

BADANIE PĘTLI HISTEREZY DIELEKTRYCZNEJ SIARCZANU TRÓJGLICYNY

Zagadnienia:

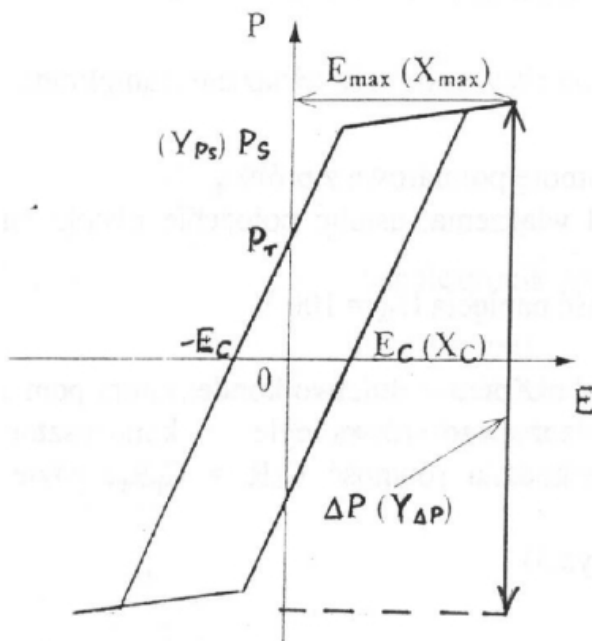
1. Pole elektryczne wewnątrz dielektryków.
2. Własności ferroelektryków.
3. Układ Sowyera-Towera.

Literatura:

1. Sz. Szczeniowski, Fizyka doświadczalna, cz. III, Elektryczność i magnetyzm.
2. Eksperymentalna chemia fizyczna, praca zbiorowa pod redakcją L. Sobczyk.
3. I. W. Sawieliew, Kurs fizyki, t. 2, Elektryczność i magnetyzm. Fale. Optyka.
4. A. K. Wróblewski, J. A. Zakrzewski, Wstęp do fizyki, t. 2, cz. 2.
5. II Pracownia fizyczna, Ćwiczenia laboratoryjne z fizyki dla zaawansowanych, pod redakcją F. Kaczmarka.

Definicje podstawowych pojęć i wielkości występujących w ćwiczeniu:

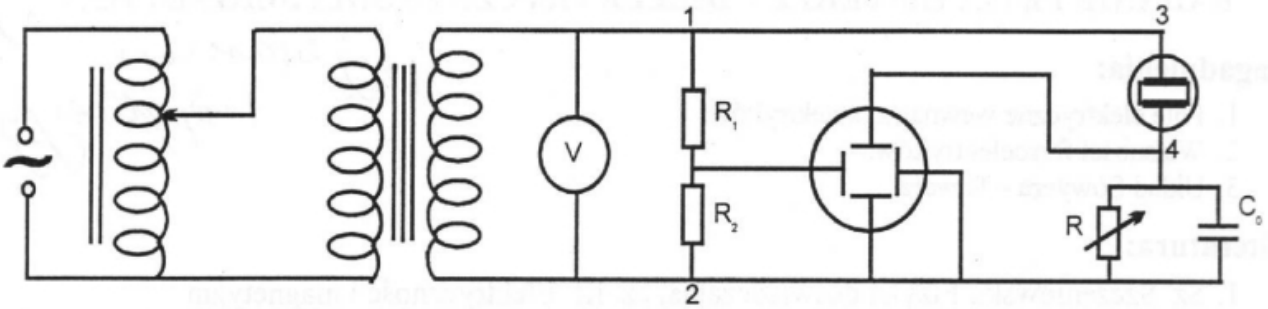
Na rys. 1 przedstawiono parametry pętli histerezy ferroelektrycznej, których wartości dla siarczanu trójgliceryny mierzy się w ćwiczeniu.



P_S – polaryzacja spontaniczna
 ΔP – polaryzacja odwracalna
 P_r – polaryzacja pozostała
 E_c – pole koercji

Rys. 1 Parametry pętli histerezy ferroelektrycznej.

Polaryzacja P jest liczbowo równa momentowi dipolowemu przypadającemu na jednostkową objętość substancji: $\bar{P} = \frac{\sum_i \bar{p}_i}{V}$, gdzie \bar{p}_i – elementarny moment dipolowy i (jak łatwo wykazać) gęstości powierzchniowej ładunków związanych.



Rys. 2 Schemat układu pomiarowego (wg Sawyera i Towera).

Podatność dielektryczna χ jest współczynnikiem, który wiąże natężenie pola elektrycznego i polaryzację: $P = \chi \epsilon_0 E$.

Wykonanie ćwiczenia:

- Połączyć poszczególne elementy układu pomiarowego wg schematu przedstawionego na rys. 2.

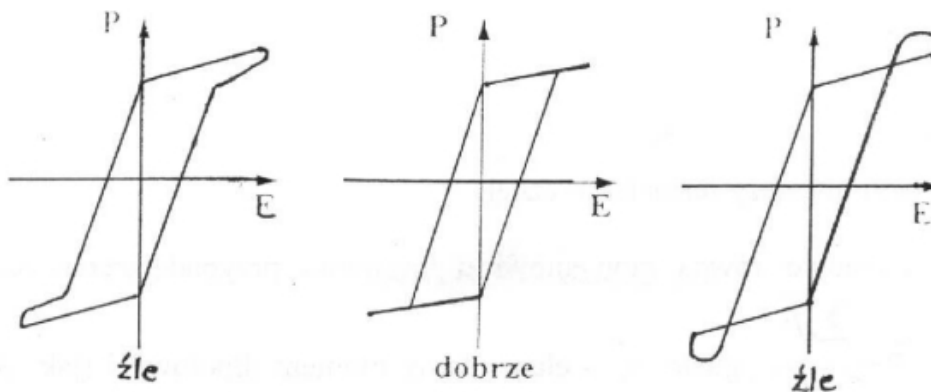
Uwaga: Przystawka pomiarowa jest połączona z oscyloskopem przewodami zakończonymi wtykami BNC. Bez wyraźnej potrzeby tych połączeń nie należy zmieniać.

Woltomierz wskazuje napięcie skuteczne, a wskazania oscyloskopu są związane z amplitudą napięcia $U_{osc} = \sqrt{2} \cdot U_{sk}$.

- Otworzyć zawór przepływu wody termostatującej komorę pomiarową z próbką.
- Włączyć oscyloskop. Po upływie około 5 min. od włączenia, ustalić położenie plamki na środku ekranu.
- Za pomocą pokrętki autotransformatora ustalić wartość napięcia $U_{sk} = 100$ V.
- Skompensować przewodność próbki.

Jeżeli przewodnictwo elektryczne próbki jest większe niż przewodnictwo kondensatora pomiarowego C_0 wówczas należy za pomocą oporu R , połączony równolegle z kondensatorem C_0 , skompensować przewodnictwo próbki tak, aby zachodziła równość $C_0 R = C_p R_p$, gdzie C_p , R_p oznaczają odpowiednio pojemność i opór próbki.

Warunek ten sprawdza się na ekranie oscyloskopu (rys. 3).

Rys. 3 Wpływ doboru parametrów kompensacji – RC_0 – na kształt pętli histerezy.

6. Sprawdzić, czy ustalone wartości współczynników wzmocnienia toru X = 1 V/cm oraz toru Y = 10 mV/cm zapewniają możliwość pomiaru parametrów pętli wyszczególnionych na rys. 1.

Uwaga: Pokręta 15 i 16 oscyloskopu powinny znajdować się w prawym skrajnym położeniu (cal), zaś przelączniki 11 i 12 w pozycji DC.

7. Dla napięcia $U_{sk} = 100 \text{ V}$ zmierzyć wartość Y_s konieczną do wyznaczenia polaryzacji spontanicznej.
 8. Wykonać pomiary X_{max} , X_c , $Y_{\Delta P}$ dla kilkunastu wartości napięcia $U_{sk} < 100 \text{ V}$.

Uwaga: Pomiary X_{max} wykonać w położeniu GND przelącznika 12, zaś pomiary $Y_{\Delta P}$ przy ustawieniu GND przelącznika 11 oscyloskopu.

9. Na podstawie pomiarów obliczyć wartości zewnętrznego pola elektrycznego E_{max} , pola koercji E_c , polaryzacji odwracalnej ΔP oraz efektywnej podatności dielektrycznej χ_{ef} .
 10. Sporządzić wykresy zależności pola koercji E_c oraz efektywnej podatności dielektrycznej χ_{ef} od natężenia pola elektrycznego E_{max} .
 11. Na podstawie wykresu zależności polaryzacji spontanicznej P_s od temperatury T dla siarczanu trójgliceryny (patrz załączony rys. 4) dla wyznaczonej wartości P_s określić temperaturę próbki w czasie pomiarów.

Do obliczeń wykorzystać następujące zależności:

$$E_{max} = \frac{\sqrt{2} \cdot U_{sk}}{d}, \quad d - \text{grubość próbki,}$$

$$E_c = E_{max} \cdot \frac{X_c}{X_{max}},$$

$$\Delta P = \frac{Y_{\Delta P} \cdot w_y \cdot C_0}{S}, \quad w_y - \text{współczynnik wzmocnienia toru Y (skala wokół przelącznika 14}$$

oscyloskopu),

C_0 – pojemność kondensatora pomiarowego,

S – pole powierzchni elektrod naniesionych na powierzchnię próbki,

$$P_s = \frac{Y_s \cdot w_y \cdot C_0}{S},$$

$$\chi_{ef} = \frac{\Delta P}{2 \cdot \epsilon_0 \cdot E_{max}}.$$

Tabela pomiarów:

U_{sk} [V]	X_{max} [cm]	X_c [cm]	$Y_{\Delta P}$ [cm]	E_{max} [V/cm]	E_c [V/cm]	ΔP [$\mu\text{C}/\text{cm}^2$]	χ	P_s [$\mu\text{C}/\text{cm}^2$]
100								
94								
...								

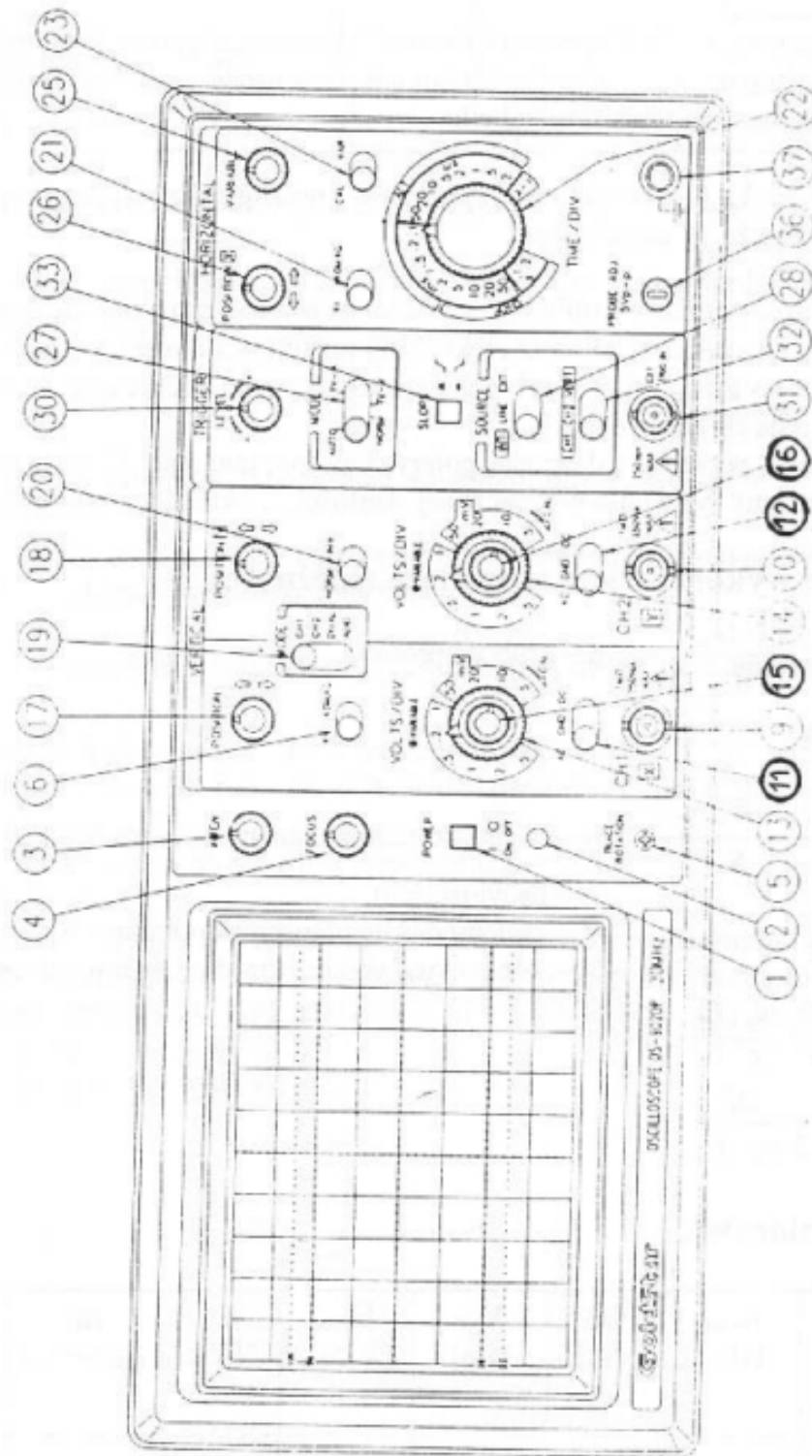
$$S = 1.1 \text{ [cm}^2\text{]}$$

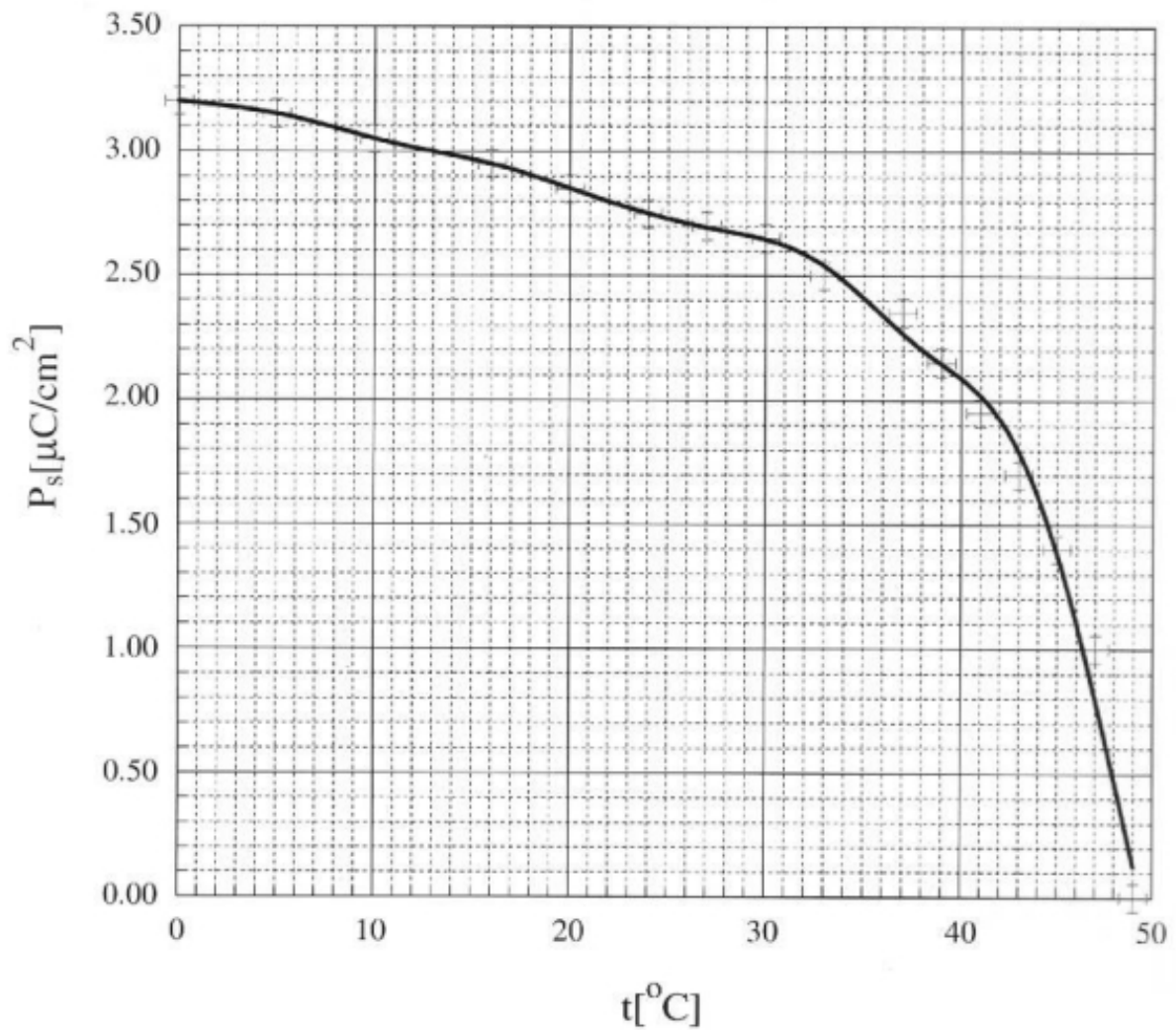
$$C_0 = 2.2 \text{ [}\mu\text{F]}$$

$$d = 0.25 \text{ [cm]}$$

$$\epsilon_0 = 8.85 \cdot 10^{-12} \text{ [F/m]}$$

2. OPERATING INSTRUCTIONS





Wykres zależności polaryzacji spontanicznej P_s od temperatury t dla siarczanu trógllicyny (TGS)