

Лабораторна робота 32.01 ОДЕРЖАННЯ І ДОСЛІДЖЕННЯ ПОЛЯРИЗОВАНОГО СВІТЛА

1. Мета роботи. *Ознайомитися з методами одержання лінійно поляризованого світла і вивчити закони Брюстера і Малюса.*

Методика виконання.

Плоска електромагнітна світлова хвиля є поперечною і являє собою поширення в просторі взаємно перпендикулярних коливань вектора напруженості електричного поля $\vec{E}$ і вектора напруженості магнітного поля $\vec{H}$ (рис. 68.1, а). Вектор $\vec{E}$ називають світловим вектором (у роботі розглядається саме цей вектор). Наявність вектора $\vec{H}$ мається на увазі.

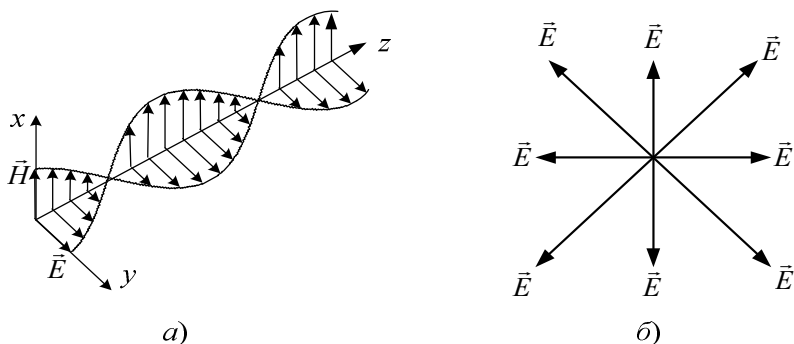


Рис. 68.1

Світловий пучок, в якому різні напрями вектора $\vec{E}$ у поперечній до напрямку поширення хвилі площині рівномірні, називається природним. У природному світлі коливання різних напрямів швидко і безладно змінюють одне одного (рис. 1, б). Таке світло називають повністю неполяризованим світлом.

Світло, в якому напрям коливань вектора $\vec{E}$ впорядкований будь-яким чином і підпорядкований будь-якій закономірності, називається поляризованим. Розрізняють два види поляризації – часткову і повну. Якщо амплітуда коливань у якому небудь напрямі в поперечній площині

досягає максимального значення і мінімального – у перпендикулярному напрямі, то таке світло називається частково поляризованим (рис. 2, а). З'єднуючи кінці векторів $\vec{E}$, у цьому разі одержимо еліпс.

Якщо коливання вектора здійснюються в одній площині, то таке світло називається повністю поляризованим (плоскополяризованим) світлом (рис. 2, б).

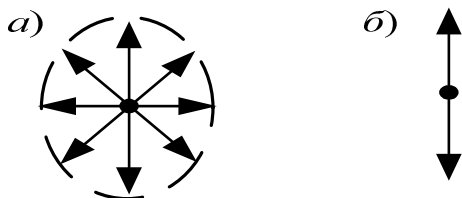


Рис. 2

Для одержання плоскополяризованого світла з природного неполяризованого застосовують спеціальні оптичні пристрої – поляризатори. Площину коливань електричного вектора у світловій хвилі, що пройшла крізь поляризатор, називають площиною поляризатора.

Будь-який поляризатор можна використовувати для дослідження поляризованого світла, тобто як аналізатор. У цьому випадку площина коливань проходячого світла збігається з площиною аналізатора. Інтенсивність I плоскополяризованого світла після проходження крізь аналізатор залежить від кута φ , утвореного площиною коливань падаючого на аналізатор променя з площиною аналізатора відповідно до закону Малюса:

$$I = I_0 \cos^2 \varphi,$$

де I_0 – інтенсивність падаючого на аналізатор світла.

Наведемо кілька способів одержання плоскополяризованого світла.

Відбиття світла від поверхні діелектрика

Відбите від діелектрика і заломлене світло завжди частково поляризоване. У відбитому промені переважають коливання, перпендикулярні до площини падіння, а в заломленому промені – паралельні площині падіння (рис. 68.3, а).

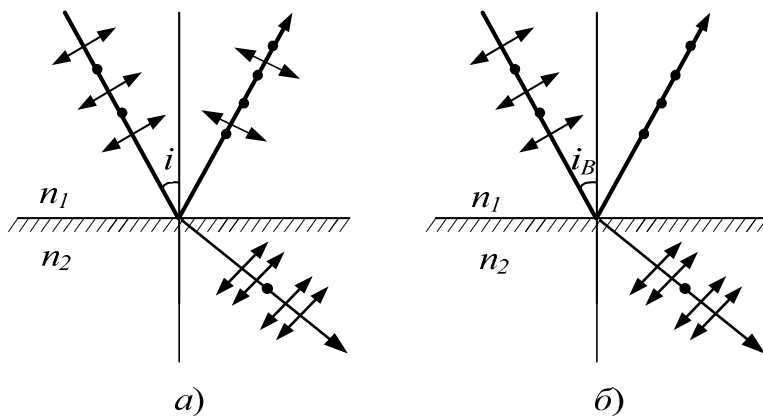


Рис. 3

На рис. 3 точки відповідають коливанням вектора $\vec{E}$, перпендикулярним до площини падіння, стрілки – коливанням у площині падіння.

Ступінь поляризації відбитого променя залежить від відносного показника заломлення $n_{12}=n_2/n_1$ і кута падіння i_1 . Якщо кут падіння задовольняє умові

$$\operatorname{tg} i_B = n_{12}, \quad (1)$$

то відбитий промінь буде поляризований повністю (рис. 68.3, б), а заломлений тільки частково. Співвідношення (1) називають законом Брюстера. Кут i_B називають кутом Брюстера або кутом повної поляризації.

Подвійне променезаломлення у кристалах

Деякі кристали володіють властивістю подвійного променезаломлення. Заломлюючись у такому кристалі, світловий промінь розділяється на два плоскополяризованих промені з взаємно перпендикулярними напрямками коливань

вектора $\vec{E}$ – звичайний z і незвичайний e . Звичайний промінь задовольняє звичайному закону заломлення і знаходиться в одній площині з падаючим променем і нормаллю. Для незвичайного променя відношення синусів падіння і заломлення не залишається сталим при зміні кута падіння. Крім цього, незвичайний промінь, як правило, не лежить у площині падіння і відхиляється від звичайного променя з навіть при нормальному падінні світла. Відхиляючи

один з променів у бік, можна одержати плоскополяризований промінь. Так зроблена, наприклад поляризаційна призма Ніколя (рис. 4).

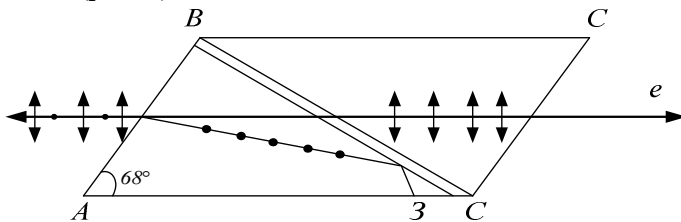


Рис. 4

Дві природні грані кристала ісландського шпату зрізуються так, щоб зменшити кут між поверхнями до 68° . Потім кристал розпилюється на дві частини за площиною BD під кутом 90° до нових граней. Після полірування поверхні розпилу склеюються канадським бальзамом з показником заломлення n_b , що задовольняє умові

$$n_e < n_b < n_o,$$

де n_o і n_e – показники заломлення ісландського шпату для звичайного і незвичайного променів.

Падаючи під кутом більш граничного на площину BD , звичайний промінь зазнає повне внутрішнє відбиття на межі шпат – бальзам. Незвичайний промінь, для якого $n_e < n_o$, виходить з призми плоскополяризованим.

3. Опис лабораторної установки

Основою установки є напівкругла пластина 1 з градусними поділками, нанесеними по краю. У центрі кола закріплено шарнір 2, навколо якого обертаються дві штанги (рис. 5). На одній з них закріплено освітлювач 3, на другій – поляризаційна призма 5 з лімбом 6 для вимірювання кута її повороту і фотоелемент 7. Фотострум вимірюється мікроамперметром 8. На основі вертикально укріплено діелектричну пластину 9.

4. Обладнання

1. Напівкругла основа з градусними поділками.
2. Діелектрична пластина.
3. Освітлювач.
4. Поляризаційна призма з лімбом.
5. Фотоелемент.

6. Мікроамперметр.

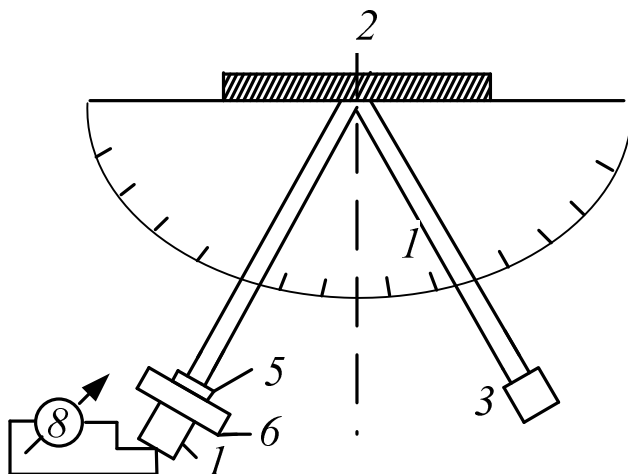


Рис. 5

5. Порядок виконання роботи

А) Визначення кута Брюстера і показника заломлення матеріалу діелектричної пластини

1. Встановити штанги під кутом α (приблизно 45°) і добитися, щоб світло, відбите від пластини, падало на призму 5.

2. Повернути поляризаційну призму так, щоб фотострум був найменшим при даному куті.

3. Повернути обидві штанги (спостерігаючи за тим, щоб пляма світлового пучка весь час знаходилася на призмі) до того моменту, поки фотострум стане мінімальним, і записати відповідний кут α_B . Дослід повторити кілька разів і знайти середнє значення α_B .

4. За формулою Брюстера (1) знайти показник заломлення діелектричної пластини.

Б) Вивчення закону Малюса.

1. Обертати поляризаційну пластину в межах повного оберту і через кожні 20° записувати покази мікроамперметра. Повторити вимірювання 3 рази і результати занести до табл. 68.1.

2. Визначити кут $\varphi_{\text{макс}}$, що відповідає максимальній інтенсивності I , і ввести кут $\varphi^* = \varphi - \varphi_{\text{макс}}$. Для $\varphi^* = 0$ і $I = I_0$.

3. Накреслити графік дослідної залежності $I/I_0=f(\varphi^*)$.
На цьому ж рисунку аналогічно побудувати теоретичну залежність

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

4. Порівняти графіки дослідної і теоретичної залежностей I/I_0 .

Таблиця 68.1.

№ досл іду	φ	$\varphi_{\max}$	φ^*	Покази мікроамперметра				I/I_0	$\cos^2 \varphi^*$
				1	2	3	серед не		
1									
2									
3									
4									
5									

6. Контрольні запитання

1. У чому полягає явище поляризації світла?
2. Яке світло називається плоскополяризованим?
3. Назовіть способи одержання поляризованого світла.
4. Сформулюйте закон Брюстера.
5. В якій площині коливається вектор E світла, відбитого від поверхні діелектрика під кутом Брюстера?
6. В якому випадку, якщо падаючий промінь плоскополяризований, відбитого світла не буде?
7. У чому полягає явище подвійного променезаломлення?
8. Будова і дія призми Ніколя.
9. Сформулюйте і поясніть закон Малюса.

7. Література

1. Савельев И.А. Курс общей физики. – М. : Наука, 1978. – Т.2.
2. Ландсберг Г.С. Оптика. – М.: Наука, 1976.
3. Базакуца В.А. Лабораторный практикум по физике. – Харьков: Из-во Харьковск .ун-та, 1972.