



## LABORATORIUM POMIAROWE ICP-MS

WYDZIAŁ CHEMII  
UNIwersytetu Warszawskiego  
ul. Pasteura 1, 02-093 Warszawa  
tel.: (0-22) 822 02 11 w. 222, 306  
e-mail: ebulska@chem.uw.edu.pl  
e-mail: mawoj@chem.uw.edu.pl

Warszawa, dn 19.01.2011 r.

### RAPORT dotyczący testowania jonizatora aQuator

Do badań wykorzystano wodę z kranu zawierającą:

Kation	Stężenie (mg/L)
Ca <sup>2+</sup>	47
Mg <sup>2+</sup>	12
Na <sup>+</sup>	65
K <sup>+</sup>	4.4

#### Procedura pomiarowa

Pomiary wykonano za pomocą dwóch pehametrów SevenMulti firmy Mettler Toledo

**Pomiary pH** wykonywano z wykorzystaniem elektrody kombinowanej (szklana – chlorosrebrowa). Pehametr był kalibrowany na trzy buforę wzorcowe o pH: 4.01, 7.00, i 9.21.

**Pomiary potencjału redoks (ORP)** wykonywano z użyciem elektrody platynowej o powierzchni ok. 1 cm<sup>2</sup>. Jako elektrody referencyjnej używano nasyconej elektrody kalomelowej. Wszystkie wartości potencjałów podano względem tej elektrody. Jej potencjał względem normalnej elektrody wodorowej (umowne zero skali potencjałów) wynosi +243 mV.

**Elektroda platynowa** przed pomiarami została wyżarzona w utleniającym płomieniu palnika gazowego. Ponadto co kilka odczytów potencjału (przed każdą nową próbką wody), była polaryzowana prądem katodowym i anodowym, na przemian, w roztworze o składzie: 100 g Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> + 30 g NaOH + 10 g Na<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> w litrze. Wielkość prądu polaryzacji wynosiła 30 mA, a czas dla każdego kierunku polaryzacji 2-3 min. Ostatni etap był zawsze polaryzacją katodową. Takie traktowanie pozwala na skuteczne odłuszczenie powierzchni platyny i oczyszczenie z substancji adsorbujących się na elektrodzie podczas pomiarów. Polaryzacja katodowa powoduje ograniczenie grubości warstwy tlenkowej tworzącej się zawsze na powierzchni platyny. Takie przygotowanie powierzchni platyny minimalizuje wpływ zmian pH roztworu na wskazania elektrody, zachowując jednocześnie normalną czułość elektrody jako sensora potencjału redoks.

#### Procedura pomiarowa

Jonizator napełniano wodą pobieraną z kranu bezpośrednio przed pomiarem. Do części wyjmowanej urządzenia wlewano porcje wody po 0.3 litra. Do dużego naczynia wlewano porcje wody po 2.7 litra. Mierzono pH i ORP w większej części jonizatora.

Po określonych czasach elektrolizy zdejmowano pokrywę z elektrodami jonizatora. Wodę w obu częściach urządzenia mieszano mechanicznie i zanurzano w nich elektrody pomiarowe. Dokonywano jednocześnie pomiaru pH i ORP używając dwóch pehametrów. Pomiary

wykonywano natychmiast po przerwaniu elektrolizy. Odczyt wartości mierzonych następował po ok. 3 minutach od zanurzenia elektrod.

Po każdym cyklu 30 min jonizacji z umieszczeniem katody w większej przestrzeni naczynia, a potem w mniejszej, myto katodę w celu usunięcia z niej osadu.

### **Wyniki pomiarów**

Wykonano dwie serie pomiarów z katodą umieszczoną w naczyniu wyjmowanym, oraz trzy serie z anodą umieszczoną w naczyniu wyjmowanym. Wyniki wszystkich pomiarów z obliczonymi wartościami średnimi i odchyleniem standardowym (SD) dla poszczególnych punktów pomiarowych zamieszczono w Tabeli 1. W Tabeli 2 zamieszczono sumaryczne wyniki pomiarów, dla lepszej przejrzystości, bez wartości SD.

Najmniejszą powtarzalnością odznaczają się wyniki uzyskane po krótkim czasie elektrolizy, szczególnie w części katodowej urządzenia. W procesie katodowym w pierwszej kolejności redukcji ulega tlen rozpuszczony w wodzie. Jego stężenie w wodzie jest czasami nawet 10 tysięcy razy większe niż jonów wodorowych, których redukcja powoduje wzrost pH wody. Zawartość tlenu w wodzie może być inna za każdym razem, kiedy odkręcamy kran. Stąd szczególnie zmiana ORP wody katodowej na początku elektrolizy jest mało odtwarzalna. Tlen rozpuszczający się w wodzie uzyskanej po elektrolizie jest też główną przyczyną szybkiego wzrostu ORP.

Wielkość ORP dla wody anodowej bardzo zależy od zawartości chlorków w wodzie. Po osiągnięciu ORP około 1100 mV rozpoczyna się wydzielanie chloru i odtąd dalszy wzrost wartości ORP uwarunkowany jest zmniejszaniem się stężenia chlorków. Jak widać z wyników umieszczonych w powyższej tabeli, potencjał wydzielania chloru osiągnięto jedynie podczas elektrolizy w mniejszym naczyniu. Aktualnie w Warszawie woda nie jest chlorowana i zawiera zaledwie ok. 50 mg/L chlorków.

Mgr Damian Walaszek

Dr Wojciech Jędral

Zatwierdziła

Prof. Dr hab. Ewa Bułska

**Tabela 1 Pomiary z jonizatorem - Gdy w naczyniu wyjmowanym jest ciemna elektroda**

Czas pracy	Woda alkaliczna		Woda kwasowa			
	ORP	pH	ORP	SD	pH	SD
1 pomiar						
0	183	7.29				
3	-715	8.80	566		3.06	
5	-734	8.95	1000		2.29	
10	-748	9.12	1078		2.00	
15	-751	8.85	1095		1.78	
20	-760	8.95	1105		1.64	
25	-761	9.06	1111		1.50	
30	-779	9.14	1125		1.40	
2 pomiar						
0	235	7.20				
3	-46	8.72	970		2.60	
5	-722	9.02	1030		2.28	
10	-766	9.30	1091		2.00	
15	-758	9.06	1117		1.92	
20	-760	9.00	1129		1.69	
25	-764	8.84	1130		1.56	
30	-777	9.08	1126		1.45	
3 pomiar						
0	153	7.19				
3	5	8.79	924		2.94	
5	-105	9.18	1034		2.53	
10	-764	9.43	1096		2.18	
15	-775	9.23	1113		1.90	
20	-788	9.25	1115		1.75	
25	-800	9.38	1116		1.70	
30	-808	9.51	1116		1.52	
	ORPśr, SD	pH śr SD	ORPśr	SD	pH śr.	SD
0	190 41	7.23 0.06				
3	-252 402	8.77 0.4	820	221	2.87	0.24
5	-520 360	9.05 0.12	1021	19	2.37	0.14
10	-759 10	9.28 0.16	1088	9	2.06	0.10
15	-761 12	9.05 0.19	1108	12	1.87	0.08
20	-769 16	9.07 0.16	1116	12	1.69	0.06
25	-775 22	9.09 0.27	1119	10	1.59	0.10
30	-788 17	9.24 0.23	1122	6	1.46	0.06

**Tabela 1cd. Pomiary z jonizatorem - Gdy w naczyniu wyjmowanym jest jasna elektroda**

Czas pracy	Woda alkaliczna		Woda kwasowa	
	ORP	pH	ORP	pH
1 pomiar				
0			202	7.19
3	-879	10.83	276	6.73
5	-899	11.11	318	6.63
10	-917	11.45	744	6.19
15	-922	11.59	805	6.02
20	-928	11.76	821	5.75
25	-937	11.79	841	5.57
30	-951	11.83	901	4.70
2 pomiar				
0			199	7.22
3	-884	10.96	304	6.84
5	-907	11.31	356	6.71
10	-922	11.59	680	6.21
15	-935	11.70	807	5.90
20	-947	11.68	831	5.53
25	-942	11.66	859	5.27
30	-946	11.82	889	4.40
	ORPśr, SD	pH śr SD	ORPśr SD	pH śr. SD
0			201 2	7.21 0.02
3	-882 4	10.90 0.09	290 20	6.79 0.08
5	-903 6	11.21 0.09	337 27	6.67 0.06
10	-920 4	11.52 0.14	712 45	6.20 0.01
15	-929 9	11.65 0.08	806 2	5.96 0.08
20	-938 13	11.72 0.06	826 7	5.64 0.16
25	-940 4	11.73 0.09	850 13	5.42 0.21
30	-949 4	11.83 0.01	895 8	4.55 0.21

**Tabela 2. Sumaryczne wyniki testowania jonizatora.** Objętość 2.7 l dotyczy większej przestrzeni jonizatora. Objętość 0.3 l to objętość wlewana do naczynia wyjmowanego. Potencjały podano względem nasyczonej elektrody kalomelowej. Aby otrzymać wartości potencjałów względem normalnej elektrody wodorowej (umowne zero skali potencjałów) należy do każdej wartości dodać 243 mV.

Objętość / L	Elektroda jasna – KATODA				Elektroda ciemna – ANODA			
	Woda alkaliczna				Woda kwaśna			
	2.7		0.3		2.7		0.3	
Czas elektrolizy/min	pH	ORP / mV	pH	ORP / mV	pH	ORP / mV	pH	ORP / mV
0	7.23	190			7.21	201		
3	8.77	-252	10.90	-882	6.79	290	2.87	820
5	9.05	-520	11.21	-903	6.67	337	2.37	1021
10	9.28	-759	11.52	-920	6.20	712	2.06	1088
15	9.05	-761	11.65	-929	5.96	806	1.87	1108
20	9.07	-769	11.72	-938	5.64	826	1.69	1116
25	9.09	-775	11.73	-940	5.42	850	1.59	1119
30	9.24	-778	11.83	-949	4.55	895	1.46	1122
Wynik średni z n pomiarów, n:	3	3	2	2	2	2	3	3