

**HRZZ PROJEKT IP-2018-01-9085 „UTJECAJ UKLJUČIVANJA ISTRAŽIVAČKIH UČENIČKIH POKUSA U SREDNJOŠKOLSKU NASTAVU FIZIKE NA RAZVOJ ZNANSTVENOG ZAKLJUČIVANJA I KONCEPTUALNOG RAZUMIJEVANJA (INVESTIGATE)“**

**MATERIJALI ZA NASTAVNU INTERVENCIJU, VERZIJA 3**

**NASTAVNA PRIPREMA 5: OGIB SVJETLOSTI NA PUKOTINI**

**Obrazovni ishodi:**

**FIZ SŠ C.4.1. FIZ SŠ D.4.1. Analizira valnu prirodu svjetlosti.**

**FIZ SŠ C.4.9., FIZ SŠ D.4.9. Rješava fizičke probleme.**

**FIZ SŠ C.4.10., FIZ SŠ D.4.10. Istražuje fizičke pojave**

- opisati pojavu ogiba svjetlosti na uskoj pukotini
- objasniti ogib svjetlosti pomoću Huygens - Fresnelovog principa i interferencije
- objasniti kvalitativno uvjet za opažanje ogibne slike (odnos veličine pukotine i valne duljine svjetlosti)
- istražiti promjenu širine središnjeg maksimuma s promjenom širine pukotine
- razvijati znanstveno zaključivanje (osmišljanje pokusa, kontrola varijabli, testiranje hipoteza)
- razvijati usmeno, pismeno i grafičko izražavanje
- razvijati sposobnost sistematičnog opažanja i opisivanja pokusa

**Ishodi međupredmetnih tema:**

**osr A.5.3.** Razvija svoje potencijale.

**osr B.5.2.** Suradnički uči i radi u timu.

**uku A.4/5.4.** Učenik samostalno kritički promišlja i vrednuje ideje.

**uku C.4/5.3.** Učenik iskazuje interes za različita područja, preuzima odgovornost za svoje učenje i ustraje u učenju.

**uku D.4/5.2.** Učenik ostvaruje dobru komunikaciju s drugima, uspješno surađuje u različitim situacijama i spreman je zatražiti i ponuditi pomoć.

**pod B.5.2.** Planira i upravlja aktivnostima.

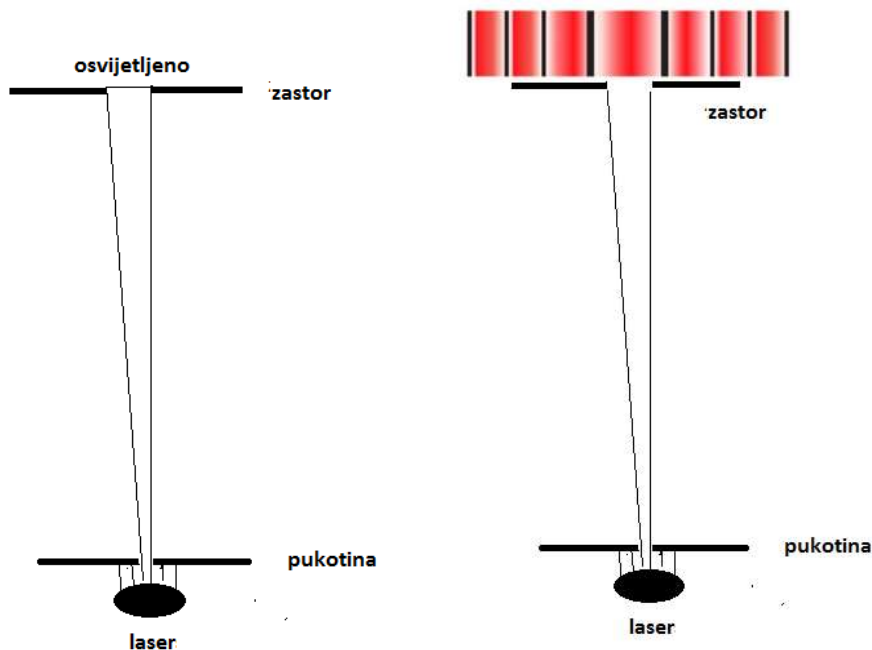
## TIJEK SATA

### Uvodni dio

**UP:** Do sada smo osvjetljavali prvo dvije pukotine, pa velik broj pukotina (rešetku). Što će biti ako osvjetlimo samo jednu?

Što biste očekivali vidjeti na zastoru iza pukotine prema geometrijskoj optici? Skicirajte.

Učenici skiciraju svoja predviđanja. Ona se diskutiraju i na ploči se skicira predviđena osvjetljena geometrijska slika pukotine, te se diskutira da je s obje strane slike područje u koje svjetlost ne može prodrijeti (područje geometrijske sjene). (Na slici može biti naznačeno da je laserski snop puno širi od same pukotine, te da dio svjetlosti ne može proći zbog maske pukotine.)



Pogledajmo sada pokus u kojem ćemo osvjetliti samo jednu vrlo usku pukotinu laserskom svjetlošću.

### POKUS 1: Ogib na pukotini

Što opažate? Skicirajte i opišite.

Učenici opažaju i skiciraju sliku. (Slika se potom skicira na ploči da se naglasi razlika očekivane i dobivene slike.)

Vidimo da se svjetlost pojavila i u području geometrijske sjene, što je vrlo neobično. Pokus demonstrira pojavu ogiba ili difrakcije svjetlosti – širenja (prodiranja) svjetlosti i u područja koja nisu dozvoljena geometrijskom optikom (npr. područje geometrijske sjene). Dobivenu sliku nazivamo ogibnom slikom. Koje su osnovne karakteristike ogibne slike dobivene na jednoj uskoj pukotini?

Učenici uočavaju vrlo širok središnji maksimum, te simetrično položene naizmjenične maksimume (manjeg intenziteta od središnjeg) i minimume s obje strane. Uvode se nazivi središnji maksimum, maksimum i minimum prvog, drugog, k-tog reda.

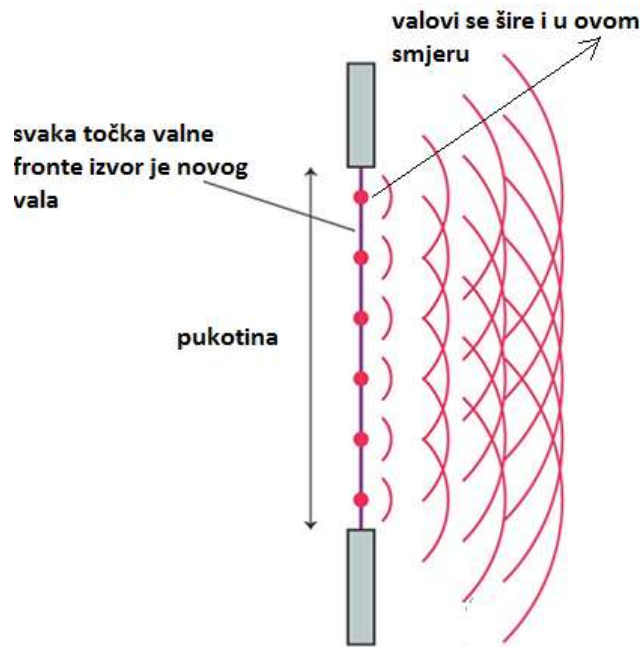
### Kako su nastale svijetle i tamne pruge na ogibnoj slici?

Učenici se prisjećaju pokusa s interferencijom, te zaključuju da se i ovdje radi o tome da svjetlost koja je prošla kroz pukotinu na nekim mjestima interferira konstruktivno, a na nekima destruktivno.

### Za interferenciju smo uvijek trebali više od jednog izvora. Gdje su kod pukotine ti izvori?

**Na primjer, kako je svjetlost došla na ovo mjesto i formirala ovu prugu? (Nastavnik pokaže na jednu od najdaljih svijetlih pruga sa strane.)**

Vodimo učenike do zaključka da širenje svjetlosti u raznim smjerovima možemo objasniti Huygens-Fresnelovim principom, koji kaže da svaka točka valne fronte svjetlosti koja prolazi kroz pukotinu postaje izvor novog polukružnog vala. Zato dio svjetlosnih valova dolazi i do mjesta promatrane svijetle pruge, gdje konstruktivno interferira. Pukotinu možemo smatrati skupom jako velikog broja koherentnih točkastih izvora svjetlosti, čija svjetlost interferira.



### Naslov: Ogib svjetlosti na pukotini

#### Središnji dio

#### IP: Kako se širina središnjeg ogibnog maksimuma mijenja s promjenom širine pukotine?

Učenici daju svoje ideje, većina će očekivati smanjenje njegove širine sa smanjenjem širine pukotine.

#### Kako bismo mogli pokusom provjeriti vaše pretpostavke?

Učenici daju svoje ideje. Nastavnik daje učenicima pribor i Listić 5A za rad u grupama.

**Nakon provedenog istraživanja, frontalno se diskutiraju dobiveni rezultati i zaključuje da se središnji maksimum širi pri sužavanju pukotine. Prvi maksimum se tada vidi pod sve većim kutem. Širenje središnjeg maksimuma pri sužavanju pukotine možemo objasniti time da pukotina postaje sve sličnija točkastom izvoru kako se sužava.**

## Završni dio

Konceptualno pitanje s karticama

U kojem će od sljedećih odnosa širine pukotine i valne duljine svjetlosti doći do pojave ogibne slike?

- A. Širina pukotine je stotinjak puta veća od valne duljine svjetlosti.
- B. Širina pukotine je jednaka valnoj duljini svjetlosti.
- C. Širina pukotine je manja od valne duljine svjetlosti.

Odgovori se diskutiraju. Odgovor A učenici mogu naslutiti kao točan, jer su u pokusu imali situaciju da je širina pukotine bila značajno veća od valne duljine svjetlosti. Za druga dva odgovora vjerojatno neće biti sigurni što će se događati, pa se to ostavi otvorenim i istraži simulacijom.

**Što se događa kad širina pukotine postane jednaka valnoj duljini svjetlosti ili manja od nje?**

SIMULACIJA: [https://www.walter-fendt.de/html5/phen/singleslit\\_en.htm](https://www.walter-fendt.de/html5/phen/singleslit_en.htm)

Postavimo širinu pukotine početno većom od valne duljine svjetlosti pa je polako smanjujemo do veličine valne duljine i ispod nje.

Učenici uočavaju da je pri  $d = \lambda$  cijeli zastor osvijetljen kao da je pukotina jedan točkasti izvor. Više nema minimuma na zastoru, jer su za minimume potrebna barem dva točkasta izvora. Nakon smanjenja širine ispod valne duljine pukotina i dalje funkcionira kao točkasti izvor. Zastor je približno jednoliko osvijetljen.

Sad smo već upoznali nekoliko pojava povezanih s interferencijom svjetlosti, pa ćemo ih kratko pokušati sistematizirati. Podijele se listići sistematizacije (Listić 5B) sa sljedećom tablicom. Učenici u grupama ispunjavaju i diskutiraju.

Slika pojave	Naziv pojave	Matematički opis (formula)
