

2.INTERFERENCIJA SVETLOSTI

2.1 Osnovni pojmovi o interferenciji. Koherentnost

Posmatračemo superpoziciju (slaganje, sabiranje) dva ravna monohromatska elektromagnetna talasa koje stvaraju dva izvora:

$$\begin{aligned}\vec{E}_1 &= \vec{E}_{01} \cos(\omega t - kx_1 + \phi_1), & \text{i} \\ \vec{E}_2 &= \vec{E}_{02} \cos(\omega t - kx_2 + \phi_2).\end{aligned}$$

Pri tome je $\vec{E}_{01} \parallel \vec{E}_{02}$ i $\omega_1 = \omega_2 = \omega$.

Amplituda rezultujućeg vektora električnog polja pregledno se dobija korišćenjem vektorskih dijagrama, što uz korišćenje kosinusne teoreme daje

$$E^2 = E_{01}^2 + E_{02}^2 + 2E_{01}E_{02} \cos \delta.$$

Pri tome je sa δ označena fazna razlika dva talasa

$$\cos \delta = \cos(kx_1 - kx_2 + \phi_2 - \phi_1).$$

Imajući u vidu da je jačina svetlosti u nekoj tački srazmerna kvadratu jačine električnog polja , u toj tački , dobija se

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



Analiza gornjeg izraza sugerise nam dva tipa ponašanja pri superpoziciji elektromagnetnih talasa:

- i) U slučaju “realnih” izvora svetlosti, za usrednjenu vrednost fazne razlike po vremenu , dobija se

$$\langle \cos \delta \rangle = 0$$



$$I_r = I_1 + I_2$$

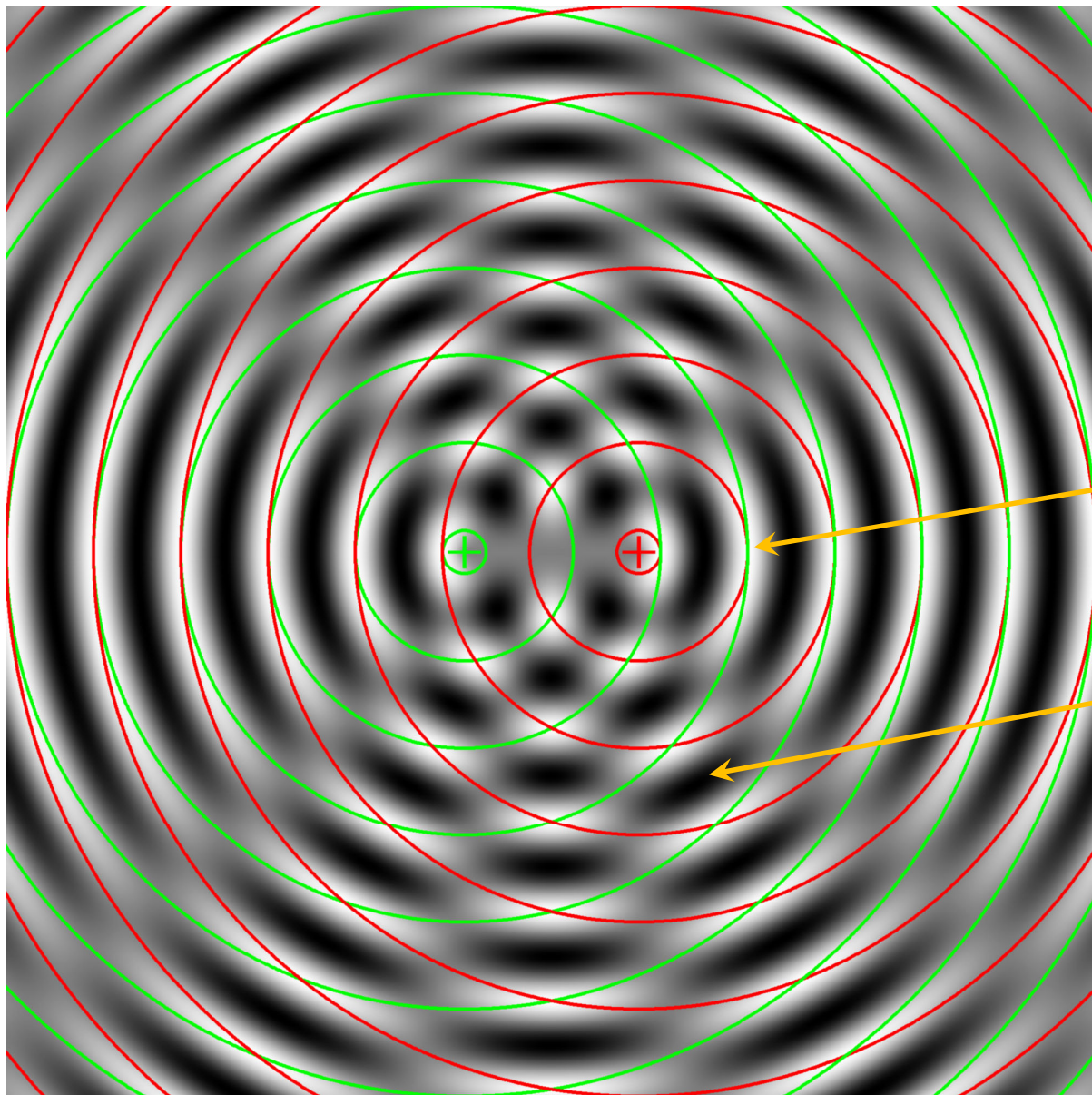
Ovakvi izvori svetlosti su nekoherentni izvori, a rezultujući intenzitet svetlosti koju daju dva ovakva izvora jednak je sumi intenziteta svetlosti iz pojedinačnih izvora.

- ii) Druga slika nastaje kada je razlika faza δ konstantna u toku vremena u svim tačkama prostora. U tom slučaju kažemo da su izvori svetlosti, kao i odgovarajući elektromagnetni talasi koherentni.

Superpozicijom (slaganjem) koherentnih talasa dolazi do preraspodele intenziteta svetlosti, pri čemu se na nekim mestima formiraju maksimumi, a na drugim mestima minimumi intenziteta. Ova pojava naziva se interferencija talasa.

Za koherentne talase jednakih intenziteta, $I_1 = I_2 = I$ rezultujući intenzitet svetlosti u prostoru menja svoje vrednosti, pri čemu je

$$I_{r \max} = 4I \quad \text{za } \cos \delta = 1, \quad I_{r \min} = 0 \quad \text{za } \cos \delta = -1.$$

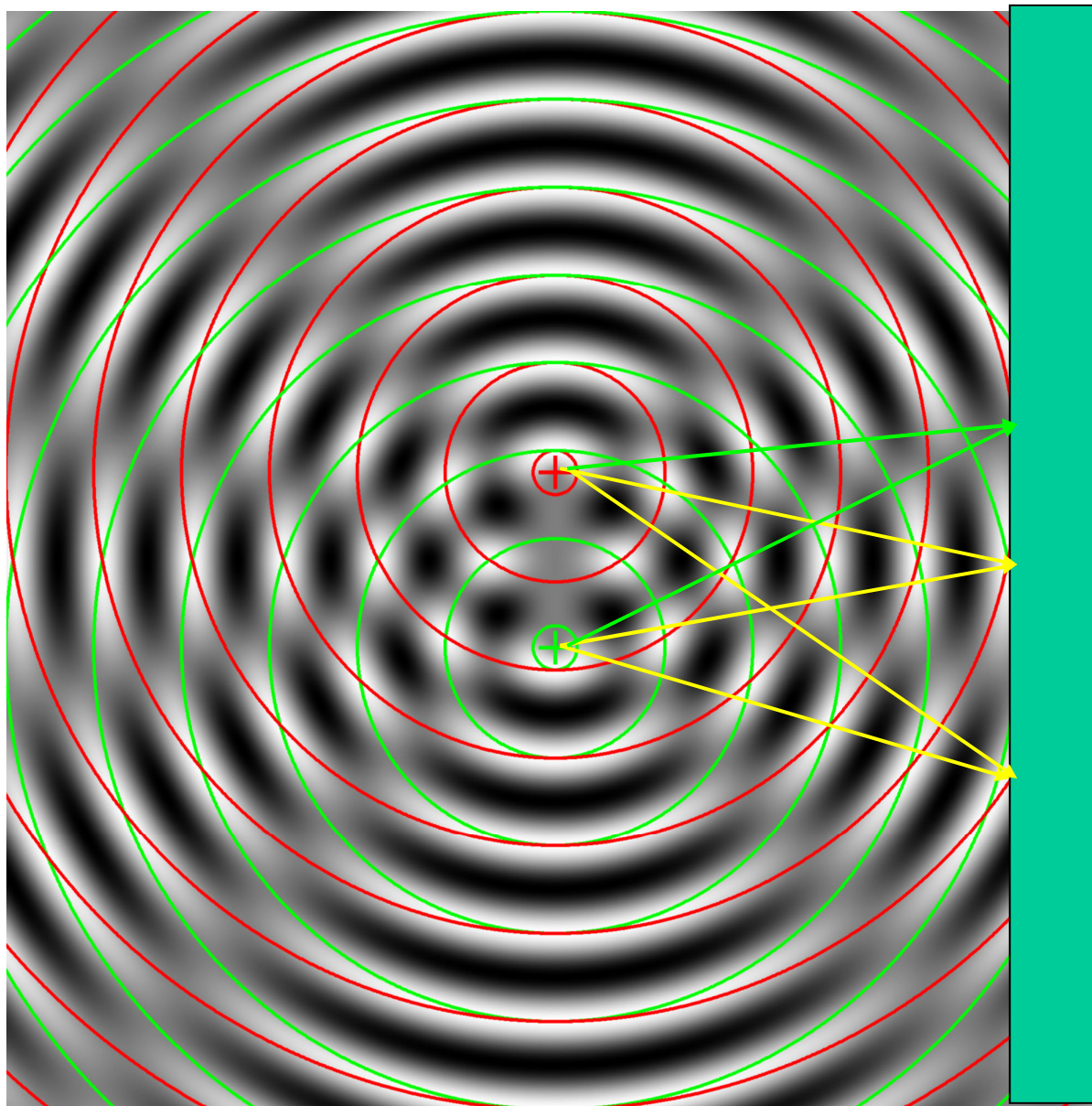


**Ilustracija prostorne
preraspodele
intenziteta svetlosti
nastale
superpozicijom dva
koherentna izvora
svetlosti.**

**Najsvetlije oblasti
nalaze se na mestima
interferencionih
maksimuma.**

**Najtamnije oblasti
nalaze se na mestima
interferencionih
minimuma.**

**Strelicama su
obeleženi primeri za
oblasti sa
interferencionim
maksimumom i
minimumom.**



**Ilustracija preraspodele
intenziteta svetlosti na
ravnom ekranu.**

**Žute strelice označavaju
oblasti maksimalnog
intenziteta svetlosti, a
zelene strelice oblasti
minimalnog intenziteta
svetlosti.**

2.2 Uslovi za nastanak konstruktivne i destruktivne interferencione slike

Za oblasti u kojima se superpozicijom svetlosnih talasa formiraju maksimumi intenziteta kažemo da je došlo do konstruktivne interferencije. U oblastima gde se formiraju minimumi intenziteta kažemo da je došlo do destruktivne interferencije.

Treći član u donjem izrazu određuje uslove za nastanak konstruktivne i destruktivne interferencije.

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

- U slučaju kada je fazna razlika $\delta = 0, 2\pi, 4\pi, \dots$ odnosno $\delta = 2m\pi$, $m=0,1,2,\dots$ zadovoljeni su uslovi za pojavu konstruktivne interferencije.
- U slučaju kada je fazna razlika $\delta = \pi, 3\pi, 5\pi \dots$ odnosno $\delta = \pm(2m+1)\pi$, $m=0,1,2,\dots$ zadovoljeni su uslovi za pojavu destruktivne interferencije.

Prostorni uslovi za nastanak konstruktivne i destruktivne interferencije dobijaju se analizom donjeg izraza za faznu razliku.

$$\delta = k_1 x_1 - k_2 x_2$$

Koristeći relacije $v = \frac{\omega}{k}$ i $v = \frac{c}{n}$ gde je n indeks prelamanja date sredine, dobija se:

$$\delta = \frac{\omega}{c}(n_1 x_1 - n_2 x_2) \quad , \text{ gde je}$$

$$\frac{\omega}{c} = \frac{2\pi\nu}{c} = \frac{2\pi}{\lambda_0} \quad .$$

Sa λ_0 predstavljena je talasna dužina u vakuumu.

Uvodeći optičku dužinu puta izrazom $L = nx$, i označavajući razliku optičkih dužina puta sa $\Delta = L_1 - L_2$, dobija se sledeća veza između fazne razlike i razlike optičke dužine puta:

$$\delta = \frac{2\pi}{\lambda_0} \Delta \quad .$$

Optička razlika puteva daje sledeće uslove za pojavu interferencionih maksimuma i minimuma:

- U slučaju kada je optička razlika puteva $\Delta = \pm m\lambda_0$, gde je $m=0,1,2,\dots$ zadovoljeni su uslovi za pojavu konstruktivne interferencije.
- U slučaju kada je optička razlika puteva $\Delta = \pm(m + \frac{1}{2})\lambda_0$ gde je $m=0,1,2,\dots$ zadovoljeni su uslovi za pojavu destruktivne interferencije.