

Svetloba je elektromagnetno valovanje

Namen vaje

Spoznavanje osnovnih značilnosti elektromagnetnih valovanj oziroma sevanj, položaja svetlobe znotraj spektra elektromagnetnih sevanj, in pomena popolnega odboja za prenos signalov po svetlobnih vlaknih.

Spekter frekvenc in naravi vidne svetlobe

Elektromagnetni val nastane, ko se spremeni pretok električno nabitih delcev. Celoten spekter elektromagnetnih valov sega od frekvenc, ki so skoraj enake 0Hz (počasne spremembe pretoka naelektrenih delcev, na primer gibanje magne), do najvišjih frekvenc 10^{20} Hz, ki jih sevajo oddaljene zvezde.

Tudi sam radijski spekter je razdeljen na pasove:

slovenski izraz	angleški izraz	pas frekvenc	medn. oznaka
zelo nizke frekvence	(Very Low Frequencies)	15kHz .. 30kHz	VLF
nizke frekvence	(Low Frequencies)	30kHz .. 300kHz	LF
srednje frekvence	(Medium Frequencies)	300kHz .. 3MHz	MF
visoke frekvence	(High Frequencies)	3MHz .. 30MHz	HF
zelo visoke frekvence	(Very High Frequencies)	30MHz .. 300MHz	VHF
ultra visoke frekvence	(Ultra High Frequencies)	300MHz .. 3GHz	UHF
super visoke frekvence	(Super High Frequencies)	3GHz .. 30GHz	SHF
ekstremno visoke frekvence	(Extra High Frequencies)	30GHz..300GHz	EHF

V delu spektra vidne svetlobe so barve določene s frekvencami.

V naslednjih poskusih smo zbrali nekaj dokazov za trditev, da je svetloba valovanje.

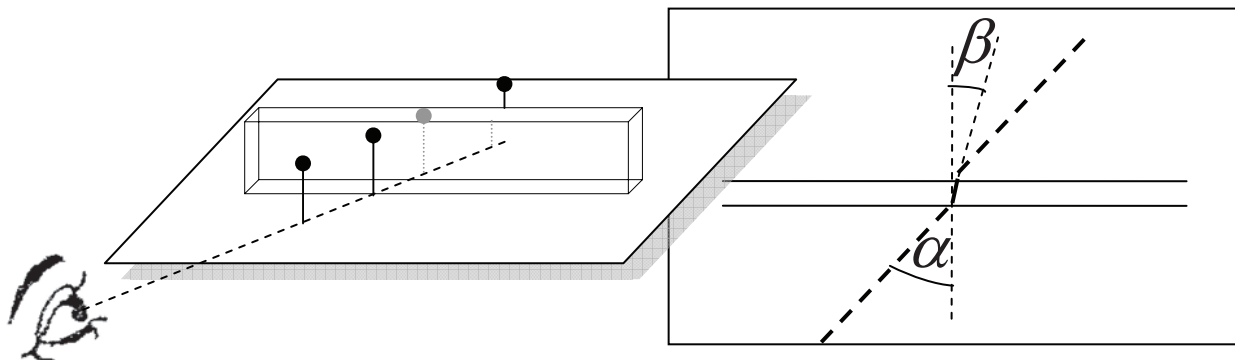
Poznamo pa tudi dokaz, da je svetloba curek delcev, ki jih imenujemo fotoni. Energija fotonov je sorazmerna frekvenci valovanja. Fotoni zadevajo elektrone na površju segrete kovine. Iz Einsteinove enačbe za fotoefekt sledi, da se energija fotonov porabi za premagovanje sil, ki vežejo elektron na kovino. Če je energija fotona večja, kot jo rabi elektron, da se odtrga od kovine, jo elektron zadrži kot kinetično energijo. Kinetična energija najhitrejših elektronov je sorazmerna frekvenci svetlobe.

A. Lom

Določili boste **lomni** količnik stekla n (angl. light refraction index), ki je za steklo definiran kot količnik med hitrostjo svetlobe v zraku c in hitrostjo v steklu v .

Na voljo imate kos okenskega stekla, škatlico bucik, list papirja na leseni plošči in risalni pribor. Kos stekla postavite na papir (glej sliko N.16.1). Zapičite dve buciki na isto stran kosa stekla: eno ob rob, eno tik ob steklu. Poglejte z druge strani skozi steklo in zapičite še dve buciki tako, da bo vsaka prekrivala sliko bucik, ki jo vidite skozi steklo.

Označite položaje bucik in stekla ter odstranite steklo. Narišite kot vpadnega žarka α in kot lomljenega žarka β .



Slika N.16.1: Določanje lomnega količnika okenskega stekla. Levo: poskus, desno: analiza dobljene slike na papirju.

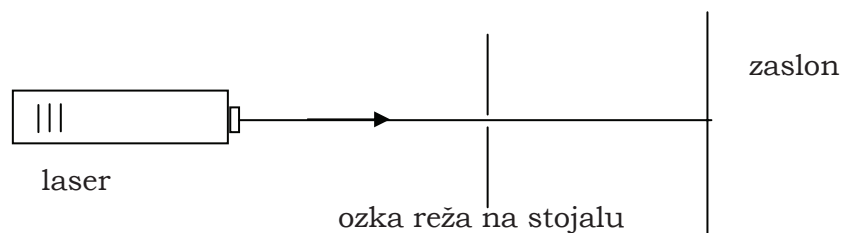
V pomoč pri določanju n uporabite Snellov zakon:

$$n_a \sin \alpha = n_b \sin \beta$$

Sredstvo a naj bo zrak in sredstvo b steklo. Imamo torej dva lomna količnika, od katerih n_a že poznamo. Lomni količnik zraka namreč predstavlja razmerje hitrosti v vakuumu in v zraku, ki je približno enako 1. Sinuse kotov določite s pomočjo trigonometričnih funkcij.

Za analizo svetlobe je pomemben tudi **razklon** (angl. dispersion). Žarek bele svetlobe pada na poševno stekleno prizmo. Ker imajo različne barve različne frekvence, valovanja različnih valovnih dolžin pa se širijo z različnimi hitrostmi. Različne hitrosti valovanj pomenijo različne lomne količnike, zato se jim tudi poti različno lomijo. Tako se žarek bele svetlobe razdeli na barvne pramene. Najbolj se spremeni pot vijoličastemu žarku, najmanj pa rdečemu.

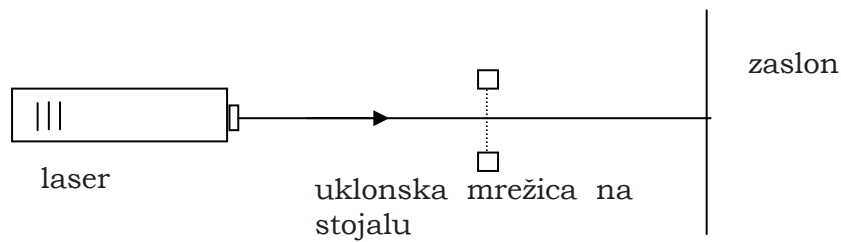
B. Uklon in interferenca svetlobe



Slika N.16.2: Poskus z **uklonom** (angl. diffraction) svetlobe na ozki reži
Pri skici upoštevajte, da je na sliki poskusa reža pravokotna na ravnino lista.



Kaj se zgodi s piko laserskega žarka na zaslonu, če režo tako zožimo, da je tik pred zaprtjem?

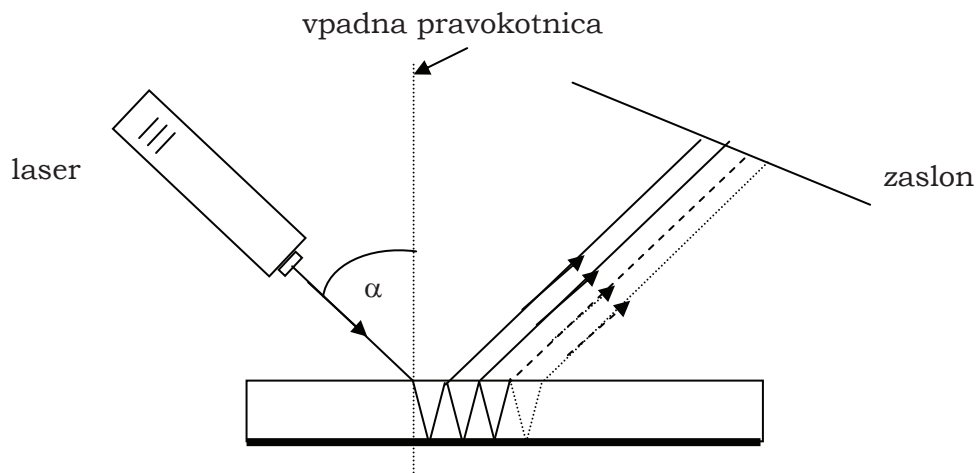


Slika N.16.3: Poskus z interferenco svetlobe na uklonski mrežici

Tanke resice uklonske mrežice so podobno kot za ozko režo narisane pravokotno na list. Skicirajte sliko na zaslonu. Je možna primerjava slike uklona in interference, če si zamislimo, da med dvema resicama nastopa uklon – podoben kot na eni sami reži?

Izraz **interferenca** svetlobe pomeni sestavljeno valovanje. Zakaj sestavljeno? Laserski žarek se razdeli med več vrzeli med resicami in se skozi njimi uklanja. Na strani zaslona se uklonjeni valovi delnih žarkov med seboj sestavijo (sestavijo se vektorji E in H v vsaki točki). Oblikujejo se ojačitve v drugih točkah pa oslabitve, kar opazimo tudi na zaslonu.

C. Odboj svetlobe

Slika N.16.4: Poskus z **odbojem** svetlobe na ravnem zrcalu

Laserski žarek usmerite pod ostrim kotom na ravno zrcalo. Opazujte sled odbitega žarka na zaslonu. Kaj ste opazili?

Pojasnite, kaj prikazuje slika N.16.4!

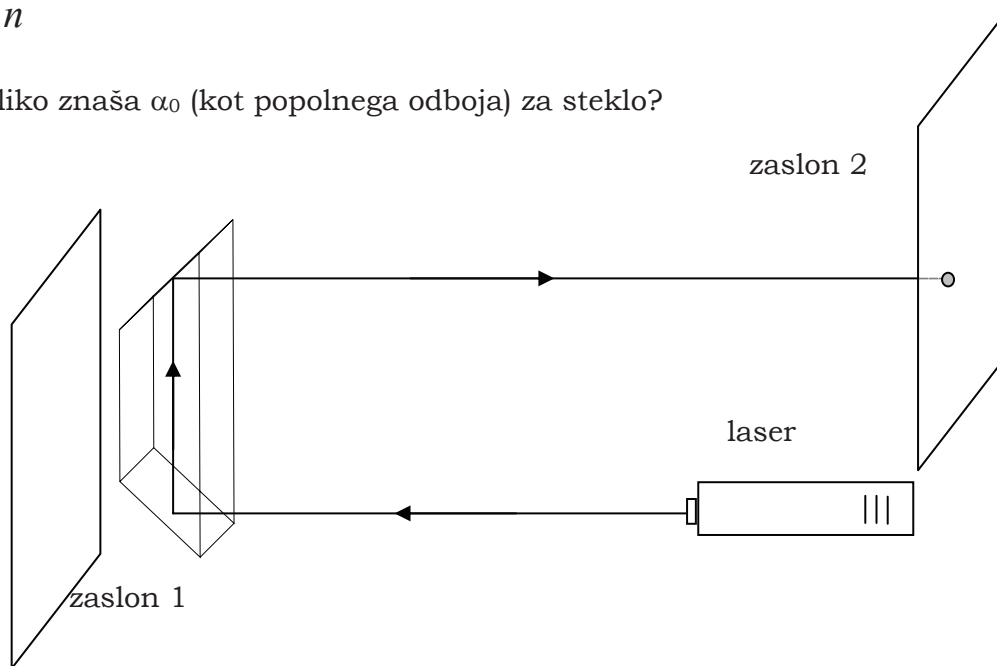
Č. Popoln odboj svetlobe

Če želimo, da se v prozorni snovi ves žarek odbije od prozornih sten, mora nanje padati pod kotom, ki je enak vsaj α_0 . Popoln odboj nastane tedaj, ko se lomljeni žarek lomi vsaj 90° od vpadne pravokotnice in $\sin \beta$ (glej Snellov zakon) postane enak 1, n_b pa je enak 1, saj predstavlja lomni količnik zraka.

$$\sin \alpha_0 = \frac{1}{n} \quad \text{pri čemer } n \text{ pomeni lomni količnik prozorne snovi}$$



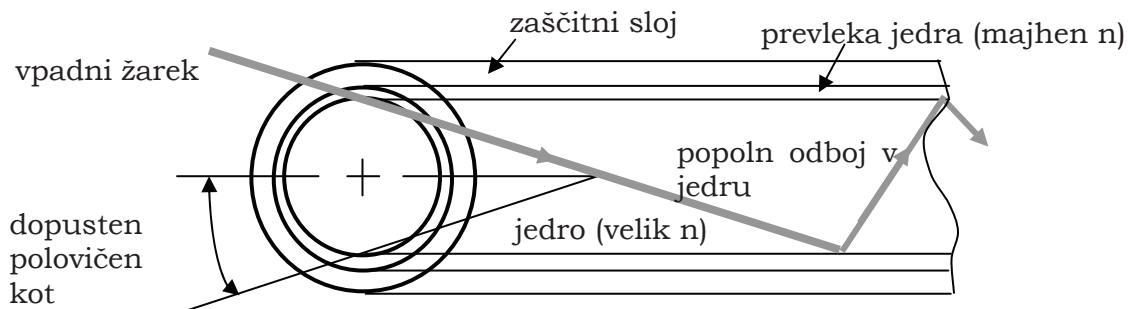
Koliko znaša α_0 (kot popolnega odboja) za steklo?



Slika N.16.5: S prisekano stekleno prizmo smo dosegli popoln odboj svetlobe



Zakaj v svetlobnem vlaknu prihaja do popolnega odboja?



Slika N.16.6: Sestava vlakna in pot žarka v svetlobnem vlaknu



Kakšne so posledice popolnega odboja?