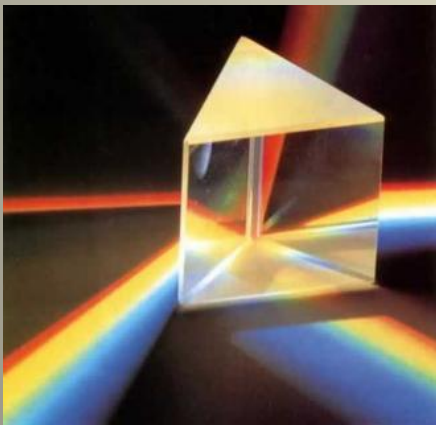


Хвильова оптика



Око як оптична система

Оптична система – це сукупність оптичних елементів, призначених для формування пучків світлових променів або для одержання зображень. Розрізняють **природні** і **штучні** оптичні системи.



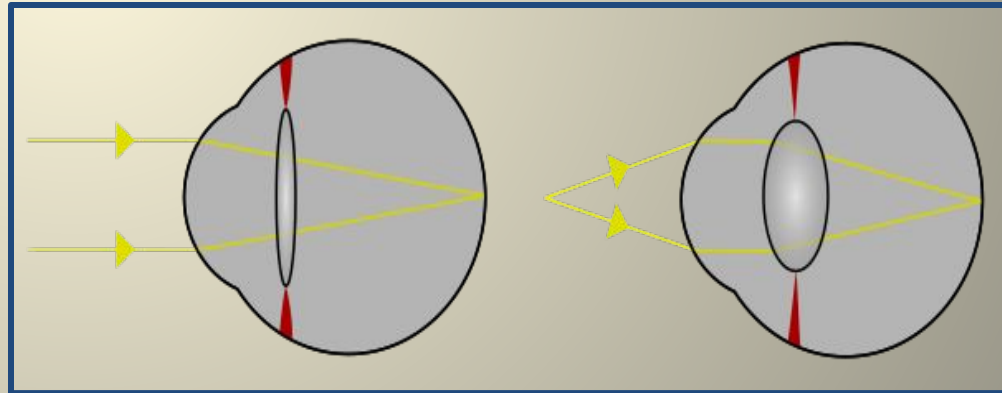
Одна з найдосконаліших і водночас найпростіших оптичних систем – око людини.



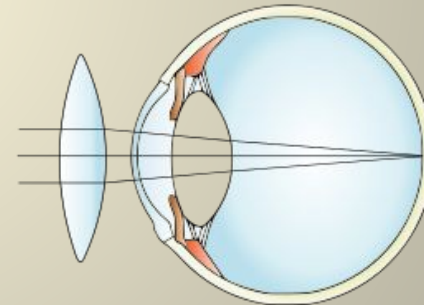
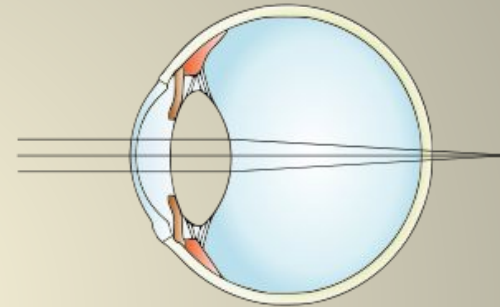
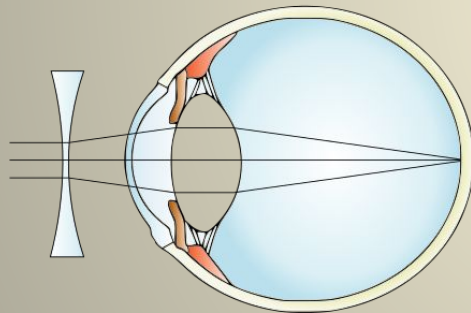
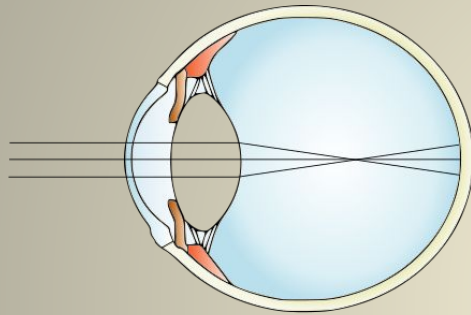
Адаптація – здатність ока пристосовуватися до різної яскравості спостережуваних предметів.



Акомодація – здатність кришталика змінювати свою кривизну в разі зміни відстані до предмета.



Відстань найкращого зору – найменша відстань, на якій око бачить предмет практично не напружуючись.



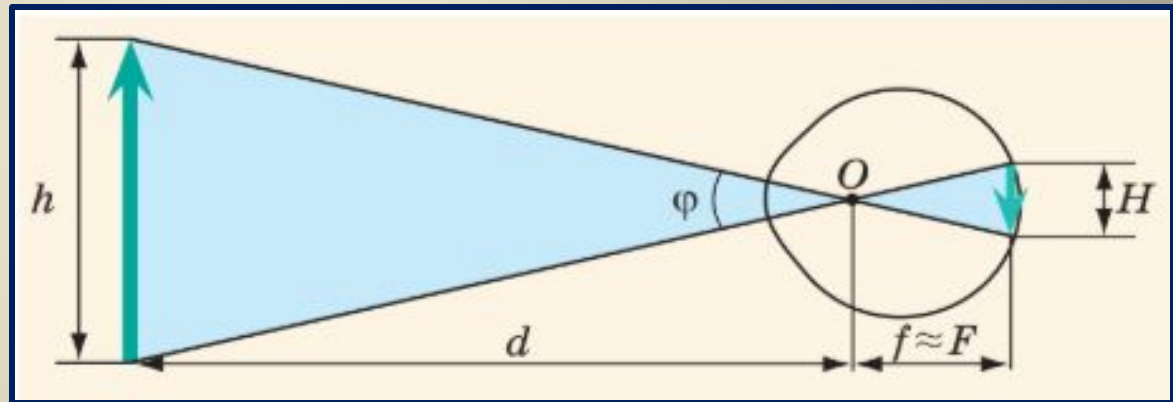
Короткозорість – фокус ока знаходиться перед сітківкою. Коригується носінням окулярів з із **розсіювальними** лінзами.

Далекозорість – фокус ока знаходиться за сітківкою. Коригується носінням окулярів зі **збиральними** лінзами.

Кут зору

Розмір H зображення предмета на сітківці визначається **кутом зору ϕ** - кутом із вершиною в оптичному центрі ока, утвореним променями, напрямленими на крайні точки предмета.

$$\phi = \frac{h}{d} = \frac{H}{F}$$



O – оптичний центр ока
 d - відстань від предмета до ока
 f - відстань від оптичного центра до зображення
 F - фокусна відстань
 ϕ - кут зору

Оптичні прилади, для збільшення кута зору

1- мікроскоп, 2- монокль, 3- телескоп, 4- лорнет,
5- лупа, 6- пенсне, 7- бінокль, 8- фотоапарат



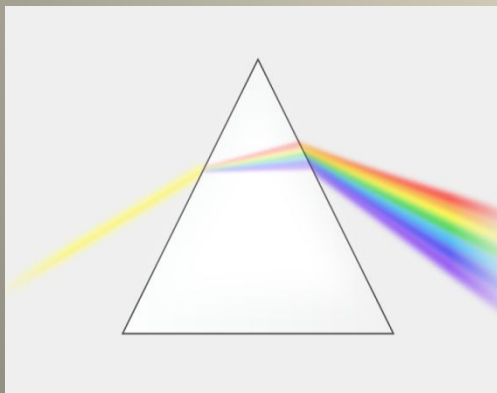
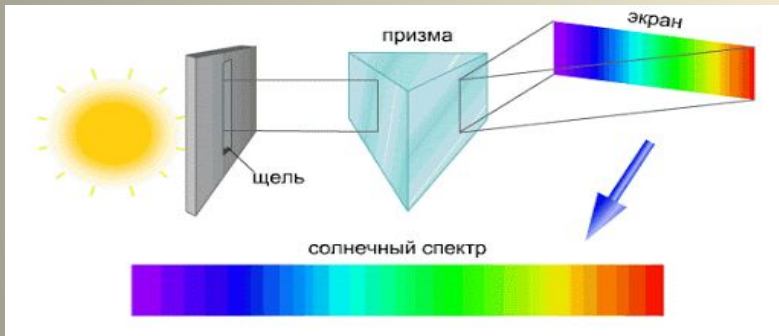
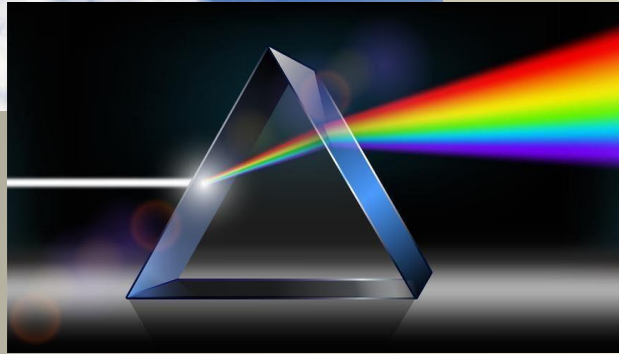
Оптичні прилади

Прилади для
розглядання дуже
дрібних об'єктів, які
ніби збільшують об'єкт
(лупа, мікроскоп)

Прилади для
розглядання
віддалених об'єктів, які
ніби наближають об'
єкт (бінокль, телескоп)



Дисперсія світла.



Червоний
Оранжевий
Жовтий
Зелений
Блакитний
Синій
Фіолетовий

Явище розкладання світла у спектр, зумовлене залежністю абсолютного показника заломлення середовища від частоти світлової хвилі, називають **дисперсією світла**.

- Колір світла визначається частотою електромагнітної хвилі, якою є світло.

- Формула хвилі

$$v = \lambda \cdot \nu$$

- Відносний показник заломлення

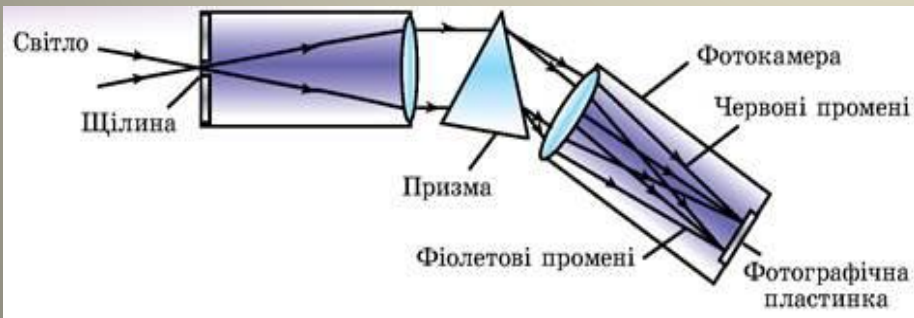
$$n_{21} = \frac{v_1}{v_2} = \frac{\lambda_1}{\lambda_2}$$

Спектральний аналіз – метод визначення хімічного складу речовини за її спектром.

Спектральні апарати

Спектрограф – якщо у фокальній площині лінзи розташовано фотопластинку, екран.

Спектроскоп – якщо замість лінзи та екрана використовують зорову трубу.



- Колір тіла визначається його властивістю відбивати (розсіювати) світлові хвилі тієї чи іншої частоти (довжини).

Розсіювання світла – це явище перетворення світла матеріальним середовищем, яке супроводжується зміною напрямку поширення світла і виявляється як невласне світіння середовища.

Поглинання світла – зменшення інтенсивності світла, яке проходить через матеріальне середовище.



Інтерференція світла

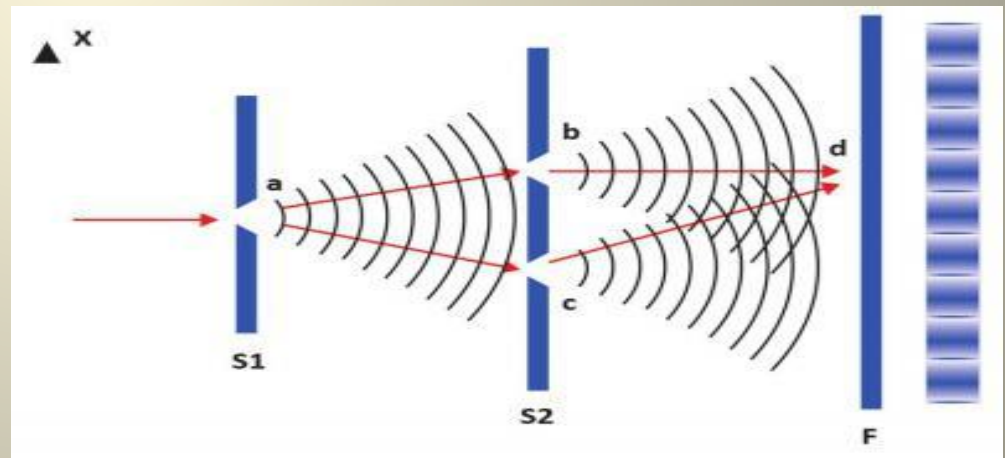
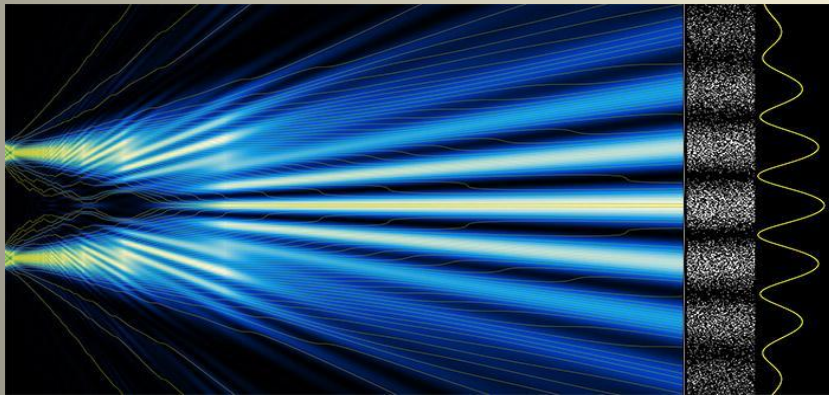


Інтерференція – явище накладання хвиль, унаслідок якого в деяких точках простору спостерігається стійке в часі посилення (або послаблення) результуючих коливань.

- Під час інтерференції енергія не зникає – відбувається її перерозподіл у просторі.

Умови когерентності хвиль

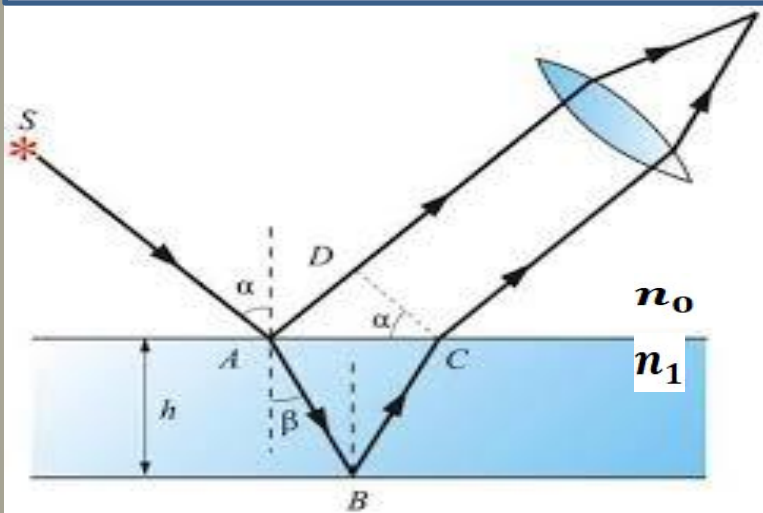
1. Хвилі повинні мати однакову частоту (відповідно й довжину).
2. Різниця $\Delta\phi$ початкових фаз хвиль має бути незмінною (хвилі, що накладаються, повинні мати незмінний у часі зсув фаз).



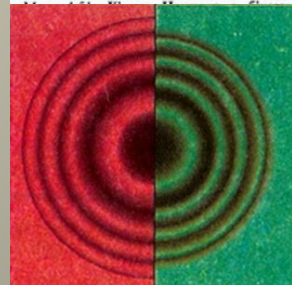
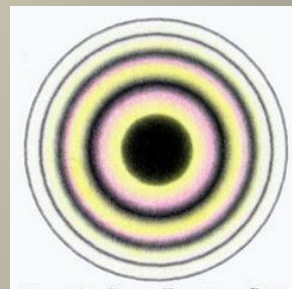
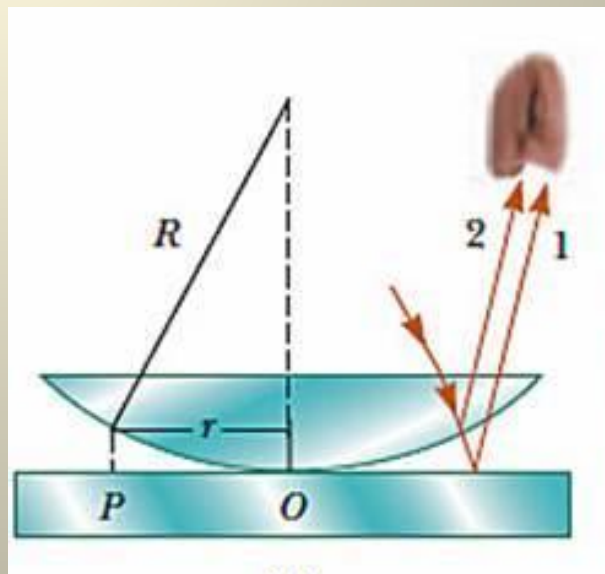
Дослід Т.Юнга – розділення пучка світла на два когерентні пучки.

Розділення пучка світла на два когерентні пучки:

На тонкій прозорій плівці



- На повітряному проміжку між лінзою та скляною пластиною.
Кільця Ньютона при освітленні лінзи білим світлом, монохроматичним світлом (червоним, зеленим)



n_0 - показник заломлення повітря,
 n_1 - показник заломлення плівки,
 h - товщина плівки



Умови max і min інтерференції

Умова інтерференційного максимуму: в даній точці простору відбувається посилення результуючих світлових коливань, якщо різниця ходу двох світлових хвиль, що надходять у цю точку, дорівнює цілому числу довжин хвиль (парному числу півхвиль).

$$\Delta d = k\lambda = 2k \frac{\lambda}{2}$$

λ - довжина хвилі
 k - ціле число

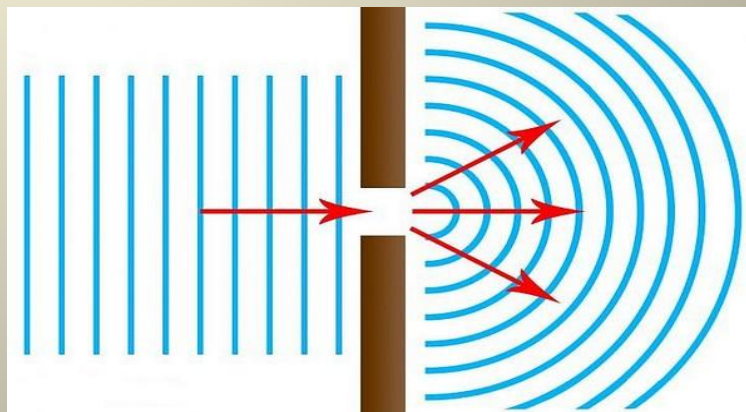
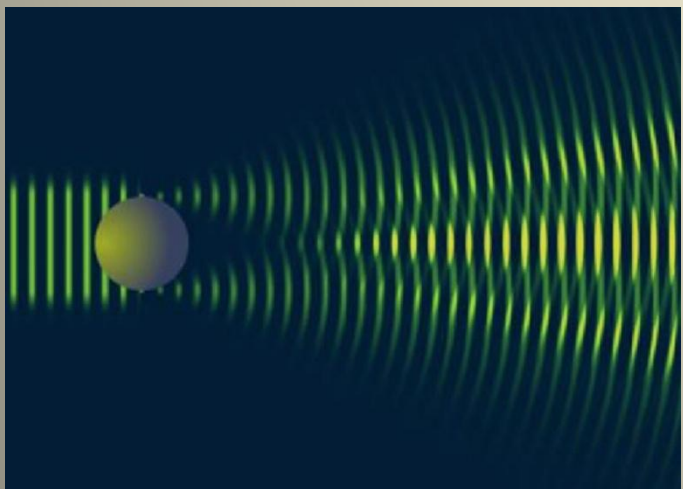
Умова інтерференційного мінімуму: в даній точці простору відбувається послаблення результуючих світлових коливань, якщо різниця ходу двох світлових хвиль, що надходять у цю точку, дорівнює непарному числу півхвиль.

$$\Delta d = (2k + 1) \frac{\lambda}{2}$$

Дифракція світла



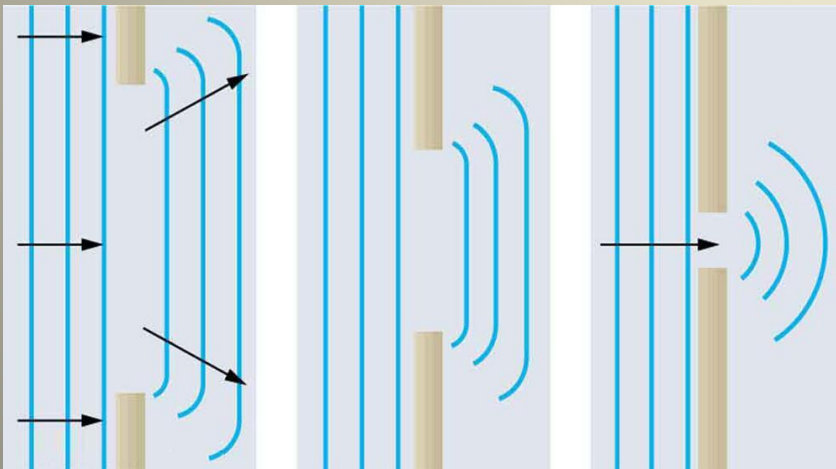
Дифракція – це явище обгинання хвилями перешкод або будь-яке інше відхилення поширення хвилі.



Дифракція спостерігається:

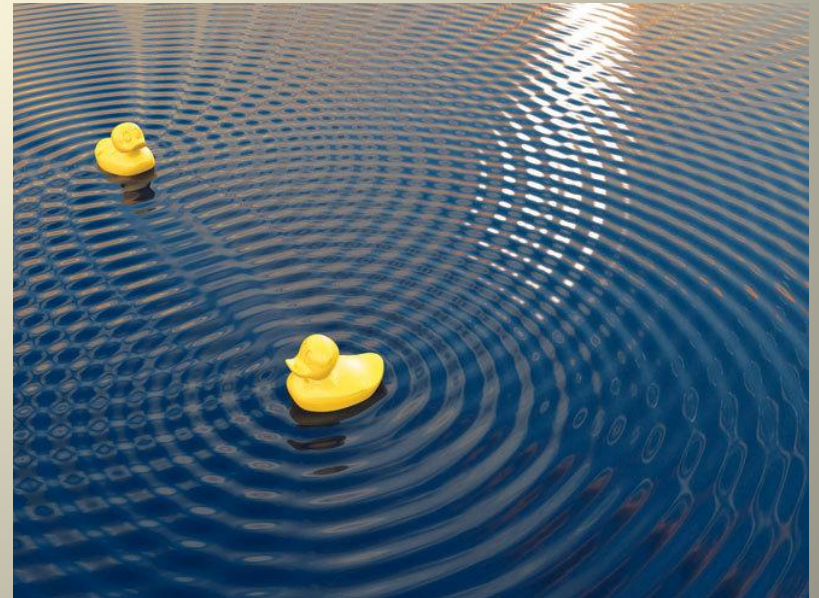
- Коли лінійні розміри перешкод, на які падає хвиля (або розміри отворів, через які хвиля поширюється), порівняні з довжиною хвилі

- Коли відстань від перешкоди до місця спостереження набагато більша за розмір перешкоди.



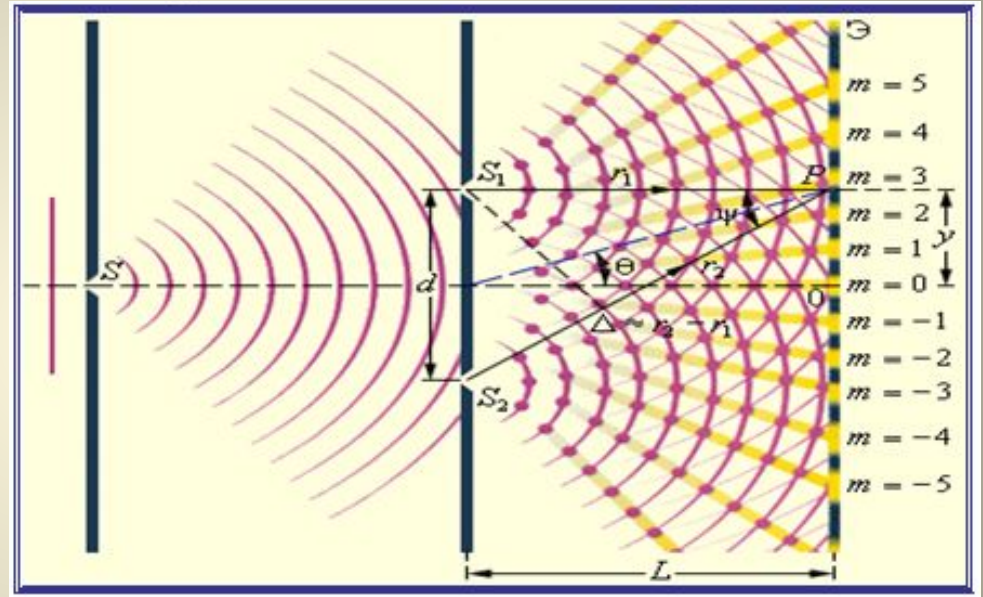
- Хвилі, що обгинають перешкоду, когерентні, тому дифракція завжди супроводжується інтерференцією.
- Інтерференційну картину, отриману внаслідок дифракції, називають **дифракційною картиною**.

Дифракція світла – це обгинання світловими хвилями межі непрозорих тіл і проникнення світла в ділянку геометричної тіні.

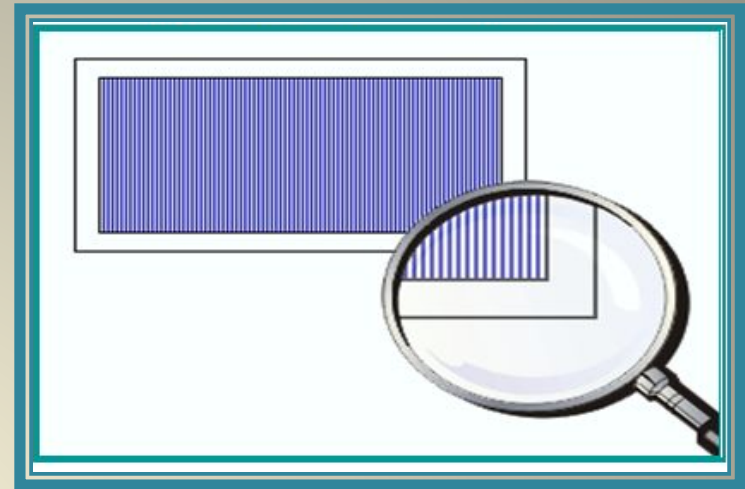


Принцип Гюйгенса-Френеля

- Кожна точка хвильової поверхні є джерелом вторинної хвилі, ці вторинні хвилі є когерентними; хвильова поверхня в будь-який момент часу є результатом інтерференції вторинних хвиль.



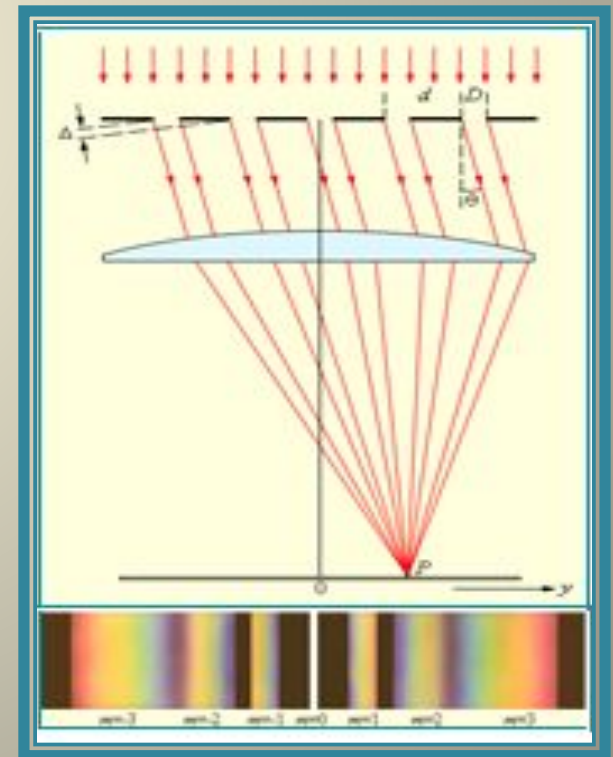
Дифракційна ґратка – це оптичний пристрій, дія якого заснована на явищі дифракції світла і який являє собою сукупність великої кількості паралельних штрихів, нанесених на певну поверхню на однаковій відстані один від одного.



Відбиваючі
дифракційні
ґратки



Прозорі
дифракційні
ґратки



Період ґратки (стала ґратки) – загальна ширина d непрозорої та прозорої ділянок дифракційної ґратки.

$$d = a + D = \frac{l}{N}$$

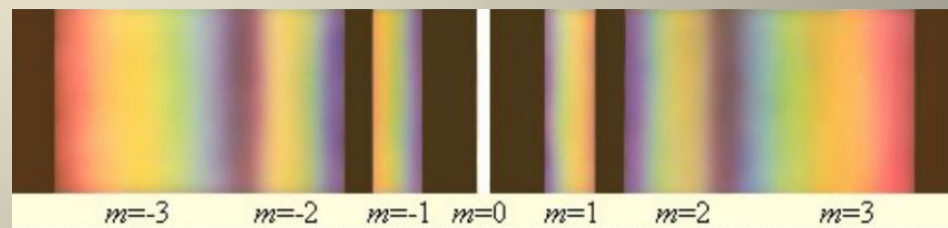
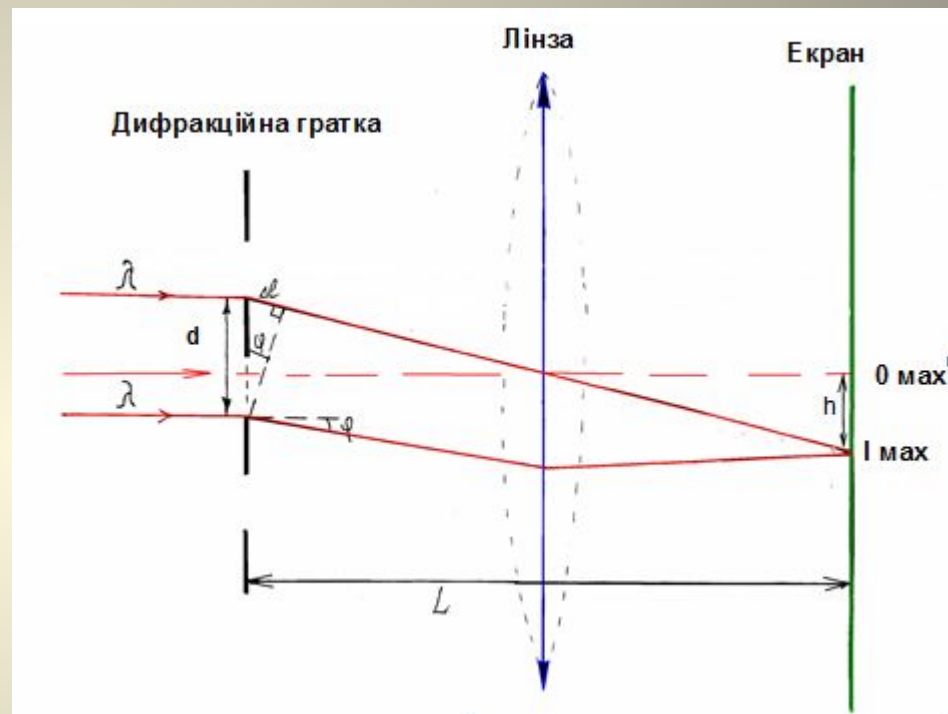
a – ширина непрозорої ділянки
 D – ширина прозорої ділянки
 N – кількість штрихів на відрізу довжиною l

Формула дифракційної ґратки

$$d \sin \varphi = k \lambda$$

або

$$\lambda = \frac{d \sin \varphi}{k}$$



Дифракційний спектр

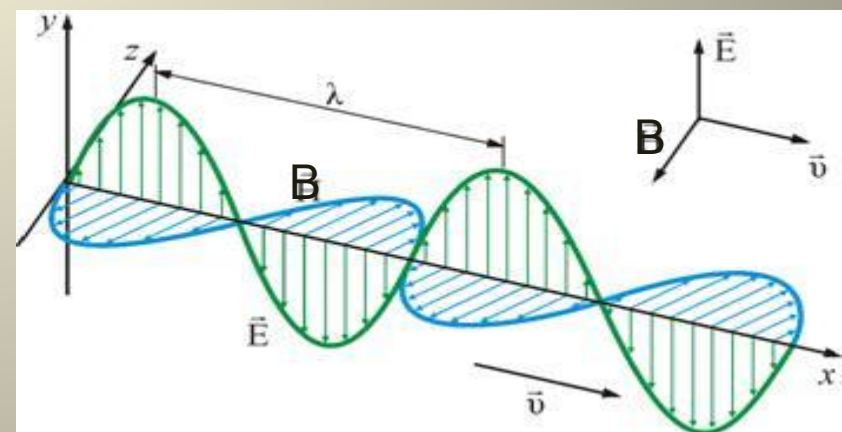
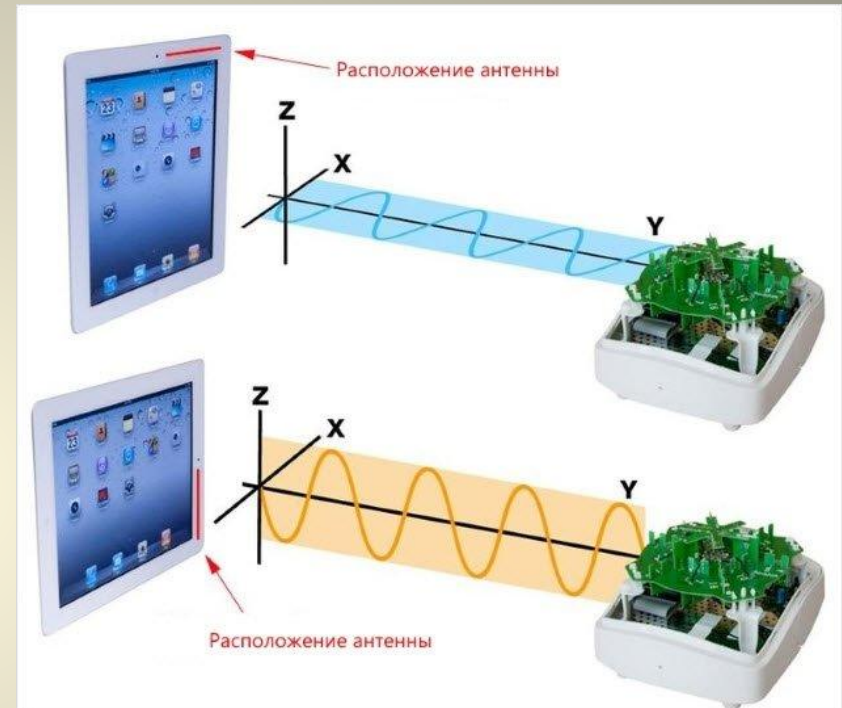
Застосування дифракційних ґраток

- Визначення довжини хвилі
- Дослідження спектрального складу випромінювання
- Розкладання природного світла в спектр
- Голографія
- В спектрографах
- В спектроскопах



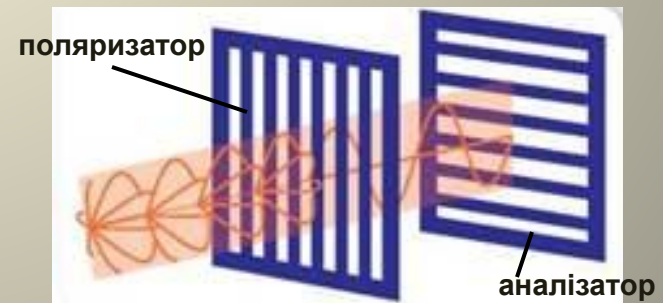
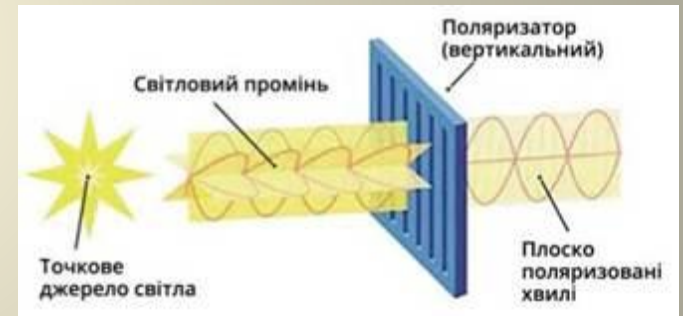
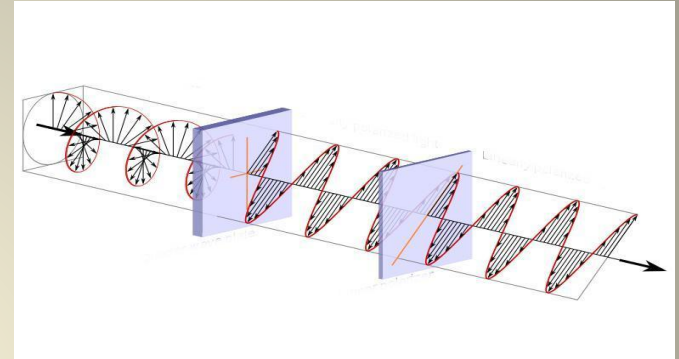
Поляризація світла

- Сонячне випромінювання називають **природним** або **неполяризованим** світлом.
- Світло – це поперечна хвиля.
- Світлова хвиля характеризується вектором **напруженості E** і вектором **магнітної індукції B** , які коливаються у взаємно перпендикулярних площинах.
- Площину, в якій здійснює коливання вектор магнітної індукції B , називають **площиною поляризації**.



Механізм поляризації

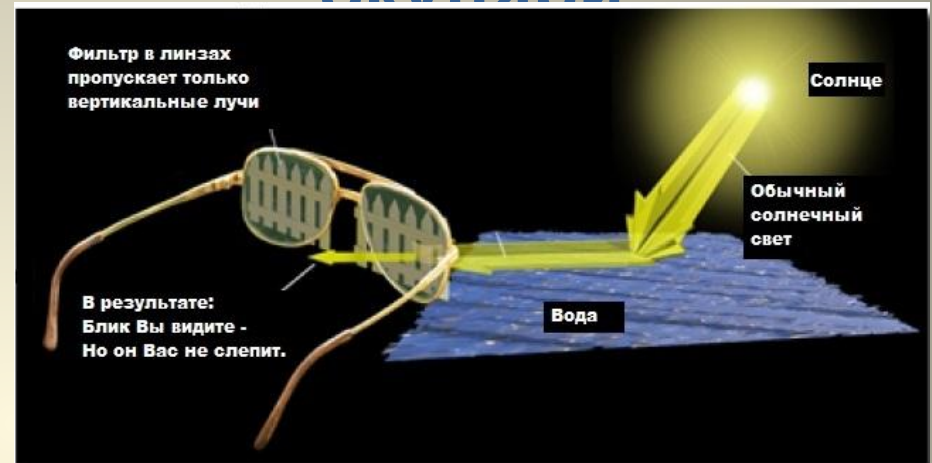
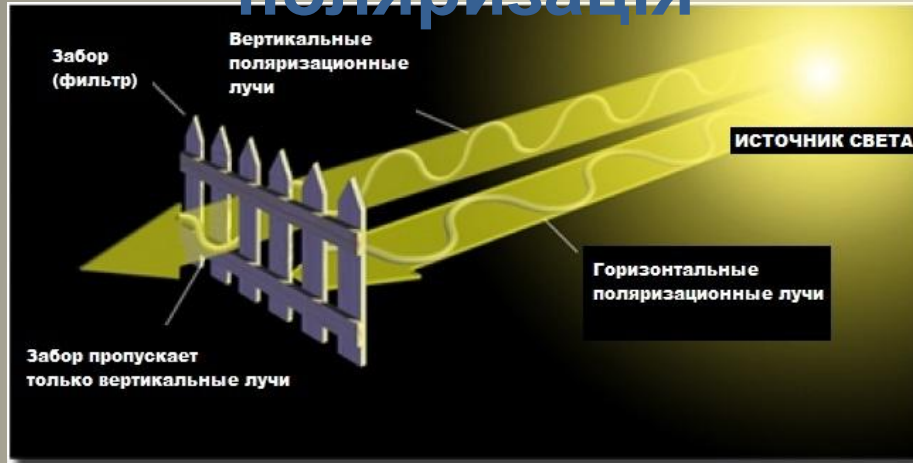
- Якщо на шляху природного світла поставити **поляризатор** – пристрій, що пропускає світлові хвилі лише в певній площині коливань векторів E , то у світлі, що пройшло крізь поляризатор, коливання векторів E відбуватимуться тільки в цій певній площині, яка перпендикулярна до напрямку поширення хвилі.
- Таке світло називають **плоскополяризованим** або **лінійно поляризованим**.



Поляризація світла в дії

Так працює поляризація

Так ви бачите крізь окуляри

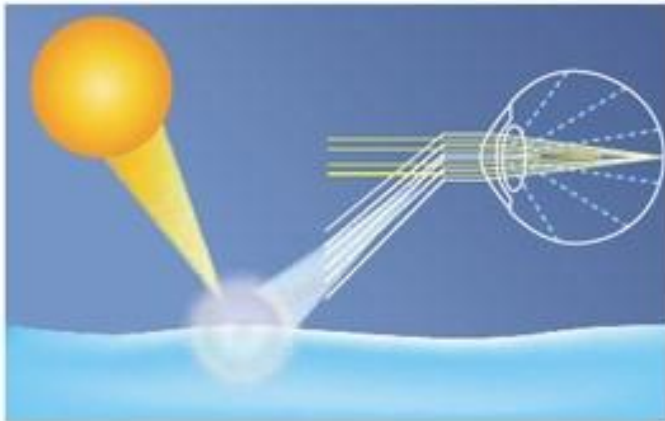


Поляроїди

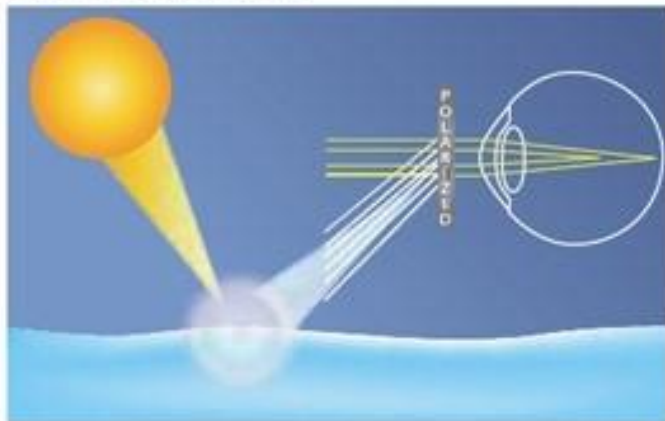
Поляризатор – виділяє з природного світла пучок з однією площиною коливань вектора E

Аналізатор – визначає площину, в якій відбуваються коливання в поляризованому пучку

Використання поляризації світла



поляризации нет



поляризация есть



