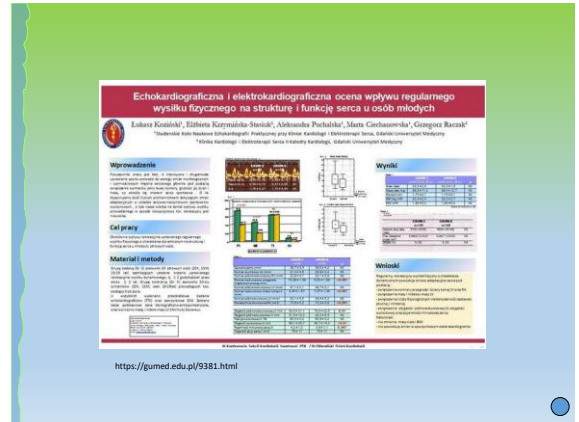
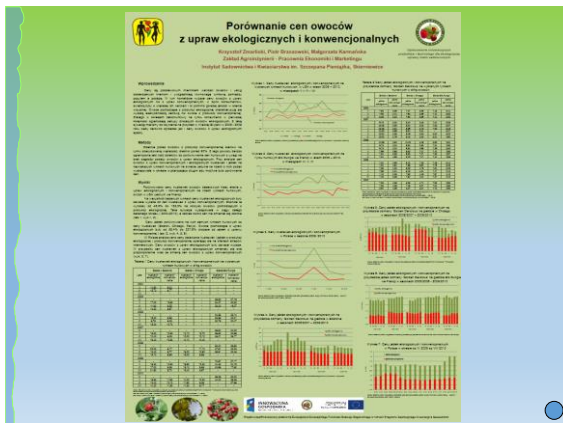




7



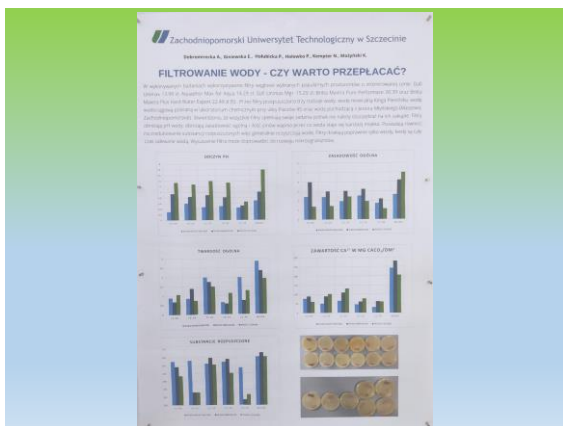
8



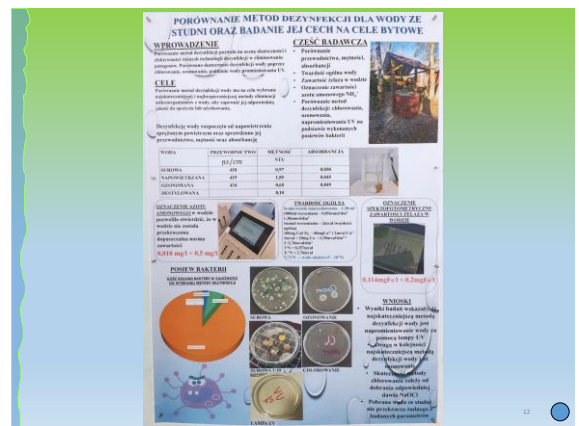
9



10



11



12



19



20

Gospodarka odpadami – Laboratorium: uczestnictwo w zajęciach – 9 L; praca własna 21 L

Forma działalności	Typ	Semestr	Godziny	ECTS (planowane)	ECTS (kontaktowe)	ECTS (samodzielne)	Waga	Zaliczenie
Wykłady	audytoryjny	2	9	1,0	0,5	0,5	1,0	zaliczenie
Ćwiczenia	praktyczny	2	9	1,0	0,5	0,5	1,0	zaliczenie
Projekt	praktyczny	2	18	1,5	0,7	0,8	1,5	zaliczenie

Gospodarka wodno-ściekowa w zakładach przemysłowych – Laboratorium: uczestnictwo w zajęciach 18 L; praca własna 42 L.

Forma działalności	Typ	Semestr	Godziny	ECTS (planowane)	ECTS (kontaktowe)	ECTS (samodzielne)	Waga	Zaliczenie
Wykłady	audytoryjny	2	9	1,0	0,5	0,5	1,0	zaliczenie
Ćwiczenia	praktyczny	2	9	1,0	0,5	0,5	1,0	zaliczenie
Projekt	praktyczny	2	18	2,0	0,7	1,3	2,0	zaliczenie

Łączny przewidziany nakład czasu 90 L (godzin lekcyjnych) – 67,5 h (godzin zegarowych)

21

Informacje dotyczące przykładowych tematów.
Sposób podejścia do zaplanowania działań.

22

Chlorowanie do punktu przełamania

$\text{NH}_3 + \text{Cl}_2 \rightarrow \text{NH}_2\text{Cl} + \text{H}^+ + \text{Cl}^-$
 $\text{NH}_2\text{Cl} + \text{Cl}_2 \rightarrow \text{NHCl}_2 + \text{H}^+ + \text{Cl}^-$

Chloroaminy – związki powstałe przez działanie podchlorynów na amoniak lub związki zawierające grupę aminową ($-\text{NH}_2$) lub iminową ($=\text{NH}$). Większość wykazuje właściwości dezynfekujące.

$4\text{NH}_2\text{Cl} + 3\text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{N}_2\text{O} + \text{N}_2 + 10\text{H}^+ + 10\text{Cl}^-$

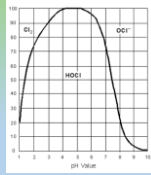
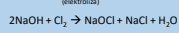
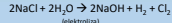
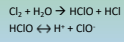
23

$\text{NHCl}_2 + \text{Cl}_2 \rightarrow \text{NCl}_3 + \text{H}^+ + \text{Cl}^-$
 $\text{NH}_3 + \text{HClO} \rightarrow \text{NH}_2\text{Cl} + \text{H}_2\text{O}$
 $\text{NH}_3 + 2\text{HClO} \rightarrow \text{NHCl}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$
 $2\text{NH}_2\text{Cl} + \text{HClO} \rightarrow \text{N}_2 + 3\text{H}^+ + 3\text{Cl}^- + \text{H}_2\text{O}$
 $\text{NH}_2\text{Cl} + \text{NHCl}_2 \rightarrow \text{N}_2 + 3\text{H}^+ + 3\text{Cl}^-$

Chlorowanie do punktu przełamania

24

Podchloryn sodu



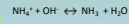
Handlowy roztwór podchlorynu sodu: zawartość aktywnego chloru ~150 g/l (najczęściej stabilizowany NaOH) Na_2CO_3 ~20g/l w przeliczeniu na NaOH

25

Air stripping – usuwanie amoniaku



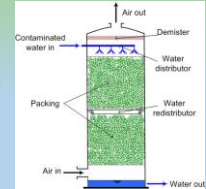
roztwór np. NH_4Cl - odczyn?



$$K = \frac{[\text{NH}_3]}{[\text{NH}_4^+] \cdot [\text{OH}^-]}$$

$$\text{pK} = 9,25$$

Odczyn?
Temperatura?
Ciśnienie?
Przepływ powietrza?
Czas kontaktu?



Rozpuszczalność NH_3 w wodzie – 540 g/l

26

Tempera- tura badanej próbki °C	pH badanej próbki									
	6,0	7,0	8,0	8,5	9,0	9,5	10	10,5	11	
procentowy udział azotu w postaci amoniaku (A) w zawartości azotu amonowego (N_{NH_4})										
5	0,01	0,1	0,9	3,3	9,7	25,5	51,5	77	91,5	
6	0,01	0,1	1,05	3,5	10,5	27	51	78	92	
7	0,01	0,15	1,5	3,8	11,5	29,5	56	79,5	92,5	
8	0,015	0,15	1,3	4,3	12,5	30,5	58	80,5	93	
9	0,015	0,15	1,45	4,6	13	32	60	82	93,5	
10	0,015	0,2	1,6	5,0	14	33,5	62	83	94	
11	0,015	0,2	1,75	5,3	15	35,5	63,5	84	94,5	
12	0,015	0,2	1,9	5,7	16	37	65,5	85	95	
13	0,02	0,2	2,0	6,0	17	39	67	86	95,5	
14	0,02	0,2	2,15	6,3	18	41	69,5	87	96,5	
15	0,02	0,25	2,3	6,7	19	42,5	70	88	96	
16	0,02	0,25	2,45	7,0	20	44,5	71,5	89	96,5	
17	0,025	0,25	2,6	7,4	21	46	73	89,5	96,5	
18	0,025	0,2	2,7	7,8	22	48	74,5	90,5	97	
19	0,03	0,3	2,95	8,3	23,5	50	75,5	91	97	
20	0,03	0,3	3,1	8,6	24,5	51,5	77	91,5	97	
21	0,035	0,3	3,3	9,4	26	53,5	79,5	93	97,5	
22	0,035	0,4	3,55	10	27	55	80,5	93,5	97,5	
23	0,04	0,4	3,8	11	28,5	57	82,5	95	98	
24	0,045	0,45	4,2	12	29,5	59	83	95	98	
25	0,05	0,5	4,7	12,5	30	60,5	84,5	95,5	98	

27

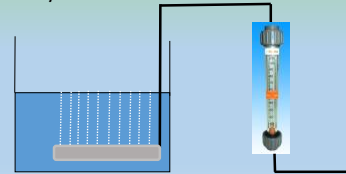
Identyfikacja problemu/wyzwania

Określenie celu do osiągnięcia

Mierzone parametry?

Analizy?

Metodyki?



28

Koagulacja wody i jej wpływ na kwasowość i zasadowość.

29

Koloidy



30

Rozpuszczalność

Substancje wprowadzone do wody mogą znajdować się w niej jako:

- zawiesiny ($>0,1/0,5/1 \mu\text{m}$)
- koloidy (1 nm – 100 (500, 1000) nm)
(wg IUPAC 1 nm – 1 μm)
- roztwór ($< 1 \text{ nm}$ [10Å])

$$1 \mu\text{m} = 10^{-6} \text{ m}$$

$$1 \text{ nm} = 10^{-9} \text{ m}$$

$$1 \text{ Å} = 10^{-8} \text{ cm} = 10^{-10} \text{ m} = 0,1 \text{ nm}$$

Kolejne przedrostki jednostek miar układu SI

deka • hekto • kilo • mega • **giga** • tera • peta • eksa • zetta • jotta
decy • centy • mili • mikro • nano • piko • femto • atto • zepto • jokto

31

Rozpuszczalność

Substancje wprowadzone do wody mogą znajdować się w niej jako:



32

31

32



Właściwość	Roztwór	Koloid	Zawiesina
Typ cząstek	Jony, małe molekuły	Duże molekuły, cząstki	Duże cząstki
Rozmiar cząstek	$< 1 \text{ nm}$	1 - 100 nm	$> 100 \text{ nm}$
Efekt Tyndalla	Nie	Tak	Tak

33

Odczyn

Odczyn roztworu określa stężenie, a ściślej **aktywność, jonów wodorowych** wyrażoną w gramorównoważnikach na litr

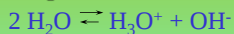
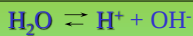
$$\text{pH} = -\log [\text{H}^+]$$

$[\text{H}^+]$ - stężenie jonów H^+ val/dm³

34

33

34



stopień dysocjacji $\alpha = 1,4 \cdot 10^{-9}$

$$K = ([\text{H}^+] \cdot [\text{OH}^-]) / [\text{H}_2\text{O}]$$

dla $T = 22^\circ\text{C}$ $K = 1,8 \cdot 10^{-16}$ (stała dysocjacji)

$$[\text{H}_2\text{O}] = \text{const}$$

$$[\text{H}^+] \cdot [\text{OH}^-] = K \cdot [\text{H}_2\text{O}] = \text{const (przy danej } T)$$

$$[\text{H}_2\text{O}] = 1000 [\text{g/dm}^3] / 18 [\text{g/mol}] = 55,56 \text{ mol/dm}^3$$

$$[\text{H}^+] \cdot [\text{OH}^-] = 1,8 \cdot 10^{-16} \cdot 55,56 = 10^{-14}$$

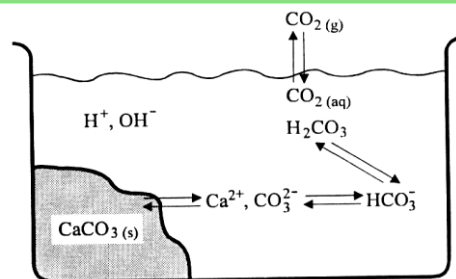
$$[\text{H}^+] = [\text{OH}^-] \quad [\text{H}^+]^2 = 10^{-14} \quad [\text{H}^+] = 10^{-7}$$

$$\text{pH} = 7$$

35

35

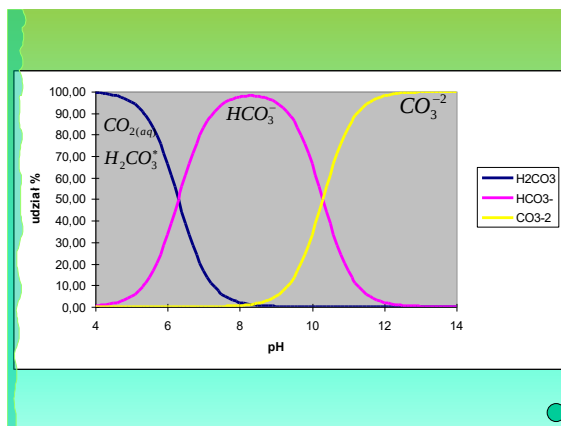
Układ węglanowy



36

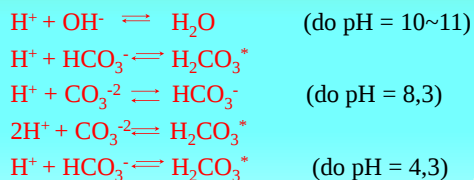
Kwasowość i zasadowość wody

37



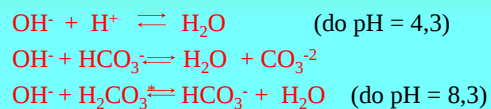
38

Zasadowość jest to zdolność wody do zobojętniania (wiązanego) silnego kwasu. Właściwość tę nadają wodzie obecne w niej zasady, a głównie OH^- , HCO_3^- , CO_3^{2-} . Podczas dodawania kwasu zachodzą reakcje:

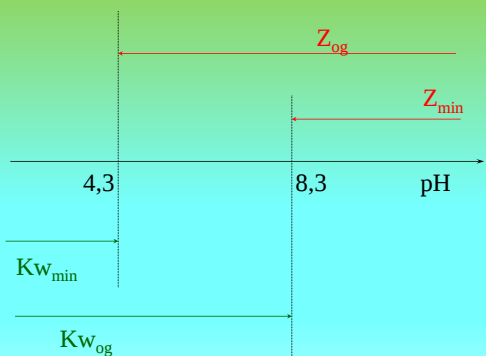


39

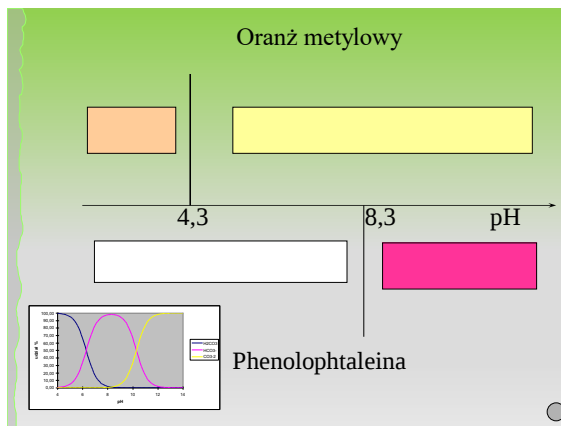
Kwasowość jest to zdolność wody do zobojętniania (wiązanego) silnych zasad. Właściwość tę nadają wodzie obecne w niej kwasy, a głównie H^+ , H_2CO_3^* , HCO_3^- . Podczas dodawania zasady zachodzą reakcje:



40



41



42

$\text{pH} < 4,3$
 $Z_{\text{og}} = 0, Z_{\text{min}} = 0, K_{\text{w}_{\text{min}}}, K_{\text{w}_{\text{og}}}$

$4,3 < \text{pH} < 8,3$
 $Z_{\text{og}}, Z_{\text{min}} = 0, K_{\text{w}_{\text{min}}} = 0, K_{\text{w}_{\text{og}}}$

$\text{pH} > 8,3$
 $Z_{\text{og}}, Z_{\text{min}}, K_{\text{w}_{\text{min}}} = 0, K_{\text{w}_{\text{og}}} = 0$

43

1. $4,3 < \text{pH} < 8,3$
 $Z_{\text{m}} = 0; Z_{\text{og}} > 0$

$[\text{OH}^-] = ?$
 $[\text{CO}_3^{2-}] = ?$

$[\text{OH}^-] = 0$
 $[\text{CO}_3^{2-}] = 0$

$\text{H}^+ + \text{HCO}_3^- \rightleftharpoons \text{H}_2\text{CO}_3^* (\text{CO}_{2\text{aq}})$ $[\text{HCO}_3^-] = Z_{\text{og}}$

metyloranz

$\text{H}_2\text{CO}_3^* + \text{OH}^- \rightleftharpoons \text{HCO}_3^- + \text{H}_2\text{O}$

phenolphthaleina

$[\text{H}_2\text{CO}_3^*] = [(\text{CO}_{2\text{aq}})] = K_{\text{w}_{\text{og}}}$

44

1. Jeżeli $Z_{\text{min}} = 0$ i $Z_{\text{og}} > 0$ to $K_{\text{w}_{\text{min}}} = 0$ i $K_{\text{w}_{\text{og}}} > 0$
 $4,3 < \text{pH} < 8,3$
w wodzie występują $\text{H}_2\text{CO}_3^*, \text{H}^+$ i HCO_3^- , a
 $K_{\text{w}_{\text{og}}}$ odpowiada zawartości H_2CO_3^*
Równowaga kontrolowana jest reakcją:
 $\text{H}_2\text{CO}_3^* \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{HCO}_3^-$
 $K_2 = 10^{-6,37}$ ($\text{p}K_2 = 6,37$)
czyli
 $\text{pH} = 6,37 + \log Z_{\text{og}} - \log K_{\text{w}_{\text{og}}}$

45

Odczyn wód naturalnych z zakresu $6,5 < \text{pH} < 8,5$ można obliczyć na podstawie oznaczenia Z_{og} i $K_{\text{w}_{\text{og}}}$

$\text{pH} = 6,37 + \log Z_{\text{og}} - \log K_{\text{w}_{\text{og}}}$

46

Koagulacja

47

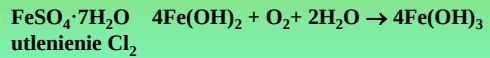
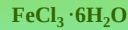
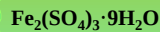
$\xi = \pm 30 \text{ mV}$ $\xi = \pm 0 \text{ mV}$

48

Do koagulacji zanieczyszczeń wody wykorzystywane są głównie sole (siarczany i chlorki) glinu i żelaza. Jako sole słabych zasad i mocnych kwasów ulegają one w wodzie hydrolizie.

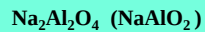
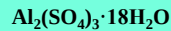
49

koagulanty żelazowe



utlenienie Cl_2

koagulanty glinowe



50

koagulanty PIX i PAX

PIX koagulant nieorganiczny - żelazo Fe^{3+}

forma dostawy cysterny: samochodowe, kolejowe

PIX 112, 122, 113, 123

wodne roztwory $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$

ciemnobrązowy roztwór wodny

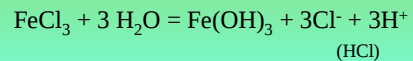
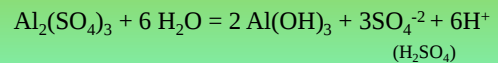
od 40-42% związku

PIX 110 wodny roztwór FeSO_4 ciemnobrunatny roztwór

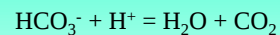
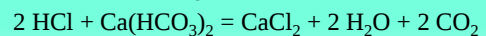
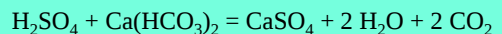
PIX 111 wodny roztwór FeCl_3 ciemnobrunatny roztwór

51

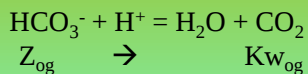
W wyniku hydrolizy tych związków tworzą się kwasy mineralne:



Kwasy te reagują następnie z wodorowęglanami zawartymi w wodzie, wypierając z nich równoważną ilość dwutlenku węgla:



52



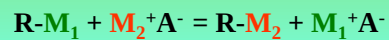
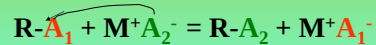
Wiązanie wodorowęglanów obniża zasadowość wody zaś wydzielanie dwutlenku węgla podwyższa kwasowość wody.

Zmiany te powodują obniżenie odczynu wody i wzrost zawartości agresywnego dwutlenku węgla.

$$\text{pH} = 6,37 + \log \text{Z}_{\text{og}} - \log \text{Kw}_{\text{og}}$$

53

Wymiana jonowa

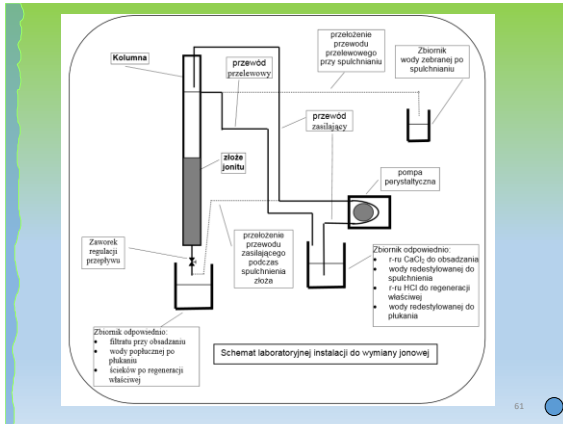


wymianę kationów zapewniają kationity, zaś anionów - anionity

jonity, wymiennicze jonowe

POLIMERY posiadające zdolność wymiany jonów z roztworem

54



61

- przeliczenie przepływów
- przeprowadzenie cyklu obciążania
- oznaczanie zawartości Ca^{2+}
- spulchnienie złoża
- regeneracja właściwa złoża
- kontrola stężenia kwasu na wylocie kolumny podczas regeneracji
- płukanie złoża
- kontrola obecności Cl^- na wylocie kolumny podczas płukania

62