

LASERY I ICH ZASTOSOWANIE

Laboratorium

Instrukcja do ćwiczenia nr 7

Temat: Efekt elektrooptyczny

1. Wstęp.

Zjawisko elektrooptyczne polega na wytwarzaniu zmian:

- współczynnika załamania,
- współczynnika absorpcji,
- charakterystyki rozpraszania

w wyniku działania zmiennych pól elektrycznych.

Szczególnie duże znaczenie ma grupa zjawisk związanych ze zmianami współczynnika załamania Δn .

$$\Delta n = a_m \cdot E^m, \quad m = 1, 2, \dots$$

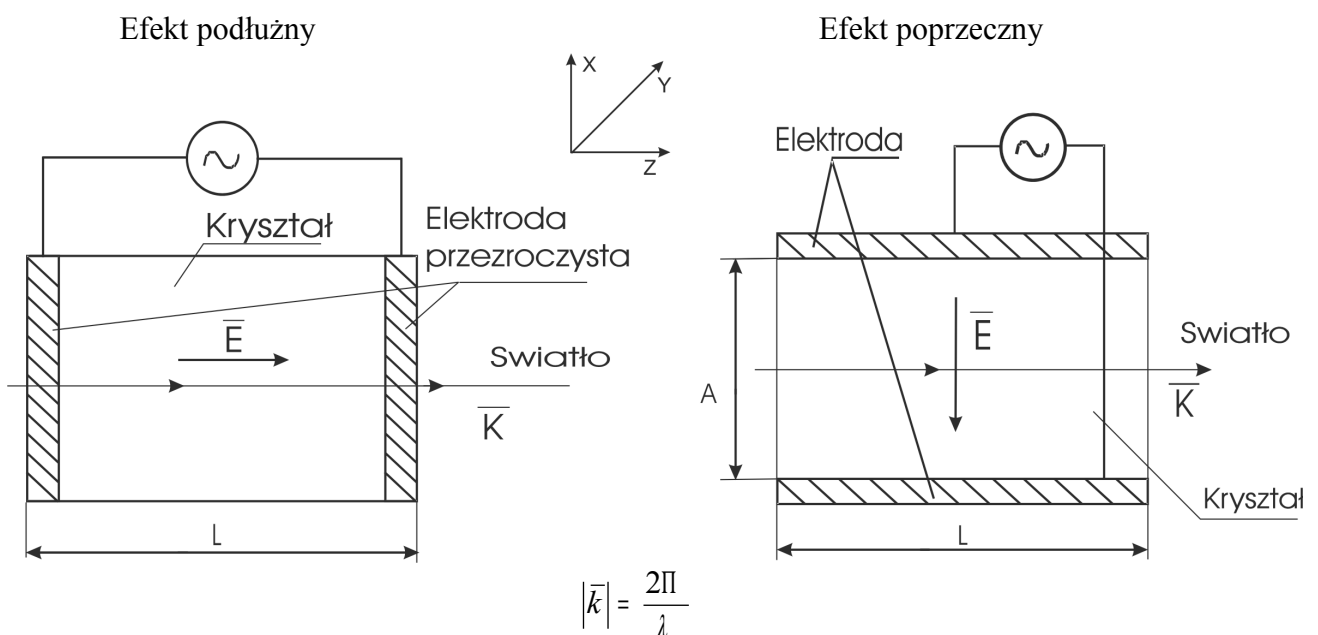
E – natężenie pola elektrycznego,
 a_m – współczynnik

Zmiany współczynnika załamania proporcjonalne do drugiej i wyższych potęg przyłożonego pola elektrycznego E , zaobserwowano we wszystkich rodzajach materiałów i wszystkich stanach skupienia.

Zmiana Δn dla $m = 2$, efekt elektrooptyczny drugiego rzędu nosi nazwę zjawiska Kerra.

Największą popularność zdobył obecnie liniowy efekt elektrooptyczny $m = 1$, nazwany efektem Pockelsa. Występuje on w kryształach odznaczających się w pełni symetryczną strukturą krystalograficzną. Są to wyłącznie kryształy piezoelektryczne (mechaniczne odkształcenie się kryształu pod wpływem przyłączonego pola elektrycznego lub odwrotnie).

Ze względu na wzajemne przestrzenne usytuowanie wiązki świetlnej wektora pola elektrycznego E , dzielimy efekty elektrooptyczne na:



Kryształy LiNbO_2 (niobianu litu) odgrywają obecnie wiodącą rolę w technice światła koherentnego.

W naszym doświadczeniu stosujemy kryształ KH_2PO_2 (w skrócie KDP), którego własności optyczne i elektrooptyczne są następujące:

- współczynnik załamania (zwykajny), $\lambda = 632,8 \text{ nm} \Rightarrow n_o = 1.508$
- współczynnik załamania (nadzwyczajny), $\lambda = 632,8 \text{ nm} \Rightarrow n_e = 1.476$
- współczynnik elektrooptyczny dla najczęściej stosowanej konfiguracji:

$$r_{63}^T = 10.3 \cdot 10^{-12} \text{ m/V}$$

$$r_{63}^S = 9.7 \cdot 10^{-12} \text{ m/V}$$

$$r_{41}^T = 8.77 \cdot 10^{-12} \text{ m/V}$$

T – oznacza stałe naprężenie

s – oznacza stałe odkształcenie

- napięcie ćwierćfalowe, $\lambda = 694,3 \text{ nm} \Rightarrow U_{\pi/2} = 6.4 \text{ kV}$

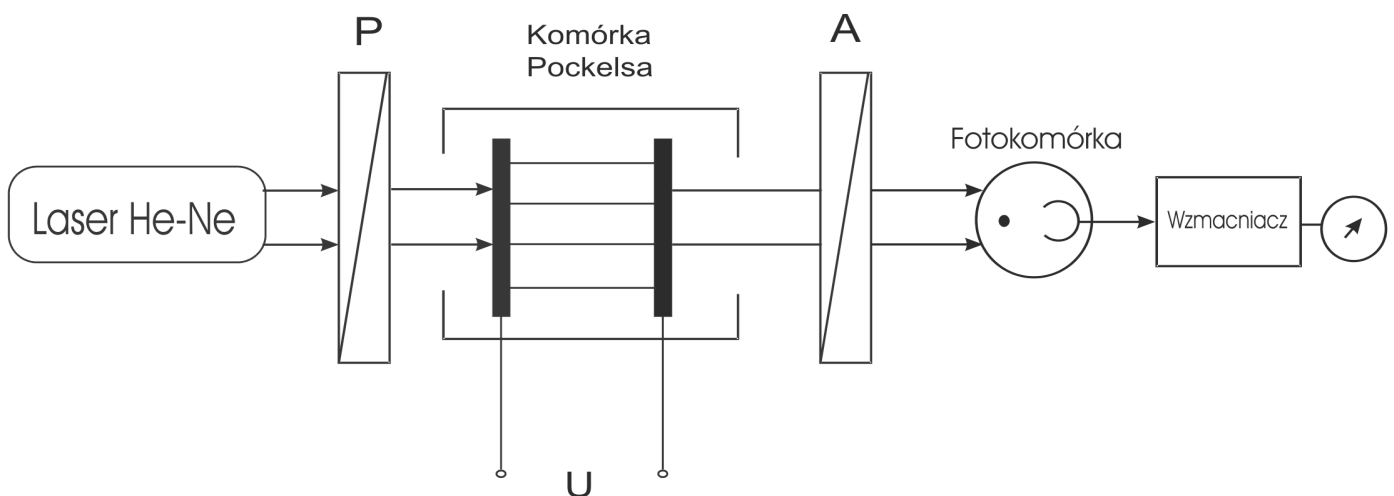
Wartość n_e jest ekstremalna. Kryształ KDP jest jednoosiowym kryształem optycznie ujemnym ($n_e < n_o$). Wykazuje on niewielką naturalną dwójłomność ($n_e - n_o$).

Względne natężenie światła na wyjściu układu jest zatem w prosty sposób związane z wartością napięcia U.

$$\frac{I_{wyj}}{I_{wej}} = \frac{1}{2} \cdot \left[1 + \cos \left(\frac{2\pi r_{63}^T n_o^3 \cdot U}{\lambda} \right) \right]$$

2. Przebieg ćwiczenia.

Wiązka lasera pada na komórkę Pockelsa (zastosowanie polaryzatora P nie jest konieczne; służy on raczej do ustalenia kierunku istniejącej polaryzacji liniowej wiązki lasera), a następnie przez analizator A osiąga fotodetektor D.



Układ do badania zależności natężenia światła od wartości U napięcia modulującego.

Tabela pomiarowa.

Lp.	U	I_{wyj}	I_{wyj}/I_{wej}
-	[V]	[mA]	-

Posługując się wzorem obliczamy wartość napięcia U, przy którym różnica faz Δr wynosi $\Pi/2$.

Jest ono rzędu kilku kV. Zastosowany w układzie zasilacz powinien umożliwiać zmianę napięcia w sposób ciągły lub skokowy od 0 do około 10 kV.

Wykreślamy zależność I_{wyj} / I_{wej} od różnicy faz Δr , czyli od wartości napięcia na elektrodach.