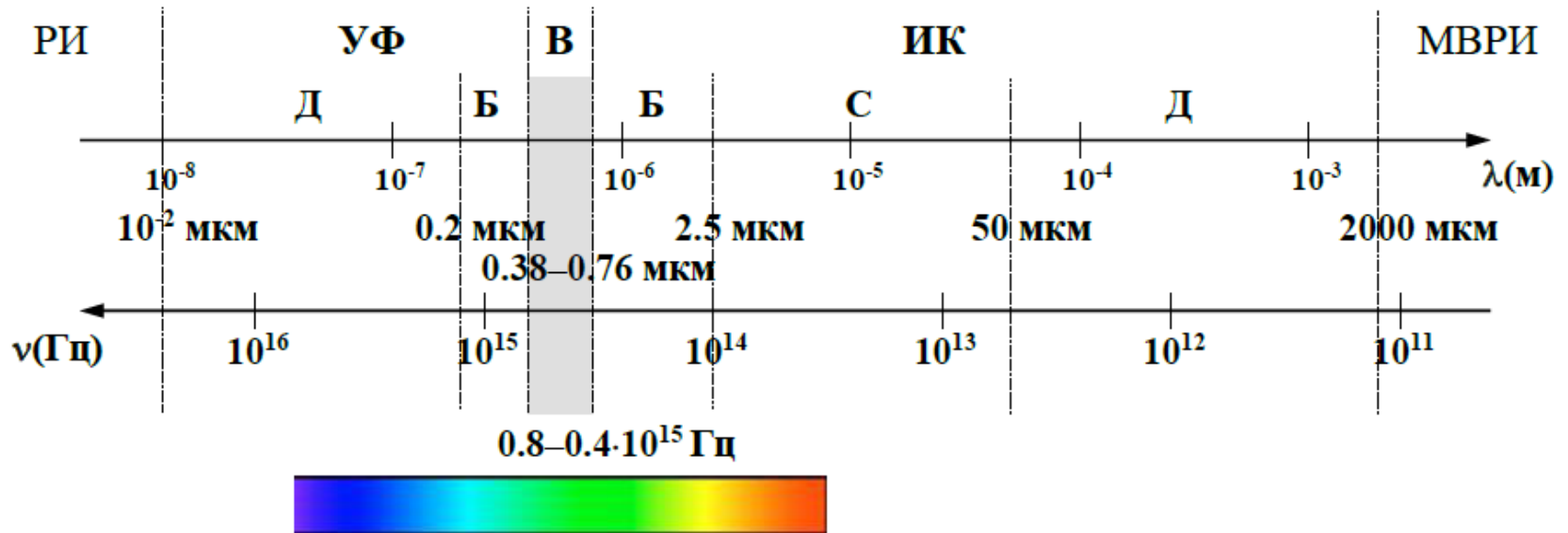


Электромагнитные волны

Оптический диапазон длин волн и частот электромагнитного излучения



Для оптики наиболее характерно **формирование изображений**.

Разбиение диапазона – общность технических средств и методов формирования изображений.

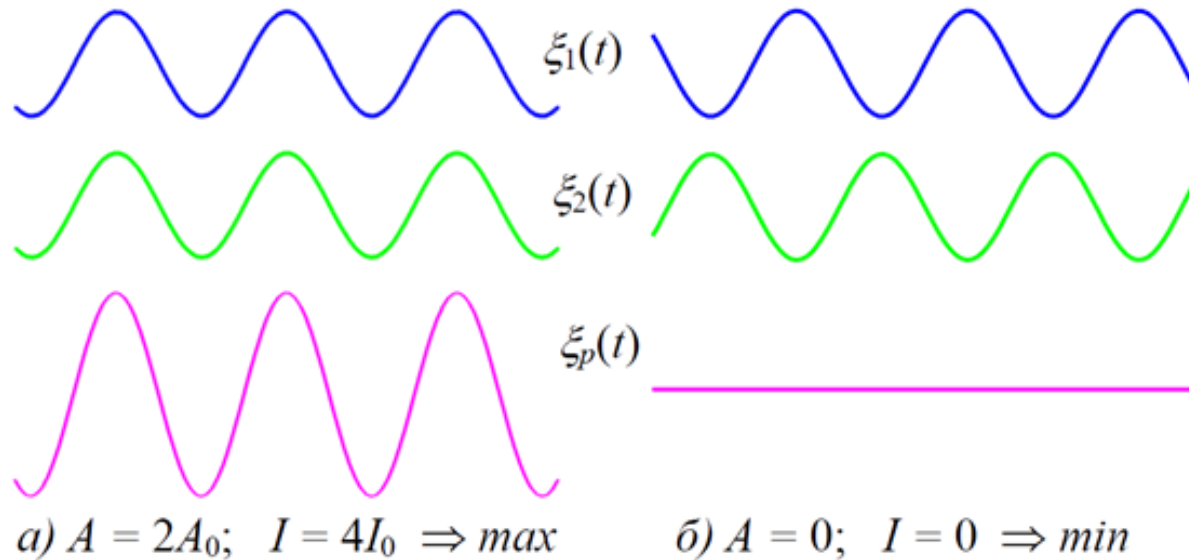
РИ – рентгеновское излучение.

МВРИ – микроволновое радио-излучение.

Свет (оптическое излучение):

- УФ – ультрафиолетовая область,
- В – видимая область ($\lambda \sim 0.6$ мкм, $\nu \sim 0.5 \cdot 10^{15}$ Гц, $T \sim 2 \cdot 10^{-15}$ с),
- ИК – инфракрасная область.

Понятие об интерференции волн



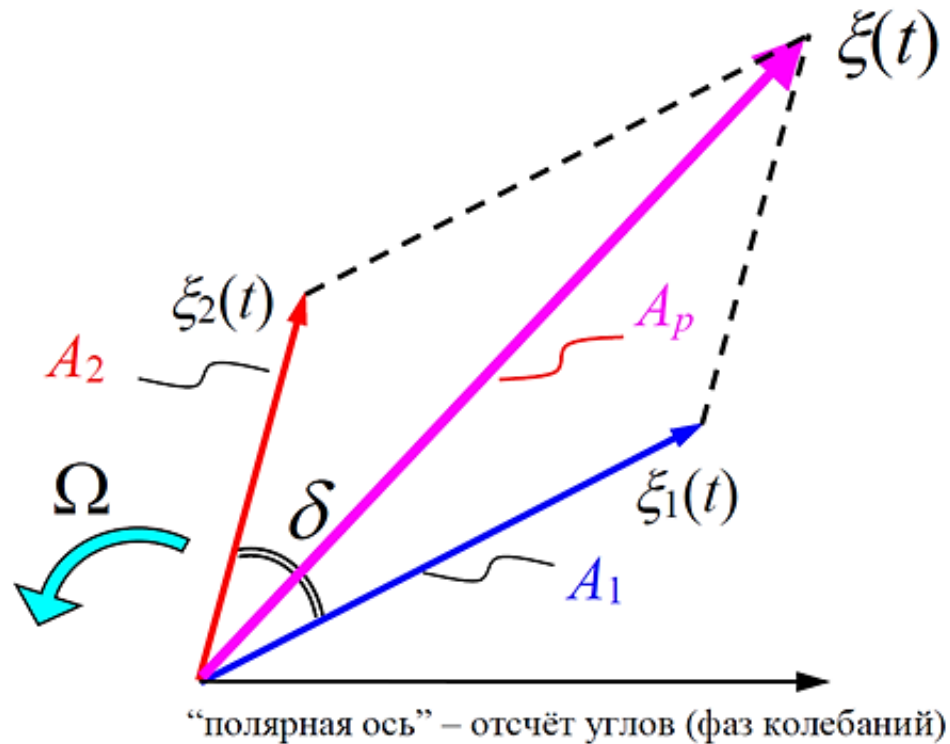
Максимумы интерференции

$$\Delta r = m\lambda, \quad m = 0, \pm 1, \pm 2 \dots$$

Минимумы интерференции

$$\Delta r = (m + 1/2)\lambda, \quad m = 0, \pm 1, \pm 2 \dots$$

Понятие об интерференции волн



$$A^2 = A_1^2 + A_2^2 + 2A_1A_2 \cos \delta$$

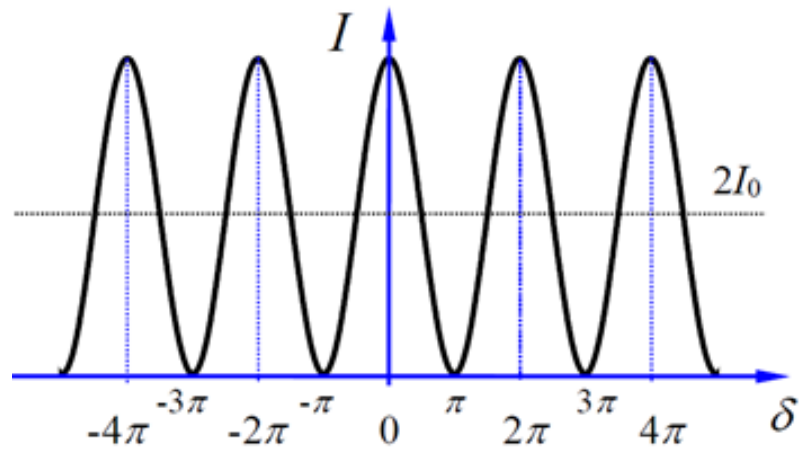
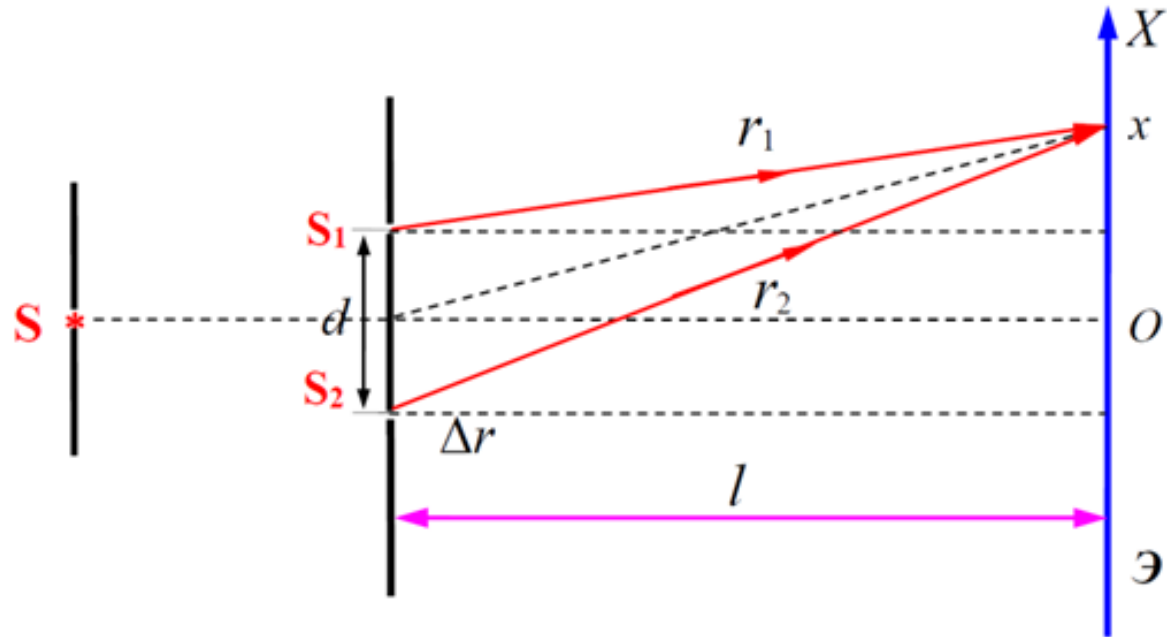
$$I = I_1 + I_2 + 2\sqrt{I_1 \cdot I_2} \cdot \cos \delta$$

Понятие об интерференции волн

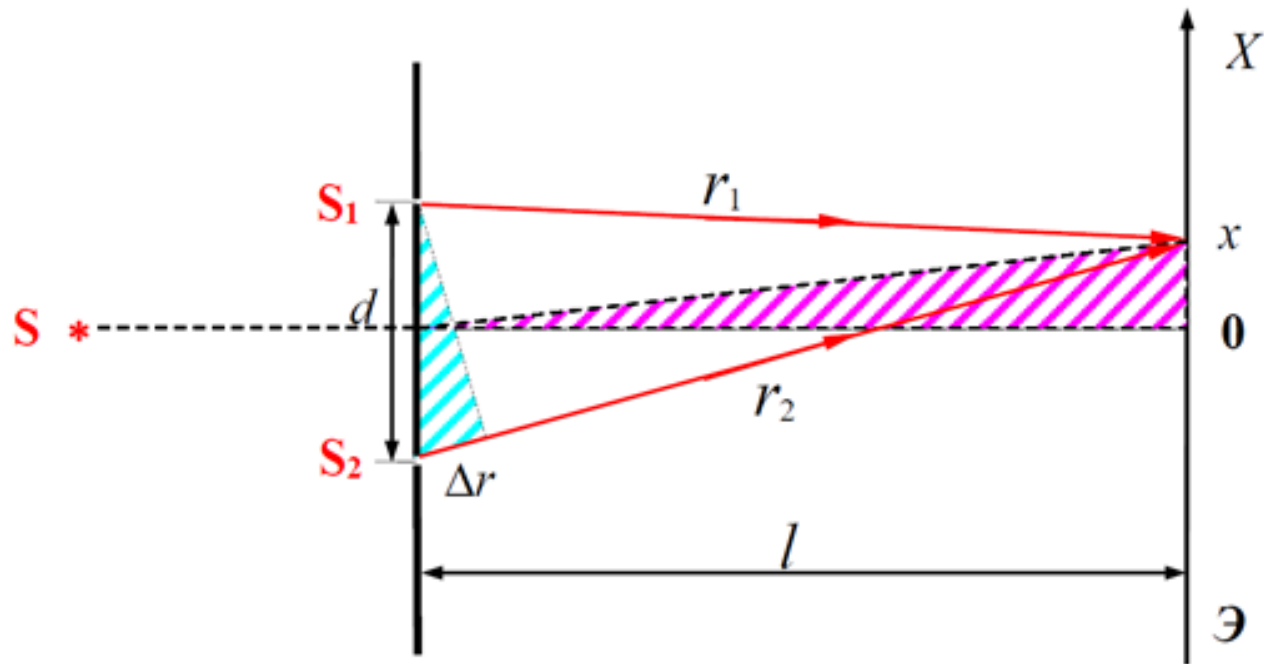
(Опр.) Интерференцией волн называется сложение волн с образованием устойчивой во времени интерференционной картины (чередованием максимумов и минимумов результирующих колебаний в различных точках пространства)

(Другое определение). Интерференцией волн называется возникновение устойчивого пространственно неоднородного распределения интенсивности волнового электромагнитного поля в области наложения двух или нескольких когерентных волн

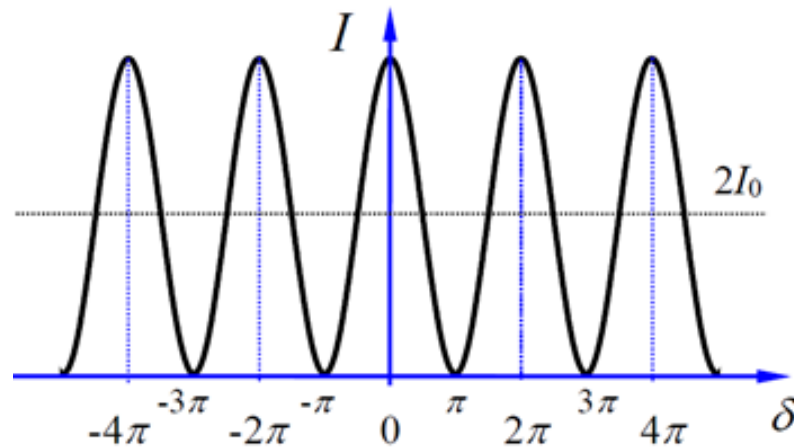
Интерференция света. Схема Юнга



Интерференция света. Схема Юнга



$$\Delta r = \frac{d}{l} \cdot x$$



Интерференция света. Схема Юнга

$$x_{\max} = m \frac{l}{d} \lambda,$$

$$m = 0, \pm 1, \pm 2 \dots$$

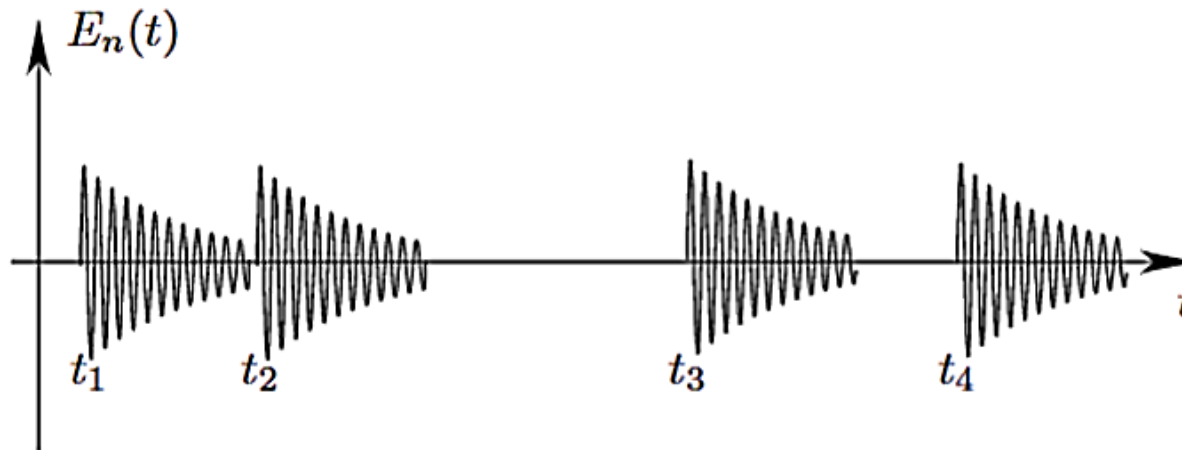
$$x_{\min} = \left(m + \frac{1}{2}\right) \frac{l}{d} \lambda.$$

$$m = 0, \pm 1, \pm 2 \dots$$

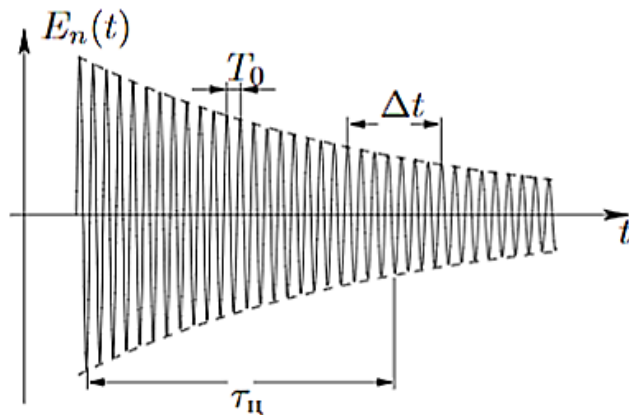
Ширина интерференционной полосы

$$\Delta x = \frac{l}{d} \lambda.$$

Интерференция света. Временная и пространственная когерентность



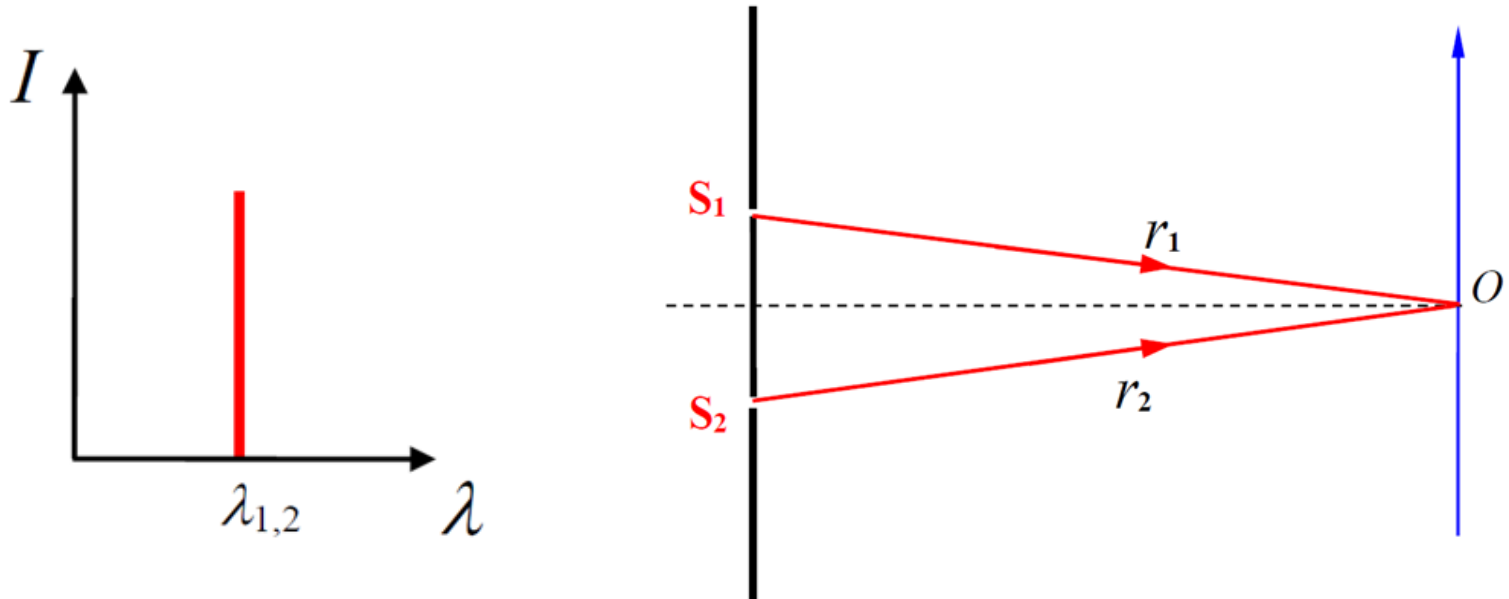
Последовательность пугов, излучаемых атомом



Отдельный пуг излучения – колебание затухающего осциллятора

Интерференция света. Временная и пространственная когерентность

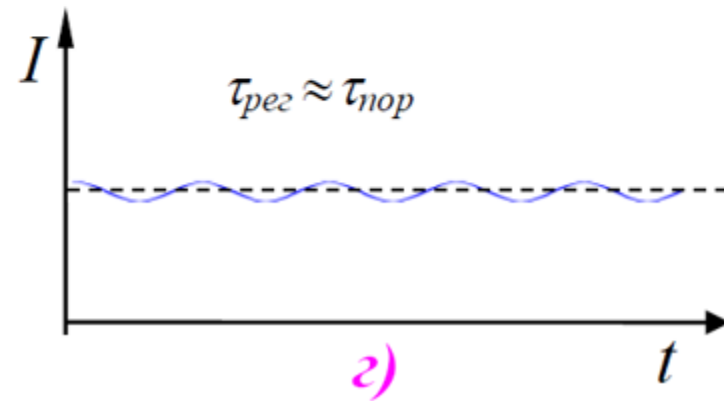
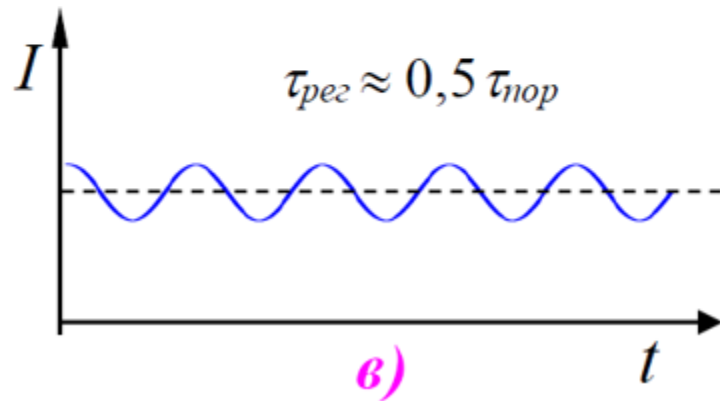
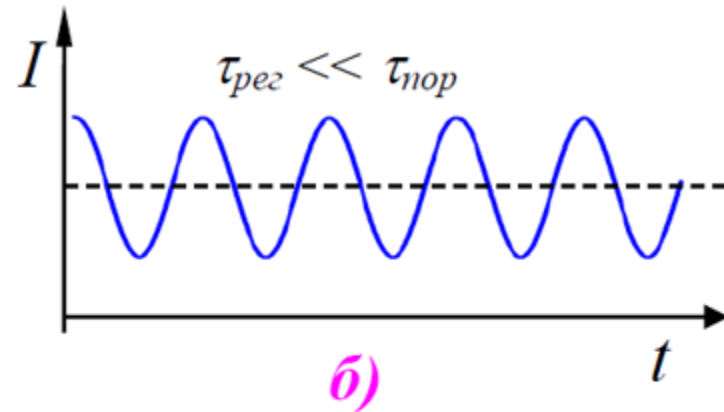
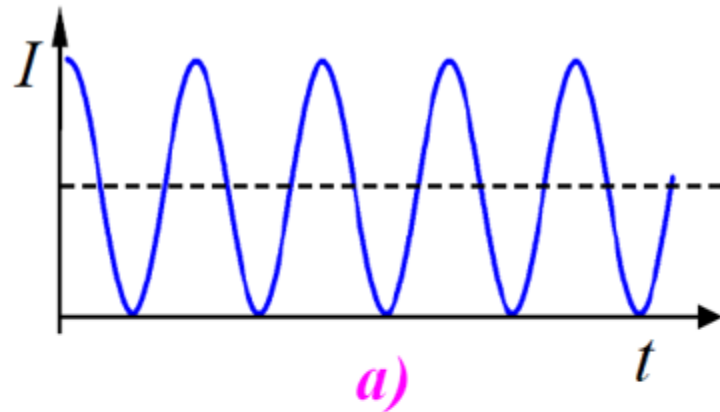
- 1) Два монохроматических источника с длинами волн λ и $\lambda + \Delta\lambda$ (с частотами ω_0 и $\omega_0 + \Delta\omega$)



$$I = 2I_0 \cdot [1 + \cos(\Delta\omega t)]$$

Интерференция света. Временная и пространственная когерентность

1) Два монохроматических источника с длинами волн λ и $\lambda + \Delta\lambda$



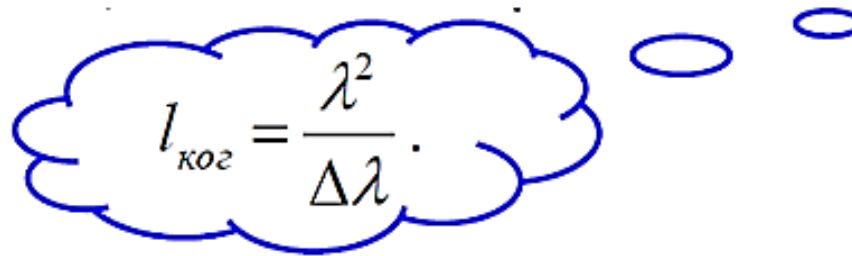
$$\tau_{\text{нор}} = \frac{2\pi}{\Delta\omega}$$

ИЛИ

$$\tau_{\text{ког}} = \frac{\lambda^2}{c \cdot \Delta\lambda}$$

Интерференция света. Временная и пространственная когерентность

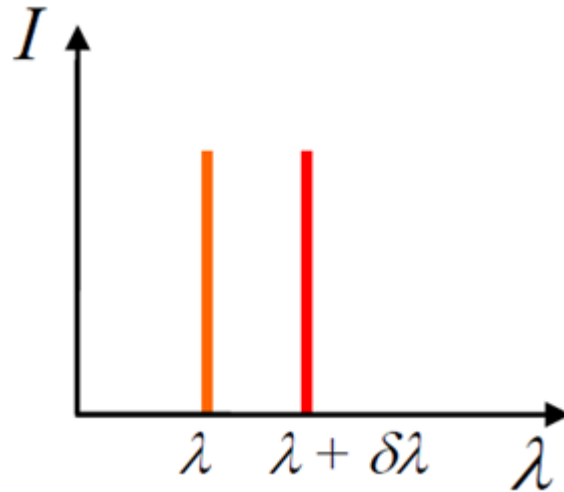
Длина когерентности


$$l_{\text{ког}} = \frac{\lambda^2}{\Delta\lambda}$$

Длина когерентности - характеристика *временной когерентности*

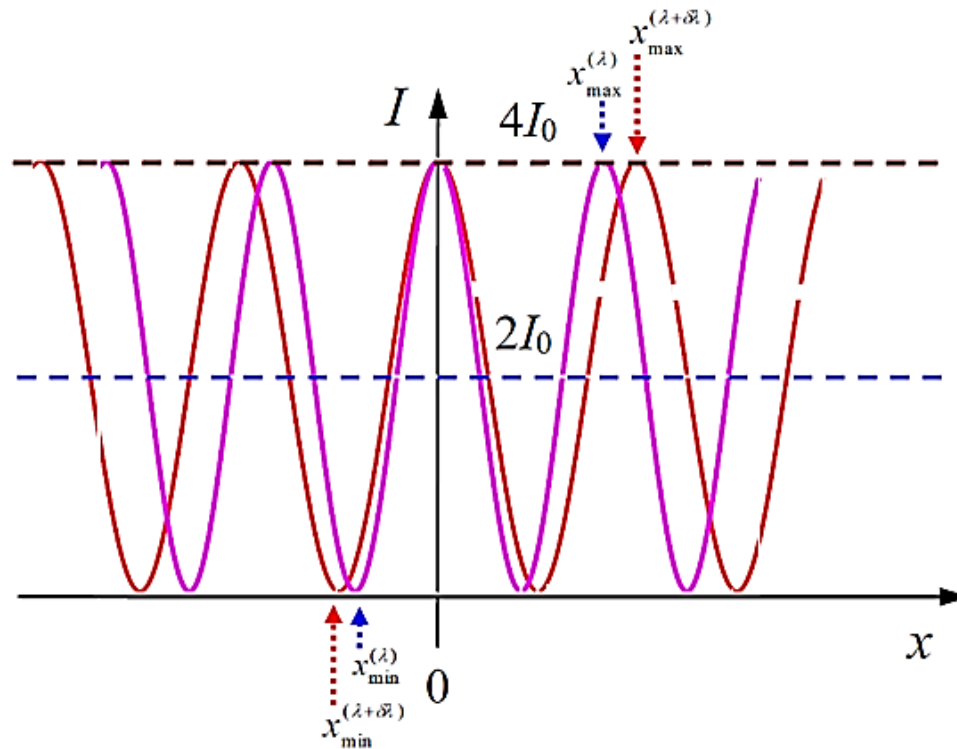
Интерференция света. Временная и пространственная когерентность

2) Два источника, каждый из которых характеризуется двумя близкими спектральными линиями – λ и $\lambda + \delta\lambda$



Интерференция света. Временная и пространственная когерентность

2) Два источника, каждый из которых характеризуется двумя близкими спектральными линиями – λ и $\lambda + \delta\lambda$

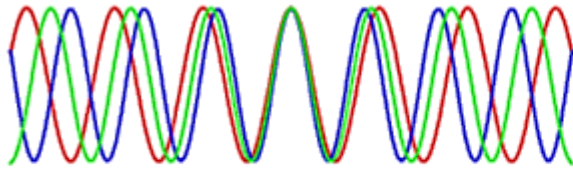
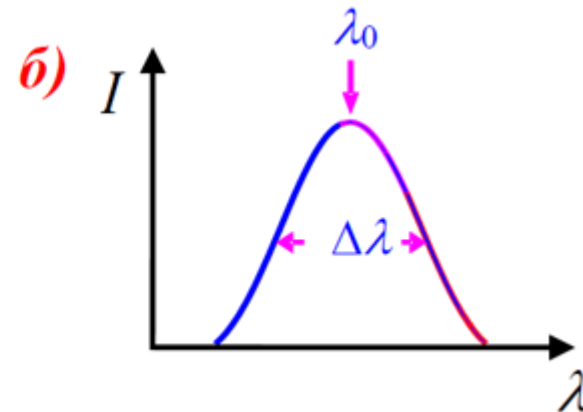
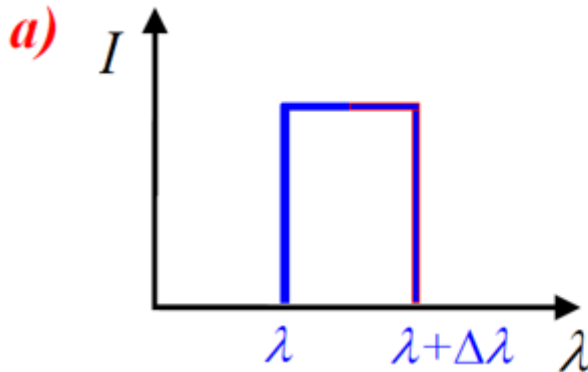


Приемлемой для наблюдения интерференционная картина является лишь в центральной области вплоть до полос с номером

$$m' = \frac{\lambda}{2\delta\lambda}.$$

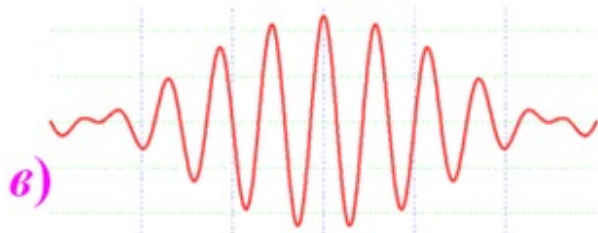
Интерференция света. Временная и пространственная когерентность

3) Точечные источники света S_1 и S_2 немонохроматичны, спектр их излучения непрерывно распределён в интервале с конечной шириной $\Delta\lambda$

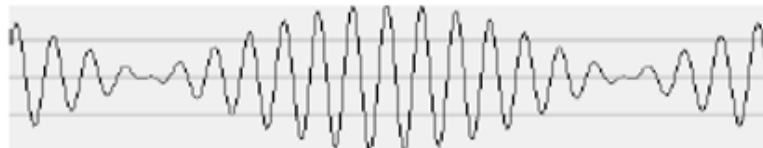


a)

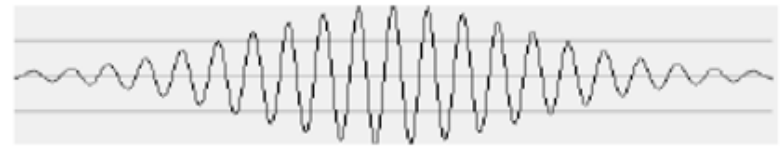
б)



Интерференция света. Временная и пространственная когерентность



а) Спектр источника S:
две узкие линии λ и $\lambda + \delta\lambda$



б) Спектр источника S: монохромный
с шириной линии $\delta\lambda$



в) ВИДИМЫЙ свет с широким спектром $\Delta\lambda$



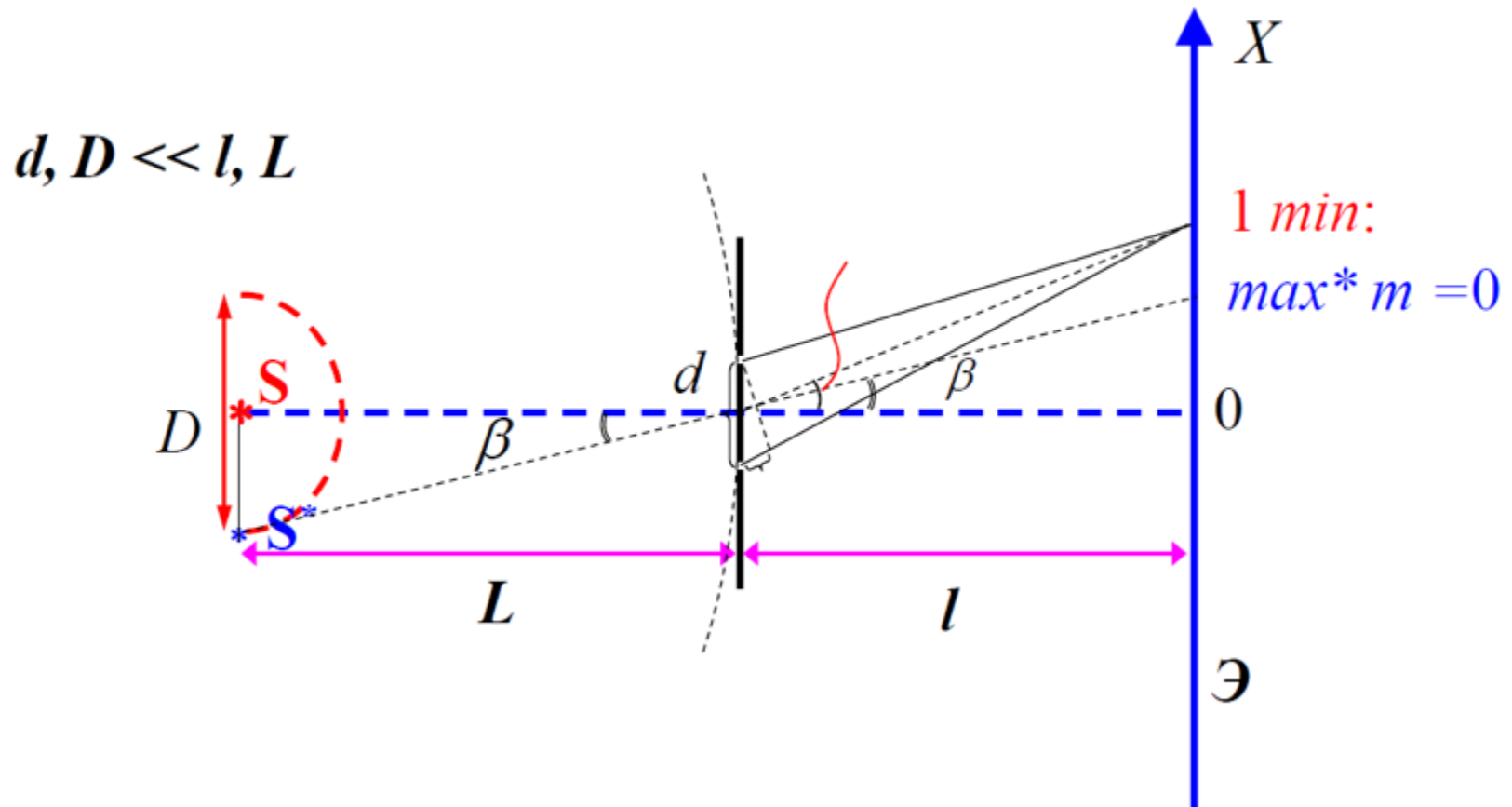
Интерференция света. Временная и пространственная когерентность

Оценка времени когерентности и длины когерентности

Источник света	λ_0 , мкм	$\lambda_0/\Delta\lambda$	m_{\max}	τ_k , с	l_k
Солнечный свет	~ 0.5	~ 1.7	~ 2	$3 \cdot 10^{-15}$	~ 1 мкм
Фильтр	~ 0.5	10	10	$2 \cdot 10^{-14}$	5 мкм
Ртутная лампа	~ 0.3	10^5	10^5	10^{-10}	3 см
He-Ne лазер	~ 0.6	до 10^{13}	до 10^{13}	до $2 \cdot 10^{-2}$	до $6 \cdot 10^6$ м

Интерференция света. Радиус когерентности (пространственная когерентность)

К объяснению роли размеров источника:



Интерференция света. Радиус когерентности (пространственная когерентность)

Положение максимума нулевого порядка для атомов, располагающихся на краю протяженного источника, определяется углом

$$\beta = \frac{D/2}{L}$$

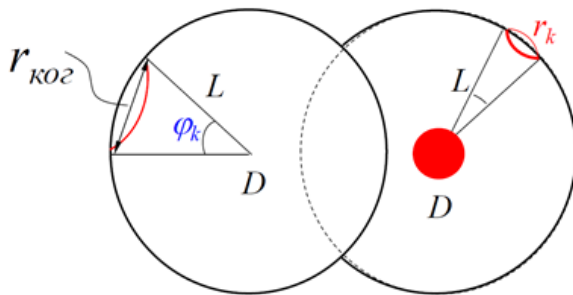
Формальное условие, ограничивающее допустимые размеры протяжённого источника

$$\frac{D}{2L} < \frac{x_1^{\min}}{l}$$

ИЛИ

$$D < \frac{L\lambda}{d}$$

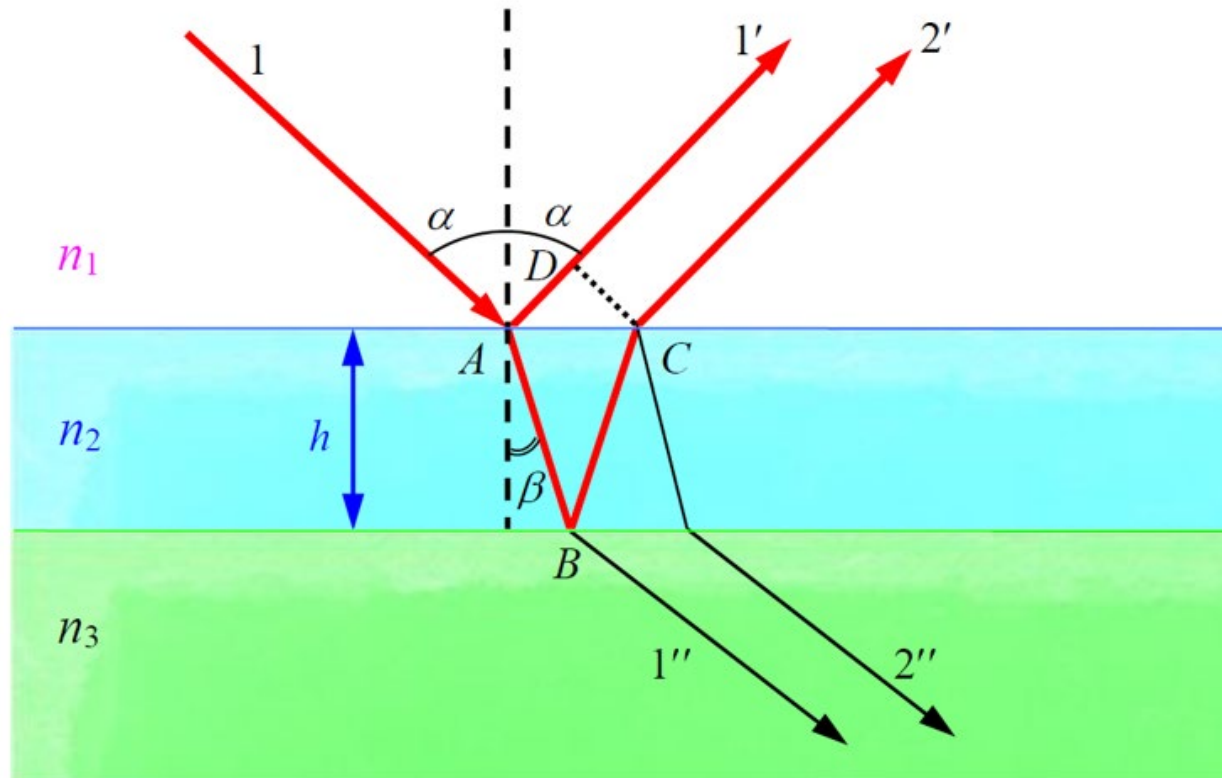
Радиус когерентности



$$\frac{L\lambda}{D} \equiv r_{\text{ког}}$$

Интерференция в тонких плёнках

”Случай ” $n_1 < n_2 < n_3$

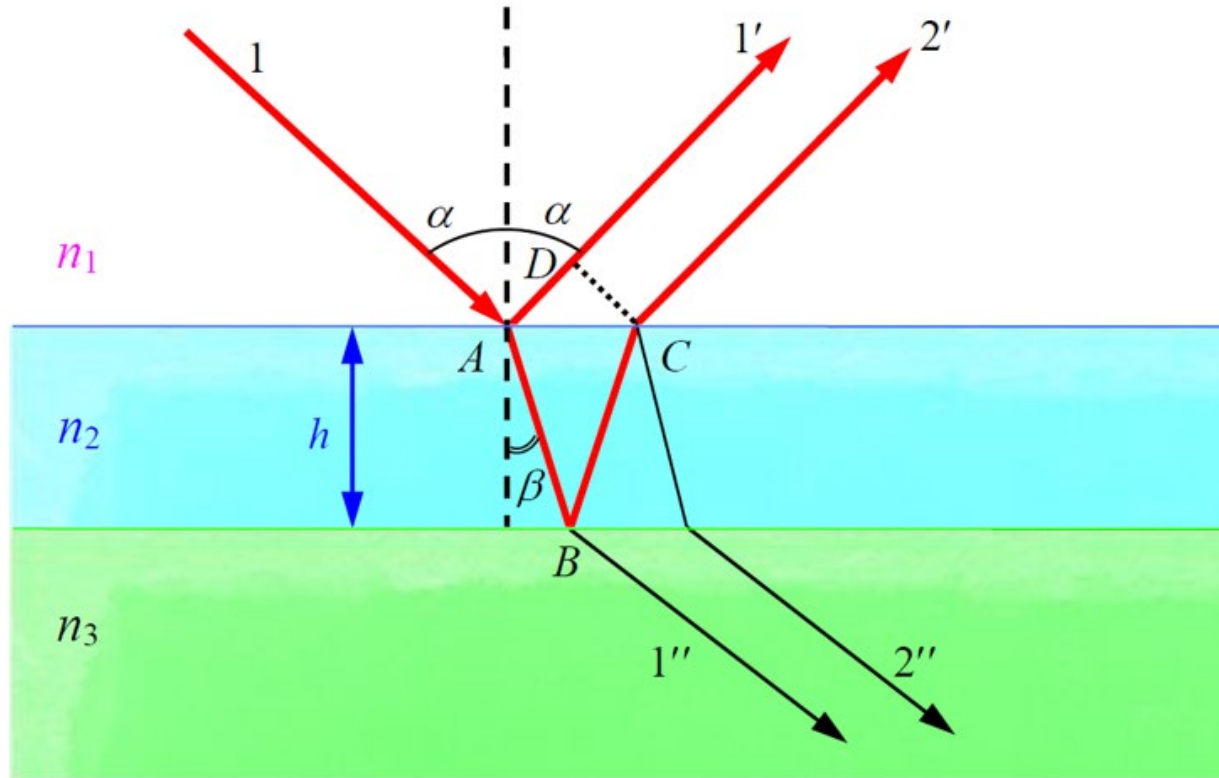


Условие максимума интерференции в отражённом свете

$$2h \cdot n_2 \cdot \cos \beta = m \cdot \lambda_0, \quad m = 0, 1, 2, \dots$$

Интерференция в тонких плёнках

”Случай ” $n_1 < n_2 < n_3$

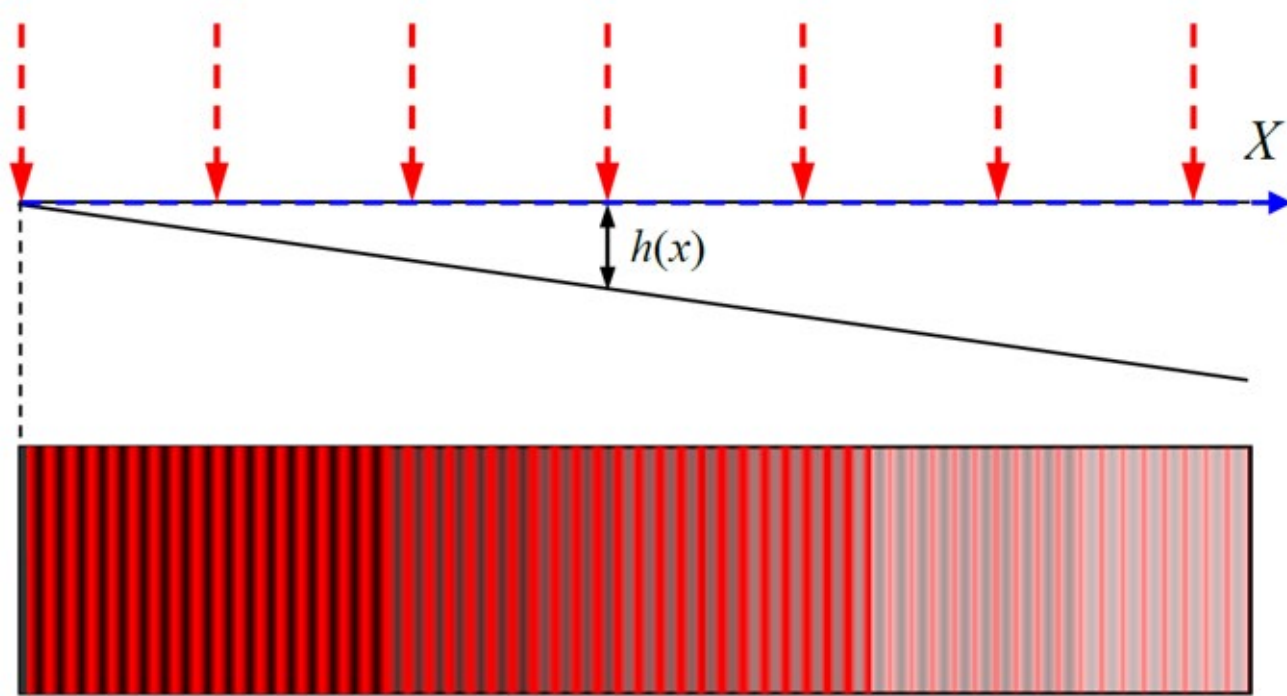


Условие минимума интерференции в отражённом свете

$$2h \cdot n_2 \cdot \cos\beta = (m + 1/2) \lambda_0, \quad m = 0, 1, 2, \dots$$

Интерференция в тонких плёнках

Клиновидная пластинка



Условие максимума интерференции в отражённом свете

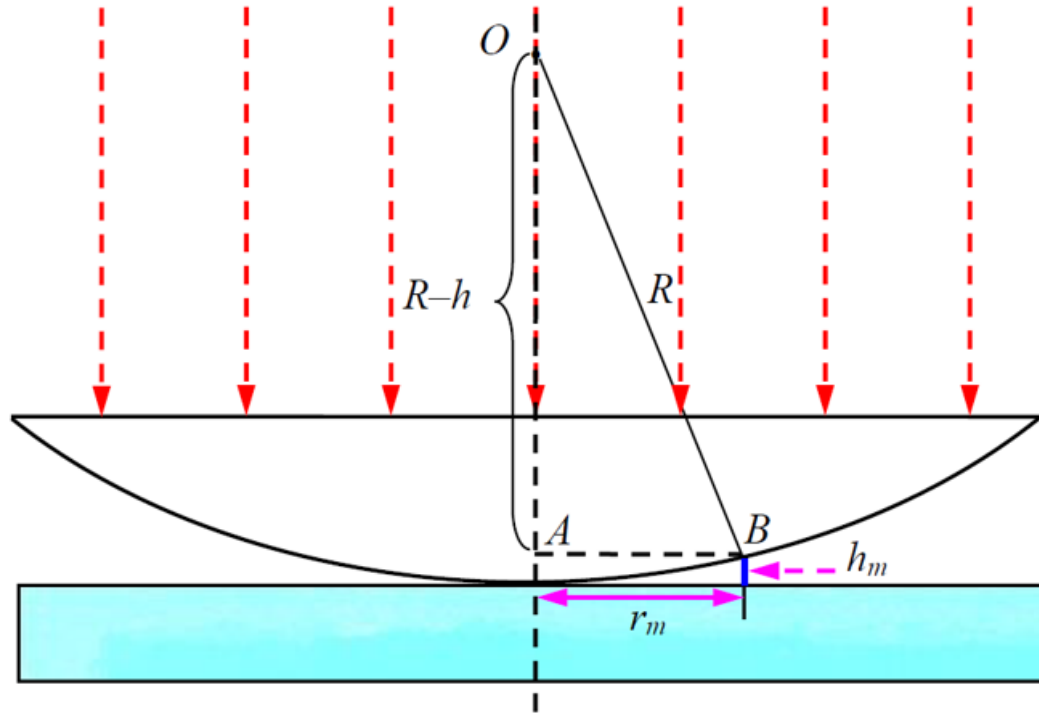
$$2h(x) \cdot n - \frac{\lambda_0}{2} = m\lambda_0, \quad m = 0, 1, 2, \dots$$

Ширина интерференционной полосы

$$\Delta x = \frac{\lambda_0}{2n\theta}.$$

Интерференция в тонких плёнках

Кольца Ньютона



Условие максимума интерференции в отражённом свете

$$2h_m - \lambda_0/2 = m\lambda, \quad m = 0, 1, 2, \dots$$

Радиусы светлых колец

$$r_m = \sqrt{\frac{(2m+1)\lambda R}{2}}, \quad m = 0, 1, 2, \dots$$