

Natjecanje iz astronomije 2022. godine

NEVIDLJIVO ZRAČENJE SUNCA

(Konačna verzija rada)

5. razred, Osnovna škola

Natjecateljica:
Marta Jerčić

Mentor:
Tomislav Tafra, prof.
(tomislav.tafra@skole.hr)

Komentori:
Zoran Knez
(zoranknez@optinet.hr)
Tamara Rom, mag. phys.
(tamara.rom321@gmail.com)

Škola:
OŠ Kman Kocunar
Split

Sadržaj

Sažetak.....	1
1.UVOD.....	2
1.1 Cilj i motivacija rada.....	2
1.2 Sunčeva svjetlost.....	2
2. ISTRAŽIVANJE NEVIDLJIVOOG ZRAČENJA SUNCA - ULTRALJUBIČASTOG (UV) I INFRACRVENOG (IR) ZRAČENJA.....	3
2.1 Oprema	3
2.2 Istraživanje ultraljubičastog (UV) zračenja	4
2.3 Istraživanje infracrvenog (IR) zračenja.....	9
3. ZAKLJUČAK.....	<u>16</u>
<u>4. ZAHVALA</u>	<u>17</u>
<u>5. LITERATURA</u>	<u>18</u>

Sažetak

U ovom radu promatrala sam spektar sunčeve svjetlosti nakon raspršenja kroz staklenu prizmu. Sunčeva svjetlost se raspršila na zrake različitih boja, kao u dugi na nebu nakon kiše. Pored tog vidljivog spektra postoje i nevidljivi dijelovi svjetlosti, koje sam u ovom radu pokušala otkriti. Za to sam koristila jednostavne metode koje su mi bile dostupne.

U uvodu je opisano kako se svjetlost raspršuje i koje vrste zračenja postoje.

Zatim je navedeno koje su naprave i materijali korišteni u radu. Opisan je postupak rada, obavljena mjerena i analiza podataka.

U zaključku su navedeni rezultati istraživanja koje sam provela u ovom radu, a dana je i ocjena uspješnosti rada.

1. UVOD

1.1 Cilj i motivacija rada

Cilj ovog rada je upoznavanje sa nevidljivim zračenjem Sunčeve svjetlosti.

Svako ljeto bih slušala da se ne preporuča sunčanje kada je sunce visoko na nebnu, odnosno od 10 do 17 sati. I da se na plaži moram dobro zaštiti krema za sunčanje sa visokim faktorom zaštite jer će inače dobiti opeklne. Tada bi se spominjala štetnost ultraljubičastog ili UV zračenja.

Čula sam i da postoje kamere koje mogu „vidjeti“ u mraku, a prošle godine sam pratila lansiranje novog NASA-inog teleskopa „James Webb“ koji će promatrati svemir u infracrvenom spektru.

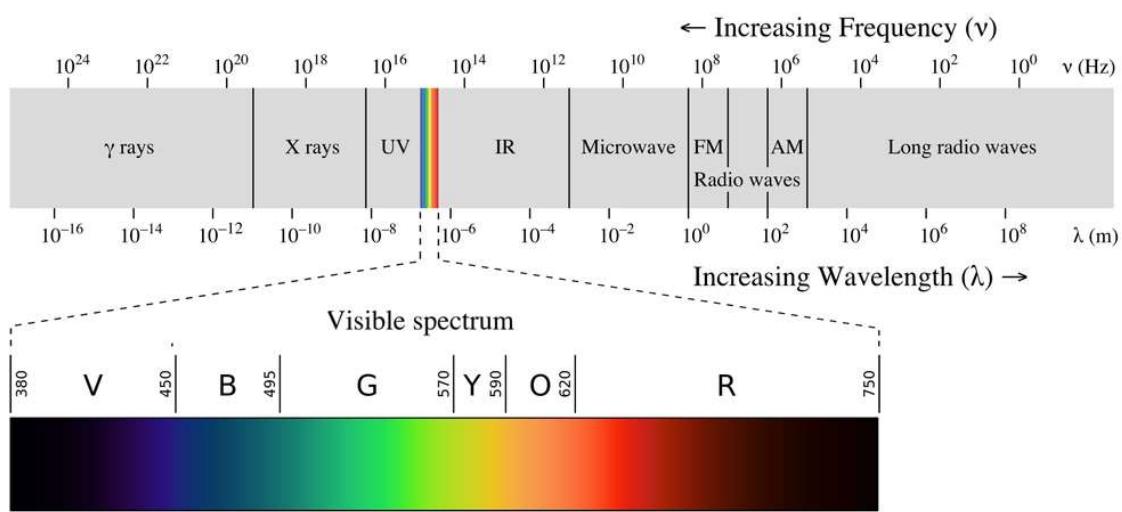
To me potaklo da se raspitam o tim pojmovima o kojima nisam mnogo znala i da potražim na internetu i u literaturi što oni znače. Zato sam za praktični rad iz astronomije odabrala istražiti ultraljubičasto i infracrveno zračenje.

Za ovaj praktični rad od pomoći su mi bile upute u dokumentu „Seeing the Invisible – Student Activity Booklet“ [3].

1.2 Sunčeva svjetlost

Sunčeva svjetlost je skup svih boja i ona se još zove bijela svjetlost. Sunčeva svjetlost se može pomoću staklene prizme razložiti na zrake različitih boja. Te zrake su složene u istom redoslijedu kao i boje u dugi koju vidimo na nebnu. Možemo prepoznati šest glavnih boja: crvenu, narančastu, žutu, zelenu, plavu i ljubičastu.

Iz literature sam saznala da njihov redoslijed ovisi o valnoj duljini svake boje. To je ljudskom oku vidljivi dio elektromagnetskog zračenja [4], [5].



Slika 1 - Spektar elektromagnetskog zračenja s istaknutim dijelom vidljive svjetlosti, [4]

Slika 1 prikazuje spektar elektromagnetskog zračenja. S lijeve i desne strane spektra vidljive svjetlosti postoje područja ultraljubičastog (UV) i infracrvenog (IR) zračenja. Ova UV i IR područja se ne mogu vidjeti, ali se njihovo postojanje može dokazati pokusima. U ovom

radu sam pokušala saznati više o ovim vrstama nevidljivog zračenja i istražiti ih na meni shvatljiv način.

2. Istraživanje nevidljivog zračenja Sunca - ultraljubičastog (UV) i infracrvenog (IR) zračenja

2.1 Oprema

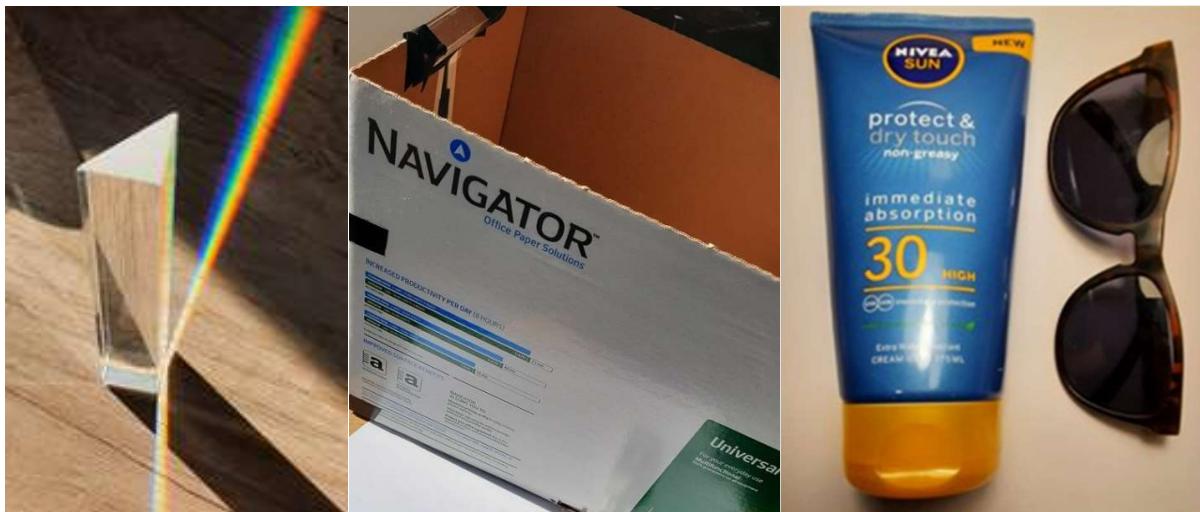
Za proučavanje u ovom radu bila mi je potrebna slijedeća oprema:

- a) Glatka staklena prizma
 - Na raspolaganju sam imala staklenu prizmu visine 80 mm kojoj je baza jednakokračni pravokutni trokut krakova 15 mm x 15 mm.
- b) Perlice koje su osjetljive na ultraljubičasto zračenje
 - Preko interneta sam nabavila perlice proizvođača *Educational Innovations Inc.* koje mijenjaju boju kada ih obasja ultraljubičasto zračenje („Ultraviolet Light Detecting Beads“). Imala sam perlice koje mijenjaju boju u ljubičastu i u žutu, a u radu sam više koristila „ljubičaste“ perlice jer se na slikama bolje vidi promjena boje.
- c) Termometar pogodan za mjerjenje temperature u uskom području
 - Korišten je stolni digitalni električni termometar proizvođača *TFA*.
- d) Kartonska kutija i bijeli papir
- e) Sunčane naočale i krema za sunčanje
- f) Alkoholni termometar
- g) Milimetarska traka

Korištena oprema je prikazana na slikama 2.1 i 2.2.



Slika 2.1 - Korištena oprema: Staklena prizma, perlice za detektiranje ultraljubičastog zračenja, digitalni termometar, alkoholni termometar, milimetarska traka na bijelom papiru

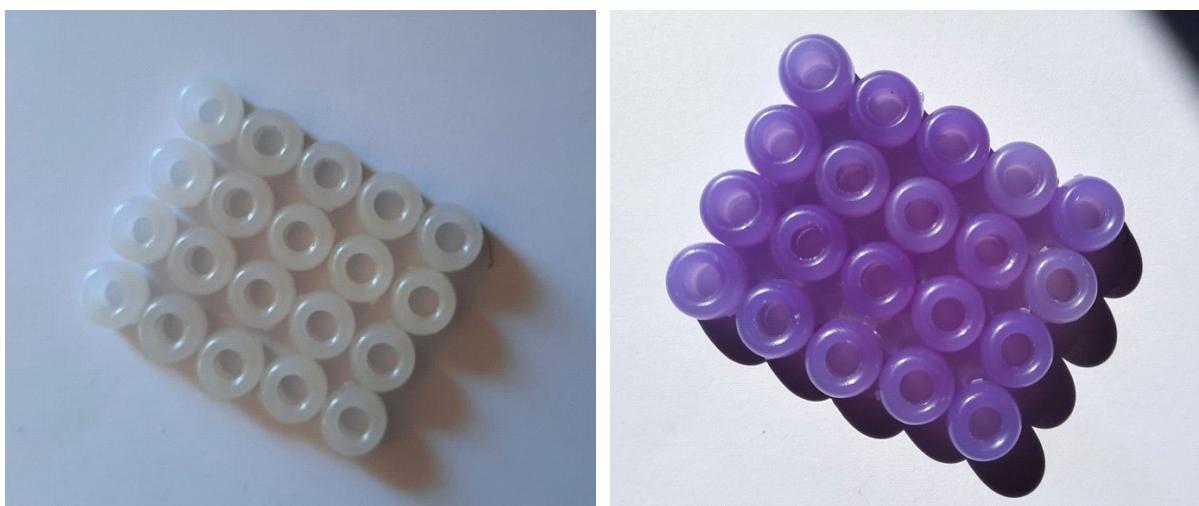


Slika 2.2 - Korištena oprema: Staklena prizma, kartonska kutija, krema za sunčanje i sunčane naočale

2.2 Istraživanje ultraljubičastog (UV) zračenja

Za istraživanje ultraljubičastog (UV) zračenja koristila sam kartonsku kutiju na koju je bila postavljena staklena prizma, perlice koje mijenjaju boju kada su izložene ultraljubičastom zračenju, sunčane naočale i kremu za sunčanje. Alkoholni termometar je korišten za praćenje temperature u kutiji. Milimetarska traka je zalijepljena za bijeli papir na dnu kartonske kutije. Perlice su bijele boje koja se mijenja u ljubičastu kada perlice izložimo Sunčevu svjetlu.

Na slici 3 prikazane su perlice prije i nakon izlaganja Sunčevu svjetlu.



Slika 3 – Perlice osjetljive na ultraljubičasto zračenje prije i nakon izlaganja Sunčevu svjetlu

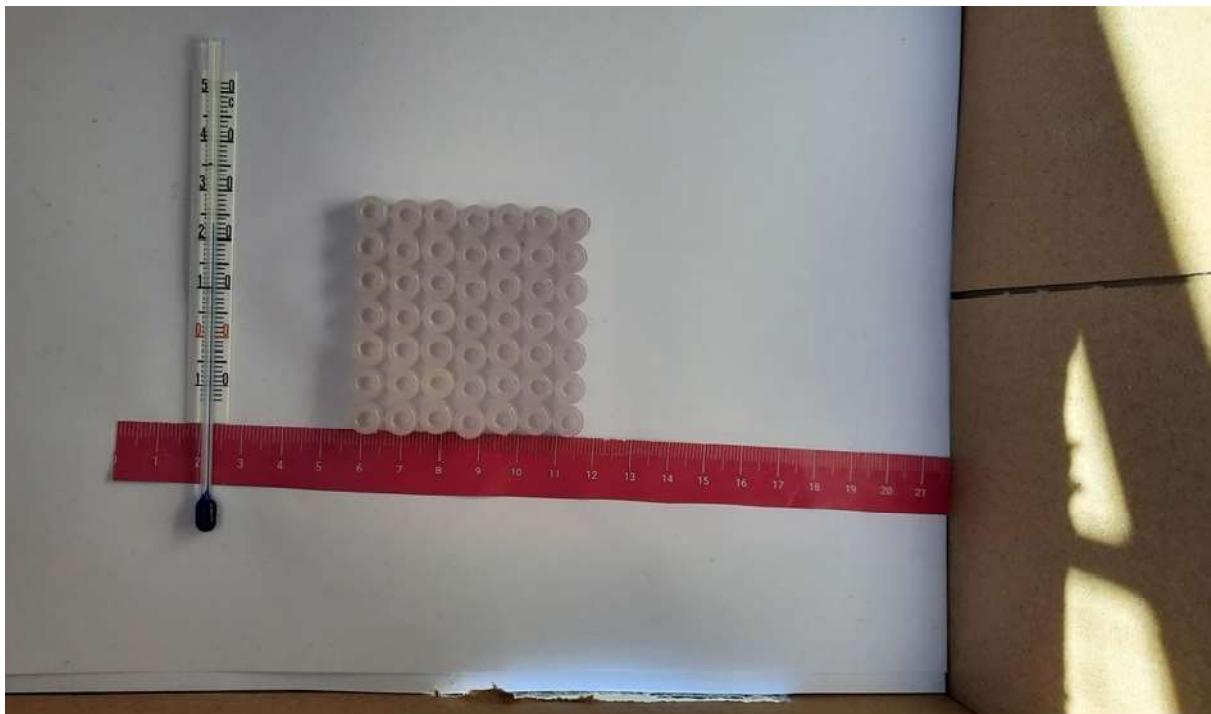
Cilj ovog pokusa je bio odrediti kako se perlice ponašaju ako ih izložimo spektru Sunčevog zračenja nakon prolaska kroz staklenu prizmu.

Za pokus sam na vrh jedne stranice kartonske kutije postavila staklenu prizmu i učvrstila je samoljepljivom trakom. Montaža je prikazana na slici 4. Na dno kartonske kutije sam složila polje od 7x7 perlica te sam promatrala što će se dogoditi kada na njih padne Sunčeve svjetlo kroz staklenu prizmu. Perlice su bile u sjeni kao na slici 5.

Za pokus je korištena kartonska kutija kako bi temperatura okoline bila ujednačena. **Pokus je obavljen u Splitu dana 12.03.2022. u vremenu od 12:00 do 16:00.**



Slika 4 – Montaža staklene prizme na kutiju

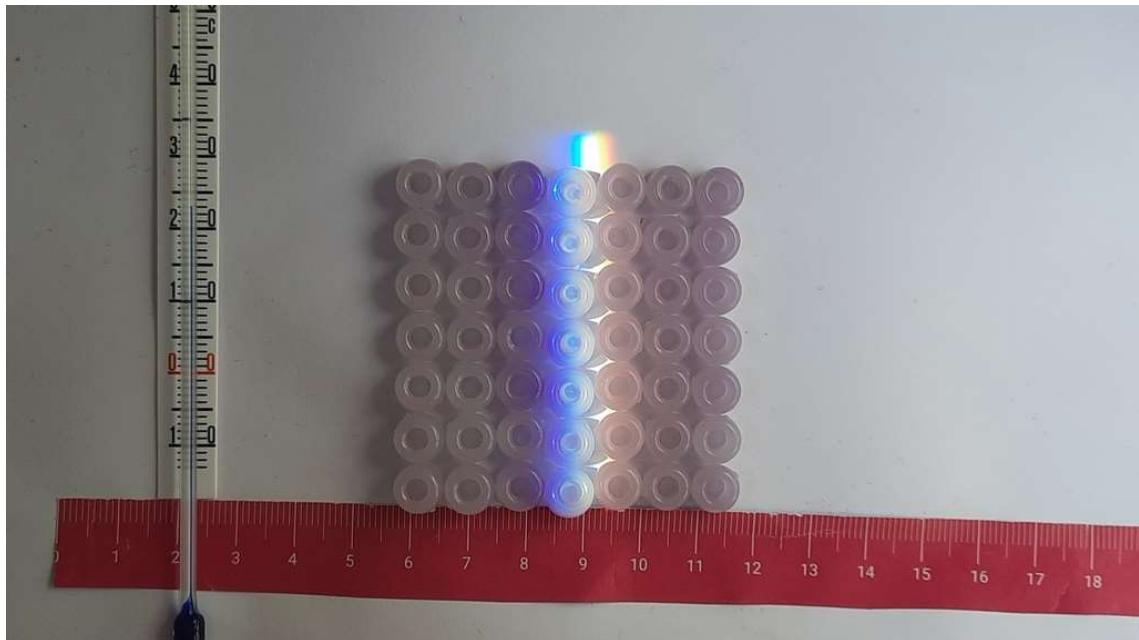


Slika 5 – Raspored perlica u kutiji

Zatim sam okretala i pomicala kartonsku kutiju prema Suncu dok se na dnu kutije nije pojavilo spektar vidljivih boja koji je padaо na perlice kao na slici 6.

Temperaturu u kutiji sam pratila pomoću alkoholnog termometra. Za vrijeme pokusa temperatura je bila oko 23°C i nije se mijenjala.

Nakon nekog vremena bih zaklonila svjetlo i promatrala koje su perlice promijenile boju.



Slika 6 – Perlice u spektru Sunčeva svjetla

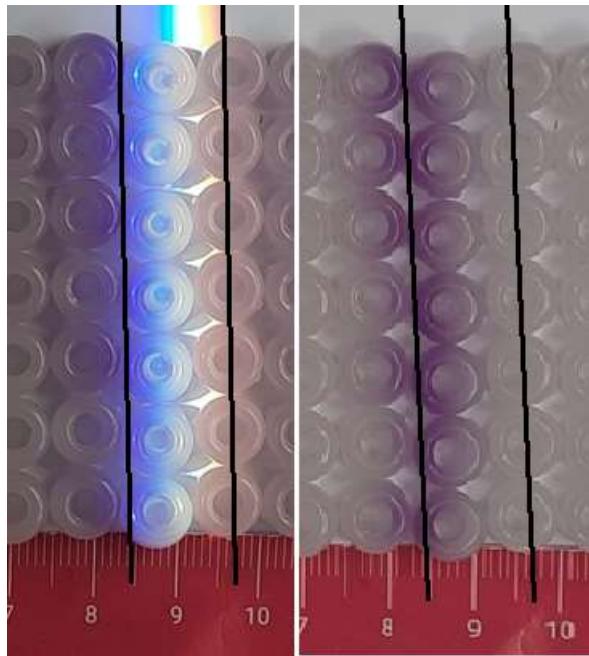


Slika 7 – Perlice nakon zaklanjanja svjetla

Primijetila sam slijedeće:

- sve perlice su blago potamnile,
- samo neke perlice su izrazito promijenile boju u ljubičastu,
- ljubičastu boju su do bile one perlice koje su bile u ljubičastom, plavom i zelenom dijelu spektra i u dijelu odmah pored ljubičaste svjetlosti,
- perlice koje su bile u crvenom, narančastom i žutom dijelu spektra nisu promijenile boju.

Na slici 8 je linijama označen dio vidljivog spektra, a može se vidjeti da je i dio perlica van tog područja potamnio.



Slika 8 – Perlice s ucrtanim linijama granica vidljivog spektra

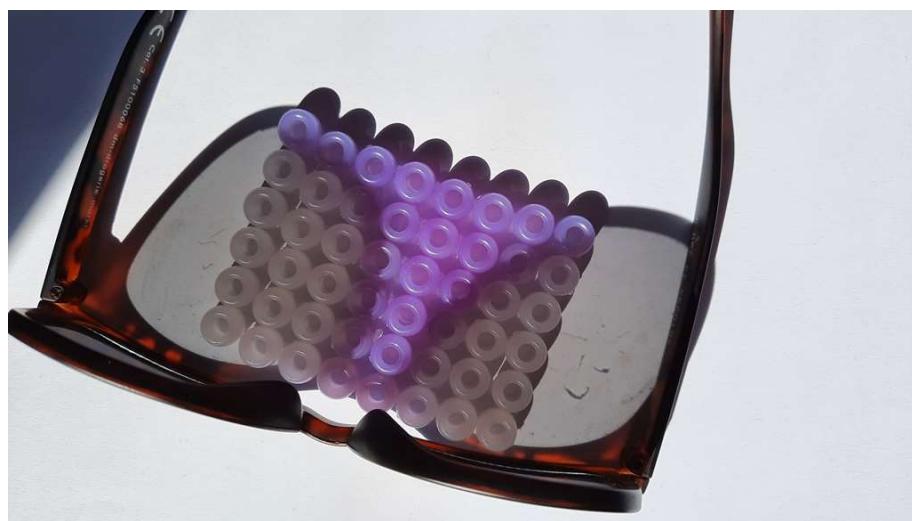
Kako je promijenio boju i dio perlica koje nisu bile u vidljivom spektru zaključila sam da je na dio tih perlica djelovalo nevidljivo zračenje. Zračenje na tom mjestu odgovara ultraljubičastom zračenju, a to zračenje perlice i trebaju detektirati promjenom boje.

Malo tamnija boja na ostalim perlicama je vjerojatno nastala zbog refleksije svjetla.

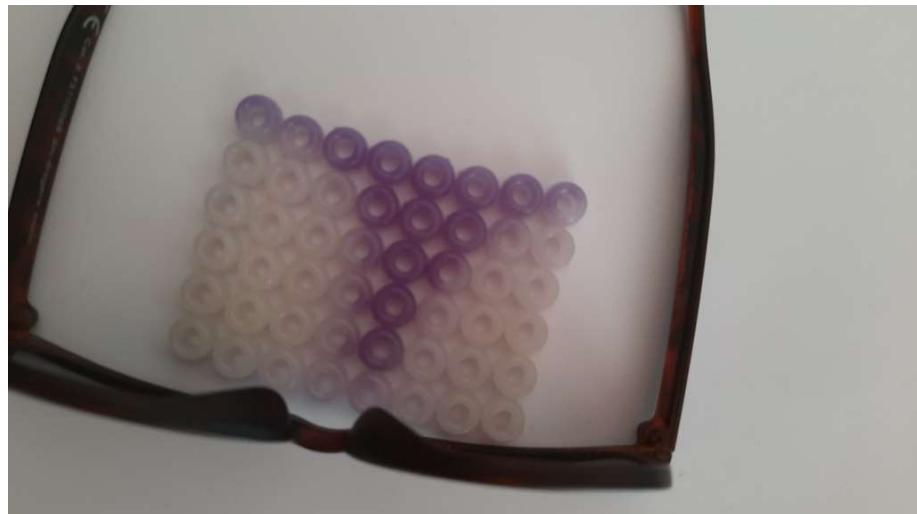
Pokus sam ponavljala više puta i uvijek je dio perlica koji je bio u sjeni do ljubičastog dijela spektra promijenio boju u ljubičastu.

Također sam pokušala vidjeti što se događa kada se dio perlica zakloni iza stakla sunčanih naočala, a dio ostane na direktnom Sunčevom svjetlu.

Dio perlica koje se nalaze iza stakala sunčanih naočala nije promijenio boju (slike 9 i 10).



Slika 9 – Perlice i sunčane naočale na Sunčevom svjetlu



Slika 10 – Perlice i sunčane naočale nakon izlaganja Sunčevom svjetlu

Zanimalo me i štite li kreme za sunčanje od ultraljubičastog zračenja te sam dio perlica premazala kremom za sunčanje sa zaštitnim faktorom 30, a isti broj perlica nisam premazala kremom. Sve perlice sam izložila Sunčevom svjetlu.



Slika 11 – Perlice sa i bez kreme za sunčanje na Sunčevom svjetlu

Dio perlica namazanih kremom za sunčanje je promijenio boju, ali ne toliko kao perlice bez kreme za sunčanje (slika 11).

Zaključila sam da sunčane naočale koje sam koristila u pokusu štite od ultraljubičastog zračenja. Krema za sunčanje je djelomično zaštitala perlice od ultraljubičastog zračenja.

I sunčane naočale i krema za sunčanje su korisne za zaštitu od štetnog ultraljubičastog zračenja, ali ipak treba izbjegavati sunčanje kada je Sunčevo zračenje najjače.

2.3 Istraživanje infracrvenog (IR) zračenja

Drugi dio praktičnog rada je bio istražiti infracrveno (IR) zračenje. Zato sam pokušala ponoviti pokus koji je proveo William Herschel 1800. godine, kada je primijetio da je najveća temperatura van vidljivog dijela spektra i to u tamnom području odmah do crvene boje. To je zračenje nazvao „kalorične zrake“ jer su imale najveću temperaturu [8].

Za istraživanje infracrvenog zračenja koristila sam staklenu prizmu i digitalni štapni termometar kojim sam mjerila temperaturu. Montaža staklene prizme je ista kao i na slici 4. U kartonsku kutiju sam kroz mali otvor s jedne strane provukla digitalni termometar tako da bude izložen spektru svjetlosti koja prolazi kroz staklenu prizmu.

Promatrala sam što će se **dogoditi** sa temperaturom kada termometar obasjaju različite boje, a i koja je temperatura van vidljivog dijela spektra. Štapni termometar sam oblijepila izolirajućom trakom zbog preciznosti mjerjenja. Samo vrh termometra nije bio izoliran trakom.

Temperaturu u kutiji sam pratila pomoću alkoholnog termometra. Kutija je bila prekrivena kartonom da temperatura u kutiji bude jednaka.



Slika 10 – Mjerenje temperature u spektru Sunčeve svjetlosti

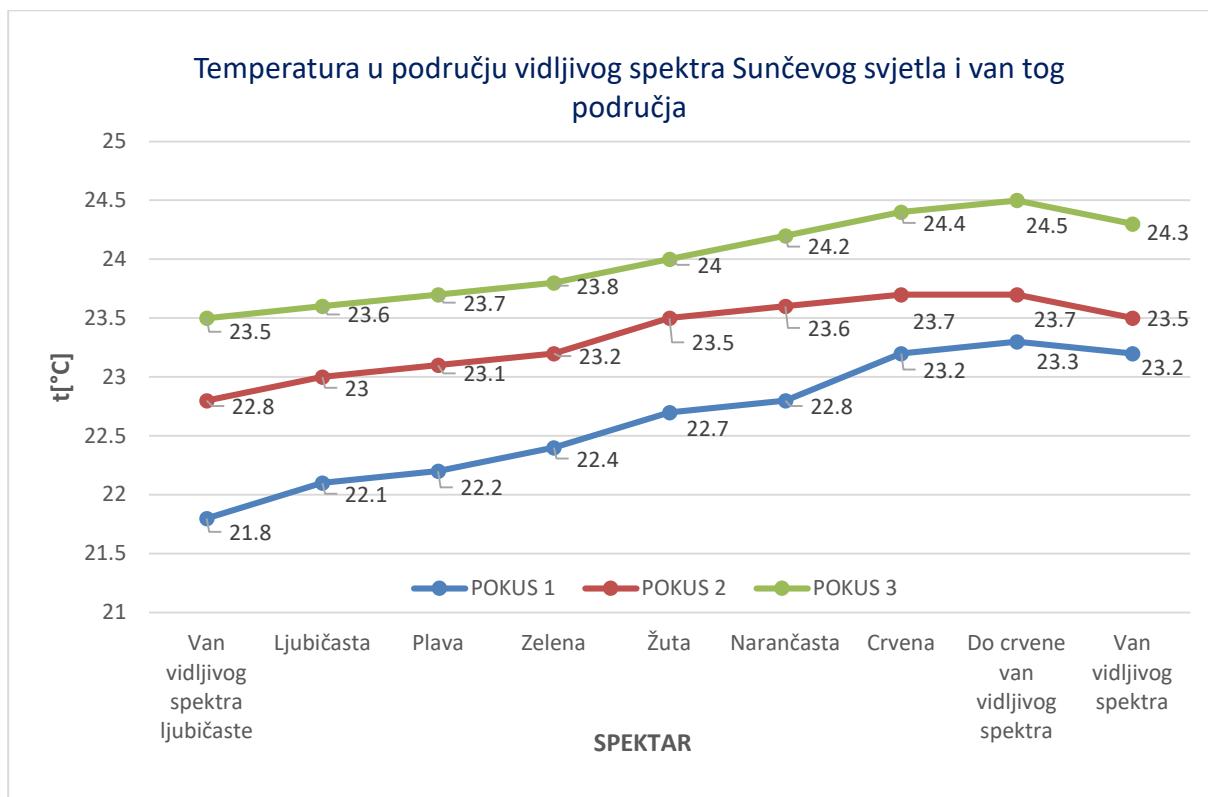
Prvo bih izmjerila temperaturu u kutiji van vidljivog spektra ljubičaste boje, zatim bih postavila termometar na početak ljubičaste boje i očitala temperaturu. Zatim bih polako pomicala termometar tako da otvoreni vrh bude u svakoj boji. Sačekala bih da se temperatura stabilizira i zatim očitala vrijednost. To sam radila jer bi predugo trajalo dok se cijeli spektar pomakne preko termometra, a spektar bi se pomakao u lijevo i izgubila bi se oštRNA. U području crvene boje više ne bih pomicala termometar već bih pustila da se kut svjetla pomiče zbog zakretanja Zemlje i pratila bih promjenu temperature.

Pokus sam ponovila tri puta da bih mogla usporediti rezultate. Očitanja temperature su prikazana u tablici 1 **i grafički na dijagramu 1. U dijagram su ucrtane linije za lakše praćenje promjene temperature.** U sva tri mjerena temperatura u kutiji je bila ujednačena, **ali je između pokusa blago porasla. Temperaturu u kutiji sam mjerila alkoholnim termometrom koji je pokazivao nešto nižu temperaturu nego digitalni.**

Sva mjerena su obavljena u Splitu dana 13.03.2022. Pokus br. 1 u vremenu od 12:02 do 12:32, pokus br.2 u vremenu od 12:53 do 13:10 i pokus br.3 u vremenu od 13:27 do 13:45.

SPEKTAR	Van vidljivog spektra ljubičaste	Ljubičasta	Plava	Zelena	Žuta	Narančasta	Crvena	Do crvene van vidljivog spektra	Van vidljivog spektra
Pokus br.1 t [°C] (12:02-12:32)	21,8	22,0-22,1	22,2	22,3-22,4	22,6-22,7	22,8	22-9-23,2	23,3	23,2
Pokus br.2 t [°C] (12:53-13:10)	22,8	22,9-23,0	23,1	23,2	23,3-23,5	23,6	23,7	23,7	23,6-23,5
Pokus br.3 t [°C] (13:27-13:45)	23,5	23,6	23,7	23,8	23,9-24,0	24,1-24,2	24,3-24,4	24,5	24,4-24,3

Tablica 1 – Mjerenje temperature u području vidljivog spektra Sunčevog svjetla i van tog područja



Dijagram 1 – Grafički prikaz vrijednosti temperature u području vidljivog spektra Sunčevog svjetla i van tog područja

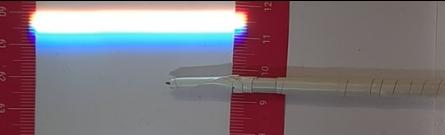
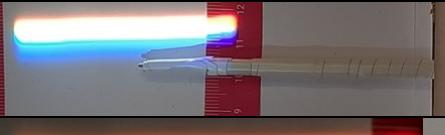
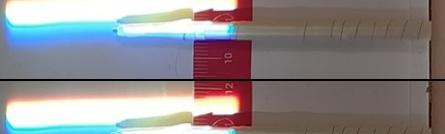
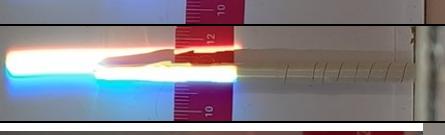
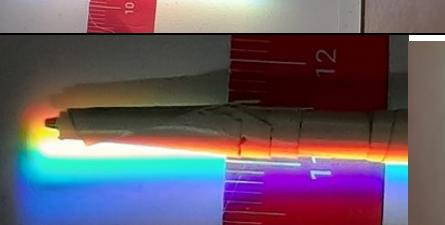
Svaku promjenu temperature sam slikala tako da se vidi položaj vrha štapnog termometra i temperatura. Očitanja temperature s detaljima spektra za pokuse br 1 i 2 su prikazani na slikama 12 i 13. Redoslijed očitanja temperature za pokus 3 prikazan je na slici 14, a uvećani spektar s očitanjima temperature na slici 15.

Primijetila sam slijedeće:

- temperatura je najniža u tamnom dijelu ispred ljubičaste boje,
- u vidljivom dijelu spektra temperatura je stalno rasla prema „topljam“ bojama,
- najveća temperatura je uočena odmah do crvene boje van vidljivog spektra unutar 1 mm širine,
- u pokusu br.2 temperatura na kraju crvene boje i odmah do nje van vidljivog spektra je bila ista,
- udaljavanjem od uskog dijela van vidljivog spektra uz crvenu boju temperatura počinje padati.

Zbog najveće temperature odmah do crvene boje van vidljivog spektra zaključila sam da tome može biti uzrok nevidljivo zračenje koje je otkrio William Herschel. Zračenje na tom mjestu odgovara infracrvenom zračenju.

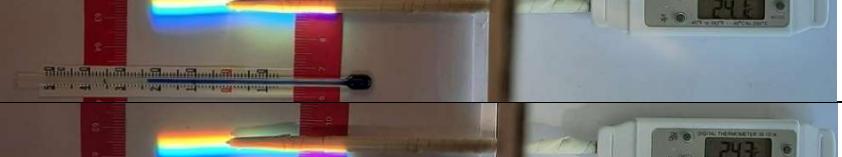
Očekivala sam da će područje infracrvenog zračenja biti šire i da će promjena temperature biti veća. Očekivanja se nisu ostvarila, vjerojatno jer je zbog malih dimenzija prizme vidljivi spektar bio mali, svega oko 14 mm. Zbog toga nisam ni koristila obični alkoholni termometar, jer je posudica s tekućinom velika. Upotrebom veće prizme i preciznijeg termometra rezultati bi bili točniji.

Van vidljivog spektra ljubičaste		
Ljubičasta		
Ljubičasta (detalj)		
Plava		
Zelena		
Zelena		
Žuta		
Žuta (detalj)		
Narančasta		
Crvena		
Crvena (detalj)		
Do crvene van vidljivog spektra		
Do crvene van vidljivog spektra (detalj)		
Van vidljivog spektra		

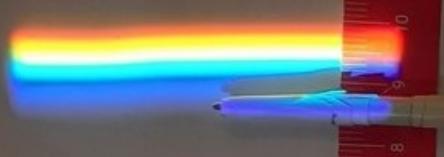
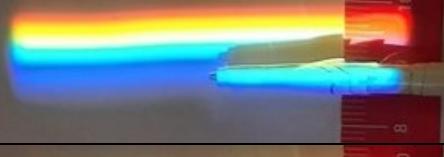
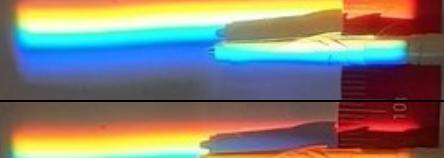
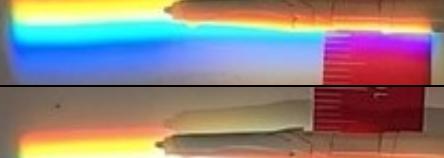
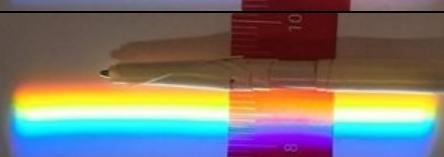
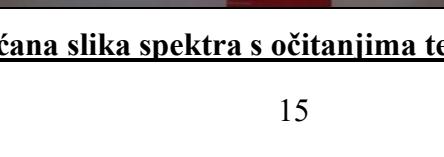
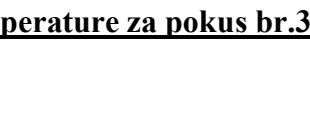
Slika 12 – Redoslijed očitanja temperature i detalji za pokus br.1

Van vidljivog spektra ljubičaste		
Ljubičasta		
Plava		
Plava (detalj)		
Zelena		
Zelena (detalj)		
Žuta		
Žuta (detalj)		
Narančasta		
Crvena		
Crvena (detalj)		
Do crvene van vidljivog spektra		
Do crvene van vidljivog spektra (detalj)		
Van vidljivog spektra		

Slika 13 – Redoslijed očitanja temperature i detalji za pokus br.2

Van vidljivog spektra ljubičaste	
Ljubičasta	
Plava	
Zelena	
Žuta	
Žuta	
Narančasta	
Crvena	
Crvena	
Do crvene van vidljivog spektra	
Van vidljivog spektra	
Van vidljivog spektra	

Slika 14 – Redoslijed očitanja temperature za pokus br.3

Van vidljivog spektra ljubičaste		
Ljubičasta		
Plava		
Zelena		
Žuta		
Žuta		
Narančasta		
Crvena		
Crvena		
Do crvene van vidljivog spektra		
Van vidljivog spektra		
Van vidljivog spektra		

Slika 15 – Uvećana slika spektra s očitanjima temperature za pokus br.3

3. ZAKLJUČAK

Cilj rada je bio upoznavanje s ultraljubičastim i infracrvenim zračenjem Sunčeve svjetlosti. Istraživanje je bilo zanimljivo i uglavnom sam uspjela dokazati postojanje nevidljivog ultraljubičastog i infracrvenog zračenja. Dio perlica u neosvijetljenom području do ljubičastog dijela spektra je promijenio boju u ljubičastu što je dokaz ultraljubičastog zračenja.

Temperatura je rasla i u neosvijetljenom dijelu do crvenog dijela spektra što je svojstvo infracrvenog zračenja

Tijekom pokusa je bilo vrlo bitno ne gledati direktno u Sunce.

Naučila sam da za pripremu znanstvenih pokusa najprije treba proučiti literaturu. Uvjeti pokusa se moraju kontrolirati kako bi pokusi bili ponovljivi na isti način.

Iz literature sam saznala da ultraljubičasto zračenje ima i dobre i loše strane i da treba pratiti upute kako nam ne bi naštetilo, a infracrveno zračenje ima razne primjene u tehnici. Najzanimljivije mi je bilo saznati kako se ultraljubičasto i infracrveno zračenje koristi u astronomiji, npr. za traženje najvrucih zvijezda u području ultraljubičastog zračenja i za korištenje infracrvenih teleskopa koji mogu vidjeti svemirske objekte kroz oblake plina i prašine [6], [7], [8].

4. ZAHVALA

Zahvaljujem se mentoru prof. Tomislavu Tafri te komentorima astronomu-animatoru g. Zoranu Knezu i mag. phys. Tamari Rom na pomoći i savjetima prilikom izrade praktičnog rada.

Hvala i mom bratu Luki što me upoznao s astronomijom koju sam zbog njega zavoljela.

5. LITERATURA

1. Roša, Valečić, Drvar, Hržina, Romštajn, Maričić, Bašić; Astronomija 1 web izdanje; Zvjezdarnica Zagreb – Zagrebački astronomski savez 2016.
2. Vladis Vujnović; Astronomija 2; Školska knjiga 2009.
3. Seeing the Invisible – Student Activity Booklet (https://pwg.gsfc.nasa.gov/istp/outreach/student_booklet.pdf)
4. <https://hr.wikipedia.org/wiki/Svjetlost>
5. https://edutorij.e-skole.hr/share/proxy/alfresco-noauth/edutorij/api/proxy-guest/a743968a-901e-4aa4-9117-d7d5dedac0d5/html/14444_Razlaganje_svjetlosti_na_boje.html
6. https://hr.wikipedia.org/wiki/Ultraljubicasto_zracenje
7. https://hr.wikipedia.org/wiki/Ultraljubicasta_astronomija
8. https://hr.wikipedia.org/wiki/Infracrveno_zracenje