**Тема занятия**  «Окислительно-восстановительные реакции. Метод электронного баланса и электронно-ионный метод»

**Значение темы**:

Окислительно-восстановительные реакции чрезвычайно распространены. С ними связаны, например, процессы дыхания и обмена веществ, протекающие в живом организме, гниение и брожение, фотосинтез.

Окислительно-восстановительные процессы сопровождают круговороты веществ в природе. Их можно наблюдать при сгорании топлива, в процессах коррозии металлов, при электролизе и выплавке металлов. С их помощью получают щелочи и кислоты, а так же многие другие ценные продукты. Окислительно-восстановительные реакции лежат в основе преобразования химической энергии в электрическую энергию в гальванических и топливных элементах.

Окислительно-восстановительные реакции широко применяются в качественном и количественном анализе в аналитической и фармацевтической химии, при проведении внутриаптечного контроля лекарственных средств. Так, в их используют для открытия катионов и анионов, дающих характерные реакции с окислителями и восстановителями, они лежат в основе ряда титриметрических методов анализа: перманганатометрия, иодометрия и др.

**2. Содержание темы.**

**Окислительно-восстановительные реакции (ОВР)** – химические реакции, сопровождающиеся переходом электронов от одного атома к другому, что ведёт к изменению степени окисления атомов элементов, участвующих в реакции.

Восстановитель + Окислитель = Продукты реакции

отдает электроны, принимает электроны,

окисляется восстанавливается

**Алгоритм вычисления степени окисления (с. о.)**

**Степень окисления** - это условная величина, которая показывает заряд того или иного элемента в соединении при условии, что все составляющие его частицы представляют собой ионы.

1. В молекулах простых веществ степень окисления атомов равна нулю.
2. У кислорода в соединениях степень окисления равна – 2,

исключение: фторид кислорода ОF2, где с.о. +2, пероксиды Н2О2, Nа2О2, где с.о. – 1

1. У фтора во всех соединениях степень окисления равна – 1
2. У водорода в соединениях степень окисления равна +1,

исключение: соединениях со щелочными и щелочноземельными металлами NаН, СаН2, где с. о. водорода равна – 1;

1. Степень окисления металлов всегда положительная и численно равна валентности металла в соединении.

Степень окисления щелочных и щелочноземельных металлов в соединениях равна, соответственно, +1 и +2.

1. Алгебраическая сумма степеней окисления атомов в молекуле равна нулю, а в ионе – заряду иона.

табл. 1.

|  |  |
| --- | --- |
| Последовательность действий | Примеры |
| 1. Напишите формулу сложного вещества | Н2SО4 |
| 2. Проставьте степени окисления у тех элементов, у которых она точно известна | С.о. водорода в соединении = + 1, с.о. кислорода в соединении = -2  Н2+1SО4-2 |
| Определите степень окисления у серы. Для этого вычислите общее число «+» и « - » в молекуле | 3.  Н2+1SО4-2    В молекуле 2 атома водорода, поэтому + 1∙ 2 = +2  В молекуле 4 атома кислорода, поэтому – 2∙ 4 = -8 |
| 4. Вычислите степень окисления серы. Для этого составьте уравнение, приняв с.о. серы за *х.*  **Помните:** сумма с.о. в молекуле должна быть = 0 | 4.  +2 + *х* + (-8) = 0  *х* = -2 +8 = +6  Н2+1S+6О4-2 |

**Алгоритм составления электронного баланса окислительно-восстановительных реакций**

табл.2.

|  |  |
| --- | --- |
| Последовательность действий | Примеры |
| 1. Составьте схему химической реакции | KClO3 → KCl + O2 |
| 2. Определите и расставьте степени окисления всех элементов в левой и правой части уравнения | K+1Cl+5O3-2→ K+1Cl-1 + O20 |
| 3. Подчеркните символы тех элементов, у которых изменились степени окисления | K+1Cl+5O3-2→ K+1Cl-1 + O20 |
| 4. Составьте схему электронного баланса, указав переход электронов у тех элементов, изменивших с.о. | Cl+5 + 5 е- → Cl-1  2O-2 – 4е- → O20  Учтите, что кислород – двухатомная молекула, поэтому сначала необходимо уравнять числа атомов в левой и правой части |
| 5. Вынесите число принятых и отданных электронов. | Cl+5 + 6 е- → Cl-1  6  2O-2 – 4е- → O20  4 |
| 6. Найдите наименьшее общее кратное (НОК) для вынесенных чисел. | Cl+5 + 5 е- → Cl-1  6  12  2O-2 – 4е- → O20  4 |
| 7. Разделите НОК на число принятых и отданных электронов. Полученные числа будут основные коэффициенты, стоящие перед формулами в уравнении. | Cl+5 + 5 е- → Cl-1  6 2  12  2O-2 – 4е- → O20  4 3 |
| 8. Укажите справа от найденных чисел процессы - окисления (отдал) и восстановления (взял) | Cl+5 + 5 е- → Cl-1  6 2 восстан-е  12    2O-2 – 4е- → O20  4 3 окисление |
| 9. Поставьте коэффициенты в уравнение реакции. | 2KClO3 → 2KCl + 3O2 |

**Особые случаи составления электронного баланса**

Как известно, в электронном балансе учитываются индексы из формул простых веществ. В особых случаях в электронный баланс переносятся индексы из сложных веществ в виде коэффициентов.

*1. Если у элемента, являющегося окислителем или восстановителем, в левой и правой части уравнения одинаковые индексы:*

K2Cr2O7 + 3K2SO3 + 4H2SO4→ K2SO4 + 4Cr2(SO4)3 + 4H2O

2Cr+6 +6ē→ 2Cr+3 1 окислитель

S+4 - 2ē→ S+6 3 восстановитель

*2. Если в сложном веществе атомы одного элемента соединены между собой непосредственно, например: Н2О2.*

H2O2 + 2KI → 2KOH + I2

2О-1 +2ē → 2О-2 1 окислитель

2I-1 - 2ē → I2 1 восстановитель

*3. Если в уравнении два восстановителя или два окислителя входят в состав одного соединения, то индексы из этого соединения переносятся в баланс:*

4FeS2+11 O2→ 2Fe2O3 + 8SO2

Fe+2 - 1ē → Fe+3 4 восстановители

2S-1 - 10ē→ 2S+4 11

O2 +4ē → 2O-2 11 окислитель

**Ионно-электронный метод**

Для составления уравнений окислительно-восстановительных реакций, протекающих в растворах, часто применяют электронно-ионный метод.

С помощью этого метода находят коэффициенты ко всем веществам, участвующим в реакции – окислителю, восстановителю, среде.

При расстановке коэффициентов электронно-ионным методом необходимо учитывать среду раствора, в которой протекает реакция и баланс кислорода.

**Баланс кислорода**

табл.3.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Среда реакции | Избыток атомов  кислорода | Недостаток атомов  кислорода |
| кислая | … + 2nH+ → nH2O + … | … + nH2O→ 2 nH+  + … |
| нейтральная | … + nH2O→ 2 nOH- + … | … + nH2O→ 2 nH+  + … |
| щелочная | … + nH2O→ 2 nOH- + … | … + 2 nOH-  → nH2O + … |

**Типичные окислители и продукты восстановления**

табл.4.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Окислитель** | **Продукт восстановления** | **Уравнение полуреакции**  **восстановления** |
| MnO4-в кислой среде | Mn2+ | MnO4- + 8H+ +5ē = Mn2+ 4H2O |
| MnO4- в нейтральной среде | MnO2 | MnO4- + 2H2 +3ē = MnO2 + 4OH- |
| MnO4- в щелочной среде | MnO42- | MnO4- + ē = MnO42- |
| HNO3(к)  с тяжелыми металлами и неметаллами | NO2 | NO3- + 2H+ + ē = NO2 + H2O |
| HNO3(к)  с активными металлами | NO | NO3- + 4H+ + 3ē = NO+ 2H2O |
| HNO3 (р)  с тяжелыми металлами | NO | NO3- + 4H+ + 3ē = NO+ 2H2O |
| HNO3 (р)  с активными металлами | NH3, NH4NO3 | NO3- + 10H+ +8 ē = NH4+ +3 H2O |
| Cr2O72- | Cr3+ | Cr2O72-- + 14H+ + 6ē = 2Cr3++7H2O |
| O2 | O-2 | O02+ 4ē = 2O-2 |
| H2O2 | H2O | H2 O2 + 2H+ + 2ē = 2H2O |
| H2SО4(к) | SO2 | SО42-+ 4H+ + 2ē = SO2+2H2O |

**Типичные восстановители и продукты окисления**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Восстановитель** | **Продукт окисления** | **Уравнение**  **полуреакции окисления** |
| H2 | H2O | H20 - 2ē = 2H+ |
| H2S | S | H2S- 2ē = S +2H+ |
| SO32- | SO42- | SO32- + 2H2O - 2ē = SO42-+2H+ |
| Hal- | Hal2 | Hal- - 2ē = Hal2 |
| Cr3+ в щелочной среде | CrO42- | Cr3++ 8 OH- - 3ē = CrO42-+4H2O |
| Cr3+в кислой среде | Cr2O72- | Cr3+- + 7H2O - 6ē = Cr2O72-+14H+ |
| Fe2+ | Fe3+ | Fe2+ -ē = Fe3+ |

**3. Самостоятельная работа.**

1. Определите степени окисления элементов в соединениях азота и серы:

а) NH4Cl, Ca(NO2)2, NH4NO3, Li3N, Fe(NO3)3

б) SF6, NaHSO4, SO3, K2SO3, S8, NaHS.

2. Закончите уравнения следующих процессов, назовите их

а) Al0 - 3ē = б) S+6 + 8ē = в) N-3 - 5ē =

г) Fe+3 +1ē = д) Br2 +2ē = е) Mn+2 - 5ē =

3. В каких из приведённых ниже веществ сера может проявлять только восстановительные свойства, только окислительные, те и другие: S, H2S, SO3, K2S, SO2, H2SO4? Почему?

5. Методом электронного баланса подберите коэффициенты в схемах окислительно-восстановительных реакций:

а) Cl2 + KOH → KCl + KClO + H2O

б) KClO3 + S→ KCl + SO2

в) HCl + MnO2 → Cl2 + MnCl2 + H2O

6. Подберите коэффициенты в схемах следующих окислительно-восстановительных реакций ионно-электронным методом:

а) KMnO4 + Na2S + H2O → S + MnO2 + NaOH + KOH

б) KMnO4 + HCl → MnCl2 + Cl2 + KCl + H2O

в) KClO3 + FeCl2 + HCl → FeCl3 + KCl + H2O

д) MnO2 + KClO3 + KOH→ K2MnO4 + KCl + H2O

е) Cr2(SO4)3 + H2O2 + NaOH→ Na2CrO4 + Na2SO4 + H2O