

## Karta pracy II/1a – Reakcje redukcji i utlenienia

### 1. Reguły ustalania stopni utlenienia

1	<p><b>Pierwiastki w stanie wolnym</b> (nie związane z atomem (atomami) innego pierwiastka mają stopień utlenienia równy (zero) 0 ; <math>\overset{0}{\text{Cu}}</math>; <math>\overset{0}{\text{H}}</math>; <math>\overset{0}{\text{S}}</math>; <math>\overset{0}{\text{C}}</math></p>
2	<p><b>Wodór</b> we wszystkich związkach chemicznych (z wyjątkiem wodoroków litowców i berylowców, w których ma stopień utlenienia równy -I) ma stopień utlenienia równy +I :</p> <p><math>\overset{+I}{\text{H}}\overset{-II}{\text{O}}</math>; <math>\overset{+I}{\text{C}}\overset{-II}{\text{H}}</math>; <math>\overset{+I}{\text{Na}}\overset{-II}{\text{O}}\overset{+I}{\text{H}}</math>; <math>\overset{+I}{\text{H}}\overset{-II}{\text{S}}\overset{+I}{\text{O}}</math>; <math>\overset{+I}{\text{K}}\overset{-I}{\text{H}}</math>; <math>\overset{+I}{\text{Ca}}\overset{-I}{\text{H}}</math></p>
3	<p><b>Tlen</b> we wszystkich związkach chemicznych (z wyjątkami: fluorku tlenu, w którym ma stopień utlenienia +II: <math>\overset{+II}{\text{O}}\overset{-I}{\text{F}}</math> lub +I: <math>\overset{+I}{\text{O}}\overset{-I}{\text{F}}</math>, nadtlenków, w których ma stopień utlenienia -I, w podnadtlenkach, w których ma stopień utlenienia -1/2) ma stopień utlenienia -II:</p> <p><math>\overset{+I}{\text{H}}\overset{-II}{\text{O}}</math>; <math>\overset{+I}{\text{H}}\overset{-II}{\text{S}}\overset{-II}{\text{O}}</math>; <math>\overset{+I}{\text{Na}}\overset{-II}{\text{O}}\overset{+I}{\text{H}}</math>; <math>\overset{+II}{\text{F}}\overset{-II}{\text{O}}</math>; <math>\overset{+I}{\text{Na}}\overset{-II}{\text{O}}</math>; <math>\overset{-I}{\text{K}}\overset{-II}{\text{O}}</math></p>
4.	<p><b>Fluor</b> we wszystkich związkach chemicznych ma stopień utlenienia równy -I: <math>\overset{-I}{\text{H}}\overset{+I}{\text{F}}</math>; <math>\overset{-I}{\text{Ca}}\overset{+I}{\text{F}}</math></p>
5	<p><b>Litowce</b> w związkach chemicznych mają stopień utlenienia równy +I, <b>berylowce</b> mają stopień utlenienia równy +II, natomiast <b>glinowce</b> +III:</p> <p><math>\overset{+I}{\text{Li}}\overset{-II}{\text{O}}\overset{+I}{\text{H}}</math>; <math>\overset{+I}{\text{Na}}\overset{-II}{\text{O}}</math>; <math>\overset{+I}{\text{K}}\overset{-II}{\text{O}}</math>; <math>\overset{+II}{\text{Ca}}\overset{-II}{\text{S}}</math>; <math>\overset{+II}{\text{Mg}}\overset{-II}{\text{O}}\overset{+I}{\text{H}}</math>; <math>\overset{+III}{\text{Al}}\overset{-II}{\text{O}}</math></p>
6	<p><b>Suma stopni utlenienia atomów pierwiastków</b> w cząsteczce związku chemicznego jest zawsze równa zero (0); (przykład obliczenia stopnia utlenienia siarki w cząsteczce siarczanu(VI) potasu z wykorzystaniem wcześniej poznanych reguł);</p> <p><math>\overset{+I}{\text{K}}_2\overset{x}{\text{S}}\overset{-II}{\text{O}}_4</math></p> <p><math>2 \cdot (I) + 1 \cdot x + 4 \cdot (-II) = 0</math></p> <p><math>2 + x - 8 = 0</math></p> <p><math>x = 8 - 2 = 6(\text{IV})</math> – siarka jest na +VI stopniu utlenienia</p>
7	<p>Stopień utlenienia <b>jonu prostego</b> jest równy <b>ładunkowi tego jonu</b>: <math>\overset{+III}{\text{Fe}}^{3+}</math>; <math>\overset{-II}{\text{S}}^{2-}</math>; <math>\overset{-I}{\text{Cl}}^{-}</math>; <math>\overset{+I}{\text{Cu}}^{+}</math>; <math>\overset{+I}{\text{H}}^{+}</math>; <math>\overset{-I}{\text{H}}^{-}</math>;</p>
8	<p>Suma <b>stopni utlenienia atomów pierwiastków</b> w <b>jonie złożonym</b> jest równa <b>ładunkowi tego jonu</b>: przykład obliczenia stopnia utlenienia fosforu w anionie <math>\overset{x}{\text{P}}_2\overset{-II}{\text{O}}_7^{4-}</math></p> <p><math>2 \cdot x + 7 \cdot (-II) = -4</math></p> <p><math>2x - 14 = -4</math></p> <p><math>2x = 14 - 4 = 10</math></p> <p><math>x = 5 (\text{V})</math> - fosfor jest na +V stopniu utlenienia.</p>
9	<p>Ustalanie stopnia utlenienia atomów węgla w związkach organicznych – formalnie <b>każdą grupę atomów połączonych z rozpatrywanym atomem węgla należy rozpatrywać jako odrębną cząsteczkę</b>, dla której suma stopni utlenienia atomów pierwiastków wynosi zero (0);</p> <p><math>\overset{-III}{\text{C}}\overset{+I}{\text{H}}_3 - \overset{-I}{\text{C}}\overset{+I}{\text{H}} - \overset{0}{\text{C}}\overset{+I}{\text{H}} - \overset{-II}{\text{C}}\overset{+I}{\text{H}}_2 - \overset{-III}{\text{C}}\overset{+I}{\text{H}}\overset{+I}{\text{O}}\overset{+I}{\text{H}}</math></p> <p><math>\overset{-III}{\text{C}}\overset{+I}{\text{H}}_3 \text{ OH}</math></p>

## 2. Pozostałe zasady

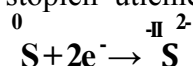
- ❖ Umownie przyjmuje się, że wszystkie wiązania w cząsteczkach związków chemicznych mają charakter jonowy, więc w cząsteczkach związków chemicznych występują nie atomy pierwiastków lecz ich jony proste.
- ❖ Stopnie utlenienia atomów pierwiastków zapisuje się nad symbolem pierwiastka cyframi rzymskimi, w przypadku dodatniego stopnia utlenienia nie potrzeby zapisywania znaku + (cyfry arabskie stosuje się przy zapisie stopnia utlenienia 0 i -1/2).

## 3. Procesy utlenienia i redukcji

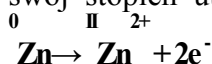
- ❖ **Proces utlenienia** – jest zawsze związany z podwyższeniem swojego stopnia utlenienia przez atom.
- ❖ **Proces redukcji** – jest zawsze związany z obniżeniem swojego stopnia utlenienia przez atom. Procesy utlenienia i redukcji są ze sobą **sprzężone**, co oznacza, że jeżeli w określonej reakcji atom(y) któregoś pierwiastka ulega(ją) utlenieniu, to inny atom(y) innego pierwiastka ulega(ją) redukcji, czyli procesy utlenienia i redukcji przebiegają jednocześnie.

## 4. Utleniacze i reduktory

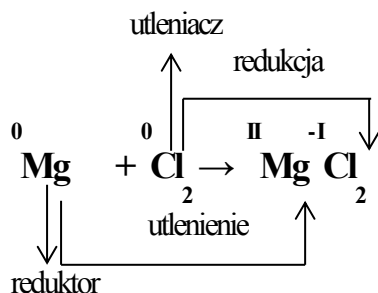
- ❖ **Utleniacz** – atom pierwiastka (lub atom w określonym związku chemicznym lub jonie), który nie osiągnął swojego najniższego stopnia utlenienia, pobierając elektrony obniża swój stopień utlenienia jednocześnie podwyższając stopień utlenienia reduktora



- ❖ **Reduktor** – atom pierwiastka (lub atom w określonym związku chemicznym lub jonie), który nie osiągnął swojego najwyższego stopnia utlenienia, oddając elektrony podwyższa swój stopień utlenienia jednocześnie obniżając stopień utlenienia utleniacza.

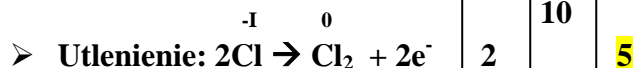
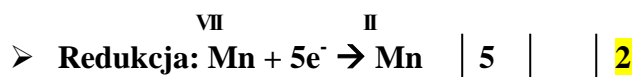


## 5. Przykład procesu utlenienia i redukcji



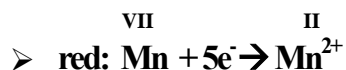
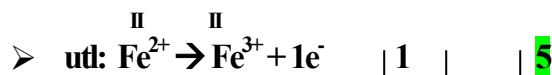
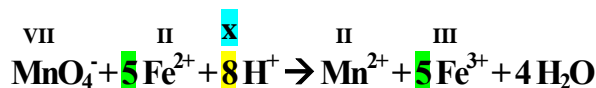
Magnez oddając dwa elektrony podwyższył swój stopień utlenienia z 0 do +II – uległ utlenieniu, jednocześnie zredukował chlor, który pobierając jeden elektron obniżył swój stopień utlenienia z 0 do -I uległ redukcji jednocześnie powodując utlenienie magnezu.

## 6. Dobieranie współczynników stechiometrycznych metodą bilansu elektronowego – równania połówkowe utlenienia i redukcji



- Pozostałe współczynniki: **16HCl**; **8H<sub>2</sub>O**, **2KCl**, **2MnCl<sub>2</sub>** – dobieramy bilansując atomy pierwiastków po lewej i prawej stronie równania.

## 7. Dobieranie współczynników stechiometrycznych w reakcji zapisanej w formie jonowej



➤ Obliczenie liczby kationów  $\text{H}^+$ :

suma ładunków na jonach po obu stronach równania musi być taka sama

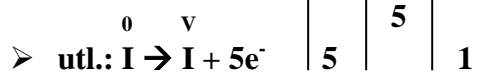
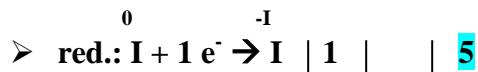
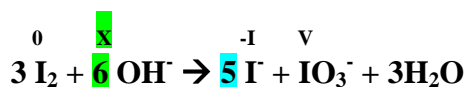
$$-1 + 5 \cdot (+2) + x = 2 + 5 \cdot (+3)$$

$$x = 17 + 1 - 10 = 8$$

**Uwaga:** w przypadku, gdy należy dobrać liczbę anionów  $\text{OH}^-$  w równaniu należy wstać wyrażenie  $-x$  (odjąć  $x$ )

## 8. Szczególne przypadki reakcji redukcji i utlenienia

❖ **Reakcje dysproporcjonowania** - utleniaczem i reduktorem jest ta sama substancja (atomy tego samego pierwiastka)

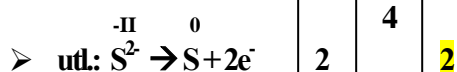
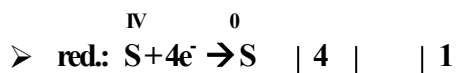
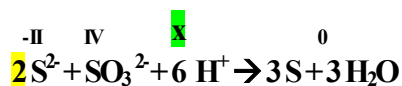


➤ obliczenie liczby anionów  $\text{OH}^-$ :

$$-x = 5(-1) + (-1) = -6$$

$$x = 6$$

❖ **Reakcje synproporcjonowania** - produktem reakcji jest ta sama substancja (atomy tego samego pierwiastka)



➤ obliczenie liczby kationów  $\text{H}^+$

$$2 \cdot (-2) + 1 \cdot (-2) + x = 0$$

$$x = 6$$

