

# Окисно-відновні реакції

Волобуєв Максим Миколайович  
vmn2007@ukr.net

Кафедра загальної та неорганічної хімії,  
НТУ «ХПІ»

Харків 2016

# Ступінь окиснення

- Виділяють 2 групи реакцій
  - $2\text{HCl} + \text{K}_2\text{O} = 2\text{KCl} + \text{H}_2\text{O}$  – реакція обміну
  - $4\text{HCl} + \text{MnO}_2 = \text{MnCl}_2 + \text{Cl}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$  – ОВР
- **Ступінь окиснення** (СО) – гіпотетичний заряд атома
- Правила визначення ступеня окиснення
  - сума СО всіх атомів у частинці дорівнює її заряду
  - Li, Na, K, Rb, Cs: +1
  - Ba, Mg, Ca, Sr, Ba, Zn, Cd: +2
  - F: -1
  - H: +1 з неметалами і -1 з металами
  - Cl, Br, I: -1 у бінарних сполуках з металами
  - O: -2 у більшості сполук; винятки легко виявляються ( $\overset{+1}{\text{K}}\overset{-1/3}{\text{O}}_3, \text{H}_2\overset{-1}{\text{O}}_2$ )
- Приклади  $\overset{+1}{\text{K}}_2\overset{+6}{\text{Cr}}_2\overset{-2}{\text{O}}_7, \text{H}_2\overset{+1}{\text{S}}\overset{+6-2}{\text{O}}_4, \overset{+3}{\text{Fe}}_2(\overset{+6-2}{\text{S}}\overset{-2}{\text{O}}_4)_3$

# Ступінь окиснення

- Виділяють 2 групи реакцій
  - $2\text{HCl} + \text{K}_2\text{O} = 2\text{KCl} + \text{H}_2\text{O}$  – реакція обміну
  - $4\text{HCl} + \text{MnO}_2 = \text{MnCl}_2 + \text{Cl}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$  – ОВР
- **Ступінь окиснення** (СО) – гіпотетичний заряд атома
- Правила визначення ступеня окиснення
  - сума СО всіх атомів у частинці дорівнює її заряду
  - Li, Na, K, Rb, Cs: +1
  - Ba, Mg, Ca, Sr, Ba, Zn, Cd: +2
  - F: -1
  - H: +1 з неметалами і -1 з металами
  - Cl, Br, I: -1 у бінарних сполуках з металами
  - O: -2 у більшості сполук; винятки легко виявляються ( $\overset{+1}{\text{K}}\overset{-1/3}{\text{O}}_3, \text{H}_2\overset{-1}{\text{O}}_2$ )
- Приклади  $\overset{+1}{\text{K}}_2\overset{+6}{\text{Cr}}_2\overset{-2}{\text{O}}_7, \text{H}_2\overset{+1}{\text{S}}\overset{+6-2}{\text{O}}_4, \overset{+3}{\text{Fe}}_2(\overset{+6-2}{\text{S}}\overset{-2}{\text{O}}_4)_3$

# Ступінь окиснення

- Виділяють 2 групи реакцій
  - $2\text{HCl} + \text{K}_2\text{O} = 2\text{KCl} + \text{H}_2\text{O}$  – реакція обміну
  - $4\text{HCl} + \text{MnO}_2 = \text{MnCl}_2 + \text{Cl}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$  – ОВР
- **Ступінь окиснення** (СО) – гіпотетичний заряд атома
- Правила визначення ступеня окиснення
  - сума СО всіх атомів у частинці дорівнює її заряду
  - Li, Na, K, Rb, Cs: +1
  - Ba, Mg, Ca, Sr, Ba, Zn, Cd: +2
  - F: -1
  - H: +1 з неметалами і -1 з металами
  - Cl, Br, I: -1 у бінарних сполуках з металами
  - O: -2 у більшості сполук; винятки легко виявляються ( $\overset{+1}{\text{K}}\overset{-1/3}{\text{O}}_3, \text{H}_2\overset{-1}{\text{O}}_2$ )
- Приклади  $\overset{+1}{\text{K}}_2\overset{+6}{\text{Cr}}_2\overset{-2}{\text{O}}_7, \text{H}_2\overset{+1}{\text{S}}\overset{+6-2}{\text{O}}_4, \overset{+3}{\text{Fe}}_2(\overset{+6-2}{\text{S}}\overset{-2}{\text{O}}_4)_3$

# Ступінь окиснення

- Виділяють 2 групи реакцій
  - $2\text{HCl} + \text{K}_2\text{O} = 2\text{KCl} + \text{H}_2\text{O}$  – реакція обміну
  - $4\text{HCl} + \text{MnO}_2 = \text{MnCl}_2 + \text{Cl}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$  – ОВР
- **Ступінь окиснення** (СО) – гіпотетичний заряд атома
- Правила визначення ступеня окиснення
  - сума СО всіх атомів у частинці дорівнює її заряду
  - Li, Na, K, Rb, Cs: +1
  - Ba, Mg, Ca, Sr, Ba, Zn, Cd: +2
  - F: -1
  - H: +1 з неметалами і -1 з металами
  - Cl, Br, I: -1 у бінарних сполуках з металами
  - O: -2 у більшості сполук; винятки легко виявляються ( $\overset{+1}{\text{K}}\overset{-1/3}{\text{O}}_3, \text{H}_2\overset{+1}{\text{O}}\overset{-1}{\text{O}}_2$ )
- Приклади  $\overset{+1}{\text{K}}_2\overset{+6}{\text{Cr}}_2\overset{-2}{\text{O}}_7, \text{H}_2\overset{+1}{\text{S}}\overset{+6-2}{\text{O}}_4, \overset{+3}{\text{Fe}}_2(\overset{+6-2}{\text{S}}\overset{-2}{\text{O}}_4)_3$

# Ступінь окиснення

- Виділяють 2 групи реакцій
  - $2\text{HCl} + \text{K}_2\text{O} = 2\text{KCl} + \text{H}_2\text{O}$  – реакція обміну
  - $4\text{HCl} + \text{MnO}_2 = \text{MnCl}_2 + \text{Cl}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$  – ОВР
- **Ступінь окиснення** (СО) – гіпотетичний заряд атома
- **Правила визначення ступеня окиснення**
  - сума СО всіх атомів у частинці дорівнює її заряду
  - Li, Na, K, Rb, Cs: +1
  - Ba, Mg, Ca, Sr, Ba, Zn, Cd: +2
  - F : -1
  - H: +1 з неметалами і -1 з металами
  - Cl, Br, I: -1 у бінарних сполуках з металами
  - O : -2 у більшості сполук; винятки легко виявляються ( $\overset{+1}{\text{K}}\overset{-1/3}{\text{O}}_3, \overset{+1}{\text{H}}\overset{-1}{\text{O}}_2$ )
- Приклади  $\overset{+1}{\text{K}}_2\overset{+6}{\text{Cr}}_2\overset{-2}{\text{O}}_7, \overset{+1}{\text{H}}_2\overset{+6}{\text{S}}\overset{-2}{\text{O}}_4, \overset{+3}{\text{Fe}}_2(\overset{+6}{\text{S}}\overset{-2}{\text{O}}_4)_3$

# Ступінь окиснення

- Виділяють 2 групи реакцій
  - $2\text{HCl} + \text{K}_2\text{O} = 2\text{KCl} + \text{H}_2\text{O}$  – реакція обміну
  - $4\text{HCl} + \text{MnO}_2 = \text{MnCl}_2 + \text{Cl}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$  – ОВР
- **Ступінь окиснення** (СО) – гіпотетичний заряд атома
- Правила визначення ступеня окиснення
  - сума СО всіх атомів у частинці дорівнює її заряду
  - Li, Na, K, Rb, Cs: +1
  - Ba, Mg, Ca, Sr, Ba, Zn, Cd: +2
  - F : -1
  - H: +1 з неметалами і -1 з металами
  - Cl, Br, I: -1 у бінарних сполуках з металами
  - O : -2 у більшості сполук; винятки легко виявляються ( $\overset{+1}{\text{K}}\overset{-1/3}{\text{O}}_3, \text{H}_2\overset{-1}{\text{O}}_2$ )
- Приклади  $\overset{+1}{\text{K}}_2\overset{+6}{\text{Cr}}_2\overset{-2}{\text{O}}_7, \text{H}_2\overset{+1}{\text{S}}\overset{+6-2}{\text{O}}_4, \overset{+3}{\text{Fe}}_2(\overset{+6-2}{\text{S}}\overset{-2}{\text{O}}_4)_3$

# Ступінь окиснення

- Виділяють 2 групи реакцій
  - $2\text{HCl} + \text{K}_2\text{O} = 2\text{KCl} + \text{H}_2\text{O}$  – реакція обміну
  - $4\text{HCl} + \text{MnO}_2 = \text{MnCl}_2 + \text{Cl}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$  – ОВР
- **Ступінь окиснення** (СО) – гіпотетичний заряд атома
- Правила визначення ступеня окиснення
  - сума СО всіх атомів у частинці дорівнює її заряду
  - Li, Na, K, Rb, Cs: +1
  - Ba, Mg, Ca, Sr, Ba, Zn, Cd: +2
  - F : -1
  - H: +1 з неметалами і -1 з металами
  - Cl, Br, I: -1 у бінарних сполуках з металами
  - O : -2 у більшості сполук; винятки легко виявляються ( $\overset{+1}{\text{K}}\overset{-1/3}{\text{O}}_3, \overset{+1}{\text{H}}_2\overset{-1}{\text{O}}_2$ )
- Приклади  $\overset{+1}{\text{K}}_2\overset{+6}{\text{Cr}}_2\overset{-2}{\text{O}}_7, \overset{+1}{\text{H}}_2\overset{+6}{\text{S}}\overset{-2}{\text{O}}_4, \overset{+3}{\text{Fe}}_2(\overset{+6}{\text{S}}\overset{-2}{\text{O}}_4)_3$



# Ступінь окиснення

- Виділяють 2 групи реакцій
  - $2\text{HCl} + \text{K}_2\text{O} = 2\text{KCl} + \text{H}_2\text{O}$  – реакція обміну
  - $4\text{HCl} + \text{MnO}_2 = \text{MnCl}_2 + \text{Cl}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$  – ОВР
- **Ступінь окиснення** (СО) – гіпотетичний заряд атома
- Правила визначення ступеня окиснення
  - сума СО всіх атомів у частинці дорівнює її заряду
  - Li, Na, K, Rb, Cs: +1
  - Ba, Mg, Ca, Sr, Ba, Zn, Cd: +2
  - F : -1
  - H: +1 з неметалами і -1 з металами
  - Cl, Br, I: -1 у бінарних сполуках з металами
  - O : -2 у більшості сполук; винятки легко виявляються ( $\overset{+1}{\text{K}}\overset{-1/3}{\text{O}}_3, \overset{+1}{\text{H}}_2\overset{-1}{\text{O}}_2$ )
- Приклади  $\overset{+1}{\text{K}}_2\overset{+6}{\text{Cr}}_2\overset{-2}{\text{O}}_7, \overset{+1}{\text{H}}_2\overset{+6}{\text{S}}\overset{-2}{\text{O}}_4, \overset{+3}{\text{Fe}}_2(\overset{+6}{\text{S}}\overset{-2}{\text{O}}_4)_3$

# Ступінь окиснення

- Виділяють 2 групи реакцій
  - $2\text{HCl} + \text{K}_2\text{O} = 2\text{KCl} + \text{H}_2\text{O}$  – реакція обміну
  - $4\text{HCl} + \text{MnO}_2 = \text{MnCl}_2 + \text{Cl}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$  – ОВР
- **Ступінь окиснення** (СО) – гіпотетичний заряд атома
- Правила визначення ступеня окиснення
  - сума СО всіх атомів у частинці дорівнює її заряду
  - Li, Na, K, Rb, Cs: +1
  - Ba, Mg, Ca, Sr, Ba, Zn, Cd: +2
  - F : -1
  - H: +1 з неметалами і -1 з металами
  - Cl, Br, I: -1 у бінарних сполуках з металами
  - O : -2 у більшості сполук; винятки легко виявляються ( $\overset{+1}{\text{K}}\overset{-1/3}{\text{O}}_3, \overset{+1}{\text{H}}_2\overset{-1}{\text{O}}_2$ )
- Приклади  $\overset{+1}{\text{K}}_2\overset{+6}{\text{Cr}}_2\overset{-2}{\text{O}}_7, \overset{+1}{\text{H}}_2\overset{+6}{\text{S}}\overset{-2}{\text{O}}_4, \overset{+3}{\text{Fe}}_2(\overset{+6}{\text{S}}\overset{-2}{\text{O}}_4)_3$

# Ступінь окиснення

- Виділяють 2 групи реакцій
  - $2\text{HCl} + \text{K}_2\text{O} = 2\text{KCl} + \text{H}_2\text{O}$  – реакція обміну
  - $4\text{HCl} + \text{MnO}_2 = \text{MnCl}_2 + \text{Cl}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$  – ОВР
- **Ступінь окиснення** (СО) – гіпотетичний заряд атома
- Правила визначення ступеня окиснення
  - сума СО всіх атомів у частинці дорівнює її заряду
  - Li, Na, K, Rb, Cs: +1
  - Ba, Mg, Ca, Sr, Ba, Zn, Cd: +2
  - F : -1
  - H: +1 з **неметалами** і -1 з **металами**
  - Cl, Br, I: -1 у бінарних сполуках з металами
  - O : -2 у більшості сполук; винятки легко виявляються ( $\overset{+1}{\text{K}}\overset{-1/3}{\text{O}}_3, \overset{+1}{\text{H}}\overset{-1}{\text{O}}_2$ )
- Приклади  $\overset{+1}{\text{K}}_2\overset{+6}{\text{Cr}}_2\overset{-2}{\text{O}}_7, \overset{+1}{\text{H}}_2\overset{+6}{\text{S}}\overset{-2}{\text{O}}_4, \overset{+3}{\text{Fe}}_2(\overset{+6}{\text{S}}\overset{-2}{\text{O}}_4)_3$

# Ступінь окиснення

- Виділяють 2 групи реакцій
  - $2\text{HCl} + \text{K}_2\text{O} = 2\text{KCl} + \text{H}_2\text{O}$  – реакція обміну
  - $4\text{HCl} + \text{MnO}_2 = \text{MnCl}_2 + \text{Cl}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$  – ОВР
- **Ступінь окиснення** (СО) – гіпотетичний заряд атома
- Правила визначення ступеня окиснення
  - сума СО всіх атомів у частинці дорівнює її заряду
  - Li, Na, K, Rb, Cs: +1
  - Ba, Mg, Ca, Sr, Ba, Zn, Cd: +2
  - F : -1
  - H: +1 з **неметалами** і -1 з **металами**
  - Cl, Br, I: -1 у бінарних сполуках з металами
  - O : -2 у більшості сполук; винятки легко виявляються ( $\overset{+1}{\text{K}}\overset{-1/3}{\text{O}}_3, \text{H}_2\overset{-1}{\text{O}}_2$ )
- Приклади  $\overset{+1}{\text{K}}_2\overset{+6}{\text{Cr}}_2\overset{-2}{\text{O}}_7, \text{H}_2\overset{+1}{\text{S}}\overset{+6}{\text{O}}_4, \overset{+3}{\text{Fe}}_2(\overset{+6}{\text{S}}\overset{-2}{\text{O}}_4)_3$

# Ступінь окиснення

- Виділяють 2 групи реакцій
  - $2\text{HCl} + \text{K}_2\text{O} = 2\text{KCl} + \text{H}_2\text{O}$  – реакція обміну
  - $4\text{HCl} + \text{MnO}_2 = \text{MnCl}_2 + \text{Cl}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$  – ОВР
- **Ступінь окиснення** (СО) – гіпотетичний заряд атома
- Правила визначення ступеня окиснення
  - сума СО всіх атомів у частинці дорівнює її заряду
  - Li, Na, K, Rb, Cs: +1
  - Ba, Mg, Ca, Sr, Ba, Zn, Cd: +2
  - F : -1
  - H: +1 з **неметалами** і -1 з **металами**
  - Cl, Br, I: -1 у бінарних сполуках з металами
  - O : -2 у більшості сполук; винятки легко

виявляються ( $\overset{+1}{\text{K}} \overset{-1/3}{\text{O}}_3, \overset{+1}{\text{H}}_2 \overset{-1}{\text{O}}_2$ )

- Приклади  $\overset{+1}{\text{K}}_2 \overset{+6}{\text{Cr}}_2 \overset{-2}{\text{O}}_7, \overset{+1}{\text{H}}_2 \overset{+6}{\text{S}} \overset{-2}{\text{O}}_4, \overset{+3}{\text{Fe}}_2 (\overset{+6}{\text{S}} \overset{-2}{\text{O}}_4)_3$

# Ступінь окиснення

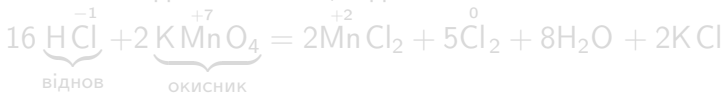
- Виділяють 2 групи реакцій
  - $2\text{HCl} + \text{K}_2\text{O} = 2\text{KCl} + \text{H}_2\text{O}$  – реакція обміну
  - $4\text{HCl} + \text{MnO}_2 = \text{MnCl}_2 + \text{Cl}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$  – ОВР
- **Ступінь окиснення** (СО) – гіпотетичний заряд атома
- Правила визначення ступеня окиснення
  - сума СО всіх атомів у частинці дорівнює її заряду
  - Li, Na, K, Rb, Cs: +1
  - Ba, Mg, Ca, Sr, Ba, Zn, Cd: +2
  - F : -1
  - H: +1 з **неметалами** і -1 з **металами**
  - Cl, Br, I: -1 у бінарних сполуках з металами
  - O : -2 у більшості сполук; винятки легко

виявляються ( $\overset{+1}{\text{K}} \overset{-1/3}{\text{O}}_3, \text{H}_2\text{O}_2$ )

- Приклади  $\overset{+1}{\text{K}}_2 \overset{+6}{\text{Cr}}_2 \overset{-2}{\text{O}}_7, \text{H}_2 \overset{+1}{\text{S}} \overset{+6-2}{\text{O}}_4, \overset{+3}{\text{Fe}}_2 (\overset{+6-2}{\text{S}} \overset{-2}{\text{O}}_4)_3$

# Реакції зі зміною ступеня окиснення

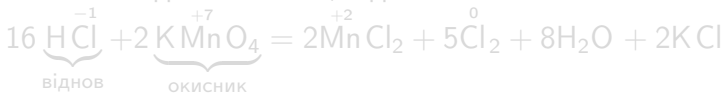
- Окиснення – процес віддачі (втрати) електронів
- Відновлення – процес приєднання електронів
- Електрони приєднує окисник, а віддає – відновник
- Окисник відновлюється, відновник окиснюється



- Широкий зміст терміну «окисник»:  
частинка  $\text{KMnO}_4$ , іон  $\text{MnO}_4^-$ , атом  $\text{Mn} (+7)$
- 3 групи ОВР
  - міжмолекулярні:  $2\text{SO}_2 + \text{O}_2 = 2\text{SO}_3$
  - диспропорціонування:  
 $2\overset{0}{\text{KOH}} + \overset{0}{\text{Cl}_2} = \overset{-1}{\text{KCl}} + \overset{+1}{\text{KClO}} + \text{H}_2\text{O}$
  - конпропорціонування:  $\overset{-3}{\text{NH}_3} + \overset{+5}{\text{NO}_3} = \overset{+1}{\text{N}_2\text{O}} + 2\text{H}_2\text{O}$

# Реакції зі зміною ступеня окиснення

- Окиснення – процес віддачі (втрати) електронів
- Відновлення – процес приєднання електронів
- Електрони приєднує окисник, а віддає – відновник
- Окисник відновлюється, відновник окиснюється



- Широкий зміст терміну «окисник»:  
частинка  $\text{KMnO}_4$ , іон  $\text{MnO}_4^-$ , атом  $\text{Mn} (+7)$
- 3 групи ОВР



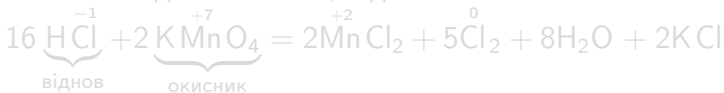
- диспропорціонування:





# Реакції зі зміною ступеня окиснення

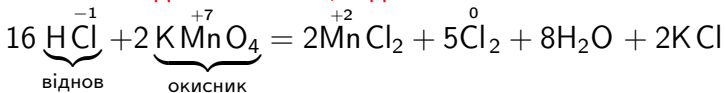
- Окиснення – процес віддачі (втрати) електронів
- Відновлення – процес приєднання електронів
- Електрони приєднує окисник, а віддає – відновник
- Окисник відновлюється, відновник окиснюється



- Широкий зміст терміну «окисник»:  
частинка  $\text{KMnO}_4$ , іон  $\text{MnO}_4^-$ , атом  $\text{Mn} (+7)$
- 3 групи ОВР
  - міжмолекулярні:  $2\text{SO}_2 + \text{O}_2 = 2\text{SO}_3$
  - диспропорціонування:  
 $2\text{KOH} + \overset{0}{\text{Cl}_2} = \overset{-1}{\text{KCl}} + \overset{+1}{\text{KClO}} + \text{H}_2\text{O}$
  - конпропорціонування:  $\overset{-3}{\text{NH}_3} + \overset{+5}{\text{NO}_3} = \overset{+1}{\text{N}_2\text{O}} + 2\text{H}_2\text{O}$

# Реакції зі зміною ступеня окиснення

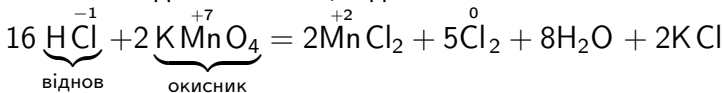
- Окиснення – процес віддачі (втрати) електронів
- Відновлення – процес приєднання електронів
- Електрони приєднує окисник, а віддає – відновник
- **Окисник відновлюється, відновник окиснюється**



- Широкий зміст терміну «окисник»:  
частинка  $\text{KMnO}_4$ , іон  $\text{MnO}_4^-$ , атом  $\text{Mn} (+7)$
- 3 групи ОВР
  - міжмолекулярні:  $2\text{SO}_2 + \text{O}_2 = 2\text{SO}_3$
  - диспропорціонування:  
 $2\text{KOH} + \overset{0}{\text{Cl}_2} = \overset{-1}{\text{KCl}} + \overset{+1}{\text{KClO}} + \text{H}_2\text{O}$
  - конпропорціонування:  $\overset{-3}{\text{NH}_3} + \overset{+5}{\text{NO}_3} = \overset{+1}{\text{N}_2\text{O}} + 2\text{H}_2\text{O}$

# Реакції зі зміною ступеня окиснення

- Окиснення – процес віддачі (втрати) електронів
- Відновлення – процес приєднання електронів
- Електрони приєднує окисник, а віддає – відновник
- Окисник відновлюється, відновник окиснюється



- Широкий зміст терміну «окисник»:  
частинка  $\text{KMnO}_4$ , іон  $\text{MnO}_4^-$ , атом  $\text{Mn}$  (+7)
- 3 групи ОВР

- міжмолекулярні:  $2\text{SO}_2 + \text{O}_2 = 2\text{SO}_3$

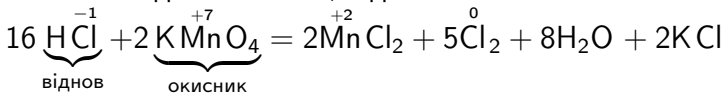
- диспропорціонування:



- конпропорціонування:  $\overset{-3}{\text{NH}_3} + \overset{+5}{\text{NO}_3} = \overset{+1}{\text{N}_2\text{O}} + 2\text{H}_2\text{O}$

# Реакції зі зміною ступеня окиснення

- Окиснення – процес віддачі (втрати) електронів
- Відновлення – процес приєднання електронів
- Електрони приєднує окисник, а віддає – відновник
- Окисник відновлюється, відновник окиснюється



- Широкий зміст терміну «окисник»:  
частинка  $\text{KMnO}_4$ , іон  $\text{MnO}_4^-$ , атом  $\text{Mn} (+7)$
- 3 групи ОВР

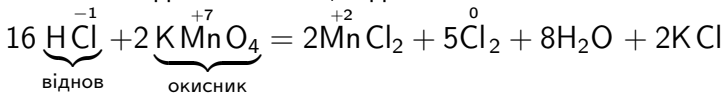


- диспропорціонування:

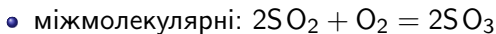


# Реакції зі зміною ступеня окиснення

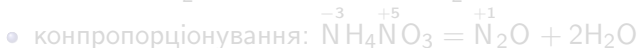
- Окиснення – процес віддачі (втрати) електронів
- Відновлення – процес приєднання електронів
- Електрони приєднує окисник, а віддає – відновник
- Окисник відновлюється, відновник окиснюється



- Широкий зміст терміну «окисник»:  
частинка  $\text{KMnO}_4$ , іон  $\text{MnO}_4^-$ , атом  $\text{Mn} (+7)$
- 3 групи ОВР

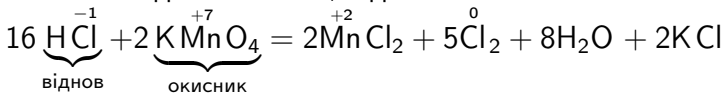


- диспропорціонування:

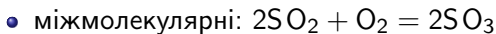


# Реакції зі зміною ступеня окиснення

- Окиснення – процес віддачі (втрати) електронів
- Відновлення – процес приєднання електронів
- Електрони приєднує окисник, а віддає – відновник
- Окисник відновлюється, відновник окиснюється



- Широкий зміст терміну «окисник»:  
частинка  $\text{KMnO}_4$ , іон  $\text{MnO}_4^-$ , атом  $\text{Mn} (+7)$
- 3 групи ОВР



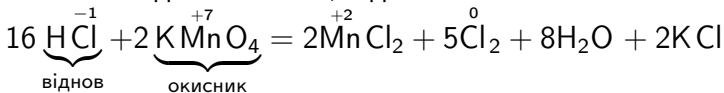
- диспропорціонування:



- конпропорціонування:  $\overset{-3}{\text{N}}\overset{+5}{\text{H}_4}\overset{+1}{\text{NO}_3} = \overset{-3}{\text{N}_2}\overset{+1}{\text{O}} + 2\text{H}_2\text{O}$

# Реакції зі зміною ступеня окиснення

- Окиснення – процес віддачі (втрати) електронів
- Відновлення – процес приєднання електронів
- Електрони приєднує окисник, а віддає – відновник
- Окисник відновлюється, відновник окиснюється



- Широкий зміст терміну «окисник»: частинка  $\text{KMnO}_4$ , іон  $\text{MnO}_4^-$ , атом  $\text{Mn} (+7)$
- 3 групи ОВР
  - міжмолекулярні:  $2\text{SO}_2 + \text{O}_2 = 2\text{SO}_3$
  - диспропорціонування:
$$2\overset{0}{\text{KOH}} + \overset{0}{\text{Cl}_2} = \overset{-1}{\text{KCl}} + \overset{+1}{\text{KClO}} + \text{H}_2\text{O}$$
  - конпропорціонування:  $\overset{-3}{\text{N}}\overset{+5}{\text{H}_4}\overset{+1}{\text{NO}_3} = \overset{+1}{\text{N}_2}\text{O} + 2\text{H}_2\text{O}$

# Окисники і відновники

- Окиснення відповідає підвищенню ступеня окиснення певного атома, а відновлення – пониженню
- Атом у вищому ступені окиснення може бути лише окисником, а у нижчому – лише відновником
- Вищий ступінь окиснення елемента співпадає з номером його групи
  - Приклади: S(+6), P(+5), Mn(+7)
  - Винятки: F(0), O(+2), Fe(+6), Co(+3), Ni(+3)
- Найнижчий ступінь окиснення:
  - 0 для металів
  - номер групи – 8 для неметалів
  - приклади: Co(0), F(-1), K(0), P(-3)
  - винятки: B(-3), благородні гази



# Окисники і відновники

- Окиснення відповідає підвищенню ступеня окиснення певного атома, а відновлення – пониженню
- Атом у вищому ступені окиснення може бути лише окисником, а у нижчому – лише відновником
- Вищий ступінь окиснення елемента співпадає з номером його групи
  - Приклади: S(+6), P(+5), Mn(+7)
  - Винятки: F(0), O(+2), Fe(+6), Co(+3), Ni(+3)
- Найнижчий ступінь окиснення:
  - 0 для металів
  - номер групи – 8 для неметалів
  - приклади: Co(0), F(-1), K(0), P(-3)
  - винятки: B(-3), благородні гази

# Окисники і відновники

- Окиснення відповідає підвищенню ступеня окиснення певного атома, а відновлення – пониженню
- Атом у вищому ступені окиснення може бути лише окисником, а у нижчому – лише відновником
- **Вищий ступінь окиснення** елемента співпадає з **номером його групи**
  - Приклади: S(+6), P(+5), Mn(+7)
  - Винятки: F(0), O(+2), Fe(+6), Co(+3), Ni(+3)
- **Найнижчий ступінь окиснення:**
  - 0 для металів
  - номер групи – 8 для неметалів
  - приклади: Co(0), F(-1), K(0), P(-3)
  - винятки: B(-3), благородні гази

# Окисники і відновники

- Окиснення відповідає підвищенню ступеня окиснення певного атома, а відновлення – пониженню
- Атом у вищому ступені окиснення може бути лише окисником, а у нижчому – лише відновником
- **Вищий ступінь окиснення** елемента співпадає з **номером його групи**
  - Приклади: S(+6), P(+5), Mn(+7)
  - Винятки: F(0), O(+2), Fe(+6), Co(+3), Ni(+3)
- **Найнижчий ступінь окиснення:**
  - 0 для металів
  - номер групи – 8 для неметалів
  - приклади: Co(0), F(-1), K(0), P(-3)
  - винятки: B(-3), благородні гази

# Окисники і відновники

- Окиснення відповідає підвищенню ступеня окиснення певного атома, а відновлення – пониженню
- Атом у вищому ступені окиснення може бути лише окисником, а у нижчому – лише відновником
- **Вищий ступінь окиснення** елемента співпадає з **номером його групи**
  - Приклади: S(+6), P(+5), Mn(+7)
  - Винятки: F(0), O(+2), Fe(+6), Co(+3), Ni(+3)
- **Найнижчий ступінь окиснення:**
  - 0 для металів
  - номер групи – 8 для неметалів
  - приклади: Co(0), F(-1), K(0), P(-3)
  - винятки: B(-3), благородні гази

# Окисники і відновники

- Окиснення відповідає підвищенню ступеня окиснення певного атома, а відновлення – пониженню
- Атом у вищому ступені окиснення може бути лише окисником, а у нижчому – лише відновником
- **Вищий ступінь окиснення** елемента співпадає з **номером його групи**
  - Приклади: S(+6), P(+5), Mn(+7)
  - Винятки: F(0), O(+2), Fe(+6), Co(+3), Ni(+3)
- **Найнижчий ступінь окиснення:**
  - 0 для металів
  - номер групи – 8 для неметалів
  - приклади: Co(0), F(-1), K(0), P(-3)
  - винятки: B(-3), благородні гази

# Окисники і відновники

- Окиснення відповідає підвищенню ступеня окиснення певного атома, а відновлення – пониженню
- Атом у вищому ступені окиснення може бути лише окисником, а у нижчому – лише відновником
- **Вищий ступінь окиснення** елемента співпадає з **номером його групи**
  - Приклади: S(+6), P(+5), Mn(+7)
  - Винятки: F(0), O(+2), Fe(+6), Co(+3), Ni(+3)
- **Найнижчий ступінь окиснення:**
  - 0 для металів
  - номер групи – 8 для неметалів
  - приклади: Co(0), F(-1), K(0), P(-3)
  - винятки: B(-3), благородні гази

# Окисники і відновники

- Окиснення відповідає підвищенню ступеня окиснення певного атома, а відновлення – пониженню
- Атом у вищому ступені окиснення може бути лише окисником, а у нижчому – лише відновником
- **Вищий ступінь окиснення** елемента співпадає з **номером** його групи
  - Приклади: S(+6), P(+5), Mn(+7)
  - Винятки: F(0), O(+2), Fe(+6), Co(+3), Ni(+3)
- **Найнижчий ступінь окиснення:**
  - 0 для металів
  - номер групи – 8 для неметалів
  - приклади: Co(0), F(-1), K(0), P(-3)
  - винятки: B(-3), благородні гази

# Окисники і відновники

- Окиснення відповідає підвищенню ступеня окиснення певного атома, а відновлення – пониженню
- Атом у вищому ступені окиснення може бути лише окисником, а у нижчому – лише відновником
- **Вищий ступінь окиснення** елемента співпадає з **номером його групи**
  - Приклади: S(+6), P(+5), Mn(+7)
  - Винятки: F(0), O(+2), Fe(+6), Co(+3), Ni(+3)
- **Найнижчий ступінь окиснення:**
  - 0 для металів
  - номер групи – 8 для неметалів
  - приклади: Co(0), F(-1), K(0), P(-3)
  - винятки: B(-3), благородні гази



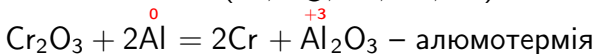
# Окисники і відновники

- Окиснення відповідає підвищенню ступеня окиснення певного атома, а відновлення – пониженню
- Атом у вищому ступені окиснення може бути лише окисником, а у нижчому – лише відновником
- **Вищий ступінь окиснення** елемента співпадає з **номером його групи**
  - Приклади: S(+6), P(+5), Mn(+7)
  - Винятки: F(0), O(+2), Fe(+6), Co(+3), Ni(+3)
- **Найнижчий ступінь окиснення:**
  - 0 для металів
  - номер групи – 8 для неметалів
  - приклади: Co(0), F(-1), K(0), P(-3)
  - винятки: B(-3), благородні гази

# Найважливіші відновники

До широковживаних відновників належать:

- активні метали (Al, Mg, Ca, Na, Zn)



- сполуки деяких металів у низьких ступенях окиснення (FeSO<sub>4</sub>, SnCl<sub>2</sub>, CrSO<sub>4</sub>)



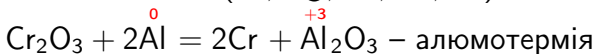
- ряд неметалів (H<sub>2</sub>, C) та їх сполук (CO, Na<sub>2</sub>SO<sub>3</sub>)



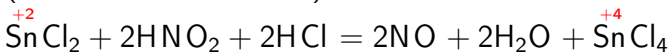
# Найважливіші відновники

До широковживаних відновників належать:

- активні метали (Al, Mg, Ca, Na, Zn)



- сполуки деяких металів у низьких ступенях окиснення (FeSO<sub>4</sub>, SnCl<sub>2</sub>, CrSO<sub>4</sub>)



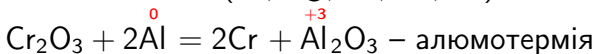
- ряд неметалів (H<sub>2</sub>, C) та їх сполук (CO, Na<sub>2</sub>SO<sub>3</sub>)



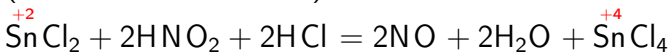
# Найважливіші відновники

До широковживаних відновників належать:

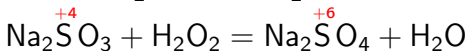
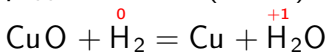
- активні метали (Al, Mg, Ca, Na, Zn)



- сполуки деяких металів у низьких ступенях окиснення (FeSO<sub>4</sub>, SnCl<sub>2</sub>, CrSO<sub>4</sub>)



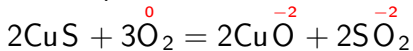
- ряд неметалів (H<sub>2</sub>, C) та їх сполук (CO, Na<sub>2</sub>SO<sub>3</sub>)



# Найважливіші окисники

До основних окисників належать:

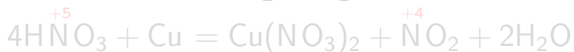
- неметали ( $F_2$ ,  $Cl_2$ ,  $Br_2$ ,  $I_2$ ,  $O_2$ ,  $S$ ) та їх похідні ( $O_3$ ,  $SO_2Cl_2$ )



- сполуки деяких металів у вищих ступенях окиснення ( $KMnO_4$ ,  $K_2Cr_2O_7$ ,  $PbO_2$ )



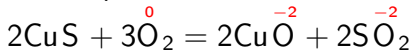
- кислоти – неокисні за рахунок  $H^+$ , а окисні – за рахунок кислотного залишку



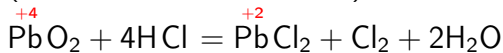
# Найважливіші окисники

До основних окисників належать:

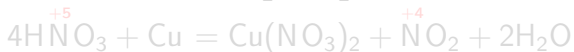
- неметали ( $F_2$ ,  $Cl_2$ ,  $Br_2$ ,  $I_2$ ,  $O_2$ ,  $S$ ) та їх похідні ( $O_3$ ,  $SO_2Cl_2$ )



- сполуки деяких металів у вищих ступенях окиснення ( $KMnO_4$ ,  $K_2Cr_2O_7$ ,  $PbO_2$ )



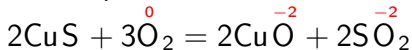
- кислоти – неокисні за рахунок  $H^+$ , а окисні – за рахунок кислотного залишку



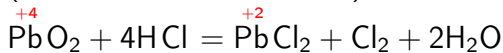
# Найважливіші окисники

До основних окисників належать:

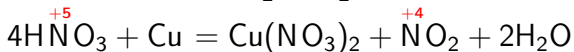
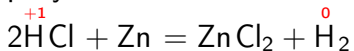
- неметали ( $F_2$ ,  $Cl_2$ ,  $Br_2$ ,  $I_2$ ,  $O_2$ ,  $S$ ) та їх похідні ( $O_3$ ,  $SO_2Cl_2$ )



- сполуки деяких металів у вищих ступенях окиснення ( $KMnO_4$ ,  $K_2Cr_2O_7$ ,  $PbO_2$ )



- кислоти – неокисні за рахунок  $H^+$ , а окисні – за рахунок кислотного залишку



# Розстановка коефіцієнтів: загальні ідеї

- Визначення коефіцієнтів у ОВР може бути складним завданням
- Загальна ідея проста: кількості відданих відновником та прийнятих окисником електронів однакові
- Для розстановки коефіцієнтів у рівнянні ОВР використовують 2 методи
  - метод електронного балансу для готової схеми реакції (відомі всі учасники)
  - метод електронно-іонного балансу (напівреакцій) придатний для будь-якої реакції у розчині
- Перший метод легко засвоїти, другий – ефективніше застосовувати



# Розстановка коефіцієнтів: загальні ідеї

- Визначення коефіцієнтів у ОВР може бути складним завданням
- Загальна ідея проста: кількості відданих відновником та прийнятих окисником електронів однакові
- Для розстановки коефіцієнтів у рівнянні ОВР використовують 2 методи
  - метод електронного балансу для готової схеми реакції (відомі всі учасники)
  - метод електронно-іонного балансу (напівреакцій) придатний для будь-якої реакції у розчині
- Перший метод легко засвоїти, другий – ефективніше застосовувати

# Розстановка коефіцієнтів: загальні ідеї

- Визначення коефіцієнтів у ОВР може бути складним завданням
- Загальна ідея проста: кількості відданих відновником та прийнятих окисником електронів однакові
- Для розстановки коефіцієнтів у рівнянні ОВР використовують 2 методи
  - метод електронного балансу для готової схеми реакції (відомі всі учасники)
  - метод електронно-іонного балансу (напівреакцій) придатний для будь-якої реакції у розчині
- Перший метод легко засвоїти, другий – ефективніше застосовувати

# Розстановка коефіцієнтів: загальні ідеї

- Визначення коефіцієнтів у ОВР може бути складним завданням
- Загальна ідея проста: кількості відданих відновником та прийнятих окисником електронів однакові
- Для розстановки коефіцієнтів у рівнянні ОВР використовують 2 методи
  - метод електронного балансу для готової схеми реакції (відомі всі учасники)
  - метод електронно-іонного балансу (напівреакцій) придатний для будь-якої реакції у розчині
- Перший метод легко засвоїти, другий – ефективніше застосовувати

# Розстановка коефіцієнтів: загальні ідеї

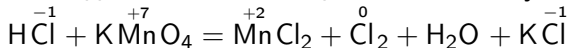
- Визначення коефіцієнтів у ОВР може бути складним завданням
- Загальна ідея проста: кількості відданих відновником та прийнятих окисником електронів однакові
- Для розстановки коефіцієнтів у рівнянні ОВР використовують 2 методи
  - метод електронного балансу для готової схеми реакції (відомі всі учасники)
  - метод електронно-іонного балансу (напівреакцій) придатний для будь-якої реакції у розчині
- Перший метод легко засвоїти, другий – ефективніше застосовувати

# Розстановка коефіцієнтів: загальні ідеї

- Визначення коефіцієнтів у ОВР може бути складним завданням
- Загальна ідея проста: кількості відданих відновником та прийнятих окисником електронів однакові
- Для розстановки коефіцієнтів у рівнянні ОВР використовують 2 методи
  - метод електронного балансу для готової схеми реакції (відомі всі учасники)
  - метод електронно-іонного балансу (напівреакцій) придатний для будь-якої реакції у розчині
- Перший метод легко засвоїти, другий – ефективніше застосовувати

# Метод електронного балансу

- Знаходять елементи, що змінюють ступінь окиснення



- Записують схеми процесів окиснення та відновлення



- Встановлюють баланс за числом електронів

- Одержані множники переносять у рівняння



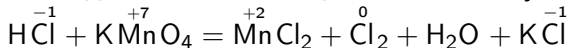
- Розставляють інші коефіцієнти перед

- атомами металів (K)
- іонами кислотних залишків ( $\text{Cl}^-$ )
- атомами гідрогену

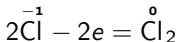
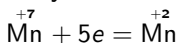
- $16\text{HCl} + 2\text{KMnO}_4 = 2\text{MnCl}_2 + 5\text{Cl}_2 + 8\text{H}_2\text{O} + 2\text{KCl}$

# Метод електронного балансу

- Знаходять елементи, що змінюють ступінь окиснення



- Записують схеми процесів окиснення та відновлення



- Встановлюють баланс за числом електронів

- Одержані множники переносять у рівняння



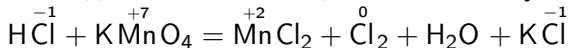
- Розставляють інші коефіцієнти перед

- атомами металів (K)
- іонами кислотних залишків ( $\text{Cl}^-$ )
- атомами гідрогену

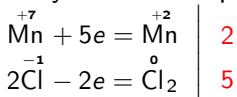
- $16\text{HCl} + 2\text{KMnO}_4 = 2\text{MnCl}_2 + 5\text{Cl}_2 + 8\text{H}_2\text{O} + 2\text{KCl}$

# Метод електронного балансу

- Знаходять елементи, що змінюють ступінь окиснення



- Записують схеми процесів окиснення та відновлення



- Встановлюють баланс за числом електронів

- Одержані множники переносять у рівняння



- Розставляють інші коефіцієнти перед

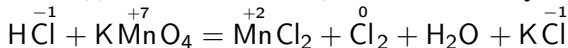
- атомами металів (K)
- іонами кислотних залишків ( $\text{Cl}^-$ )
- атомами гідрогену

- $16\text{HCl} + 2\text{KMnO}_4 = 2\text{MnCl}_2 + 5\text{Cl}_2 + 8\text{H}_2\text{O} + 2\text{KCl}$

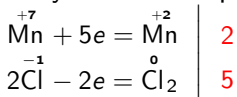


# Метод електронного балансу

- Знаходять елементи, що змінюють ступінь окиснення



- Записують схеми процесів окиснення та відновлення



- Встановлюють баланс за числом електронів

- Одержані множники переносять у рівняння



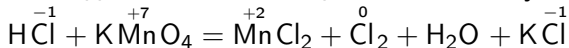
- Розставляють інші коефіцієнти перед

- атомами металів (K)
- іонами кислотних залишків ( $\text{Cl}^-$ )
- атомами гідрогену

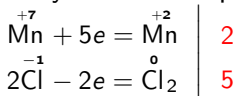
- $16\text{HCl} + 2\text{KMnO}_4 = 2\text{MnCl}_2 + 5\text{Cl}_2 + 8\text{H}_2\text{O} + 2\text{KCl}$

# Метод електронного балансу

- Знаходять елементи, що змінюють ступінь окиснення



- Записують схеми процесів окиснення та відновлення



- Встановлюють баланс за числом електронів

- Одержані множники переносять у рівняння



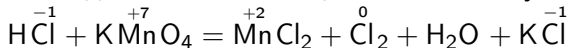
- Розставляють інші коефіцієнти перед

- атомами металів (K)
- іонами кислотних залишків ( $\text{Cl}^-$ )
- атомами гідрогену

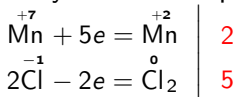


# Метод електронного балансу

- Знаходять елементи, що змінюють ступінь окиснення



- Записують схеми процесів окиснення та відновлення



- Встановлюють баланс за числом електронів

- Одержані множники переносять у рівняння



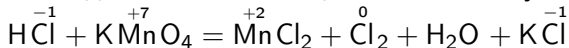
- Розставляють інші коефіцієнти перед

- атомами металів (K)
- іонами кислотних залишків ( $\text{Cl}^-$ )
- атомами гідрогену

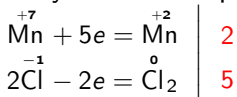


# Метод електронного балансу

- Знаходять елементи, що змінюють ступінь окиснення



- Записують схеми процесів окиснення та відновлення



- Встановлюють баланс за числом електронів

- Одержані множники переносять у рівняння



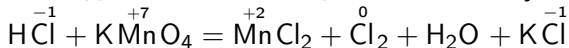
- Розставляють інші коефіцієнти перед

- атомами металів (K)
- іонами кислотних залишків ( $\text{Cl}^-$ )
- атомами гідрогену

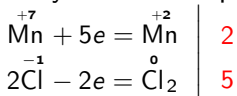


# Метод електронного балансу

- Знаходять елементи, що змінюють ступінь окиснення



- Записують схеми процесів окиснення та відновлення



- Встановлюють баланс за числом електронів

- Одержані множники переносять у рівняння



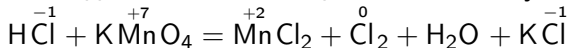
- Розставляють інші коефіцієнти перед

- атомами металів (K)
- іонами кислотних залишків ( $\text{Cl}^-$ )
- атомами гідрогену

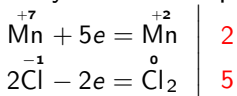


# Метод електронного балансу

- Знаходять елементи, що змінюють ступінь окиснення



- Записують схеми процесів окиснення та відновлення



- Встановлюють баланс за числом електронів

- Одержані множники переносять у рівняння



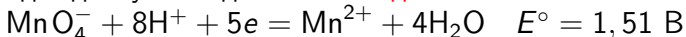
- Розставляють інші коефіцієнти перед

- атомами металів (K)
- іонами кислотних залишків ( $\text{Cl}^-$ )
- атомами гідрогену

- $16\text{HCl} + 2\text{KMnO}_4 = 2\text{MnCl}_2 + 5\text{Cl}_2 + 8\text{H}_2\text{O} + 2\text{KCl}$

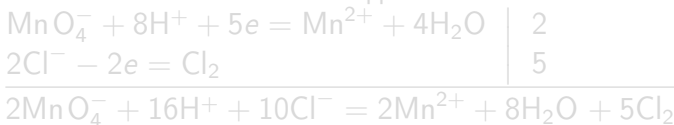
# Метод електронно-іонного балансу

- У довіднику знаходять **схеми відновлення частинок**



- Реакція з меншим  $E^\circ$  відбувається як окиснення!
- Умова перебігу ОВР:  $E_{\text{ок}} > E_{\text{відн}}$

- Баланс встановлюють за відомою схемою

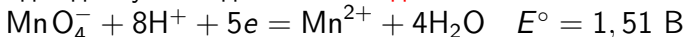


- Підбором знаходять інші коефіцієнти



# Метод електронно-іонного балансу

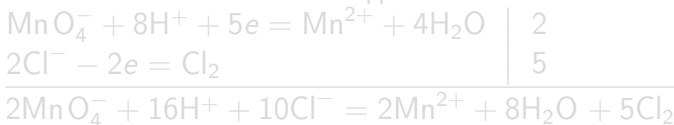
- У довіднику знаходять **схеми відновлення частинок**



- Реакція з меншим  $E^\circ$  відбувається як окиснення!**

- Умова перебігу ОВР:  $E_{\text{ок}} > E_{\text{відн}}$

- Баланс встановлюють за відомою схемою



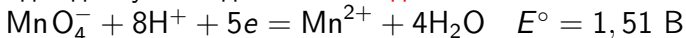
- Підбором знаходять інші коефіцієнти





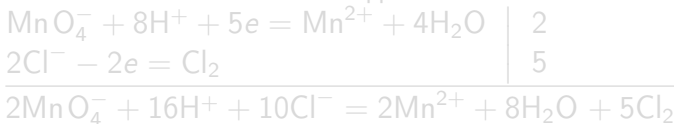
# Метод електронно-іонного балансу

- У довіднику знаходять **схеми відновлення частинок**



- Реакція з меншим  $E^\circ$  відбувається як окиснення!**
- Умова перебігу ОВР:  $E_{\text{ок}} > E_{\text{відн}}$

- Баланс встановлюють за відомою схемою

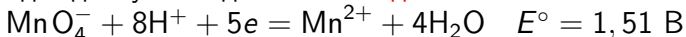


- Підбором знаходять інші коефіцієнти



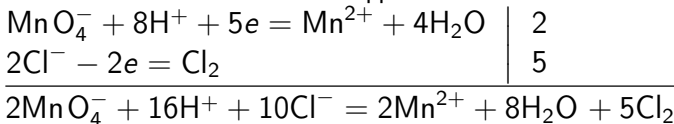
# Метод електронно-іонного балансу

- У довіднику знаходять **схеми відновлення частинок**



- Реакція з меншим  $E^\circ$  відбувається як окиснення!**
- Умова перебігу ОВР:  $E_{\text{ок}} > E_{\text{відн}}$

- Баланс встановлюють за відомою схемою

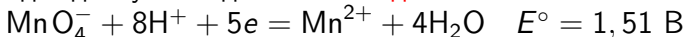


- Підбором знаходять інші коефіцієнти



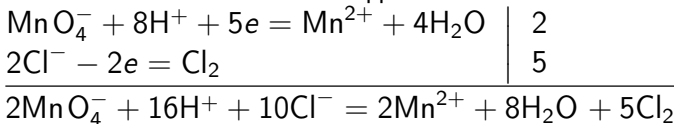
# Метод електронно-іонного балансу

- У довіднику знаходять **схеми відновлення частинок**



- Реакція з меншим  $E^\circ$  відбувається як окиснення!**
- Умова перебігу ОВР:  $E_{\text{ок}} > E_{\text{відн}}$

- Баланс встановлюють за відомою схемою

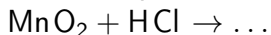


- Підбором знаходять інші коефіцієнти



# Алгоритм запису рівняння ОВР

- Завдання: для відомих учасників реакції треба записати рівняння ОВР



- Алгоритм розв'язання може бути таким
  - знаходять окисник та відновник
  - записують схеми їх перетворення у продукт
  - складають напівреакції перетворень
  - враховують баланс за електронами
  - складають молекулярне рівняння реакції

# Алгоритм запису рівняння ОВР

- Завдання: для відомих учасників реакції треба записати рівняння ОВР  
 $\text{MnO}_2 + \text{HCl} \rightarrow \dots$
- Алгоритм розв'язання може бути таким
  - знаходять окисник та відновник
  - записують схеми їх перетворення у продукт
  - складають напівреакції перетворень
  - враховують баланс за електронами
  - складають молекулярне рівняння реакції

# Алгоритм запису рівняння ОВР

- Завдання: для відомих учасників реакції треба записати рівняння ОВР  
 $\text{MnO}_2 + \text{HCl} \rightarrow \dots$
- Алгоритм розв'язання може бути таким
  - знаходять окисник та відновник
  - записують схеми їх перетворення у продукт
  - складають напівреакції перетворень
  - враховують баланс за електронами
  - складають молекулярне рівняння реакції

# Алгоритм запису рівняння ОВР

- Завдання: для відомих учасників реакції треба записати рівняння ОВР  
 $\text{MnO}_2 + \text{HCl} \rightarrow \dots$
- Алгоритм розв'язання може бути таким
  - знаходять окисник та відновник
  - записують схеми їх перетворення у продукт
  - складають напівреакції перетворень
  - враховують баланс за електронами
  - складають молекулярне рівняння реакції

# Алгоритм запису рівняння ОВР

- Завдання: для відомих учасників реакції треба записати рівняння ОВР  
 $\text{MnO}_2 + \text{HCl} \rightarrow \dots$
- Алгоритм розв'язання може бути таким
  - знаходять окисник та відновник
  - записують схеми їх перетворення у продукт
  - складають напівреакції перетворень
  - враховують баланс за електронами
  - складають молекулярне рівняння реакції



# Алгоритм запису рівняння ОВР

- Завдання: для відомих учасників реакції треба записати рівняння ОВР  
 $\text{MnO}_2 + \text{HCl} \rightarrow \dots$
- Алгоритм розв'язання може бути таким
  - знаходять окисник та відновник
  - записують схеми їх перетворення у продукт
  - складають напівреакції перетворень
  - враховують баланс за електронами
  - складають молекулярне рівняння реакції

# Алгоритм запису рівняння ОВР

- Завдання: для відомих учасників реакції треба записати рівняння ОВР  
 $\text{MnO}_2 + \text{HCl} \rightarrow \dots$
- Алгоритм розв'язання може бути таким
  - знаходять окисник та відновник
  - записують схеми їх перетворення у продукт
  - складають напівреакції перетворень
  - враховують баланс за електронами
  - складають молекулярне рівняння реакції

# Запис схем перетворень

- Запис схем перетворень потребує знань із неорганічної хімії
- Наприклад, відновлення  $MnO_4^-$  відбувається так
  - $MnO_4^- \rightarrow Mn^{2+}$  при  $pH < 7$  (кисле середовище)
  - $MnO_4^- \rightarrow MnO_2$  при  $pH = 7$  (нейтральне середовище)
  - $MnO_4^- \rightarrow MnO_4^{2-}$  при  $pH > 7$  (лужне середовище)
- Інший приклад –  $HNO_3$ 
  - концентрована відновлюється до  $NO_2$
  - розведена відновлюється до  $NO$
  - сильними відновниками відновлюється аж до  $NH_4^+$

# Запис схем перетворень

- Запис схем перетворень потребує знань із неорганічної хімії
- Наприклад, відновлення  $\text{MnO}_4^-$  відбувається так
  - $\text{MnO}_4^- \rightarrow \text{Mn}^{2+}$  при  $\text{pH} < 7$  (кисле середовище)
  - $\text{MnO}_4^- \rightarrow \text{MnO}_2$  при  $\text{pH} = 7$  (нейтральне середовище)
  - $\text{MnO}_4^- \rightarrow \text{MnO}_4^{2-}$  при  $\text{pH} > 7$  (лужне середовище)
- Інший приклад –  $\text{HNO}_3$ 
  - концентрована відновлюється до  $\text{NO}_2$
  - розведена відновлюється до  $\text{NO}$
  - сильними відновниками відновлюється аж до  $\text{NH}_4^+$

# Запис схем перетворень

- Запис схем перетворень потребує знань із неорганічної хімії
- Наприклад, відновлення  $\text{MnO}_4^-$  відбувається так
  - $\text{MnO}_4^- \rightarrow \text{Mn}^{2+}$  при  $\text{pH} < 7$  (кисле середовище)
  - $\text{MnO}_4^- \rightarrow \text{MnO}_2$  при  $\text{pH} = 7$  (нейтральне середовище)
  - $\text{MnO}_4^- \rightarrow \text{MnO}_4^{2-}$  при  $\text{pH} > 7$  (лужне середовище)
- Інший приклад –  $\text{HNO}_3$ 
  - концентрована відновлюється до  $\text{NO}_2$
  - розведена відновлюється до  $\text{NO}$
  - сильними відновниками відновлюється аж до  $\text{NH}_4^+$

# Запис схем перетворень

- Запис схем перетворень потребує знань із неорганічної хімії
- Наприклад, відновлення  $\text{MnO}_4^-$  відбувається так
  - $\text{MnO}_4^- \rightarrow \text{Mn}^{2+}$  при  $\text{pH} < 7$  (кисле середовище)
  - $\text{MnO}_4^- \rightarrow \text{MnO}_2$  при  $\text{pH} = 7$  (нейтральне середовище)
  - $\text{MnO}_4^- \rightarrow \text{MnO}_4^{2-}$  при  $\text{pH} > 7$  (лужне середовище)
- Інший приклад –  $\text{HNO}_3$ 
  - концентрована відновлюється до  $\text{NO}_2$
  - розведена відновлюється до  $\text{NO}$
  - сильними відновниками відновлюється аж до  $\text{NH}_4^+$

# Запис схем перетворень

- Запис схем перетворень потребує знань із неорганічної хімії
- Наприклад, відновлення  $\text{MnO}_4^-$  відбувається так
  - $\text{MnO}_4^- \rightarrow \text{Mn}^{2+}$  при  $\text{pH} < 7$  (кисле середовище)
  - $\text{MnO}_4^- \rightarrow \text{MnO}_2$  при  $\text{pH} = 7$  (нейтральне середовище)
  - $\text{MnO}_4^- \rightarrow \text{MnO}_4^{2-}$  при  $\text{pH} > 7$  (лужне середовище)
- Інший приклад –  $\text{HNO}_3$ 
  - концентрована відновлюється до  $\text{NO}_2$
  - розведена відновлюється до  $\text{NO}$
  - сильними відновниками відновлюється аж до  $\text{NH}_4^+$

# Запис схем перетворень

- Запис схем перетворень потребує знань із неорганічної хімії
- Наприклад, відновлення  $\text{MnO}_4^-$  відбувається так
  - $\text{MnO}_4^- \rightarrow \text{Mn}^{2+}$  при  $\text{pH} < 7$  (кисле середовище)
  - $\text{MnO}_4^- \rightarrow \text{MnO}_2$  при  $\text{pH} = 7$  (нейтральне середовище)
  - $\text{MnO}_4^- \rightarrow \text{MnO}_4^{2-}$  при  $\text{pH} > 7$  (лужне середовище)
- Інший приклад –  $\text{HNO}_3$ 
  - концентрована відновлюється до  $\text{NO}_2$
  - розведена відновлюється до  $\text{NO}$
  - сильними відновниками відновлюється аж до  $\text{NH}_4^+$



# Запис схем перетворень

- Запис схем перетворень потребує знань із неорганічної хімії
- Наприклад, відновлення  $\text{MnO}_4^-$  відбувається так
  - $\text{MnO}_4^- \rightarrow \text{Mn}^{2+}$  при  $\text{pH} < 7$  (кисле середовище)
  - $\text{MnO}_4^- \rightarrow \text{MnO}_2$  при  $\text{pH} = 7$  (нейтральне середовище)
  - $\text{MnO}_4^- \rightarrow \text{MnO}_4^{2-}$  при  $\text{pH} > 7$  (лужне середовище)
- Інший приклад –  $\text{HNO}_3$ 
  - концентрована відновлюється до  $\text{NO}_2$
  - розведена відновлюється до  $\text{NO}$
  - сильними відновниками відновлюється аж до  $\text{NH}_4^+$

# Запис схем перетворень

- Запис схем перетворень потребує знань із неорганічної хімії
- Наприклад, відновлення  $\text{MnO}_4^-$  відбувається так
  - $\text{MnO}_4^- \rightarrow \text{Mn}^{2+}$  при  $\text{pH} < 7$  (кисле середовище)
  - $\text{MnO}_4^- \rightarrow \text{MnO}_2$  при  $\text{pH} = 7$  (нейтральне середовище)
  - $\text{MnO}_4^- \rightarrow \text{MnO}_4^{2-}$  при  $\text{pH} > 7$  (лужне середовище)
- Інший приклад –  $\text{HNO}_3$ 
  - концентрована відновлюється до  $\text{NO}_2$
  - розведена відновлюється до  $\text{NO}$
  - сильними відновниками відновлюється аж до  $\text{NH}_4^+$

# Запис схем перетворень

- Запис схем перетворень потребує знань із неорганічної хімії
- Наприклад, відновлення  $\text{MnO}_4^-$  відбувається так
  - $\text{MnO}_4^- \rightarrow \text{Mn}^{2+}$  при  $\text{pH} < 7$  (кисле середовище)
  - $\text{MnO}_4^- \rightarrow \text{MnO}_2$  при  $\text{pH} = 7$  (нейтральне середовище)
  - $\text{MnO}_4^- \rightarrow \text{MnO}_4^{2-}$  при  $\text{pH} > 7$  (лужне середовище)
- Інший приклад –  $\text{HNO}_3$ 
  - концентрована відновлюється до  $\text{NO}_2$
  - розведена відновлюється до  $\text{NO}$
  - сильними відновниками відновлюється аж до  $\text{NH}_4^+$

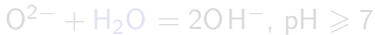
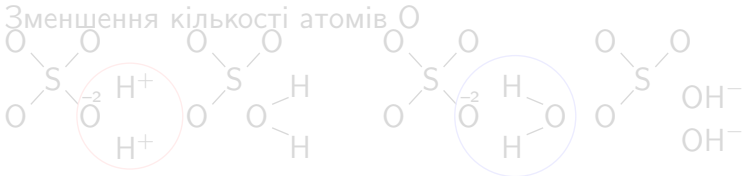
# Зміна складу частинок

- Кількість атомів елемента, що змінює ступінь окиснення, балансується множниками



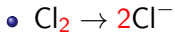
- Оксигеновий склад змінюється за допомогою  $\text{H}^+$ ,  $\text{OH}^-$  чи  $\text{H}_2\text{O}$  залежно від pH середовища

- Зменшення кількості атомів



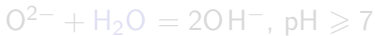
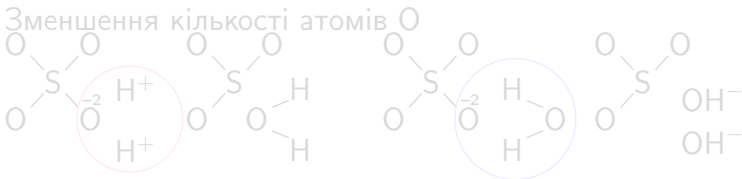
# Зміна складу частинок

- Кількість атомів елемента, що змінює ступінь окиснення, балансується множниками



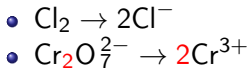
- Оксигеновий склад змінюється за допомогою  $\text{H}^+$ ,  $\text{OH}^-$  чи  $\text{H}_2\text{O}$  залежно від pH середовища

- Зменшення кількості атомів



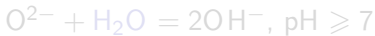
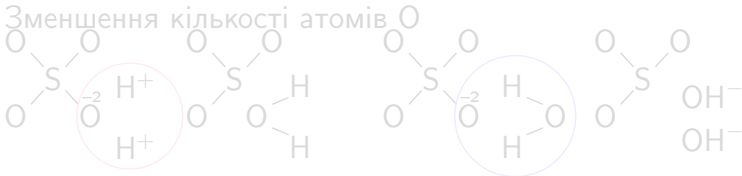
# Зміна складу частинок

- Кількість атомів елемента, що змінює ступінь окиснення, балансується множниками



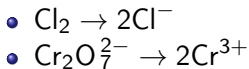
- Оксигеновий склад змінюється за допомогою  $\text{H}^+$ ,  $\text{OH}^-$  чи  $\text{H}_2\text{O}$  залежно від pH середовища

- Зменшення кількості атомів



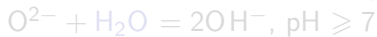
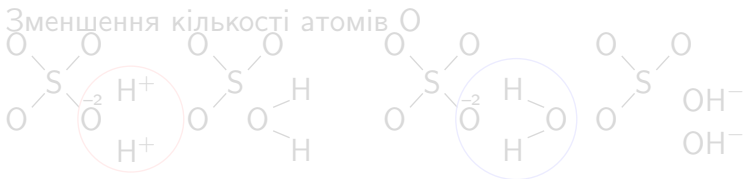
# Зміна складу частинок

- Кількість атомів елемента, що змінює ступінь окиснення, балансується множниками



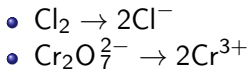
- Оксигеновий склад змінюється за допомогою  $\text{H}^+$ ,  $\text{OH}^-$  чи  $\text{H}_2\text{O}$  залежно від pH середовища

- Зменшення кількості атомів



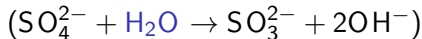
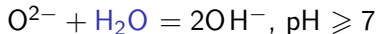
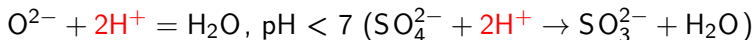
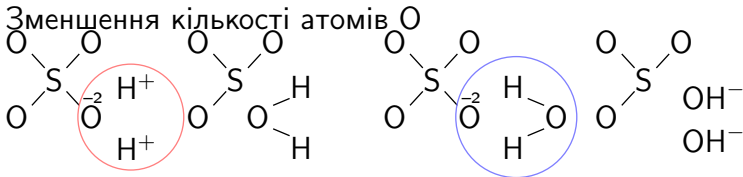
# Зміна складу частинок

- Кількість атомів елемента, що змінює ступінь окиснення, балансується множниками



- Оксигеновий склад змінюється за допомогою  $\text{H}^+$ ,  $\text{OH}^-$  чи  $\text{H}_2\text{O}$  залежно від pH середовища

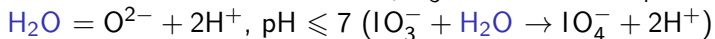
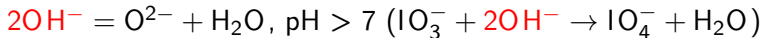
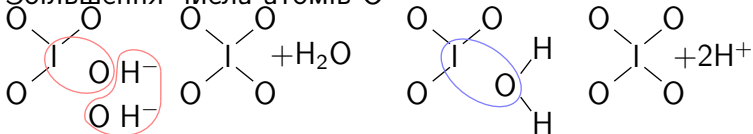
- Зменшення кількості атомів



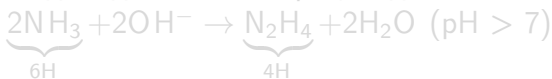


# Зміна складу частинок

- Збільшення числа атомів O

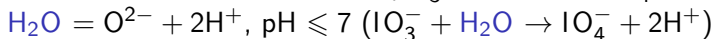
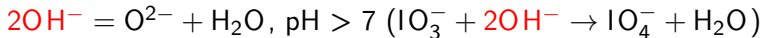
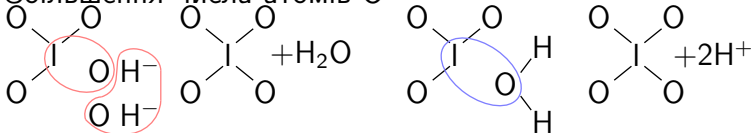


- Іноді подібна схема працює для інших атомів:

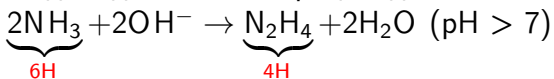


# Зміна складу частинок

- Збільшення числа атомів O



- Іноді подібна схема працює для інших атомів:



# Запис напівреакцій

- На основі схеми окиснення або відновлення будується напівреакція (окиснення чи відновлення)
- Баланс складається у 3 етапи
  - за елементом, що змінює ступінь окиснення
  - за киснем
  - за електронами
- Приклад з відновленням:  $\text{MnO}_4^- \rightarrow \text{Mn}^{2+}$ ,  $\text{pH} < 7$ 
  - $1\text{MnO}_4^- \rightarrow 1\text{Mn}^{2+}$
  - $\text{MnO}_4^- + 8\text{H}^+ \rightarrow \text{Mn}^{2+} + 4\text{H}_2\text{O}$
  - $\text{MnO}_4^- + 8\text{H}^+ + 5\text{e} = \text{Mn}^{2+} + 4\text{H}_2\text{O}$
- Приклад з окисненням:  $\text{Cr}^{3+} \rightarrow \text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ ,  $\text{pH} < 7$ 
  - $2\text{Cr}^{3+} \rightarrow \text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$
  - $2\text{Cr}^{3+} + 7\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + 14\text{H}^+$
  - $2\text{Cr}^{3+} + 7\text{H}_2\text{O} - 6\text{e} = \text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + 14\text{H}^+$

# Запис напівреакцій

- На основі схеми окиснення або відновлення будується напівреакція (окиснення чи відновлення)
- Баланс складається у 3 етапи
  - за елементом, що змінює ступінь окиснення
  - за киснем
  - за електронами
- Приклад з відновленням:  $\text{MnO}_4^- \rightarrow \text{Mn}^{2+}$ ,  $\text{pH} < 7$ 
  - $1\text{MnO}_4^- \rightarrow 1\text{Mn}^{2+}$
  - $\text{MnO}_4^- + 8\text{H}^+ \rightarrow \text{Mn}^{2+} + 4\text{H}_2\text{O}$
  - $\text{MnO}_4^- + 8\text{H}^+ + 5e = \text{Mn}^{2+} + 4\text{H}_2\text{O}$
- Приклад з окисненням:  $\text{Cr}^{3+} \rightarrow \text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ ,  $\text{pH} < 7$ 
  - $2\text{Cr}^{3+} \rightarrow \text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$
  - $2\text{Cr}^{3+} + 7\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + 14\text{H}^+$
  - $2\text{Cr}^{3+} + 7\text{H}_2\text{O} - 6e = \text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + 14\text{H}^+$

# Запис напівреакцій

- На основі схеми окиснення або відновлення будується напівреакція (окиснення чи відновлення)
- Баланс складається у 3 етапи
  - за елементом, що змінює ступінь окиснення
  - за киснем
  - за електронами
- Приклад з відновленням:  $\text{MnO}_4^- \rightarrow \text{Mn}^{2+}$ ,  $\text{pH} < 7$ 
  - $1\text{MnO}_4^- \rightarrow 1\text{Mn}^{2+}$
  - $\text{MnO}_4^- + 8\text{H}^+ \rightarrow \text{Mn}^{2+} + 4\text{H}_2\text{O}$
  - $\text{MnO}_4^- + 8\text{H}^+ + 5\text{e} = \text{Mn}^{2+} + 4\text{H}_2\text{O}$
- Приклад з окисненням:  $\text{Cr}^{3+} \rightarrow \text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ ,  $\text{pH} < 7$ 
  - $2\text{Cr}^{3+} \rightarrow \text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$
  - $2\text{Cr}^{3+} + 7\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + 14\text{H}^+$
  - $2\text{Cr}^{3+} + 7\text{H}_2\text{O} - 6\text{e} = \text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + 14\text{H}^+$

# Запис напівреакцій

- На основі схеми окиснення або відновлення будується напівреакція (окиснення чи відновлення)
- Баланс складається у 3 етапи
  - за елементом, що змінює ступінь окиснення
  - за киснем
  - за електронами
- Приклад з відновленням:  $\text{MnO}_4^- \rightarrow \text{Mn}^{2+}$ ,  $\text{pH} < 7$ 
  - $1\text{MnO}_4^- \rightarrow 1\text{Mn}^{2+}$
  - $\text{MnO}_4^- + 8\text{H}^+ \rightarrow \text{Mn}^{2+} + 4\text{H}_2\text{O}$
  - $\text{MnO}_4^- + 8\text{H}^+ + 5\text{e} = \text{Mn}^{2+} + 4\text{H}_2\text{O}$
- Приклад з окисненням:  $\text{Cr}^{3+} \rightarrow \text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ ,  $\text{pH} < 7$ 
  - $2\text{Cr}^{3+} \rightarrow \text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$
  - $2\text{Cr}^{3+} + 7\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + 14\text{H}^+$
  - $2\text{Cr}^{3+} + 7\text{H}_2\text{O} - 6\text{e} = \text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + 14\text{H}^+$

# Запис напівреакцій

- На основі схеми окиснення або відновлення будується напівреакція (окиснення чи відновлення)
- Баланс складається у 3 етапи
  - за елементом, що змінює ступінь окиснення
  - за киснем
  - за електронами
- Приклад з відновленням:  $\text{MnO}_4^- \rightarrow \text{Mn}^{2+}$ , pH < 7
  - $1\text{MnO}_4^- \rightarrow 1\text{Mn}^{2+}$
  - $\text{MnO}_4^- + 8\text{H}^+ \rightarrow \text{Mn}^{2+} + 4\text{H}_2\text{O}$
  - $\text{MnO}_4^- + 8\text{H}^+ + 5e = \text{Mn}^{2+} + 4\text{H}_2\text{O}$
- Приклад з окисненням:  $\text{Cr}^{3+} \rightarrow \text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ , pH < 7
  - $2\text{Cr}^{3+} \rightarrow \text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$
  - $2\text{Cr}^{3+} + 7\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + 14\text{H}^+$
  - $2\text{Cr}^{3+} + 7\text{H}_2\text{O} - 6e = \text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + 14\text{H}^+$

# Запис напівреакцій

- На основі схеми окиснення або відновлення будується напівреакція (окиснення чи відновлення)
- Баланс складається у 3 етапи
  - за елементом, що змінює ступінь окиснення
  - за киснем
  - за електронами
- Приклад з відновленням:  $\text{MnO}_4^- \rightarrow \text{Mn}^{2+}$ , pH < 7
  - $1\text{MnO}_4^- \rightarrow 1\text{Mn}^{2+}$
  - $\text{MnO}_4^- + 8\text{H}^+ \rightarrow \text{Mn}^{2+} + 4\text{H}_2\text{O}$
  - $\text{MnO}_4^- + 8\text{H}^+ + 5\text{e} = \text{Mn}^{2+} + 4\text{H}_2\text{O}$
- Приклад з окисненням:  $\text{Cr}^{3+} \rightarrow \text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ , pH < 7
  - $2\text{Cr}^{3+} \rightarrow \text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$
  - $2\text{Cr}^{3+} + 7\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + 14\text{H}^+$
  - $2\text{Cr}^{3+} + 7\text{H}_2\text{O} - 6\text{e} = \text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + 14\text{H}^+$



# Запис напівреакцій

- На основі схеми окиснення або відновлення будується напівреакція (окиснення чи відновлення)
- Баланс складається у 3 етапи
  - за елементом, що змінює ступінь окиснення
  - за киснем
  - за електронами
- Приклад з відновленням:  $\text{MnO}_4^- \rightarrow \text{Mn}^{2+}$ , pH < 7
  - $1\text{MnO}_4^- \rightarrow 1\text{Mn}^{2+}$
  - $\text{MnO}_4^- + 8\text{H}^+ \rightarrow \text{Mn}^{2+} + 4\text{H}_2\text{O}$
  - $\text{MnO}_4^- + 8\text{H}^+ + 5e = \text{Mn}^{2+} + 4\text{H}_2\text{O}$
- Приклад з окисненням:  $\text{Cr}^{3+} \rightarrow \text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ , pH < 7
  - $2\text{Cr}^{3+} \rightarrow \text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$
  - $2\text{Cr}^{3+} + 7\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + 14\text{H}^+$
  - $2\text{Cr}^{3+} + 7\text{H}_2\text{O} - 6e = \text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + 14\text{H}^+$

# Запис напівреакцій

- На основі схеми окиснення або відновлення будується напівреакція (окиснення чи відновлення)
- Баланс складається у 3 етапи
  - за елементом, що змінює ступінь окиснення
  - за киснем
  - за електронами
- Приклад з відновленням:  $\text{MnO}_4^- \rightarrow \text{Mn}^{2+}$ ,  $\text{pH} < 7$ 
  - $1\text{MnO}_4^- \rightarrow 1\text{Mn}^{2+}$
  - $\text{MnO}_4^- + 8\text{H}^+ \rightarrow \text{Mn}^{2+} + 4\text{H}_2\text{O}$
  - $\text{MnO}_4^- + 8\text{H}^+ + 5\text{e} = \text{Mn}^{2+} + 4\text{H}_2\text{O}$
- Приклад з окисненням:  $\text{Cr}^{3+} \rightarrow \text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ ,  $\text{pH} < 7$ 
  - $2\text{Cr}^{3+} \rightarrow \text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$
  - $2\text{Cr}^{3+} + 7\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + 14\text{H}^+$
  - $2\text{Cr}^{3+} + 7\text{H}_2\text{O} - 6\text{e} = \text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + 14\text{H}^+$

# Запис напівреакцій

- На основі схеми окиснення або відновлення будується напівреакція (окиснення чи відновлення)
- Баланс складається у 3 етапи
  - за елементом, що змінює ступінь окиснення
  - за киснем
  - за електронами
- Приклад з відновленням:  $\text{MnO}_4^- \rightarrow \text{Mn}^{2+}$ ,  $\text{pH} < 7$ 
  - $1\text{MnO}_4^- \rightarrow 1\text{Mn}^{2+}$
  - $\text{MnO}_4^- + 8\text{H}^+ \rightarrow \text{Mn}^{2+} + 4\text{H}_2\text{O}$
  - $\text{MnO}_4^- + 8\text{H}^+ + 5\text{e} = \text{Mn}^{2+} + 4\text{H}_2\text{O}$
- Приклад з окисненням:  $\text{Cr}^{3+} \rightarrow \text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ ,  $\text{pH} < 7$ 
  - $2\text{Cr}^{3+} \rightarrow \text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$
  - $2\text{Cr}^{3+} + 7\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + 14\text{H}^+$
  - $2\text{Cr}^{3+} + 7\text{H}_2\text{O} - 6\text{e} = \text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + 14\text{H}^+$

# Запис напівреакцій

- На основі схеми окиснення або відновлення будується напівреакція (окиснення чи відновлення)
- Баланс складається у 3 етапи
  - за елементом, що змінює ступінь окиснення
  - за киснем
  - за електронами
- Приклад з відновленням:  $\text{MnO}_4^- \rightarrow \text{Mn}^{2+}$ ,  $\text{pH} < 7$ 
  - $1\text{MnO}_4^- \rightarrow 1\text{Mn}^{2+}$
  - $\text{MnO}_4^- + 8\text{H}^+ \rightarrow \text{Mn}^{2+} + 4\text{H}_2\text{O}$
  - $\text{MnO}_4^- + 8\text{H}^+ + 5\text{e} = \text{Mn}^{2+} + 4\text{H}_2\text{O}$
- Приклад з окисненням:  $\text{Cr}^{3+} \rightarrow \text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ ,  $\text{pH} < 7$ 
  - $2\text{Cr}^{3+} \rightarrow \text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$
  - $2\text{Cr}^{3+} + 7\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + 14\text{H}^+$
  - $2\text{Cr}^{3+} + 7\text{H}_2\text{O} - 6\text{e} = \text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + 14\text{H}^+$

# Запис напівреакцій

- На основі схеми окиснення або відновлення будується напівреакція (окиснення чи відновлення)
- Баланс складається у 3 етапи
  - за елементом, що змінює ступінь окиснення
  - за киснем
  - за електронами
- Приклад з відновленням:  $\text{MnO}_4^- \rightarrow \text{Mn}^{2+}$ , pH < 7
  - $1\text{MnO}_4^- \rightarrow 1\text{Mn}^{2+}$
  - $\text{MnO}_4^- + 8\text{H}^+ \rightarrow \text{Mn}^{2+} + 4\text{H}_2\text{O}$
  - $\text{MnO}_4^- + 8\text{H}^+ + 5\text{e} = \text{Mn}^{2+} + 4\text{H}_2\text{O}$
- Приклад з окисненням:  $\text{Cr}^{3+} \rightarrow \text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ , pH < 7
  - $2\text{Cr}^{3+} \rightarrow \text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$
  - $2\text{Cr}^{3+} + 7\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + 14\text{H}^+$
  - $2\text{Cr}^{3+} + 7\text{H}_2\text{O} - 6\text{e} = \text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + 14\text{H}^+$

# Запис напівреакцій

- На основі схеми окиснення або відновлення будується напівреакція (окиснення чи відновлення)
- Баланс складається у 3 етапи
  - за елементом, що змінює ступінь окиснення
  - за киснем
  - за електронами
- Приклад з відновленням:  $\text{MnO}_4^- \rightarrow \text{Mn}^{2+}$ ,  $\text{pH} < 7$ 
  - $1\text{MnO}_4^- \rightarrow 1\text{Mn}^{2+}$
  - $\text{MnO}_4^- + 8\text{H}^+ \rightarrow \text{Mn}^{2+} + 4\text{H}_2\text{O}$
  - $\text{MnO}_4^- + 8\text{H}^+ + 5\text{e} = \text{Mn}^{2+} + 4\text{H}_2\text{O}$
- Приклад з окисненням:  $\text{Cr}^{3+} \rightarrow \text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ ,  $\text{pH} < 7$ 
  - $2\text{Cr}^{3+} \rightarrow \text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$
  - $2\text{Cr}^{3+} + 7\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + 14\text{H}^+$
  - $2\text{Cr}^{3+} + 7\text{H}_2\text{O} - 6\text{e} = \text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + 14\text{H}^+$

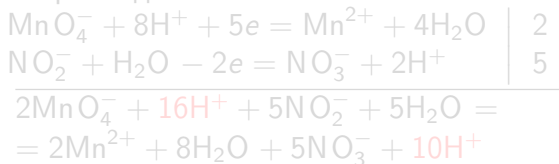
# Запис напівреакцій

- На основі схеми окиснення або відновлення будується напівреакція (окиснення чи відновлення)
- Баланс складається у 3 етапи
  - за елементом, що змінює ступінь окиснення
  - за киснем
  - за електронами
- Приклад з відновленням:  $\text{MnO}_4^- \rightarrow \text{Mn}^{2+}$ ,  $\text{pH} < 7$ 
  - $1\text{MnO}_4^- \rightarrow 1\text{Mn}^{2+}$
  - $\text{MnO}_4^- + 8\text{H}^+ \rightarrow \text{Mn}^{2+} + 4\text{H}_2\text{O}$
  - $\text{MnO}_4^- + 8\text{H}^+ + 5\text{e} = \text{Mn}^{2+} + 4\text{H}_2\text{O}$
- Приклад з окисненням:  $\text{Cr}^{3+} \rightarrow \text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ ,  $\text{pH} < 7$ 
  - $2\text{Cr}^{3+} \rightarrow \text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$
  - $2\text{Cr}^{3+} + 7\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + 14\text{H}^+$
  - $2\text{Cr}^{3+} + 7\text{H}_2\text{O} - 6\text{e} = \text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + 14\text{H}^+$

# Комбінація напівреакцій

- Дві напівреакції потрібно скласти для одержання рівняння ОВР у іонно-молекулярній формі
- Ключова вимога: формальне скорочення електронів з рівняння реакції

- Наприклад



- Однакові частинки скорочують

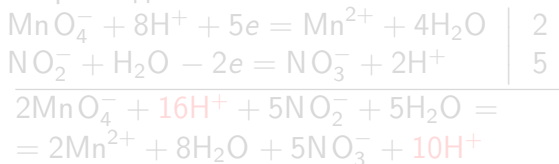




# Комбінація напівреакцій

- Дві напівреакції потрібно скласти для одержання рівняння ОВР у іонно-молекулярній формі
- Ключова вимога: формальне скорочення електронів з рівняння реакції

- Наприклад



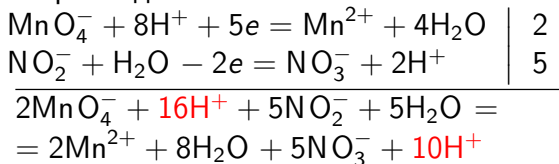
- Однакові частинки скорочують



# Комбінація напівреакцій

- Дві напівреакції потрібно скласти для одержання рівняння ОВР у іонно-молекулярній формі
- Ключова вимога: формальне скорочення електронів з рівняння реакції

- Наприклад



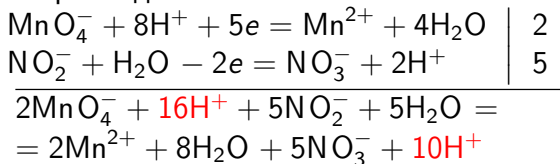
- Однакові частинки скорочують



# Комбінація напівреакцій

- Дві напівреакції потрібно скласти для одержання рівняння ОВР у іонно-молекулярній формі
- Ключова вимога: формальне скорочення електронів з рівняння реакції

- Наприклад

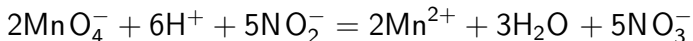


- Однакові частинки скорочують



# Запис молекулярної форми ОВР

- Іонно-молекулярне рівняння описує сутність процесу



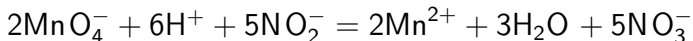
Перманганат-іон у кислому середовищі окиснює нітрат (III)-іон до нітрат-іону.

- При переході до молекулярної форми катіони та аніони повинні зв'язатися між собою
- У молекулярному рівнянні можуть з'явитися додаткові частинки, що формально не беруть участь у окисненні чи відновленні



# Запис молекулярної форми ОВР

- Іонно-молекулярне рівняння описує сутність процесу



Перманганат-іон у кислому середовищі окиснює нітрат (III)-іон до нітрат-іону.

- При переході до молекулярної форми катіони та аніони повинні зв'язатися між собою
- У молекулярному рівнянні можуть з'явитися додаткові частинки, що формально не беруть участь у окисненні чи відновленні



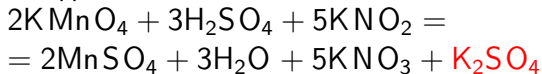
# Запис молекулярної форми ОВР

- Іонно-молекулярне рівняння описує сутність процесу



Перманганат-іон у кислому середовищі окиснює нітрат (III)-іон до нітрат-іону.

- При переході до молекулярної форми катіони та аніони повинні зв'язатися між собою
- У молекулярному рівнянні можуть з'явитися додаткові частинки, що формально не беруть участь у окисненні чи відновленні



# Приклад



- Схема відновлення:



- Схема окиснення:



- Складання напівреакцій



- Скорочення рівняння



- Запис рівняння у молекулярній формі



# Приклад



- Схема відновлення:



- Схема окиснення:



- Складання напівреакцій



- Скорочення рівняння



- Запис рівняння у молекулярній формі

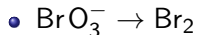




# Приклад



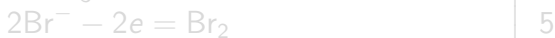
- Схема відновлення:



- Схема окиснення:



- Складання напівреакцій



- Скорочення рівняння



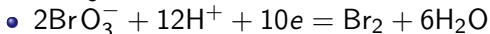
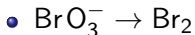
- Запис рівняння у молекулярній формі



# Приклад



- Схема відновлення:



- Схема окиснення:



- Складання напівреакцій



- Скорочення рівняння



- Запис рівняння у молекулярній формі



# Приклад

- $\text{NaBr} + \text{NaBrO}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4 =$
- Схема відновлення:
  - $\text{BrO}_3^- \rightarrow \text{Br}_2$
  - $2\text{BrO}_3^- + 12\text{H}^+ + 10e = \text{Br}_2 + 6\text{H}_2\text{O}$
- Схема окиснення:
  - $2\text{Br}^- \rightarrow \text{Br}_2$
  - $2\text{Br}^- - 2e = \text{Br}_2$
- Складання напівреакцій
$$\begin{array}{l} 2\text{BrO}_3^- + 12\text{H}^+ + 10e = \text{Br}_2 + 6\text{H}_2\text{O} \\ 2\text{Br}^- - 2e = \text{Br}_2 \end{array} \quad \begin{array}{l} | \\ | \\ 1 \\ 5 \end{array}$$

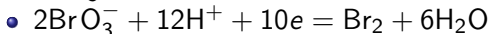
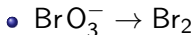
---

$$2\text{BrO}_3^- + 12\text{H}^+ + 10\text{Br}^- = \text{Br}_2 + 6\text{H}_2\text{O} + 5\text{Br}_2$$
- Скорочення рівняння
$$\text{BrO}_3^- + 6\text{H}^+ + 5\text{Br}^- = 3\text{Br}_2 + 3\text{H}_2\text{O}$$
- Запис рівняння у молекулярній формі
$$5\text{NaBr} + \text{NaBrO}_3 + 3\text{H}_2\text{SO}_4 = 3\text{Br}_2 + 3\text{H}_2\text{O} + 3\text{Na}_2\text{SO}_4$$

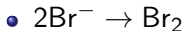
# Приклад



- Схема відновлення:



- Схема окиснення:



- Складання напівреакцій



- Скорочення рівняння



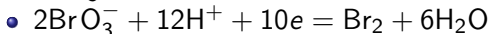
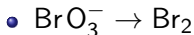
- Запис рівняння у молекулярній формі



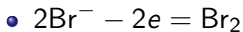
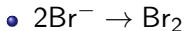
# Приклад



- Схема відновлення:



- Схема окиснення:



- Складання напівреакцій



- Скорочення рівняння



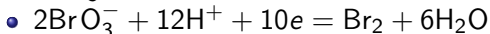
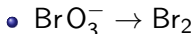
- Запис рівняння у молекулярній формі



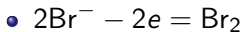
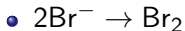
# Приклад



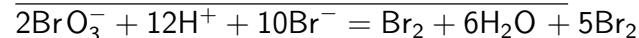
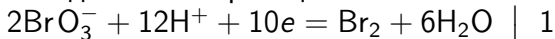
- Схема відновлення:



- Схема окиснення:



- Складання напівреакцій



- Скорочення рівняння



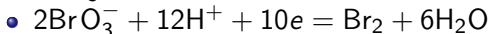
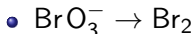
- Запис рівняння у молекулярній формі



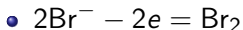
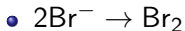
# Приклад



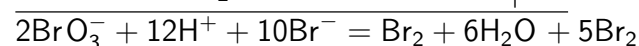
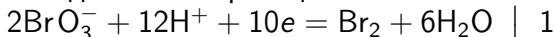
- Схема відновлення:



- Схема окиснення:



- Складання напівреакцій



- Скорочення рівняння



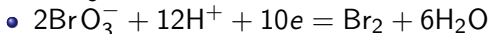
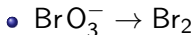
- Запис рівняння у молекулярній формі



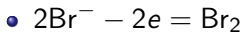
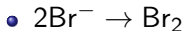
# Приклад



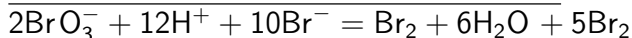
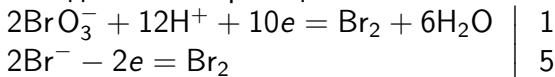
- Схема відновлення:



- Схема окиснення:



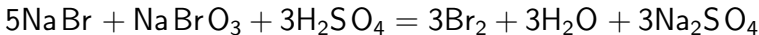
- Складання напівреакцій



- Скорочення рівняння



- Запис рівняння у молекулярній формі







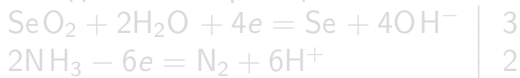
- Схема відновлення:

- $\text{SeO}_2 \rightarrow \text{Se}$
- $\text{SeO}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Se} + 4\text{OH}^-$
- $\text{SeO}_2 + 2\text{H}_2\text{O} + 4e = \text{Se} + 4\text{OH}^-$

- Схема окиснення:

- $\text{NH}_3 \rightarrow \text{N}_2$
- $2\text{NH}_3 \rightarrow \text{N}_2 + 6\text{H}^+$
- $2\text{NH}_3 - 6e = \text{N}_2 + 6\text{H}^+$

- Складання напівреакцій



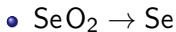
- Скорочення рівняння



- Отримане після скорочення рівняння є молекулярним



- Схема відновлення:



- Схема окиснення:



- Складання напівреакцій



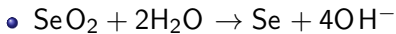
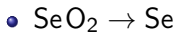
- Скорочення рівняння



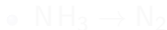
- Отримане після скорочення рівняння є молекулярним



- Схема відновлення:



- Схема окиснення:



- Складання напівреакцій



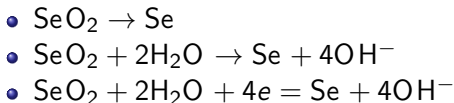
- Скорочення рівняння



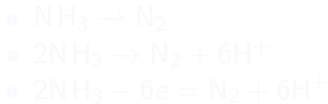
- Отримане після скорочення рівняння є молекулярним



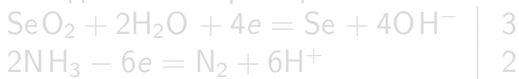
- Схема відновлення:



- Схема окиснення:



- Складання напівреакцій



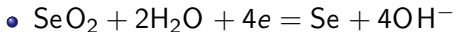
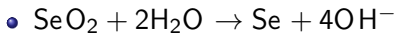
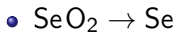
- Скорочення рівняння



- Отримане після скорочення рівняння є молекулярним



- Схема відновлення:



- Схема окиснення:



- Складання напівреакцій



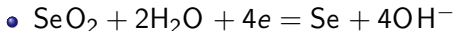
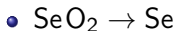
- Скорочення рівняння



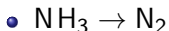
- Отримане після скорочення рівняння є молекулярним



- Схема відновлення:



- Схема окиснення:



- Складання напівреакцій



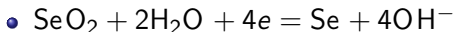
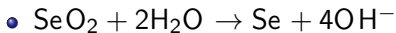
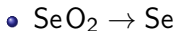
- Скорочення рівняння



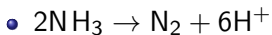
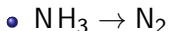
- Отримане після скорочення рівняння є молекулярним



- Схема відновлення:



- Схема окиснення:



- Складання напівреакцій



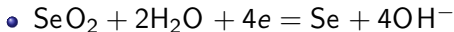
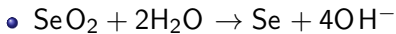
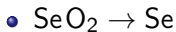
- Скорочення рівняння



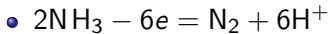
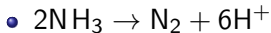
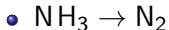
- Отримане після скорочення рівняння є молекулярним



- Схема відновлення:



- Схема окиснення:



- Складання напівреакцій



- Скорочення рівняння

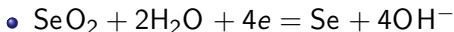
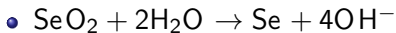
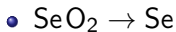


- Отримане після скорочення рівняння є молекулярним

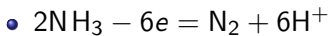
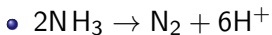
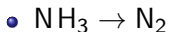




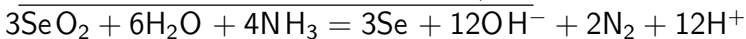
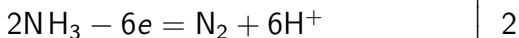
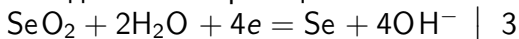
- Схема відновлення:



- Схема окиснення:



- Складання напівреакцій



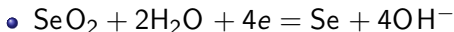
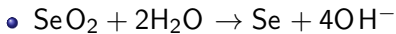
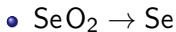
- Скорочення рівняння



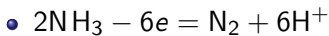
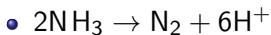
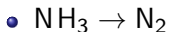
- Отримане після скорочення рівняння є молекулярним



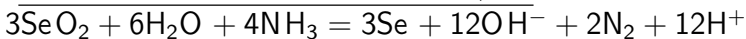
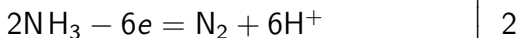
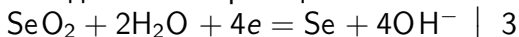
- Схема відновлення:



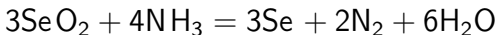
- Схема окиснення:



- Складання напівреакцій



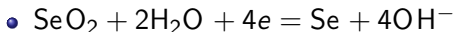
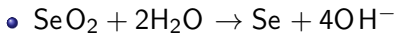
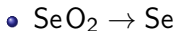
- Скорочення рівняння



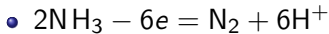
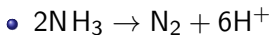
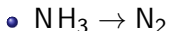
- Отримане після скорочення рівняння є молекулярним



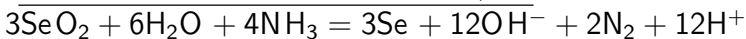
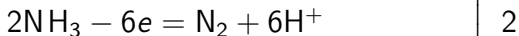
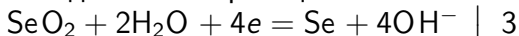
- Схема відновлення:



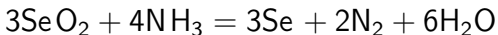
- Схема окиснення:



- Складання напівреакцій



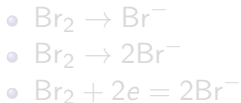
- Скорочення рівняння



- Отримане після скорочення рівняння є молекулярним



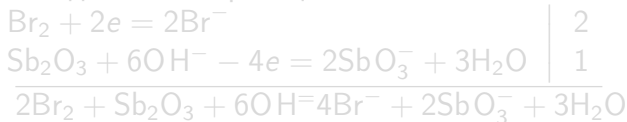
- Схема відновлення:



- Схема окиснення:



- Складання напівреакцій



- Запис рівняння у молекулярній формі





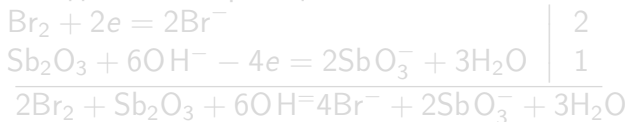
- Схема відновлення:

- $\text{Br}_2 \rightarrow \text{Br}^-$
- $\text{Br}_2 \rightarrow 2\text{Br}^-$
- $\text{Br}_2 + 2e = 2\text{Br}^-$

- Схема окиснення:

- $\text{Sb}_2\text{O}_3 \rightarrow \text{SbO}_3^-$
- $\text{Sb}_2\text{O}_3 + 6\text{OH}^- \rightarrow 2\text{SbO}_3^- + 3\text{H}_2\text{O}$
- $\text{Sb}_2\text{O}_3 + 6\text{OH}^- - 4e = 2\text{SbO}_3^- + 3\text{H}_2\text{O}$

- Складання напівреакцій

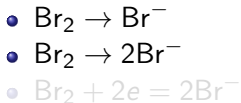


- Запис рівняння у молекулярній формі





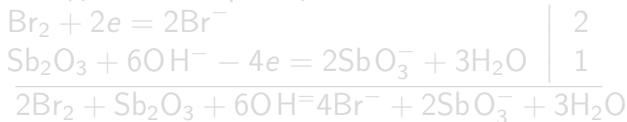
- Схема відновлення:



- Схема окиснення:



- Складання напівреакцій

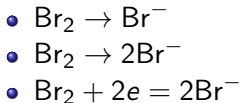


- Запис рівняння у молекулярній формі





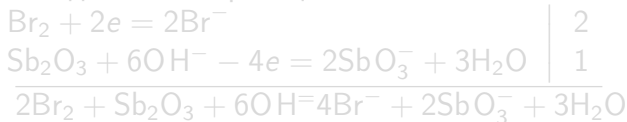
- Схема відновлення:



- Схема окиснення:



- Складання напівреакцій



- Запис рівняння у молекулярній формі





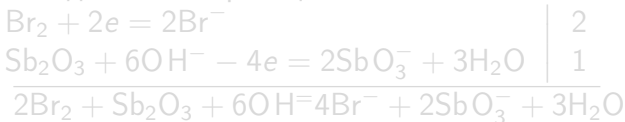
• Схема відновлення:

- $\text{Br}_2 \rightarrow \text{Br}^-$
- $\text{Br}_2 \rightarrow 2\text{Br}^-$
- $\text{Br}_2 + 2e = 2\text{Br}^-$

• Схема окиснення:

- $\text{Sb}_2\text{O}_3 \rightarrow \text{SbO}_3^-$
- $\text{Sb}_2\text{O}_3 + 6\text{OH}^- \rightarrow 2\text{SbO}_3^- + 3\text{H}_2\text{O}$
- $\text{Sb}_2\text{O}_3 + 6\text{OH}^- - 4e = 2\text{SbO}_3^- + 3\text{H}_2\text{O}$

• Складання напівреакцій



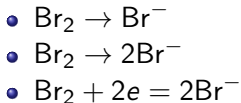
• Запис рівняння у молекулярній формі



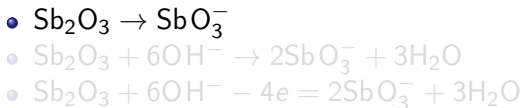




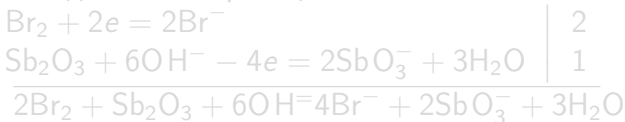
- Схема відновлення:



- Схема окиснення:



- Складання напівреакцій

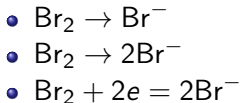


- Запис рівняння у молекулярній формі

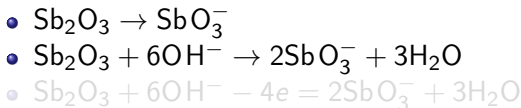




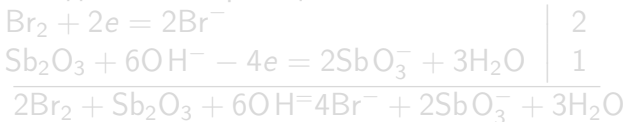
- Схема відновлення:



- Схема окиснення:



- Складання напівреакцій

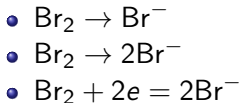


- Запис рівняння у молекулярній формі

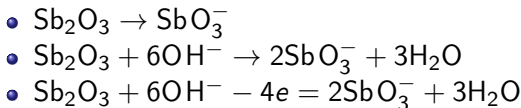




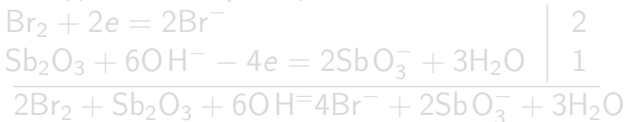
- Схема відновлення:



- Схема окиснення:



- Складання напівреакцій

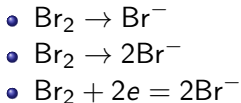


- Запис рівняння у молекулярній формі

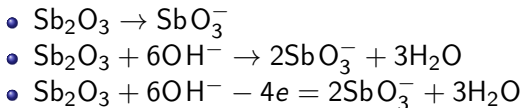




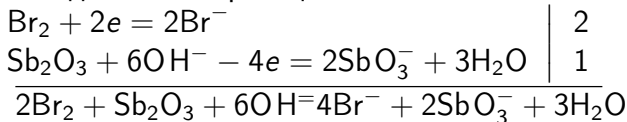
- Схема відновлення:



- Схема окиснення:



- Складання напівреакцій

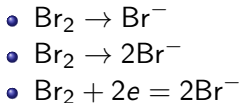


- Запис рівняння у молекулярній формі

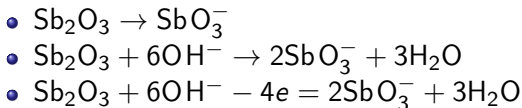




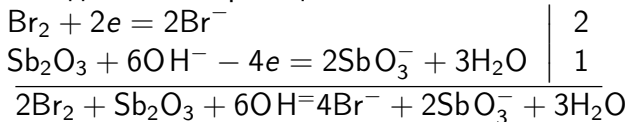
- Схема відновлення:



- Схема окиснення:



- Складання напівреакцій



- Запис рівняння у молекулярній формі

