель и восстановитель.

САЙТ КОРПОРАЦИИ «РОССИЙСКИЙ УЧЕБНИК»

МЕТОДИЧЕСКАЯ ПОМОЩЬ ПО ПРЕДМЕТУ

Интернет-магазин Где купить Контакты Дистанционное обучение Аудио Новости ЛЕСТА Мой личный кабинет

российский учебник дрофа ВЕНТЕНА граф

Методическая помощь по предмету Вебинары Каталог Поиск

Методическая помощь

Выберите тип методической помощи

Вебинары	Внеурочная деятельность (конкурсные работы)	Из опыта педагогов
Конкурсы и акции	Конференции, форумы и фестивали	Курсы повышения квалификации
Методические пособия	Методический семинар	Наглядные и раздаточные материалы
Познавательные игры	Презентации к урокам	Рабочие программы
Рабочие программы, разработанные педагогами	Разработки уроков (конспекты уроков)	Статьи

Проекты

Выберите тип методической помощи, чтобы посмотреть материалы и мероприятия по предмету или уточните УМК.

Закреть

rosuchebnik.ru, [росучебник.рф](http://rosuchebnik.ru)

Москва, Пресненская наб., д. 6, строение 2
+7 (495) 795 05 35, 795 05 45, info@rosuchebnik.ru

Нужна методическая поддержка?

Методический центр
8-800-2000-550 (звонок бесплатный)
metod@rosuchebnik.ru

Хотите купить?

 **ook 24**

Официальный интернет-магазин
учебной литературы book24.ru



LECTA

Цифровая среда школы
lecta.rosuchebnik.ru



Отдел продаж
sales@rosuchebnik.ru

Хотите продолжить общение?



youtube.com/user/drofapublishing



fb.com/rosuchebnik



vk.com/ros.uchebnik



ok.ru/rosuchebnik