

Вариант № ВК.02.10

① Дайте определение двухлучевой и многолучевой интерференции. каковы отличия наблюдаемых интерференционных картин?

Под двухлучевой интерференцией понимают интерференционную картину, возникающую при сложении двух световых волн одинаковой частоты

В интерференционной картине от двух точечных источников светлые и темные полосы имеют одинаковую ширину, происходит переход от минимума к максимуму плавно по закону

$$I = 4 \cdot a^2 \cdot (1 + \cos \Delta \varphi), \text{ } I - \text{интенсивность}$$

Соответственно максимумы будут, когда $\Delta \varphi = 2\pi n$,
 $n \in \mathbb{Z}$

$$|n| = 0, 1, 2, \dots$$

А минимумы при $|n| = \frac{1}{2}, \frac{3}{2}, \dots, \frac{n}{2}$, $n \in \mathbb{Z}$

При остальных значениях n интенсивность имеет промежуточное значение, полосы получаются размытыми.

Многолучевая интерференция — интерференция при ~~одновременном~~ наложении нескольких когерентных световых лучей. К примеру, она используется в тех случаях, когда надо учесть все внутренние отражения в стеклянных пластинках.

Каждая следующая волна отстает от предыдущей на:
 $\Delta = \frac{4 \cdot \pi \cdot n \cdot n \cdot \cos \theta}{\lambda}$

Если принять, что коэффициенты отражения R и преломления n равны и записать суммарно для ~~вол~~ r отраженных и преломленных волн, то получим амплитуды:

$$\text{для прошедших } A = A_0 \cdot (1 + R \cdot r' \cdot e^{i\theta} + \dots + R \cdot (r')^{k-1} \cdot e^{i(k-1)\theta})$$

гиперплоскостей

$$A^{(k)} = A^{(i)} \cdot Q \cdot (1 + (r')^2 \cdot e^{i\delta} + \dots + Q \cdot (r')^{2(p-1)} \cdot e^{i(p-1)\delta})$$

Вариант № ВК.02.10

2) Дайте определение индикатрисы излучения и фотометрической оси.

Индикатриса излучения характеризует величину яркости объекта в зависимости от направления наблюдения. Ее изображают графически в виде полярной диаграммы, показывающей координаты яркости объекта по разным направлениям. Различают три основных формы индикатрис излучения: • индикатриса изл. для объектов с гладкой поверхностью; • индикатриса излучения для объектов с шероховатой поверхностью; • индикатриса излучения для объектов с рассеянной поверхностью.

Фотометрическая ось — одна из главных осей ОП, представляющая собой: ось симметрии светораспределения для круглосимметричных ОП; линию пересечения плоскостей симметрии, светораспределения для симметричных ОП; линию, лежащую в плоскости симметрии и либо перпендикулярную к плоскости выходного отверстия, либо совпадающую с направлением максимальной силы света для асимметричных ОП.

ОП — осветительный прибор

③ Что такое фазовая и групповая скорости светового излучения, распространяющегося в диспергирующей среде?

В диспергирующих средах фазовая скорость распространения волны зависит от частоты

Среда называется диспергирующей, если диэлектрическая проницаемость среды зависит от частоты ω волны.

$$\epsilon = \epsilon(\omega)$$

Дисперсия объясняется тем, что среда под действием электрического поля волны поляризуется по-разному для различных частот.

Групповая скорость - это величина, характеризующая скорость распространения "группы волн" - т.е. более или менее хорошо локализованной квазимонохроматической волн. (волна с узким спектром)
(Модулируется, как амплитуда скорости черенковского излучения, так амплитудой, отбрасывая квазимонохроматического волнового пакета)

④ Дайте определение разрешающей способности микроскопа

Разрешающая способность микроскопа характеризуется величиной обратной минимальной разрешения.

Согласно дифракционной теории Аббе минимальный предел разрешения микроскопа, то есть минимальное расстояние между точками предмета, которая изображается, как раздельные, определяется по формуле:

$$\delta = \frac{\lambda}{2A}, \text{ где}$$

δ - минимальный предел разрешения;
 λ - длина волны света, в котором производится наблюдение;

A - числовая апертура или просто апертура микроскопа. (микрообъектива)

⑤ Рассчитайте спектр Фурье

$$S(x) = \Lambda(x-b) + \Lambda(x+b)$$

$$\tilde{S}(\omega_x) = \text{sinc}^2(\pi \omega_x) \cdot e^{i2\pi \omega_x \cdot b} + \text{sinc}^2(\pi \omega_x) \cdot e^{-i2\pi \omega_x \cdot b} =$$

$$= \text{sinc}^2(\pi \omega_x) \cdot (e^{i \cdot 2\pi \omega_x \cdot b} + e^{-i \cdot 2\pi \omega_x \cdot b}) =$$

$$= 2 \text{sinc}^2(\pi \omega_x) \cdot \cos(2\pi \omega_x \cdot b) = 2 \text{sinc}^2(\pi \omega_x) \cdot \cos(12\pi \omega_x)$$

Ответ: $\tilde{S}(\omega_x) = 2 \text{sinc}^2(\pi \omega_x) \cdot \cos(12\pi \omega_x)$

⑥ Постройте график функции

$$S(x) = \Lambda\left(\frac{x}{20}\right) \cdot \left(\text{comb}\left(\frac{x}{2}\right) \otimes \text{rect}(x)\right)$$

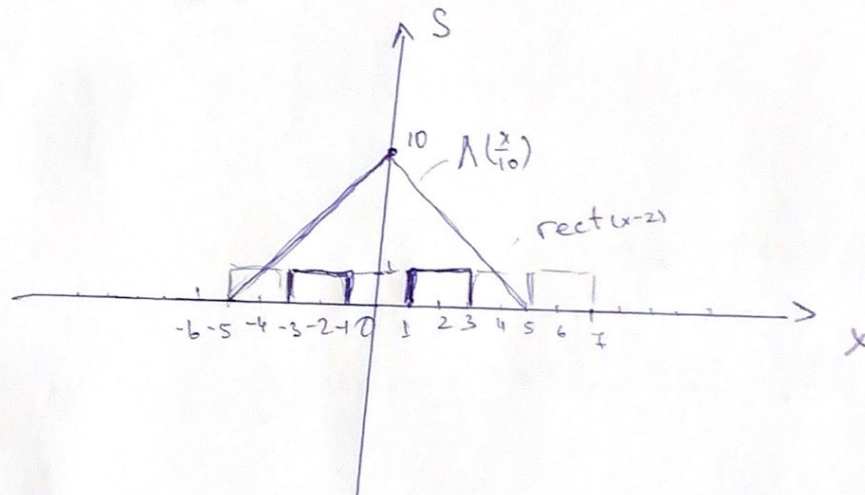
$$S(x) = \Lambda\left(\frac{x}{20}\right) \cdot \left(2 \sum_{k=-\infty}^{+\infty} \delta(x-2k) \otimes \text{rect}(x)\right) =$$

$$= \Lambda\left(\frac{x}{20}\right) \cdot 2 \sum_{k=-\infty}^{+\infty} \int_{-\infty}^{+\infty} \delta(v-2k) \text{rect}(x-v) dv = \Lambda\left(\frac{x}{20}\right) \cdot 2 \cdot \sum_{k=-\infty}^{+\infty} \text{rect}(x-2k)$$

$$= \sum_{k=-\infty}^{+\infty} \Lambda\left(\frac{x}{10}\right) \cdot \text{rect}(x-2k)$$

$$= \Lambda\left(\frac{x}{10}\right) \cdot \sum_{k=-\infty}^{+\infty} \text{rect}(x-2k)$$

При $k=1$: $\Lambda\left(\frac{x}{10}\right) \cdot \sum_{k=-\infty}^{+\infty} \text{rect}(x-2k)$



При $k=1$: $\Lambda\left(\frac{x}{10}\right) \cdot \text{rect}(x-2)$

При $k=2$: $\Lambda\left(\frac{x}{10}\right) \cdot \text{rect}(x-4)$

и т.д.

7

$$\tilde{V}_A^{TP}(x, y) = 0,5 \left[1 + \cos\left(2\pi \frac{1}{\lambda} x\right) \right], \text{ где } T_x = 0,2 \mu\text{m}, \lambda = 0,5 \mu\text{m}, \\ f' = 10 \mu\text{m}, L = \infty$$

$$\tilde{V}_A^{TP}(x, y) = 0,5 \left[1 + \cos(10^4 \pi x) \right] = 0,5 + \frac{1}{2} \cdot \cos(10^4 \pi x) = \\ = 0,5 + \frac{1}{2} \cdot \frac{(e^{i\pi^2 \cdot 10^4 x} + e^{-i\pi^2 \cdot 10^4 x})}{2} = 0,5 + \frac{1}{4} (e^{i\pi^2 \cdot 10^4 x} + e^{-i\pi^2 \cdot 10^4 x})$$

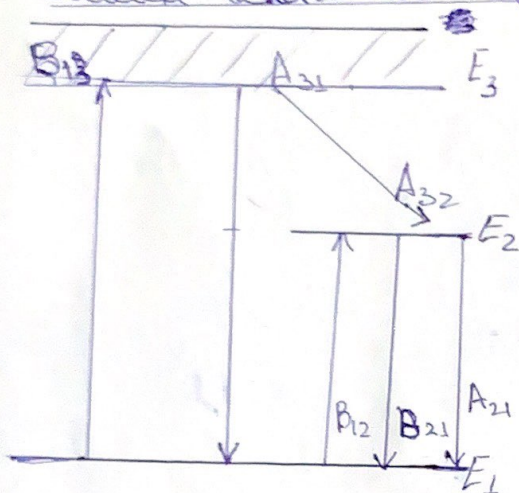
$$A'(x'_{F'}) = \frac{1}{i\lambda f'} \cdot \exp(i\pi \lambda f' \vartheta_x^2) \cdot \tilde{V}_A^{TP}(\vartheta_x), \quad \lambda f' = 5 \cdot 10^{-9}$$

$$\tilde{V}_A^{TP}(\vartheta_x) = \frac{1}{2} \delta(\vartheta_x) + \frac{1}{4} \delta(\vartheta_x - \frac{1}{2}) + \frac{1}{4} \delta(\vartheta_x + \frac{1}{2})$$

$$A'(x'_{F'}) = \frac{1}{i5 \cdot 10^{-9}} \cdot e^{(i\pi \cdot 5 \cdot 10^{-9} \vartheta_x^2)} \cdot \left[\frac{1}{2} \delta(\vartheta_x) + \frac{1}{4} \delta(\vartheta_x - \frac{1}{2}) + \frac{1}{4} \delta(\vartheta_x + \frac{1}{2}) \right]$$

$$\text{Ответ: } A'(x'_{F'}) = \frac{1}{i5 \cdot 10^{-9}} \cdot \exp(i\pi \cdot 5 \cdot 10^{-9} \vartheta_x^2) \left[\frac{1}{2} \delta(\vartheta_x) + \frac{1}{4} \delta(\vartheta_x - \frac{1}{2}) + \frac{1}{4} \delta(\vartheta_x + \frac{1}{2}) \right]$$

- 8) Считать 3-х уровневую атомную систему.
Какие ~~активные~~ средой лазеров она соответствует



Переход в 3-х уровневой атомной системе

$$E_1 < E_2 < E_3$$

Система квантовых уравнений для стационарного режима:

$$\begin{cases} -n_1(B_{13} \cdot u_{13} + B_{12} \cdot u_{12}) + n_3 A_{31} + n_2 B_{21} \cdot u_{21} + \\ + n_2 \cdot A_{21} = 0, \\ -n_2(B_{21} \cdot u_{21} + A_{21}) + n_3 A_{32} + n_1 B_{12} \cdot u_{12} = 0, \\ -n_3(A_{31} + A_{32}) + n_1 B_{13} \cdot u_{13} = 0, \\ n_1 + n_2 + n_3 = N. \end{cases}$$

Универсальная населенность создается на II-ом уровне по сравнению с I-м. Такая атомная система соответствует твердотельным кристаллическим лазерам.

а)

$$\Delta \nu_g = 1700 \text{ МГц}$$

$$L = 1 \text{ м}$$

число узлов
мод - 1

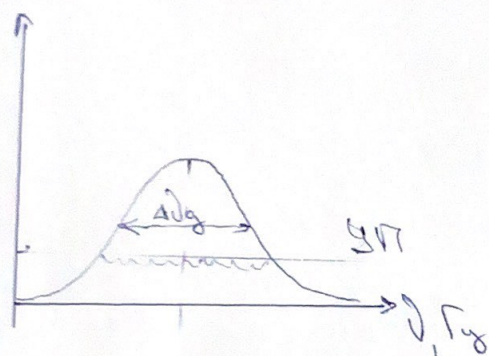
Решение

$$\Delta \nu = \frac{c}{2L} = 150 \text{ МГц}, \quad c = 3 \cdot 10^8 \text{ м/с} - \text{скорость света}$$

$$\left[\frac{M}{c \cdot M} \right] = \left[\frac{1}{c} \right] = [c^{-1}] = [\nu_g]$$

$$n = \frac{\Delta \nu_g}{\Delta \nu} = 11,3 \approx 11 \text{ мод}$$

$$n+1 = 12 \text{ мод}$$



Ответ: 12 мод