

Piotr Durniat
I rok, Fizyka
Wtorek, 8:00-10:15

Data wykonania pomiarów:
21.05.2025

Prowadząca:
dr Iwona Mróz

Ćwiczenie nr 22

Pomiar wilgotności powietrza atmosferycznego

Spis treści

1	Wstęp teoretyczny	2
2	Opis doświadczenia	2
2.1	Metoda punktu rosy	2
2.2	Psychrometr Assmanna	2
2.3	Higrometr włosowy	2
3	Opracowanie wyników pomiarów	3
3.1	Tabele pomiarowe	3
3.2	Temperatura punktu rosy	3
4	Ocena niepewności pomiaru	4
4.1	Złożona niepewność standardowa pomiaru wilgotności względnej	4
5	Wnioski	4
6	Wykresy	5

1 Wstęp teoretyczny

2 Opis doświadczenia

Celem doświadczenia było wyznaczenie wilgotności względnej powietrza atmosferycznego za pomocą trzech różnych metod pomiarowych.

2.1 Metoda punktu rosy

W metodzie punktu rosy wykorzystano efekt Peltiera do obniżania temperatury płytki krzemowej. Powierzchnia płytki była oświetlana wiązką laserową. Pomiar polegał na:

- Stopniowym zwiększaniu natężenia prądu zasilającego element Peltiera, co powodowało obniżanie temperatury płytki
- Obserwacji powierzchni płytki i odnotowaniu temperatury T_1 , przy której pojawia się mgiełka (rozproszenie światła laserowego)
- Zmniejszaniu prądu i odnotowaniu temperatury T_2 , przy której mgiełka znika

Wykonano 15 pomiarów, każdorazowo zmieniając natężenie prądu wokół punktu rosy. Temperatura punktu rosy została obliczona jako średnia z temperatur pojawienia się i zniknięcia mgiełki. Następnie, korzystając z tablic ciśnienia pary nasyconej, obliczono wilgotność względną ze wzoru:

$$S = \frac{p_t}{p_0} \quad (1)$$

gdzie p_t to ciśnienie pary nasyconej przy temperaturze punktu rosy, a p_0 to ciśnienie pary nasyconej przy temperaturze otoczenia.

2.2 Psychrometr Assmanna

W pomiarach wykorzystano psychrometr Assmanna wyposażony w dwa termometry: suchy i mokry. Procedura pomiaru obejmowała:

- Napełnienie próbówki wodą destylowaną
- Wsuniecie próbówki do osłony termometru oznaczonego kolorem niebieskim (termometr mokry)
- Nakręcenie mechanizmu dmuchawy
- Odczytanie wskazań obu termometrów po około 4 minutach

Na podstawie różnicy temperatur między termometrem suchym (T_s) i mokrym (T_m) obliczono wilgotność względną korzystając z tablic psychrometrycznych.

2.3 Higrometr włosowy

Pomiar wilgotności przy użyciu higrometru włosowego polegał na bezpośrednim odczycie wskazań przyrządu. Wykonano dwa odczyty: na początku i na końcu sesji pomiarowej.

3 Opracowanie wyników pomiarów

3.1 Tabele pomiarowe

Nr. pomiaru	Wilgotność
1	59%
2	61%

Tabela 1: Wilgotność powietrza odczytana z higrometru włosowego.

$T_s [^{\circ}C]$	$T_m [^{\circ}C]$	$\Delta T [^{\circ}C]$	wilgotność względna
25,00	20,00	5,00	63,00%

Tabela 2: Wyniki pomiarów dla Psychrometru Assmanna.

Nr. pomiaru	$T_1 [^{\circ}C]$	$T_2 [^{\circ}C]$
1	11,4	14,0
2	12,0	14,7
3	11,9	16,0
4	12,3	13,8
5	12,5	14,5
6	12,5	14,1
7	12,5	13,5
8	11,9	14,4
9	11,5	15,7
10	12,0	14,9
11	12,0	15,4
12	12,3	14,9
13	11,8	15,4
14	12,4	15,1
15	12,2	14,2

Tabela 3: Wyniki pomiarów metodą punktu rosy.

3.2 Temperatura punktu rosy

Temperatura punktu rosy obliczana jest jako średnia z temperatur pojawienia i znikania mgiełki. Wartość ciśnienia pary nasyconej p_t dla każdej z temperatur punktu rosy T_{rosy} została odczytana ze strony internetowej [1] (wykorzystując równanie Antoine'a). Ciśnienie pary nasyconej dla temperatury otoczenia $T_s = 25,00^{\circ}C$ wynosi $p_0 = 3158 Pa$.

Wilgotność względna S obliczana jest ze wzoru:

$$S = \frac{p_t}{p_0} \quad (2)$$

Powyższe wartości zostały zapisane w tabeli 4.

Nr. pomiaru	$T_{rosy} [^{\circ}C]$	$p_t [Pa]$	S
1	12,70	1461,3	0,461
2	13,35	1525,0	0,481
3	13,95	1586,0	0,500
4	13,05	1495,3	0,472
5	13,50	1540,0	0,486
6	13,30	1520,0	0,479
7	13,00	1490,4	0,470
8	13,15	1505,0	0,475
9	13,60	1550,0	0,489
10	13,45	1535,0	0,484
11	13,70	1560,2	0,492
12	13,60	1550,0	0,489
13	13,60	1550,0	0,489
14	13,75	1565,3	0,494
15	13,20	1510,0	0,476

Tabela 4: Temperatura punktu rosy oraz ciśnienie pary nasyconej dla każdego pomiaru.

Średnia arytmetyczna wartości wilgotności względnej wynosi $\hat{S} = 0,4824$.

4 Ocena niepewności pomiaru

4.1 Złożona niepewność standardowa pomiaru wilgotności względnej

Złożoną niepewność standardową obliczono na podstawie wzoru:

$$u_c(S) = \sqrt{\frac{1}{n(n-1)} \sum_{i=1}^n (S_i - \hat{S})^2} \quad (3)$$

gdzie:

- $n = 15$ - liczba pomiarów
- S_i - wartość wilgotności względnej dla i-tego pomiaru
- $\hat{S} = 0,4824$ - średnia wartość wilgotności względnej

Po podstawieniu wartości do wzoru otrzymujemy:

$$u_c(S) = 0,0027 \quad (4)$$

5 Wnioski

Na podstawie przeprowadzonych pomiarów wilgotności powietrza atmosferycznego przy pomocy różnych metod pomiarowych można sformułować następujące wnioski:

1. Metodą punktu rosy wyznaczono wilgotność względną powietrza:

$$S = 0,4824 \pm 0,0027 \quad (5)$$

co wyrażone w procentach daje wartość $(48,24 \pm 0,27)\%$.

2. Za pomocą higrometru włosowego uzyskano dwa odczyty wilgotności względnej: 59% na początku wykonywania pomiarów oraz 61% na końcu.
3. Psychrometr Assmanna wskazał wilgotność względną na poziomie 63%, przy temperaturze suchego termometru $T_s = 25,00^\circ C$ i mokrego termometru $T_m = 20,00^\circ C$.
4. Występują znaczące różnice między wynikami uzyskanymi różnymi metodami pomiarowymi. Wartość zmierzona metodą punktu rosy (najbardziej dokładną w tym doświadczeniu) jest znacząco niższa od wartości otrzymanych pozostałymi metodami.

6 Wykresy

Literatura

- [1] Omni Calculator. Vapour pressure of water. <https://www.omnicalculator.com/chemistry/vapour-pressure-of-water>, 2025. Dostęp: 25.05.2025.