



**ĆWICZENIE
47**

**ZALEŻNOŚĆ PRZEWODNICTWA ELEKTROLITU OD
TEMPERATURY. SPRAWDZENIE REGUŁY WALDENA**

Instrukcja wykonawcza

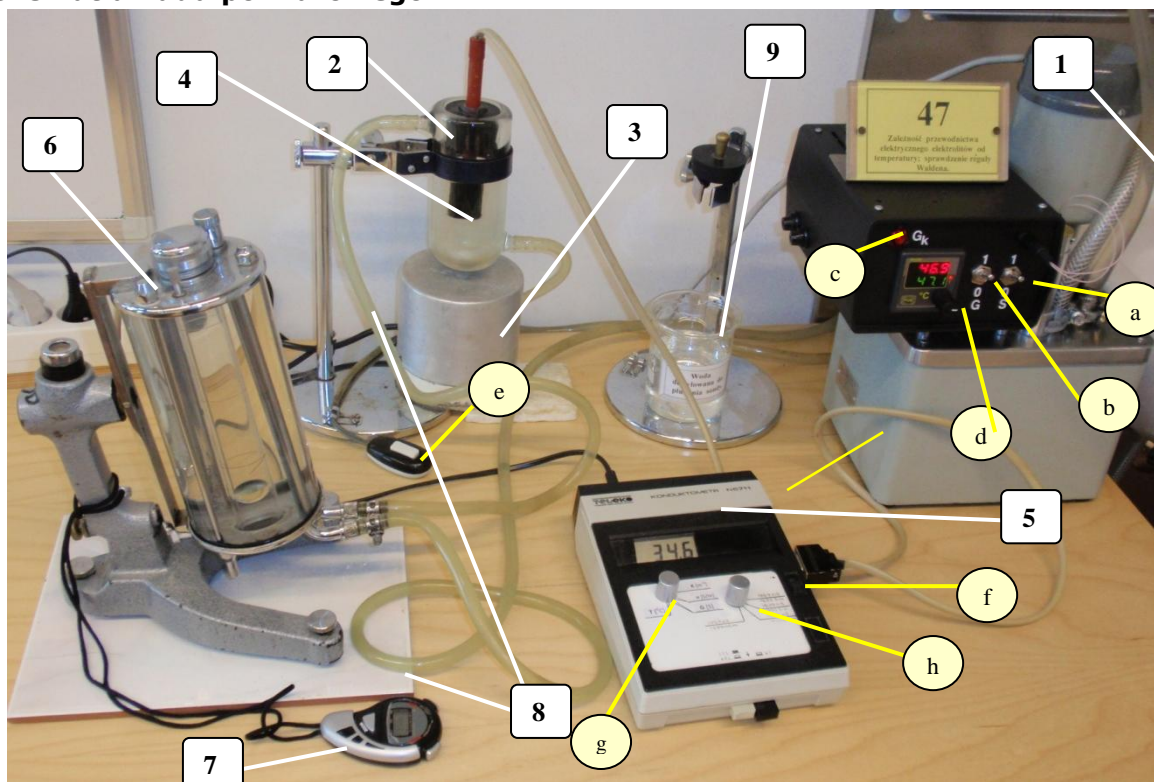
1. Wykaz przyrządów

- 1) Wiskozymetr Höpplera
- 2) Naczynko elektrolityczne wraz z sondą pomiarową i mieszadłem
- 3) Stoper
- 4) Konduktometr cyfrowy typu N5711
- 5) Termostat z regulatorem temperatury

2. Cel ćwiczenia

Pomiar przewodności elektrycznej właściwej (konduktywności) σ i lepkości η elektrolitu w funkcji temperatury. Sprawdzenie reguły Waldena ($\sigma \cdot \eta = const$).

3. Schemat układu pomiarowego



Rys. 1. Schemat układu pomiarowego:

- 1 – ultratermostat: (a) – wyłącznik zasilania, b – wyłącznik grzania, (c) – kontrolka grzania, (d) – pokrętło regulatora temperatury
2 – naczynie z elektrolitem; 3 – mieszadło magnetyczne: (e) – wyłącznik mieszadła
4 – sonda pomiarowa (czujnik); 5 – konduktometr cyfrowy: (f) – wyłącznik zasilania, (g) – pokrętło wyboru rodzaju pracy (*T* – pomiar temperatury, *G* – pomiar przewodności, *σ* – pomiar przewodności właściwej, *K* – odczyt i regulacja stałej sondy), (h) – pokrętło wyboru zakresów
6 – wiskozymetr Höpplera 7 – stoper 8 – obieg cieczy grzejącej (wody)
9 – naczynko z wodą destylowaną do płukania sondy.

4. Przebieg pomiarów

1. Umieścić sondę (4) w naczynku elektrolitycznym (2) , uruchomić mieszadło (3) wyłącznikiem (e).
2. Zmierzyć lepkość roztworu w temperaturze pokojowej (zmierzyć czas t opadania kulki zgodnie z zaznaczonym strzałką kierunkiem w wiskozymetrze).
3. Ustawić konduktometr na pomiar temperatury T i odczytać temperaturę elektrolitu, a następnie nastawić na pomiar przewodności właściwej σ i odczytać jej wartość. Zwrócić uwagę na odpowiedni dobór zakresów tak by odczytać maksymalną liczbę cyfr znaczących. Zanotować zmierzone wartości i zakresy pomiarowe.
4. Włączamy zasilanie ultratermostatu (a). Nastawiamy żadaną temperaturę przez wciśnięcie i obrót pokrętkiem (d) regulatora temperatury i zatwierdzamy przez ponowne wciśnięcie pokrętkła (d). Temperatura żadana wyświetlana jest na zielono, temperatura rzeczywista wody w ultratermostacie wyświetlana jest na czerwono.
5. Włączamy grzanie za pomocą wyłącznika (b). Grzanie trwa tak długo jak świeci się kontrolka (c). Nie wyłączamy grzałki do końca pomiarów.
6. Następne pomiary czasu opadania kulki oraz przewodności (t , σ) wykonać dla kilku wyższych temperatur (np. 25, 30, 35, 40, 45 do 50°C).
7. Odczytu temperatury elektrolitu dokonujemy przy użyciu konduktometru cyfrowego! Za każdym razem należy odczekać aż się ustali równowaga termodynamiczna w roztworze. Wyniki pomiarów zapisać w tabeli (Tab. 1.).

UWAGA: nie wolno przekraczać 50°C!

8. Po zakończeniu pomiarów wyłączyć mieszadło, wyjąć sondę z naczynka elektrolitycznego, wypłukać ją w wodzie destylowanej i umieścić na statywie.
Uruchomić chłodzenie układu, które znajduje się pod zlewem.

5. Opracowanie wyników

1. Obliczyć wartość współczynnika lepkości η korzystając z następującej zależności:

$$\eta = K_w \cdot t$$

gdzie: $K_w = (0,0172 \pm 0,0001)[cP/s]$ (stała wiskozymetru)

t - czas przelotu kulki pomiędzy zewnętrznymi kreskami wiskozymetru.

Wyznaczyć bezwzględną niepewność pomiarową np. metodą różniczki zupełnej.

2. Przedstawić na wykresie zależność współczynnika lepkości od temperatury ($\eta = f(T)$).
3. Przedstawić na wykresie zależność przewodności elektrolitu od temperatury ($\sigma = f(T)$).
4. Sprawdzić regułę Waldena, podać iloczyn $\eta \cdot \sigma$ dla każdej zmierzonej temperatury. Wyznaczyć niepewności pomiarowe powyższego iloczynu. Wyniki przedstawić w tabeli (Tab. 2.).
5. Ocenić krytycznie wynik i opisać, jakie czynniki mogą mieć wpływ na dokładność otrzymanych wartości.

6. Informacje dodatkowe

- 1) Stosowane jednostki lepkości i przewodność:

$$1cP = 10^{-2}P = 10^{-3}Ns/m^2$$

$$1S = 1\Omega^{-1}$$

P - puaz (jednostka lepkości); cP – centypuaz.

S – simens (jednostka przewodności).

Jednostką lepkości dynamicznej w układzie SI jest paskal·sekunda o wymiarze kilogram·metr⁻¹·sekunda⁻¹

$$[\eta] = \text{Pa} \cdot \text{s} = \frac{\text{kg}}{\text{m} \cdot \text{s}}$$

W układzie CGS jednostką lepkości dynamicznej jest puaz (P).

$$1 \text{ P} = 1 \text{ dyna} \cdot \text{s/cm}^2 = 1 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$$

$$1 \text{ Pa} \cdot \text{s} = 10 \text{ P}$$

- 2) Niepewność pomiarowa podstawowa pomiaru konduktometrem cyfrowym N 5711
- dla przewodności: 0.5% zakresu + 1 cyfra dla przedziału $20 \text{ mS/m} \leq \sigma \leq 2 \text{ S/m}$;
 - 2.5% zakresu dla wartości $\sigma \leq 20 \text{ mS/m}$ i $\sigma \geq 2 \text{ S/m}$;
 - dla temperatury: 1.5 °C.

Niepewności dodatkowe:

- wpływ zanieczyszczeń elektrod prądowych $\leq 2.5\%$ przy łącznej rezystancji zanieczyszczeń 10 razy większej od rezystancji pomiędzy elektrodami napięciowymi czujnika;
- wpływ zmian temperatury otoczenia: $\pm 1\%/10^\circ\text{C}$ w zakresie $+5^\circ\text{C} \div 40^\circ\text{C}$.

7. Proponowane tabele (do zatwierdzenia u prowadzącego)

Tabela 1. Wyniki pomiarów w trakcie sprawdzania reguły Waldena. (Protokół)

lp.	T [°C]	t [s]	σ [S/m]
1			
2			
3			
⋮			
n			

Tabela 2. Wynik sprawdzania reguły Waldena. (Sprawozdanie)

lp.	T [°C]	t [s]	σ [S/m]	η [Pa·s]	$\sigma \cdot \eta$	$u_c(\sigma \cdot \eta)$
1						
2						
3						
⋮						
n						
\bar{X}						
ΔX						
$u(X)$						
$u_c(X)$						