

§ 46. ПОЛЯРИЗАЦІЯ СВІТЛА. ПОЛЯРОЇДИ

?!

Людське око здатне сприймати дві важливі характеристики світла: колір (довжину світлової хвилі) і рівень освітленості (амплітуду світлової хвилі). Світло має й третю характеристику — ступінь поляризації, яку наше око не здатне сприймати, на відміну, наприклад, від ока бджоли. Виявлення поляризації світла однозначно доводить, що світло — це поперечна хвиля.

1

Як поляризоване природне світло

Світлова хвиля характеризується вектором напруженості \vec{E} і вектором магнітної індукції \vec{B} , які коливаються у взаємно перпендикулярних площинах. Площину, в якій коливається вектор напруженості \vec{E} , називають *площиною коливань*. Площину, в якій здійснює коливання вектор магнітної індукції \vec{B} , називають *площиною поляризації*.

Окремо взяті молекула або атом випромінюють електромагнітну хвилю, для якої площина коливання вектора \vec{E} , а отже, і вектора \vec{B} є чітко фіксованою (рис. 46.1). Але будь-яке світне тіло складається з величезної кількості частинок. Випромінювання кожної з них ніяк не пов'язане з випромінюванням сусідньої з нею частинки, тому

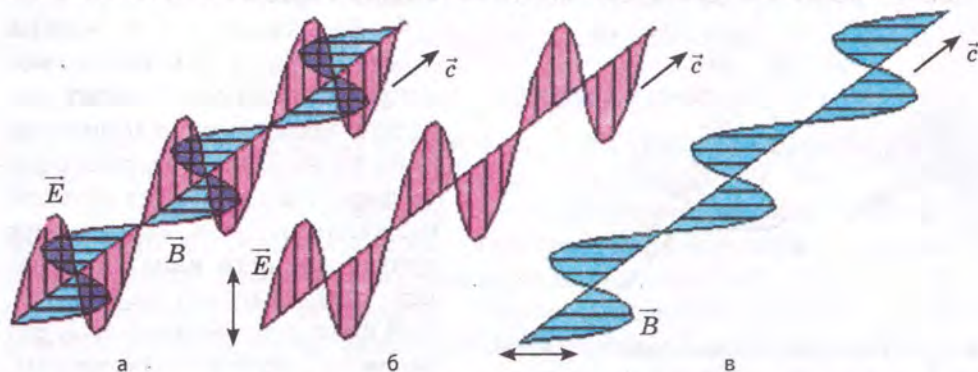


Рис. 46.1. Світлова хвиля від окремого атома (а). Площини коливань вектора \vec{E} (б) і вектора \vec{B} (в) є фіксованими

площина коливань вектора \vec{E} у кожній з них не залежить від сусідньої. У сумарному випромінюванні, що випускається таким тілом, безліч різноманітно орієнтованих площин коливань, а амплітуда коливань вектора \vec{E} в будь-якій площині однакова. Таке світло називається **природним**, або **неполяризованим**. Прикладами неполяризованого світла є сонячне випромінювання, випромінювання ламп розжарювання, ламп денного світла тощо.

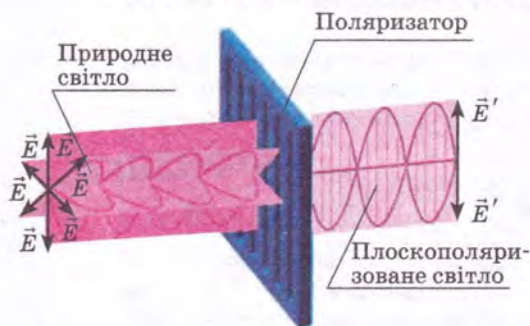


Рис. 46.2. У плоскополяризованому світлі коливання вектора \vec{E} відбуваються лише в одній площині

Якщо на шляху природного світла поставити **поларизатор** — пристрій, що пропускає світлові хвилі лише в певній площині коливань вектора \vec{E} , то у світлі, що пройшло крізь поларизатор, коливання вектора \vec{E}' відбуватимуться тільки в цій площині (рис. 46.2). Таке світло називається **плоскополяризованим**, або **лінійнополяризованим** (окрім лінійної, існують і інші види поляризації, але ми не будемо їх розглядати).

Поляризація світла — це орієнтація вектора напруженості світлової хвилі в площині, перпендикулярній до напрямку поширення хвилі, під час взаємодії світла з речовиною.

Неполяризоване й поляризоване світло — це два окремі випадки так званого *частково поляризованого світла* — світла, у якого амплітуда коливань вектора \vec{E} в різних площинах коливань неоднакова.

★ 2 Як отримати поляризоване світло

Розглянемо деякі приклади поляризації світла.

1) Ще наприкінці XVII ст. було виявлено, що кристал ісландського шпату роздвоює пучки світла, які проходять крізь нього.

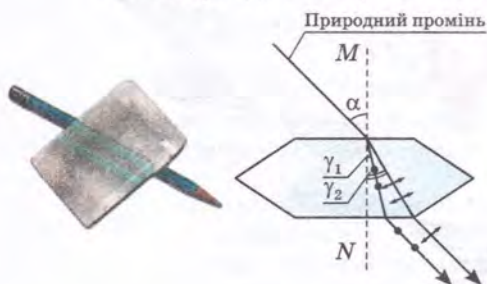


Рис. 46.3. Подвійна променезаломлюваність природного світла в кристалі. MN — оптична вісь кристала: світло, напрямлене вздовж оптичної осі, не заломлюється й не роздвоюється

Це явище, яке можна спостерігати у більшості монокристалів, дістало назву *подвійної променезаломлюваності* (рис. 46.3). Спроба одержати інтерференційну картину шляхом накладання двох заломлених пучків дає негативний результат, хоча ці пучки когерентні. Цей факт пояснюється тим, що заломлені пучки поляризовані у взаємно перпендикулярних напрямках.

2) Якщо з кристала турмаліну вздовж його оптичної осі вирізати пластину, то вона буде пропускати лише ті світлові хвилі, вектор напруженості яких паралельний оптичній осі кристала. Побачити це можна за допомогою іншої пластини, обертаючи її в площині, яка паралельна першій пластині.

У міру збільшення кута між оптичними осями кристалів інтенсивність світла, що проходить крізь пластини, зменшуватиметься. Коли осі кристалів встановлюються перпендикулярно одна до одної, світло не пройде зовсім — поглинеться. В цьому випадку перша пластинка виконує функції поляризатора, а друга — *аналізатора*: поляризатор виділяє з природного світла пучок з однією площиною коливань вектора \vec{E} , аналізатор визначає площину, в якій відбуваються коливання в поляризованому пучку (рис. 46.4). *Поляризатори й аналізатори мають спільну назву — поляроїди.*

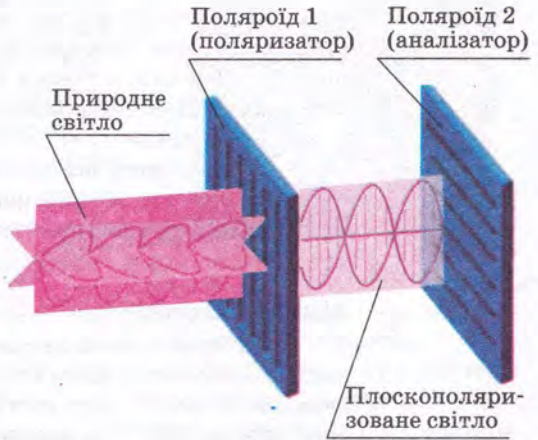


Рис. 46.4. Схема дії поляризатора й аналізатора

На практиці в якості поляроїдів використовують спеціальні плівки, які наносять на скляну або целулоїдну пластинку, наприклад, плівки з кристаликів герпатиту.

3) Світло завжди частково поляризується при відбиванні від поверхні діелектрика та при заломленні на його поверхні. У відбитій хвилі вектор \vec{E} переважно перпендикулярний до площини падіння, а у заломленої — лежить у площині падіння.

Закон Брюстера:*

Для кожної пари прозорих середовищ існує кут падіння α_B , при якому відбите світло стає повністю плоскополяризованим:

$$\operatorname{tg} \alpha_B = n_{21},$$

де n_{21} — відносний показник заломлення середовищ.

Цей кут називається *кутом Брюстера*. При куті Брюстера відбитий і заломлений промені взаємно перпендикулярні.

Поляризованість відбитого світла, наприклад відблисків на поверхні води або скляних вітрин, визначає методи боротьби з цим явищем. Якщо дивитися на відблиск крізь поляроїдний фільтр, неважко підібрати такий кут обертання фільтра, при якому відблиск повністю або значною мірою зникає. Використання поляроїдних фільтрів

* На честь шотландського фізика Скотта Брюстера (1781–1868), який встановив цей закон у 1815 р.

у фотографії, для виготовлення сонцезахисних окулярів, вітрового скла дозволяє погасити сліпучі відблиски від скляних вітрин, поверхні води або вологого шосе.★



Підбиваємо підсумки

Світло, у якого вектор напруженості \vec{E} коливається в будь-якій площині, а амплітуда коливань в кожній площині однакова, називається природним, або неполяризованим. Світло, у якого коливання вектора \vec{E} відбуваються тільки в одній площині, називається плоскополяризованим. Для поляризації світла використовують спеціальні пристрої — поляризатори.

★ У випадку відбиття світла від поверхні діелектрика відбитий і заломлений промені завжди частково поляризовані. Кут падіння α_B , при якому відбита хвиля стає повністю поляризованою, називається кутом Брюстера й визначається за формулою $\text{tg } \alpha_B = n_{21}$.★



Контрольні запитання

1. Чому природне світло завжди неполяризоване? 2. Яке світло називають плоскополяризованим? 3. Дайте визначення поляризації. ★ 4. Наведіть приклади поляризації світла. ★ 5. Які функції виконують поляроїди і як залежно від цього вони називаються? ★ 6. Що таке кут Брюстера? ★ 7. З якою метою використовують поляроїдні фільтри?