

Maciej Pierzchała 282 934
Filip Kubecki 272 655
Grupa: Wtorek 10:35

Data wykonania ćwiczenia:
19 listopada 2024r

Laboratorium 6

Charakteryzacja czujników elektrochemicznych

1 Spis przyrządów

Do wykonania ćwiczenia wykorzystano:

- Multimetr cyfrowy Sigilent SDM 3055
- Termohigrobarometr LAB-EL LB706B
- Elektrochemiczny czujnik dwutlenku węgla - TGS4160
- Szalki petriego
- Pipete automatyczną
- Eksykator (objętość $2.75[dm^3]$)
- Węglan Sodowy - Na_2CO_3
- Kwas Siarkowy 25% - H_2SO_4

2 Przebieg i cele doświadczenia

Ćwiczenie polegało na przygotowaniu odpowiedniej atmosfery badawczej, zawierającej odpowiednią koncentrację dwutlenku węgla CO_2 . Następnie należało zmierzyć zawartość CO_2 w każdej atmosferze przy pomocy czujnika elektrochemicznego.

Na podstawie pomiarów należało wyznaczyć stężenie dla nieopisanej atmosfery badawczej oraz wyznaczyć przewidywane stężenie tej atmosfery na podstawie ilości wykorzystanego Węglanu Sodowego oraz wzoru stechiometrycznego reakcji. Należało również wyliczyć liczbę moli oraz ciśnienie cząstkowe CO_2 atmosfery badawczej.

3 Obliczenia i analiza wyników

Na podstawie stężenia molowego Węglanu Sodowego oraz jego objętości wykorzystanej dla każdej atmosfery badawczej wyznaczono ilość moli Węglanu Sodowego wykorzystanych w reakcji:

$$C_{Na_2CO_3} = \frac{n_{Na_2CO_3}}{V} = \frac{1[mol]}{1000[ml]} \quad (1)$$

Przykładowo dla atmosfery nieznanej dal której wykorzystano 0.4[ml] Węglanu Sodu wykorzystując proporcję obliczamy że:

$$\frac{1[mol]}{1000[ml]} = \frac{X}{0.4[ml]} \quad (2)$$

$$X = \frac{1[mol] \cdot 0.4[ml]}{1000[ml]} = 0.0004[mol] \quad (3)$$

Na podstawie równania stechiometrycznego reakcji umieszczonego poniżej możemy zauważyć że ilość substratów reakcji zmienia się liniowo wraz ze zmianą produktów. Jednocześnie ilość moli produktów (oddzielnie Węglanu Sodu i Kwasu Siarkowego - nie ich sumy) jest równa ilości moli substratów więc ilość moli Węglanu Sodu będzie równa ilość moli wyprodukowanego dwutlenku węgla.



Na na podstawie równania Clapeyrona jesteśmy w stanie obliczyć objętość wyprodukowanego CO_2 :

$$pV = nRT \quad (5)$$

$$V = \frac{nRT}{p} \quad (6)$$

Podstawiając wyliczoną ilość moli CO_2 , stałe oraz parametry sali badawczej, wyliczamy objętość gazu (przykład dla atmosfery nieznanej):

$$V_{CO_2} = \frac{0.0004[mol] \cdot 8.314[mol \cdot K] \cdot 296.6[K]}{98320[Pa]} = 1.003227177 \cdot 10^{-5}[m^3] \quad (7)$$

Znając objętość powstałego CO_2 oraz objętość eksykatora (2.75[dm³]), możemy wyliczyć stężenie CO_2 :

$$x_{CO_2} = \frac{V_{CO_2}}{V_{eksykatora}} \cdot 10^6[ppm] \quad (8)$$

Dla nieznanej atmosfery:

$$x_{CO_2} = \frac{1.003227177[m^3]}{2.75[dm^3]} \cdot 10^6[ppm] = \frac{1.003227177[m^3]}{0.00275[m^3]} \cdot 10^6[ppm] = 3648.099[ppm] \quad (9)$$

Przy pomocy poniższego równania obliczamy ciśnienie cząstkowe dwutlenku węgla:

$$p_{CO_2} = \frac{X_{CO_2}}{10^6} \cdot p_{atm} \quad (10)$$

Dla nieznanej atmosfery:

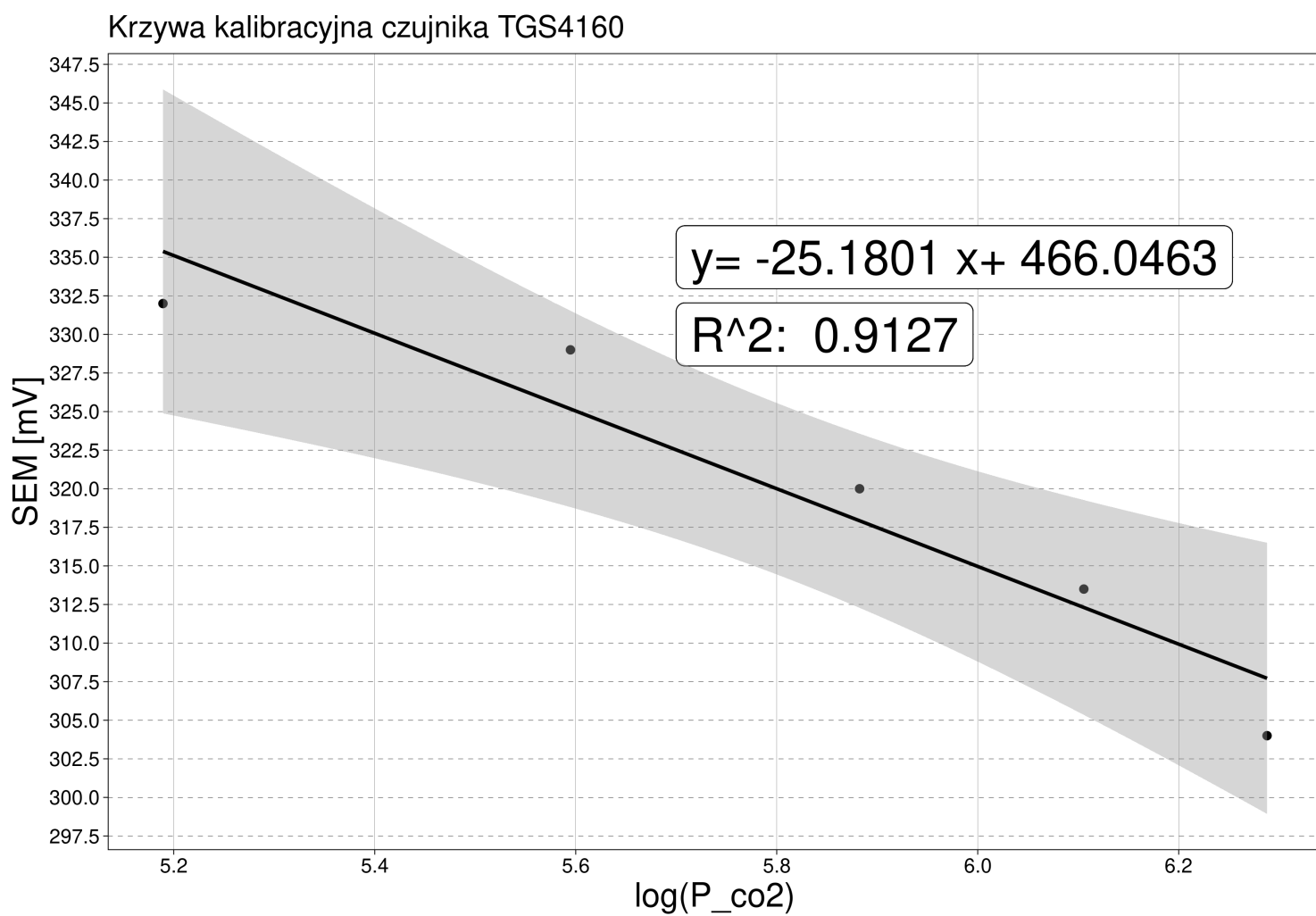
$$p_{CO_2} = \frac{3648.099[ppm]}{10^6} \cdot 98320[Pa] = 358.6811[Pa] \quad (11)$$

Poniżej zamieszczono tabelę zawierającą wyniki powyższych pomiarów dla wszystkich atmosfer:

3.1 Tabela 1

$x_{CO_2}[ppm]$	$N_{CO_2}[mol]$	$x_{CO_2}[ppm]$	$P_{CO_2}[Pa]$
1761	0.0002	1824.05	179.34
2642	0.0003	2736.07	269.01
X	0.0004	3648.1	358.68
4403	0.0005	4560.12	448.35
5284	0.0006	5472.15	538.02

Na podstawie powyższych danych wykreślono zależność $SEM = f(\log(P_{CO_2}))$:



4 Wnioski

Z powodu braku danych z programu mierzącego bezpośrednio SEM czujnika nie udało się wykreślić wykres $SEM = f(t)$ oraz wyznaczyć czas odpowiedzi oraz czas powrotu. Niemaloby to jednak większego znaczenia gdyż dla pomiarów wykonywanych w naszym zestawieniu badawczym odczyty czujnika zaczynały spadać już po kilku sekundach pomiaru. Mogło to być spowodowane nieszczelnym eksykatorem (wymuszony stan z powodu przewodu znajdującego się pod nakryciem naczynia). Mimo posiadania tego typu danych wyniki byłyby nieprawidłowe gdyż nota katalogowa mówi o 2[*min*] czasie odczytu czujnika.

Obliczenia ciśnienia parcjalnego i ilości cząsteczek CO_2 są zbliżone do wartości podanych w tabeli. Odbiegają one maksymalnie o 200[*ppm*] dla największych wartości co wynikać może z różnych parametrów otoczenia dla których wartości te zostały obliczone.

Charakterystyka czujnika mimo przełogarytmowania wartości x_{CO_2} dalej nie jest idealnie liniowa. Współczynnik R^2 dla regresji liniowej wynosił jedynie 91.27%. Nie jesteśmy pewni powodów tego problemu. Możliwe jest iż układ pomiarowy lub czujniki wymagają zmiany.

Kluczowym jest to iż udało się wyznaczyć ilość cząsteczek CO_2 dla nieznanej atmosfery. Wartość ta wynosi 3648.1[*ppm*] co patrząc na pozostałe pomiary oraz charakterystykę czujnika powinno być bliskie prawdy.