

Оптика

Б.8.4.1 Джерела світла. Поширення світла

1. Світло – це випромінювання, яке сприймається оком.
2. Світлове випромінювання створюється джерелами світла, які поділяються на природні та штучні.
3. Джерела світла ми бачимо тому, що випромінювання, яке створюється ними, попадає до нас в око.
4. Світло в однорідному прозорому середовищі поширюється прямолінійно.
Лінія, вздовж якої поширюється світло, називається світловим променем.
5. Прямолінійне поширення світла підтверджується утворенням тіні та напівтіні, сонячним і місячним затемненнями.

Б.8.4.2 Відбивання світла

1. Людина бачить предмети тому, що випромінювання, досягнув їх поверхні, відбивається, змінює свій напрям і попадає в око.
2. Для відбивання світла виконуються закони:
 - падаючий і відбитий промені, а також перпендикуляр до відбиваючої поверхні, поставлений у точку падіння променя, лежать в одній площині;
 - кут відбивання дорівнює куту падіння.
3. Кут падіння – кут між падаючим променем і перпендикуляром, поставленим у точку падіння променя до відбиваючої поверхні.
Кут відбивання – кут між відбитим променем і перпендикуляром, поставленим у точку падіння променя до відбиваючої поверхні.

Б.8.4.3 Плоске дзеркало

1. Дзеркало, поверхня якого являє собою площину, називається плоским дзеркалом.
2. Зображення предмета в плоскому дзеркалі має такі особливості: це зображення уявне, пряме, рівне за розміром предмету, знаходиться воно на тій самій відстані за дзеркалом, на якій предмет розміщений перед дзеркалом.
3. Правий бік предмета у дзеркалі здається лівим і навпаки.

Б.8.4.4 Заломлення світла

1. Зміна напрямку поширення світла під час його проходження через межу поділу двох прозорих середовищ називається заломленням світла.
2. Кут між заломленим променем і перпендикуляром, поставленим у точку падіння променя, називається кутом заломлення.
3. Для заломлення світла виконуються закони:
 - падаючий і заломлений промені, а також перпендикуляр до поверхні розділу середовищ, опущений у точку падіння променя, лежать в одній площині;
 - відношення синуса кута падіння до синуса кута заломлення для двох даних середовищ є величиною сталою, що залежить лише від оптичних властивостей середовищ:

$$n_{2,1} = \frac{\sin \alpha}{\sin \gamma} = \frac{v_1}{v_2}.$$

4. $n_{2,1}$ – відносний показник заломлення другого середовища відносно першого. Він може бути як більшим, так і меншим за одиницю.

5. Якщо першим середовищем є вакуум (або повітря), то $n_{2,1}=n$. Цей показник називають абсолютним показником заломлення для другого середовища:

$$n_2 = \frac{\sin \alpha}{\sin \gamma} = \frac{c}{v_2}.$$

6. $n_{2,1} = \frac{v_1}{v_2} = \frac{n_1}{n_2}$, де n_2 і n_1 – абсолютні показники заломлення другого і першого середовища.

7. Якщо промінь світла спрямувати у напрямку, протилежному до напрямку відбитого чи заломленого променя, то такий промінь йде у напрямку, протилежному до напрямку падаючого променя.

Б.8.4.5 Явище повного відбивання світла

1. Якщо абсолютний показник заломлення першого середовища більший від абсолютного показника заломлення другого середовища, то перше середовище має більшу оптичну густину, ніж друге.

2. Під час проходження світла із середовища з більшою оптичною густиною в середовище з меншою оптичною густиною кут падіння менше за кут заломлення. Тому при деякому куті падіння промінь буде повністю відбиватися у те саме середовище, звідки поширювалося світло. Це явище дістало назву повного відбивання.

3. Граничний кут падіння визначається з рівняння:

$$\sin \alpha_0 = \frac{1}{n},$$

де n – абсолютний показник заломлення першого середовища.

Б.8.4.6 Лінзи

1. Лінза – це прозоре тіло, обмежене сферичними поверхнями чи сферичною поверхнею і площиною.

2. Центр лінзи називається її оптичним центром.

Будь яка пряма, що проходить через центр лінзи, називається оптичною віссю лінзи. Та оптична вісь, яка проходить через геометричні центри сферичних поверхонь, що утворюють лінзу, називається головною, інші – побічними.

3. Точка, що лежить на головній оптичній осі, в якій збираються промені, паралельні до цієї осі, після проходження через лінзу, називається головним фокусом лінзи.

Відстань від оптичного центра лінзи до головного фокуса називають головною фокусною відстанню лінзи.

Площина, що перпендикулярна до головної оптичної осі і проходить через головний фокус, називається фокальною площиною.

4. Оптичною силою лінзи називають величину обернену до її головної фокусної відстані:

$$D = \frac{1}{F}.$$

Вимірюється оптична сила лінзи в діоптріях (дптр):

$$1 \text{ дптр} = \frac{1}{\text{м}}.$$

5. Формула лінзи:

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{d} + \frac{1}{f},$$

де d – відстань від предмета до лінзи, f – відстань від лінзи до зображення предмета.

Б.11.3.6. Швидкість світла

1. Світлові хвилі – це електромагнітні хвилі, до яких крім видимого (неозброєним оком) належить також інфрачервоне і ультрафіолетове проміння.

2. Світлові хвилі всіх частот поширюються у вакуумі з однаковою швидкістю. Швидкість світла є граничною швидкістю поширення сигналів. Жодне тіло у світі не може мати швидкості, яка б перевищувала швидкість світла у вакуумі.

3. Різниця в швидкостях поширення світла в різних середовищах обумовлює заломлення світла на межі розділу цих середовищ. Показник заломлення дорівнює відношенню швидкостей світла в середовищах, на межі яких відбувається заломлення.

4. Вперше виміряв швидкість світла О.Ремер, спостерігаючи за затемненнями одного із супутників Юпітера.

Б.11.3.7 Інтерференція світла

1. Явище підсилення коливань в одних точках простору, де поширюються хвилі, і послаблення в інших, яке є результатом накладання одна на одну хвиль однакової довжини, а, отже, однакової частоти, називається інтерференцією хвиль.

Картина чергувань максимумів і мінімумів коливань називається інтерференційною картиною.

2. Для спостереження інтерференційної картини необхідно, щоб хвилі мали однакову частоту (період або довжину) і незмінну різницю фаз в кожній точці простору, де вони накладаються одна на одну. Такі хвилі називають когерентними.

3. Для одержання когерентних джерел світла розділяють пучок світла від одного джерела на два чи кілька пучків, які йдуть у різних напрямках, а потім знову зводять і накладають один на одного.

4. Амплітуда коливань в даній точці простору максимальна, якщо різниця ходу двох хвиль, які збуджують коливання в цій точці, дорівнює цілому числу довжин хвиль:

$$\Delta d = k \cdot \lambda, \text{ де } k = 1, 2, 3 \dots$$

Амплітуда коливань в даній точці простору мінімальна, якщо різниця ходу двох хвиль, які збуджують коливання в цій точці, дорівнює непарному числу довжин хвиль:

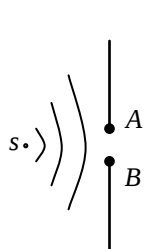
$$\Delta d = (2 \cdot k + 1) \cdot \frac{\lambda}{2}, \text{ де } k = 1, 2, 3 \dots$$

5. Явище інтерференції світла використовується для просвітлення оптики, для точних вимірювань лінійних розмірів тіл, контролю якості шліфування тощо.

Б.11.3.8 Дифракція світла

1. Явище огинання хвилями країв перешкод і відхилення хвиль від прямолінійного поширення називається дифракцією хвиль.

2. Для спостереження дифракції розміри перешкод повинні бути порівняні з довжиною хвиль.



3. Дифракція світла пояснюється так. Кожну ділянку фронту світлової хвилі, яка заповнює отвір АВ можна розглядати як вторинне джерело світла.

Ці джерела світла когерентні, тому хвилі, які виходять від різних точок отвору, інтерферують між собою. Залежно від різниці ходу променів на екрані виникатимуть максимуми і мінімуми освітленості, створюючи дифракційну картину.

Б.11.3.9 Дифракційна решітка

1. Дифракційна решітка є сукупністю багатьох дуже вузьких щілин, розділених непрозорими проміжками.

2. Величину $d = a + b$ прийнято називати сталою (періодом) дифракційної решітки, де b – ширина непрозорої для світла ділянки між двома щілинами; a – ширина щілини.

3. Умова спостереження дифракційного максимуму на екрані: $d \cdot \sin \varphi = k \cdot \lambda$.

Умова спостереження дифракційного мінімуму:

$$d \cdot \sin \varphi = (2k + 1) \cdot \frac{\lambda}{2},$$

де k – ціле число, λ – довжина світлової хвилі, що проходить крізь решітку, φ – кут, під яким поширюються хвилі в напрямі до деякої точки екрану, після проходження крізь решітку.

4. Оскільки положення максимумів і мінімумів залежить від довжини хвилі, то

дифракційна решітка розкладає біле світло в спектр.

Б.11.3.10 Поляризація світла

1. Площину, в якій здійснюються коливання вектора $\vec{E}$ електромагнітної (світлової) хвилі, називають площиною коливань.

2. Будь-якому променю, випущеному природним джерелом світла, відповідає безліч різноманітно орієнтованих площин коливань. Такий промінь (світло) називається природним променем (світлом).

Промінь, у якого амплітудні значення вектора $\vec{E}$ виявляються неоднаковими для різних площин коливання, називається частково поляризованим променем.

3. Кристали турмаліну здатні поляризувати світлову хвилю, тобто вирізані з кристалу турмаліну певним чином плоскопаралельні пластини здатні пропускати світлові коливання лише певного напрямку.

4. Якщо на шляху поширення поляризованої світлової хвилі поставити ще одну пластину з турмаліну і обернути її, то інтенсивність світла, яке пройшло крізь цю пластину буде змінюватись від максимального значення до нуля. Це вказує на те, що світлові хвилі є хвилями поперечними.

Б.11.3.11 Дисперсія світла

1. Залежність показника заломлення (n , отже, і швидкості світла) від частоти коливань (або довжини хвиль) називають дисперсією світла.

2. Дисперсія світла дозволяє експериментально довести, що біле світло складається із світла різних кольорів (частот або довжин хвиль).

3. Складна структура білого світла пояснює походження різноманітних барв у природі, кольори різних тіл.

Колір непрозорого тіла визначається сумішшю променів тих кольорів, які воно відбиває.

Колір прозорого тіла визначається складом того світла, яке проходить крізь нього.

Б.11.3.12 Спектри

1. Існують такі спектри випромінювання: неперервні (суцільні); лінійчаті; смугасті.

2. Неперервний спектр випромінюють розжарені тверді тіла, а також гази великої густини. Їх існування обумовлено не тільки властивостями окремих випромінюючих атомів, а дуже сильно залежить від взаємодії атомів між собою.

3. Лінійчаті спектри випромінюють всі речовини в газоподібному стані, причому кожен хімічний елемент дає свій лінійчатий спектр, який не збігається зі спектрами інших елементів.

4. Смугастий спектр випромінює речовина, що перебуває в газоподібному стані, але складається не з атомів, а з молекул. Він містить ряд світлих смуг, розділених темними проміжками.

5. Пара чи гази поглинають проміння лише тих довжин хвиль, які вони самі можуть

випромінювати. Цим обумовлено існування спектрів поглинання.

6. За лінійчатим спектром речовини можна визначити, які хімічні елементи входять до її складу. Такий метод визначення хімічного складу речовини називається спектральним аналізом.

Б.11.3.13 Інфрачервоне, ультрафіолетове проміння

1. Джерело білого світла, крім електромагнітних хвиль видимої частини спектра, випромінює також невидимі інфрачервоні й ультрафіолетові промені.

2. Інфрачервоні промені випромінює будь-яке нагріте тіло навіть тоді, коли воно не світиться. Інфрачервоні промені викликають помітне нагрівання навколишніх тіл. Тому ці промені часто називають тепловими. Вони містяться в спектрі за червоними променями.

3. Ультрафіолетові промені мають довжину хвилі меншу ніж фіолетовий промінь. Ці промені відзначаються сильною хімічною і фізіологічною дією.

Б.11.3.14 Рентгенівські промені

1. Електромагнітні хвилі, коротші за ультрафіолетові, називаються рентгенівськими променями.

2. Рентгенівські промені дістають за допомогою спеціальних двохелектродних ламп. Випромінювані розжареним катодом рентгенівської трубки електрони прискорюються електричним полем і з великою швидкістю удараються в анод. При швидкому гальмуванні електрона він випромінює короткі електромагнітні хвилі – рентгенівські промені.

3. Рентгенівські промені невидимі оком, але викликають свічення багатьох речовин і сильно діють на світлочутливі матеріали. Воно має велику проникну здатність, але помітно поглинаються матеріалами, які складаються з атомів з малою атомною масою.

4. Якщо рентгенівські промені проходять крізь об'єкт з нерівномірним розподілом густини, то на вміщеному за об'єктом екрані виникає тіньове зображення об'єкта, на якому розподіл освітленості відповідає розподілу густини речовини в об'єкті.