



**Instytut Matematyki, Fizyki i Chemii**  
**Zakład Chemii**

**Laboratorium chemii wody**

**Ćwiczenie laboratoryjne**

**Pomiar pH**  
**oraz oznaczanie alkaliczności wody**

Opracowali:  
dr inż. Jan Krupowies  
mgr inż. Czesław Wiznerowicz  
dr inż. Agnieszka Kalbarczyk-Jedynak  
dr inż. Konrad Ćwirko  
dr Magdalena Ślęczka-Wilk

**KIEROWNIK**  
**Zakładu Chemii**  
*Agnieszka Kalbarczyk-Jedynak*  
dr inż. Agnieszka Kalbarczyk-Jedynak

Szczecin 2022

## KARTA ĆWICZENIA

1	<b>Powiązanie z przedmiotami:</b> ESO/25, 27 DiRMiUO/25, 27 EOUnIE/25, 27		
	<b>Specjalność/Przedmiot</b>	<b>Efekty kształcenia dla przedmiotu</b>	<b>Szczegółowe efekty kształcenia dla przedmiotu</b>
	ESO/26 Chemia wody, paliw i smarów	EKP3 K_U014, K_U015, K_U016.	SEKP6 – Wykonywanie oznaczeń wybranych wskaźników jakości wody technicznej;
	DiRMiUO/26 Chemia wody, paliw i smarów	EKP3 K_U014, K_U015, K_U016.	SEKP6 – Wykonywanie oznaczeń wybranych wskaźników jakości wody technicznej;
	EOUnIE/26 Chemia wody, paliw i smarów	EKP3 K_U014, K_U015, K_U016.	SEKP6 – Wykonywanie oznaczeń wybranych wskaźników jakości wody technicznej;
2	<b>Cel ćwiczenia:</b> nauczenie studenta samodzielnego wykonywania pomiarów pH i oznaczania alkaliczności wody kotłowej i chłodzącej silniki okrętowe;		
3	<b>Wymagania wstępne:</b> student jest przeszkolony w zakresie regulaminu BHP na stanowisku laboratoryjnym, co stwierdza własnoręcznym podpisem na odpowiednim formularzu, zna – metody pomiaru pH i jego zakresy, wskaźniki i mechanizm ich działania oraz oznaczanie alkaliczności p i m wody metodą miareczkową, zna wymagania techniczne i znaczenie eksploatacyjne tych parametrów;		
4	<b>Opis stanowiska laboratoryjnego:</b> typowy zestaw laboratoryjny do analizy miareczkowej, pH-metr, papierki wskaźnikowe, indykatory, próbki badanej wody;		
5	<b>Ocena ryzyka*:</b> kontakt z kwasem solnym 0,1M – prawdopodobieństwo poparzenia chemicznego – bardzo małe, skutki – nikłe. <b>Końcowa ocena – ZAGROŻENIE BARDZO MAŁE</b> <b>Wymagane środki zabezpieczenia:</b> a. fartuchy ochronne, b. środki czystości BHP, ręczniki papierowe;		
6	<b>Przebieg ćwiczenia:</b> a. Zapoznać się z instrukcją stanowiskową (załącznik 1) oraz zestawem laboratoryjnym do ćwiczenia, b. Wykonać pomiary pH i oznaczyć alkaliczność p i m badanej wody;		
7	<b>Sprawozdanie z ćwiczenia:</b> a. Opracować ćwiczenie zgodnie z poleceniami zawartymi w instrukcji stanowiskowej, b. Określić zależność między oznaczoną alkalicznością p i m i na tej podstawie obliczyć zawartość w wodzie związków zasadowych powodujących tę alkaliczność, c. Na podstawie uzyskanych wyników pomiarów i oznaczeń określić jakość i przydatność eksploatacyjną badanej wody, d. W razie potrzeby zaproponować ewentualne uzdatnienie wody lub właściwe działanie naprawcze, e. Rozwiązać polecane zadanie i/lub odpowiedzieć na pytania zamieszczone w zestawie zadań i pytań do samodzielnego wykonania przez studenta;		

8	<b>Archiwizacja wyników badań:</b> Sprawozdanie z wykonanego ćwiczenia złożyć w formie pisemnej prowadzącemu zajęcia.
9	<b>Metoda i kryteria oceny:</b> a. EKP1, EKP2 – zadania polecane do samodzielnego rozwiązania i opracowania: ocena 2,0 – nie ma podstawowej wiedzy chemicznej i eksploatacyjnej dotyczącej pH oraz alkaliczności p i m wody kotłowej i chłodzącej; ocena 3,0 – posiada podstawową wiedzę chemiczną i eksploatacyjną dotyczącą pH oraz alkaliczności badanej wody kotłowej i chłodzącej oraz umiejętność podstawowych obliczeń chemicznych i rozwiązywania zadań prostych z zakresu tych parametrów użytkowych; ocena 3,5-4,0 – posiada poszerzoną wiedzę chemiczną i eksploatacyjną z zakresu oznaczanych parametrów użytkowych badanej wody oraz umiejętność rozwiązywania zadań złożonych z zakresu oceny zmian tych parametrów; ocena 4,5-5,0 – posiada umiejętność stosowania złożonej wiedzy chemicznej i eksploatacyjnej do cząstkowej oceny jakości i przydatności eksploatacyjnej badanej wody ze względu na oznaczane parametry użytkowe oraz umiejętność podejmowania na tej podstawie decyzji diagnostycznych oraz działań korekcyjnych i naprawczych. b. EKP3 – prace kontrolne: ocena 2,0 – nie ma umiejętności analizy i oceny wyników wykonanych analiz i oznaczeń oraz wyciągania wniosków; ocena 3,0 – posiada umiejętność analizy uzyskanych wyników, interpretacji praw i zjawisk, przekształcania wzorów, interpretacji wykresów i tablic; ocena 3,5-4,0 – posiada umiejętność poszerzonej analizy wyników, stosowania praw, konstruowania monogramów i wykresów; ocena 4,5-5,0 – posiada umiejętność kompleksowej analizy uzyskanych wyników, dokonywania uogólnień, wykrywania związków przyczynowo-skutkowych oraz podejmowania właściwych decyzji eksploatacyjnych.
10	<b>Literatura:</b> 1. Krupowies J., Wiznerowicz Cz.: Pomiar pH oraz oznaczanie alkaliczności wody. Instrukcja stanowiskowa do ćwiczenia, AM, Szczecin 2013. 2. Stańda J.: Woda do kotłów parowych i obiegów chłodzących siłowni ciepłych. WNT Warszawa 1999. 3. Barcewicz K.: Ćwiczenia laboratoryjne z chemii wody, paliw i smarów. Wyd. AM w Gdyni, Gdynia 2006. 4. Żmijewska S., Trzeźniowski W.: Badania jakości wody stosowanej na statkach. Wyd. AM w Szczecinie, Szczecin 2005. 5. Gomółkowie B. i E.: Ćwiczenia laboratoryjne z chemii wody. Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, wydanie III, Wrocław 1998. 6. Hermanowicz W., Dojlido J., Dożańska W., Koziorowski B., Zerbe J.: Fizyczno-chemiczne badanie wody i ścieków. Arkady. Wydanie drugie opracowane pod kierunkiem Dojlido J., Warszawa 1999. 7. Kowal A.L., Świdorska-Bróż M.: Oczyszczanie wody. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa-Wrocław 1997.
10	Uwagi

# ZAŁĄCZNIK 1 – INSTRUKCJA

## 1. ZAKRES ĆWICZENIA

- zapoznanie się z instrukcją stanowiskową do ćwiczenia,
- pomiar pH próbek wody kotłowej lub chłodzącej za pomocą papierków wskaźnikowych i pH-metru,
- oznaczenie alkaliczności  $p$  i  $m$  wody,
- dokonanie oceny jakości badanej wody oraz przydatności do celów eksploatacyjnych i ewentualne jej uzdatnienie.

## 2. WPROWADZENIE TEORETYCZNE DO ĆWICZENIA

### 2.1. Wykładnik stężenia jonów oksoniowych – pH

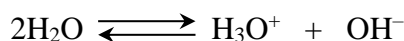
Odczyn chemiczny roztworów wodnych zależy od stężenia jonów oksoniowych  $H_3O^+$ . Przyjęto określać ten odczyn za pomocą wartości pH, który to symbol oznacza ujemny logarytm dziesiętny ze stężenia jonów oksoniowych:

$$pH = -\log [H_3O^+]$$

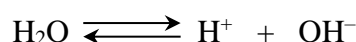
gdzie:

$[H_3O^+]$  – stężenie jonów oksoniowych wyrażone w molach/dm<sup>3</sup>, co symbolizuje nawias kwadratowy.

Woda jest bardzo słabym elektrolitem i tylko 1 cząsteczka na milion ulega autodysocjacji, tworząc jony: oksoniowy i wodorotlenowy według poniższego schematu:



W celu uproszczenia przyjęto w instrukcji dysocjację wody zapisywać zgodnie z poniższym równaniem:



pamiętając jednak o umownym znaczeniu tego zapisu, gdyż w rzeczywistości w roztworach wodnych występują nie jony wodorowe  $H^+$ , lecz jony oksoniowe  $H_3O^+$ .

Stałą równowagi tej reakcji, zwaną stałą dysocjacji można zapisać w postaci:

$$K_{H_2O} = \frac{[H^+][OH^-]}{[H_2O]}$$

Wartość tej stałej zależy od temperatury. Wobec znikomej dysocjacji wody na jony można przyjąć, że stężenie  $[H_2O]$  jest wielkością stałą i równą 55,6 moli/dm<sup>3</sup>. Po przekształceniu otrzymamy:

$$K_w = K_{H_2O} \cdot [H_2O] = [H^+][OH^-]$$

$K_W$  przyjęto nazywać iloczynem jonowym wody, który jest wielkością stałą w danej temperaturze i w 25°C  $K_W$  wynosi  $1,008 \cdot 10^{-14}$ .

Zmiany iloczynu jonowego wody  $K_W$  w zależności od temperatury i odpowiadające im wartości pH wody podano w tabeli 1

Tabela 1

Wartości iloczynu jonowego wody  $K_W$  w różnych temperaturach

Temperatura [°C]	$K_W$ [mol <sup>2</sup> /(dm <sup>3</sup> ) <sup>2</sup> ]	pH
0	$0,1139 \cdot 10^{-14}$	7,47
18	$0,5702 \cdot 10^{-14}$	7,12
25	$1,0080 \cdot 10^{-14}$	6,99
50	$5,4740 \cdot 10^{-14}$	6,63
100	$5,9000 \cdot 10^{-14}$	6,11

Czysta woda (destylat) jest związkiem obojętnym, wobec tego stężenia jonów wodorowych (oksoniowych) i wodorotlenowych są sobie równe:

$$[H^+] = [OH^-] = 1,004 \cdot 10^{-7} \text{ mol/dm}^3 \text{ w temp. } 25^\circ\text{C}$$

Można zatem przyjąć, że przy stężeniu jonów wodorowych  $[H^+] = 10^{-7} \text{ mol/dm}^3$  woda ma odczyn obojętny, czyli jej pH wynosi 7. Z praktycznego punktu widzenia zakres skali pH obejmuje wartości od 0 do 14. Jeżeli pH wynosi 7, to roztwór jest obojętny, gdy pH jest mniejsze od 7 roztwór jest kwasowy i im niższe jest pH, tym bardziej jest on kwasowy, a gdy pH jest większe od 7 roztwór jest zasadowy, i tym bardziej zasadowy, im wyższe jest pH roztworu.

Iloczyn jonowy wody w stałej temperaturze ma wartość stałą nie tylko dla czystej wody, lecz również dla rozcieńczonych wodnych roztworów różnych substancji. Znając zatem stężenie jonów wodorowych, można z iloczynu jonowego wody obliczyć stężenie jonów wodorotlenowych. Oznaczając ujemny logarytm dziesiętny ze stężenia jonów wodorotlenowych jako pOH, czyli:

$$\text{pOH} = -\log [OH^-]$$

można łatwo udowodnić, że:

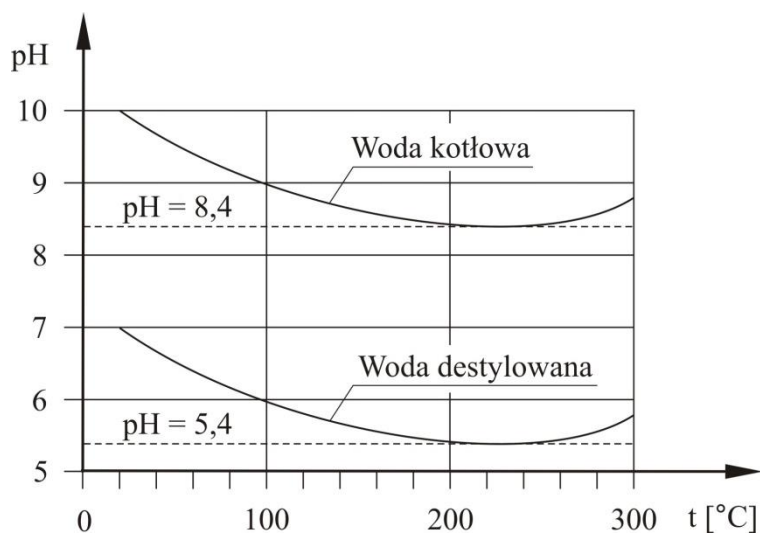
$$\text{pH} + \text{pOH} = 14$$

Przykładowo odczyn wód naturalnych waha się w granicach pH 4–9, jednakże większość tych wód ma pH 6,5–8,5. Woda przeznaczona do picia powinna mieć pH 6,5–9,0. Wody o niskim pH mają właściwości korozyjne i przynoszą duże straty gospodarcze, np.: korozja sieci wodociągowej i ciepłowniczej, korozja kotłów okrętowych itp.

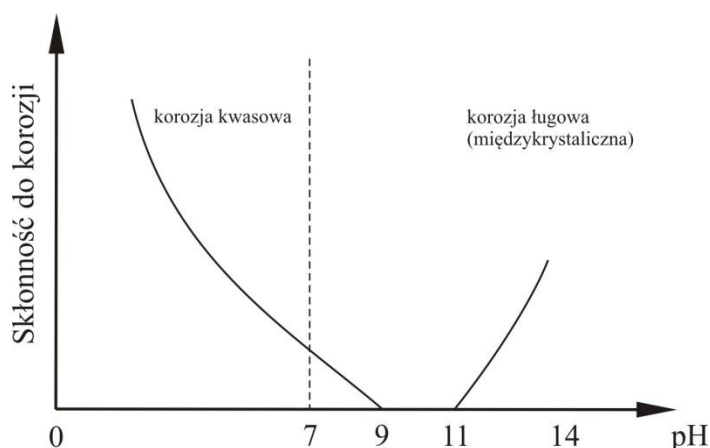
Dla wody kotłowej wartość pH w temperaturze 20°C powinna zawierać się w przedziale 8,5–10,5, w zależności od typu kotła i parametrów jego pracy.

Czysty destylat otrzymywany na statku w wyparowniku jest obojętny chemicznie i jego pH w temp. otoczenia wynosi 7. Takim nieuzdatnionym destylatem nie można jednakże zasilać kotłów okrętowych, gdyż w temp. pracy kotła wynoszącej np. 200°C pH destylatu spada do wartości 5,4, co stanowi zagrożenie korozją kotła. Dlatego należy destylat uzdatnić pakietem związków alkalicznych w ten sposób, aby wykazywał pH w temp. pracy kotła

w granicach 8,4–9,0 (rys. 1). W przedziale tym bowiem uzdatniona woda kotłowa nie ma już właściwości korozyjnych. W temperaturze otoczenia w zakresie pH 9–11 woda także nie posiada właściwości korozyjnych (rys. 2).



Rys. 1. Wpływ temperatury na wartość pH wody czystej (destylatu) i wody kotłowej



Rys. 2. Wpływ pH na agresywność wodnych roztworów

## 2.2. Alkaliczność $p$ i $m$ wody kotłowej i chłodzącej silniki okrętowe

Właściwością wody, którą określa się jako zasadowość lub alkaliczność, jest jej zdolność do zobojętniania kwasów mineralnych w określonych warunkach. Właściwość tę nadają wodzie obecne w niej wodorowęglany oraz wodorotlenki wapnia, magnezu i sodu oraz dodatkowo fosforany, krzemiany – w przypadku wód kotłowych.

Celowe stosowanie środków nadających wodzie charakter alkaliczny ma na celu przeciwdziałanie korozji. Alkaliczność wody zasilającej i kotłowej jest bardzo ważnym parametrem użytkowym, który musi być na bieżąco kontrolowany i utrzymywany w założonych dla danego kotła granicach. Wyniki pomiarów alkaliczności wody kotłowej stanowią podstawę do intensywności odsalania (odmulania) wody w kotle parowym i oceny skłonności wody do pienienia. Nadmierna alkaliczność wody może być przyczyną korozji ługowej, tzw. międzykrystalicznej. Zjawisko to występuje w miejscach, gdzie brak jest cyrkulacji wody i są duże naprężenia mechaniczne w metalu.

Podstawę do określania właściwości zasadowych (alkalicznych) wody na statkach stanowią dwie wielkości, tzw. alkaliczność mineralna  $p$  (oznaczana wobec fenoloftaleiny) oraz alkaliczność ogólna, określana też jako całkowita  $m$  (oznaczana wobec metylooranżu).

Zasada oznaczania alkaliczności  $p$  i  $m$  polega na miareczkowaniu badanej próbki wody mianowanym roztworem kwasu solnego do pH równego 8,3 wobec fenoloftaleiny (do zaniku malinowego zabarwienia) i do pH równego 4,5 wobec metylooranżu (do zmiany barwy z żółtej na żółto-czerwoną) dla tej samej próbki wody.

Przebieg miareczkowania próbki wody mianowanym roztworem HCl ilustruje tabela 2, w której dla każdej z grup związków powodujących alkaliczność podano na przykładzie soli sodowych przebieg reakcji chemicznych w takiej kolejności, jaka następuje w miarę wzrostu ilości dodawanego kwasu solnego. Jak wynika z tej tabeli, alkaliczność  $p$  określa całkowitą zawartość wodorotlenków, połowę zawartości węglanów oraz 1/3 zawartości fosforanów. Natomiast alkaliczność ogólna (całkowita) –  $m$  określa całkowitą zawartość wodorotlenków i węglanów oraz 2/3 zawartości fosforanów

Tabela 2

Przebieg reakcji podczas miareczkowania wody kotłowej mianowanym roztworem HCl

Alkaliczność	Wodorotlenki	Węglany	Fosforany
	$\text{NaOH} + \text{HCl} \rightarrow \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O}$	$\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{HCl} \rightarrow \text{NaHCO}_3 + \text{NaCl}$	$\text{Na}_3\text{PO}_4 + \text{HCl} \rightarrow \text{Na}_2\text{HPO}_4 + \text{NaCl}$
		$\text{NaHCO}_3 + \text{HCl} \rightarrow \text{NaCl} + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$	$\text{Na}_2\text{HPO}_4 + \text{HCl} \rightarrow \text{NaH}_2\text{PO}_4 + \text{NaCl}$
			$2\text{NaH}_2\text{PO}_4 + 2\text{HCl} \rightarrow \text{P}_2\text{O}_5 + 2\text{NaCl} + 3\text{H}_2\text{O}$

W wodach naturalnych występują w największych ilościach wodorowęglany wapnia i magnezu. Poza tym występują: węglan magnezu i w niewielkich stężeniach węglan wapnia. Obok wodorowęglanów i węglanów wapnia oraz magnezu w niektórych wodach znajdują się węglany i wodorowęglany sodu i potasu. W takich przypadkach woda cechuje się większą zasadowością od twardości ogólnej. Różnica pomiędzy zasadowością a twardością ogólną jest określana jako zasadowość alkaliczna. Ten rodzaj zasadowości powodowany jest właśnie przez zawarte w wodzie wodorowęglany lub węglany potasu i sodu.

Zasadowość wody z punktu widzenia sanitarnego ma znaczenie drugorzędne. Ma natomiast duże znaczenie w ocenie wody do celów gospodarczych i technicznych. Np. zasadowość ogólna, która odpowiada twardości węglanowej, ma znaczenie dla wody do zasilania kotłów. Podobnie niepożądana jest nadmierna zasadowość alkaliczna dla wody do celów technicznych, gdyż wywołuje silne pienienie wody w kotle.

Określenie zasadowość ogólna oznacza sumę wszystkich związków chemicznych w wodzie, które reagują zasadowo wobec oranżu metylowego (pH 4,5). Zasadowość wobec fenoloftaleiny oznacza sumę wszystkich związków reagujących zasadowo powyżej pH 8,3.

Na rys. 3 przedstawiono ogólny widok stanowiska laboratoryjnego do badania pH oraz alkaliczności wody.

### 3. WYKONANIE ĆWICZENIA

Na rys. 3 przedstawiono ogólny widok stanowiska laboratoryjnego do badania pH oraz alkaliczności wody.



Rys. 3. Stanowisko laboratoryjne do oznaczania pH oraz zasadowości *p* i *m* wody

#### 3.1. Pomiar pH wody kotłowej lub chłodzącej

##### 3.1.1. Pomiar pH za pomocą papierków wskaźnikowych

W praktyce laboratoryjnej oraz na statku do szybkich pomiarów pH stosuje się tzw. papierki wskaźnikowe. Papierki wskaźnikowe są to paseczki bibuły nasycone odpowiednim wskaźnikiem i wysuszone. Najczęściej stosowane są papierki uniwersalne, które posiadają różne zakresy pH (o zakresie szerokim np. 1–12 oraz o różnych zawężonych zakresach – tj. bardziej dokładne, np. o dokładności 0,1 pH).

##### Wykonanie pomiaru pH papierkami wskaźnikowymi

Do zlewki o pojemności 100 cm<sup>3</sup> wlać do 1/2 jej objętości badaną próbkę wody. Następnie wybrać papierek o najszerszym zakresie pH i zanurzyć go na 2–3 sekundy w badanej wodzie, po czym porównać barwę papierka z barwną skalą wzorca i odczytać odpowiadającą tej barwie wartość pH.

Po wykonaniu pomiaru wstępnego wybrać odpowiedni papierek o dokładnym, zawężonym już zakresie i dokonać kolejnych trzech pomiarów pH.

Wyniki pomiarów zestawić w tabeli.

##### 3.1.2. Pomiar pH za pomocą pH-metru

Określenie pH polega na pomiarze siły elektromotorycznej ogniwa w układzie: elektroda odniesienia (elektroda kalomelowa), roztwór badany, elektroda pomiarowa (elektroda szklana). Przed pomiarem należy uruchomić pehametr zgodnie z instrukcją obsługi. Elektrode płukać wodą destylowaną i delikatnie osuszyć bibułą jej część dolną.



Badaną próbkę wody przed pomiarem dobrze wymieszać, aby skład cieczy na powierzchni odpowiadał jej składowi ogólnemu. Następnie wykonać pomiar pH według instrukcji obsługi pehametru (pomiar wykonać trzykrotnie). Po pomiarze elektrodę wyjąć i spłukać ją wodą destylowaną.

### Obliczanie wyników

Za wynik końcowy przyjąć średnią arytmetyczną z 3 pomiarów nie różniących się więcej niż o 0,1 pH.

## 3.2. Oznaczanie alkaliczności $p$ i $m$ wody kotłowej lub wody chłodzącej

### 3.2.1. Oznaczanie alkaliczności $p$ metodą miareczkową wobec fenoloftaleiny

Związki zasadowe zawarte w wodzie są zobojętniane mianowanym roztworem mocnego kwasu mineralnego do pH 8,3 przy użyciu roztworu fenoloftaleiny jako wskaźnika. Miareczkowanie prowadzi się do zaniku malinowego zabarwienia próbki.

W oznaczeniu przeszkadzają: mętność ponad  $30 \text{ mg/dm}^3$  i barwa ponad  $50 \text{ mg/dm}^3$  Pt. W przypadku gdy mętność badanej wody przekracza  $30 \text{ mg/dm}^3$ , należy przed oznaczaniem próbkę wody przesączyć. Jeżeli woda wykazuje barwę większą niż  $50 \text{ mg/dm}^3$  Pt, zasadowość oznacza się za pomocą metody potencjometrycznej.

### Wykonanie oznaczenia

Do kolby stożkowej o poj.  $250 \text{ cm}^3$  odmierzyć  $100 \text{ cm}^3$  badanej wody i dodać 4 krople 1% alkoholowego roztworu fenoloftaleiny rys. 4. Jeżeli woda zabarwi się na kolor malinowy, należy ją miareczkować 0,1 M roztworem kwasu solnego do zaniku zabarwienia rys. 5.



Rys. 4. Próbkę przygotowana do miareczkowania



Rys. 5. Końcowy efekt miareczkowania (oznaczanie alkaliczności  $p$ )

Jeżeli woda nie zabarwi się na malinowo po dodaniu do niej roztworu fenoloftaleiny, oznacza to, że ten rodzaj alkaliczności badana woda nie wykazuje (alkaliczność  $p = 0$ ).

**Uwaga** – po zmiareczkowaniu próbkę zachować do oznaczenia alkaliczności  $m$ , nie uzupełniając zużytego kwasu w biurecie. Następnie kontynuować oznaczanie alkaliczności  $m$  badanej próbki wg punktu 4.2.2.

Miareczkowanie wobec fenoloftaleiny wykonać dla 3 równoległych oznaczeń.

## Obliczanie wyników

Alkaliczność wody wobec fenoloftaleiny  $p$  obliczyć wg wzoru:

$$p = \frac{a \cdot 100}{V} \left[ \text{mval/dm}^3 \right]$$

gdzie:

- $a$  – średnia objętość 0,1 M roztworu kwasu solnego użyta do miareczkowania badanej wody do pH 8,3, w  $\text{cm}^3$ ,
- $V$  – objętość próbki wody wziętej do badania,  $\text{cm}^3$ .

### 3.2.2. Oznaczanie alkaliczności ogólnej $m$ metodą miareczkową wobec oranżu metylowego

Alkaliczność ogólną  $m$  badanej wody oznacza się za pomocą miareczkowania 0,1 M kwasem solnym do pH 4,5, wobec oranżu metylowego jako wskaźnika. Miareczkowanie prowadzi się do zmiany zabarwienia próbki z żółtego na żółtoróżowe. W oznaczaniu przeszkadzają, podobnie jak przy oznaczaniu zasadowości wobec fenoloftaleiny, mętność i barwa wody.

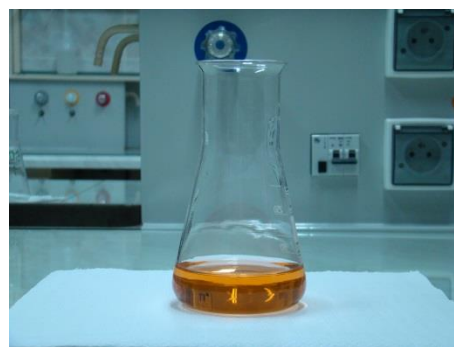
#### Wykonanie oznaczenia

Do oznaczania użyć tę samą próbkę badanej wody, którą miareczkowano uprzednio wobec fenoloftaleiny.

Dodać do niej 2–3 krople 0,1% wodnego roztworu oranżu metylowego (rys. 6) i kontynuować miareczkowanie 0,1 M roztworem kwasu solnego do zmiany barwy z żółtej na żółtoróżową (rys. 7), utrzymującą się w ciągu jednej minuty.



Rys. 6. Próbkę przygotowana do miareczkowania



Rys. 7. Końcowy efekt miareczkowania (oznaczanie alkaliczności  $m$ )

Odczytać z biurety sumaryczną ilość  $\text{cm}^3$  0,1 M HCl zużytego na miareczkowanie. Miareczkowanie wobec oranżu metylowego wykonać dla 3 równoległych oznaczeń.

## Obliczanie wyników

Alkaliczność ogólną wody  $m$  obliczyć wg wzoru:

$$m = \frac{b \cdot 100}{V} \text{ [mval/dm}^3\text{]}$$

gdzie:

- $b$  – średnia objętość 0,1 M roztworu kwasu solnego użyta do miareczkowania badanej wody do pH 4,5, w  $\text{cm}^3$ ,
- $V$  – objętość próbki wody wziętej do badania,  $\text{cm}^3$ .

## 4. OPRACOWANIE ĆWICZENIA

1. Przedstawić wyniki pomiarów pH za pomocą papierków wskaźnikowych oraz pH-metru i porównać je z wymaganymi parametrami dla wody kotłowej lub chłodzącej.
2. Po oznaczeniu alkaliczności  $p$  i  $m$  i określeniu odpowiedniej zależności między tymi parametrami na podstawie tabeli 4, obliczyć następnie zawartość jonów lub związków alkalicznych w  $\text{mg/dm}^3$ , nadających wodzie tę alkaliczność. Przykład obliczeń przedstawiono na stronie 11.
3. Otrzymane zawartości konkretnych jonów lub soli porównać z dopuszczalnymi ich stężeniami dla wody kotłowej wybranego typu kotła okrętowego lub dla wody chłodzącej.
4. Na podstawie uzyskanych wyników ocenić jakość i przydatność badanej wody do eksploatacji.
5. W tabelach pomocniczych 3 – 7 zamieszczonych na końcu instrukcji podano niektóre dane dotyczące wymagań technicznych dla wody kotłowej, a w tabeli 8 i załącznikach 2 i 3 stanowiących formularze kontroli analitycznej wody kotłowej i chłodzącej firmy Unitor, dane techniczne zalecane przez tę firmę.

## 5. FORMA I WARUNKI ZALICZENIA ĆWICZENIA LABORATORYJNEGO

1. zaliczenie tzw. „wejściówki” przed przystąpieniem do wykonania ćwiczenia.
2. złożenie poprawnego sprawozdania pisemnego z wykonanego ćwiczenia, które powinno zawierać:
  - krótki wstęp teoretyczny,
  - znaczenie eksploatacyjne mierzonego parametru,
  - opracowanie uzyskanych wyników wg instrukcji stanowiskowej.
3. zaliczenie końcowe na kolokwium pod koniec semestru.

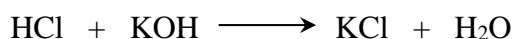
## Zestaw zadań i pytań do samodzielnego wykonania przez studenta

### I. Przykłady zadań z rozwiązaniami

1. Do 50 cm<sup>3</sup> kwasu solnego HCl o gęstości  $d = 1,1 \text{ g/cm}^3$ , zawierającego 20% masowych HCl, dodano 14 g wodorotlenku potasu KOH. Jaki będzie odczyn chemiczny otrzymanego roztworu? Ile należy dodać KOH, aby roztwór ten był obojętny?

Rozwiązanie

Równanie reakcji zobojętniania ma postać:



Obliczamy masę roztworu HCl z następującego wzoru na gęstość:

$$d = \frac{m}{V} \quad \text{stad:} \quad m = d \cdot V, \quad \text{czyli } m_{\text{HCl}} = 1,1 \text{ g/cm}^3 \cdot 50 \text{ cm}^3 = 55 \text{ g HCl}$$

Następnie obliczamy masę chlorowodoru w obliczonej powyżej ilości kwasu solnego, wiedząc, że HCl jest 20%:

100 g kwasu	–	20 g czystego HCl
55 g kwasu	–	x

$$x = \frac{55 \cdot 20}{100} = 11 \text{ g czystego HCl}$$

Masy molowe reagentów wynoszą odpowiednio:  $M_{\text{HCl}} = 36,5 \text{ g/mol}$ ;  $M_{\text{KOH}} = 56,1 \text{ g/mol}$   
Na podstawie podanej wyżej reakcji neutralizacji układamy następującą proporcję:

36,5 g HCl	–	56,1 g KOH
11,0 g HCl	–	x g KOH

$$x = \frac{11 \cdot 56,1}{36,5} = 16,92 \text{ g KOH}$$

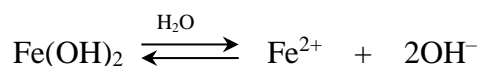
Odpowiedź:

W celu całkowitego zobojętnienia 50 cm<sup>3</sup> HCl o podanym wyżej składzie należy zużyć 16,92 g KOH. Po dodaniu tylko 14 g KOH roztwór będzie miał nadał odczyn kwasowy, zatem należy dodać jeszcze: 16,92 g KOH – 14 g KOH = 2,92 g KOH, aby był obojętny.

2. Obliczyć pH nasyconego roztworu Fe(OH)<sub>2</sub>, jeżeli jego iloczyn rozpuszczalności w temperaturze pokojowej  $L_{\text{Fe(OH)}_2} = 4 \cdot 10^{-14}$ . Jaki jest odczyn chemiczny tego roztworu?

Rozwiązanie

Równanie reakcji dysocjacji elektrolitycznej Fe(OH)<sub>2</sub> jest następujące:



Natomiast iloczyn rozpuszczalności  $L_{\text{Fe(OH)}_2}$  ma postać:  $L_{\text{Fe(OH)}_2} = [\text{Fe}^{2+}] \cdot [\text{OH}^-]^2$

Stężenia molowe jonów w roztworze wynoszą odpowiednio:  $[\text{Fe}^{2+}] = x$   $[\text{OH}^-] = 2x$   
(jonów  $\text{OH}^-$  jest 2 razy więcej niż jonów  $\text{Fe}^{2+}$ )

Zatem wyrażenie na  $L_{\text{Fe(OH)}_2}$  można zapisać jako:

$$L_{\text{Fe(OH)}_2} = x \cdot (2x)^2 = 4x^3 = 4 \cdot 10^{-14}$$
$$x = \sqrt[3]{\frac{4 \cdot 10^{-14}}{4}} = 2,14 \cdot 10^{-5}$$

a więc stężenie jonów  $[\text{OH}^-]$  wynosi:

$$[\text{OH}^-] = 2x = 2 \cdot 2,14 \cdot 10^{-5} = 4,28 \cdot 10^{-5} \text{ mol/dm}^3$$
$$\text{pOH} = -\log [\text{OH}^-] = -\log [4,28 \cdot 10^{-5}] = -(0,6314 - 5) \text{ pOH} = 4,37$$

Wiedząc, że  $\text{pH} + \text{pOH} = 14$ , obliczamy wartość pH

$$\text{pH} = 14 - \text{pOH} = 14 - 4,37 = 9,63$$

$\text{pH} = 9,63$ , zatem nasycony roztwór  $\text{Fe(OH)}_2$  w temperaturze pokojowej jest zasadowy.

3. Obliczyć alkaliczność wody  $m$  w  $\text{mval/dm}^3$ , jeżeli znajduje się w niej  $324 \text{ mg/dm}^3$  wodorowęglanu wapnia  $\text{Ca(HCO}_3)_2$ .

Rozwiązanie

W celu obliczenia alkaliczności wody w  $\text{mval/dm}^3$ , należy ilość wodorowęglanu wapnia  $\text{Ca(HCO}_3)_2$  (wyrażoną w  $\text{mg/dm}^3$ ), podzielić przez wartość miligramorównoważnika wodorowęglanu wapnia ( $R$ ), który wynosi:

$$R_{\text{Ca(HCO}_3)_2} = \frac{M}{2} = \frac{162}{2} = 81 \text{ mg}$$

$$\text{zatem alkaliczność wody } m = \frac{324}{81} = 4,0 \text{ mval/dm}^3.$$

Odpowiedź: Alkaliczność  $m = 4 \text{ mval/dm}^3$ .

4. Obliczyć zawartość  $\text{NaOH}$  i  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  w  $\text{mg/dm}^3$ , jeżeli alkaliczność wody  $p = 6 \text{ mval/dm}^3$ , a alkaliczność  $m = 6,5 \text{ mval/dm}^3$ .

Rozwiązanie

Ponieważ  $p > \frac{m}{2}$ , zatem korzystamy ze wzorów (tabela 4 instrukcji) do obliczenia

stężenia odpowiednich jonów:  $[\text{OH}^-] = 2p - m$  i  $[\text{CO}_3^{2-}] = 2(m - p)$  po podstawieniu wartości otrzymujemy:  $[\text{OH}^-] = 2 \cdot 6 - 6,5 = 5,5 \text{ mval/dm}^3$ . Zatem ilość  $\text{NaOH}$  wynosi:

$$R_{\text{NaOH}} \cdot 5,5 = 40 \cdot 5,5 = 220 \text{ mg/dm}^3$$

W sposób analogiczny obliczamy ilość  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  w wodzie:

$$[\text{CO}_3^{2-}] = 2(6,5 - 6,0) = 1 \text{ mval/dm}^3.$$

$$\text{Ilość } \text{Na}_2\text{CO}_3 \text{ wynosi } R_{\text{Na}_2\text{CO}_3} \cdot 1 = 53 \cdot 1 = 53 \text{ mg/dm}^3.$$

Odpowiedź: Zawartość  $\text{NaOH} = 220 \text{ mg/dm}^3$ , a  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  wynosi  $53 \text{ mg/dm}^3$ .

## II. Zadania i pytania do samodzielnego wykonania przez studenta

### Zadania

1. Stężenie jonów  $\text{H}_3\text{O}^+$  w wodzie kotłowej, w temperaturze pracy kotła, wynosi  $10^{-9}$  mol/dm<sup>3</sup>. Obliczyć pH i pOH tej wody, zawartość jonów wodorotlenowych  $\text{OH}^-$  oraz określić odczyn chemiczny wody. Czy woda ta stanowi zagrożenie korozyjne w temperaturze pracy kotła?
2. Stężenie jonów wodorotlenowych  $\text{OH}^-$  w wodzie wynosi  $10^{-5}$  mol/dm<sup>3</sup>. Obliczyć pOH i pH tej wody, zawartość jonów oksoniowych  $\text{H}_3\text{O}^+$  oraz określić odczyn chemiczny tej wody.
3. W 200 cm<sup>3</sup> roztworu wodnego znajduje się 0,0034 g jonów wodorotlenowych  $\text{OH}^-$ . Obliczyć pH tego roztworu oraz określić jego odczyn chemiczny.  
Odpowiedź: pH = 11, roztwór jest silnie alkaliczny.
4. Obliczyć zawartość wodorotlenku sodu NaOH i węglanu sodu Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> w mg/dm<sup>3</sup>, jeżeli alkaliczność  $p = 4,0$  mval/dm<sup>3</sup>, a alkaliczność  $m = 7,5$  mval/dm<sup>3</sup>.  
Odpowiedź: zawartość NaOH wynosi 20,0 mg/dm<sup>3</sup>, Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> = 371,0 mg/dm<sup>3</sup>.
5. Obliczyć zawartość wodorowęglanu sodu NaHCO<sub>3</sub> i węglanu sodu Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> w wodzie w mg/dm<sup>3</sup>, jeżeli alkaliczność wody  $p = 2,0$  mval/dm<sup>3</sup>, a alkaliczność  $m = 6,0$  mval/dm<sup>3</sup>.  
Odpowiedź: NaHCO<sub>3</sub> = 168 mg/dm<sup>3</sup>, a Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> = 212 mg/dm<sup>3</sup>.
6. Alkaliczność wody  $m = 400$  mg/dm<sup>3</sup> CaCO<sub>3</sub>, a twardość ogólna wynosi 11,2 °dH. Obliczyć zawartość NaHCO<sub>3</sub> w mg/dm<sup>3</sup>.  
Odpowiedź: 336 mg/dm<sup>3</sup> NaHCO<sub>3</sub>.

### Pytania

1. Zdefiniować pojęcie pH i podać jego zakresy.
2. Jakie są metody pomiaru pH i które z tych metod stosuje się na statkach.
3. Dlaczego czystym (nieuzdatnionym) destylatem nie zasila się kotłów parowych?
4. Jakie powinno być pH wody kotłowej w temperaturze pracy kotła oraz w temperaturze pokojowej?
5. Jaki jest wpływ pH wody na jej agresywność korozyjną i skłonność do pienienia się?
6. Wyjaśnić, dlaczego węglan sodu Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> oraz ortofosforan(V) sodu Na<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> nadają wodzie odczyn zasadowy? Odpowiedź uzasadnić na podstawie odpowiednich reakcji chemicznych.
7. Czy alkaliczność  $p$  może być większa od alkaliczności  $m$  wody? Uzasadnić odpowiedź.
8. Napisać równania reakcji chemicznych zachodzących podczas oznaczania alkaliczności wody, gdy alkaliczność  $p = 0$ , a alkaliczność  $m > 0$ .
9. Jakie działania zaradcze należy podjąć, gdy alkaliczność wody kotłowej przekracza dopuszczalne wartości dla danego kotła parowego?

## Tabele pomocnicze

Tabela 3

Ilości związków zasadowych w mg/dm<sup>3</sup> równoważne jednostkom alkaliczności

Nazwa soli	Wzór chemiczny	Alkaliczność wobec fenoloftaleiny		Alkaliczność wobec oranżu metylowego	
		$p = 1$	$^{\circ}\text{dH} = 1$	$m = 1$	$^{\circ}\text{dH} = 1$
Wodorotlenek sodu	NaOH	40	14,3	40	14,30
Węglan sodu	Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	106	37,8	53	18,90
Węglan wapnia	CaCO <sub>3</sub>	100	35,7	50	18,85
Wodorowęglan wapnia	Ca(HCO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	162	57,8	81	28,90
Wodorowęglan magnezu	Mg(HCO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	146	52,2	73	26,10
Fosforan trisodowy bezwodny	Na <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>	164	58,6	82	29,30
Fosforan trisodowy uwodniony	Na <sub>3</sub> PO <sub>4</sub> · 12H <sub>2</sub> O	380	135,8	190	67,90
Bezwodnik kwasu fosforowego	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	71	25,4	35,5	12,70
Jon fosforanu trizasadowego	PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>	95	34,0	49,5	17,00

### Przykład obliczeń:

W wyniku miareczkowania 100 cm<sup>3</sup> wody 0,10 M roztworem kwasu solnego uzyskano wartość  $p = 3$  i  $m = 4,5$ .

Zakładając, że w badanej wodzie nie ma fosforanów, obliczyć równoważne tym alkalicznościom zawartości wodorotlenku sodu i węglanu sodu.

Ponieważ wartość  $p > \frac{m}{2}$  alkaliczność wywołana obecnością wodorotlenków wyniesie wg tabeli 4 (na odwrocie)  $2p - m = 2 \cdot 3 - 4,5 = 1,5$ , co odpowiada zawartości  $1,5 \cdot 40 = 60$  mg NaOH/dm<sup>3</sup>, a alkaliczność spowodowana obecnością węglanów wyniesie:  $2(m - p) = 2(4,5 - 3) = 3$ , czemu odpowiada zawartość  $3 \cdot 53 = 159$  mg Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>/dm<sup>3</sup>. Prawdliwość otrzymanego wyniku łatwo można sprawdzić, korzystając z tabeli 4.

Zawartość	60 mg NaOH/dm <sup>3</sup>	odpowiada wartościom	$p = 1,5$ i $m = 1,5$
Zawartość	159 mg Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> /dm <sup>3</sup>	odpowiada wartościom	$p = 1,5$ i $m = 3,0$
zatem razem:			$p = 3,0$ i $m = 4,5$

Tabela 4

Przybliżone zawartości wodorotlenków, węglanów i wodorowęglanów dla różnych wartości alkaliczności  $p$  i  $m$

Grupa związków chemicznych	Nazwa związku chemicznego lub jonu	Wzór chemiczny	Zawartość równoważna jednostce alkaliczności $p$ lub $m$ [mg/dm <sup>3</sup> ]	Wartość alkaliczności $p$ i $m$				
				Dla $p = 0$	Dla $p < \frac{m}{2}$	Dla $p = \frac{m}{2}$	Dla $p > \frac{m}{2}$	Dla $p = m$
Wodorotlenki	Jon wodorotlenowy	OH <sup>-</sup>	17	0	0	0	$2p - m$	$m$
	Wodorotlenek wapnia	Ca(OH) <sub>2</sub>	37					
	Wodorotlenek magnezu	Mg(OH) <sub>2</sub>	29					
	Wodorotlenek sodu	NaOH	40					
Węglany	Jon węglanowy	CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	30	0	$2p$	$m$	$2(m - p)$	0
	Węglan wapnia	CaCO <sub>3</sub>	50					
	Węglan magnezu	MgCO <sub>3</sub>	42					
	Węglan sodu	Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	53					
Wodorowęglany	Jon wodorowęglanowy	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	61	$m^*$	$m - 2p$	0	0	0
	Wodorowęglan wapnia	Ca(HCO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	81					
	Wodorowęglan magnezu	Mg(HCO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	73					
	Wodorowęglan sodu	NaHCO <sub>3</sub>	84					

\* Jeżeli  $m < 0,05$  woda jest pozbawiona wodorowęglanów (woda destylowana).



Tabela 5

Wielkości fizykochemiczne wody dla kotłów  
typu VL 512/10-01 zalecane przez producenta

Wielkości fizykochemiczne	Rodzaj wody			
	Kondensat	Destylat	Woda zasilająca	Woda kotłowa
Zawartość Cl <sup>-</sup> w ppm	≤	12 + 24	x	≤ 1200
Twardość ogólna w °dH	x	≤ 0,084	≤ 0,84	< 0,56
Alkaliczność p w ppm	x	x	x	150 + 200
Zawartość PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> w ppm	x	x	x	2 + 5
Wykładnik stężenia jonów oksoniowych pH	x	x	6,5 + 9,5 <sup>xx</sup>	x
Zawartość oleju w ppm	x	0	< 3	ślady
Ogólna zawartość soli w ppm	x	x	x	≤ 3000

<sup>x</sup> Nie ujęte w normie.

<sup>xx</sup> W temperaturze około 20°C.

Tabela 6

Dopuszczalne zakresy wielkości fizykochemicznych dla kotłów  
firmy „Unitor” pracujących pod różnymi ciśnieniami

Ciśnienie par w kotle MPa	Alkaliczność		Jony			N <sub>2</sub> H <sub>4</sub> · 10 <sup>-1</sup> ppm	pH
	<i>p</i> ppm	<i>m</i> ppm	Cl <sup>-</sup> ppm	PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> ppm	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> ppm		
0 – 1,75	100 – 150	2 <i>p</i>	200	20 – 50	20 – 50	1 – 2	8,3 – 9
1,75 – 3,1	100 – 150	2 <i>p</i>	200	20 – 50	20 – 50	1 – 2	8,3 – 9
3,1 – 4,2	100 – 150	2 <i>p</i>	200	20 – 50	20 – 50	1 – 2	8,3 – 9
4,2 – 6,0	100 – 120	2 <i>p</i>	50	15 – 30	x	1 – 1,5	8,3 – 9
6,0 – 8,0	–	–	30	10 – 25	x	0,5 – 1	8,3 – 9

<sup>x</sup> Nie ujęte w normie.

Tabela 7

Jakość wody dla kotłów wodnorurkowych pracujących pod ciśnieniem do 4 MPa wg P. Orłowskiego „Kotły parowe w energetyce przemysłowej”

Wielkości fizykochemiczne	Ciśnienie w MPa					
	1,4		2,4		4,0	
	śred.	dop.	śred.	dop.	śred.	dop.
Woda zasilająca						
Twardość ogólna °dH	0,02	0,05	0,015	0,02	0,01	0,015
Zawartość O <sub>2</sub> ppm	0,03	0,05	0,02	0,05	0,02	0,03
Zawartość Fe ppm	0,30	–	0,10	0,2	0,05	0,10
Zawartość Cu ppm	–	–	–	–	–	0,01
Wartość pH w temp. ok. 20°C	8,50	9,50	8,5	9,5	8,5	9,5
Zawartość oleju ppm		3,00		2		1
Zawartość CO <sub>2</sub> ppm	–	–	–	25	–	25
Utlenialność KMnO <sub>4</sub> ppm	–	–	–	–	–	20
Zawartość NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> ppm	–	–	–	–	–	0,02
Zawartość SiO <sub>2</sub> ppm	–	wielkości ustala się wg instrukcji producenta				
Przewodnictwo właściwe μScm <sup>-1</sup>	–					
Woda kotłowa						
Alkaliczność <i>p</i> ppm	5 – 15	2 – 20	2 – 8	2 – 10	1 – 5	2 – 7
Zawartość SiO <sub>2</sub> ppm	–	60	–	40	–	35
Zawartość P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ppm	–	–	10	20	5 – 10	10 – 20
Przewodnictwo właściwe μScm <sup>-1</sup>	7000	9000	4000	6000	2000	3000

Tabela 8

Stosowane ilości preparatów do wody kotłowej, zalecane przez firmę Unitor

Nazwa preparatu	Alkaliczność <i>p</i> ppm CaCO <sub>3</sub>						
	0	50	100	150	200	225	300
Combitreat kg/1000 dm <sup>3</sup>	0,4	0,3	0,2	0,1	0	0	0
Liquitreat kg/1000 dm <sup>3</sup>	2,4	1,8	1,2	0,6	0	0	0

Formularz raportu kontroli analitycznej wody kotłowej firmy Unitor

**UNITOR** chemicals  
 c/o Kjemi Service AS  
 P.O. Box 49  
 3140 Borgheim  
 NORWAY

**CO-ORDINATED BOILER WATERTREATMENT PROGRAMME**  
 SHIPBOARD LOG PAD - UP TO 42 BAR SPECTRAPAK 311  312

Ship \_\_\_\_\_ Flag \_\_\_\_\_ Owner \_\_\_\_\_

Boiler \_\_\_\_\_ Type \_\_\_\_\_ Pressure \_\_\_\_\_ Bar, Capacity \_\_\_\_\_ Tons

Make up: Shore  Distilled  Mixed

Year \_\_\_\_\_ Month \_\_\_\_\_ Day \_\_\_\_\_

	Day	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D																									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31						
<b>Hardness control</b> PHOSPHATE ppm as PO <sub>4</sub> limits 20-50	≥70																																					
	60																																					
	50																																					
	40																																					
	30																																					
	20																																					
10																																						
0																																						
Dosage grammes																																						
<b>Alkalinity control</b> P. ALKALINITY ppm as CaCO <sub>3</sub> limits 100-150	≥170																																					
	150																																					
	130																																					
	110																																					
	90																																					
	≤70																																					
Dosage ml																																						
M. Alk.	over 2xP. Alk.																																					
	below 2xP. Alk.																																					
<b>Boiler pH</b>	over 11.0																																					
	9.5-11.0																																					
	below 9.5																																					
<b>Oxygen control</b> HYDRAZINE ppm as N <sub>2</sub> H <sub>4</sub> limits 0.10-0.20	≥0.25																																					
	0.20																																					
	0.15																																					
	0.10																																					
	≤0.05																																					
	Dosage liter																																					
<b>SULPHITE</b> ppm as Na <sub>2</sub> SO <sub>3</sub> limits 20-50	≥60																																					
	50																																					
	40																																					
	30																																					
	20																																					
	0-10																																					
Dosage liter																																						
<b>Boiler Chlorides</b> max 200 ppm as Cl	≥260																																					
	220-240																																					
	180-200																																					
	140-160																																					
	100-120																																					
	60-80																																					
0-40																																						
Blow Down T/B																																						
<b>Condensate pH</b> limits 8.3-9.0	≥9.2																																					
	8.8-9.0																																					
	8.3-8.6																																					
	8.2																																					
	≤8.0																																					
Dosage liter																																						
Comments																																						



Formularz raportu kontroli analitycznej wody chłodzącej firmy Unitor

**UNITOR** chemicals  
 c/o Kjem Service AS  
 P.O. Box 49  
 3140 Borgheim  
 NORWAY

**COOLING WATERTREATMENT PROGRAMME**  
**SHIPBOARD LOG PAD**

SPECTRAPAK 309

Ship \_\_\_\_\_ Flag \_\_\_\_\_ Owner \_\_\_\_\_

**MAIN ENGINE MANUFACTURER** \_\_\_\_\_ **TYPE** \_\_\_\_\_

Make up: Shore  Distilled  Mixed

PRODUCT Dieselguard NB

Rocor NB Liquid

Year \_\_\_\_\_ Month J F M A M J J A S O N D

JACKETS										PISTONS										
CAP. _____ TONS										CAP. _____ TONS										
DATE										DATE										
NORMAL CHLORIDE LEVEL 50 PPM MAX	NITRITE as ppm NO <sub>2</sub>	≥2700	0	0	0	0	0	0	0	0	≥2700	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		2520	0	0	0	0	0	0	0	0	2520	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		2340	0	0	0	0	0	0	0	0	2340	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		2160	0	0	0	0	0	0	0	0	2160	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		1980	0	0	0	0	0	0	0	0	1980	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		1800	0	0	0	0	0	0	0	0	1800	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		1620	0	0	0	0	0	0	0	0	1620	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		1440	0	0	0	0	0	0	0	0	1440	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		1260	0	0	0	0	0	0	0	0	1260	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		1080	0	0	0	0	0	0	0	0	1080	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		900	0	0	0	0	0	0	0	0	900	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		≤720	0	0	0	0	0	0	0	0	≤720	0	0	0	0	0	0	0	0	0
CHLORIDE ppm Cl	≥100	0	0	0	0	0	0	0	0	≥100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	80	0	0	0	0	0	0	0	0	80	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	60	0	0	0	0	0	0	0	0	60	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	40	0	0	0	0	0	0	0	0	40	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	20	0	0	0	0	0	0	0	0	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
pH										pH										
Dieselguard NB kg										Dieselguard NB kg										
Rocor NB liquid ltr										Rocor NB liquid ltr										
Make up ltr										Make up ltr										
FUEL VALVES										AUX. GENERATORS										
CAP. _____ TONS										CAP. _____ TONS										
DATE										DATE										
NORMAL NITRITE LEVEL 1200-2400 PPM	NITRITE as ppm NO <sub>2</sub>	≥2700	0	0	0	0	0	0	0	0	≥2700	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		2520	0	0	0	0	0	0	0	0	2520	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		2340	0	0	0	0	0	0	0	0	2340	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		2160	0	0	0	0	0	0	0	0	2160	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		1980	0	0	0	0	0	0	0	0	1980	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		1800	0	0	0	0	0	0	0	0	1800	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		1620	0	0	0	0	0	0	0	0	1620	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		1440	0	0	0	0	0	0	0	0	1440	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		1260	0	0	0	0	0	0	0	0	1260	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		1080	0	0	0	0	0	0	0	0	1080	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		900	0	0	0	0	0	0	0	0	900	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		≤720	0	0	0	0	0	0	0	0	≤720	0	0	0	0	0	0	0	0	0
CHLORIDE ppm Cl	≥100	0	0	0	0	0	0	0	0	≥100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	80	0	0	0	0	0	0	0	0	80	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	60	0	0	0	0	0	0	0	0	60	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	40	0	0	0	0	0	0	0	0	40	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	20	0	0	0	0	0	0	0	0	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
pH										pH										
Dieselguard NB kg										Dieselguard NB kg										
Rocor NB liquid ltr										Rocor NB liquid ltr										
Make up ltr										Make up ltr										
Comments																				