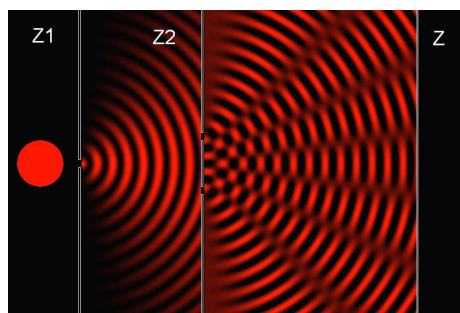


Youngov poskus z belo svetlobo

↓↓↓

ANDREJ LIKAR

→ Pri razmišljanju o interferenci svetlobe ne moremo mimo Youngovega poskusa. Danes ga z lahko pokažemo z lasersko svetlobo, v preteklosti pa poskus še zdaleč ni bil preprost. Obstaja celo dvom, da ga je Young sploh izvedel v napogosteje nevedeni inačici, kot je prikazana na sliki 1. Tu potrebujemo svetilo, ki oddaja monokromatično svetlobo. Svetilo zastremo z zaslonom Z1 in skozi drobno navpično režo osvetlimo oddaljen zaslon Z2 z dvema prav tako navpičnima, a tesno blizu zarezanima režama. Na oddaljenem zaslonu Z vidimo navpične interferenčne proge, neizpodbiten dokaz, da je svetloba valovanje.



SLIKA 1.

Postavitev Youngovega poskusa. Reži in valovna dolžina so zaradi preglednosti močno povečani.

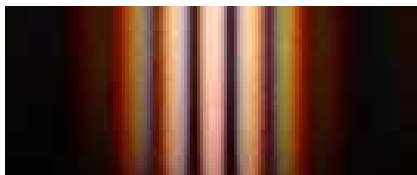
Ta poskus je preprost le v mislih. Zares je njegova postavitev zahtevna. Najprej je potrebno imeti dovolj svetlo drobno monokromatično svetilo. Če odmislimo laser, takih svetil ni, približamo se jim z močnim belim svetilom s filtrom, ki prepušča svetlobo v ozkem pasu valovnih dolžin. Thomas Young in Augustin Jean Fresnel, ki sta v prvi polovici 19. stoletja prva izvajala take poskuse, sta uporabljala

svetlobo Sonca, ki sta jo z zrcali in drobnimi lečami skozi majhne luknjice ali zareze ustrezno usmerila. Nadaljnji izziv je izdelava dovolj ozkih rež, ki sta dovolj tesno druga ob drugi. Ne smemo pozabiti, da je valovna dolžina vidne svetlobe za naše izkušnje zelo majhna, v območju pod enim mikrometrom. Reži sta lahko narazen za nekaj desetink milimetra, njuna širina pa le eno do dve desetinki milimetra. Širini in razmak med režama so torej kar štiri velikostne stopnje manjši od razdalje med zasloni, ki so v območju metrov.

Prav ta metrska razdalja med zasloni pa zelo zmanjša količino svetlobe, ki pade na zaslon z režama in končno na zaslon, kjer opazujemo interferenčne proge. Te so še v popolni temi komaj vidne. Young je opazoval interferenčne proge v beli svetlobi Sonca, zato so bile obarvane. Pa postavimo Youngov poskus z belo svetlobo. Najbolje bi se odrezali, če bi znali eksperimentirati s svetlobo Sonca. Ker tega ne znamo, bomo morali nekoliko spremeniti sam poskus. Namesto oddaljenega zaslona Z, kjer opazujemo interferenčno sliko, bomo uporabili kar oko ali fotografski aparat. Tako se izognemo veliki razdalji med režama v zaslonu Z2 ter zaslonom Z in zato komaj opaznim interferenčnim progam. Oko namreč prislonimo tik ob reži in gledamo skoznju na kak meter oddaljen zaslon Z1 z ozko režo, ki jo z druge strani osvetljuje žarnica. Interferenčne proge so na tak način jasno vidne, tudi fotografiramo jih brez težav (glej sliko 2 in sliko 3). Oddaljeni zaslon Z smo torej nadomestili z mrežnico očesa, ki je zelo občutljiva in s katero zato dobro zaznavamo šibko svetlobo iz rež.

Kako narediti reži, ki bosta dovolj ozki in čim bliže druga drugi? Navodil je kar nekaj. Nekateri priporočajo tanko aluminijevo folijo, v katero s šivanko naredimo dve kar se da bližnji luknjici. Spet drugi priporočajo, da po s sajami zatemnjeni šipi potegnemo s tesno stisnjenima ostrima britvicama. Ker je debelina britvice $80 \mu\text{m}$, sta nastali reži prav toliko narazen. Nam sta se najbolje posrečili reži z lasom in dvema britvicama. Na lesen okvirček smo napeli las





SLIKA 2.

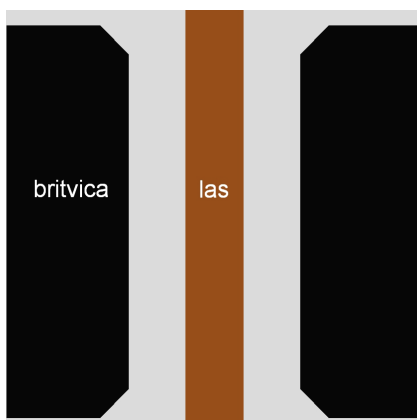
Posneta interferenčna slika dveh rež z belo svetlobo



SLIKA 3.

Močnejše eksponirana slika, da se vidijo tudi barvne proge.

z debelino $60 \mu\text{m}$ in ga pritrdil s kapljicama sekundnega lepila. Nato smo z obeh strani pazljivo prislonili britvici tako, da sta bili reži prav tako široki kot las (glej sliko 4). Tako je bila razdalja med režama $120 \mu\text{m}$. Izdelava terja močnejšo lupo ali mikroskop z ne preveliko povečavo (≈ 10 krat). Tudi britvici smo pritrдили s kapljicama sekundnega lepila.



SLIKA 4.

Izdelani reži pri našem poskusu

Z belo svetlobo interferenčnih prog ni prav veliko. Jasno pa sta vidni skoraj povsem temni progji med tremi belimi. Ostale proge so že obarvane in hitro ugašajo zaradi kar velike širine rež v primeri z valovni dolžino svetlobe. Prav ti dve temni in tri bele

proge pa so zelo izrazite in jih težko zgrešiti. To je bilo Youngu v prid, saj je kljub težavnemu poskusu proge lahko opazil. Pri svojem prvotnem poskusu ni uporabil rež pač pa tanko (malo manj kot 1 mm) kartico, ki jo je postavil v ozek curek Sončeve svetlobe, in opazoval njeno senco na oddaljenem zaslonu. Valovne narave svetlobe pa kljub poskusom niso sprejeli še nekaj desetletij, vse do tedaj, ko je Fresnel ponovil nekatere Youngove poskuse in na novo prikazal interferenčne poskuse z zrcali in na okrogli in ravni oviri ter matematično podprl izide poskusov.

Na sliki 5 je izračunana in barvno predstavljena interferenčna slika dveh zelo drobnih rež na oddaljenosti $120 \mu\text{m}$ z belo svetlobo. Podobnost s posneta sliko je kar dobra, če se zavemo končne širine pravih rež. Uklonska slika ene same reže (glej sliko 6 in 7) pa ni barvno izrazita in zato njeno opazovanje za Younga ni bilo kaj prida navdihujoče.



SLIKA 5.

Izračunana interferenčna slika dveh zelo ozkih rež v beli svetlobi

Omenili smo, da je prikaz Youngovega poskusa z lasersko svetlobo zelo preprost: na reži posvetimo z laserskim kazalnikom in sredi belega dne vidimo na oddaljenem zaslonu izrazite interferenčne proge. Ob tem se šele zavemo, kako neznansko močno svetilo je laser v primeri z drugimi svetili, s katerimi je opazovanje interferenčnih prog na zaslonu tudi v popolnoma zatemnjeni sobi skoraj nemogoče, še posebej, če gre svetloba skozi barvni filter. Zelo ozek enobarvni curek svetlobe iz laserja se zelo malo razširja. Pri običajnih svetilih dobimo tak curek le, če usmerimo svetlobo iz zelo oddaljenega svetila skozi barvni filter in skozi drobne luknjice v zaslonu Z1, kar curek dodobra oslabi. Opazovanje interferenčnih prog z lasersko svetlobo je na način, ki smo ga uporabili pri beli svetlobi iz žarnice, lahko usoden za oči – že pri opazovanju, ki traja le kakšno sekundo, si lahko pokvarimo vid, tudi če uporabimo šibke laserske kazalnike.

Barvni sudoku

↓↓↓

→ 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.

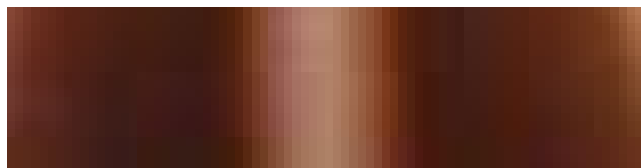
					2	1	
	3						
					4	3	
	7	4					5
		6		7	8		
2		5					
5					1		
	1			5		8	

→
→
→
→
REŠITEV BARVNI SUDOKU

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

× × ×

× × ×



SLIKA 6.

Posneta interferenčna slika ene reže v beli svetlobi



SLIKA 7.

Izračunana interferenčna slika ene reže v beli svetlobi



SLIKA 8.

Pogled skozi dve reži na nekoliko razprto kljunasto merilo