

3.1.5.4.. Pomiary temperatury przy pomocy pirometru.

Zapoznać się z charakterystyką pomiarową pirometru. Dokonać pomiaru temperatury wskazanego obiektu i zaobserwować jak wpływa zmiana odległości od źródła promieniowania na dokładność pomiaru.

3.1.6. Wykaz aparatury i urządzeń.

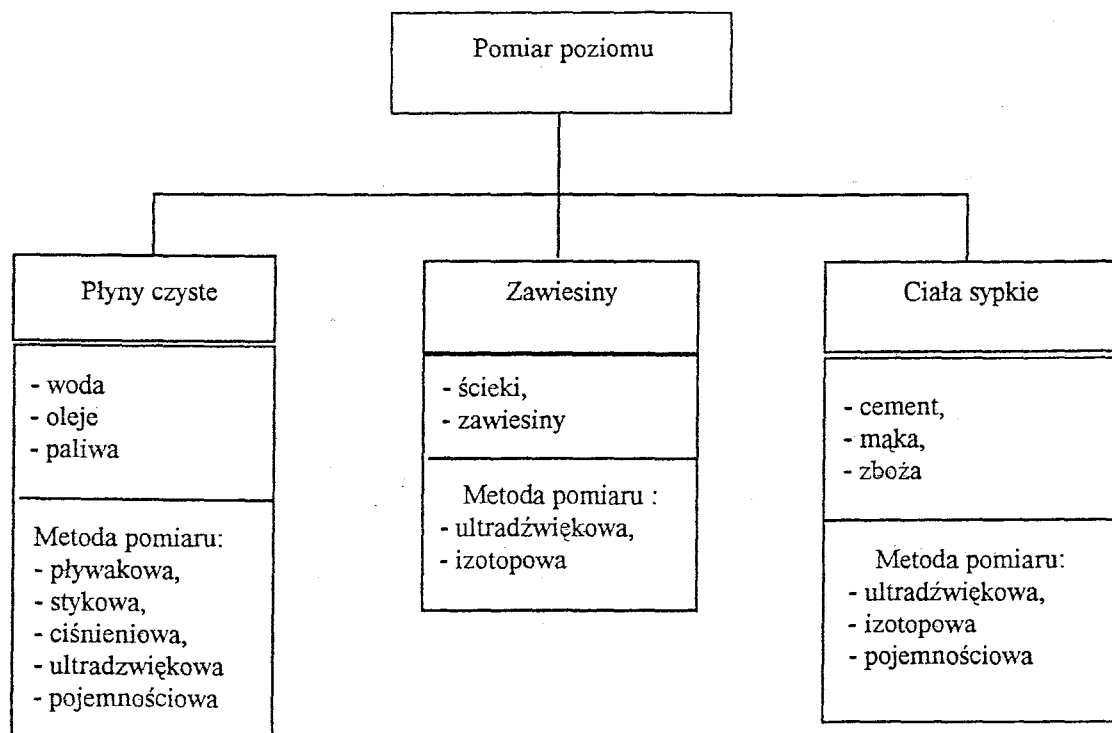
1. Piec elektryczny z nastawianą temperaturą.
2. Zestaw różnych czujników temperatury.
3. Miernik METEX 3850
4. Rejestrator cyfrowy.
5. Miernik temperatury EMT-302.
6. Kalibrator SP21.
7. Pirometr typ IP-K lub inny.

3.1.7. Pytania i zadania kontrolne:

1. Podać warunki poprawnego pomiaru temperatury termoelementem i czujnikiem termorezystancyjnym.
2. Co to jest dwu lub trójprzewodowe podłączenie czujnika rezystancyjnego ?
3. Jakie są źródła błędów przy pomiarach temperatury różnymi czujnikami ?
4. Dlaczego przemysłowe termoelementy posiadają osłony i jak one wpływają na dynamikę pomiaru temperatury.
5. Gdzie stosuje się pomiar temperatury przy pomocy pirometru ?
6. Na jakiego rodzaju uszkodzenia narażone są termoelementy i termorezystory. Jakie konsekwencje tych uszkodzeń mogą wystąpić w układach regulacji ?

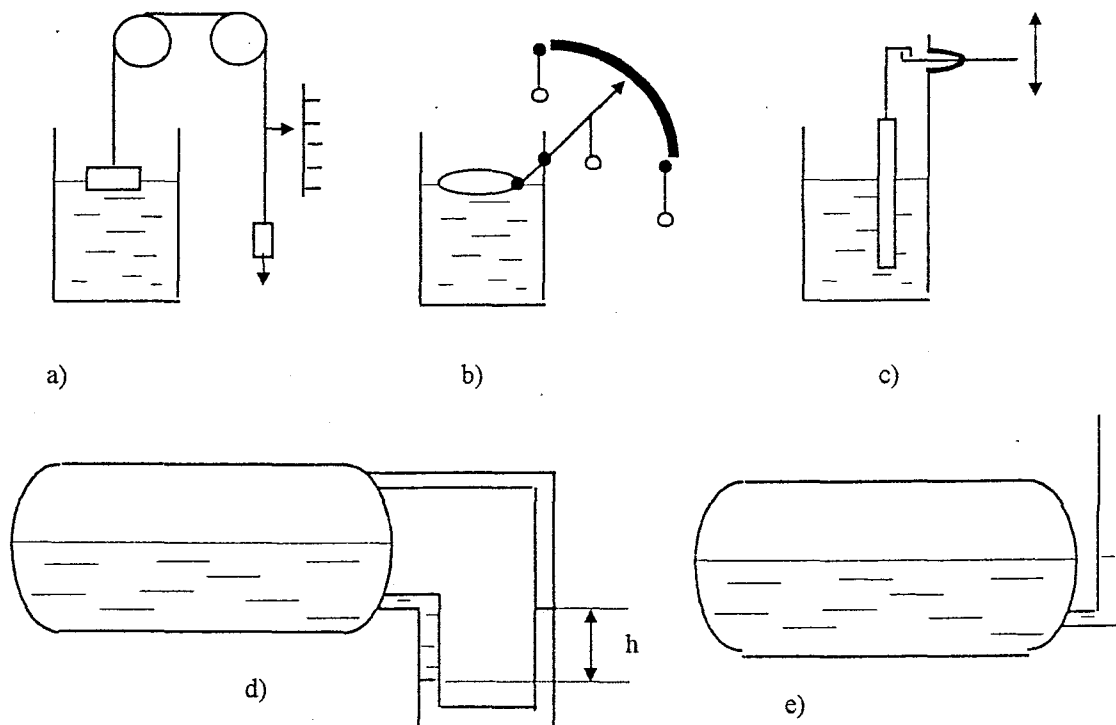
3.2. Czujniki poziomu.

Pomiar poziomu napełnienia różnego rodzaju zbiorników należy do grupy pomiarów bardzo często potrzebnych w przemyśle. Dotyczy to np. zbiorników mediów płynnych (woda, paliwa), materiałów sypkich (cement, kreda, farby) i zbóż (w silosach) itp. Pomiarów te wykonywane są dla potrzeb regulacji jak również informacji o ilości zawartego w zbiorniku medium. Bardzo często w zbiorniku wymagane jest utrzymanie zawartego w nim medium między zadanymi granicami (górną i dolną). W tym ostatnim przypadku sygnały z zadanych poziomów powodują otwieranie zaworu napełniającego zbiornik a po przekroczeniu granicy górnej wyłącza napełnianie. Ze względu na różnorodność mediów stosowane są różne metody pomiarowe. Można je podzielić wg zasad podanych na rys. 1.12.



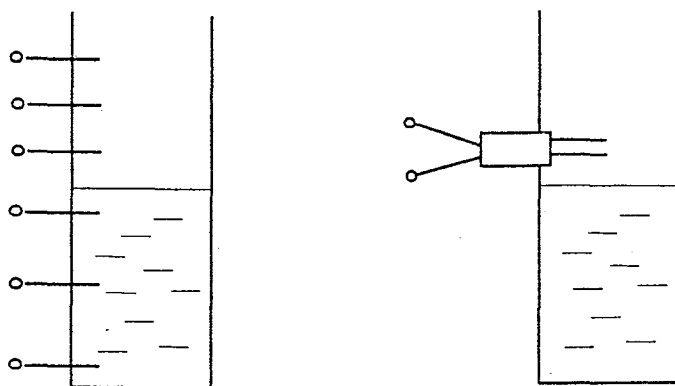
Rys. 1.12. Metody pomiaru poziomu różnych materiałów.

Dla wszystkich wymienionych materiałów można stosować różne metody pomiarowe. Dla pomiaru poziomu napełnienia zbiorników płynami czystymi jedną z prostych metod jest wykorzystanie do tego celu pływaków sprężonych z urządzeniem pomiarowym, wskaźnikiem, pisakiem czy potencjometrem. W przypadku płynów czystych nie tworzących osadu można również stosować U-rurki.



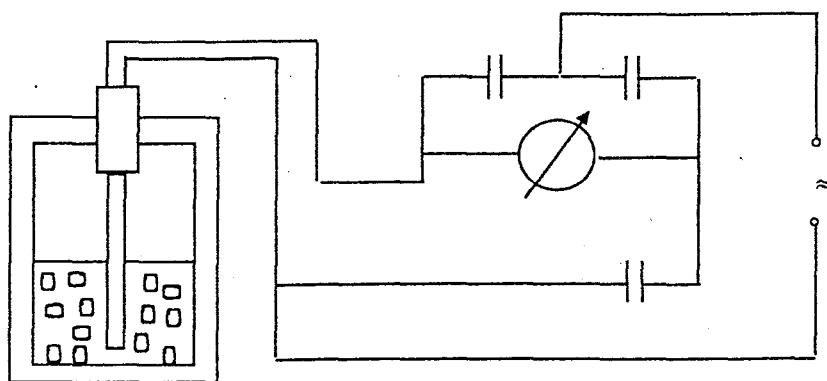
Rys.1.13. Proste metody pomiaru poziomu stosowane dla zbiorników z płynami czystymi.
a)pływakowa, b)pływakowa z potencjometrem, c)wypornościowa z elastycznym przegubem,
d)hydrostatyczna, e) na zasadzie naczyń połączonych.

Do pomiaru lub sygnalizacji poziomu cieczy przewodzących można użyć elektrod stykowych umieszczonych w ściankach naczynia lub czujników z dwoma elektrodami.



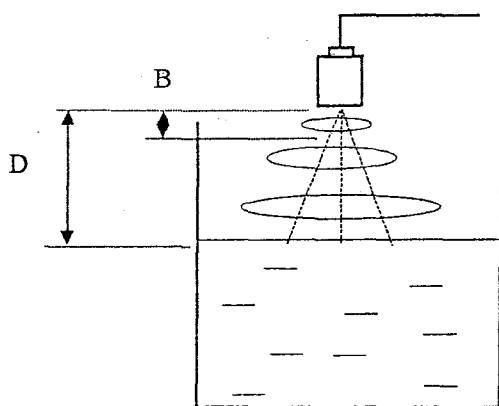
Rys.1.14.Stykowa metoda pomiaru poziomu cieczy (przewodzących).

Inną z metod jest pomiar pojemności elektrycznej między elektrodą umieszczoną zwykle centralnie w zbiorniku a jego metalową ścianką. Schemat takiego układu pokazano na rys.1.15.



Rys.1.15. Pomiar poziomu metodą pojemnościową.

Przenikalność dielektryczna ϵ_r większości cieczy jest większa niż przenikalność dielektryczna powietrza. Zmiana poziomu powoduje zmianę pojemności tak utworzonego kondensatora. metoda ta może być stosowana również do pomiaru poziomu ciał sypkich. Ma ona jednak niewielką dokładność. Jedną z dokładniejszych sposobów pomiaru poziomu jest metoda ultradźwiękowa. Zasadę tego pomiaru pokazano na rys.1.16.



Rys.1.16. Zasada pomiaru ultradźwiękowego.

Czujnik umieszczony ponad medium mierzonym wysyła impuls ultradźwiękowy poprzez powietrze w kierunku substancji, która częściowo lub całkowicie odbija impuls w kierunku czujnika. To echo jest odbierane przez ten sam czujnik, który teraz działa jak mikrofon kierunkowy i zamieniane jest w sygnał elektryczny. Czas upływający pomiędzy nadaniem a odbiorem impulsu jest wprost proporcjonalny do odległości pomiędzy czujnikiem a powierzchnią substancji. Odległość D wyznacza się na podstawie wzoru:

$$D = \frac{c \cdot t}{2}$$

c - prędkość dźwięku = 340m/s

t - czas przebiegu impulsu dźwiękowego.

Tak na przykład impuls o czasie trwania 10 ms przebiega drogę 3,4m. Stąd odległość wynosi 1,7m. Po nadaniu impulsu czujnik wymaga pewnego czasu potrzebnego na wygaszenie oscylacji. Z tego powodu istnieje pewna strefa, tuż pod czujnikiem, z której echo nie może być odebrane. Ta tak zwana odległość blokująca B, określa początek zakresu pomiarowego (zwykle około $30 \div 50$ cm.). Koniec zakresu pomiarowego jest określony zarówno poprzez tłumienie impulsu w środowisku jak i współczynnik odbicia od powierzchni substancji.

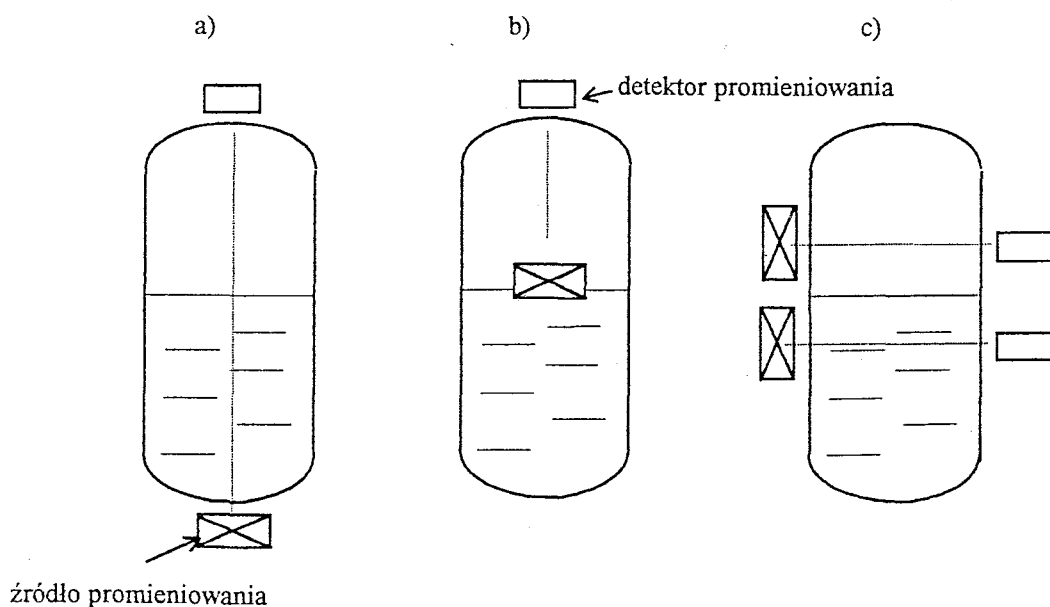
Dokładność pomiaru zależy od:

- parametrów mierzonego medium takich jak: ciężar, przewodność, lepkość i stała dielektryczna,
- zmian temperatury otoczenia wewnątrz zbiornika (może być skompensowana przez jej pomiar czujnikiem temperatury. Sygnał z tego czujnika jest doprowadzony do układu elektronicznego przetwornika).

Przetworniki ultradźwiękowe są stosowane do pomiarów różnych mediów - płynów i drobnie sypkich. Do pomiaru poziomu napełnienia zbiorników zawierających zawiesiny (płyny mętne) można stosować metodę ultradźwiękową lub izotopową. Metoda ultradźwiękowa została opisana poprzednio. W metodzie izotopowej wykorzystuje się źródła promieniowania izotopowego takich pierwiastków jak :

- ^{210}Po (Polon) dla promieniowania α ,
- ^{106}Ru (Ruten), ^{106}Rh (Rod), ^{204}Tl (Tal), ^{147}Pm (Promet) dla promieniowania β ,
- ^{60}Co (Kobalt), ^{137}Cs (Cez), ^{75}Se (Selen), ^{170}Tl (Tul) dla promieniowania γ .

Detektorem promieniowania mogą być komory jonizacyjne oraz różnego typu liczniki. Na rys.1.17. pokazano różne sposoby wykorzystania źródeł promieniowania do pomiaru napełniania zbiorników.

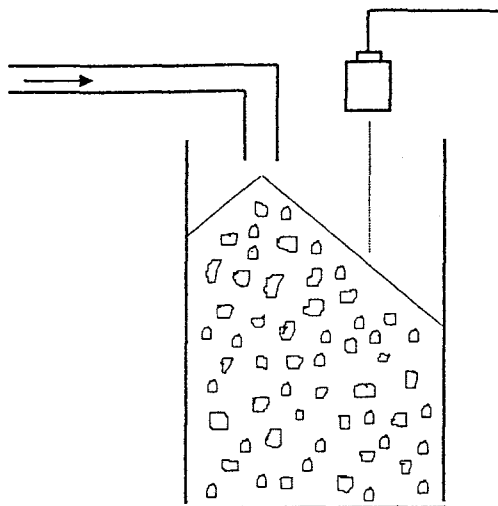


Rys.1.17. Izotopowe metody pomiaru poziomu.

a,c) pochłanianie promieniowania, b) zmiana odległości źródło-detektor.

Przy stosowaniu do pomiaru źródeł promieniowania izotopowego trzeba zachować wymaganą ostrożność i przestrzegać zasad stosowania.

Pomiar poziomu napełniania zbiorników ciałami sypkimi można wykonywać metodą pojemnościową, ultradźwiękową lub izotopową. Przy pomiarach ultradźwiękowych należy brać pod uwagę stożek zsyłu mierzonego materiału.



Rys. 1.18. Pomiar poziomu w zbiorniku materiałów sypkich.

Pomiary materiałów sypkich metodą izotopową są podobne do opisanych poprzednio. Przedstawione metody pomiaru poziomu napełniania zbiorników różnymi mediami nie wyczerpują wszystkich możliwości w tym zakresie. Obecnie najbardziej rozpowszechnioną metodą pomiaru poziomu dla celów regulacji jest metoda ultradźwiękowa.

3.2.1. Zadanie do wykonania.

3.2.1.1. Zapoznanie się z czujnikiem ultradźwiękowym FDU 80.

Podstawowe dane czujnika FDU 80:

- Wymiary 122x ϕ 70,
- Maksymalny zakres pomiarowy: 5m
- Odległość blokująca: 0,3m
- Maksymalna odległość czujnika od przetwornika do 300m. Parametry kabla łączeniowego: kabel dwużyłowy z ekranem, rezystancja do 6 Ω na żyłę, max. 60 nF.

3.2.1.2. Pytania i zadania kontrolne.

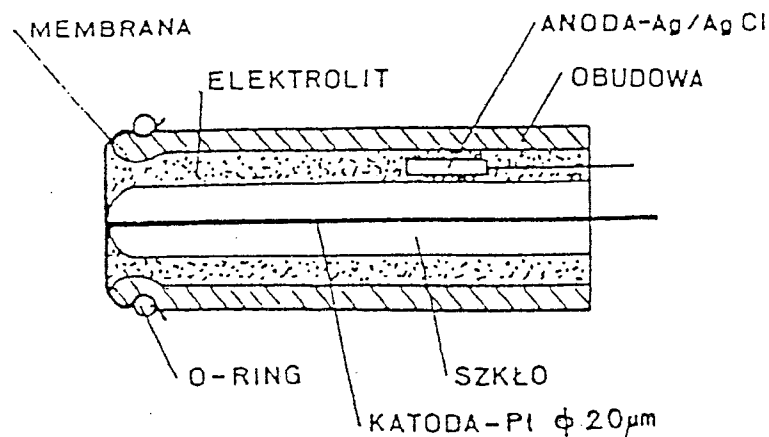
1. Wymienić kilka metod pomiaru poziomu cieczy i mediów sypkich sypkich.
2. Na czym polega metoda ultradźwiękowa pomiaru poziomu cieczy.

3.3. Czujniki parametrów chemicznych.

Określanie parametrów roztworów takich jak zawartość w nich tlenu czy ich charakteru (obojętny, kwaśny czy zasadowy) należy do podstawowych w układach regulacji związanych z ochroną środowiska wodnego. Charakter roztworu rzutuje na rodzaj działań jakie należy podjąć aby uzyskać na wyjściu roztwór o charakterze obojętnym z odpowiednią zawartością tlenu . Zawartość tlenu jest ważna dla podtrzymania życia biologicznego w wodzie. Oba te parametry mierzy się specjalnego typu czujnikami i przyrządami

3.3.1. Pomiar zawartości tlenu w roztworze.

Jedną ze standardowych metod pomiaru zawartości tlenu w roztworze jest metoda elektrochemiczna Clarka (ogniwo Clarka).



Rys.1.19. Czujnik do pomiaru zawartości O_2 w płynach.

W czujniku membranę stanowi folia polietylenowa (teflonowa) o grubości 0,02 mm. Katoda to drut platynowy w szkłe. Między anodą i katodą znajduje się elektrolit . Źródło napięcia włączone jest w obwód w celu zapewnienia reakcji oksyredukcyjnych zachodzących na katodzie . Inne wykonania czujnika to np. katoda z drutu srebrnego (Ag) a anoda z cynku (Zn). Elektrolit chlorek potasu (KCl). Dyfundujący przez membranę tlen ulega redukcji na katodzie, a powstały w wyniku reakcji chemicznej sygnał elektryczny jest proporcjonalny do stężenia tlenu w badanym roztworze . Sonda ta posiada wbudowany czujnik temperatury, kompensujący wpływ temperatury na sygnał czujnika tlenowego. Rozpuszczalność tlenu w wodzie silnie zależy od temperatury. Zależność tą pokazuje Tabela 1.6.

Tab.1.6. Rozpuszczalność tlenu w mg/l w wodzie redestylowanej dla temperatur 0 do 40 °C
(dla ciśnienia atmosferycznego 760 mmHg i zawartości chlorków w wodzie równej 0,0 mg Cl/l)

Temp. °C	Tlen mg/litr	Temp. °C	Tlen mg/litr	Temp. °C	Tlen mg/litr	Temp. °C	Tlen mg/litr
0	14,6	11	11,0	21	8,9	31	7,4
1	14,4	12	10,7	22	8,7	32	7,3
2	14,2	13	10,5	23	8,6	33	7,2
3	13,8	14	10,3	24	8,4	34	7,1
4	13,4	15	10,1	25	8,2	35	7,0
5	13,1	16	9,8	26	8,1	36	6,8
6	12,7	17	9,6	27	8,0	37	6,7
7	12,1	18	9,4	28	7,8	38	6,6
8	11,8	19	9,2	29	7,7	39	6,5
9	11,5	20	9,1	30	7,6	40	6,4
10	11,3						

W sondzie pomiarowej zwykle dodatkowo umieszczony jest czujnik temperatury . Prąd w obwodzie jest proporcjonalny do zawartości O₂ w roztworze.

3.3.2. Potencjał Redoks (Redox).

Reakcja redoks polega na utlenianiu jednej substancji tkzw. reduktora , który traci elektrony i redukcji odpowiedniej ilości drugiej substancji tzw. utleniacza przyłączającego elektrony. Przebieg tej reakcji zależy od wartości potencjałów danego układu i od środowiska . Miarą zdolności utleniających lub redukujących układu jest tzw. potencjał utleniająco redukujący (potencjał redoks) . Najbardziej dodatnie potencjały charakteryzują silne utleniacze a najbardziej ujemne silne reduktory. Pomiaru dokonuje się przy pomocy elektrod. Bezwzględnej wartości potencjału elektrody nie można zmierzyć . Mierzy się różnicę potencjałów pomiędzy rozpatrywaną elektrodą a standardową elektrodą wodorową , której potencjał przyjęto za zerowy. Standardowa elektroda wodorowa jest to elektroda gazowa, wykonana z platyny pokrytej czernią platynową i omywana strumieniem gazowego wodoru pod ciśnieniem 101,3 kPa , zanurzona w roztworze o jednostkowej aktywności jonów wodorowych, pracująca w temperaturze 2980K. Standardowy potencjał elektrody wodorowej jest z definicji równy zero. Standardowy normalny potencjał dowolnego metalu (E⁰) jest różnicą potencjałów mierzona między półogniwem z rozpatrywanego metalu , pracującym w warunkach standardowych, a standardową elektrodą wodorową. Szereg metali uporządkowany według wzrastającego potencjału normalnego nazywamy szeregiem napięciowym. Zależność potencjału elektrody od temperatury i aktywności jonów w roztworze przedstawia równanie Nersta:

$$E = E^0 + \frac{RT}{nF} \ln \frac{a_{oks}}{a_{red}}$$

gdzie:

a_{oks} i a_{red} - oznaczają odpowiednio aktywności formy utlenionej i zredukowanej (dla roztworów rozcieńczonych zamiast aktywności wprowadza się stężenia wyrażone w kmol/m^3)

E^0 - potencjał normalny elektrody,

R - stała gazowa ($8,314 \text{ J} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$),

T - temperatura,

n - liczba ładunków jonu,

F - stała Faradaya, (równa ładunkowi mola elektronów 96500 C)

W przypadku elektrody metalicznej zanurzonej do roztworu swych jonów, postacią zredukowaną jonu jest lity metal. Kierunek reakcji utleniająco redukującej zależy od wzajemnego położenia reagentów w szeregu napięciowym i od środowiska. Na podstawie szeregu napięciowego metali i potencjałów normalnych elektrod redoksowych można wnioskować, które reakcje oksydacyjno-redukcyjne będą przebiegały samorzutnie w określonych warunkach. W zależności od wartości potencjału normalnego układów redoks wprowadza się pomocniczą klasyfikację:

	E^0	<	-0,5V	silne reduktory	
-0,5V	<	E^0	<	0,0V	średnie reduktory
0,0V	<	E^0	<	+0,5V	słabe reduktory
+0,5V	<	E^0	<	+1,0V	słabe utleniacze
+1,0V	<	E^0	<	+1,5V	średnie utleniacze
+1,5V	<	E^0			silne utleniacze

Dobór elektrod przy pomiarach potencjałów redoks zależy od badanego medium i wykonywany jest zwykle przy pomocy tych samych przetworników co pomiar pH. Wynika to stąd, że w obu wypadkach dokonuje się pomiarów napięć (siły elektromotorycznej) inna jest tylko skala i interpretacja otrzymanego wyniku. Pomiar potencjału redoks jest istotny w nitrifikacji i denitrifikacji wody, który jest stosowany w procesie oczyszczania ścieków.

3.3.3. Zadanie do wykonania.

1. Zapoznać się z wyglądem , sposobem mocowania i działaniem czujników do pomiaru zawartości tlenu w roztworach i do pomiaru potencjału redoks. (Czujniki f-my "Di-box" i "Endress+Hauser").

3.3.4. Pytania i zadania kontrolne.

1. Jakie parametry chemiczne są istotne przy pomiarach zanieczyszczeń wody powietrza i ziemi ?
2. Dlaczego zawartość tlenu w wodzie jest ważnym parametrem w ochronie środowiska ?
3. Do czego służy pomiar potencjału redoks ?
4. Jaka jest żywotność elektrod do pomiarów parametrów chemicznych ?

3.4. Czujniki do pomiaru prędkości obrotowej.

Patrz str. 30 - 32 i str. 39

Skryptu: URZĄDZENIA AUTOMATYKI
Ćwiczenia laboratoryjne
Jan Klimesz , Włodzimierz Solnik
1991r.

3.5. Czujniki położenia.

3.5.1. Czujniki tensometryczne.

Patrz str. 18 - 20 i str. 33 - 36

Skryptu: URZĄDZENIA AUTOMATYKI
Ćwiczenia laboratoryjne
Jan Klimesz , Włodzimierz Solnik
1991r.

3.5.2. Czujniki zbliżeniowe.

Patrz str. 27 - 30 i str. 38 - 39.

Skryptu: URZĄDZENIA AUTOMATYKI
Ćwiczenia laboratoryjne
Jan Klimesz , Włodzimierz Solnik
1991r.