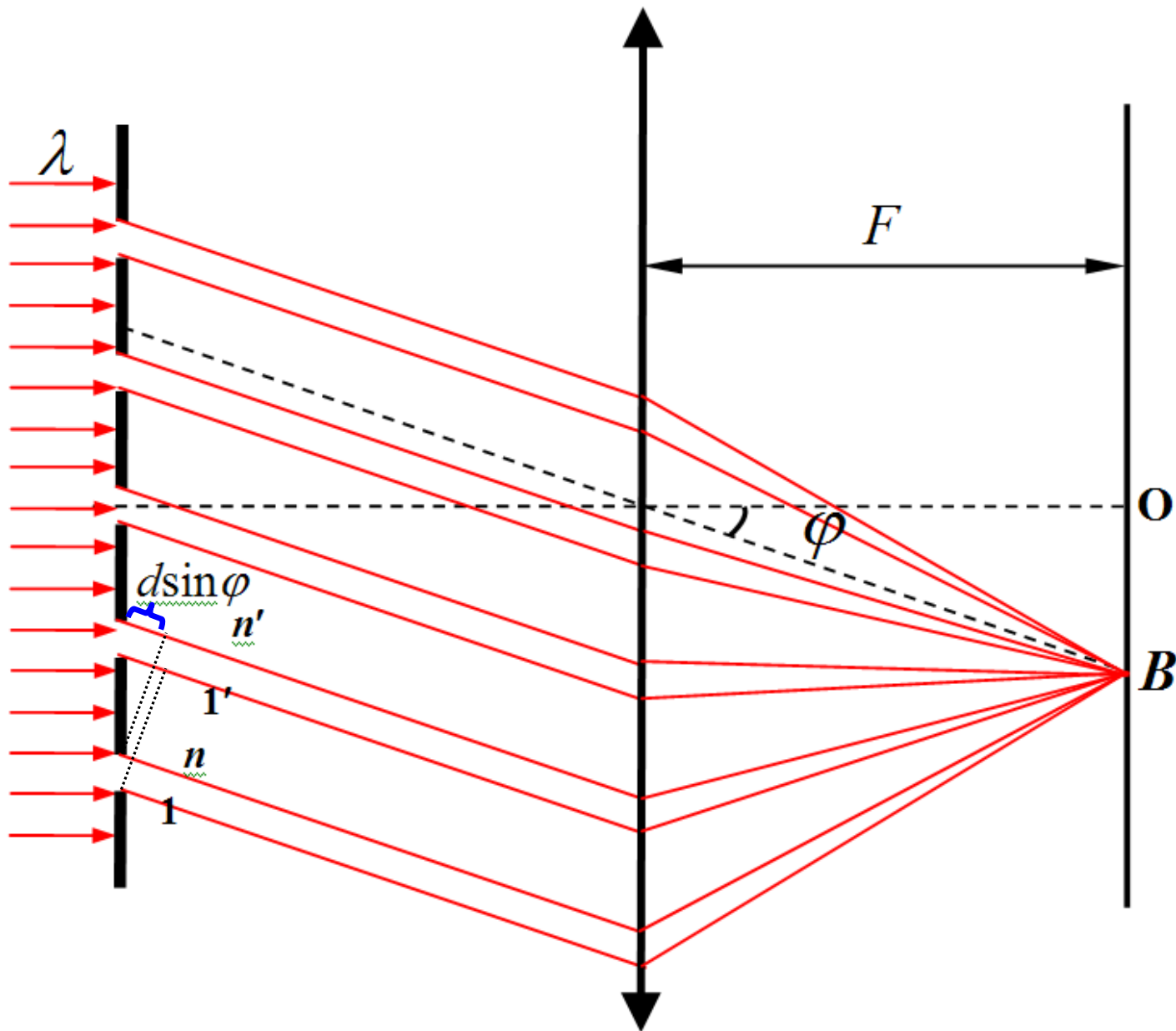


# Лекция 13. Дифракционная решётка.

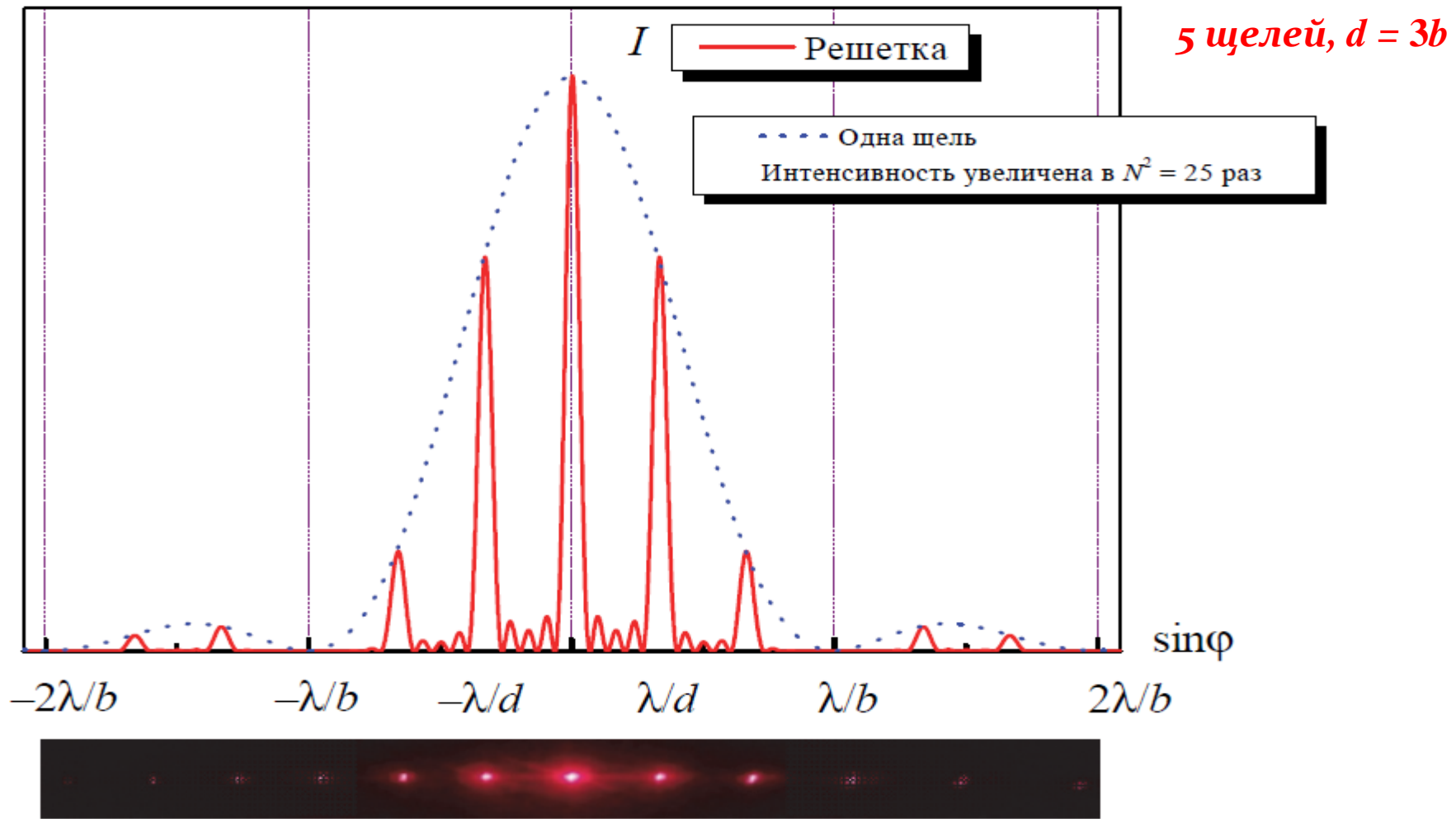
## Поляризация света



## 5.1. Условия главных максимумов и главных минимумов



# Распределение интенсивности при дифракции на решётке



**Главные минимумы:**  $b \cdot \sin\varphi = \pm m' \cdot \lambda$ ,  $m' = 1, 2, 3, \dots$  **для каждой щели:** min

**Главные максимумы:**  $d \cdot \sin\varphi = \pm m\lambda$ ,  $m = 0, 1, 2, \dots, [d/\lambda]$

$\mathbf{E}_1$

$\mathbf{E}_k$

$\mathbf{E}_N$

## 5.2. Дополнительные минимумы и дополнительные максимумы

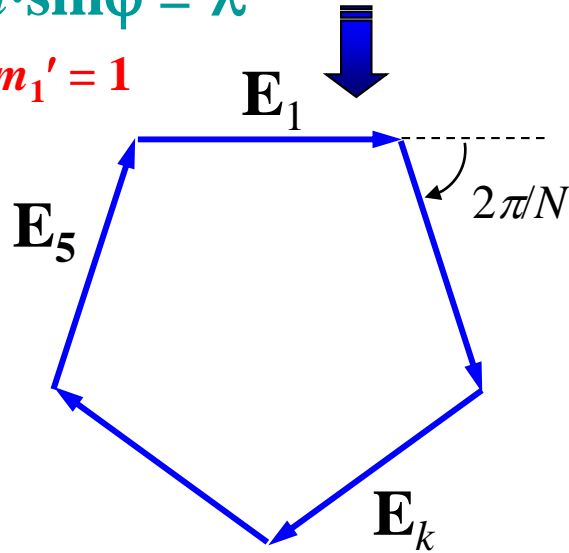
$$Nd \cdot \sin\varphi = \pm m_1' \cdot \lambda, \quad m_1' = 1, 2, \dots, N-1, N+1, \dots$$

К объяснению возникновения дополнительных минимумов

Пример: число щелей  $N = 5$

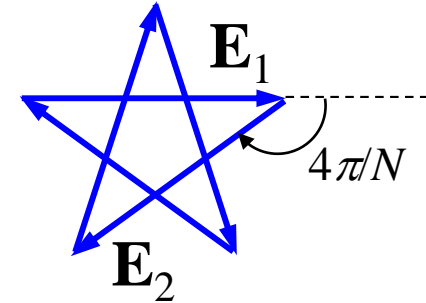
$$5d \cdot \sin\varphi = \lambda$$

$$m_1' = 1$$



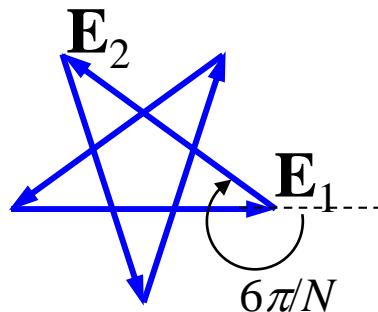
$$5d \cdot \sin\varphi = 2\lambda$$

$$m_1' = 2$$



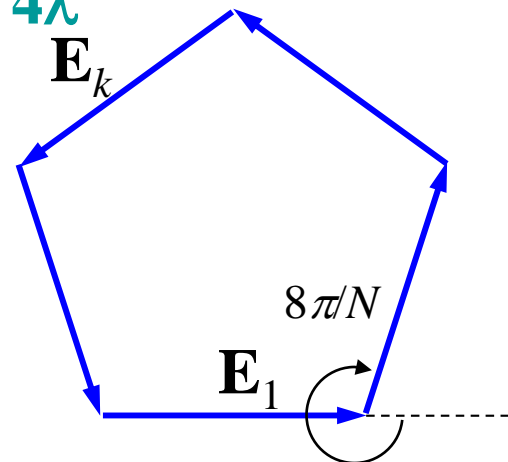
$$5d \cdot \sin\varphi = 3\lambda$$

$$m_1' = 3$$

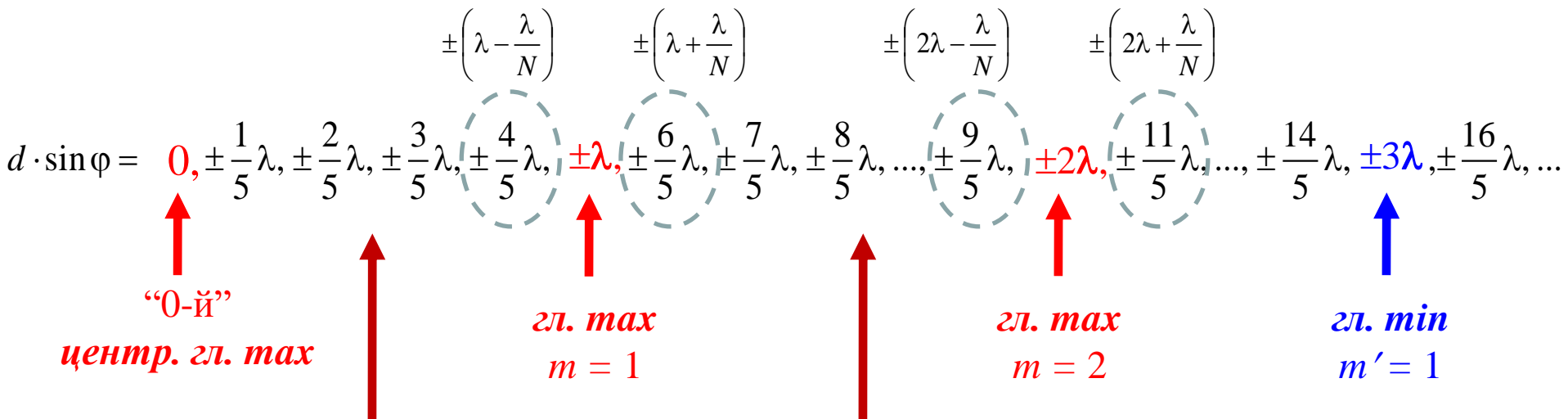


$$5d \cdot \sin\varphi = 4\lambda$$

$$m_1' = 4$$



## Пример: число щелей $N = 5$



Расположение дополнительных  $(N - 1)$  минимумов между главными максимумами

Дополнительные минимумы “обрамляют” главные максимумы



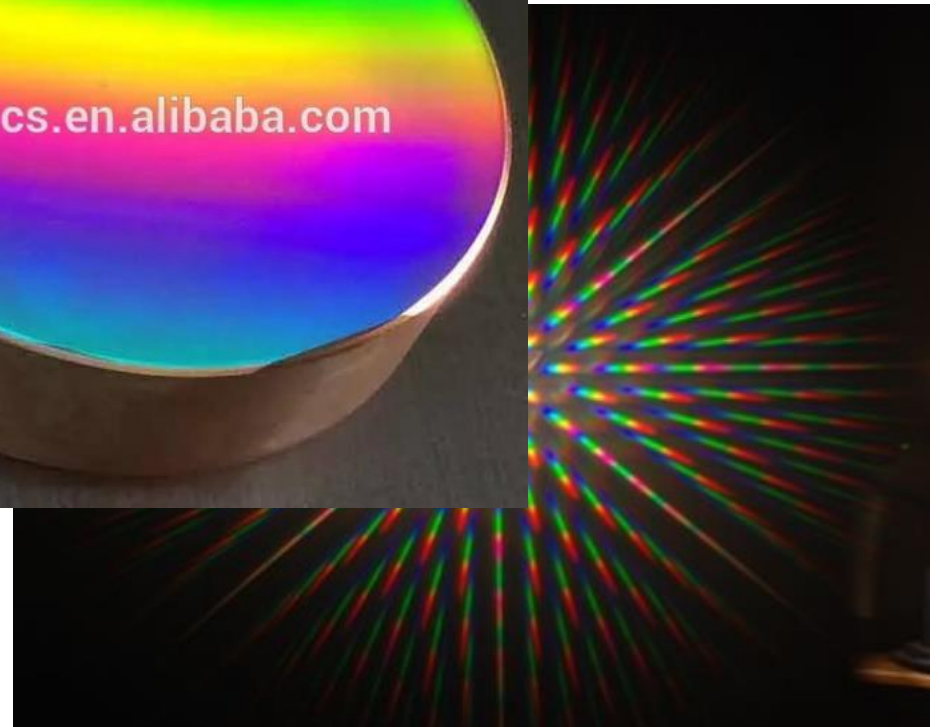
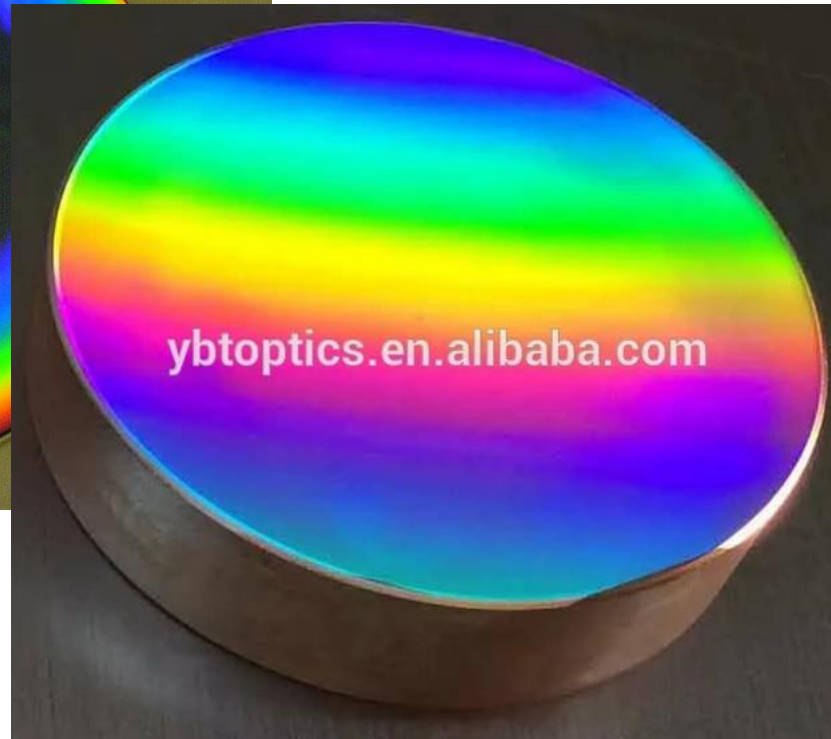
Угловая ширина главных максимумов:  
(вблизи центра)

$$\Delta\varphi = \frac{2\lambda}{Nd}$$

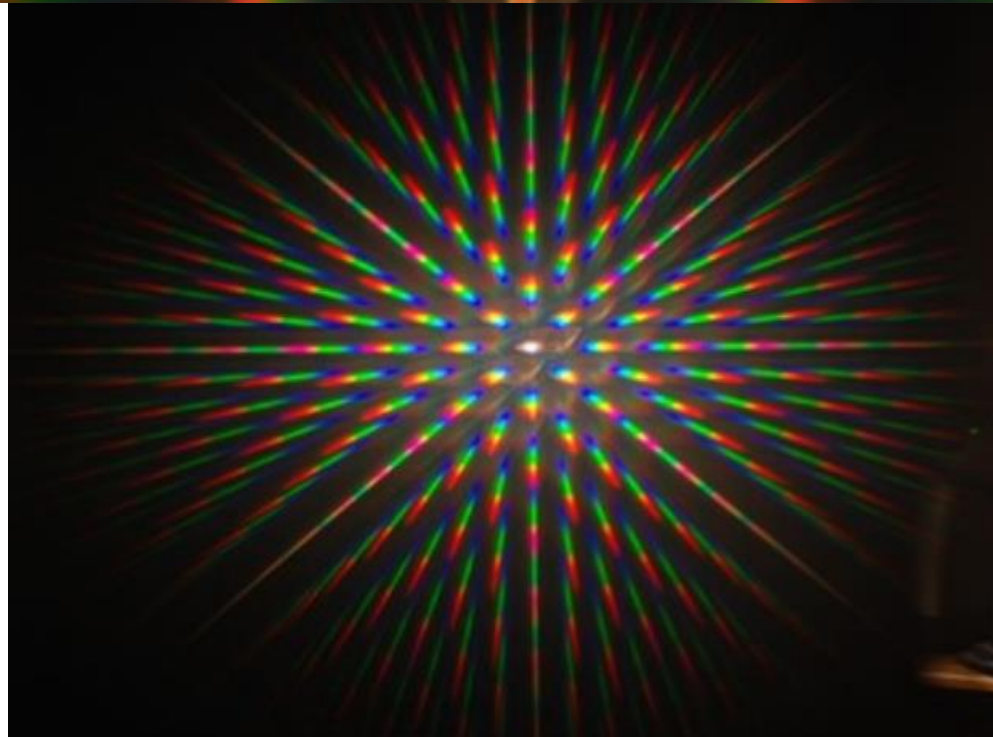
(«Попутно» решили задачи 11.16; 11.17; ≈11.5)



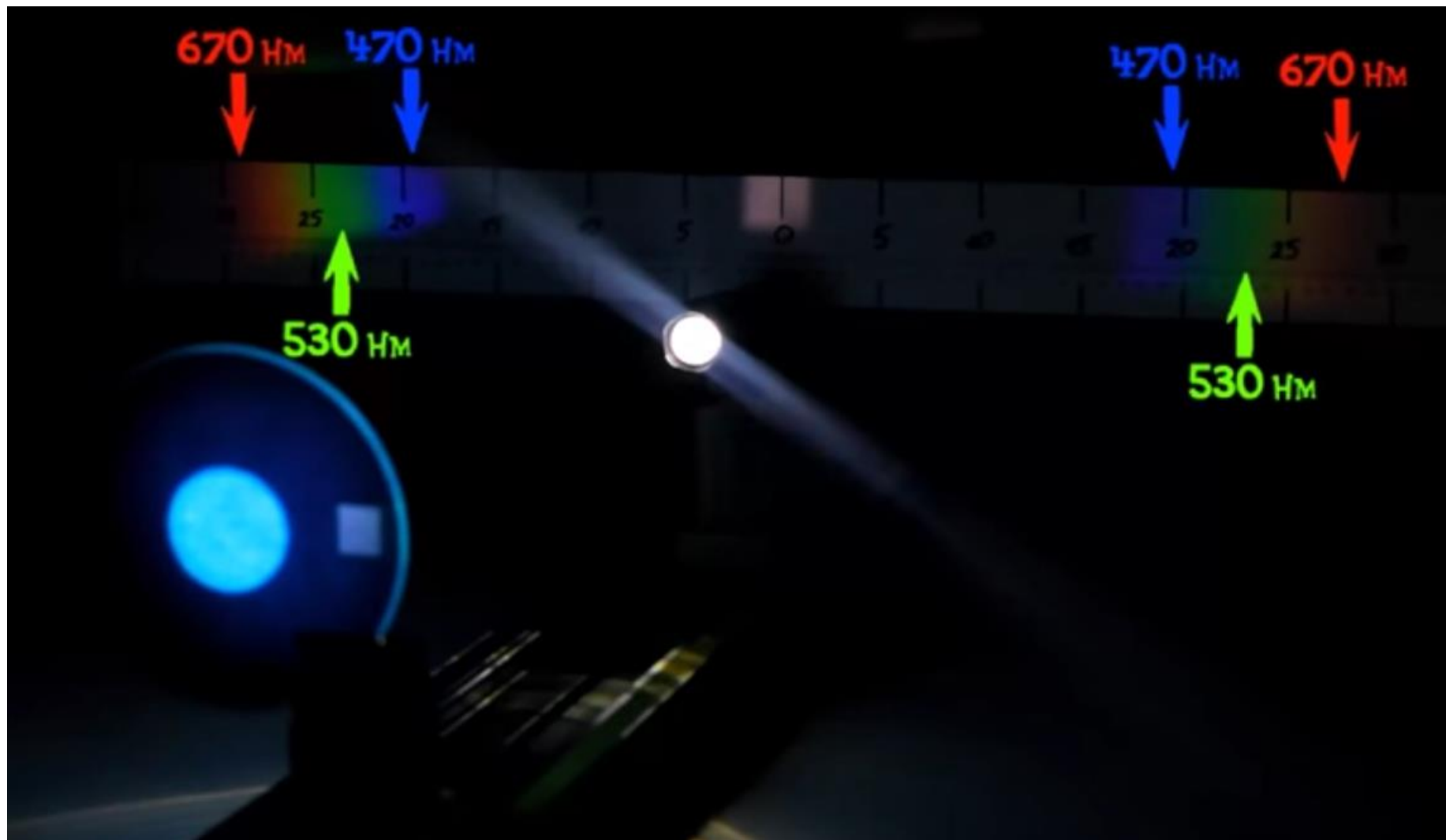
## §6. Характеристики дифракционной решётки как спектрального аппарата



# Дифракция белого света



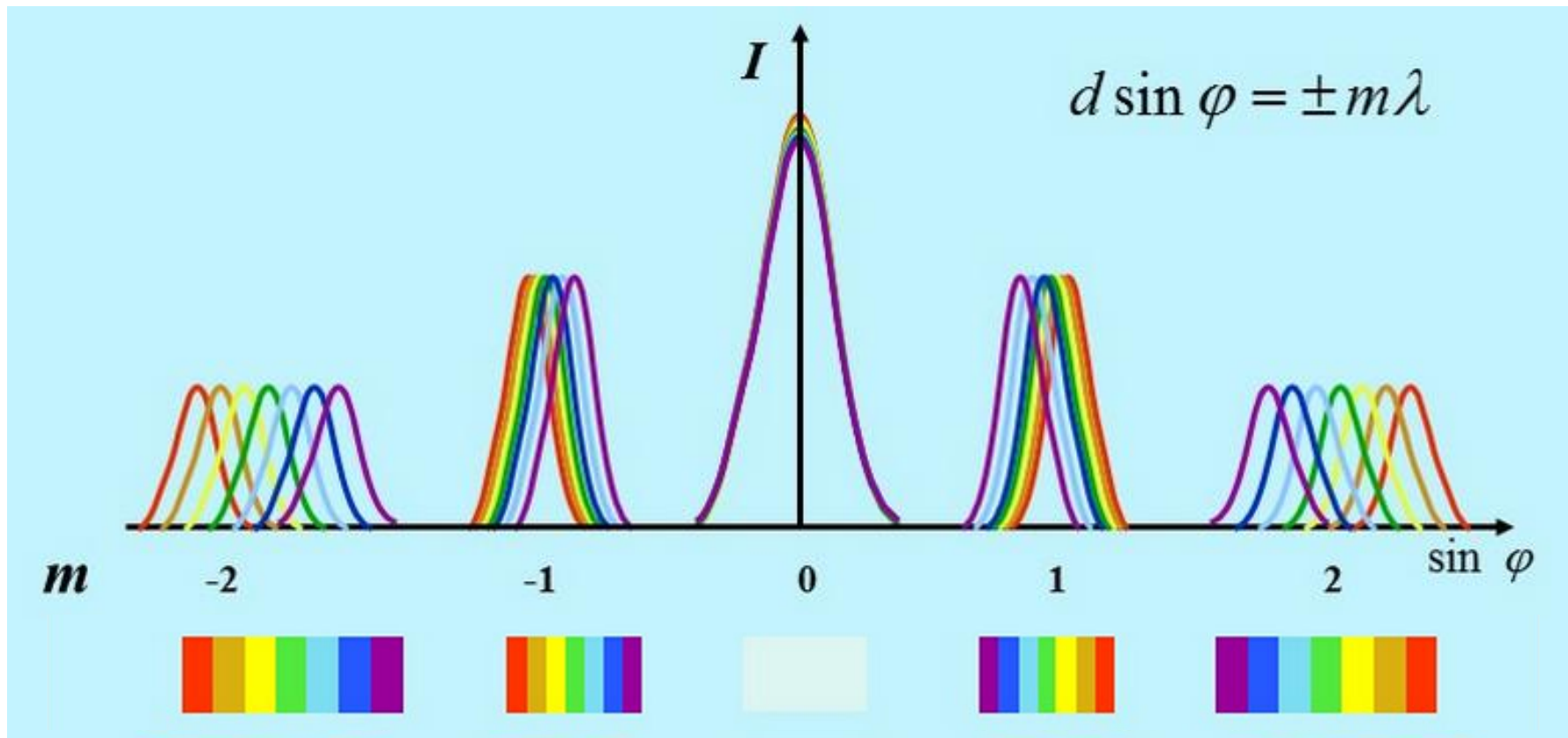
# Дифракция белого света





## 6.1. Угловая и линейная дисперсия

### Дифракционная решётка – спектральный аппарат



→ (Опр.)

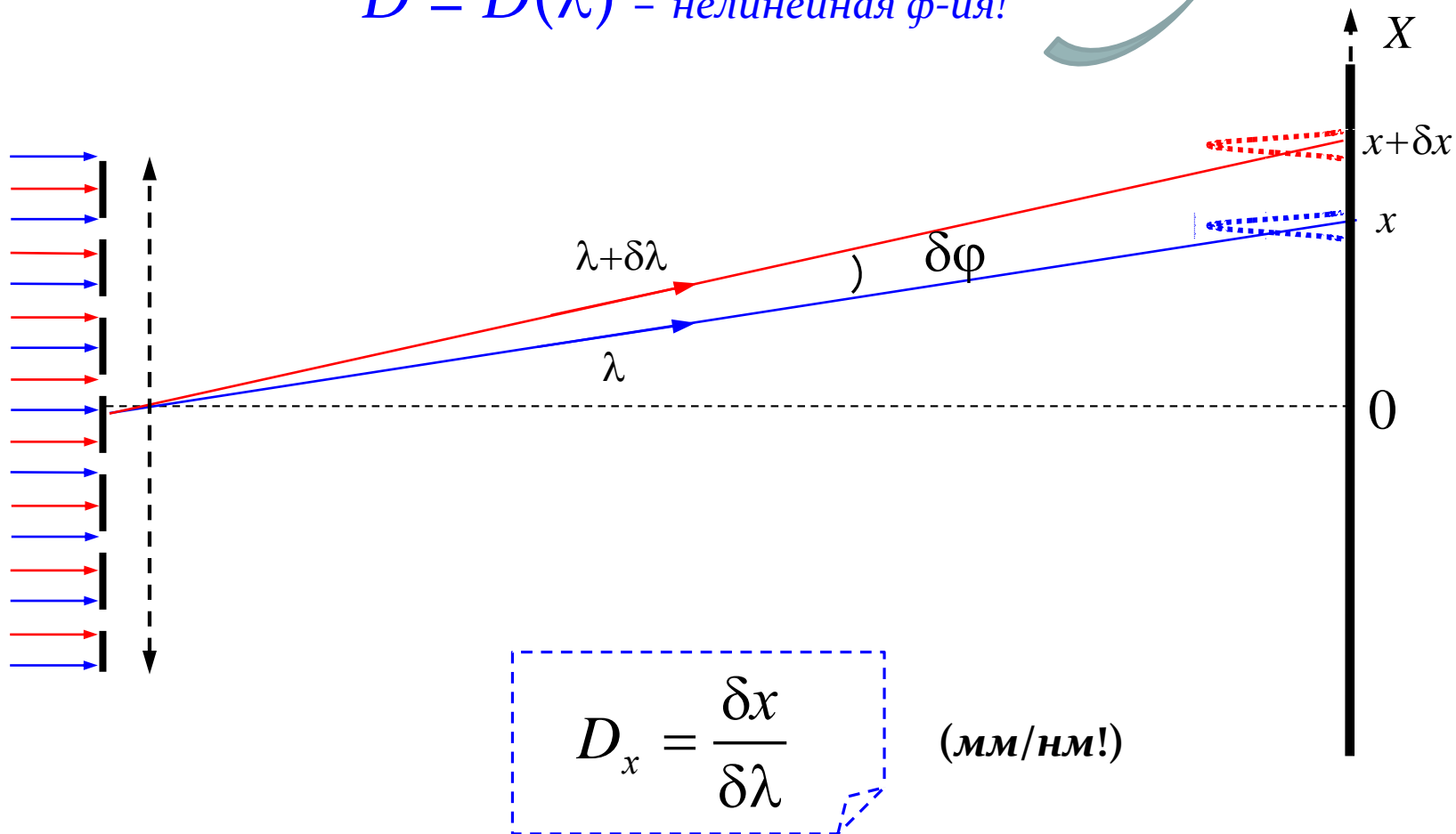
# Угловая дисперсия:

(рад/нм или град/нм !)

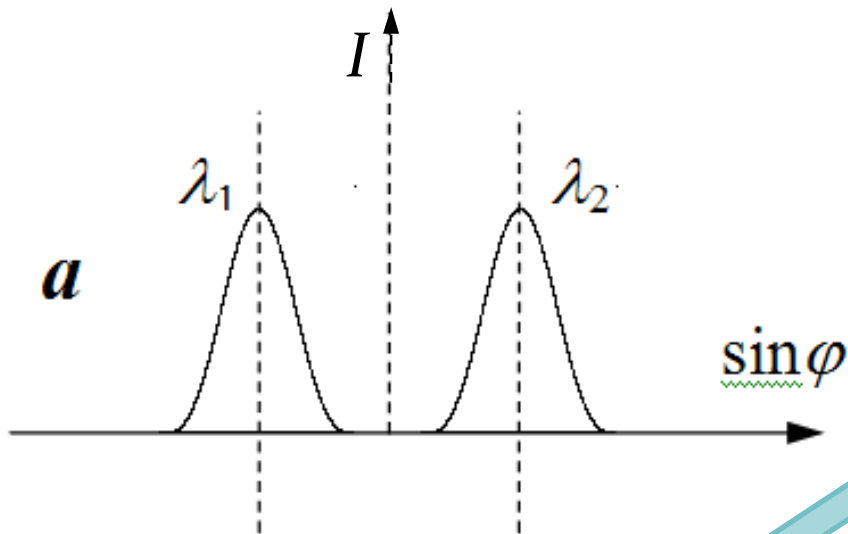
$$D_{\varphi} = \frac{\delta\varphi}{\delta\lambda}$$

$$D_{\varphi}^{cp} = \frac{\Delta\varphi}{\Delta\lambda}$$

$D = D(\lambda)$  - нелинейная ф-ия!

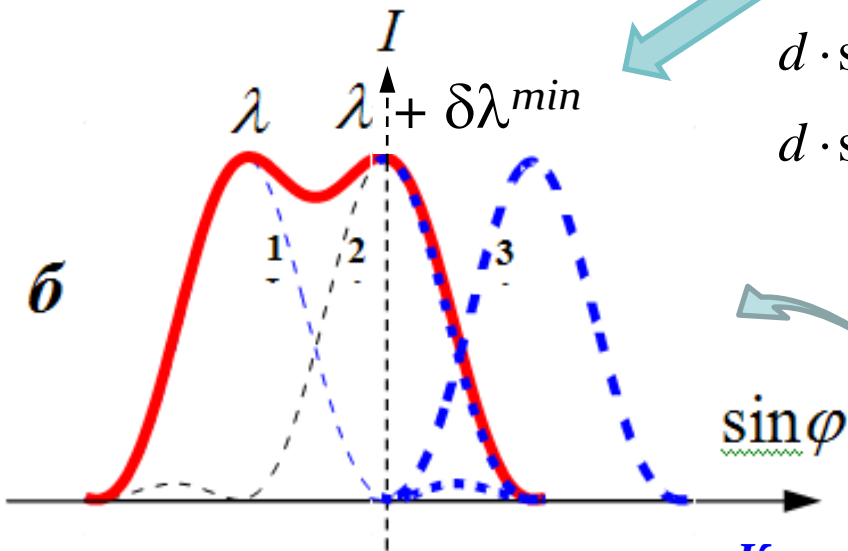


## 6.2. Разрешающая способность



$$R = \frac{\lambda}{\delta\lambda^{\min}}$$

**Решётка:**



$$\left. \begin{aligned} d \cdot \sin \varphi &= m\lambda + \lambda / N \\ d \cdot \sin \varphi &= m(\lambda + \delta\lambda^{\min}) \end{aligned} \right\} \Rightarrow \lambda^{\min} = \frac{\lambda}{mN}$$

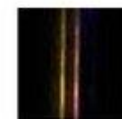
$$R = mN$$

**Критерий Рэлея**

# Спектр ртутной лампы



Линии 579,1 нм и 577,0 нм  
во 2-м и в 3-м порядке спектра



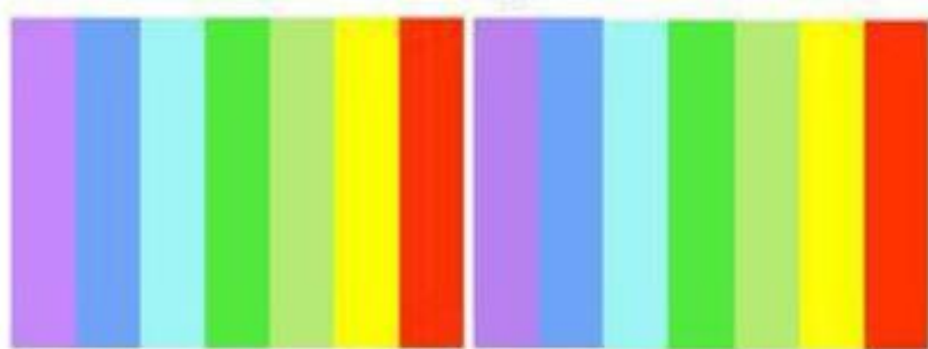
$$R = \frac{\lambda}{\delta\lambda^{min}}$$

$$R = mN$$

### 6.3. Свободная спектральная область

$$m(\lambda + \Delta\lambda) < (m+1)\lambda \Rightarrow \circ \quad \circ \quad \circ$$

$$\Delta\lambda_{св} < \frac{\lambda}{m}$$



$\lambda$

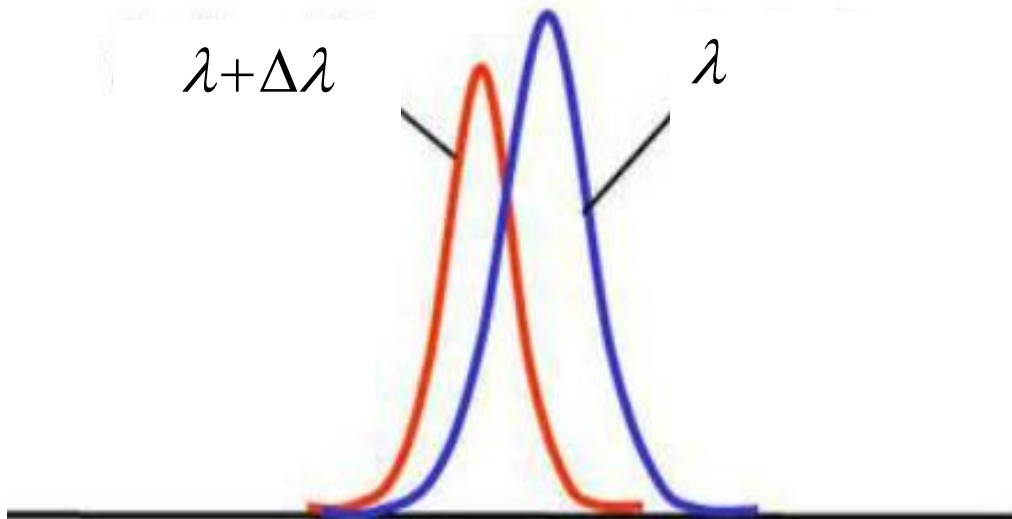
$\lambda + \Delta\lambda$

порядок "m"

порядок "m+1"

$\lambda + \Delta\lambda$

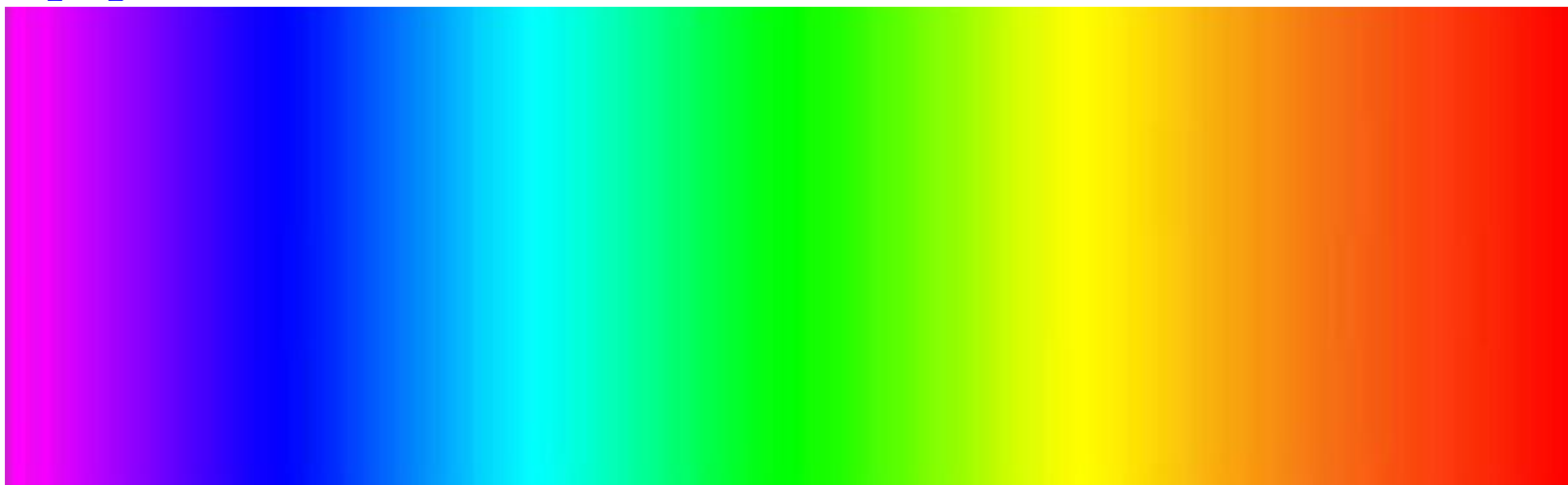
$\lambda$





# Спектры

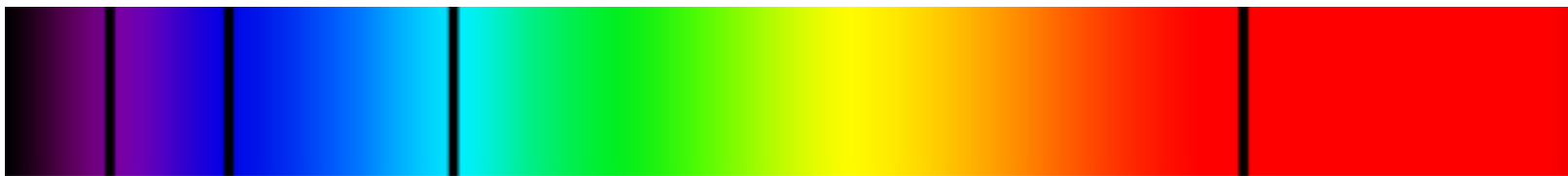
Непрерывный



Линейчатый

спектр поглощения

Водород



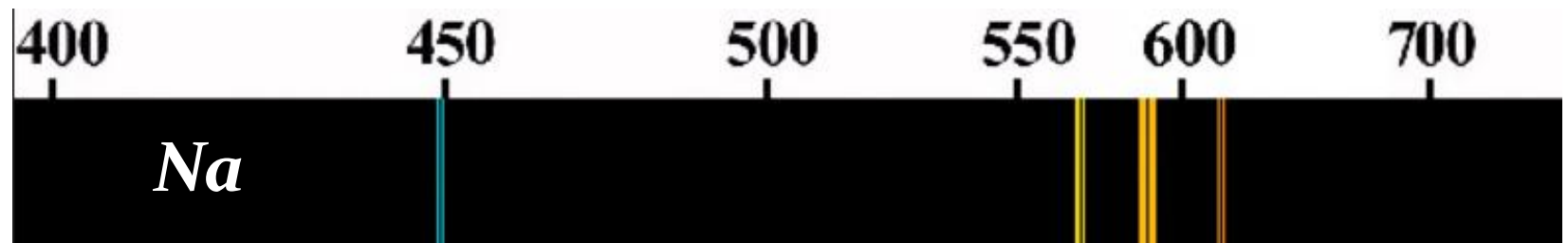
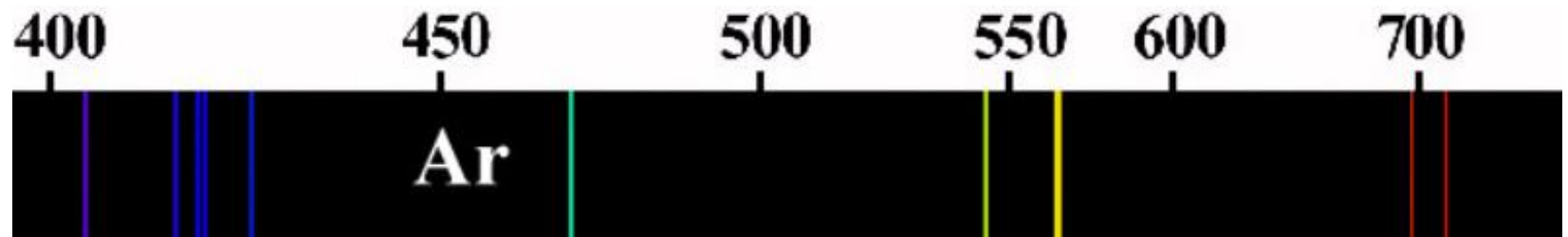
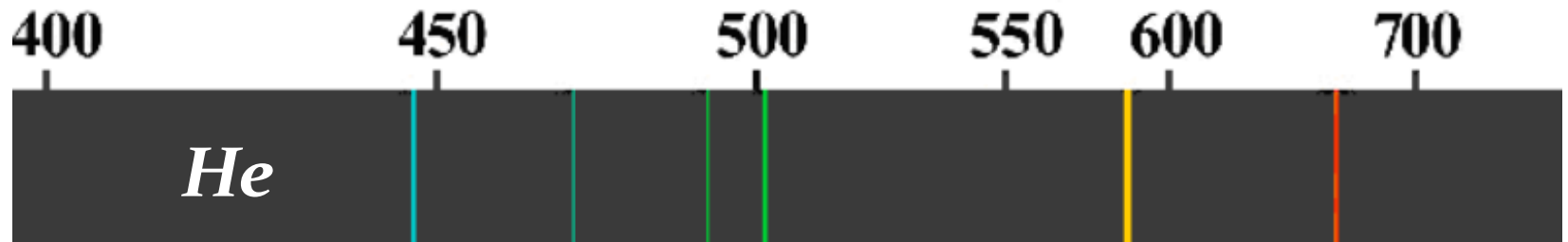
спектр излучения



400 nm

700 nm

# Линейчатые спектры





*Спектр лампы дневного света*

*Спектры атомарных газов*



водород



аргон

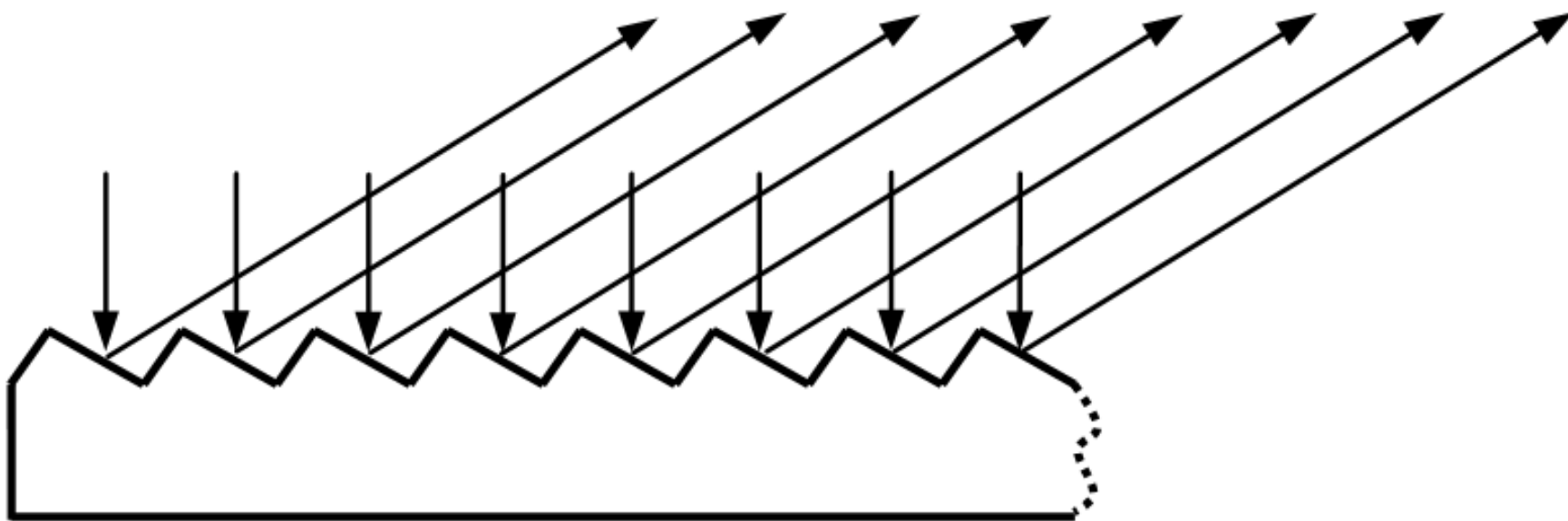


криптон

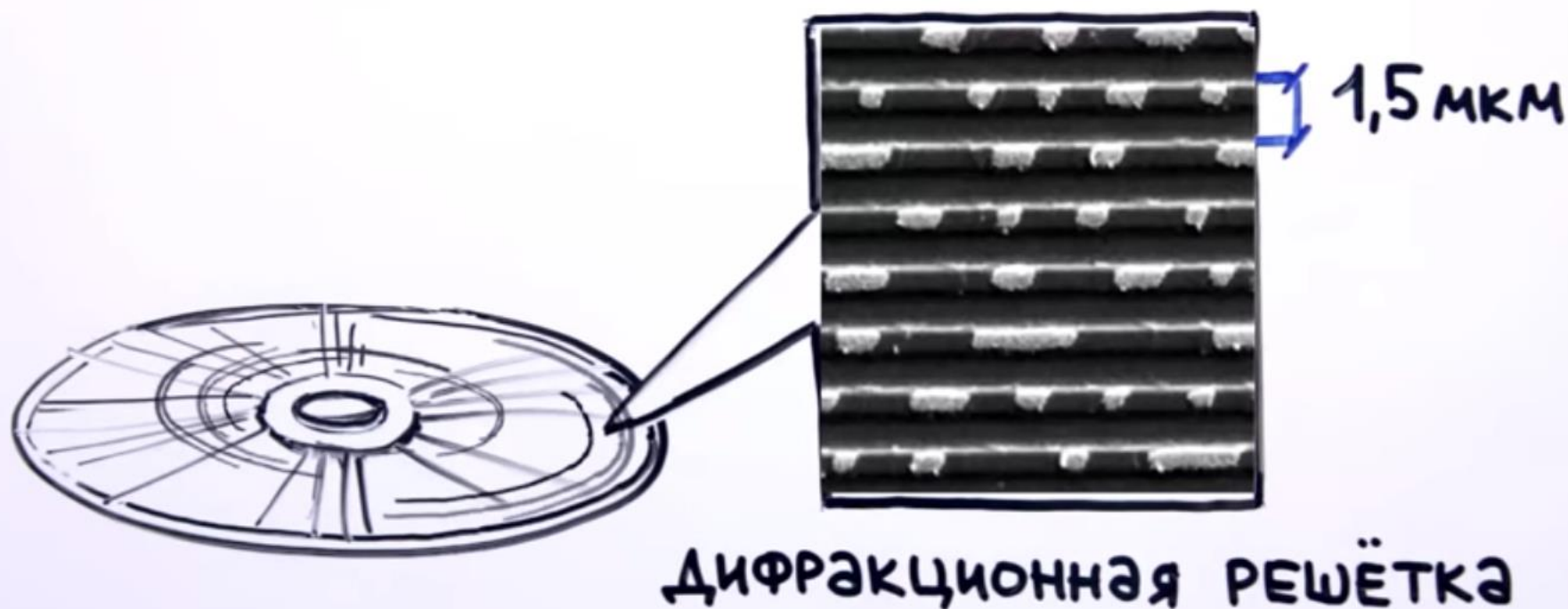


неон

*Отражательная дифракционная решётка  
“Эшелет” (“Echelette”)*

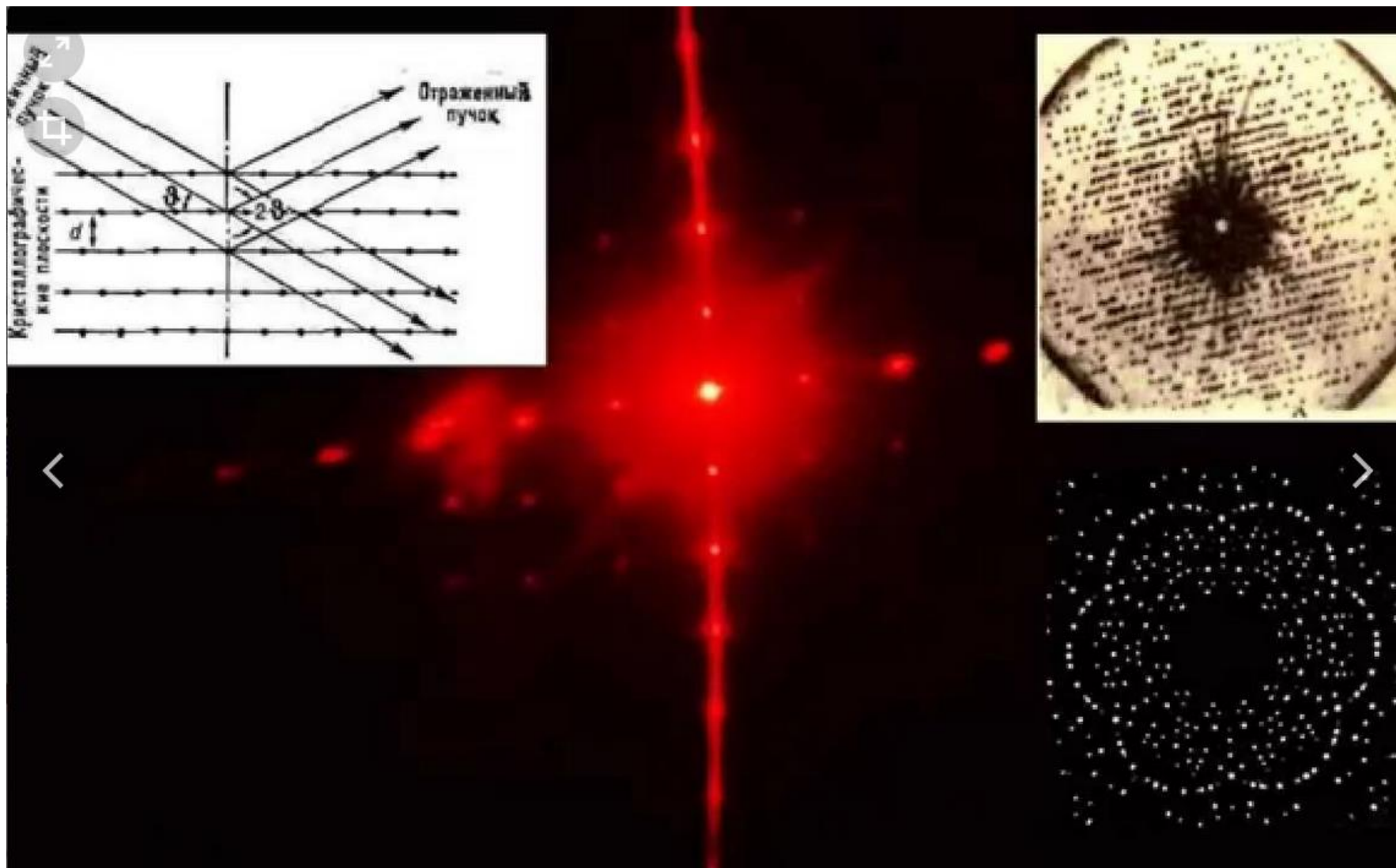
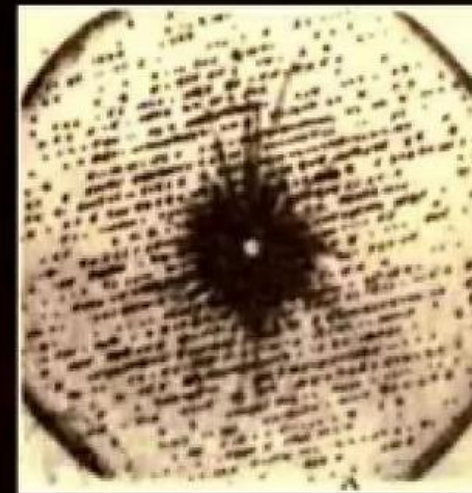
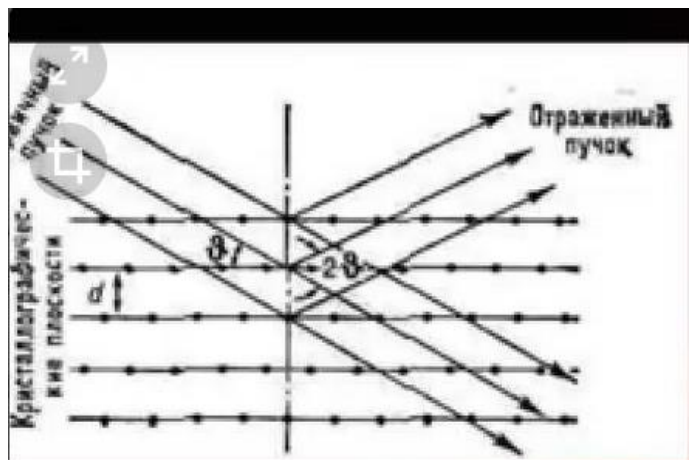


# УСТРОЙСТВО КОМПАКТ-ДИСКА

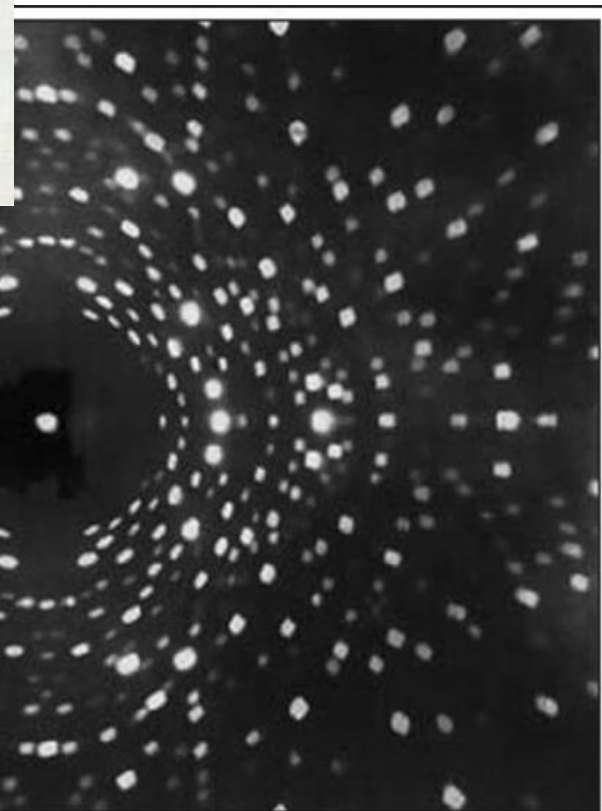
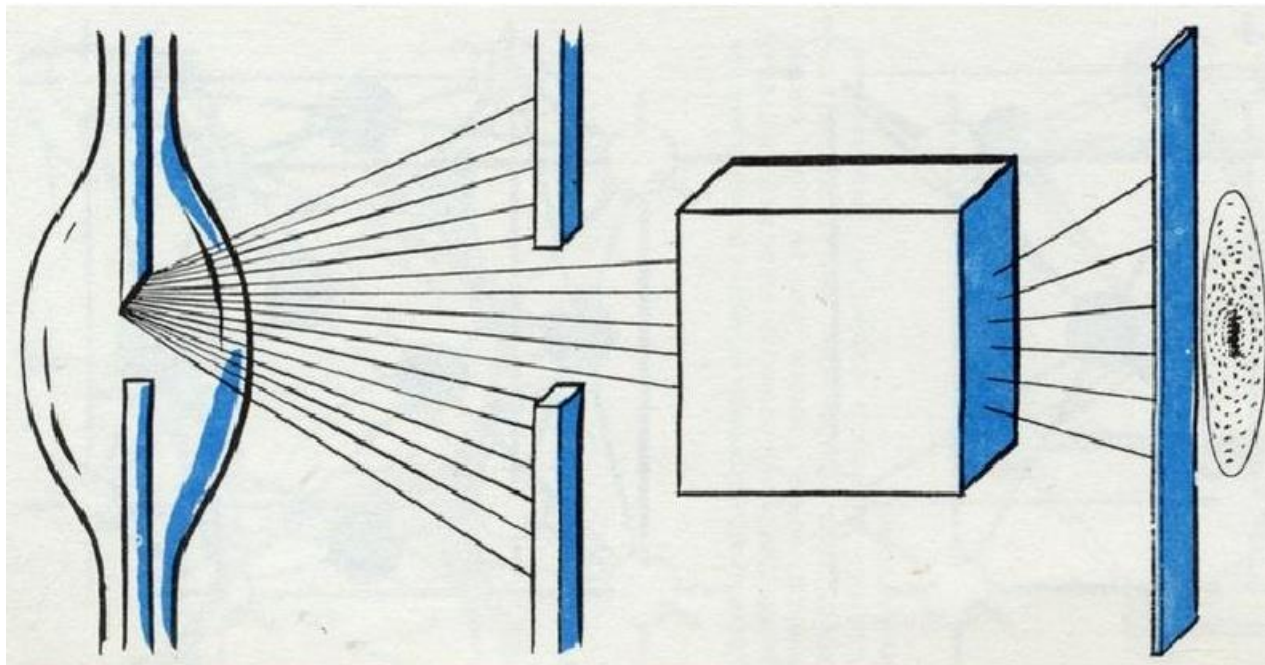




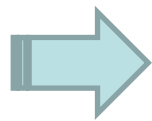
# Дифракция рентгеновских лучей на кристаллической решётке

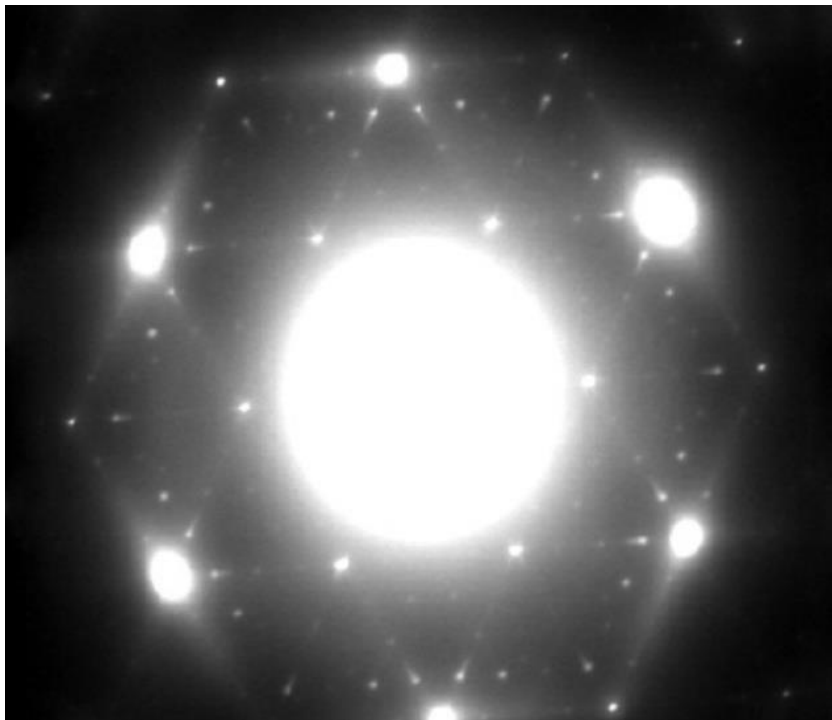


# Дифракция на кристалле

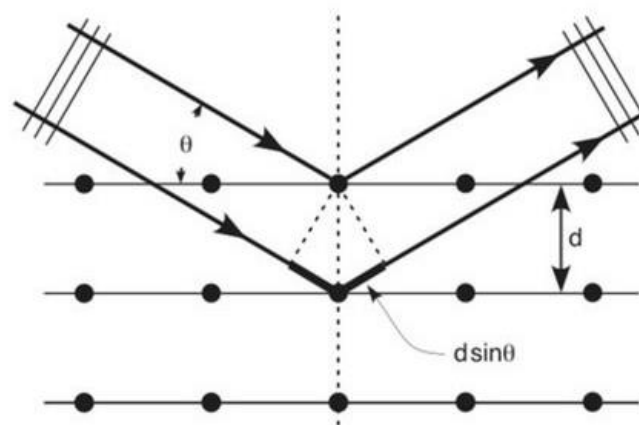


“Лауэграмма”





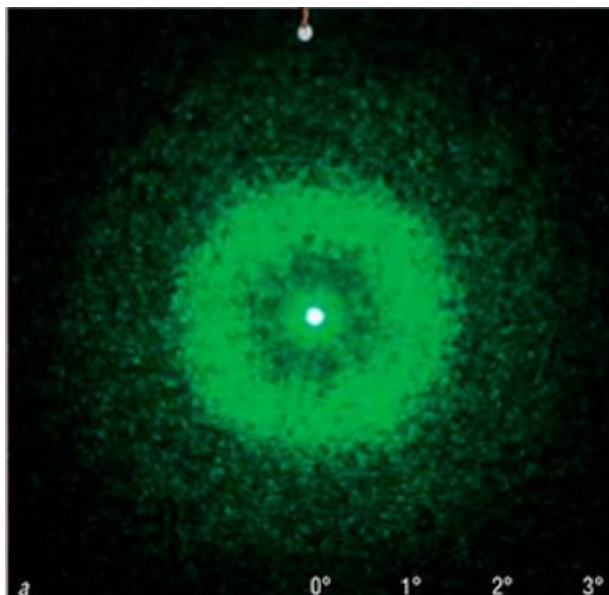
## Дифракция на кристаллической решётке Лауэ, 1912



$$2d \cdot \sin\theta = m\lambda$$

Формула Вульфа – Брэгга

Дифракция на  
ликоподии  
Аморфное “галло”



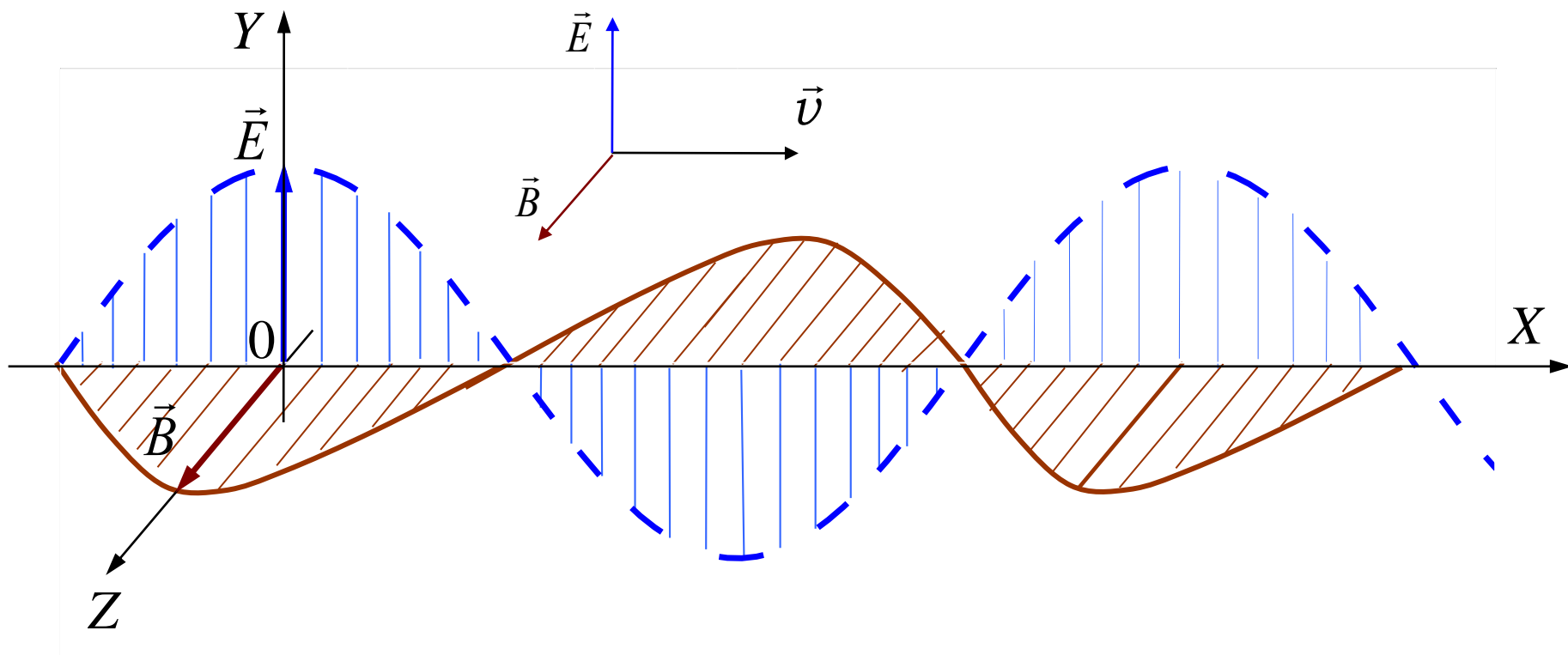


# Лекция 13. Поляризация света



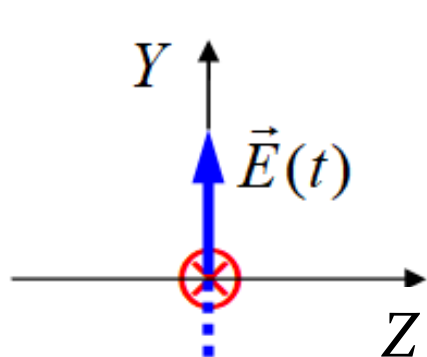
# Глава VI. Поляризация света

## Линейно (плоско-)поляризованная электромагнитная волна

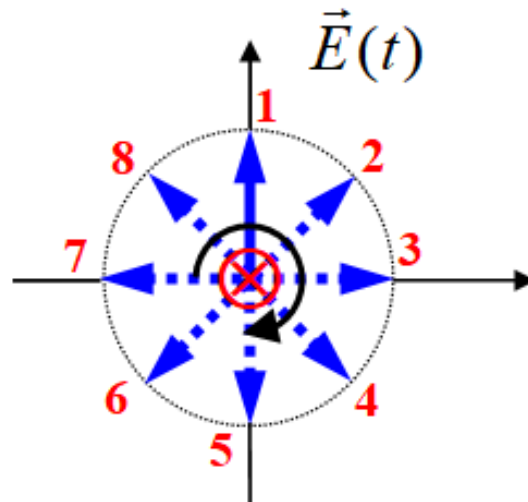




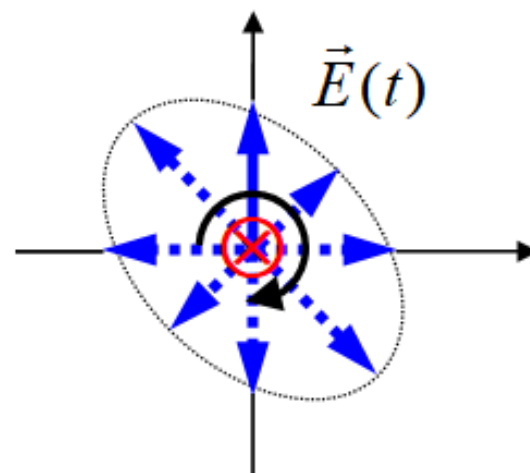
## § 1. Типы поляризации света



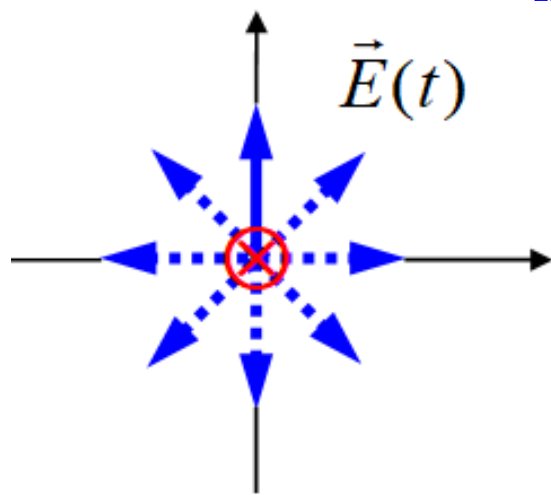
Линейно-поляризованный свет



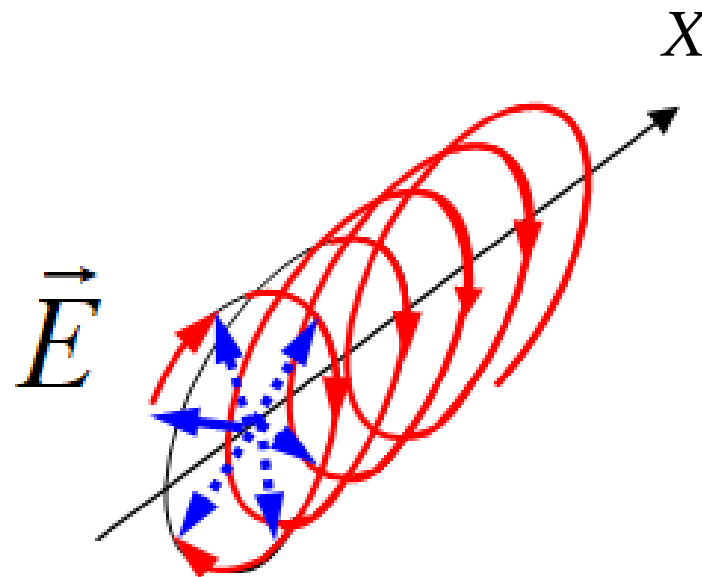
Циркулярно поляризованный свет



Эллиптически поляризованный свет



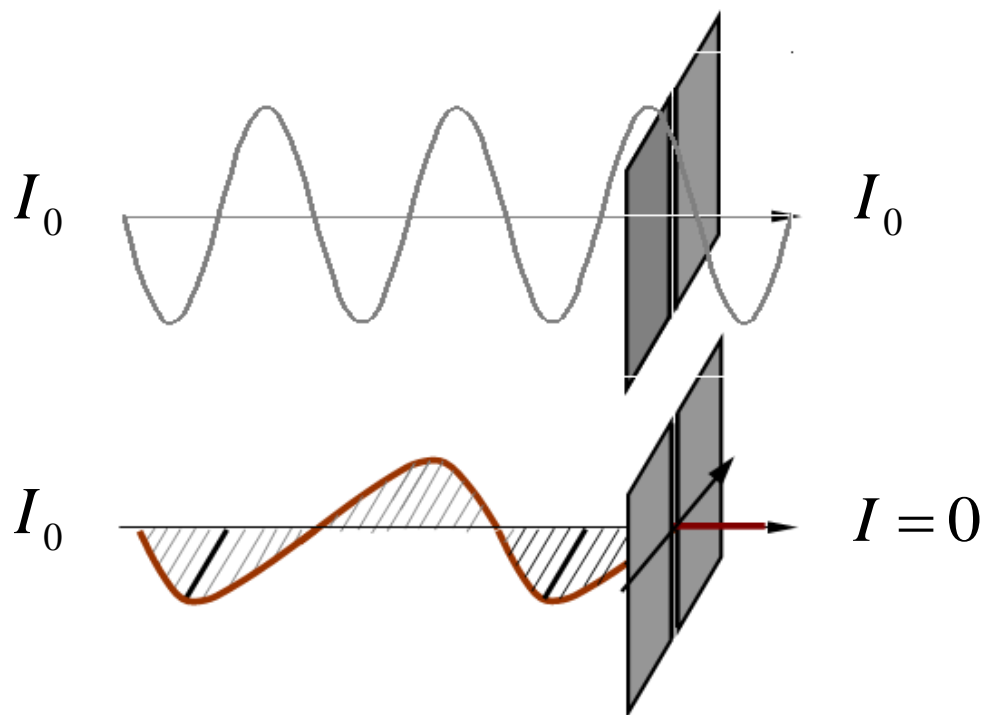
Естественный  $\equiv$  неполяризованный свет



➔ (Опр.) Свет называется поляризованным, если направление светового вектора  $\vec{E}$  меняется с течением времени закономерным образом.

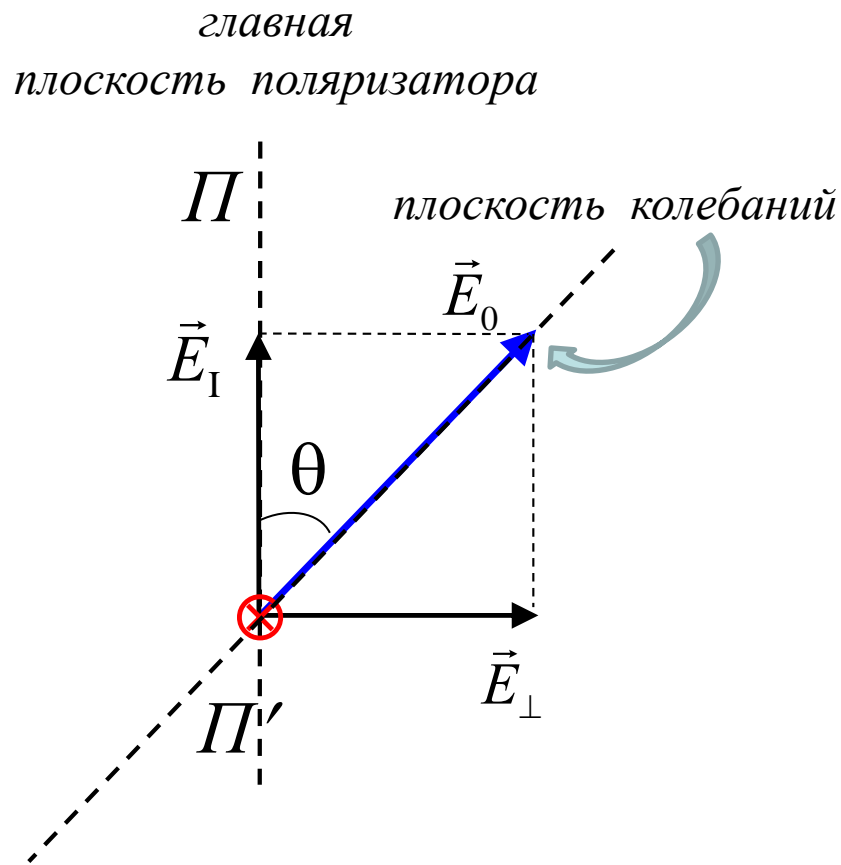
## § 2. Поляризаторы. Закон Малюса

### Идеальный поляризатор (ИП)



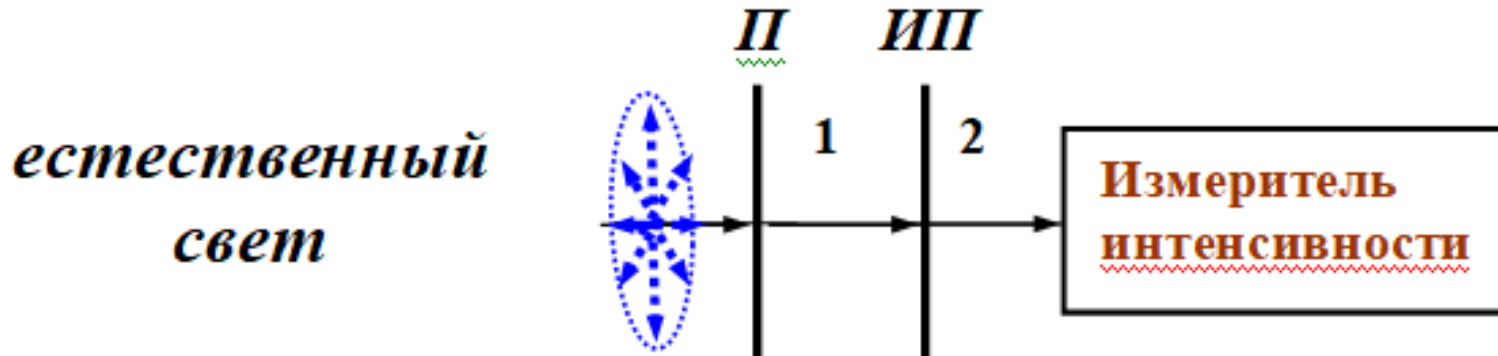
# Закон Малюса

Малю (Étienne Louis Malus)

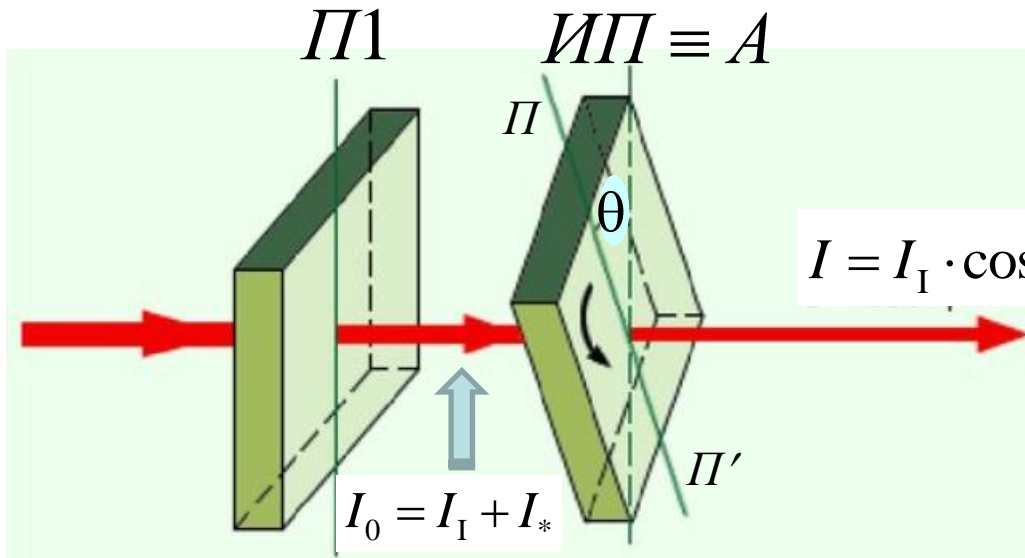


$$I = I_0 \cdot \cos^2 \theta$$

# Степень поляризации

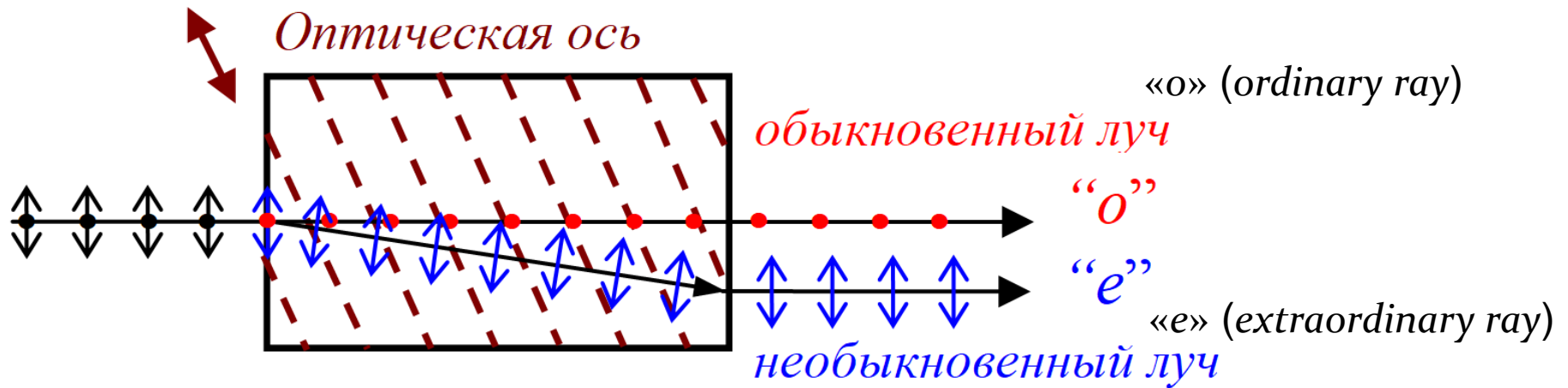


$$P = \frac{I_{\max} - I_{\min}}{I_{\max} + I_{\min}}$$



## §3. Поляризация света в анизотропной среде

### 3.1. Двулучепреломление света

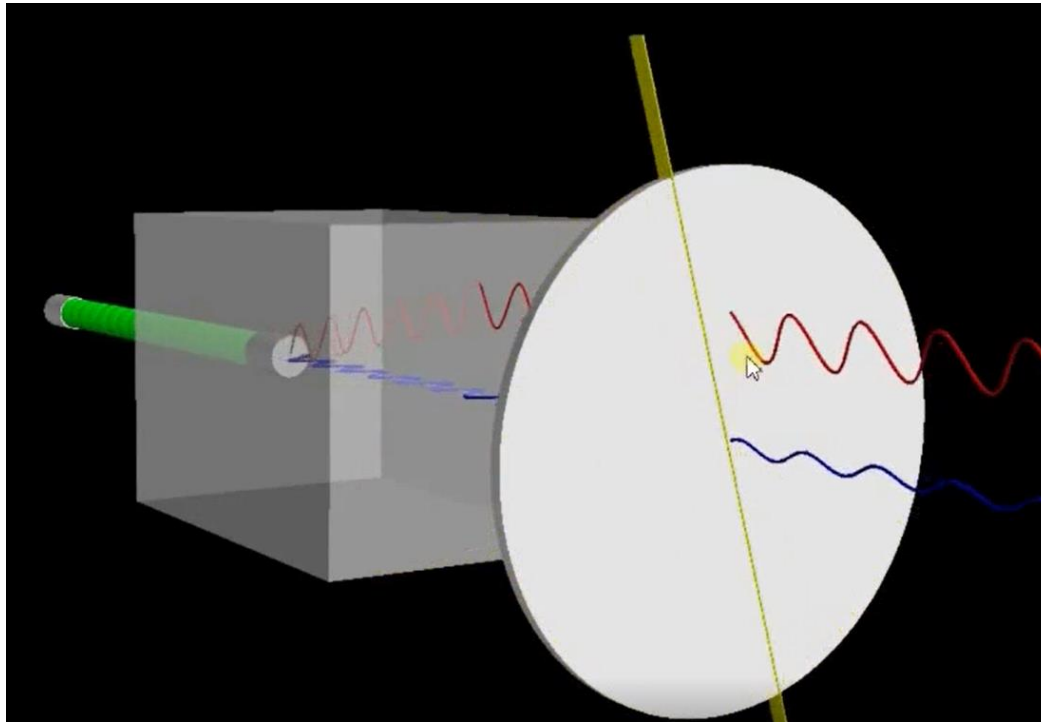


➡ (Опр.) *Оптической осью* кристалла называется направление, для которого скорость распространения световых волн не зависит от ориентации вектора напряжённости электрического поля.

*Исландский шпат*  
 $\text{CaCO}_3$

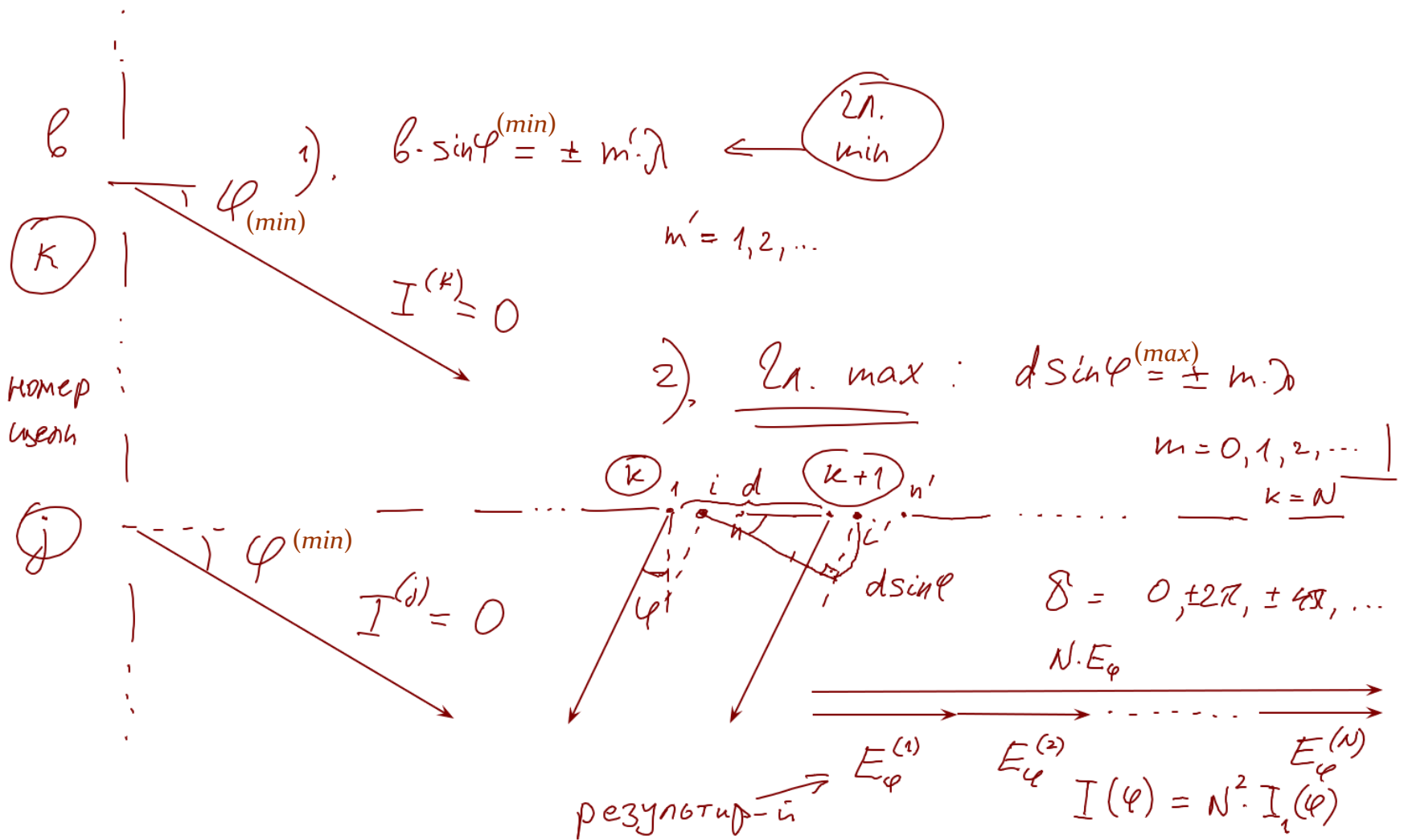


# Двулучепреломление (симуляция)

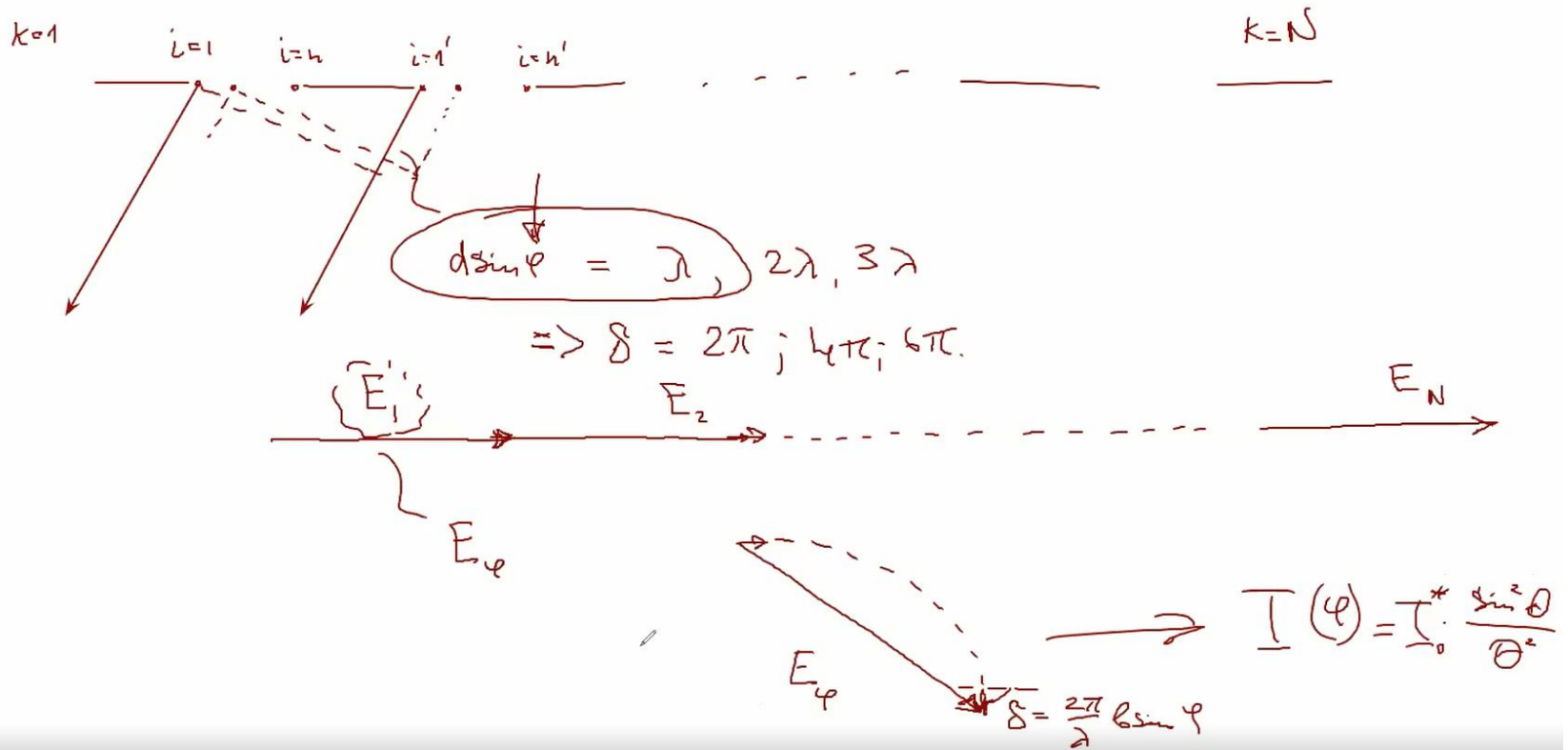




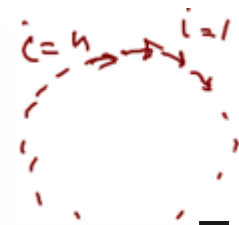
# Доска 1



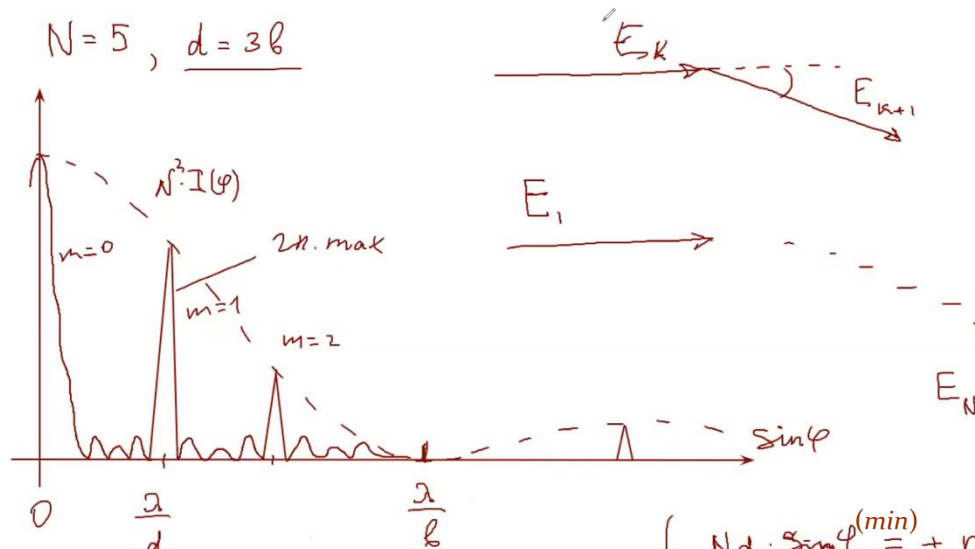
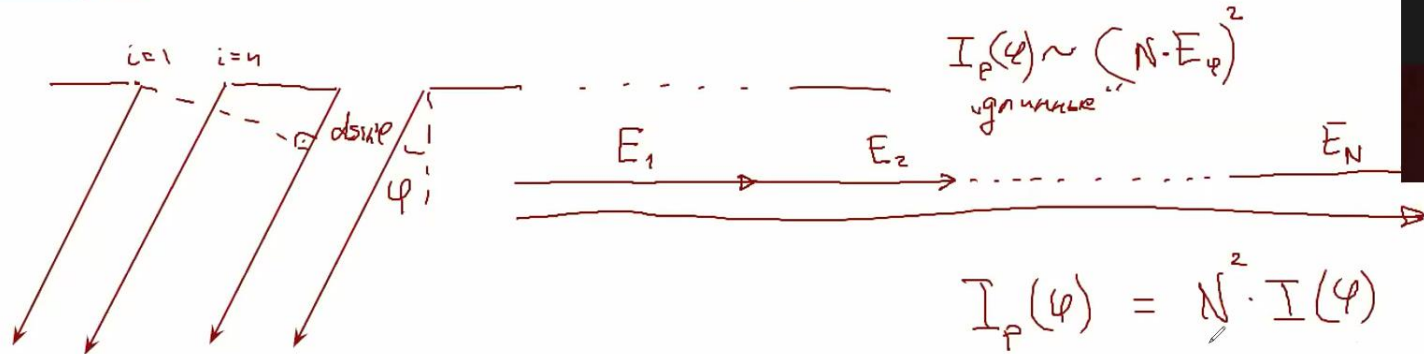
## Доска 2



Уг. min :  $\varphi^{(min)} : b \cdot \sin \varphi = \pm m' \cdot \lambda$  ,  $m' = 1, 2, 3, \dots$



Уг. max :  $d \cdot \sin \varphi = \pm m \cdot \lambda$  ,  $m = 0, 1, 2, \dots$



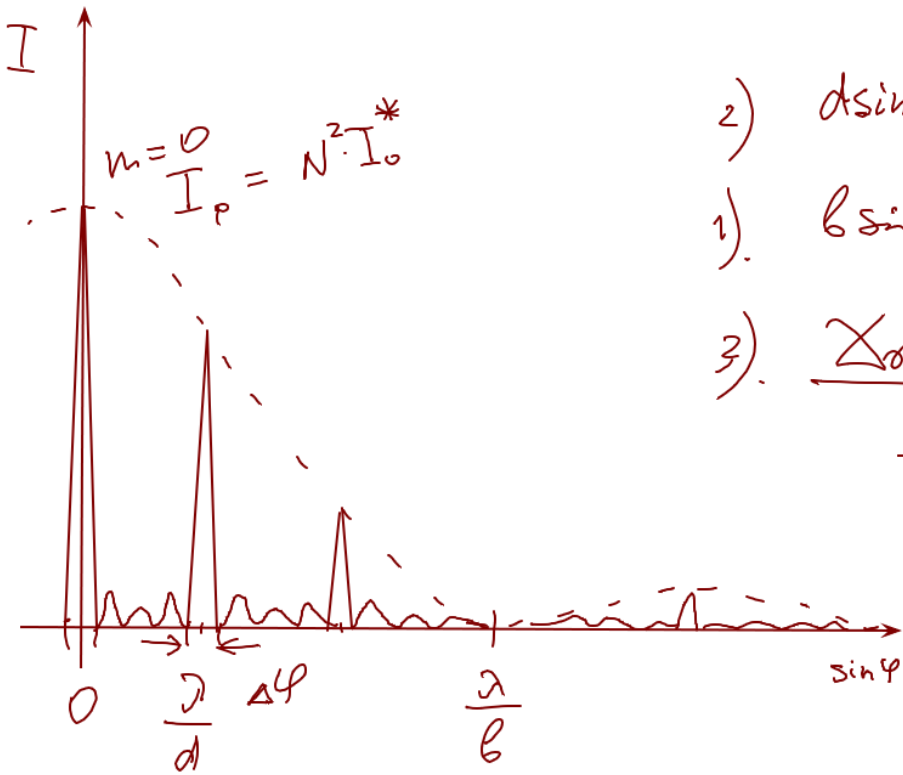
$$Nd \cdot \sin \varphi = \pm m'_i \cdot \lambda \rightarrow \text{min}$$

$$m'_i = 1, 2, \dots, N-1, N+1, \dots$$

$$\varphi \leq \frac{\pi}{2}, |\sin \varphi| \leq 1$$

$$d \sin \varphi = \pm m \lambda, m = 0, 1, 2, \dots$$

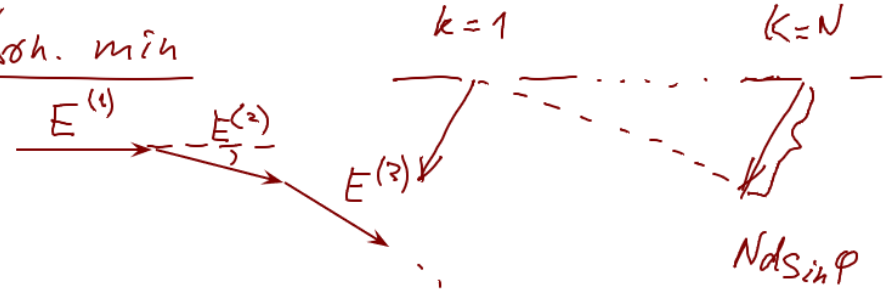
$$m \leq \left[ \frac{d}{\lambda} \right];$$



2)  $d \sin \varphi^{(max)} = \pm m \lambda$ ,  $m = 0, 1, \dots$

1)  $b \sin \varphi^{(min)} = \pm m' \lambda$ ,

3) Зон. мин



Пример:  
 $d = 3b$ ;  $N = 5$

Зон. мин

$N d \sin \varphi^{(min)} = \pm m'_i \cdot \lambda$   
 $m'_i = 1, 2, \dots, N-1, N+1, \dots$

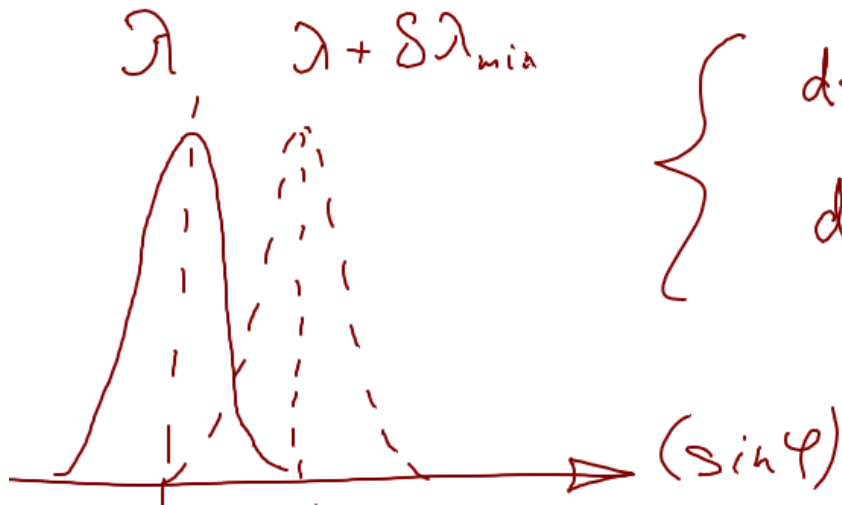
$$\Delta \varphi = \frac{2\lambda}{Nd}$$

$d \sin \varphi = \pm m \lambda$ ,  $m = 0, 1, \dots$

$\varphi \leq \frac{\pi}{2} \rightarrow |\sin \varphi| \leq 1$

$m \leq \left[ \frac{d}{\lambda} \right]$  ;  
 (в центре)  
 (вторая часть)

# Доска 5



$$\left\{ \begin{array}{l} d \sin \varphi = m \frac{\lambda}{N} + \frac{\lambda}{N} \quad \leftarrow \text{geh. mit} \\ d \sin \varphi = m (\lambda + \delta \lambda_{\min}) \quad \leftarrow \text{2H. max} \\ \quad \quad \quad \quad \quad \quad \quad \quad \lambda + \delta \lambda \end{array} \right.$$