



# UNIwersytet w Białymstoku

## Wydział Chemii



15-245 Białystok, ul. Ciołkowskiego 1K,

Podlaska Olimpiada **Chemiczna** - 13.II.2023 r.

(czas konkursu 90 minut, max. 30 pkt, stosowne tablice umieszczono na końcu dokumentu)

<b>Kod uczestnika</b>	<b>01</b>
-----------------------	-----------

	Zadanie 1	Zadanie 2	Zadanie 3	Zadanie 4	Zadanie 5	Suma punktów
<b>Recenzent 1</b>						
<b>Recenzent 2</b>						
					<b>Średnia</b>	

**ZADANIE 1 (4 pkt)**

<b>Kod uczestnika</b>	<b>01</b>
---------------------------	-----------

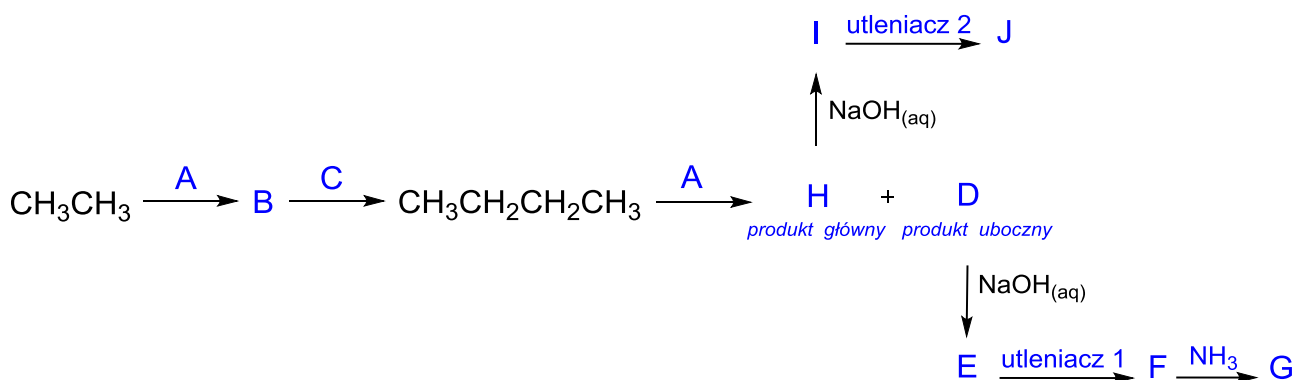
Mieszaninę chemicznie czystych soli KCl i KNO<sub>3</sub> rozpuszczono w wodzie, a następnie wytrącono chlorki w postaci osadu AgCl. Obliczyć procentową zawartość azotu w mieszaninie, jeżeli do analizy wzięto odważkę o masie 0,2732 g, a otrzymany osad ważył 0,2231 g.

**Procentową zawartość azotu w mieszaninie (% N) należy podać z dokładnością do jedności.**

ZADANIE 2 (6 pkt)

<b>Kod uczestnika</b>	<b>01</b>
---------------------------	-----------

Na drodze kilkietapowych syntez z etanu otrzymano pewne związki organiczne **G** oraz **J**. Określ poszczególne niewiadome na poniższym schemacie i wpisz je w poniższą **Tabelę**. Dodatkowo zaproponuj wzory **utleniaczy 1 i 2**. Do przedstawienia wzorów związków chemicznych użyj wzorów półstrukturalnych.



**Tabela.**

A	B	C	D
E	F	G	H
I	J	utleniacz 1	utleniacz 2

**ZADANIE 3 (6 pkt)**

<b>Kod uczestnika</b>	<b>01</b>
---------------------------	-----------

Standardowe wartości ciepła tworzenia toluenu ( $C_6H_5CH_3$ ), dwutlenku węgla i wody w temp. 298 K wynoszą odpowiednio: 48; -393,5; -286 kJ/mol.

- Zapisz równanie reakcji spalania toluenu.
- Oblicz ciepło wydzielone w wyniku całkowitego spalania 10 g ciekłego toluenu w temp 298 K pod stałym ciśnieniem, pisząc odpowiednie reakcje tworzenia reagentów i wykorzystując je do obliczeń.
- Oceń poprawność podanych stwierdzeń. Zaznacz P, jeśli zdanie jest prawdziwe lub F, jeśli zdanie jest fałszywe.

1.	Reakcja tworzenia toluenu jest reakcją endoenergetyczną.	P	F
2.	Reakcja spalania toluenu jest reakcją endoenergetyczną.	P	F
3.	Jeśli zmniejszymy o połowę ilość substratów w reakcji egzotermicznej, to jej efekt energetyczny wyniesie -1973,25 kJ	P	F
4.	Jeśli będziemy chcieli otrzymać 2 mole toluenu, to efekt energetyczny takiej reakcji wyniesie 96 kJ.	P	F

**ZADANIE 4 (6p)**

<b>Kod uczestnika</b>	<b>01</b>
---------------------------	-----------

Równanie Nernsta przedstawia zależność potencjału półogniwa metalicznego od stężenia jonów metalu obecnych w roztworze w warunkach standardowych.

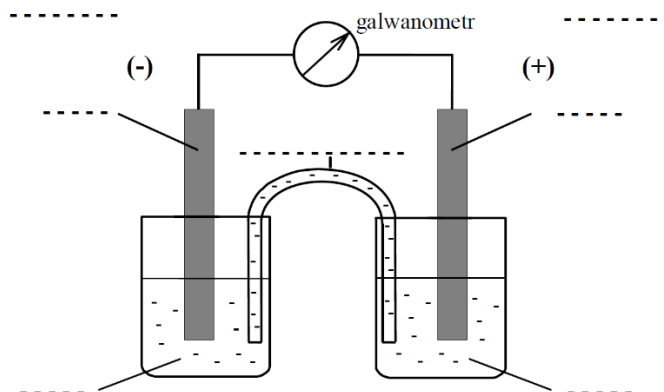
$$E = E^0 + \frac{0,059}{n} \log[M^{n+}]$$

Gdzie: n - liczba elektronów wymienianych przez metal

$E^0$  – potencjał standardowy półogniwa

Zbudowano ogniwo cynkowo-ołowiowe, w którym stężenie jonów  $Zn^{2+}$  wynosi  $0,1 \text{ mol/dm}^3$ , a siła elektromotoryczna (SEM) tego ogniwa ma wartość  $0,6715 \text{ V}$ .

- a) Uzupełnij schemat wpisując w odpowiednie miejsca słowa: *anoda, katoda, klucz elektrolityczny, Zn,  $Zn^{2+}$ , Pb,  $Pb^{2+}$* .



- b) Napisz równania reakcji zachodzących na elektrodach oraz podkreśl właściwe słowa:

Anoda: (*utlenienie / redukcja*) .....

Katoda: (*utlenienie / redukcja*) .....

- c) Oblicz stężenie jonów  $Pb^{2+}$  w roztworze zastosowanego elektrolitu w półogniwie ołowiowym.

- d) Zapisz schemat ogniwa oraz sumaryczną reakcję zachodzącą w ogniwie, w którym półogniwo ołowiowe będzie pełniło rolę anody. Wybierz odpowiednie półogniwo z Tablic.

- e) Określ kierunek przepływu prądu i przepływu elektronów. Uzupełnij poniższe zdanie:

Prąd płynie od ..... do ....., a elektrony od ..... do .....

- f) Jaką rolę pełni klucz elektrolityczny? (Krótka odpowiedź)

**ZADANIE 4 cd.**

<b>Kod uczestnika</b>	<b>01</b>
---------------------------	-----------

**ZADANIE 5 (4 pkt)**

<b>Kod uczestnika</b>	<b>01</b>
---------------------------	-----------

W eudiometrze umieszczono mieszaninę gazów zawierającą  $90\text{ cm}^3$  wodoru,  $30\text{ cm}^3$  tlenu oraz  $10\text{ cm}^3$  chloru. Za pomocą iskry wywołano reakcje chemiczne.

- a) Oblicz stężenie procentowe powstałego kwasu.
- b) Podaj skład mieszaniny po reakcji.

Mieszaniny przed i po reakcji znajdowały się w warunkach normalnych.

**ZADANIE 6 (4 pkt)**

<b>Kod uczestnika</b>	<b>01</b>
---------------------------	-----------

W wyniku hydrolizy kwasowej pewnego estru otrzymano kwas, który poddany wysokotemperaturowej dekarboksylacji daje etan, natomiast drugi produkt reakcji hydrolizy ulega dehydratacji dając prop-1-en. Podaj wzór półstrukturalny i nazwę tego estru. Zapisz z wykorzystaniem wzorów półstrukturalnych opisane reakcje: hydrolizy, dekarboksylacji oraz dehydratacji, podając warunki przemian.

**Wzór półstrukturalny** estru:

**Nazwa systematyczna** estru:

Reakcja **hydrolizy**:

Reakcja **dekarboksylacji**:

Reakcja **dehydratacji**:



**ROZPUuszczALNOść SOLI I WODOROTLENKÓw W WODZIE W TEMPERATURZE 25 °C, g/(100 g H<sub>2</sub>O)**

Jon	Cl <sup>-</sup>	Br <sup>-</sup>	I <sup>-</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	CH <sub>3</sub> COO <sup>-</sup>	S <sup>2-</sup>	SO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	CrO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>	OH <sup>-</sup>
Ag <sup>+</sup>	T	T	T	R (235)	S (1,0) <sup>20 °C</sup>	T	T	S (0,8)	T	T	T	T → d
Al <sup>3+</sup>	R (45,1)	R → d	R → d	R (68,9)	d	d	—	R (38,5)	—	T	T	T
Ba <sup>2+</sup>	R (37,0)	R (100)	R (221)	R (10,3)	R (79,2)	R → d	T	T	T	T	T	R (4,9)
Ca <sup>2+</sup>	R (81,3)	R (156)	R (216)	R (144)	R (34,7)	T → d	T	S (0,2)	T	S (2,0)	T	S (0,2)
Cr <sup>3+</sup>	R	R	R	R (81,2)	R	T → d	—	R (64)	—	T	T	T
Cu <sup>2+</sup>	R (75,8)	R (126)	—	R (145)	R (6,8)	T	T	R (22)	T → d	T	T	T
Fe <sup>2+</sup>	R (65,0)	R (120)	R	R (87,2)	R	T	T	R (29,5)	T	—	T	T
Fe <sup>3+</sup>	R (91,2)	R (455)	d	R (87,5)	—	d	—	R (440)	—	T	T	T
K <sup>+</sup>	R (35,5)	R (67,8)	R (148)	R (38,3)	R (269)	R → d	R (106)	R (12,0)	R (111)	R (65,0)	R (106)	R (121)
Mg <sup>2+</sup>	R (56,0)	R (102)	R (146)	R (71,2)	R (65,6)	d	S (0,5)	R (35,7)	T	R (54,8)	T	T
Mn <sup>2+</sup>	R (77,3)	R (151)	R → d	R (161)	R (49)	T	T	R (63,7)	T	T	T	T
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	R (39,6)	R (78,3)	R (178)	R (213)	R (148)	d	R (64,2)	R (76,4)	R → d	R (37,4)	R (18,3)	R (44,9)
Na <sup>+</sup>	R (35,9)	R (94,6)	R (184)	R (91,2)	R (50,5)	R (20,6)	R (30,7)	R (28,1)	R (30,7)	R (87,6)	R (14,4)	R (100)
Pb <sup>2+</sup>	S (1,1)	S (1,0)	S (0,1)	R (59,7)	R (44,3)	T	T	T	T	T	T	T
Sn <sup>2+</sup>	R (178) <sup>10 °C</sup>	R (85) <sup>0 °C</sup>	S (0,98)	R → d	—	T	—	R (18,8)	—	—	T	T
Zn <sup>2+</sup>	R (408)	R (488)	R (438)	R (120)	R (30,0)	T	S (0,2)	R (57,7)	T	R (3,1)	T	T

R – substancja dobrze rozpuszczalna (>2 g/100 g H<sub>2</sub>O); S – substancja średnio rozpuszczalna (0,1 g–2 g/100 g H<sub>2</sub>O);

T – substancja trudno rozpuszczalna (<0,1 g/100 g H<sub>2</sub>O); d – związek ulega rozkładowi w wodzie, (—) związek jest nietrwały, nie został otrzymany lub brak jest danych

Na podstawie: CRC Handbook of Chemistry and Physics 97<sup>th</sup> Edition, CRC Press 2017.

# UKŁAD OKRESOWY PIERWIASTKÓW

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18												
1H Wodor 1,008 2,2	2He Hel 4,00	<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;"> <p>Liczba atomowa (liczba porządkowa)</p> <p>Wapń</p> <p>40,08</p> <p>Elektronowość w skali Paulinga</p> <p>1,0</p> </div> <div style="text-align: center;"> <p>Symbol pierwiastka</p> <p>Ca</p> <p>Nazwa</p> <p>Masa atomowa, u</p> </div> </div>																											
3Li Lit 6,94 1,0	4Be Beryl 9,01 1,6	20Ca Wapń 40,08 1,0	21Sc Skand 44,96 1,4	22Ti Tytan 47,87 1,5	23V Wanad 50,94 1,6	24Cr Chrom 52,00 1,7	25Mn Mangan 54,94 1,6	26Fe Żelazo 55,85 1,8	27Co Kobalt 58,93 1,9	28Ni Nikiel 58,69 1,9	29Cu Miedź 63,55 1,9	30Zn Cynk 65,38 1,7	31Ga Gali 69,72 1,8	32Ge German 72,63 2,0	33As Arsen 74,92 2,0	34Se Selen 78,96 2,6	35Br Brom 79,90 3,0	36Kr Krypton 83,80											
11Na Sód 23,00 0,9	12Mg Magnez 24,31 1,3	38Sr Stront 87,62 1,0	39Y Itr 88,91 1,2	40Zr Cytrkon 91,22 1,3	41Nb Niob 92,91 1,6	42Mo Molibden 95,95 2,2	43Tc Technet [97,91] 2,1	44Ru Ruten 101,07 2,2	45Rh Rod 102,91 2,3	46Pd Pallad 106,42 2,2	47Ag Srebro 107,87 1,9	48Cd Kadm 112,41 1,7	49In Ind 114,82 1,8	50Sn Cyna 118,71 2,0	51Sb Antymon 121,76 2,1	52Te Tellur 127,60 2,1	53I Jod 126,90 2,7	54Xe Ksenon 131,29											
87Fr Frans [223,02] 0,7	88Ra Rad [226,03] 0,9	89Ac** Aktyn [227,03]	104Rf Rutherford [267,12]	105Db Dubn [268,13]	106Sg Seaborg [271,13]	107Bh Bohr [272,14]	108Hs Has [270,13]	109Mt Meitner [276,15]	110Ds Darmstadt [281,17]	111Rg Roentgen [280,17]	112Cn Kopernik [285,18]	113Nh Nihon [284,18]	114Fl Flerow [289,19]	115Mc Moskow [288,19]	116Lv Lwermor [293,20]	117Ts Tenes [292,21]	118Og Oganesson [294,21]												
METALE		*																											
PÓLMETALE		**																											
NIEMETALE		58Ce Cer 140,12	59Pr Praweodym 140,91	60Nd Neodym 144,24	61Pm Promet [144,91]	62Sm Samar 150,36	63Eu Europ 151,96	64Gd Gadoln 157,25	65Tb Terb 158,93	66Dy Dysproz 162,50	67Ho Holm 164,93	68Er Erb 167,26	69Tm Tul 168,93	70Yb Iteb 173,04	71Lu Luteł 174,97	90Th Tor 232,04	91Pa Protaktyn 231,04	92U Uran 238,03	93Np Neptun [237,05]	94Pu Pluton [244,06]	95Am Ameryk [243,06]	96Cm Kuri [247,07]	97Bk Berkeł [247,07]	98Cf Kaliforn [251,08]	99Es Einstein [252,08]	100Fm Fern [257,10]	101Md Mendelew [258,10]	102No Nobel [259,10]	103Lr Lorens [262,11]

Dla pierwiastków promieniotwórczych, które nie mają stabilnych izotopów, podano masę atomową najtrwalszego izotopu.

GAZY  
SZLACHETNE

Na podstawie: CRC Handbook of Chemistry and Physics 97th Edition, CRC Press 2017  
oraz <https://www.nist.gov/pml/atomic-weights-and-isotopic-compositions-relative-atomic-masses>



POTENCJAŁ STANDARDOWY REDUKCJI	
Równanie reakcji	$E^{\circ}$ , V
$\text{Ag}^+ + e \rightleftharpoons \text{Ag}$	0,800
$\text{AgBr} + e \rightleftharpoons \text{Ag} + \text{Br}^-$	0,071
$\text{AgCl} + e \rightleftharpoons \text{Ag} + \text{Cl}^-$	0,222
$\text{Al}^{3+} + 3e \rightleftharpoons \text{Al}$	-1,676
$\text{Al}(\text{OH})_3 + 3e \rightleftharpoons \text{Al} + 4\text{OH}^-$	-2,310
$\text{Au}^{3+} + 3e \rightleftharpoons \text{Au}$	1,498
$\text{Ba}^{2+} + 2e \rightleftharpoons \text{Ba}$	-2,912
$\text{Be}^{2+} + 2e \rightleftharpoons \text{Be}$	-1,847
$\text{Bi}^{3+} + 3e \rightleftharpoons \text{Bi}$	0,308
$\text{Br}_2 + 2e \rightleftharpoons 2 \text{Br}^-$	1,066
$\text{BrO}_3^- + 6\text{H}^+ + 6e \rightleftharpoons \text{Br}^- + 3\text{H}_2\text{O}$	1,423
$\text{BrO}_3^- + 3\text{H}_2\text{O} + 6e \rightleftharpoons \text{Br}^- + 6\text{OH}^-$	0,61
$\text{CO}_2 + 2\text{H}^+ + 2e \rightleftharpoons \text{HCOOH}$	-0,199
$\text{Ca}^{2+} + 2e \rightleftharpoons \text{Ca}$	-2,868
$\text{Cd}^{2+} + 2e \rightleftharpoons \text{Cd}$	-0,403
$\text{Cd}(\text{OH})_2 + 2e \rightleftharpoons \text{Cd} + 4\text{OH}^-$	-0,658
$\text{Cl}_2 + 2e \rightleftharpoons 2\text{Cl}^-$	1,358
$\text{ClO}_3^- + 6\text{H}^+ + 6e \rightleftharpoons \text{Cl}^- + 3\text{H}_2\text{O}$	1,451
$\text{ClO}_3^- + 3\text{H}_2\text{O} + 6e \rightleftharpoons \text{Cl}^- + 6\text{OH}^-$	0,62
$\text{Co}^{2+} + 2e \rightleftharpoons \text{Co}$	-0,28
$\text{Co}^{3+} + e \rightleftharpoons \text{Co}^{2+}$	1,92
$\text{Cr}^{2+} + 2e \rightleftharpoons \text{Cr}$	-0,913
$\text{Cr}^{3+} + e \rightleftharpoons \text{Cr}^{2+}$	-0,407
$\text{Cr}^{3+} + 3e \rightleftharpoons \text{Cr}$	-0,744
$\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + 14\text{H}^+ + 6e \rightleftharpoons 2\text{Cr}^{3+} + 7\text{H}_2\text{O}$	1,36
$\text{CrO}_4^{2-} + 4\text{H}_2\text{O} + 3e \rightleftharpoons \text{Cr}(\text{OH})_3 + 5\text{OH}^-$	-0,13
$\text{Cs}^+ + e \rightleftharpoons \text{Cs}$	-3,026
$\text{Cu}^{2+} + 2e \rightleftharpoons \text{Cu}$	0,342
$\text{Cu}_2\text{O} + \text{H}_2\text{O} + 2e \rightleftharpoons 2\text{Cu} + 2\text{OH}^-$	-0,360
$2\text{Cu}(\text{OH})_2 + 2e \rightleftharpoons \text{Cu}_2\text{O} + 2\text{OH}^- + \text{H}_2\text{O}$	-0,080
$\text{F}_2 + 2e \rightleftharpoons 2\text{F}^-$	2,866
$\text{Fe}^{2+} + 2e \rightleftharpoons \text{Fe}$	-0,447
$\text{Fe}^{3+} + 3e \rightleftharpoons \text{Fe}$	-0,037
$\text{Fe}^{3+} + e \rightleftharpoons \text{Fe}^{2+}$	0,771

POTENCJAŁ STANDARDOWY REDUKCJI – CD.	
Równanie reakcji	$E^{\circ}$ , V
$2\text{H}^+ + 2e \rightleftharpoons \text{H}_2$	0,000
$2\text{H}_2\text{O} + 2e \rightleftharpoons \text{H}_2 + 2\text{OH}^-$	-0,828
$\text{H}_2\text{O}_2 + 2\text{H}^+ + 2e \rightleftharpoons 2\text{H}_2\text{O}$	1,776
$\text{Hg}^{2+} + 2e \rightleftharpoons \text{Hg}$	0,851
$\text{I}_2 + 2e \rightleftharpoons 2\text{I}^-$	0,536
$\text{IO}_3^- + 6\text{H}^+ + 6e \rightleftharpoons \text{I}^- + 3\text{H}_2\text{O}$	1,085
$\text{K}^+ + e \rightleftharpoons \text{K}$	-2,931
$\text{Li}^+ + e \rightleftharpoons \text{Li}$	-3,040
$\text{Mg}^{2+} + 2e \rightleftharpoons \text{Mg}$	-2,372
$\text{Mn}^{2+} + 2e \rightleftharpoons \text{Mn}$	-1,185
$\text{MnO}_2 + 4\text{H}^+ + 2e \rightleftharpoons \text{Mn}^{2+} + 2\text{H}_2\text{O}$	1,224
$\text{MnO}_4^- + e \rightleftharpoons \text{MnO}_4^{2-}$	0,558
$\text{MnO}_4^- + 8\text{H}^+ + 5e \rightleftharpoons \text{Mn}^{2+} + 4\text{H}_2\text{O}$	1,507
$\text{MnO}_4^- + 2\text{H}_2\text{O} + 3e \rightleftharpoons \text{MnO}_2 + 4\text{OH}^-$	0,595
$\text{MnO}_4^{2-} + 2\text{H}_2\text{O} + 2e \rightleftharpoons \text{MnO}_2 + 4\text{OH}^-$	0,60
$\text{NO}_3^- + 4\text{H}^+ + 3e \rightleftharpoons \text{NO} + 2\text{H}_2\text{O}$	0,957
$2\text{NO}_3^- + 4\text{H}^+ + 2e \rightleftharpoons \text{N}_2\text{O}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$	0,803
$\text{Na}^+ + e \rightleftharpoons \text{Na}$	-2,71
$\text{Ni}^{2+} + 2e \rightleftharpoons \text{Ni}$	-0,257
$\text{O}_2 + 2\text{H}^+ + 2e \rightleftharpoons \text{H}_2\text{O}_2$	0,695
$\text{O}_2 + 4\text{H}^+ + 4e \rightleftharpoons 2\text{H}_2\text{O}$	1,229
$\text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} + 2e \rightleftharpoons \text{H}_2\text{O}_2 + 2\text{OH}^-$	-0,146
$\text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} + 4e \rightleftharpoons 4\text{OH}^-$	0,401
$\text{Pb}^{2+} + 2e \rightleftharpoons \text{Pb}$	-0,126
$\text{PbO}_2 + 4\text{H}^+ + 2e \rightleftharpoons \text{Pb}^{2+} + 2\text{H}_2\text{O}$	1,455
$\text{PbO}_2 + \text{SO}_4^{2-} + 4\text{H}^+ + 2e \rightleftharpoons \text{PbSO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$	1,691
$\text{PbSO}_4 + 2e \rightleftharpoons \text{Pb} + \text{SO}_4^{2-}$	-0,359
$\text{Pt}^{2+} + 2e \rightleftharpoons \text{Pt}$	1,18
$\text{Rb}^+ + e \rightleftharpoons \text{Rb}$	-2,98
$\text{S} + 2e \rightleftharpoons \text{S}^{2-}$	-0,476
$\text{SO}_4^{2-} + \text{H}_2\text{O} + 2e \rightleftharpoons \text{SO}_3^{2-} + 2\text{OH}^-$	-0,93
$\text{Sn}^{2+} + 2e \rightleftharpoons \text{Sn}$	-0,138
$\text{Sn}^{4+} + 2e \rightleftharpoons \text{Sn}^{2+}$	0,151
$\text{Sr}^{2+} + 2e \rightleftharpoons \text{Sr}$	-2,899
$\text{Zn}^{2+} + 2e \rightleftharpoons \text{Zn}$	-0,762
$\text{Zn}(\text{OH})_4^{2-} + 2e \rightleftharpoons \text{Zn} + 4\text{OH}^-$	-1,199

Na podstawie: CRC Handbook of Chemistry and Physics 97<sup>th</sup> Edition, CRC Press 2017.