



Konsultacje Równowaga chemiczna. Reakcje utleniania-redukcji
10 marca 2023

dr Monika Tomczyk

ZAKŁAD CHEMII ORGANICZNEJ

PUBLIKACJA DOFINANSOWANA ZE ŚRODKÓW BUDŻETU PAŃSTWA
W RAMACH PROGRAMU MINISTRA EDUKACJI I NAUKI
POD NAZWĄ BIOLOGIA I CHEMIA PO AKADEMICKU 2
NR PROJEKTU SONP/SP/548089/2022
KWOTA DOFINANSOWANIA
33 100 zł
CAŁKOWITA WARTOŚĆ PROJEKTU
37 100 zł



RÓWNOWAGA CHEMICZNA

REAKCJA CHEMICZNA

- **Reakcja/Przemiana chemiczna** to proces, w którym jedne substancje przekształcają się w inne, o odmiennych właściwościach.
- Przemianę chemiczną opisuje się za pomocą równania reakcji. Po jego lewej stronie zapisuje się substraty, po prawej zaś – produkty.
- Przy użyciu strzałki zaznacza się kierunek reakcji – od substratów do produktów:

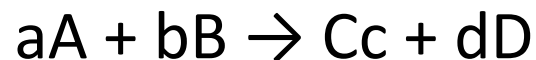


- Reakcja chemiczna, w ujęciu równania, jest to proces, który przebiega od lewej do prawej strony.
- Taki zapis odpowiada **reakcjom nieodwracalnym**.
- Przykładami reakcji **nieodwracalnych** są reakcje, w których jeden z reagentów opuszcza środowisko reakcji, przez co powoduje całkowite przereagowanie co najmniej jednego z substratów, np.:
 - jeden z produktów reakcji jest gazem i opuszcza układ $\text{CaCO}_{3(s)} \rightarrow \text{CaO}_{(s)} + \text{CO}_{2(g)} \uparrow$
 - produktem reakcji jest trudno rozpuszczalny osad $\text{Fe}^{3+} + 3\text{OH}^- \rightarrow \text{Fe}(\text{OH})_3 \downarrow$

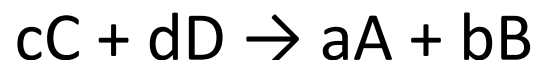
REAKCJA ODWRACALNA

- Większość reakcji chemicznych należy, teoretycznie, do **odwracalnych** - przy zapewnieniu układowi odpowiednich warunków, z produktów reakcji ponownie powstaną substraty.
- Reakcję nazywamy **odwracalną**, gdy w trakcie ich przebiegu tworzone są cząsteczki produktów i równolegle odtwarzane są cząsteczki substratów.
- Równania takich procesów zapisujemy stosując dwie, przeciwnie skierowane strzałki: $aA + bB \rightleftharpoons cC + dD$

- Zapis taki oznacza, że obok reakcji:



zachodzi reakcja:



przebiegającej z szybkością v_1 ,

przebiegająca z szybkością v_2

REAKCJA ODWRACALNA

- W procesach odwracalnych ustala się **stan równowagi dynamicznej**, czyli stan w którym przestają się zmieniać stężenia reagentów.
- W stanie równowagi procesy biegnące z lewej strony równania na prawą i z prawej na lewą zachodzą z taką samą szybkością.
- Dla równania reakcji: $aA + bB \xrightleftharpoons[v_1]{v_2} cC + dD$ szybkość tych reakcji można wyrazić następująco:



$$v_1 = k_1 \cdot [A]^a \cdot [B]^b$$



$$v_2 = k_2 \cdot [C]^c \cdot [D]^d$$

gdzie: v_1, v_2 - szybkość reakcji

k_1, k_2 - stała szybkości reakcji

$[A], [B], [C], [D]$ - stężenia molowe substancji A, B, C, D

a, b, c, d – rząd reakcji względem odpowiednich reagentów A, B, C, D

- Ponieważ *ubywa* substratów A i B to v_1 maleje.
- Ponieważ *przybywa* produktów C i D to v_2 rośnie.

STAN RÓWNOWAGI CHEMICZNEJ

- Gdy szybkości obu reakcji zrównują się ($v_1 = v_2$), układ osiąga **stan równowagi chemicznej**, który ma charakter dynamiczny.
- Wstanie równowagi stężenia reagentów są stałe, to obie reakcje będą nadal, ale z jednakowymi szybkościami:

$$k_1 \cdot [A]^a \cdot [B]^b = k_2 \cdot [C]^c \cdot [D]^d$$

$$\frac{k_1}{k_2} = \frac{[C]^c \times [D]^d}{[A]^a \times [B]^b} = K_c$$

- Jest to wzór na stałą równowagi chemicznej (K_c) wyrażający w sposób matematyczny **prawo działania mas Guldberga i Waagego**.
- Pamiętać należy, że skoro $K_c = k_1 / k_2$ to wielkość liczbowa stałej K_c wskazuje ile razy szybkość reakcji w prawo jest większa od szybkości reakcji w lewo.
- *K_c jest wielkością stałą, zależną tylko od temperatury.*
- K_c nie zależy od stężenia reagentów !

PRAWO DZIAŁANIA MAS

Guldberga i Waagego

- **Prawo działania mas:** Stosunek iloczynu stężeń molowych produktów zmierzonych w stanie równowagi, podniesionych do potęg równych ich współczynnikom stechiometrycznym do iloczynu stężeń molowych substratów, podniesionych do potęg równych ich współczynnikom stechiometrycznym, ma wartość stałą, niezależną od stężenia tych reagentów a zależną jedynie od temperatury i ciśnienia.
- **Innymi słowy...** substraty reagują ze sobą do momentu, gdy stosunek iloczynu stężeń produktów reakcji, do iloczynu stężeń jej substratów osiągnie wartość stałą (K_C), charakterystyczną dla danej reakcji w określonej temperaturze.
- Stała K_C jest wielkością bezwymiarową, zależną od temperatury i niezależną od stężeń reagentów.

PRAWO DZIAŁANIA MAS

Guldberga i Waagego

- Zapisując **wyrażenie na stałą równowagi** reakcji, należy zwracać na stan skupienia poszczególnych reagentów.
- Podstawiając do wzoru pomija się stężenia reagentów występujących w stałym stanie skupienia.
- **Stan skupienia** określa się w równaniu reakcji odpowiednimi indeksami: (g) dla gazów, (c) dla cieczy i (s) dla ciał stałych.
- **Prawo działania mas** podaje matematyczną zależność pomiędzy stężeniami substratów i produktów w stanie równowagi chemicznej, a tym samym określa **wydajność reakcji**.
- Jeżeli $K_C = 1$, oznacza to, że w stanie równowagi układ zawiera 50% produktów i 50% substratów.
- Wartość stałej równowagi rzędu 10^5 oznacza, że substratów jest tak mało, iż reakcję można uważać za praktycznie nieodwracalną.

REGUŁA PRZEKORY

REGUŁA LE CHATELIER'A I BROWNA

- Jeśli na układ znajdujący się w stanie równowagi podziała bodziec zewnętrzny, to w tym układzie zajdą zmiany prowadzące do zmniejszenia działania bodźca.
- Czynniki wpływające na położenie stanu równowagi:
 - temperatura
 - stężenia reagentów
 - ciśnienie

WPŁYW TEMPERATURY NA STAN RÓWNOWAGI CHEMICZNEJ

Zmiana temperatury reakcji powoduje:

- zmianę szybkości reakcji
- zmienia wartość stałej równowagi reakcji - kierunek zmiany zależy od efektu cieplnego reakcji:
 - dla reakcji egzotermicznej wzrost temperatury przesuwa równowagę w stronę tworzenia substratów („w lewo”) i powoduje zmniejszenie stałej równowagi.
 - dla reakcji endotermicznej - ciepło w czasie reakcji jest pobierane - podwyższenie temperatury przesunie równowagę się w kierunku tworzenia produktów („w prawo”), a wartość stałej równowagi zwiększy się.

WPŁYW STĘŻEŃ REAGENTÓW NA STAN RÓWNOWAGI CHEMICZNEJ

- Jeżeli do układu w stanie równowagi dodatkowo wprowadzimy pewną ilość reagentu (substratu lub produktu) to stan równowagi, zgodnie z regułą przekory, przesunie się w kierunku zmniejszenia ilości tego reagentu w układzie.
- Usuwanie produktów lub dodawanie substratów przesuwa stan równowagi reakcji w prawo.
- Dodawanie produktów lub usuwanie substratów przesuwa równowagę reakcji w lewo.

WPŁYW CIŚNIENIA NA STAN RÓWNOWAGI CHEMICZNEJ

- Wpływ ciśnienia jest istotny tylko w procesie przebiegającym z udziałem reagentów w fazie gazowej, których całkowita liczba ulega zmianie podczas biegu reakcji.
- Dla reakcji przebiegających w fazie gazowej można rozróżnić trzy przypadki:

$$1\backslash \quad \Sigma V_{\text{substratów}} < \Sigma V_{\text{produktów}}$$

$$2\backslash \quad \Sigma V_{\text{substratów}} > \Sigma V_{\text{produktów}}$$

$$3\backslash \quad \Sigma V_{\text{substratów}} = \Sigma V_{\text{produktów}}$$

WPŁYW CIŚNIENIA NA STAN RÓWNOWAGI CHEMICZNEJ

$$\Sigma V_{\text{substratów}} > \Sigma V_{\text{produktów}}$$

1\ $\Sigma V_{\text{substratów}} < \Sigma V_{\text{produktów}}$

- gdy objętość substratów jest mniejsza od objętości produktów, podwyższenie ciśnienia powoduje przesunięcie równowagi reakcji w lewo: $2\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 2\text{H}_2 + \text{O}_2$
- obniżenie ciśnienia powoduje skutek odwrotny.

2\ $\Sigma V_{\text{substratów}} > \Sigma V_{\text{produktów}}$

- gdy objętość substratów jest większa od objętości produktów, podwyższenie ciśnienia powoduje przesunięcie równowagi reakcji w prawo, czyli w kierunku tworzenia produktów:
 $2\text{SO}_2 + \text{O}_2 \rightleftharpoons 2\text{SO}_3$

3\ $\Sigma V_{\text{substratów}} = \Sigma V_{\text{produktów}}$

- zwiększenie lub zmniejszenie ciśnienia nie spowoduje żadnej zmiany położenia stanu równowagi
 $\text{CO}_2 + \text{H}_2 \rightleftharpoons \text{CO} + \text{H}_2\text{O}$

ZADANIE 1

Reakcja tlenku węgla(IV) z wodorem w fazie gazowej przebiega zgodnie z równaniem:

$$\text{H}_2 (\text{g}) + \text{CO}_2 (\text{g}) \rightleftharpoons \text{CO} (\text{g}) + \text{H}_2\text{O} (\text{g})$$

Do zamkniętego reaktora o objętości 2 dm^3 , w którym utrzymywano stałą temperaturę, wprowadzono 6 moli H_2 i 4 mole CO_2 . Stan równowagi ustalił się, gdy powstało po 2 mole produktów.

Oblicz stężenia wodoru i tlenku węgla(IV) po ustaleniu się stanu równowagi oraz stężeniową stałą równowagi tej reakcji w temperaturze, która panowała w reaktorze.

ZADANIE 1 rozwiązanie

Reakcja tlenku węgla(IV) z wodorem w fazie gazowej przebiega zgodnie z równaniem: $\text{H}_2(\text{g}) + \text{CO}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{CO}(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{g})$

Do zamkniętego reaktora o objętości 2 dm^3 , w którym utrzymywano stałą temperaturę, wprowadzono 6 moli H_2 i 4 mole CO_2 . Stan równowagi ustalił się, gdy powstało po 2 mole produktów.

Oblicz stężenia wodoru i tlenku węgla(IV) po ustaleniu się stanu równowagi oraz stężeniową stałą równowagi tej reakcji w temperaturze, która panowała w reaktorze.

$$c_m = \frac{n}{V}$$

Stężenia równowagowe substratów:

$$[\text{H}_2] = \frac{4}{2} = 2 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$$

$$[\text{CO}_2] = \frac{2}{2} = 1 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$$

Stężenia równowagowe produktów:

$$[\text{CO}] = [\text{H}_2\text{O}] = \frac{2 \text{ mol}}{2 \text{ dm}^3} = 1 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$$

	H_2	CO_2	CO	H_2O
$n_{\text{początkowa}}$	6	4	0	0
$n_{\text{przeregowalo}}$	-2	-2	+2	+2
$n_{\text{stan równowagi}}$	$6-2=4$	$4-2=2$	2	2

$$K = \frac{[\text{CO}][\text{H}_2\text{O}]}{[\text{H}_2][\text{CO}_2]} = \frac{1 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3} \cdot 1 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}}{2 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3} \cdot 1 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}} = \frac{1}{2}$$

Odpowiedź: Stężeniowa stała równowagi opisanej reakcji w danej temperaturze jest równa $\frac{1}{2}$ lub 0,5.

ZADANIE 2

Dwa gazy A i B zmieszane w stosunku molowym $n_A : n_B = 1 : 4$ zajmują w warunkach normalnych objętość 1 dm^3 . Tę mieszaninę umieszczono w reaktorze o stałej pojemności 1 dm^3 i w temperaturze T zainicjowano reakcję. W tej temperaturze ustalił się stan równowagi opisany równaniem: $A(g) + 2B(g) \rightleftharpoons 2C(g) \quad \Delta H < 0$

W stanie równowagi stężenie substancji C było równe $0,004 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$. Oblicz stężeniową stałą równowagi (K_c) opisanej reakcji w temperaturze T.

ZADANIE 2 rozwiązanie

Dwa gazy A i B zmieszane w stosunku molowym $n_A : n_B = 1 : 4$ zajmują w warunkach normalnych objętość 1 dm^3 . Tę mieszaninę umieszczono w reaktorze o stałej pojemności 1 dm^3 i w temperaturze T zainicjowano reakcję. W tej temperaturze ustalił się stan równowagi opisany równaniem: $A(g) + 2B(g) \rightleftharpoons 2C(g)$ $\Delta H < 0$

W stanie równowagi stężenie substancji C było równe $0,004 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$. Oblicz stężeniową stałą równowagi (K_c) opisanej reakcji w temperaturze T.

1 mol gazu /mieszaniny gazów/ zajmuje objętość — $22,4 \text{ dm}^3$
x moli ————— 1 dm^3 $x = \frac{1}{22,4}$

$$n_A : n_B = 1 : 4 = 5$$

liczba moli A i B w mieszaninie wyjściowej:

$$n_A = \frac{1}{5} \cdot \frac{1}{22,4} = 0,0089 \text{ mol}$$

$$n_B = \frac{4}{5} \cdot \frac{1}{22,4} = 0,0357 \text{ mol}$$

stężenia początkowe A i B:

$$A : c_0 = \frac{0,0089}{1} = 0,0089 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$$

$$B : c_0 = \frac{0,0357}{1} = 0,0357 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$$

ponieważ stężenie C = $0,004 \text{ mol/dm}^3$

$$2x = 0,004 \text{ mol/dm}^3$$

$$x = 0,002 \text{ mol/dm}^3$$

stąd stężenia pozostałych substratów

$$A = 0,0089 - x = 0,0089 - 0,002 = 0,0069 \text{ mol/dm}^3$$

$$B = 0,0356 - 2x = 0,0356 - 0,004 = 0,0316 \text{ mol/dm}^3$$

	A	2B	2C
$n_{\text{początkowa}}$	0,0089	0,0356	0
$n_{\text{przeregowalo}}$	-x	-2x	+2x
$n_{\text{stan równowagi}}$	0,0089 - x	0,0356-2x	2x

ponieważ objętość reaktora wynosi 1 dm^3 to ilości moli = C_{mol}

podstawiając do wyrażenia na stałą równowagi $K = \frac{[C]^2}{[A] \cdot [B]^2}$, uzyskujemy: $K = \frac{0,004^2}{0,0069 \cdot 0,0317^2} = 2,31$

$$K = 2,31$$

ZADANIE 3

Dwa gazy A i B zmieszane w stosunku molowym $n_A : n_B = 1 : 4$ zajmują w warunkach normalnych objętość 1 dm^3 . Tę mieszaninę umieszczono w reaktorze o stałej pojemności 1 dm^3 i w temperaturze T zainicjowano reakcję. W tej temperaturze ustalił się stan równowagi opisany równaniem: $A(g) + 2B(g) \rightleftharpoons 2C(g) \quad \Delta H < 0$

W stanie równowagi stężenie substancji C było równe $0,004 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$.

Oceń, czy poniższe informacje są prawdziwe. Zaznacz P, jeśli informacja jest prawdziwa, albo F – jeśli jest fałszywa.

1	W stałej temperaturze T ciśnienie w reaktorze w stanie równowagi było niższe niż w chwili początkowej.	P
2	W warunkach izotermicznych ($T = \text{const}$) wzrost ciśnienia wywołany sprężeniem mieszaniny gazów w stanie równowagi skutkuje spadkiem wydajności otrzymywania substancji C.	F
3	W warunkach izobarycznych ($p = \text{const}$) wzrost temperatury mieszaniny gazów w stanie równowagi skutkuje spadkiem wydajności otrzymywania substancji C.	P

REAKCJE UTLENIANIA- REDUKCJI

CZYM SĄ REAKCJE REDOKS?

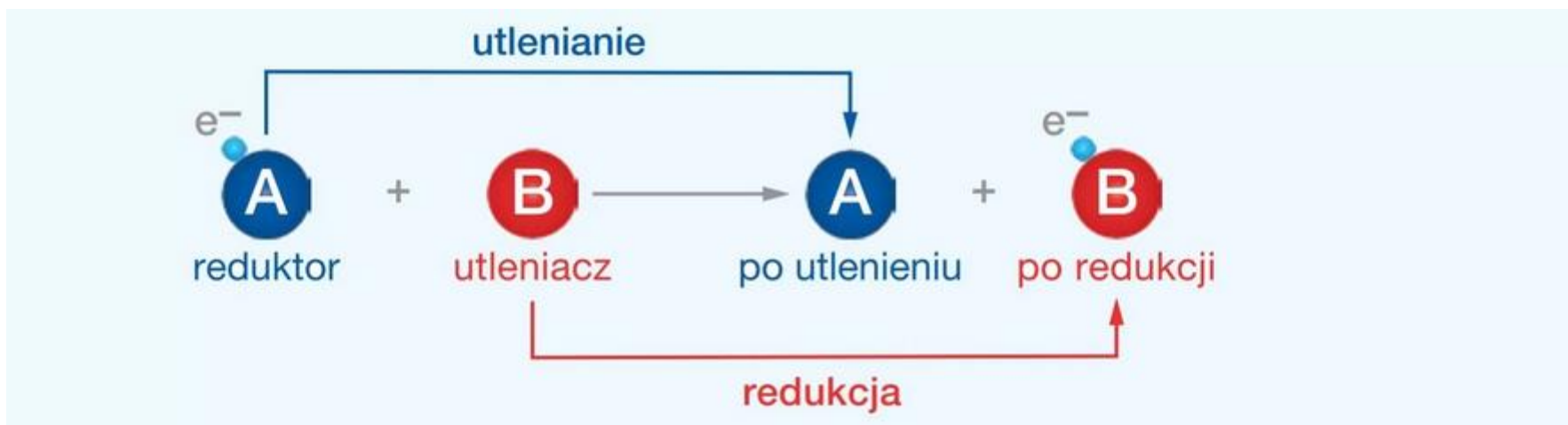
- Reakcje utleniania-redukcji zwane inaczej reakcjami redoks są to reakcje chemiczne, w których atomy lub jony zmieniają swój stopień utlenienia na skutek pobierania lub oddawania elektronów
- Procesy utleniania oraz redukcji zachodzą równocześnie, są nierozdzielnie ze sobą związane, czyli żadna z reakcji nie może przebiegać samodzielnie.

PROCESY UTLENIANIA ORAZ REDUKCJI

UTLENIANIE to proces polegający na oddawaniu elektronów przez atomy pierwiastka, co wiąże się z podwyższeniem jego stopnia utlenienia.

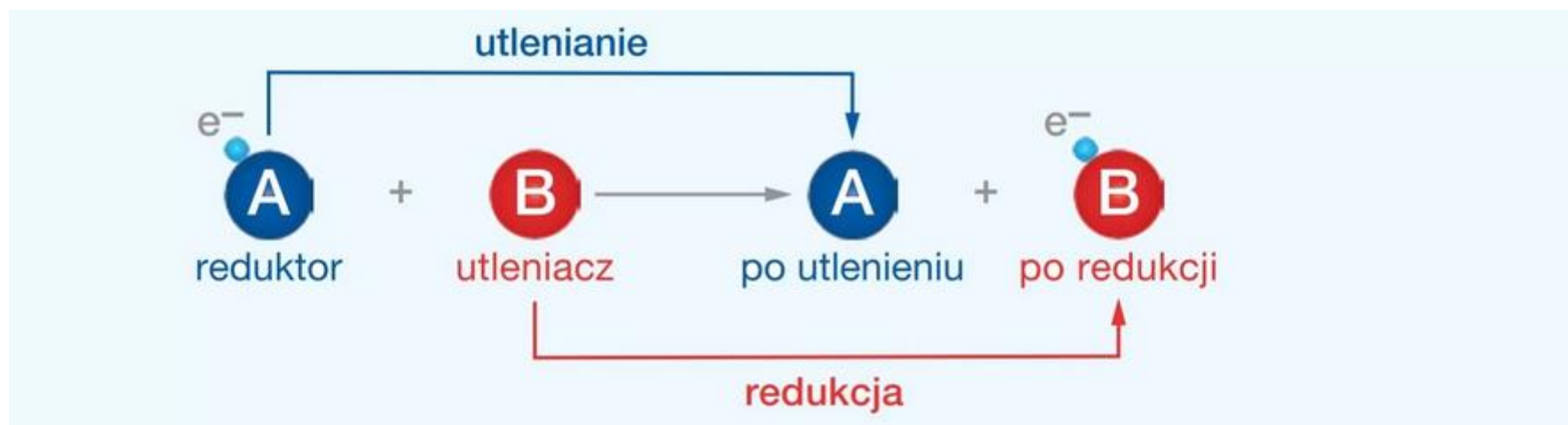
REDUKCJA to proces polegający na przyjmowaniu elektronów przez atomy pierwiastka, co wiąże się z obniżeniem jego stopnia utlenienia.

Redukcja to proces odwrotny do procesu utleniania. Procesy utleniania i redukcji zachodzą równocześnie.



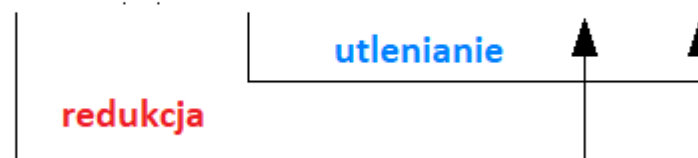
PROCESY UTLENIANIA ORAZ REDUKCJI

- **Reduktor** jest dawcą elektronu. Powoduje redukcję utleniacza, a sam ulega przy tym utlenieniu
- **Utleniacz** jest akceptorem elektronu, przyjmuje elektron od reduktora powodując jego utlenienie. Utleniacz w efekcie przyjęcia elektronu ulega redukcji



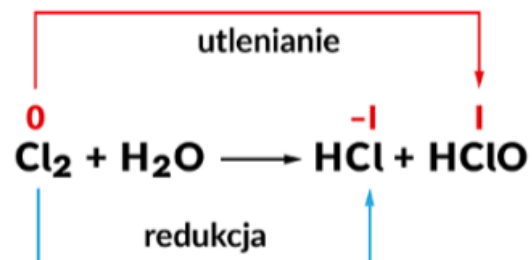
PROCESY UTLENIANIA ORAZ REDUKCJI

- Atomy, jony lub cząsteczki, które mają zdolność oddawania elektronów substancji redukowanej nazywamy **reduktorami** (**elektronator**)
- Atomy, jony lub cząsteczki mające zdolność przyłączania elektronów od substancji utlenianej nazywamy **utleniaczami** (**dezelektronator**)

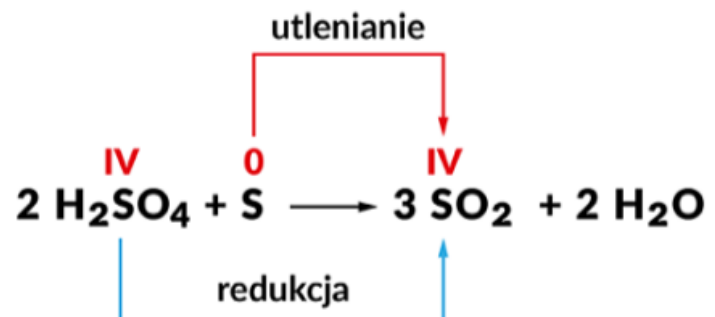


REAKCJE DYSPROPORCJONOWANIA I SYNPROPORCJONOWANIA

REAKCJA DYSPROPORCJONOWANIA to rodzaj reakcji utleniania-redukcji, w której ten sam pierwiastek jednocześnie utlenia się i redukuje (część atomów tego pierwiastka ma wyższy, a część niższy stopień utlenienia niż na początku reakcji).



REAKCJA SYNPROPORCJONOWANIA to rodzaj reakcji utleniania-redukcji, w której produktem procesu utleniania i procesu redukcji jest ta sama substancja.



UTLENIACZE

Do utleniaczy możemy zaliczyć:

- Pierwiastki o dużej elektroujemności, niemetale grupy 16 i 17 układu okresowego, np. F_2 , Cl_2 , Br_2 , I_2 , O_2
- Jony metali na wyższym stopniu utlenienia (Fe^{3+}), jony metali szlachetnych (Ag^+), jon wodorowy H^+ .
- Kwasy utleniające: HNO_3 , stęż. H_2SO_4 i ich mieszaniny z innymi kwasami u substancjami utleniającymi.
- Do najczęściej stosowanych utleniaczy należą: $KMnO_4$, K_2CrO_4 , $K_2Cr_2O_7$, PbO_2 , $KClO_3$, $K_2S_2O_8$.

REDUKTORY

Do reduktorów zaliczamy:

- Metale: Na, K, Mg, Ca, Zn, Al.
- Niemetale 14, 15 i 16 grupy układu okresowego: C , N , S
- Jony metali na niższym stopniu utlenienia: Fe^{2+} , Sn^{2+}
- Wodór cząsteczkowy H_2
- Węgiel i tlenek węgla
- Jony niemetalu na niższym stopniu utlenienia, np.: S^{2-} , SO_3^{2-} , $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$
- Aniony niektórych kwasów organicznych: $\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$, $\text{C}_4\text{H}_4\text{O}_6^{2-}$
- Aniony kwasów nieorganicznych: Cl^- , Br^- , I^- , SCN^- , AsO^{2-} , $\text{Fe}(\text{CN})_6^{4-}$

REGUŁY OBLICZANIA STOPNI UTLENIEŃ

STOPIEŃ UTLENIEŃ	RÓWNA SIĘ	PRZYKŁADY
pierwiastka w stanie wolnym	0	⁰ Mg ⁰ S ⁰ N ₂ ⁰ H ₂ ⁰ P ₄
tlenu w związkach chemicznych	-II	^{-II} CO ₂ ^{-II} H ₂ O ^{-II} KMnO ₄ ^{-II} H ₂ SO ₄ ^{-I} H ₂ O ₂ ^{-1/2} KO ₂ ^{II} OF ₂
	-I w nadtlenkach (np. H ₂ O ₂)	
	-1/2 w ponadtlenkach (np. KO ₂)	
	II we fluorku tlenu (OF ₂)	
wodoru w związkach chemicznych	I	^I HCl ^I CH ₄ ^I H ₂ O ^I H ₂ SO ₄ ^I NH ₃ ^{-I} NaH ^{-I} CaH ₂
	-I w wodorkach litowców i berylowców	
fluoru w związkach chemicznych	-I	^{-I} HF ^{-I} CaF ₂ ^{-I} OF ₂
pierwiastka w jonie prostym	ładunkowi tego jonu	^I Na ⁺ ^{II} Mg ²⁺ ^{III} Fe ³⁺ ^{-II} S ²⁻ ^{-I} Cl ⁻
suma stopni utlenienia pierwiastków w jonie złożonym	ładunkowi tego jonu	^{VI -II} SO ₄ ²⁻ : 1 · ^{VI} + 4 · (^{-II}) = -2
suma stopni utlenienia pierwiastków wchodzących w skład cząsteczki związku chemicznego	0	^I ^{VI -II} H ₂ SO ₄ : 2 · ^I + 1 · ^{VI} + 4 · (^{-II}) = 0

REGUŁY OBLICZANIA STOPNI UTLENIEŃ

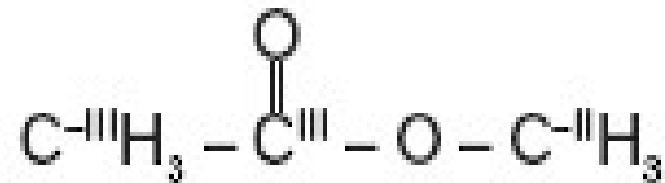
- Atomy (cząsteczki) pierwiastków w stanie wolnym mają zawsze stopień utlenienia równy 0.
- Suma stopni utlenienia wszystkich atomów, wchodzących w skład cząsteczki, równa jest zero.
- Suma stopni utlenienia wszystkich atomów, wchodzących w skład jonu, równa jest ładunkowi jonu.
- Fluor w związkach ma zawsze stopień utlenienia równy -I.
- Tlen w związkach ma na ogół stopień utlenienia równy -II, ale w nadtlenkach (np. H_2O_2) stopień ten wynosi: -I, w ponadtlenkach (np. KO_2): $-\frac{1}{2}$, a w cząsteczce fluorku tlenu (OF_2): II.
- Wodór w związkach, w większości przypadków, ma stopień utlenienia równy I, ale w wodorkach litowców i berylowców stopień ten wynosi -I.
- Litowce w związkach chemicznych mają zawsze stopień utlenienia I, a berylowce II.
- Atomy metali w związkach przyjmują dodatnie stopnie utlenienia.
- W cząsteczce związku chemicznego dodatni stopień utlenienia ma atom o niższej elektroujemności, a ujemny – atom o wyższej elektroujemności (czyli bardziej elektroujemny).

„UPROSZCZONE” REGUŁY OBLICZANIA STOPNI UTLENIEŃ PIERWIASTKÓW W ZWIĄZKACH ORGANICZNYCH:

- Każdy atom węgla jest traktowany oddzielnie. Suma stopni utlenienia każdego atomu węgla w związku i związanych z nim podstawników, różnych od atomów węgla, jest równa zero, np.:

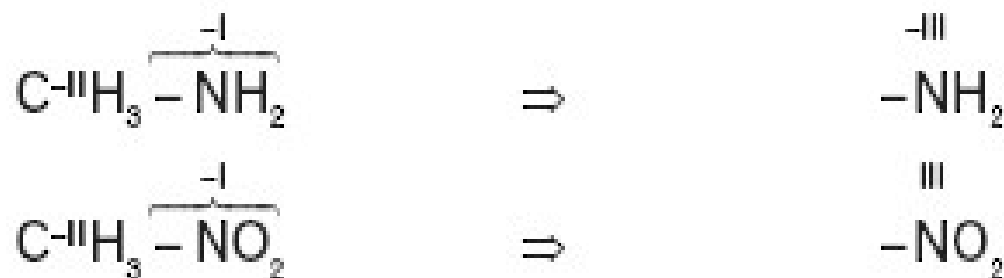


- W cząsteczkach np. eterów, estrów atom tlenu występuje jako element szkieletu węglowego cząsteczki i stąd jego stopień utlenienia – II „rozkłada się równomiernie” na sąsiadujące z nim atomy węgla, np.:

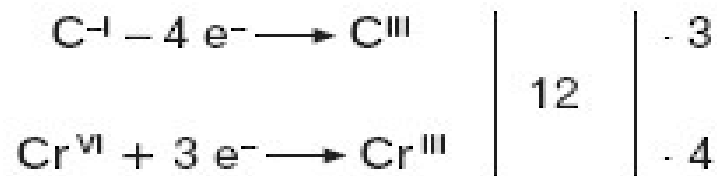
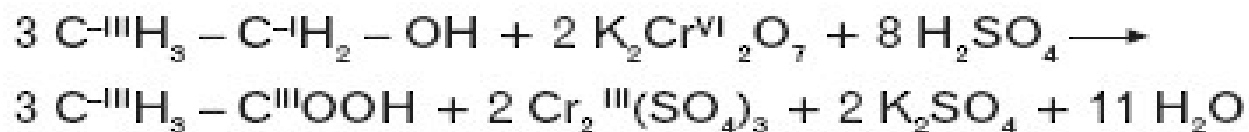


„UPROSZCZONE” REGUŁY OBLICZANIA STOPNI UTLENIEŃ PIERWIASTKÓW W ZWIĄZKACH ORGANICZNYCH cd.:

- Grupie funkcyjnej zawierającej atom azotu przypisuje się stopień utlenienia – I na każde wiązanie łączące ją z atomem węgla, np.:



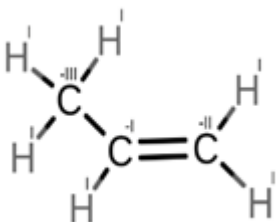
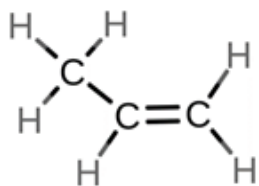
- Mostek disiarczkowy potraktowany jako całość posiada stopień utlenienia – II. Przykładowa reakcja utleniania-redukcji z udziałem związku organicznego:



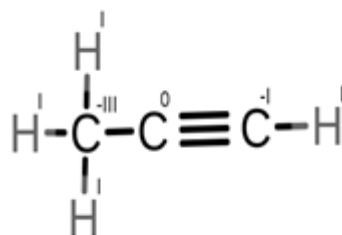
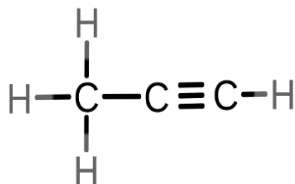
Zadanie

Określ poprawnie stopnie utlenienia poszczególnych atomów w poniższych cząsteczkach:

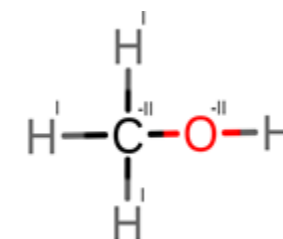
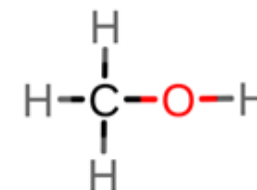
1. Propen



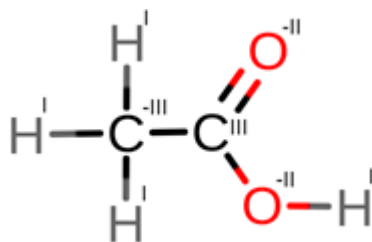
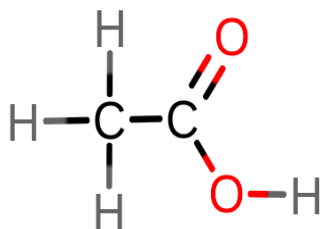
2. Propyn



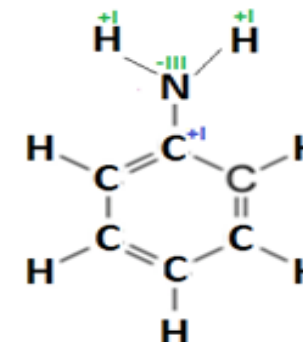
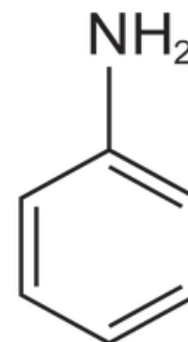
3. Metanol



4. kwas etanowy (kwas octowy)



5. Aminobenzen (anilina)



DOBÓR WSPÓŁCZYNNIKÓW STECHIOMETRYCZNYCH

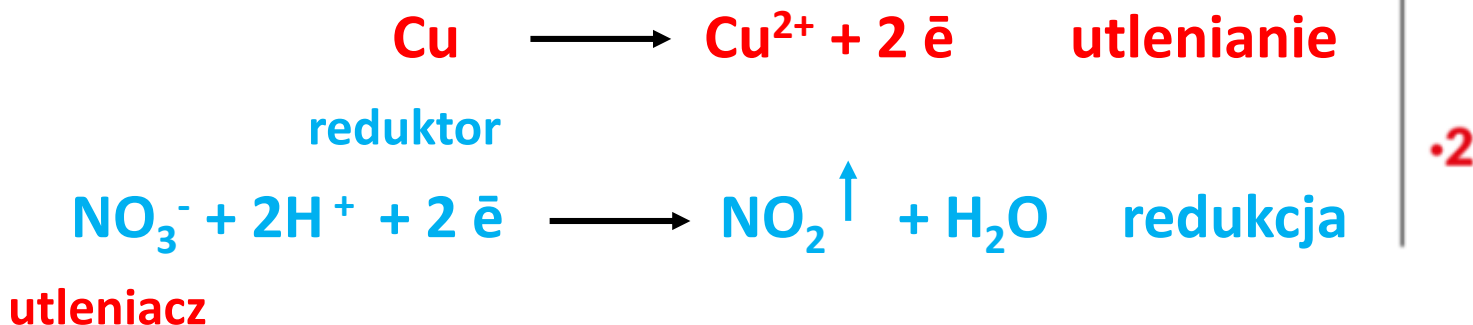
Procesy redukcji i utlenienia zapisuje się umownymi równaniami połówkowymi, w których elektrony oznacza się symbolem **e**. Dobór współczynników w reakcjach redoks polega na:

1. Wskazaniu stopni utlenienia pierwiastków:



2. Wskazanie utleniacza i reduktora i zapisanie po właściwej stronie oddanych lub przyjętych elektronów:

3. Uzgodnieniu pozostałych atomów w reakcji połówkowej zgodnie z prawem zachowania masy i ładunku, uzupełniając je cząsteczkami wody, jonami H^+ lub OH^- w zależności od środowiska, w jakim zachodzi reakcja:



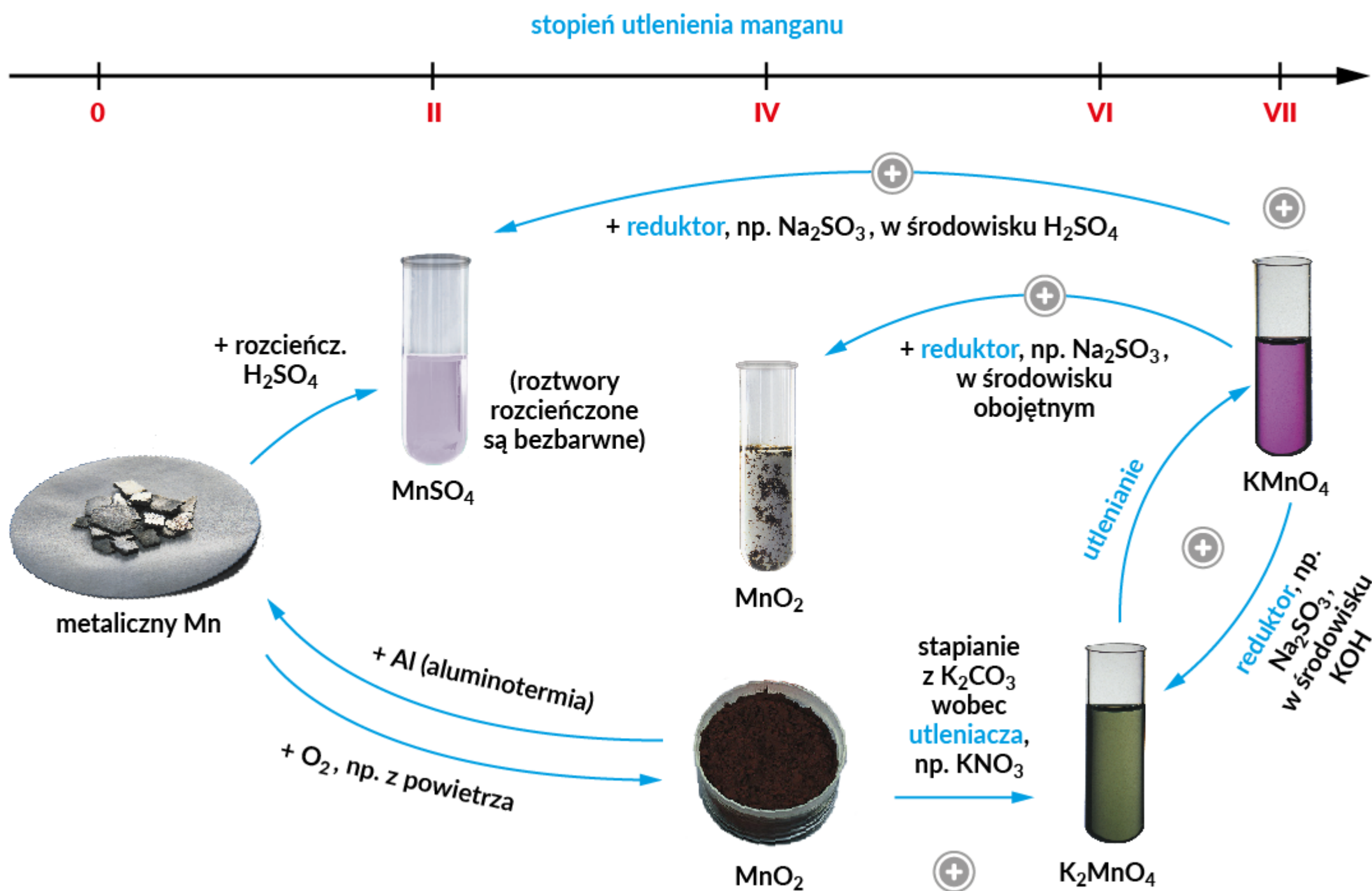
4. Dodaniu reakcji połówkowych stronami, a następnie „skróceniu” powtarzających się po obydwu stronach elektronów, jonów czy cząsteczek:



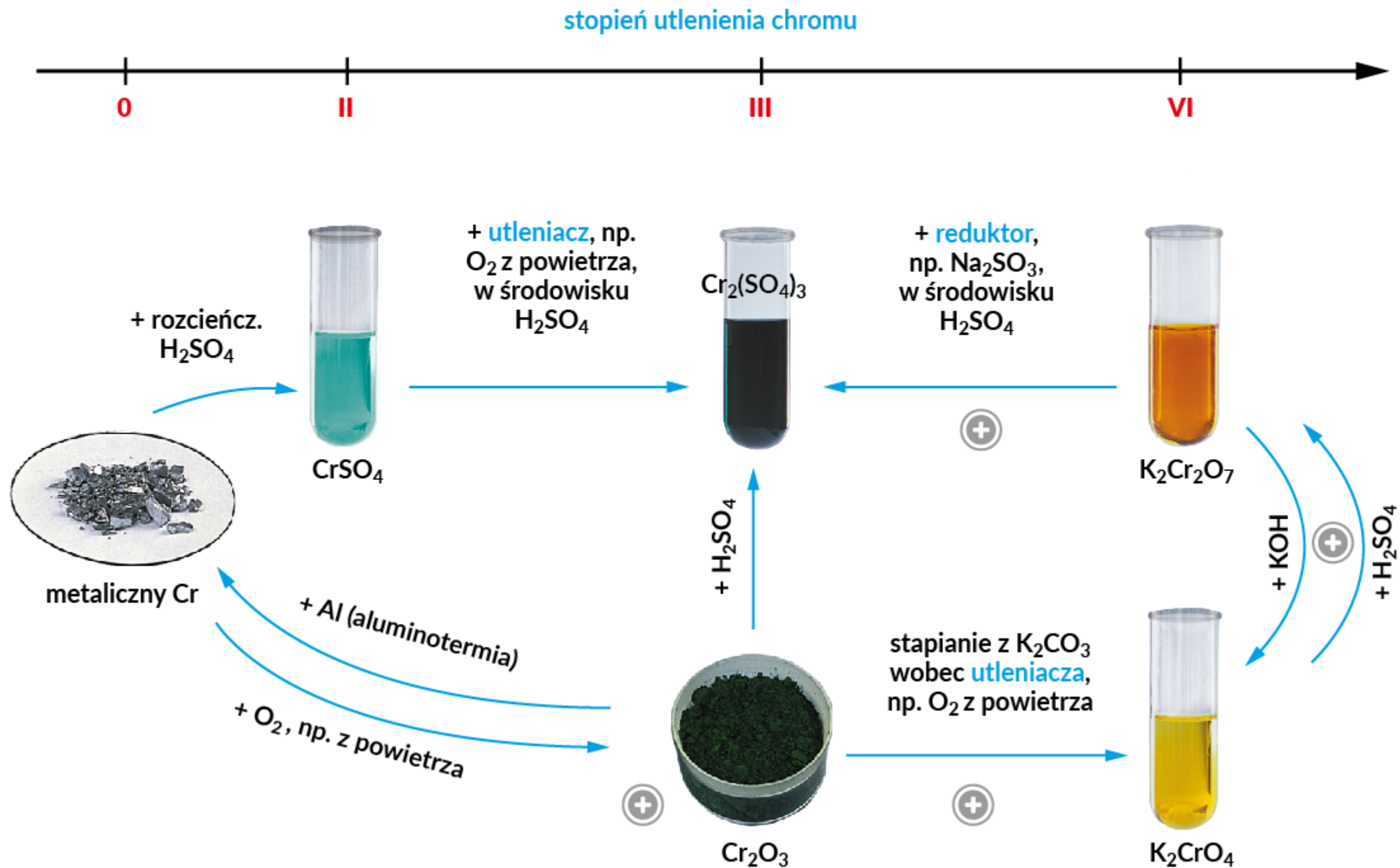
BARWNE REAKCJE UTLENIANIA I RDUKCJI

- manganu
- chromu
- żelaza

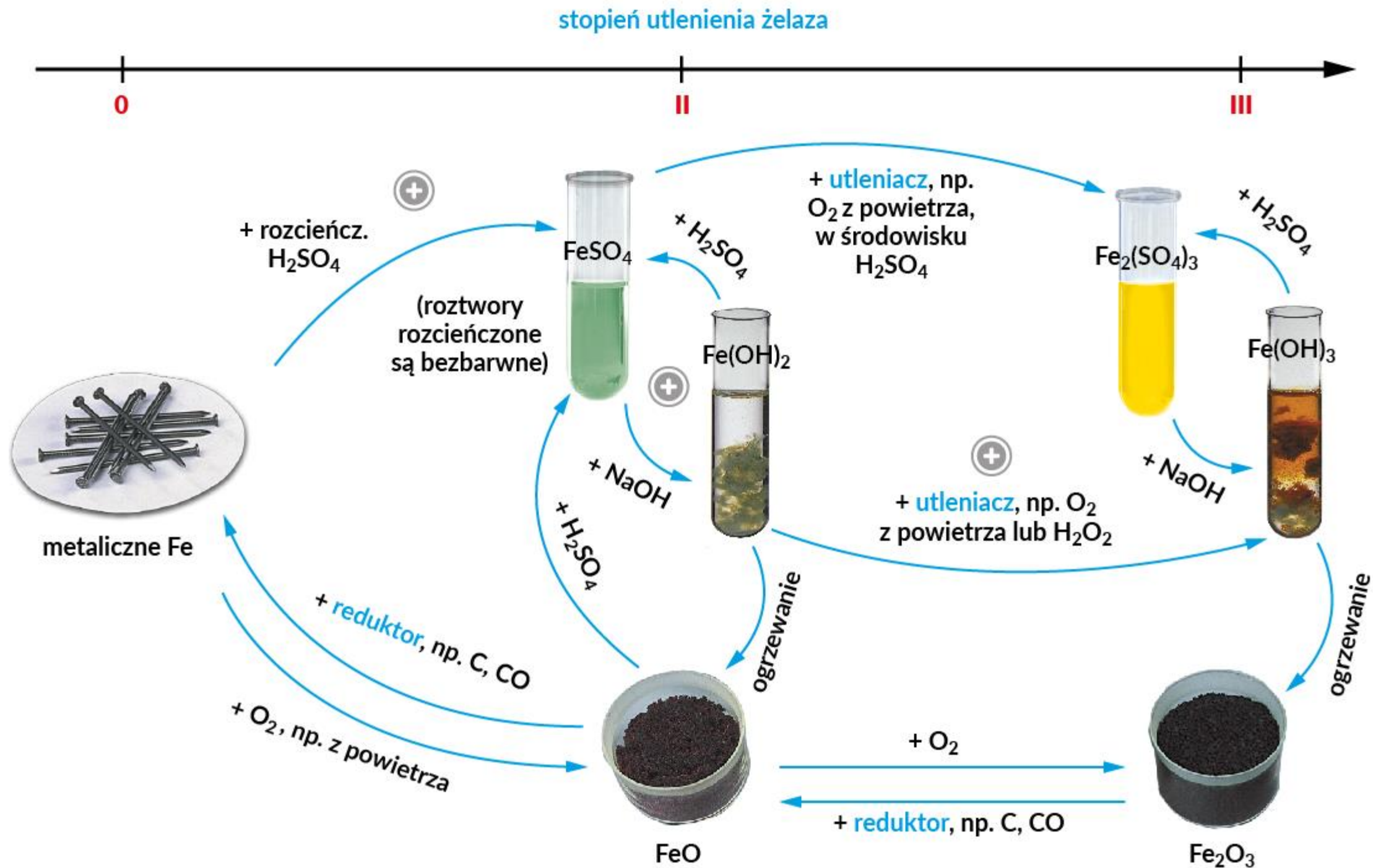
MANGAN



CHROM



ŻELAZO



Zadanie 1.

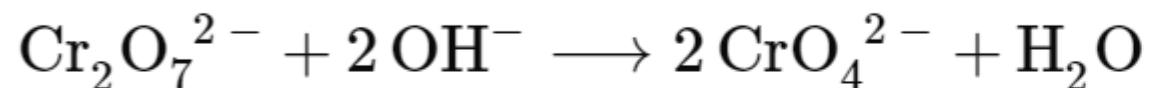
Zaznacz poprawne dokończenie zdania.

Procesem utleniania-redukcji nie jest:

- ☐ A. rdzewienie żelaza.
- ☐ B. rozkład termiczny manganianu(VII) potasu.
- ☒ C. działanie kwaśnych opadów na wapienie.
- ☐ D. proces wielkopiecowy.

Zadanie 2.

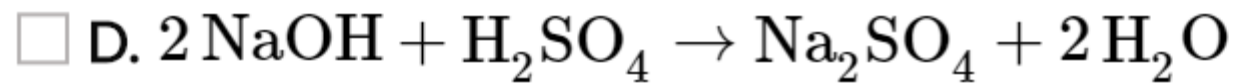
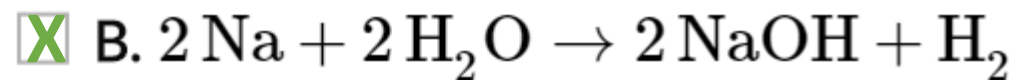
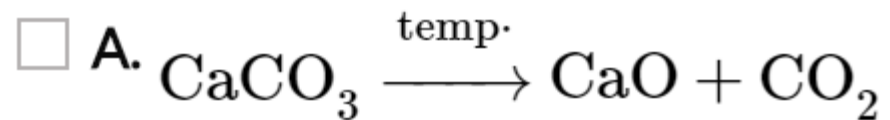
Wskaż uzasadnienia, z których wynika, dlaczego reakcja opisana poniższym równaniem nie jest procesem utleniania-redukcji:



- ☐ A. stopień utlenienia chromu w anionie $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ oraz w anionie CrO_4^{2-} jest taki sam, i wynosi VI
- ☐ B. stopień utlenienia chromu w anionie $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ oraz w anionie CrO_4^{2-} jest taki sam, i wynosi II
- ☐ C. chrom w powyższej reakcji nie zmienia stopnia utlenienia
- ☒ D. Odpowiedzi: pierwsza i trzecia są poprawne

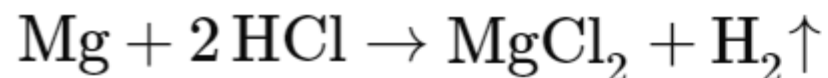
Zadanie 3.

Wskaż, które z poniższych równań opisuje reakcję utleniania-redukcji:



Zadanie 4.

Wskaż, które z równań połówkowych opisują prawidłowo proces utleniania i proces redukcji dla reakcji:



- ☐ A. Utlenianie: $2 \text{H}^+ + 2 \text{e}^- \rightarrow \text{H}_2$, redukcja: $\text{Mg} - 2 \text{e}^- \rightarrow \text{Mg}^{2+}$
- ☒ B. Utlenianie: $\text{Mg} - 2 \text{e}^- \rightarrow \text{Mg}^{2+}$, redukcja: $2 \text{H}^+ + 2 \text{e}^- \rightarrow \text{H}_2$
- ☐ C. Utlenianie: $\text{Mg}^{2+} + 2 \text{e}^- \rightarrow \text{Mg}$, redukcja: $\text{H}_2 - 2 \text{e}^- \rightarrow 2 \text{H}^+$
- ☐ D. Utlenianie: $\text{H}_2 - 2 \text{e}^- \rightarrow 2 \text{H}^+$, redukcja: $\text{Mg}^{2+} + 2 \text{e}^- \rightarrow \text{Mg}$

Matura Czerwiec 2017, Poziom Rozszerzony (Arkusze CKE) - Zadanie 25. (2 pkt)

Metaliczny cynk roztwarza się w alkalicznych roztworach zawierających aniony azotanowe(V) zgodnie ze schematem:

$$\text{Zn} + \text{NO}_3^- + \text{OH}^- + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Zn}(\text{OH})_4^{2-} + \text{NH}_3$$

Zadanie 25.1. (0–1)

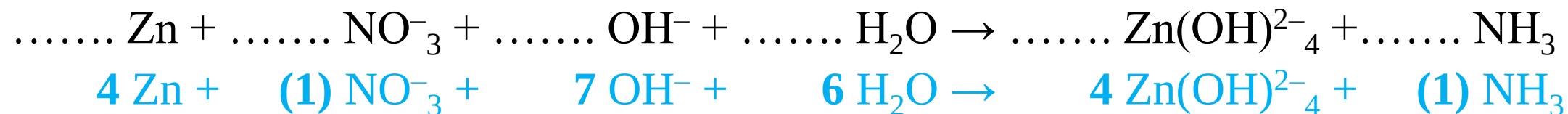
Napisz w formie jonowej, z uwzględnieniem liczby oddawanych lub pobieranych elektronów (zapis jonowo-elektronowy), równania procesów redukcji i utleniania zachodzących podczas tej reakcji. Uwzględnij fakt, że reakcja zachodzi w środowisku alkalicznym.

Równanie procesu redukcji: $\text{NO}_3^- + 6\text{H}_2\text{O} + 8e^- \rightarrow \text{NH}_3 + 9\text{OH}^-$

Równanie procesu utleniania: $\text{Zn} + 4\text{OH}^- \rightarrow \text{Zn}(\text{OH})_4^{2-} + 2e^- \quad (| \times 4)$

Zadanie 25.2. (0–1)

Dobierz i uzupełnij współczynniki stechiometryczne w poniższym schemacie.





Dziękuję za uwagę !