

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

- 1 Исследовать магнитооптические свойства теллуритных стёкол
- 2 Определить материальную константу - постоянную Верде
- 3 Обработать результаты

Актуальность

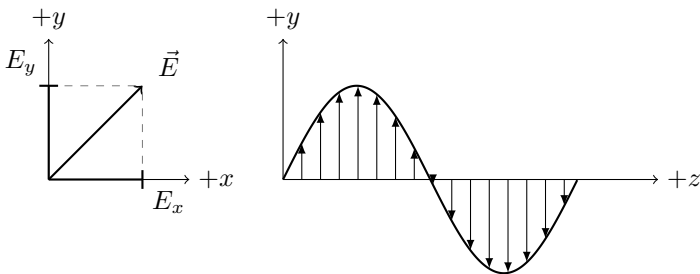
- 1 Теллуритные стекла обладают оптической активностью и могут быть использованы в качестве магнитооптического материала в изоляторах и вращателях Фарадея
- 2 Теллуритные стекла обладают широким спектром пропускания
- 3 Из этого материала возможно изготовление образцов с большой апертурой
- 4 Теллулитные стекла позволяют изменять угол поворота плоскости поляризации вариацией состава

Понятие поляризации

Для электромагнитных волн вектора \vec{E} и \vec{B} перпендикулярны друг другу и вектору скорости распространения волны \vec{V}

Поляризация - явление направленного колебания вектора \vec{E} или \vec{B} в плоскости, перпендикулярной волновому вектору \vec{k}

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



Понятие поляризации

Если из уравнений вида

$$\begin{cases} E_x = E_1 \cos(-kz + \omega t) \\ E_y = E_2 \cos(-kz + \omega t + \delta) \\ E_z = 0 \end{cases} \quad (2)$$

исключить время, то получится

$$\frac{(E_x)^2}{(E_1)^2} - \frac{2E_x E_y}{(E_1 E_2)} \cos(\delta) + \frac{(E_y)^2}{(E_2)^2} = \sin^2(\delta) \quad (3)$$

А это уравнение эллипса.

Следовательно, поляризация в общем случае эллиптическая.

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

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

– 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

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

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

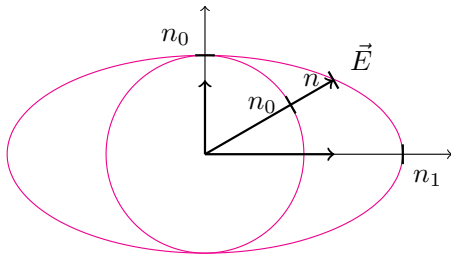
$$\frac{E_x}{E_1} + \frac{E_y}{E_2} = 0$$

– линейная поляризация

Понятие двулучепреломления

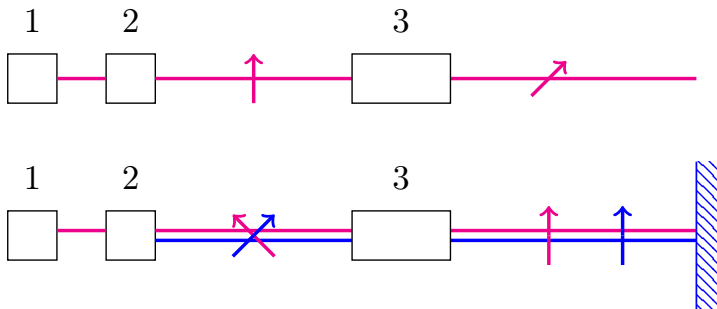
Эффект **двулучепреломления** наблюдается в анизотропных средах (в нашей работе - теллуритных стеклах). В связи с существованием эллипсоида преломления волна при прохождении через среду распадается на две: **сферическую** (обыкновенную) и **эллипсоидальную** (необыкновенную).

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



Вращатель и фильтр 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

Материальная константа: постоянная Верде

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

$$\Theta = \phi_2 - \phi_1 = V \int B(x) dx \quad (4)$$

где Θ – угол, на который поворачивается плоскость поляризации.

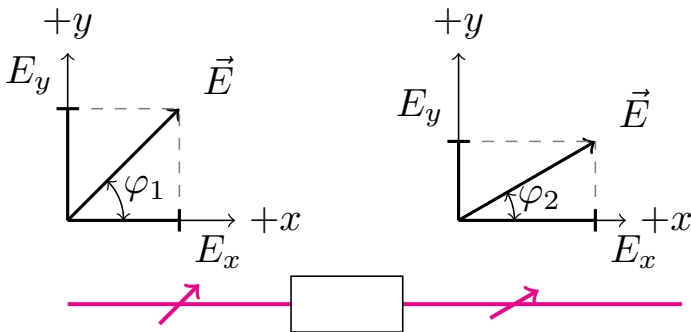
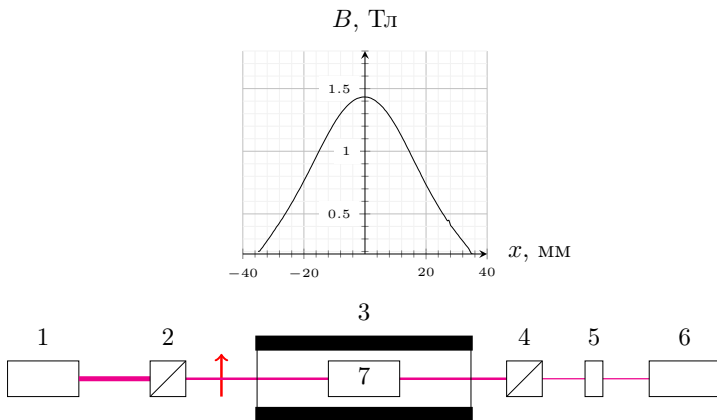


Схема установки



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

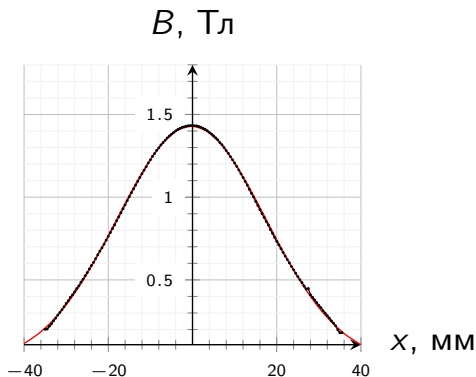
5 – фильтр

6 – камера

7 – образец

Аппроксимация распределения магнитного поля

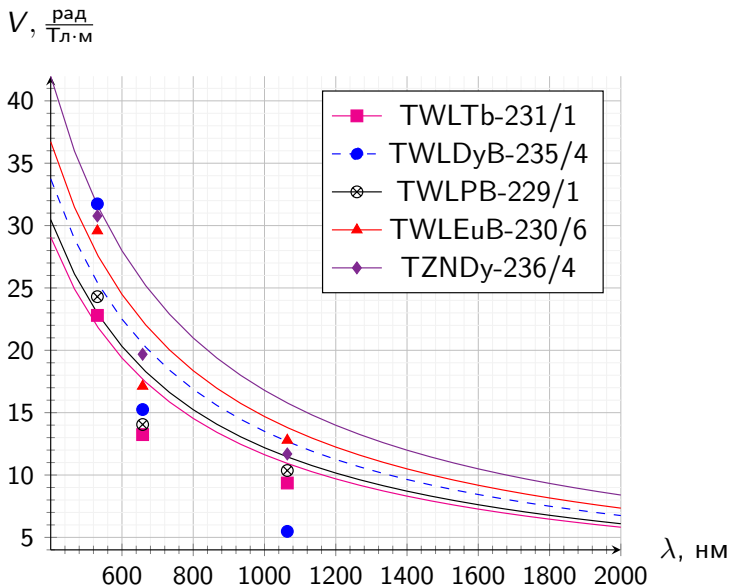
Мы аппроксимировали экспериментально полученное распределение $B(x)$ с помощью кривой нормального распределения:



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

где $\mu = -0.2581 \pm 0.03$, $\sigma = 17.72 \pm 0.05$

Результаты эксперимента



$$\Theta = VBL$$

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

$$B = 3.5 \text{ Тл}$$

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

$$\lambda = 1.8 \text{ мкм}$$

$$V = 9.3$$

$$L = 2 \text{ см}$$

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 ходе этой работы мы

- 1 исследовали магнитооптические свойства теллуритных стекол
- 2 определили материальную константу – постоянную Верде
- 3 оценили длину образца, при к-й теллуритное стекло стало бы изолятором Фарадея

Спасибо за внимание!

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