

Исследование магнитооптических свойств теллуритных стёкол

Работу выполнили:

Геликонова В.Г., Платонова М.В., Сарафанов Ф.Г.

Научный руководитель:

Яковлев А.И.

Нижний Новгород – 2017

Цели и актуальность

Цели

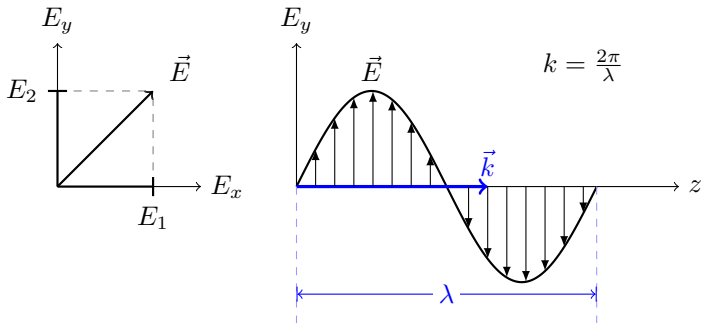
- 1 Исследовать магнитооптические свойства теллуритных стёкол (Определить постоянную Верде)
- 2 Обработать результаты и сделать оценку длины образца

Актуальность

- 1 Теллуритные стекла обладают оптической активностью и могут быть использованы в качестве магнитооптического материала в изоляторах и вращателях Фарадея
- 2 Теллуритные стекла обладают широким спектром пропускания (спектр)
- 3 Из этого материала возможно изготовление образцов с большой апертурой
- 4 Из теллуритных стекол возможно изготовление волокон
- 5 Теллулитные стекла позволяют изменять постоянную Верде вариацией состава

Поляризация - НОРМАЛЬНОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ

$$\begin{cases} E_x = E_1 \cos(-kz + \omega t + \phi_1) \\ E_y = E_2 \cos(-kz + \omega t + \phi_2) \\ E_z = 0 \end{cases} \quad (1)$$



Понятие поляризации

Рассмотрим уравнение волны:

$$\begin{cases} E_x = E_1 \cos(-kz + \omega t + \varphi_1) \\ E_y = E_2 \cos(-kz + \omega t + \varphi_2) \\ E_z = 0 \end{cases}$$

Исключим из них время. Для этого

$$\textbf{1} \quad \frac{E_x}{E_1} = \cos(-kz + \omega t) \cos \varphi_1 - \sin(-kz + \omega t) \sin \varphi_1$$

$$\frac{E_y}{E_2} = \cos(-kz + \omega t) \cos \varphi_2 - \sin(-kz + \omega t) \sin \varphi_2$$

$$\textbf{2} \quad \frac{E_x}{E_1} \cos \varphi_2 - \frac{E_y}{E_2} \cos \varphi_1 = \sin(-kz + \omega t) \sin(\varphi_2 - \varphi_1)$$

$$\textbf{3} \quad \frac{E_x}{E_1} \sin \varphi_2 - \frac{E_y}{E_2} \sin \varphi_1 = \sin(-kz + \omega t) \sin(\varphi_2 - \varphi_1)$$

$$\textbf{4} \quad \frac{E_x^2}{E_1^2} - \frac{2E_x E_y}{E_1 E_2} \cos(\varphi_2 - \varphi_1) + \frac{E_y^2}{E_2^2} = \sin^2(\varphi_2 - \varphi_1), \varphi_2 - \varphi_1 = \delta$$

$$\textbf{5} \quad \frac{E_x^2}{E_1^2} - \frac{2E_x E_y}{E_1 E_2} \cos \delta + \frac{E_y^2}{E_2^2} = \sin^2 \delta$$

А это уравнение эллипса.

Следовательно, поляризация в общем случае эллиптическая. ЧТО ТАКОЕ E1 И E2 ИСПРАВИТЬ НА РИСУНКЕ ИСПРАВИТЬ РИСУНОК: УБРАТЬ ПЛЮСЫ ВОЛНОВОЙ ВЕКТОР

1 Если $\delta = 0, \pi$, то $\frac{E_x^2}{E_1^2} \pm \frac{2E_x E_y}{E_1 E_2} + \frac{E_y^2}{E_2^2} = 0$

$$\frac{E_x}{E_1} \pm \frac{E_y}{E_2} = 0$$

– линейная поляризация

2 Если $\delta = \frac{\pi}{2}$, то

$$\frac{E_x^2}{E_1^2} + \frac{E_y^2}{E_2^2} = 1$$

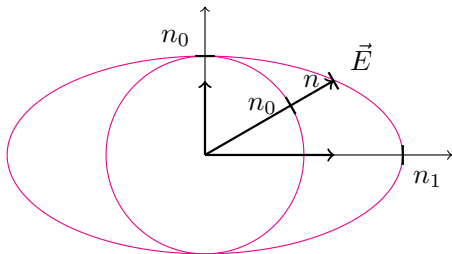
– эллиптическая поляризация, которая при $E_1 = E_2 \equiv E'$ переходит в круговую

$$E_x^2 + E_y^2 = E'^2$$

Понятие двулучепреломления

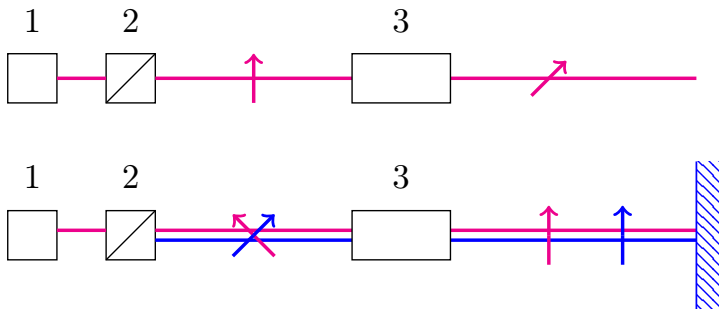
ЧТО ТАКОЕ ДВУЛУЧЕПРЕЛОМЛЕНИЕ ИЗОТРОПНОЕ СТЕКЛО
ДВУЛУЧЕПРЕЛОМЛЕНИЕКАРТИНКА ИЗ СИВУХИНА ЦИРКУЛЛЯРНОЕ
ДВУЛУЧЕПРЕЛОМЛЕНИЕ

$$n_{1,2} = \frac{c}{V_{1,2}}$$



Вращатель и изолятор Фарадея

Вращатель Фарадея - устройство, способное вращать плоскость поляризации в магнитном поле. **Изолятор Фарадея** - устройство, поворачивающее плоскость поляризации на $\frac{\pi}{4}$.



1 – источник

2 – поляризатор

3 – вращатель

или изолятор Фарадея

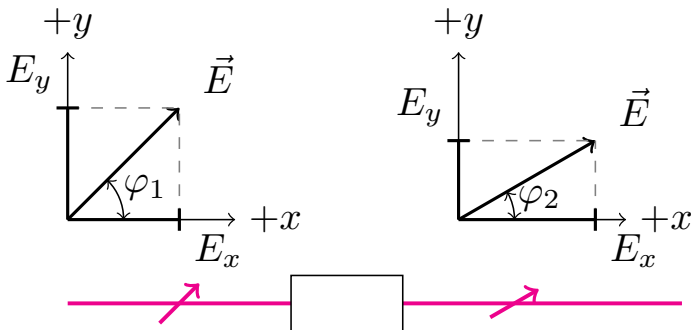
НАРИСОВАТЬ ПОЛЯРИЗАТОР НА РИСУНКЕ УГОЛ ПОВОРОТА ПЛ
ПОЛЯРИЗАЦИИ МАГНИТ С МАГНИТОАКТИВНЫМ МАТЕРИАЛОМ
(МАГНИТНАЯ СИСТЕМА)

Материальная константа: постоянная Верде

V – постоянная Верде – физическая величина, характеризующая угол, на который повернется плоскость поляризации при данных длине образца и магнитном поле:

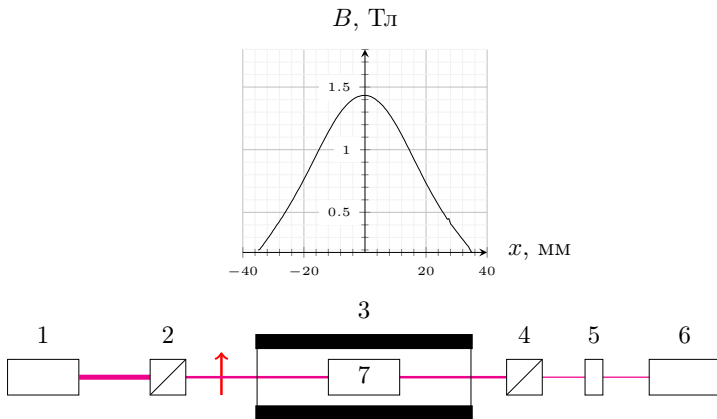
$$\Theta = \varphi_2 - \varphi_1 = V \int B(x) dx \quad (2)$$

где Θ – угол, на который поворачивается плоскость поляризации.



МАГНИТНАЯ СИСТЕМА

Схема установки



1 – диодный лазер

$$\lambda_1 = 531 \text{ нм},$$

$$\lambda_2 = 658 \text{ нм},$$

$$\lambda_3 = 1064 \text{ нм}$$

2 – поляризатор

3 – магнит

4 – призма Глана

5 – фильтр

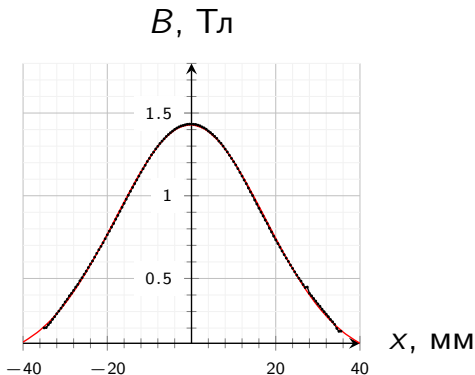
6 – камера

7 – образец

ПОКАЗАТЬ ПОЛЯРИЗАЦИЮ ПОСЛЕ ВРАЩАТЕЛЯ

Аппроксимация распределения магнитного поля

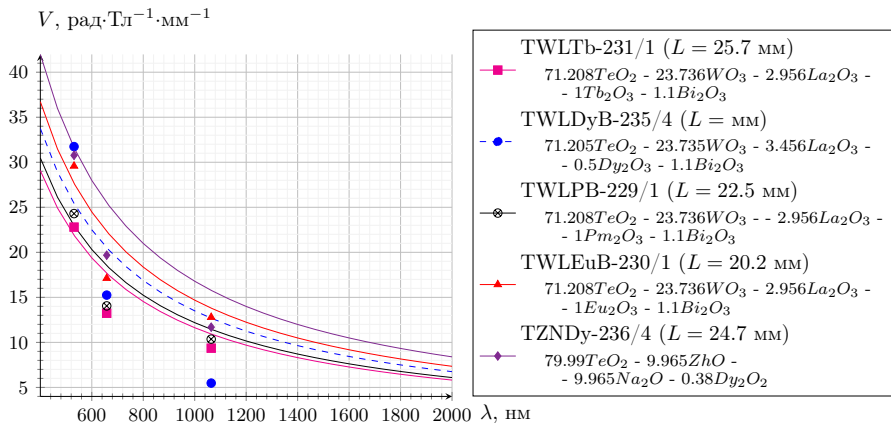
Мы аппроксимировали экспериментально полученное распределение $B(x)$ с помощью кривой нормального распределения:



$$B = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \exp \left[-\frac{(x - \mu)^2}{2\sigma^2} \right],$$

где $\mu = -0.2581 \pm 0.03$, $\sigma = 17.72 \pm 0.05$ ЗАМЕНИТЬ КОНСТАНТЫ
ВВЕСТИ В0 НАПИСАТЬ РАЗМЕРНОСТИ

Результаты эксперимента



ПОДПИСАТЬ ДЛИНЫ И СОСТАВЫ ОБРАЗЦОВ ДОБАВИТЬ СЮДА
ОЦЕНКУ И УБРАТЬ ОТТУДА ТЕКСТ

(ЭТО ОТТУДА ЗДЕСЬ) $\Theta = VBL$

$$L = \frac{\Theta}{VB}$$

$$B = 3.5 \text{ Тл}$$

$$\Theta = \frac{\pi}{4}$$

$$\lambda = 1.8 \text{ мкм}$$

$$V = 9.3$$

$$L = 2 \text{ см}$$

Для оценки был выбран образец с наибольшей материальной константой, так как он на наибольший угол поворачивает плоскость поляризации.

Длина образца с составом TZNDy-236/4, при которой плоскость поляризации повернулась бы на $\frac{\pi}{4}$ – 2см для волны 1,8мкм.

При такой длине образца неоднородность магнитного поля сказываться не будет, следовательно, как изолятор Фарадея его эффективно применять при таком магнитном поле.

В этой работе

- 1** исследовали магнитооптические свойства теллуритных стекол (определили постоянную Верде)
- 2** оценили длину образца, при которой теллуритное стекло вместе с магнитной системой стали бы изолятором Фарадея

Спасибо за внимание!

Презентация подготовлена в издательской
системе LaTeX с использованием пакетов
PGF/TikZ и Beamer