

В. А. Одарич

Магнітооптика

МАГНІТООПТИКА, Магнетооптика – розділ оптики, що вивчає явища, які виникають у результаті взаємодії оптичного випромінювання з намагніченою речовиною. У М. досліджують вплив намагніченості середовища на параметри надхід. світла: поляризацію світла (положення електр. вектора світл. хвилі, її амплітуду та фазу, вивчають причини, які обумовлюють спостережувані зміни вказаних параметрів). Прояви магнітоопт. ефектів визначаються залежно від напрямку поширення світла відносно орієнтації намагніченості, методу їх спостереження – у прохід. чи відбитому світлі. Фарадея явище (ефект) – поворот площини поляризації лінійно поляризов. світла при поширенні його в речовині вздовж напрямку магніт. поля. Кут повороту φ прямо пропорційний шляху L променя та індукції B магніт. поля $\varphi = \alpha LB$. Константа α залежить від природи речовини та частоти світла – обертал. дисперсія. Лінійно поляризоване випромінювання можна уявити як суперпозицію 2-х право- і лівоциркулярнополяризов. хвиль, що поширюються в одному напрямку та мають протилеж. напрямки обертання електр. вектора світл. хвилі навколо напрямку поширення хвилі. З феноменол. погляду ефект Фарадея пояснюється різною швидк. поширення цих хвиль у намагніченій речовині. Ці хвилі набувають різниці ходу, що лінійно залежить від довжини шляху, і, складаючись, утворюють результуючу лінійно поляризовану хвилю із електр. вектором, що повернутий відносно напрямку поширення хвилі на деякий кут. Коттона–Мутона ефект – поява анізотропії та відповідно подвій. променезаломлення в ізотроп. речовинах при поміщенні їх у сильне однорідне магнітне поле. Вектор індукції магніт. поля має бути напрямлений перпендикулярно напрямку поширення світл. хвилі. Молекули середовища повинні бути анізотропними та мати постій. магніт. момент. Різниця фаз звичайного (o) і незвичайного (e) променів визначається різницею показників їхнього заломлення n_o і n_e та довжиною шляху L світла в речовині й залежить від напруженості магніт. поля H : $\Delta = L(n_e - n_o)/\lambda = cLH^2$. Стала c всіх речовин різна і залежить від довжини світл. хвилі та температури. Коттона–Мутона ефект слабкий, зокрема для нітробензолу в магніт. полі з індукцією $B = 20000$ Гс на довжині шляху $L = 10$ см виникає різниця фаз всього $\Delta = 3,2^\circ$. Коттона–Мутона ефект пояснюється переваж. орієнтацією молекул з анізотроп. поляризованістю, викликаною зовн. магніт. полем. Крім того, змінюється також і сама поляризованість молекул. У результаті середовище під дією магніт. поля веде себе подібно одновіс. кристалу, оптична вісь якого паралельна індукції

магніт. поля B . Тепловий рух молекул чинить розорієнтаційну дію на орієнтацію молекул. Тому з підвищенням температури вплив дезорієнтації молекул збільшується і коефіцієнт s зменшується, внаслідок чого величина різниці фаз, наведена магніт. полем, зменшується. Магнітооптичний ефект Керра – зміна стану поляризації світл. хвилі при її відбиванні від плоскої поверхні намагніченої речовини. Характер і ступінь змін поляризації залежать від взаєм. розташування поверхні зразка, площини поляризації надхід. світла та вектора намагніченості B . Полярний ефект Керра полягає в тому, що при відбиванні лінійно поляризов. світла від поверхні намагніченого матеріалу спостерігається обертання площини поляризації світла навколо напрямку променя. Найбільший ефект спостерігається при нормал. падінні світла. При меридіональному (поздовжньому) ефекті Керра вектор намагніченості лежить у площині відбиваючої поверхні та паралел. площині падіння світла. Найбільший ефект спостерігається при великих кутах падіння, при нормал. падінні взагалі не відбувається. Екваторіальний (поперечний) ефект Керра проявляється при перпендикуляр. орієнтації вектора індукції магніт. поля до площини падіння. Можливий тільки для компоненти поляризації, нормальної до намагніченості (p -компоненти), і дорівнює нулю для світла, поляризованого паралельно намагніченості (s -компоненти). Є ефектом першого порядку за намагніченістю. Його прояв полягає в зміні коефіцієнта відбиття під дією намагніченості i , як наслідок, у зміні інтенсивності світла та зсуві фази лінійно-поляризованого світла. Попереч. ефект може проявлятися тільки для поглинаючих матеріалів, тобто для матеріалів з ненульовою компонентою комплекс. частини тензора діелектр. проникності. Для дійсної частини тензора діелектр. проникності та для s -компоненти поляризації світла може спостерігатися лише більш слабкий квадратич. за намагніченістю ефект. Створення лазерів призвело до прояву нових магнітооптич. ефектів, що спостерігаються при великих інтенсивностях світл. потоку. Зокрема, циркулярнополяризоване світло, проходячи через прозоре середовище, діє як ефективно магнітне поле та намагнічує його (обернений ефект Фарадея). Магнітооптичні ефекти відбуваються перш за все у магнітоупорядкованих середовищах (металах і діелектриках). При взаємодії світла з магнітоупорядкованим середовищем гол. роль відіграють внутр. магнітні поля цих середовищ, які можуть досягати 10^5 – 10^6 Ерстед і визначають спонтанну намагніченість у кристалі. Більшість магнітооптич. ефектів є прямим або непрямым наслідком розщеплення рівнів енергії (ефект Зеємана) і зв'язані з особливостями поляризації оптич. переходів та із закономірностями поширення світла в середовищі, що має дисперсію речовини. Магнітооптичні властивості прозорих феритів і антиферомагнетиків використовують у системах упр. лазер. променем для створення модуляторів світла, для оптич. запису та зчитування інформації в електрон. обчислюв. техніці. У науці за допомогою магнітоопт. ефектів досліджують квант. стани, фіз.-хім. структуру речовини, електронну структуру металів і напівпровідників, фазові переходи тощо.

Рекомендована література

1. Вонсовский С. В. Магнетизм. Москва, 1971;
2. Писарев Р. В. Магнитное упорядочение и оптические явления в кристаллах // Физика магнит. диэлектриков. Ленинград, 1974;
3. Запасский В. С., Феофилов П. П. Развитие поляризационной магнитооптики парамагнитных кристаллов // УФН. 1975. Т. 116, вып. 1;
4. Сивухин Д. В. Общий курс физики. Оптика. Москва, 1980.

Бібліографічний опис:

Магнітооптика / В. А. Одарич // Енциклопедія Сучасної України [Електронний ресурс] / Редкол.: І. М. Дзюба, А. І. Жуковський, М. Г. Железняк [та ін.] ; НАН України, НТШ. – К. : Інститут енциклопедичних досліджень НАН України, 2017. – Режим доступу: <https://esu.com.ua/article-60247>

2001-2024 © Ця енциклопедична стаття захищена авторським правом згідно з чинним законодавством України ([докладніше](#)).