



**ХИМИЯ ЭЛЕМЕНТОВ.**

**МАРГАНЕЦ.**

**Кислородсодержащие соединения.**



Готовимся к ЕГЭ вместе!  
[vk.com/ege100ballov](https://vk.com/ege100ballov)

# МАРГАНЕЦ

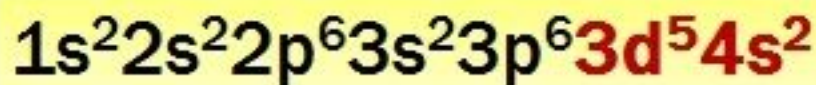
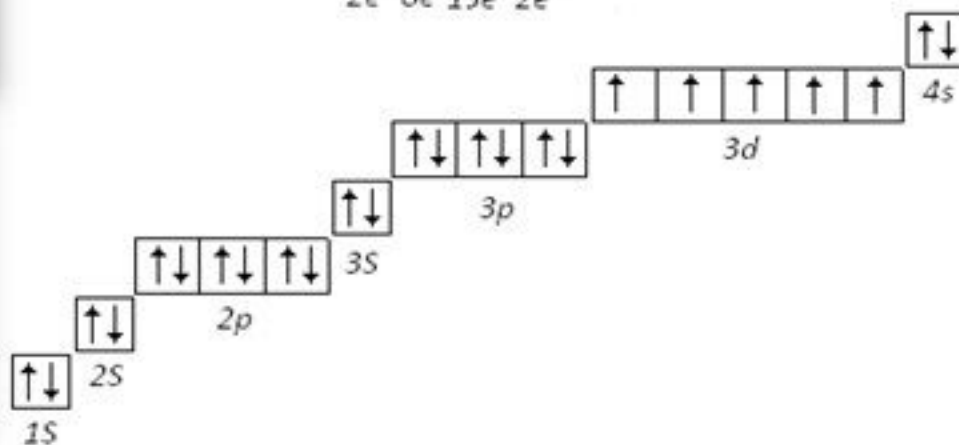
Mn <sup>25</sup>

МАРГАНЕЦ 2  
54.938 13  
 $3d^5 4s^2$  8  
2



В возбуждённом состоянии s-электроны внешнего уровня могут переходить на вакантные p-орбитали, за счёт чего валентные возможности расширяются.

**Марганец** – элемент четвёртого периода, VII группы, побочной подгруппы.



Плотность, г/см<sup>3</sup>: 7,47  
t плавления, °C: 1246

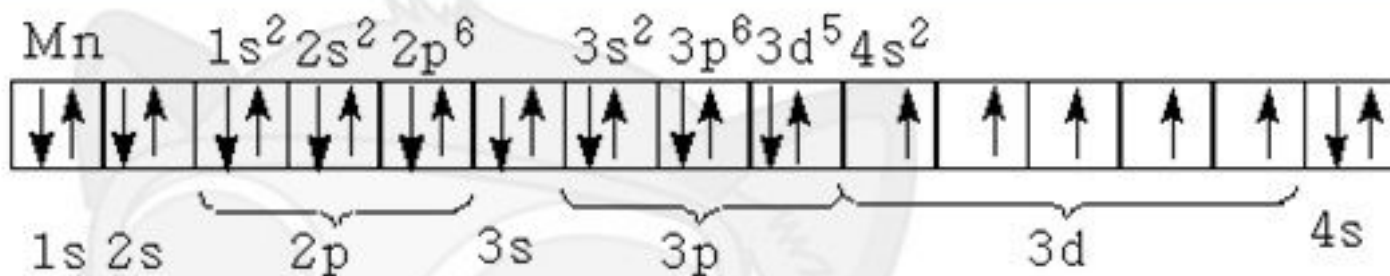
[VK.COM/CHEMISTRY\\_100](https://vk.com/chemistry_100)

В основном состоянии атом марганца имеет 2 спаренных электрона на внешнем энергетическом уровне и 5 неспаренных электронов на предвнешнем уровне.

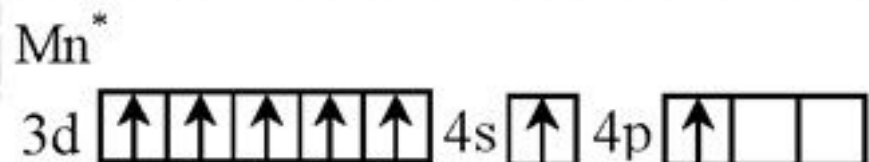
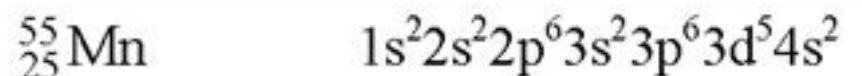


Родохрозит.

# МАРГАНЕЦ



Согласно  
электронной  
конфигурации,



степень окисления +2 и +7

максимально возможная  
валентность для марганца равна VII.

**Возможные степени окисления  
марганца: 0, +1, +2, +3, +4, +5, +6, +7.**

Соединения марганца в степенях  
окисления **+1** (крайне!), **+3** и **+5**  
**неустойчивы.**

Марганец впервые получили К.В. Шееле и Ю. Ган  
в 1774 г. при исследовании минерала **пирролюзита**. →

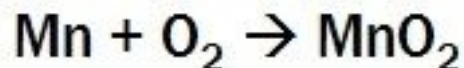
Марганец широко распространён в природе. Его  
содержание в земной коре составляет 0,1 % по  
массе.



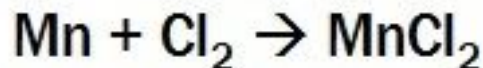
# МАРГАНЕЦ

Марганец относится к металлам средней активности: в ряду активности металлов марганец находится сразу после алюминия, уступая, таким образом, только щелочным, щелочноземельным металлам, магнию, алюминию. Однако на воздухе металл **покрывается плотной оксидной плёнкой**, которая предохраняет от дальнейшего окисления.

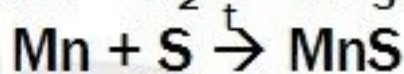
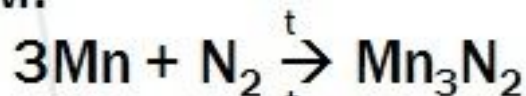
В измельчённом состоянии марганец взаимодействует с кислородом:



Активно реагирует с галогенами:



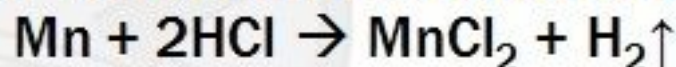
Также взаимодействует (**при нагревании**) с азотом, углеродом, фосфором и кремнием:



Для выполнения заданий 30, 31 используйте следующий перечень веществ:  
силикат натрия, серная кислота, углекислый газ, иодид калия, оксид марганца (IV).  
Допустимо использование водных растворов.

# МАРГАНЕЦ

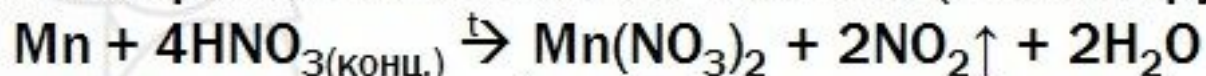
Поскольку марганец в ряду активности металлов находится левее водорода, он способен **вытеснять водород из растворов кислот**:



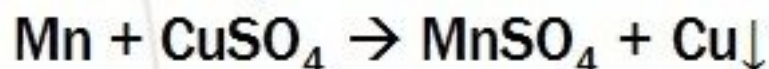
Порошкообразный марганец при нагревании вытесняет водород из воды:



Реакции марганца **с кислотами-окислителями** (концентрированная серная, азотная кислота) возможны **только при нагревании**. На холоду металл покрывается оксидной плёнкой (пассивируется).



При взаимодействии **с солями** марганец вытесняет металлы, стоящие в ряду активности правее него:

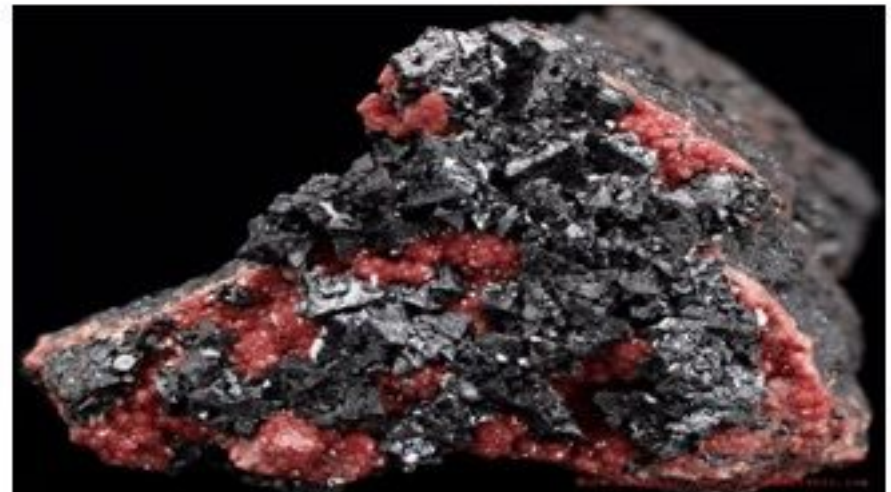


# МАРГАНЕЦ

В природе марганец редко встречается в свободном состоянии, а также в виде соединений — оксидов, сульфидов, карбонатов, силикатов и другие. Например, оксиды, образующие различные минералы: оксид марганца(IV)  $MnO_2$  (**пирролюзит и манганомелан**), оксид марганца(III)  $Mn_2O_3$  (**браунит**), оксид марганца(II,III)  $Mn_3O_4$  (**гаусманит**), карбонат марганца(II)  $MnCO_3$  (**родохрозит**). По внешнему виду марганец напоминает железо, но марганец твёрже и более хрупок. Характеризуется аномально низкой электрической проводимостью. Тугоплавкий.



Браунит.



Гаусманит.

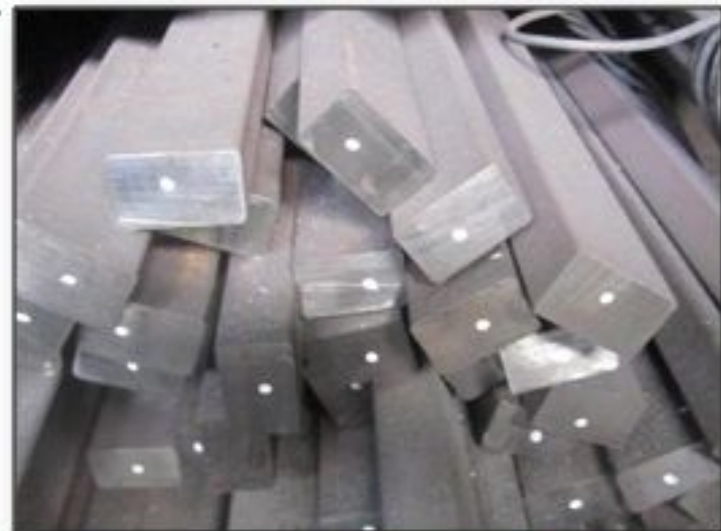
# МАРГАНЕЦ

Марганец и его соединения находят широкое применение.

Главный потребитель чистого марганца – **сталелитейное производство**. Введение в состав сталей марганца придаёт стали твёрдость и изностоустойчивость, не снижая при этом пластичности.

**Перманганат калия**  $\text{KMnO}_4$  находит широкое применение как энергичный **окислитель**. Разбавленные растворы перманганата калия применяются в **медицинской практике** в качестве дезинфицирующего средства.

Для человеческого организма Mn – **незаменимый микроэлемент**, оказывает влияние на синтез гликогена, усиливает влияние инсулина.



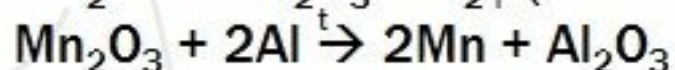
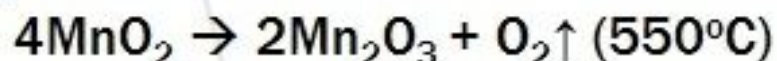


# МАРГАНЕЦ

В организме человека содержится немного марганца: от 10 до 20 мг, однако число атомов марганца в этих количествах колоссально — порядка  $10^{20}$ . Марганецсодержащие ферменты обеспечивают **антиоксидантную защиту клеток**; марганец нужен для **образования здоровых хрящей и костей**, он улучшает **работу нервной системы**, способствуют **усваиванию ряда витаминов, быстрому заживлению ран**. Поэтому ежедневное поступление марганца с пищей должно составлять не менее 5 мг.

Металлический марганец на воздухе окисляется, покрываясь тёмным налётом оксида.

**Получают марганец**, восстанавливая алюминием оксид  $Mn_2O_3$ , который образуется при прокаливании пиролюзита:



При восстановлении углём оксидов Mn образуется ферромарганец с высоким содержанием C и Fe.

(Mn 70-90%)



Родохрозит  
(марганцевый шпат)  
 $MnCO_3$ .

# МАРГАНЕЦ

Вскоре после открытия марганца было установлено, что уже **небольшие добавки этого металла значительно увеличивают прочность и гибкость стали**. Этим в 1850 г. воспользовался английский промышленник Генри Бессемер (1813—1898), когда разработал носящий его имя способ производства дешевой высококачественной стали. Ее получению препятствовали примеси серы и кислорода, которые делают сталь хрупкой и трудно обрабатываемой. Оказалось, что добавление марганца способствует удалению из стали серы и кислорода, которые переходят в шлак. Неудивительно, что 90% производимого в мире марганца расходуется в производстве стали. Мировое производство марганца в 2012 г. составило 16 млн тонн.

**Марганец необходим и живым организмам.** Атомы марганца входят в состав ряда **ферментов**, в том числе расщепляющих воду с выделением кислорода в процессе фотосинтеза в растениях.

# МАРГАНЕЦ

Марганец недаром считается **химическим «хамелеоном»**.

Известно большое число соединений, в которых он проявляет все промежуточные степени окисления от 0 до +7. А окраска этих соединений составляет богатейшую палитру.

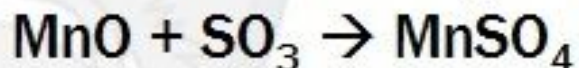
## СОЕДИНЕНИЯ МАРГАНЦА

ВАЛЕНТНОСТЬ	II	III	IV	V	VI	VII
ЦВЕТ	Нежно бледно-розовый	Коричневые или вишнёвые	Чёрные или коричневые	Ярко-синие	Зелёные	Малиновые

**Примечание:** соединения  $Mn^{+3}$  стабилизируется комплексами,  $Mn^{+5}$  стабилизируется хранением в отсутствие влаги и восстановителей. Соединения  $Mn^{+1}$  неустойчивы в принципе.

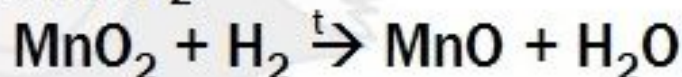
# МАРГАНЕЦ

**Оксид марганца(II)** обладает **основными свойствами**.  
Взаимодействует с кислотами, кислотными оксидами:



Он может быть **получен** двумя способами.

1) Восстановлением  $\text{MnO}_2$ :



2) Прокаливанием карбоната марганца(II):



Низшие оксиды марганца проявляют свойства восстановителей в ОВР, высшие – свойства окислителей. Высшие оксиды марганца получают окислением  $\text{MnO}_2$ .



# МАРГАНЕЦ

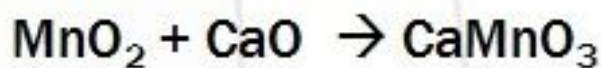
Наиболее устойчивый оксид марганца – **оксид марганца(IV)**  $\text{MnO}_2$ . Высшие оксиды марганца в ходе окислительно-восстановительных реакций восстанавливаются до  $\text{MnO}_2$ , низшие оксиды – окисляются до  $\text{MnO}_2$ . Диоксид марганца представляет собой твёрдое вещество тёмно-бурого цвета. При нагревании на воздухе до температуры  $530^\circ\text{C}$  **разлагается**, выделяя кислород:



В кислой среде диоксид марганца – **сильный окислитель!** Это свойство используется, например, при получении хлора:



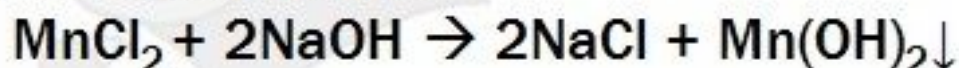
Обладает **амфотерными свойствами**, при сплавлении взаимодействует с основными оксидами и основаниями:



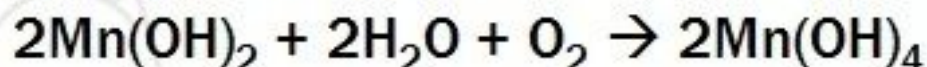
# МАРГАНЕЦ

Свойства **гидроксидов марганца** находятся в соответствии со свойствами оксидов марганца (в низших степенях окисления марганца – основные свойства, в промежуточных – амфотерные, в высших – кислотные).

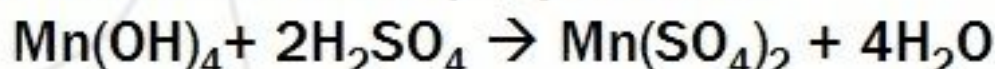
Гидроксид марганца(II)  $Mn(OH)_2$  - основной гидроксид. Образуется в виде белого осадка при действии растворов сильных оснований на растворимые соли марганца:



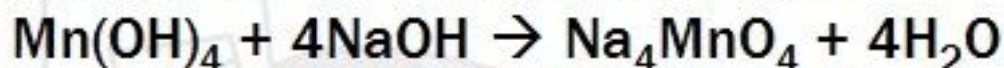
Гидроксид марганца(II) неустойчив, уже на воздухе окисляется, образуя гидроксид марганца(IV):



Гидроксид марганца(IV) обладает амфотерными свойствами. При взаимодействии с кислотами образует соли:

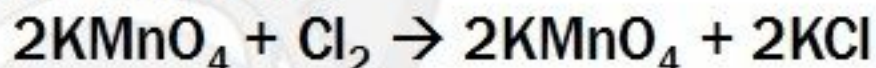


С сильными основаниями также образует соли:



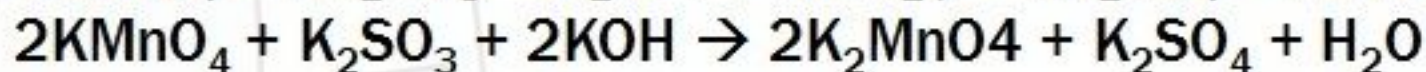
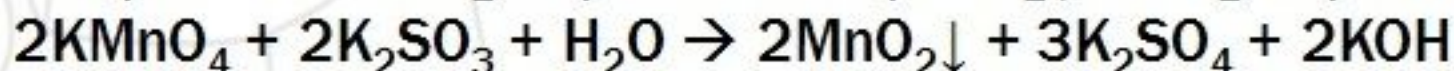
# МАРГАНЕЦ

**Все соединения марганца(+6) – сильные окислители.** Однако при действии более сильных окислителей они проявляют восстановительные свойства:



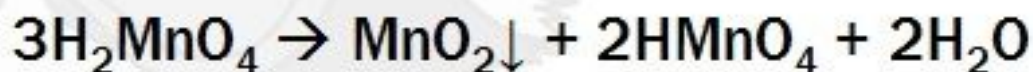
В результате реакции раствор меняет цвет с зелёного ( $\text{K}_2\text{MnO}_4$ ) на фиолетовый ( $\text{KMnO}_4$ ).

**Марганцовая кислота  $\text{HMnO}_4$**  – сильная кислота. Может существовать в растворах до 20%. Её соли – **перманганаты** – являются энергичными окислителями. Степень восстановления марганца существенно зависит от среды: в кислой среде  $\text{Mn}^{+7}$  восстанавливается до  $\text{Mn}^{+2}$ , в нейтральной – до  $\text{Mn}^{+4}$ , в щелочной – до  $\text{Mn}^{+6}$ :



# МАРГАНЕЦ

Оксид марганца(V) и оксид марганца(VI), а также соответствующие им кислоты крайне неустойчивы, получить их практически невозможно. Однако известны их соли (манганаты)  $K_2MnO_4$ . Марганцовистая кислота  $H_2MnO_4$  диспропорционирует с образованием диоксида марганца:



Аналогичные превращения могут претерпевать и её соли – манганаты:



**Оксиду марганца(VII)** соответствует **марганцовая кислота  $HMnO_4$** . Соли этой кислоты – перманганаты.

С увеличением степени окисления марганца в гидроксидах марганца ослабевают основные свойства и усиливаются кислотные.



# МАРГАНЕЦ

## Оксиды и гидроксиды марганца

Mn (II)      Mn (III)      Mn (IV)      Mn (VI)      Mn (VII)

### Оксиды:

MnO	Mn <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	MnO <sub>2</sub>	MnO <sub>3</sub>	Mn <sub>2</sub> O <sub>7</sub>
Основной (серо-зел. крист., н.)	Основной (бурые крист., н.)	Амфотерный (тёмно- коричн.)	Кислотный (не получен)	Кислотный (зел.-чер. масл., ж., р.)

### Гидроксиды:

Mn(OH) <sub>2</sub>	Mn(OH) <sub>3</sub>	Mn(OH) <sub>4</sub>	H <sub>2</sub> MnO <sub>4</sub>	HMnO <sub>4</sub>
(нерастворим ое основание белого цв. )	(нерастворим ое основание темно- коричн. цв. )	(амфотерный гидроксид бурого цв. )	(неустойчивая кислота)	(сильная кислота. Устойчив только в растворах)

Усиление кислотных свойств

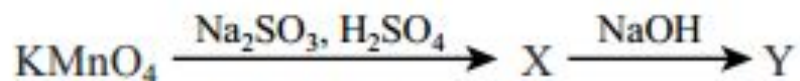
Усиление окислительных свойств

Установите соответствие между веществом и набором реагентов, с каждым из которых оно может взаимодействовать.

<u>ВЕЩЕСТВО</u>	<u>РЕАГЕНТЫ</u>
А) азотная кислота	1) $\text{HCl}$ , $\text{H}_2\text{O}_2$ , $\text{KOH}$
Б) марганец	2) $\text{H}_2\text{SO}_4$ , $\text{HNO}_3$ , $\text{Cl}_2$
В) дихромат натрия	3) $\text{S}$ , $\text{Cr}(\text{OH})_3$ , $\text{Na}_2\text{SO}_3$
	4) $\text{H}_2\text{SO}_4$ , $\text{H}_2\text{S}$ , $\text{BaCl}_2$

**10**

В заданной схеме превращений



веществами X и Y, необходимыми для последовательного осуществления превращений, являются соответственно:

- 1) гидроксид марганца (III)
- 2) гидроксид марганца (II)
- 3) оксид марганца (IV)
- 4) сульфат марганца (II)
- 5) манганат калия

Запишите в таблицу номера выбранных веществ под соответствующими буквами.

Ответ:

X	Y

**KMnO<sub>4</sub>** (малиновый раствор)

+ ВОССТАНОВИТЕЛЬ

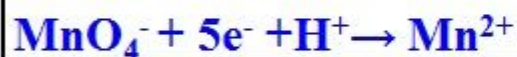
**кислая среда:**

**Mn<sup>2+</sup>**

(MnCl<sub>2</sub>, MnSO<sub>4</sub>)

обесцвечивание

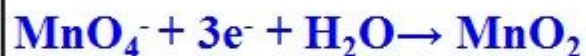
(соль той кислоты, которая участвует в реакции)



**нейтральная среда:**

**Mn<sup>+4</sup>**

(MnO<sub>2</sub>↓ бурый осадок)



**щелочная среда:**

**Mn<sup>+6</sup>**

(K<sub>2</sub>MnO<sub>4</sub>,

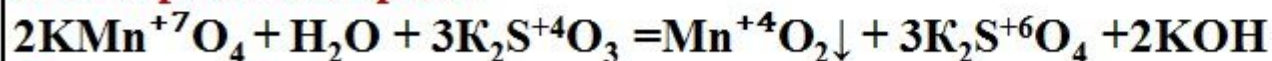
зеленый раствор)



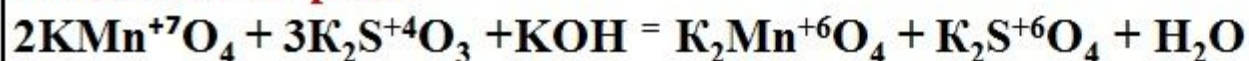
**В кислой среде:**



**В нейтральной среде:**



**В щелочной среде:**



**Запишем и запомним!**

# Линия 29

Для выполнения задания используйте следующий перечень веществ:

**перманганат калия**, гидрокарбонат натрия, сульфит натрия, сульфат бария, гидроксид калия, пероксид водорода.

Допустимо использование водных растворов веществ.

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

В ответе запишите уравнение только одной из возможных окислительно-восстановительных реакций с участием выбранных веществ.

Составьте электронный баланс, укажите окислитель и восстановитель.

# Анализ задания 31

**Перманганат калия**, гидрокарбонат натрия, сульфит натрия, сульфат бария, гидроксид калия, пероксид водорода.

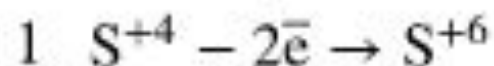
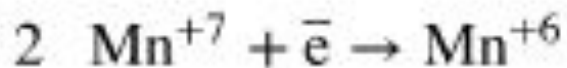
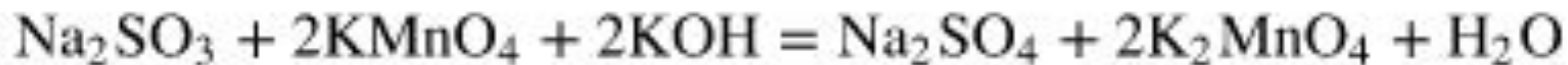
Перманганат калия содержит марганец в степени окисления +7 следовательно может быть только окислителем.

Перекись водорода также может выступать в роли окислителя, но она бесцветна и изменения окраски не произойдет. Не подойдет пероксид водорода также в качестве восстановителя, т.к. в этом случае выделяется кислород, что не соответствует условию.

В качестве восстановителя будет выступать сульфит натрия, т.к. сера находится в степени окисления +4 (не в высшей).

Среду можно создать гидроксидом калия.

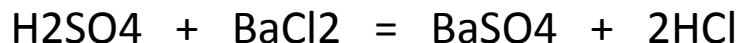
В щелочной среде **перманганат калия** восстанавливается до манганата, окраска с малиновой изменится на **зеленую**.



Сульфит натрия (или сера в степени окисления ) является восстановителем. Перманганат калия (или марганец в степени окисления ) – окислителем.

# Линия 32

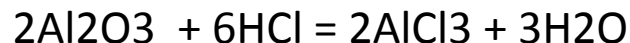
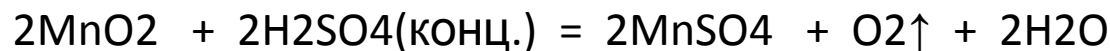
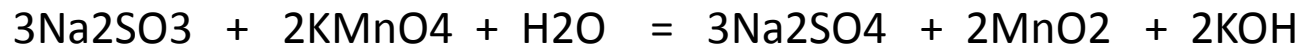
1. Нитрат марганца (II) прокалили, к полученному твердому бурому веществу прилили концентрированную хлороводородную кислоту. Выделившийся газ пропустили через сероводородную кислоту. Образовавшийся раствор образует осадок с хлоридом бария. Напишите уравнения описанных реакций.





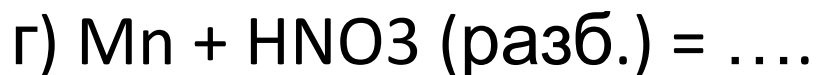
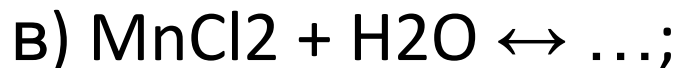
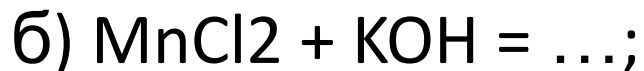
# Линия 32

2. Бурый осадок, полученный при взаимодействии сульфита натрия с водным раствором перманганата калия, отфильтровали и обработали концентрированной серной кислотой. Выделяющийся газ при нагревании реагирует с алюминием, а образующееся вещество – с раствором соляной кислоты. Напишите уравнения описанных реакций.



# Закрепление

1. Закончить уравнения реакций:



2. Окисление сульфата железа (II) перманганатом калия в щелочной среде протекает по уравнению  $\text{KMnO}_4 + \text{FeSO}_4 + \text{KOH} = \text{FeOHSO}_4 + \dots$

Какая масса перманганата калия потребуется для окисления 7,6 г  $\text{FeSO}_4$ ?

(Ответ: 7,9 г).

# Закрепление

3. Закончить уравнения реакций:  $\text{NaNO}_2 + \text{KMnO}_4 + \text{H}_2\text{SO}_4 = \dots$

4. Закончить уравнения реакций: а)  $\text{KMnO}_4 + \text{H}_2\text{SO}_4$  (конц.) = ...;

б)  $\text{Mn}_2\text{O}_7 + \text{HCl} = \dots$ ;

в)  $\text{Mn}_2\text{O}_7 + \text{NaOH} = \dots$ ;

г)  $\text{MnO}_2 + \text{KOH} = \dots$

5. Закончить уравнения реакций:

а)  $\text{K}_2\text{MnO}_4 + \text{Cl}_2 = \dots$ ;

б)  $\text{Mn}(\text{NO}_3)_2 + \text{H}_2\text{O} \leftrightarrow \dots$ ;

в)  $\text{MnSO}_4 + \text{H}_2\text{O} \leftrightarrow \dots$ ;

г)  $\text{MnCl}_2 + \text{NaOH} = \dots$