

Svetlobni žvrgolej

↓↓↓

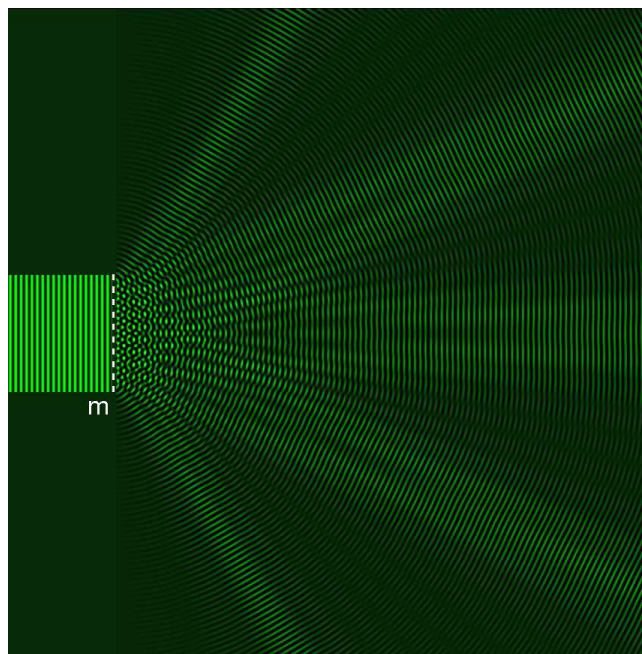
ANDREJ LIKAR

→ Ptici pogosto pojejo z drsečimi toni, ki zvezno prehajajo z ene višine na drugo. Takrat pravimo, da žvrgolijo. Tako slišimo tudi pojočo žago, pa glissando klarineta v uvodnem taktu Rapsodije v modrem Georgea Gershwinja, pa sireno, ki opozarja na nevarnost ... Tudi netopir za nas neslišno kri-kne svoj značilni žvrgolej v prostor in potem prisluhne odmevu.

Tole smo morali povedati takoj na začetku, da pojasnimo nenavadni naslov. V prispevku bomo govorili o svetlobnem sunku, ki mu lahko rečemo žvrgolej, saj se mu valovna dolžina, s tem pa tudi njegova barva s časom zvezno spreminja. Kako pridemo do takega sunka in zakaj je zanimiv, bomo tu na kratko pojasnili.

Spomnimo se uklonske mrežice. Svetlobni curek z dano valovno dolžino se na številnih ozkih režah uklanja in tvori na nasprotni strani mrežice značilno interferenčno sliko, glej sliko 1.

Posamezni delni valovi iz ozkih rež se na določenem mestu zberejo in tam interferirajo. V posebej izbrani smeri se ta valovanja ojačijo, tem bolj čim več jih je. V drugih smereh pa se skoraj izničijo. Iz različnih rež imajo valovi do izbrane oddaljene točke različne poti. Če je razlika poti mnogokratnik valovne dolžine, je ojačenje največje. Pri mnogih režah je smer ojačitve zelo ostra, več ko je rež, ožji je pas smeri, kjer je ojačenje znatno. To s pridom uporabljamo pri določitvi valovne dolžine vpadle svetlobe.



SLIKA 1.

Uklon vpadnega curka svetlobe na optični mrežici. Zaradi nazornosti ima mrežica na sliki le 9 rež. Svetle in temne proge nakazujejo valovanje. Na večji oddaljenosti lepo vidimo glavne močno ojačene pasove, šibke stranske pasove in področja polne oslavitve

Vsaki valovni dolžini pri mrežici z velikim številom rež tako pripada svoja smer ojačenja. Svetlobo z dvema bližnjima valovnima dolžinama mrežica torej usmeri v sicer bližnja, a vseeno toliko različna kota, da ju pri posebno zasnovanih spektroskopih zlahka opazimo.

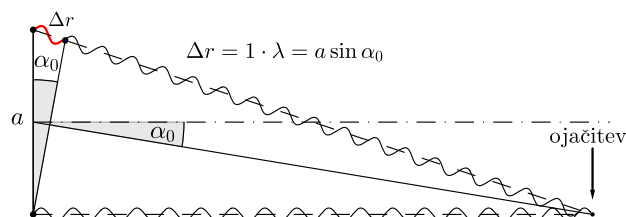




Pogoj za ojačitev na veliki razdalji od mrežice glede na valovno dolžino je torej (glej sliko 2)

$$\blacksquare a \sin \alpha_0 = n\lambda.$$

Tu je a razdalja med sosednjima režama, kot α_0 pa podaja smer ojačenja. Z n smo označili cela števila $0, 1, 2 \dots$, ki jim pravimo interferenčni redi. Tu nas bo zanimal le primer, ko je $n = 1$.



SLIKA 2.

Pogoj za ojačitev delnih valovanj iz dveh sosednjih rež. Pogoj velja pri veliki oddaljenosti točke, kjer opazujemo interferenco, od mrežice

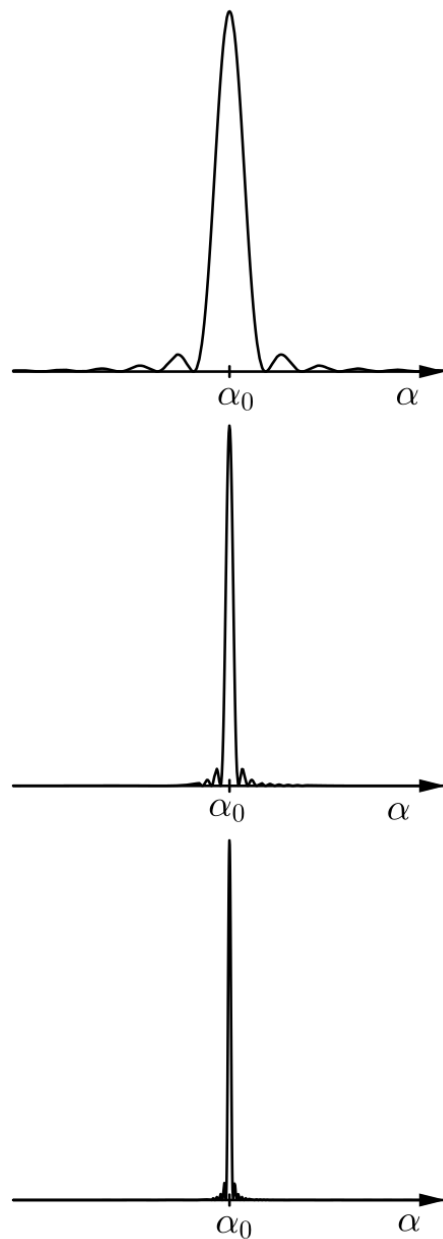
V kako ozkem pasu $\Delta\alpha$ kotov okrog α_0 bomo našli dovolj svetlobe, je odvisno od števila delnih valov, ki na zaslonu interferirajo. Na sliki 3 si lahko ogledamo, kako se ta pas oža, ko število valov oziroma rež narašča.

Nekateri laserji oddajajo zelo kratke svetlobne bliske, ki trajajo le nekaj 10 fs (fs je femtosekunda, to je 10^{-15} s). Dolžina takega sunka znaša vsega 3 mikrometre ali kakšnih 7 valovnih dolžin, denimo, zelene svetlobe, glej sliko 4. Električno poljsko jakost svetlobe v sunku dobro opišemo z naslednjo enačbo:

$$\blacksquare E(x, t) = E_0 e^{-\frac{(x-ct)^2}{2\sigma^2}} \cos \frac{2\pi(x-ct)}{\lambda}.$$

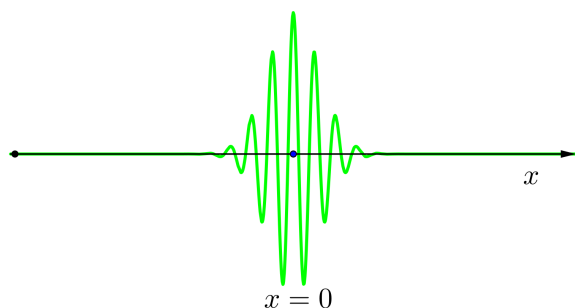
Amplituda vala se na določenem mestu s časom spreminja od nič pa do največje vrednosti, potem pa spet zamre. Pravimo, da je sunek amplitudno moduliran nosilni val z valovno dolžino λ . Kako se razmere spremenijo, če na mrežico posvetimo s takim sunkom?

Delni valovi iz vseh rež sedaj ne morejo interferirati v poljubni točki zaslona, ker so iz nekaterih rež pač prepozni. Le v smeri naprej imajo vsi enako pot, v drugih smereh pa ne. Ojačevalna smer zato ni več ostra, glej sliko 5.

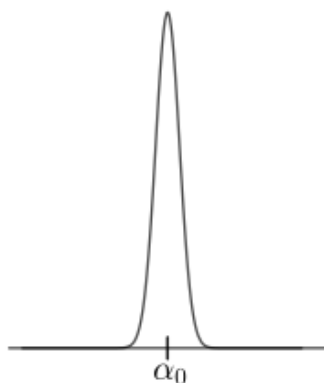


SLIKA 3.

Izostriitev ojačevalne smeri okrog α_0 pri interferenci iz desetih, štiridesetih in stotih rež. Krivulje so normirane na enako višino.

**SLIKA 4.**

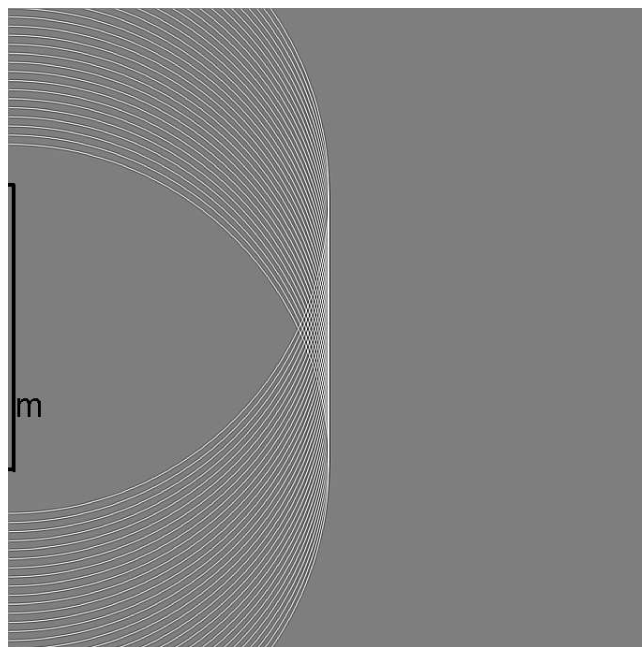
Zelo kratek sunek zelene svetlobe

**SLIKA 5.**

Ojačevalne smeri pri prehodu zelo kratkega sunka skozi mrežico

V primeru, da bi bil sunek podoben svetlobnemu puku, torej krajši od valovne dolžine nosilnega vala, bi na določenem mestu na zaslonu dobili le rafal svetlobnih sunkov, ki med seboj sploh ne bi interferirali, glej sliko 6.

Kratek svetlobni sunek se pri prehodu skozi mrežico razgradi po smeri. To je podobno kot pri curku bele svetlobe. Na dovolj oddaljenem zaslonu vidimo mavrične barve, ker je bela svetloba mešanica sve-

**SLIKA 6.**

Rafali zelo kratkih sunkov pri prehodu skozi mrežico (m)

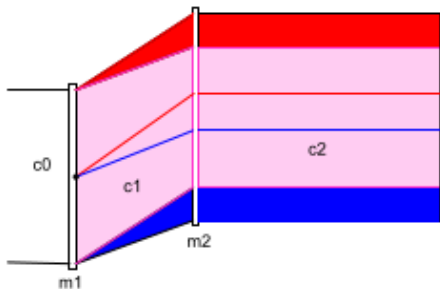
tlob z različnimi valovnimi dolžinami, torej z osnovnimi, mavričnimi barvami. Tudi kratek svetlobni sunek je neke vrste mešanica valovanj z različnimi valovnimi dolžinami. In res, razpršeni sunek na mrežici z velikim številom rež ima v različnih smereh drugačno valovno dolžino nosilnega vala. V smeri, podani s kotom α_0 ostane nosilni val enak, bolj uklonjeni sunek ima rdeči nosilni val, manj pa modrega. Poleg tega je sunek po prehodu razširjen, ker prispevajo različno oddaljene reže svoje delne valove z zamudo.

Namesto zaslona postavimo blizu prve mrežice še eno, ki uklonjene svetlobne sunke ponovno ukloni. Opazujemo le uklonjene sunke v prvotni smeri, glej sliko 7.

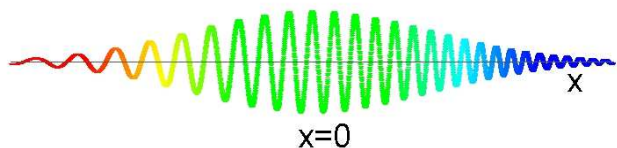
V curku c2 je sunek z rdečim nosilnim valom, recimo mu rdeči sunek, zakasnen glede na modrega, saj mora prepotovati do izbrane točke v c2 daljšo pot. Celotni sunek je močno podaljšan glede na vpadnega, poleg tega pa je pravi svetlobni žvrgolej, saj se začne z modrim nosilnim valom, potem pa ta zvezno preide v rdečega, glej sliko 8.

18

nadaljevanje
na strani



Druga mrežica (m_2) uklonjene curke obrne v prvotno smer. Prikazana sta le skrajna curka z rdečim in modrim nosilnim valom in izbrana žarka teh curkov.



Svetlobni žvrgolej po prehodu sunka skozi drugo mrežico. Zaradi preglednosti je naš žvrgolej zelo kratek. Od sunka na sliki 4 bi moral biti daljši kar stotisočkrat in temu ustrezno nižji

× × ×

↓ ↓ ↓

→ V 8×8 kvadratkov moraš vpisati začetna naravna števila od 1 do 8 tako, da bo v vsaki vrstici, v vsakem stolpcu in v kvadratih iste barve (pravokotnikih 2×4) nastopalo vseh 8 števil.

		6		5		8
4						3
1			2	6		
		6				
	5	2			7	
6		3		5		
3	4					2
		8				4

↓ ↓ ↓ ↓

REŠITEV BARVNI SUDOKU

-
-
-