



Nazwa kwalifikacji: **Planowanie i realizacja zadań związanych z ochroną środowiska**

Oznaczenie kwalifikacji: **R.08**

Numer zadania: **01**

Wypełnia zdający

Miejsce na naklejkę z numerem  
PESEL i z kodem ośrodka

Numer PESEL zdającego\*

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

**R.08-01-16.01**

Czas trwania egzaminu: **120 minut**

## **EGZAMIN POTWIERDZAJĄCY KWALIFIKACJE W ZAWODZIE**

**Rok 2016**

### **CZEŚĆ PRAKTYCZNA**

#### **Instrukcja dla zdającego**

1. Na pierwszej stronie arkusza egzaminacyjnego wpisz w oznaczonym miejscu swój numer PESEL i naklej naklejkę z numerem PESEL i z kodem ośrodka.
2. Na KARCIE OCENY w oznaczonym miejscu przyklej naklejkę z numerem PESEL oraz wpisz:
  - swój numer PESEL\*,
  - oznaczenie kwalifikacji,
  - numer zadania,
  - numer stanowiska.
3. Sprawdź, czy arkusz egzaminacyjny zawiera 7 stron i nie zawiera błędów. Ewentualny brak stron lub inne usterki zgłoś przez podniesienie ręki przewodniczącemu zespołu nadzorującego.
4. Zapoznaj się z treścią zadania oraz stanowiskiem egzaminacyjnym. Masz na to 10 minut. Czas ten nie jest wliczany do czasu trwania egzaminu.
5. Czas rozpoczęcia i zakończenia pracy zapisze w widocznym miejscu przewodniczący zespołu nadzorującego.
6. Wykonaj samodzielnie zadanie egzaminacyjne. Przestrzegaj zasad bezpieczeństwa i organizacji pracy.
7. Po zakończeniu wykonania zadania pozostaw arkusz egzaminacyjny z rezultatami oraz KARTĘ OCENY na swoim stanowisku lub w miejscu wskazanym przez przewodniczącego zespołu nadzorującego.
8. Po uzyskaniu zgody zespołu nadzorującego możesz opuścić salę/miejsce przeprowadzania egzaminu.

***Powodzenia!***

\* w przypadku braku numeru PESEL – seria i numer paszportu lub innego dokumentu potwierdzającego tożsamość

## Zadanie egzaminacyjne

Zaplanuj proces chemicznego zmiękczenia wody zasilającej obieg kotłowy metodą wapno-soda na zimno. W oparciu o zamieszczone wyniki analizy wody i reagentów, oblicz twardość wody, dawki wagowe, objętościowe oraz stężenie wapna i sody potrzebne do przeprowadzenia procesu wypełniając Tabelę 1, 2, 3 i 4. Na podstawie otrzymanych danych przygotuj zbiorcze zestawienie wyników uzupełniając Tabelę 5. W oparciu o reakcje chemiczne zmiękczenia wody metodą wapno-soda, przeanalizuj skład wody, po przeprowadzonym zmiękczeniu, a wynik analizy zapisz w Tabeli 6. Uzupełnij schemat blokowy obrazujący proces zmiękczenia wody metodą wapno-soda, wykorzystując wykaz urządzeń, procesów i substancji stosowanych do uzdatniania wód do celów przemysłowych różnymi metodami. Wszelkie obliczenia wykonaj z dokładnością do jednego miejsca po przecinku.

### Wyniki analizy wody i analizy reagentów

Analiza wody	Analiza reagentów
<ul style="list-style-type: none"> <li>pH = 7,6</li> <li>kwasowość b, <math>\text{CO}_2 = 0,3 \text{ mmol/dm}^3</math></li> <li>twardość ogólna, <math>\text{tw}_o = 2,5 \text{ mmol/dm}^3</math></li> <li>twardość wapniowa, <math>\text{tw}_{\text{Ca}} = 2,2 \text{ mmol/dm}^3</math></li> <li>twardość węglanowa, <math>\text{tw}_{\text{węgl}} = 2,0 \text{ mmol/dm}^3</math></li> </ul>	Analiza wapna – reagentu do zmiękczenia <ul style="list-style-type: none"> <li>zasadowość p = <math>60 \text{ mmol/dm}^3</math></li> <li>zasadowość m = <math>70 \text{ mmol/dm}^3</math></li> </ul>
	Analiza sody – reagentu do zmiękczenia <ul style="list-style-type: none"> <li>zasadowość p = <math>120 \text{ mmol/dm}^3</math></li> <li>zasadowość m = <math>130 \text{ mmol/dm}^3</math></li> </ul>

**Czas przeznaczony na wykonanie zadania wynosi 120 minut.**

**Ocenie podlegać będą 4 rezultaty:**

- Obliczona twardość, dawki wagowe, objętościowe oraz stężenie wapna potrzebne do przeprowadzenia procesu zmiękczenia wody metodą wapno-soda na zimno;
- Obliczona twardość, dawki wagowe, objętościowe oraz stężenie sody potrzebne do przeprowadzenia procesu zmiękczenia wody metodą wapno-soda na zimno;
- Przeprowadzona analiza wyników składu wody po przeprowadzonym procesie zmiękczenia;
- Schemat blokowy urządzeń i procesów do zmiękczenia wody metodą wapno-soda na zimno.

## DOKUMENTACJA PROCESU ZMIĘKCZANIA WODY

**Tabela 1. Obliczona twardość magnezowa i niewęglanowa wody**

$$tw_o = tw_{Ca} + tw_{Mg} \quad \text{oraz} \quad tw_o = tw_{węgl} + tw_{nw}$$

twardość ogólna $tw_o$	twardość wapniowa $tw_{Ca}$	twardość magnezowa $tw_{Mg}$	twardość węglanowa $tw_{węgl}$	twardość niewęglanowa $tw_{nw}$
2,5 mmol/dm <sup>3</sup>	2,2 mmol/dm <sup>3</sup>	.....mmol/dm <sup>3</sup>	2,0 mmol/dm <sup>3</sup>	.....mmol/dm <sup>3</sup>

**Tabela 2. Obliczone dawki wagowe wapna i sodu**

Dawka <sub>wag</sub> CaO = .....g CaO/m <sup>3</sup>
Dawka <sub>wag</sub> Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> = .....g Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> /m <sup>3</sup>

**Wzory do obliczeń dawek wapna i sody używane w różnych metodach zmiękczenia**

$$\text{Dawka}_{\text{wag}} \text{CaO} = 56 (tw_{\text{węgl}} + tw_{\text{Mg}} + \frac{1}{2} \times CO_2 + 0,25) \quad [\text{g CaO} / \text{m}^3] \quad \text{dla metody na zimno}$$

$$\text{Dawka}_{\text{wag}} \text{CaO} = 56 (2/3 tw_{\text{węgl}} + tw_{\text{Mg}} + 0,25) \quad [\text{g CaO} / \text{m}^3] \quad \text{dla metody na gorąco}$$

$$\text{Dawka}_{\text{wag}} \text{Na}_2\text{CO}_3 = 106(tw_{\text{nw}} + 0,5) \quad [\text{g Na}_2\text{CO}_3 / \text{m}^3]$$

gdzie:

56 – masa molowa CaO

106 – masa molowa sody

D CaO – dawka wagowa wapna w przeliczeniu na g CaO /m<sup>3</sup> wody

$tw_{\text{węgl}}$  – twardość węglanowa wody w mmol/dm<sup>3</sup>

$tw_{\text{Mg}}$  – twardość magnezowa wody w mmol/dm<sup>3</sup>

$tw_{\text{nw}}$  – twardość niewęglanowa wody w mmol/dm<sup>3</sup>

CO<sub>2</sub> – kwasowość b wody w mmol/dm<sup>3</sup>

**Tabela 3. Obliczenia stężenia wapna i sody**

Stężenie $C_{CaO}$ = .....g CaO /m <sup>3</sup>
<b>Stężenie <math>C_{Na_2CO_3}</math>, sprawdzenie warunku p i m:</b> p = .....mmol/dm <sup>3</sup> m = .....mmol/dm <sup>3</sup> 2p.....m (wpisz znak większości lub mniejszości)
Stężenie $C_{Na_2CO_3}$ = .....g Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> /m <sup>3</sup>

**Wzory do obliczeń stężeń wapna i sody**

$$\text{Stężenie } C_{CaO} = 28(2p-m) \quad [\text{g CaO} / \text{m}^3]$$

Stężenie sody oblicza się według wzoru (1) lub (2) w zależności od wielkości zasadowości p i m w sodzie:

- (1) Stężenie  $C_{Na_2CO_3} = 106(m-p) \quad [\text{g Na}_2\text{CO}_3 / \text{m}^3] \quad \text{gdy } 2p > m$   
(2) Stężenie  $C_{Na_2CO_3} = 106 \times p \quad [\text{g Na}_2\text{CO}_3 / \text{m}^3] \quad \text{gdy } 2p \leq m$

gdzie: p – zasadowość p wapna i sody, mmol/dm<sup>3</sup>

m – zasadowość m wapna i sody, mmol/dm<sup>3</sup>

**Tabela 4. Obliczone dawki objętościowe wapna i sody**

Dawka <sub>obj</sub> CaO = (D <sub>wag CaO</sub> x 1000) / C <sub>CaO</sub> = .....cm <sup>3</sup> /dm <sup>3</sup>
Dawka <sub>obj</sub> Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> = (D <sub>wag Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub></sub> x 1000) / C <sub>Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub></sub> = .....cm <sup>3</sup> /dm <sup>3</sup>

Twardość węglanowa = zasadowość m w wodzie

Przeliczenie jednostek:

- 1 mg/dm<sup>3</sup> = 1g/m<sup>3</sup>
- 1 mmol/dm<sup>3</sup> = 1mol/m<sup>3</sup>
- 1 cm<sup>3</sup>/dm<sup>3</sup> = 1 dm<sup>3</sup>/m<sup>3</sup>

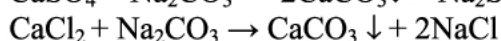
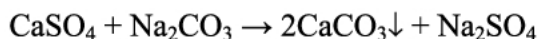
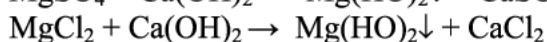
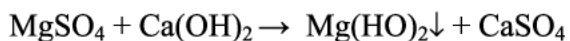
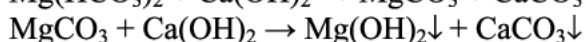
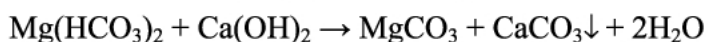
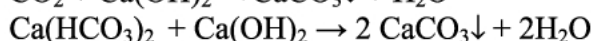
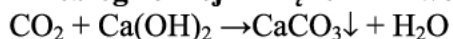
**Tabela 5. Zbiorcze zestawienie wyników obliczeń**  
(do uzupełnienia tabeli wykorzystaj wyniki obliczeń z poprzednich tabel)

Lp.	Parametr	Jednostka	Obliczona wartość
1	Wagowa dawka wapna do zmiękczenia 1 dm <sup>3</sup> wody badanej	g CaO/m <sup>3</sup>	.....
2	Wagowa dawka sody do zmiękczenia 1 dm <sup>3</sup> wody badanej	g Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> /m <sup>3</sup>	.....
3	Stężenie roztworu wapna	g CaO/m <sup>3</sup>	.....
4	Stężenie roztworu sody	g Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> /m <sup>3</sup>	.....
5	Objętościowa dawka wapna do zmiękczenia 1 dm <sup>3</sup> wody badanej	cm <sup>3</sup>	.....
6	Objętościowa dawka sody do zmiękczenia 1 dm <sup>3</sup> wody badanej	cm <sup>3</sup>	.....
7	Temperatura procesu	°K	293
8	Czas reakcji	h	4

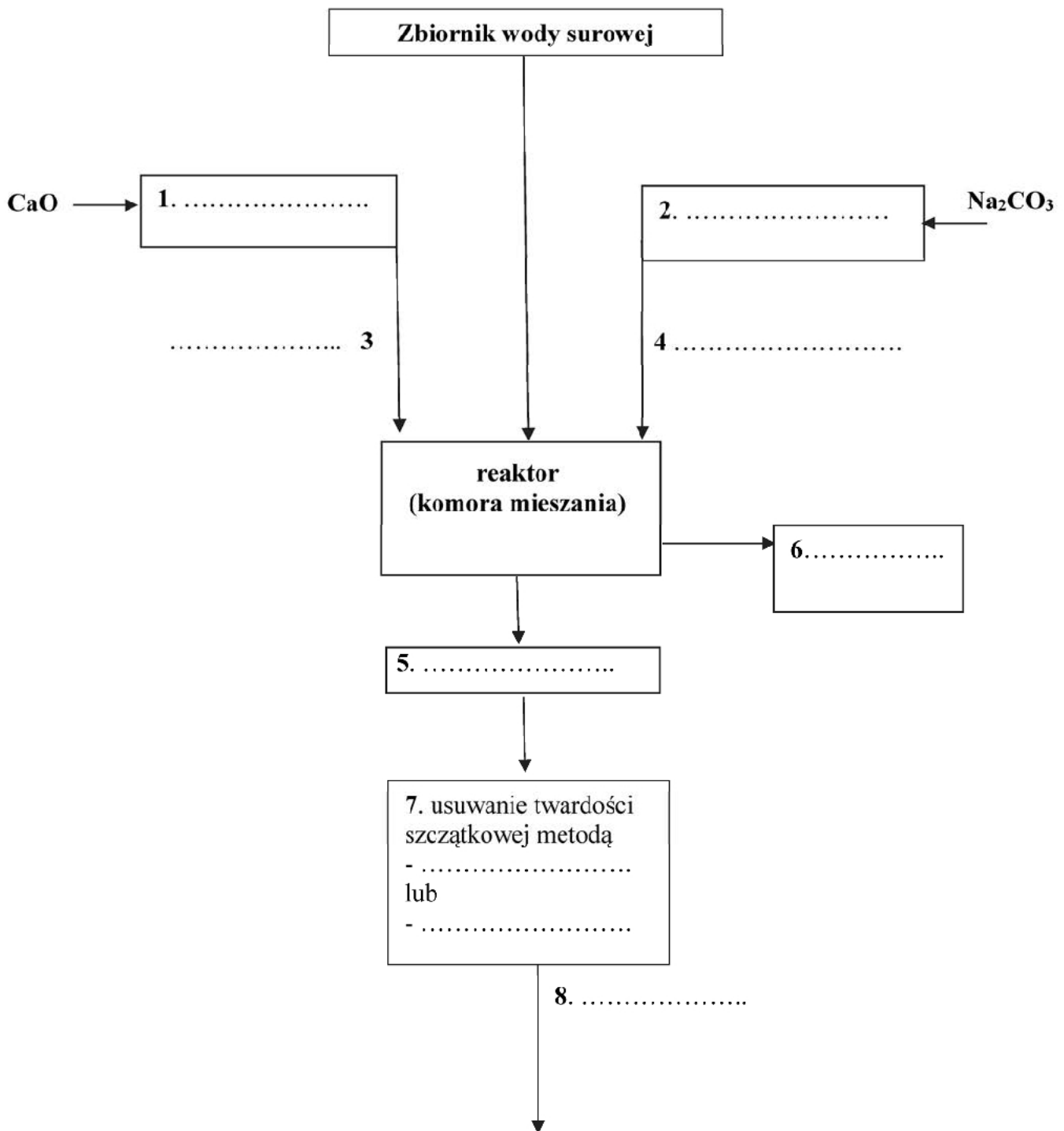
**Tabela 6. Wyniki analizy składu wody po przeprowadzonym procesie zmiękczenia**

Lp.	Rodzaj oznaczenia parametru wody	Jednostka	Woda	
			badana	zmiękczona (dla poszczególnych wskaźników wpisz: <b>wzrośnie</b> lub <b>zmniejszy się</b> )
1	Odczyn (pH)	-	7,6	.....
2	Zasadowość p	mmol/dm <sup>3</sup>	0,0	wzrośnie
3	Zasadowość m	mmol/dm <sup>3</sup>	2,0	zmniejszy się
4	Twardość ogólna	mmol/dm <sup>3</sup>	2,5	.....
5	Twardość węglanowa	mmol/dm <sup>3</sup>	2,0	.....
6	Twardość niewęglanowa	mmol/dm <sup>3</sup>	.....	.....
7	Twardość wapniowa	mmol/dm <sup>3</sup>	2,2	.....
8	Twardość magnezowa	mmol/dm <sup>3</sup>	.....	.....
9	Kwasowość ogólna b	mmol/dm <sup>3</sup>	0,15	zmaleje do zera

**Przebieg reakcji zmiękczenia wody metodą wapno-soda**



**Schemat blokowy urządzeń i procesów do zmiękczenia wodymetodą wapno – soda**  
(Uzupełnij w schemacie blokowym pozycje 1-8)



**Wykaz urządzeń, procesów i substancji stosowanych do uzdatniania wód do celów przemysłowych różnymi metodami**

<ul style="list-style-type: none"><li>• anionit</li><li>• kationit sodowy</li><li>• desorber CO<sub>2</sub></li><li>• filtr pospieszny</li><li>• kationit wodorowy</li><li>• metoda jonitowa</li><li>• metoda fosforanowa</li><li>• metoda wapno-ług sodowy</li><li>• metoda dekarbonizacji</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• osad CaCO<sub>3</sub></li><li>• osad Mg(OH)<sub>2</sub></li><li>• reaktor (komora mieszania)</li><li>• roztwór sody</li><li>• solanka NaCl</li><li>• sytnik wapna</li><li>• woda wapienna</li><li>• woda zmiękczona</li><li>• zbiornik roztworu sody</li></ul>
---	--