

**Оптичні системи. Кут зору.  
Дисперсія, інтерференція,  
дифракція, поляризація  
світла.**



# 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.



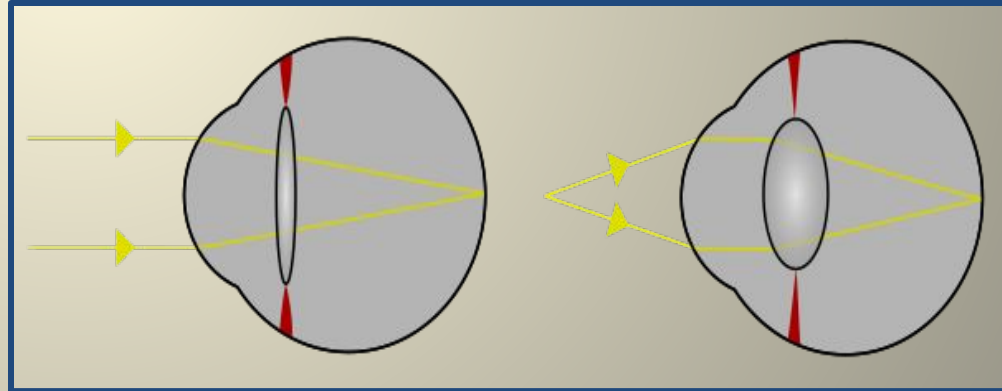
Одна з найдосконаліших і водночас найпростіших оптичних систем – око людини.



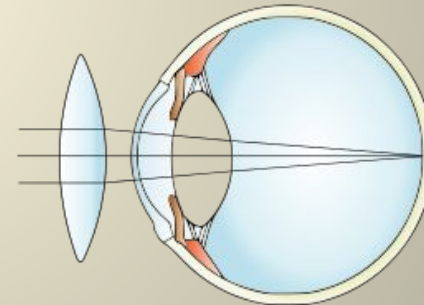
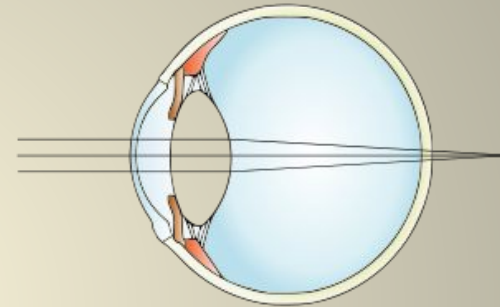
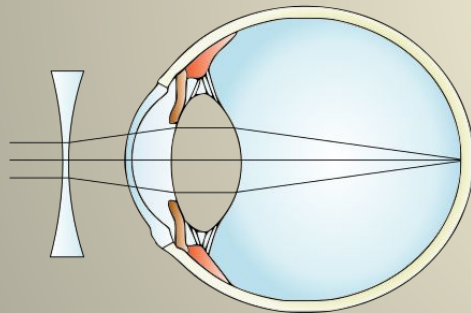
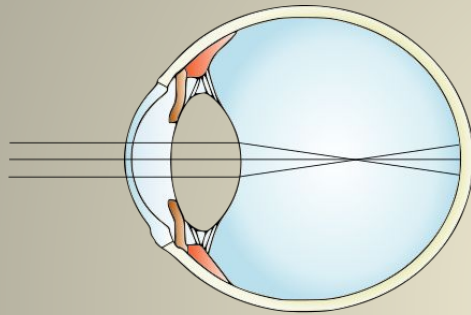
**Адаптація** – здатність ока пристосовуватися до різної яскравості спостережуваних предметів.



**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.



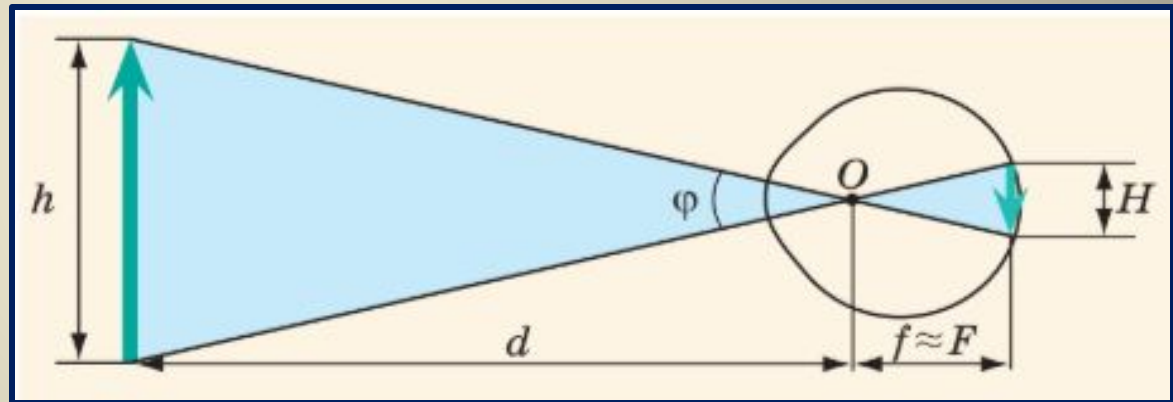
**Короткозорість** – фокус ока знаходиться перед сітківкою. Коригується носінням окулярів з із **розсіювальними** лінзами.

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

# Кут зору

Розмір  $H$  зображення предмета на сітківці визначається **кутом зору  $\phi$**  - 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

$\phi$  - кут зору

# Оптичні прилади, для збільшення кута зору

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



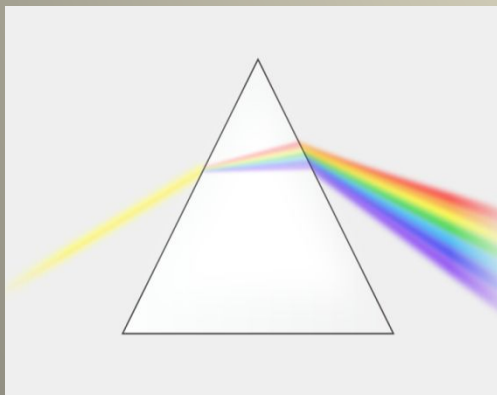
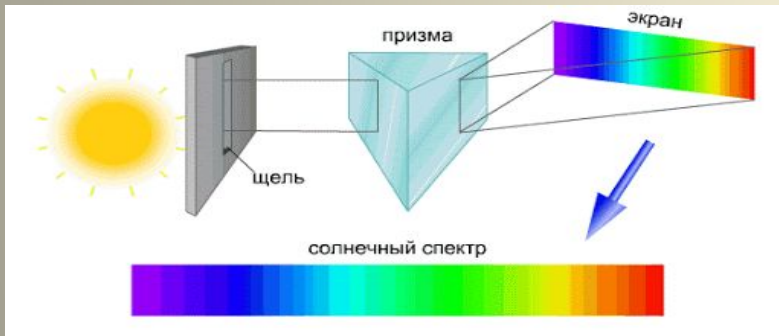
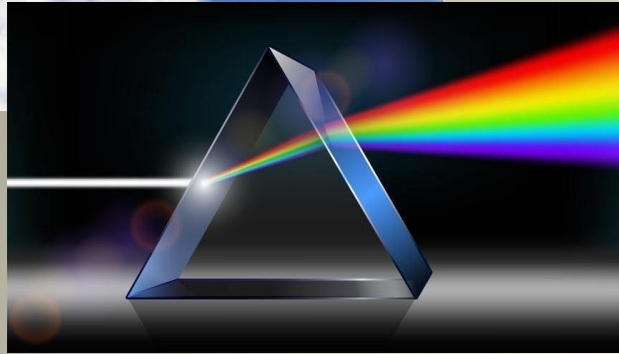
# Оптичні прилади

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

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

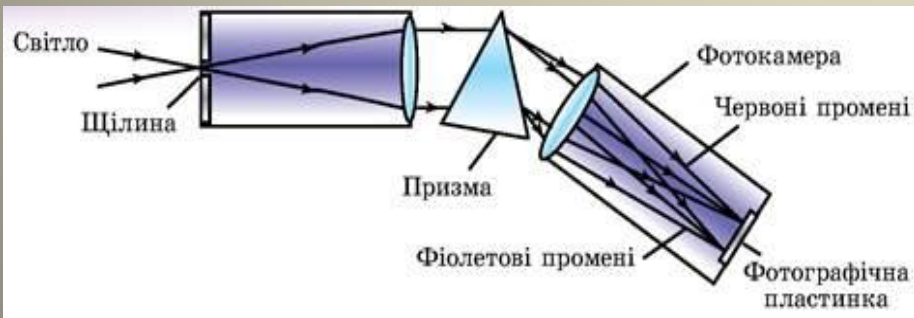


# Спектральний аналіз – метод визначення хімічного складу речовини за її спектром.

## 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

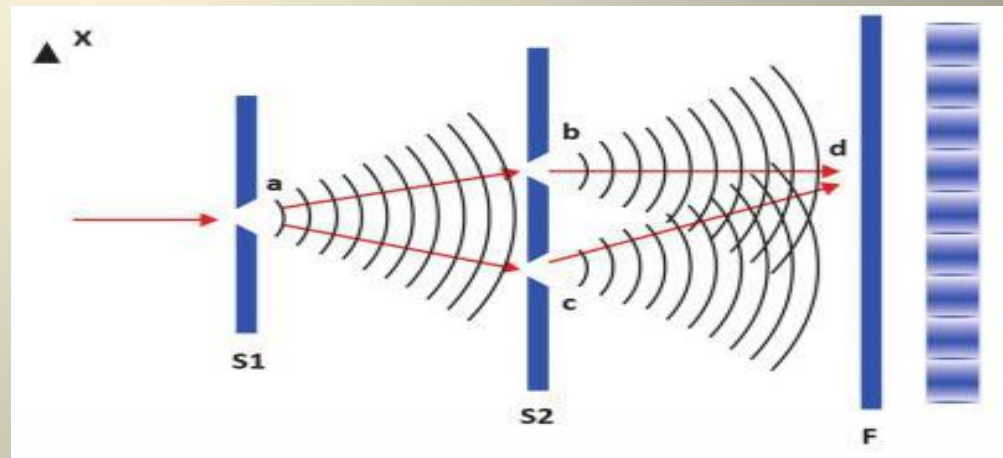
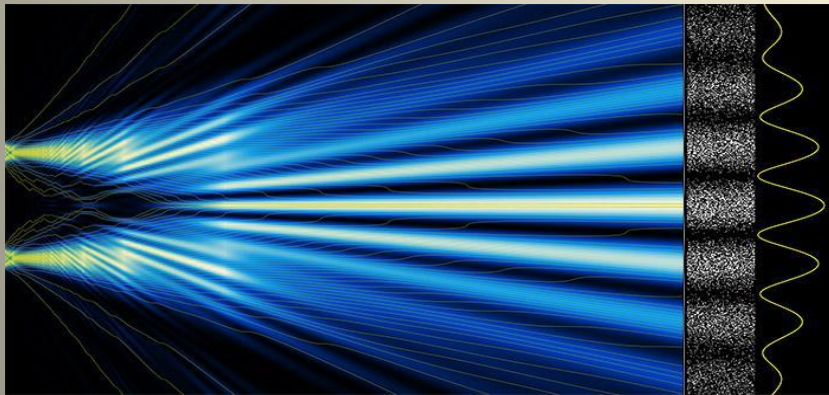


**Інтерференція** – явище накладання хвиль, унаслідок якого в деяких точках простору спостерігається стійке в часі посилення (або послаблення) результуючих коливань.

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

# Умови когерентності хвиль

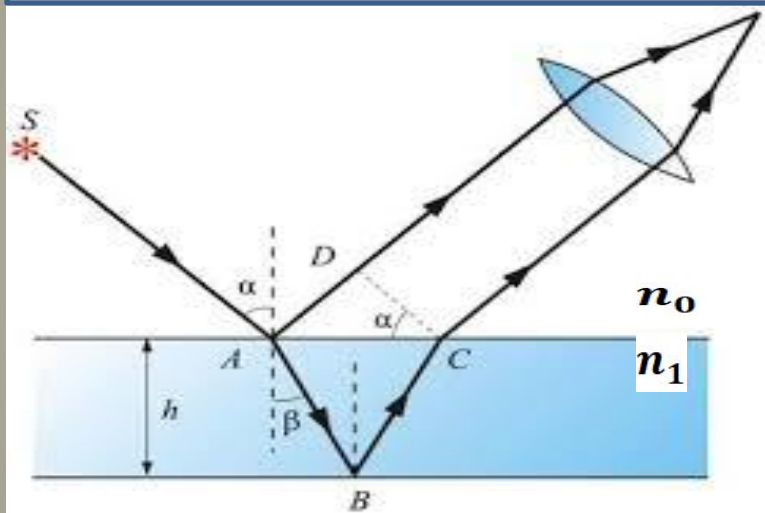
1. Хвилі повинні мати однакову частоту (відповідно й довжину).
2. Різниця  $\Delta\phi$  початкових фаз хвиль має бути незмінною (хвилі, що накладаються, повинні мати незмінний у часі зсув фаз).



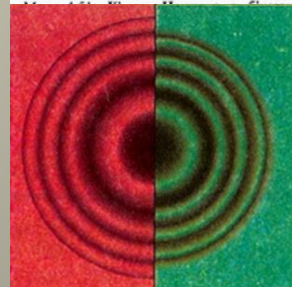
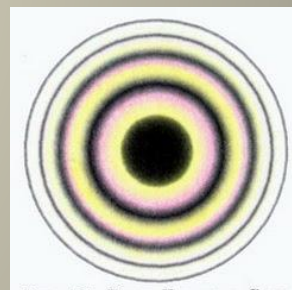
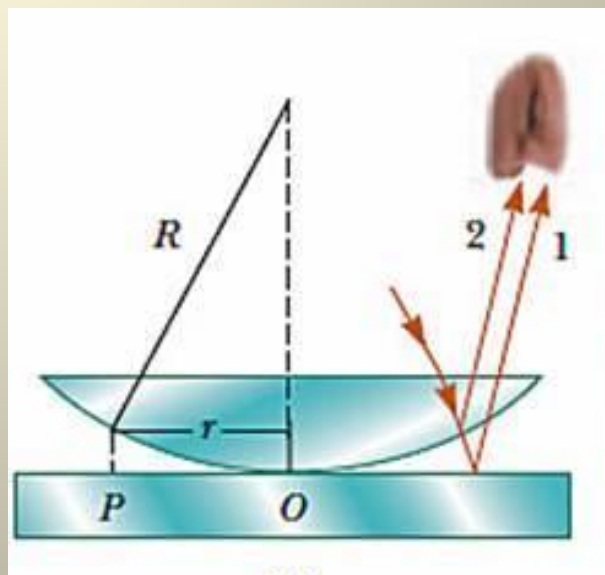
Дослід Т.Юнга – розділення пучка світла на два когерентні пучки.

# 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).

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

$\lambda$  - довжина хвилі  
 $k$  - ціле число

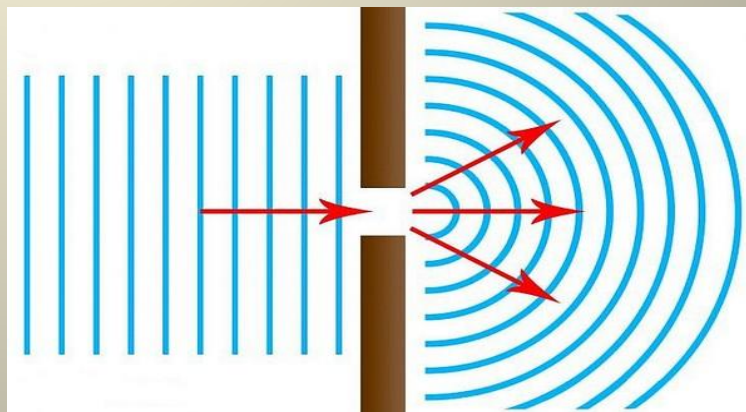
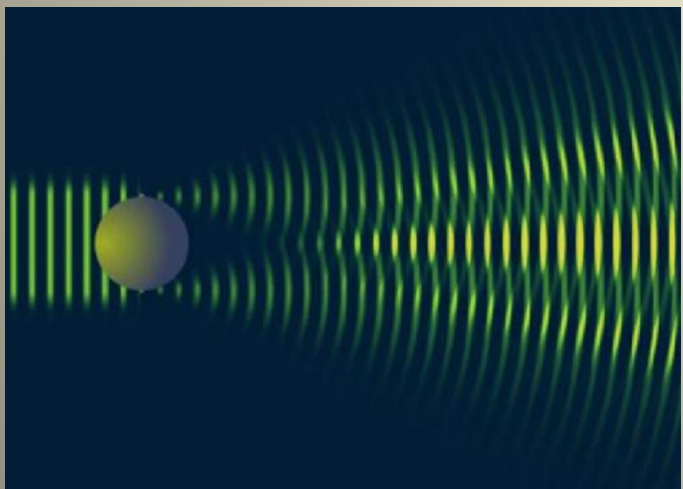
**Умова інтерференційного мінімуму:** в даній точці простору відбувається послаблення результуючих світлових коливань, якщо різниця ходу двох світлових хвиль, що надходять у цю точку, дорівнює непарному числу півхвиль.

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

# Дифракція світла



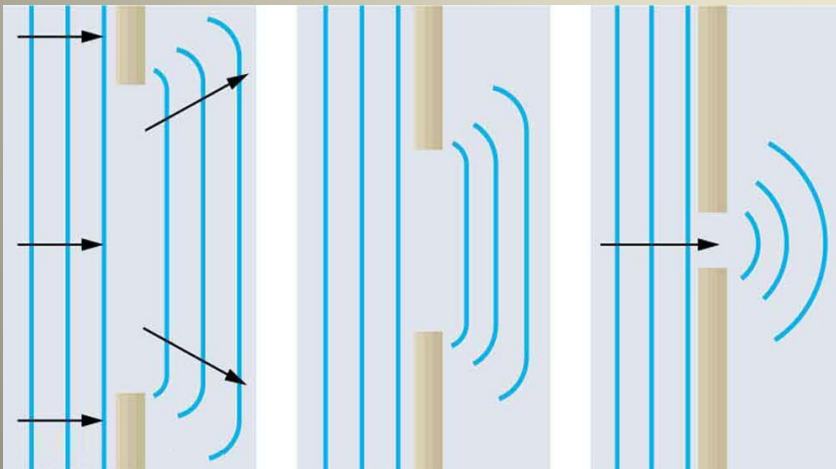
**Дифракція** – це явище обгинання хвилями перешкод або будь-яке інше відхилення поширення хвилі.



# Дифракція спостерігається:

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

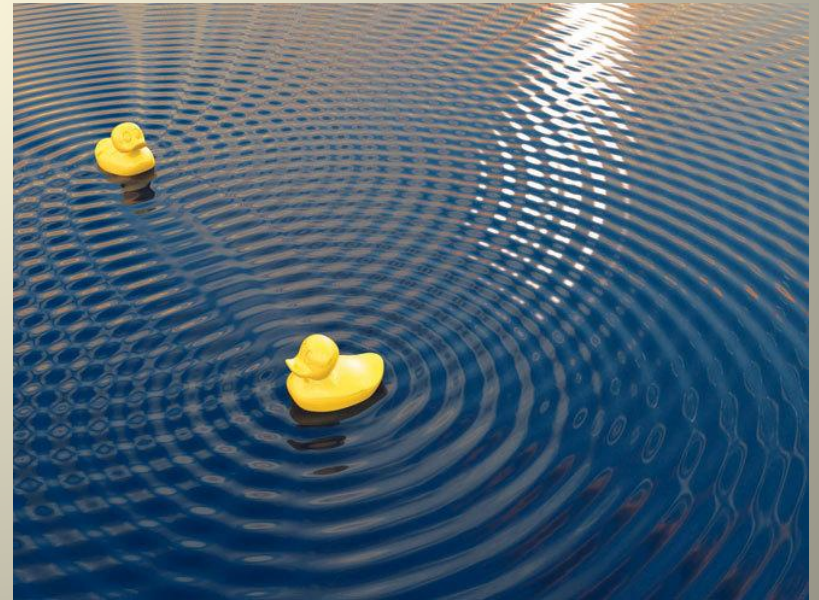
- Коли відстань від перешкоди до місця спостереження набагато більша за розмір перешкоди.





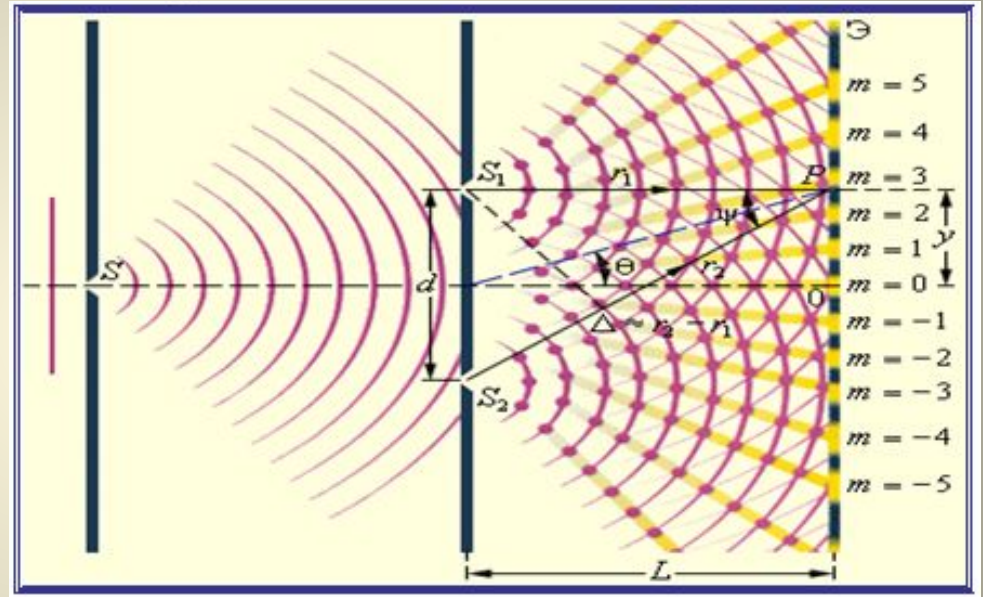
- Хвилі, що обгинають перешкоду, когерентні, тому дифракція завжди супроводжується інтерференцією.
- Інтерференційну картину, отриману внаслідок дифракції, називають **дифракційною картиною**.

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

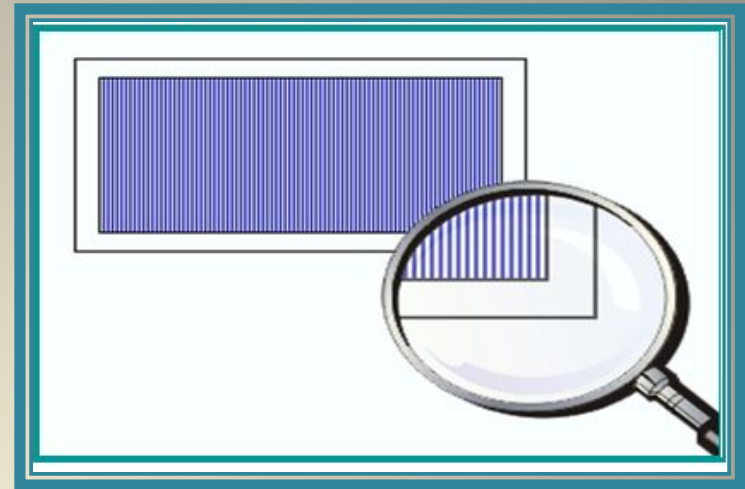


# Принцип Гюйгенса-Френеля

- 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.



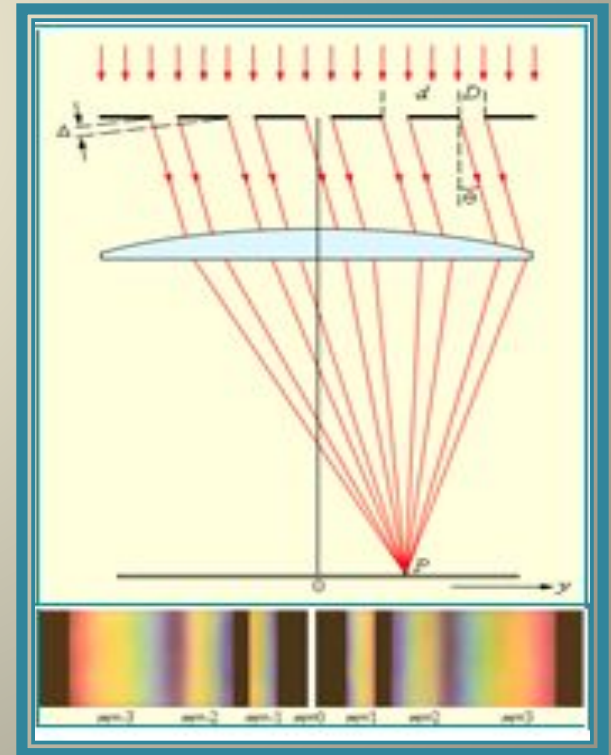
**Дифракційна ґратка** – це оптичний пристрій, дія якого заснована на явищі дифракції світла і який являє собою сукупність великої кількості паралельних штрихів, нанесених на певну поверхню на однаковій відстані один від одного.



Відбиваючі  
дифракційні  
ґратки



Прозорі  
дифракційні  
ґратки



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

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

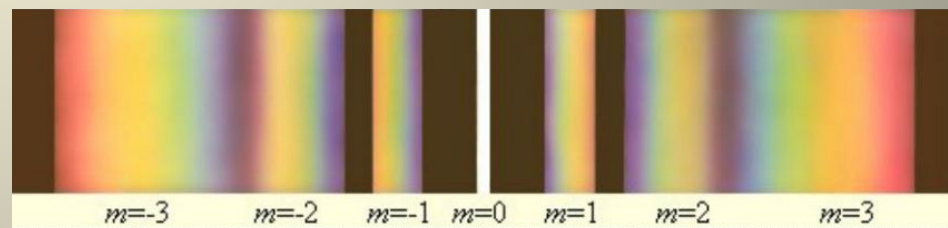
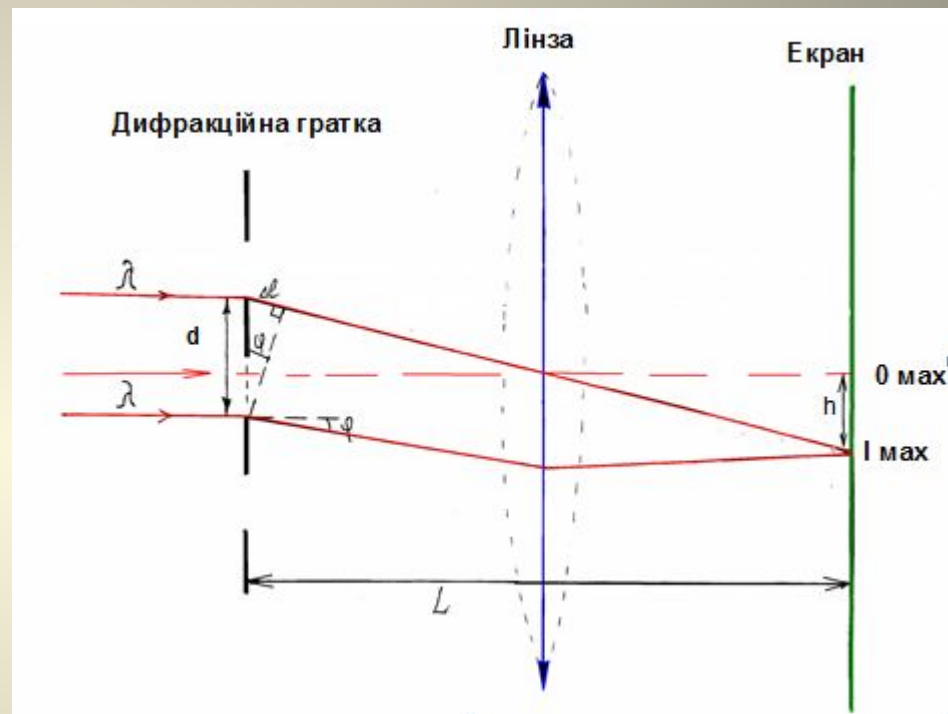
$a$  – ширина непрозорої ділянки  
 $D$  – ширина прозорої ділянки  
 $N$  – кількість штрихів на відрізку довжиною  $l$

**Формула дифракційної ґратки**

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

або

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



**Дифракційний спектр**

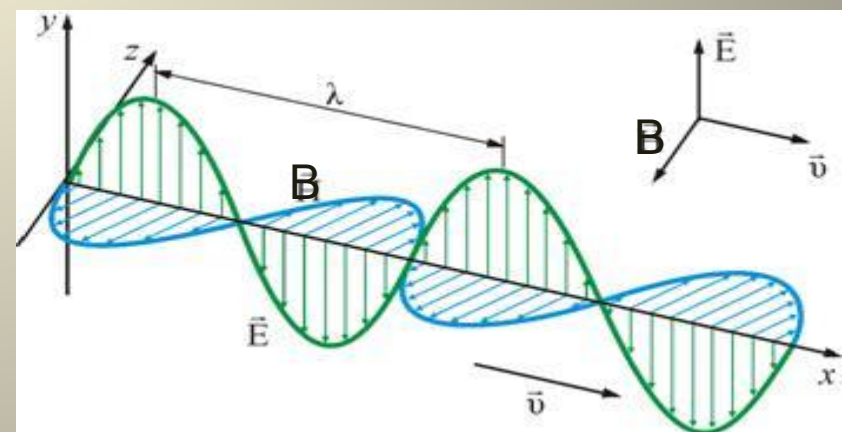
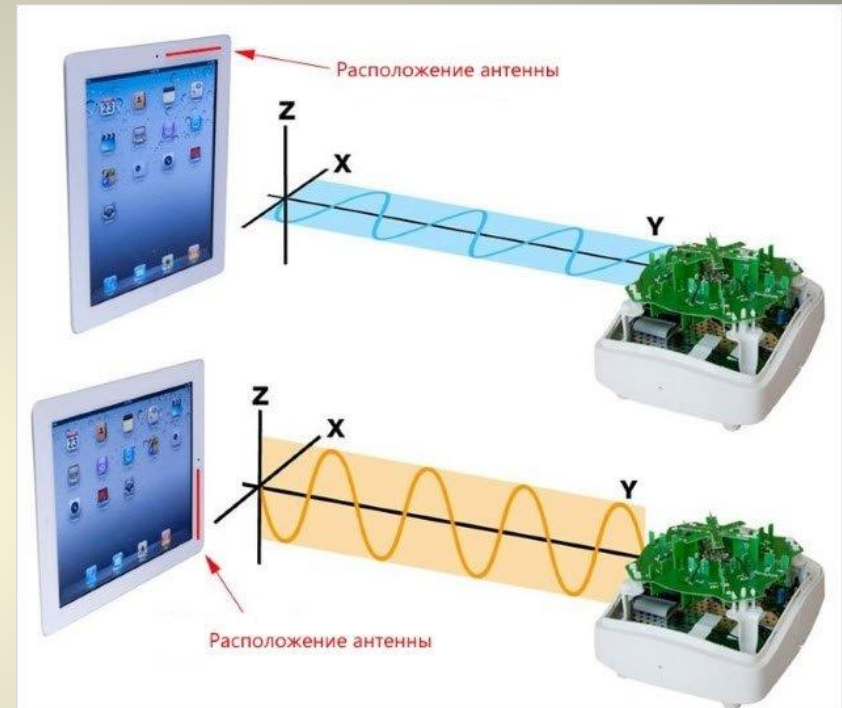
# Застосування дифракційних ґраток

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



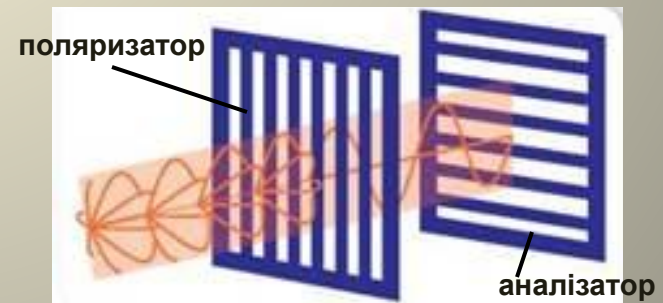
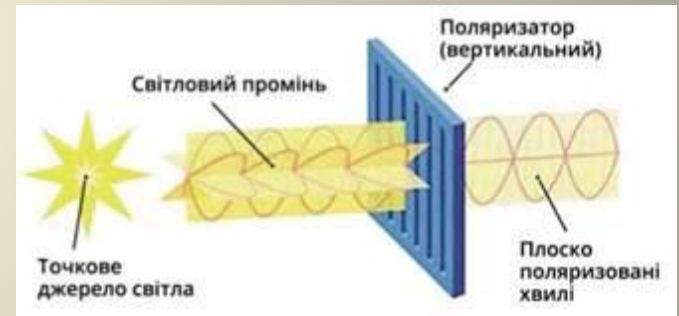
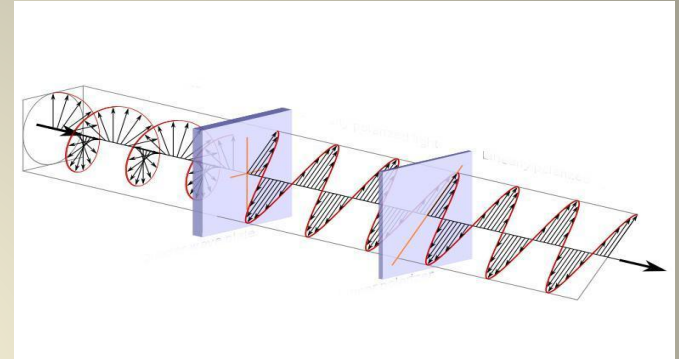
# Поляризація світла

- 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

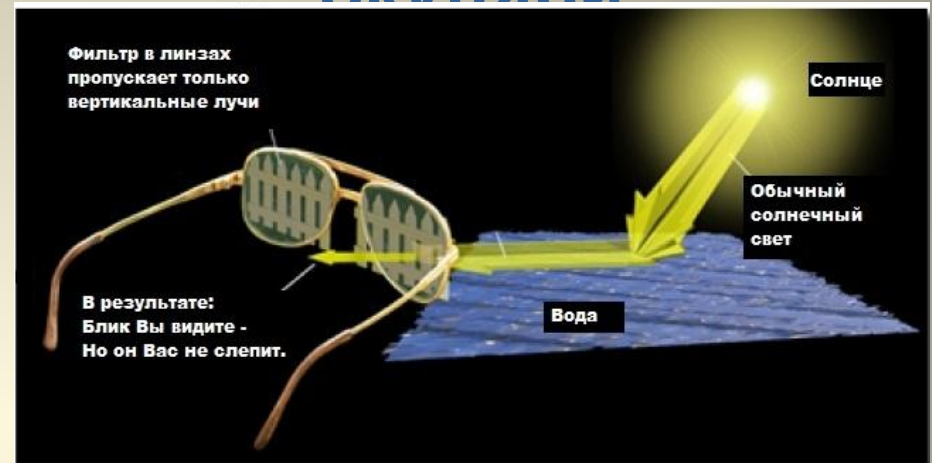
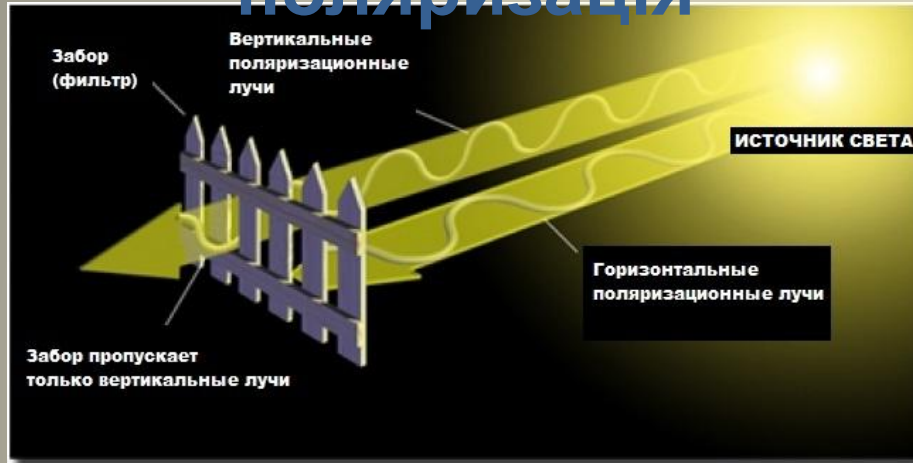
- Якщо на шляху природного світла поставити **поляризатор** – пристрій, що пропускає світлові хвилі лише в певній площині коливань векторів  $E$ , то у світлі, що пройшло крізь поляризатор, коливання векторів  $E$  відбуватимуться тільки в цій певній площині, яка перпендикулярна до напрямку поширення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



# Поляризація світла в дії

Так працює поляризація

Так ви бачите крізь окуляри



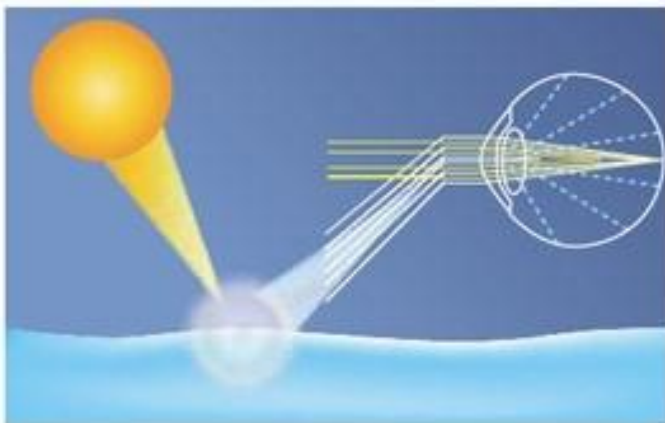
## Поляроїди

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

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



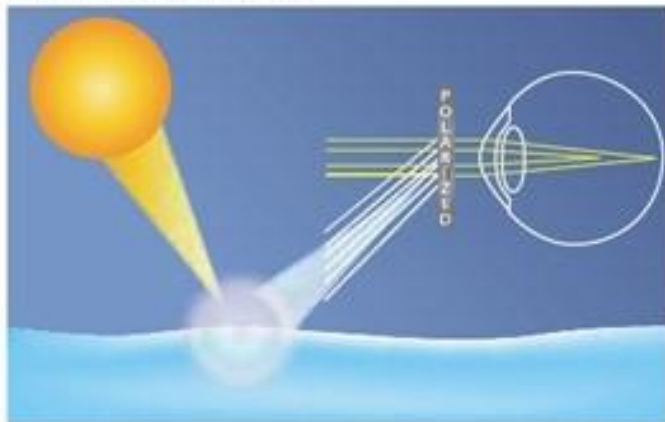
# Використання поляризації світла



*поляризации нет*



**БЛИК ЕСТЬ**



*поляризация есть*



**БЛИКА НЕТ**

# **Домашнє завдання:**

**Знайти інтерференцію,  
дифракцію, дисперсію в  
природі, побуті, створити  
самому.**

**Сфотографувати, зняти відео і  
продемонструвати**