

Лабораторная работа 0-22.

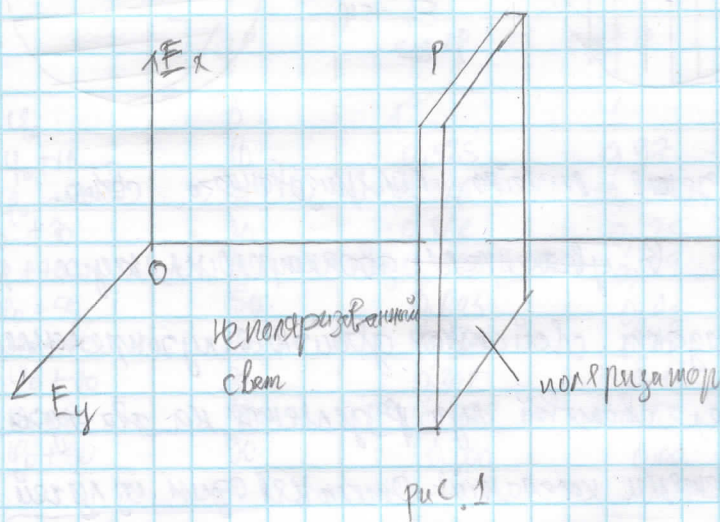
Изучение явления явления поляризации света

Цель - ознакомление со способами получения линейно поляризованного света, экспериментальная проверка закона Малюса по методу статистического корреляционного анализа, измерение степени поляризации света.

Теоретическая часть.

Ориентация векторов \vec{E} и \vec{H} в результирующей волне элементарных источников (атомов и молекул), испускающих свет независимо друг от друга с разными фазами и с разными ориентациями векторов \vec{E} и \vec{H} .

Случайно изменяется во времени, так что в плоскости, перпендикулярной лучу \vec{S} , все направления колебаний оказываются равноправными. Такой свет называют естественным или неполяризованным.



xOz - главная плоскость поляризации.

поляризованный

рис. 1

Плоскость колебаний электрического вектора в волне, прошедшей через поляризатор, называется главной плоскостью поляризатора. Главной плоскостью поляризатора, показанного на рис. 1, является плоскость xOz .

Интенсивность I электромагнитной волны пропорциональна квадрату амплитуды вектора \vec{E} . Поэтому интенсивность естественного света,

падающего на поляризатор P (рис. 1), I_0 можно до коэффициента пропорциональности, будет: $I_0 = E_x^2 + E_y^2 = 2E_x^2$, а интенсивность света

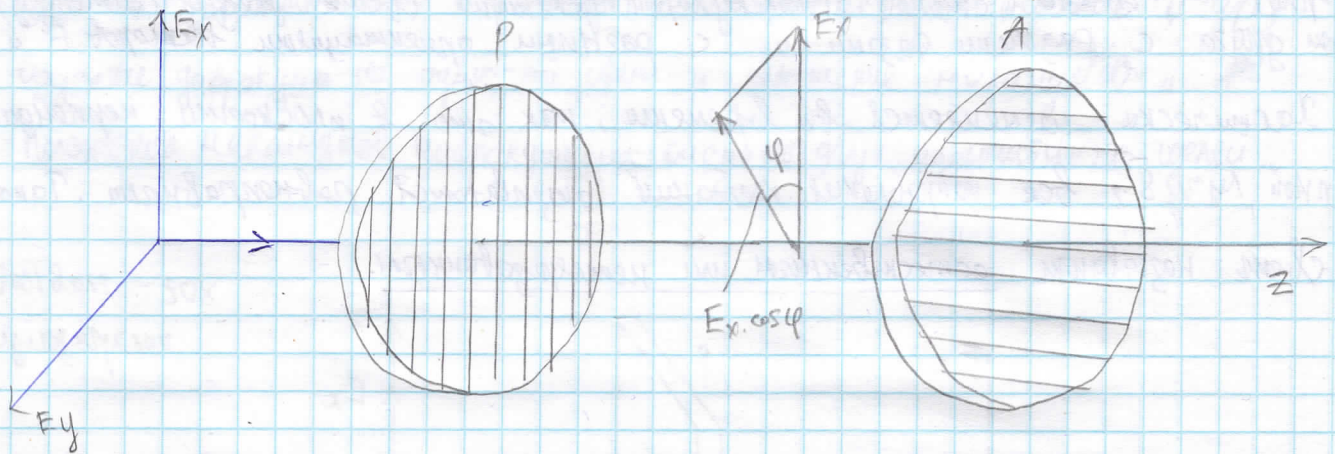
прошедшего ~~з~~ через поляризатор, $I_p = E_x^2 = \frac{1}{2} I_0$.

Поляризатор, используемый для исследования поляризованного света, наз. анализатором.

Интенсивность I линейно поляризованного света после прохождения через анализатор A зависит от угла φ между ~~на~~ главными плоскостями поляризатора P , проходящая составляющая - электрического вектора, параллельная главной плоскости анализатора и равна $E_x \cos \varphi$. Поэтому интенсивность света I , прошедшего через анализатор, пропорциональна квадрату угла

$$I = \frac{I_0}{2} \cos^2 \varphi.$$

(1) Закон Малюса



Способы получения линейно поляризованного света.

1. Преломление света в ~~одно~~ двулучепреломляющих кристаллах. Некоторые кристаллы обладают свойством двойного лучепреломления. Преломляясь в таком кристалле, световой луч разделяется на два луча с взаимно перпендикулярными плоскостями колебаний. Отключая один из лучей в широком, можно получить линейно поляризованный свет. Так устроены поляризационные призмы.
2. Поглощение света в дихроических пластинках. У некоторых двулучепреломляющих кристаллов по ~~различному~~ разному поглощению света двух взаимно перпендикулярно поляризованных лучей отличается настолько сильно, что уже при небольшой толщине кристалла один из лучей поглощается почти полностью, и из кристалла выходит линейно поляризованный луч света. Это явление носит название оптического дихроизма. Поляризаторы, изготовленные из дихроических пластинок, называются полюризационными.

Поларизор не является идеальным поляризатором, Естественный свет после прохождения через поларизор оказывается поляризованным лишь частично. Одной из характеристик частично поляризованного света является степень поляризации, которая определяется соотношением:

$$p = \frac{I_{\max} - I_{\min}}{I_{\max} + I_{\min}} \quad (2)$$

где I_{\max} и I_{\min} - максимальная и минимальная интенсивности, наблюдаемые с помощью идеального анализатора, установленного перпендикулярно к направлению поляризованного света. В случае поляризованного света, как видно из формул (2) и (1), степень поляризации равна единице; степень поляризации естественного света равна нулю.

Экспериментальная часть

	β°	φ°	$\cos \varphi$	$\cos^2 \varphi$	I_φ , мкА
1	φ_0	0	1	1	24,51
2	$\varphi_0 + 10$	10	0,985	0,97	23,51
3	$\varphi_0 + 20$	20	0,940	0,88	22,32
4	$\varphi_0 + 30$	30	0,866	0,75	20,78
5	$\varphi_0 + 40$	40	0,766	0,59	18,79
6	$\varphi_0 + 50$	50	0,643	0,41	16,92
7	$\varphi_0 + 60$	60	0,500	0,25	14,98
8	$\varphi_0 + 70$	70	0,342	0,12	13,37
9	$\varphi_0 + 80$	80	0,174	0,03	12,41
10	$\varphi_0 + 90$	90	0,000	0,00	12,29

$$S_x = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (\bar{x} - x_i)^2}$$

$$\cos^2 \varphi = x$$

$$y = a_1 x$$

$$y = I_\varphi$$

$$S_x = \sqrt{\frac{1}{9} \sum_{i=1}^{10} 1,3718} = 0,3904$$

$$S_y = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (\bar{y} - y_i)^2}$$

$$S_y = \sqrt{\frac{1}{9} \cdot 195,33 \cdot 10^{-6} \text{ A}^2} = 21,7 \cdot 10^{-3} \text{ A} \approx 0,02 \text{ A}$$

$$K_{xy} = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (\bar{x} - x_i)(\bar{y} - y_i)$$

$$K_{xy} = \frac{1}{9} \cdot 3,38 \cdot 39,94 \text{ мкА} \approx 15 \text{ мкА}$$

$$r = \frac{K_{xy}}{S_x S_y} = \frac{15 \text{ мкА}}{0,3904 \cdot 0,02 \text{ A}} = 0,00192 \text{ A} \approx 1,92 \cdot 10^{-3} \text{ A}$$

No. n _i	$X = \cos^2 \varphi$	$y = I \varphi, \text{ nKA}$	$(\bar{x} - x_i)^2$	$(\bar{y} - y_i)^2$	$(\bar{x} - x_i) \cdot (\bar{y} - y_i)$
1	1	24,51	0,25	42,51	3,26
2	0,97	23,51	0,2209	30,47	2,59
3	0,88	22,32	0,144	18,75	1,65
4	0,75	20,78	0,0625	7,78	0,7
5	0,59	18,79	0,0081	0,69	0,07
6	0,41	16,92	0,0081	1,14	0,1
7	0,25	14,98	0,0025	9,06	0,75
8	0,12	13,37	0,1449	21,34	1,76
9	0,03	12,41	0,2209	31,14	2,62
10	0,00	12,29	0,25	32,49	2,85

$$\bar{X} = 0,5$$

$$\bar{y} = 17,99$$

$$\left\{ \begin{aligned} \sum_{i=1}^{10} (\bar{x} - x_i)^2 &= 1,37 \\ \sum_{i=1}^{10} (\bar{y} - y_i)^2 &= 195,32 \\ \sum_{i=1}^{10} (\bar{x} - x_i) (\bar{y} - y_i) &= 16,35 \end{aligned} \right.$$

$$a_0 = \bar{y} - r \cdot \frac{S_y}{S_x} \cdot \bar{x} = \bar{y} - \frac{k_{xy}}{S_x} \cdot \bar{x}$$

$$a_0 = 17,99 \cdot 10^{-6} \text{ A} - 1,920 \cdot 10^{-3} \text{ A} \cdot \frac{0,02 \text{ A}}{0,3904} \cdot 0,5$$

$$a_0 = -31,19 \cdot 10^{-6}$$

$$a_1 = r \frac{S_x}{S_y} = \frac{k_{xy}}{S_y^2}$$

$$a_1 = 1,92 \cdot 10^{-3} \text{ A} \cdot \frac{0,3904}{0,02 \text{ A}} = 3,75 \cdot 10^{-2}$$

$$y_x = a_0 + a_1 x$$

$$y_x = -31,19 \cdot 10^{-6} + 3,75 \cdot 10^{-2} \cdot x$$

$$S_{a_0}^2 = S_{yx}^2 \left(\frac{1}{n} + \frac{(\bar{x})^2}{(n-1) S_x^2} \right) \quad (8)$$

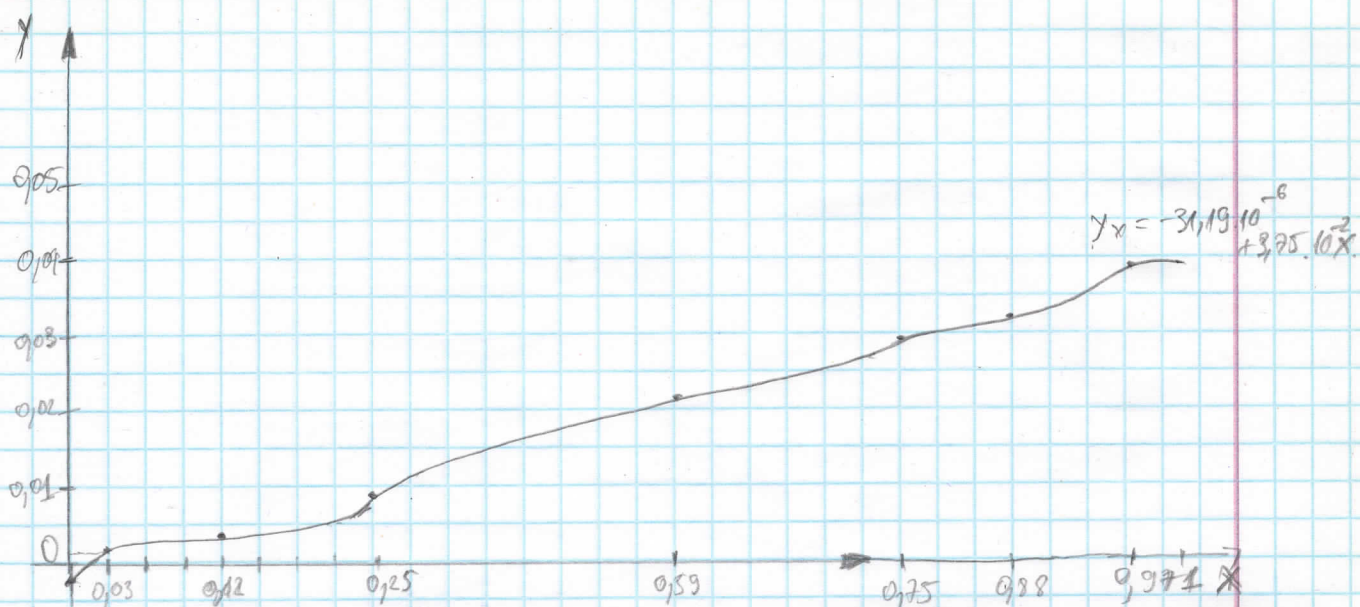
$$S_{a_0}^2 = S_{a_1}^2 = S_{yx}^2 \frac{1}{(n-1) S_x^2} \quad (9)$$

$$S_{yx}^2 = \frac{n-1}{n-2} S_y^2 (1-r^2) \quad (10)$$

$$S_{yx}^2 = \frac{9}{8} \cdot 902^2 \cdot (1 - (1,92 \cdot 10^{-3})^2) = 4,5 \cdot 10^{-4}$$

$$S_{a_0}^2 = 1,27 \cdot 10^{-4} \quad ; \quad S_{a_1}^2 = 3,28 \cdot 10^{-4}$$

$$P = \frac{1 - a_0 / (2a_1)}{1 + a_0 / (2a_1)} = 1,0008 \dots$$



Контрольные вопросы:

- 1, Ориентация в-ов \vec{E} и \vec{H} . В результате результирующей волны хаотически изменяется во времени, так что в ю.м., 1 пучку \vec{S} , все направления колебаний оказываются равноправными. Такой свет называется естественным или неполяризованным.
- 2, Если на пути пучка установить приспособление, которое пропускает только одну из упоминутых составляющих, то пучок окажется линейно поляризованным.
- 3, Интенсивность света после анализатора пропорциональна квадрату угла падения плоскостей поляризатора и анализатора. Закон Малюса: $I = \frac{I_0}{2} \cos^2 \varphi$.
- 4, Коэффициент регрессии показывает, на сколько в среднем отклоняется результативного признака y при отклонении факторного признака x на единицу.

Вывод: была проделана работа с ознакомлением со способами изучения линейно поляризованного света, так же проведена проверка закона Малюса по методу статистического корреляционного анализа, измерения степени поляризации света. На основании экспериментальных данных построен график ($y_x = a_0 + a_1 x$), найдена $R \approx 1$.