

КОНТРОЛЬНОЕ ЗАДАНИЕ № 2

Окислительно–восстановительные реакции

Окислительно–восстановительными называют реакции, сопровождающиеся изменением степени окисления атомов, входящих в состав реагирующих веществ. *Под степенью окисления (n) понимают условный заряд атома, который вычисляют исходя из предположения, что молекула состоит только из ионов.* Иными словами: *степень окисления — это условный заряд, который приобрел бы атом элемента, если предположить, что он принял или отдал то или иное число электронов.*

Окисление–восстановление — это единый, взаимосвязанный процесс. *Окисление приводит к повышению степени окисления восстановителя, а восстановление — к ее понижению у окислителя.*

Повышение или понижение степени окисления атомов отражается в электронных уравнениях: окислитель принимает электроны, а восстановитель их отдает. При этом не имеет значения, переходят ли электроны от одного атома к другому полностью и образуются ионные связи или электроны только оттягиваются к более электроотрицательному атому и возникает полярная связь. О способности того или иного вещества проявлять окислительные, восстановительные или двойственные (как окислительные, так и восстановительные) свойства можно судить по степени окисления атомов окислителя и восстановителя.

Атом того или иного элемента в своей высшей степени окисления не может ее повысить (отдать электроны) и проявляет только окислительные свойства, а в своей низшей степени окисления не может ее понизить (принять электроны) и проявляет только восстановительные свойства. Атом же элемента, имеющий промежуточную степень окисления, может проявлять как окислительные, так и восстановительные свойства. Например:

$N^{5+}(HNO_3)$	$S^{6+}(H_2SO_4)$	} проявляют только окислительные свойства;
$N^{4+}(NO_2)$	$S^{4+}(SO_2)$	
$N^{3+}(HNO_2)$	} проявляют окислительные и восстановительные свойства;	
$N_2+(NO)$		$S^{2+}(SO)$
$N^+(N_2O)$		$S^0(S_2; S_8)$
$N^0(N_2)$		$S^{-1}(H_2S_2)$
$N^-(NH_2OH)$	} проявляют только восстановительные свойства	
$N^{2-}(N_2H_4)$		
$N^{3-}(NH_3)$		$S^{2-}(H_2S)$

При окислительно–восстановительных реакциях валентность атомов может и не меняться. Например, в окислительно–восстановительной реакции $\text{H}_2^0 + \text{Cl}_2^0 = 2\text{H}^+\text{Cl}$ валентность атомов водорода и хлора до и после реакции равна единице. Изменилась их степень окисления. Валентность определяет число связей, образованных данным атомом, и поэтому знака заряда не имеет. Степень же окисления имеет знак плюс или минус.

Пример 1. Исходя из степени окисления (n) азота, серы и марганца в соединениях NH_3 , HNO_2 , HNO_3 , H_2S , H_2SO_3 , H_2SO_4 , MnO_2 и KMnO_4 , определите, какие из них могут быть только восстановителями, только окислителями и какие проявляют как окислительные, так и восстановительные свойства.

Решение. Степень окисления азота в указанных соединениях соответственно равна: -3 (низшая), $+3$ (промежуточная), $+5$ (высшая); $n(\text{S})$ соответственно равна: -2 (низшая), $+4$ (промежуточная), $+6$ (высшая); $n(\text{Mn})$ соответственно равна: $+4$ (промежуточная), $+7$ (высшая). Отсюда: NH_3 , H_2S — только восстановители; HNO_3 , H_2SO_4 , KMnO_4 — только окислители; HNO_2 , H_2SO_3 , MnO_2 — окислители и восстановители.

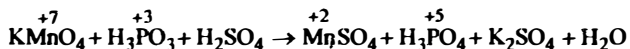
Пример 2. Могут ли происходит окислительно–восстановительные реакции между следующими веществами: а) H_2S и HI ; б) H_2S и H_2SO_3 ; в) H_2SO_3 и HClO_4 ?

Решение. а) Степень окисления в H_2S $n(\text{S}) = -2$; в HI $n(\text{I}) = -1$. Так как и сера, и иод находятся в своей низшей степени окисления, то оба вещества проявляют только восстановительные свойства и взаимодействовать друг с другом не могут; б) в H_2S $n(\text{S}) = -2$ (низшая), в H_2SO_3 $n(\text{S}) = +4$ (промежуточная).

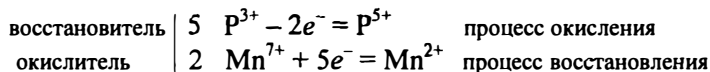
Следовательно, взаимодействие этих веществ возможно, причем H_2SO_3 является окислителем;

в) в H_2SO_3 $n(\text{S}) = +4$ (промежуточная); в HClO_4 $n(\text{Cl}) = +7$ (высшая). Взятые вещества могут взаимодействовать, H_2SO_3 в этом случае будет проявлять восстановительные свойства.

Пример 3. Составьте уравнения окислительно–восстановительной реакции, идущей по схеме:



Решение. Если в условии задачи даны как исходные вещества, так и продукты их взаимодействия, то написание уравнения реакции сводится, как правило, к нахождению и расстановке коэффициентов. Коэффициенты определяют методом электронного баланса с помощью электронных уравнений. Вычисляем, как изменяют степень окисления восстановитель и окислитель, и отражаем это в электронных уравнениях:

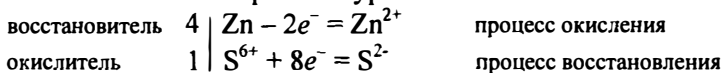


Общее число электронов, отданных восстановителем, должно быть равно числу электронов, которые присоединяет окислитель. Общее наименьшее кратное для отданных и принятых электронов десять. Разделив это число на 5, получаем коэффициент 2 для окислителя и продукта его восстановления, а при делении 10 на 2 получаем коэффициент 5 для восстановителя и продукта его окисления. Коэффициент перед веществами, атомы которых не меняют свою степень окисления, находят подбором. Уравнение реакции будет иметь вид

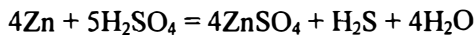


Пример 4. Составьте уравнение реакции взаимодействия цинка с концентрированной серной кислотой, учитывая максимальное восстановление последней.

Решение. Цинк, как любой металл, проявляет только восстановительные свойства. В концентрированной серной кислоте окислительная функция принадлежит сере (+6). Максимальное восстановление серы означает, что она приобретает минимальную степень окисления. Минимальная степень окисления серы как р-элемента VIA-группы равна -2. Цинк как металл IIВ-группы имеет постоянную степень окисления +2. Отражаем сказанное в электронных уравнениях:



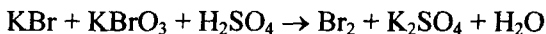
Составляем уравнение реакции:



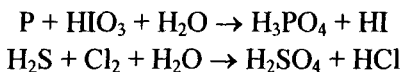
Перед H_2SO_4 стоит коэффициент 5, а не 1, ибо четыре молекулы H_2SO_4 идут на связывание четырех ионов Zn^{2+} .

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

221. Исходя из степени окисления хлора в соединениях HCl , HClO_3 , HClO_4 , определите, какое из них является только окислителем, только восстановителем и какое может проявлять как окислительные, так и восстановительные свойства. Почему? На основании электронных уравнений расставьте коэффициенты в уравнении реакции, идущей по схеме



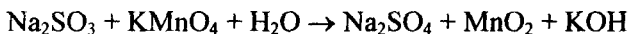
222. Реакции выражаются схемами:



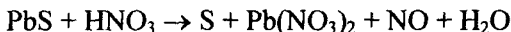
Составьте электронные уравнения. Расставьте коэффициенты в уравнениях реакций. Для каждой реакции укажите, какое вещество является окислителем, какое — восстановителем; какое вещество окисляется, какое — восстанавливается.

223. Составьте электронные уравнения и укажите, какой процесс — окисление или восстановление — происходит при следующих превращениях: $\text{As}^{3-} \rightarrow \text{As}^{5+}$; $\text{N}^{3+} \rightarrow \text{N}^{3-}$; $\text{S}^{2-} \rightarrow \text{S}^0$.

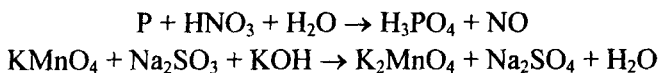
На основании электронных уравнений расставьте коэффициенты в уравнении реакции, идущей по схеме



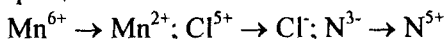
224. Исходя из степени окисления фосфора в соединениях PH_3 , H_3PO_4 , H_3PO_3 , определите, какое из них является только окислителем, только восстановителем и какое может проявлять как окислительные, так и восстановительные свойства. Почему? На основании электронных уравнений расставьте коэффициенты в уравнении реакции, идущей по схеме



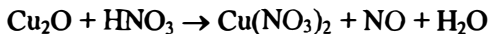
225. См. условие задачи 222.



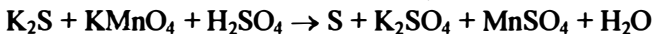
226. Составьте электронные уравнения и укажите, какой процесс — окисление или восстановление — происходит при следующих превращениях:



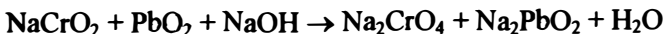
На основании электронных уравнений расставьте коэффициенты в уравнении реакции, идущей по схеме



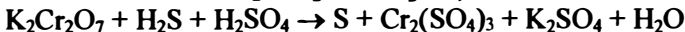
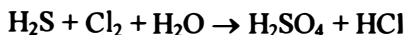
227. См. условие задачи 222.



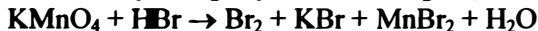
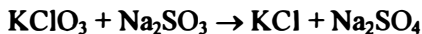
228. Исходя из степени окисления хрома, иода и серы в соединениях $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$, KI и H_2SO_3 , определите, какое из них является только окислителем, только восстановителем и какое может проявлять как окислительные, так и восстановительные свойства. Почему? На основании электронных уравнений расставьте коэффициенты в уравнении реакции, идущей по схеме



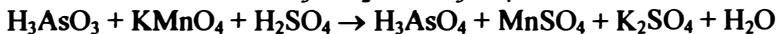
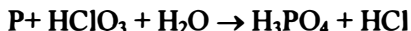
229. См. условие задачи 222.



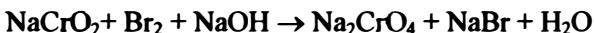
230. См. условие задачи 222.



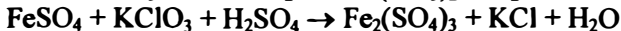
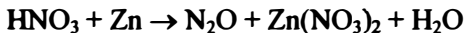
231. См. условие задачи 222.



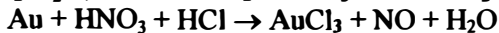
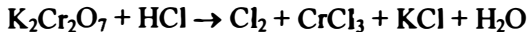
232. См. условие задачи 222.



233. См. условие задачи 222.



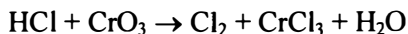
234. См. условие задачи 222.



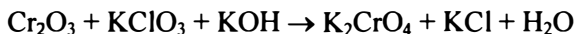
235. Могут ли происходить окислительно–восстановительные реакции между веществами: а) NH_3 и KMnO_4 ; б) HNO_2 и HI ; в) HCl и H_2Se ? Почему? На основании электронных уравнений расставьте коэффициенты в уравнении реакции, идущей по схеме



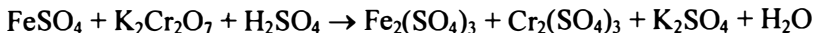
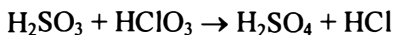
236. См. условие задачи 222.



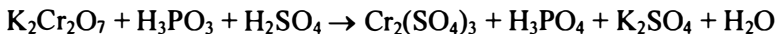
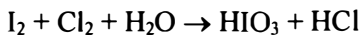
237. См. условие задачи 222.



238. См. условие задачи 222.



239. См. условие задачи 222.



240. Могут ли происходить окислительно–восстановительные реакции между веществами: а) PH_3 и HBr ; б) $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ и H_3PO_3 ; в) HNO_3 и H_2S ? Почему? На основании электронных уравнений расставьте коэффициенты в уравнении реакции, идущей по схеме

