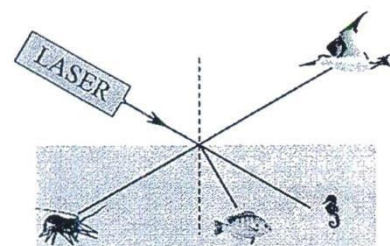


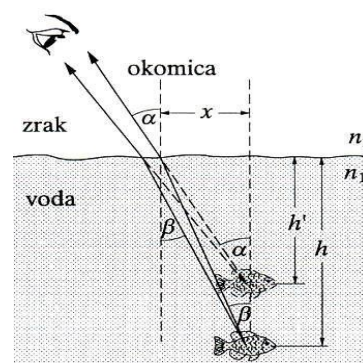
PITANJA IZ GEOMETRIJSKE I VALNE OPTIKE

1. Kakva je veza između brzine svjetlosti i indeksa loma u nekom optičkom mediju?
2. Zbog čega je indeks loma $n > 1$ za sva sredstva?
3. Što se događa kada svjetlost dolazi na granicu s drugim sredstvom?
4. Što je lom svjetlosti i zbog čega nastaje. Kako glasi zakon loma svjetlosti?
5. Izvedite zakon loma svjetlosti.
6. Crtež prikazuje lasersku zraku koja upada na granicu zrak-voda. Koje od prikazanih životinja mogu biti osvijetljene laserskom zrakom?

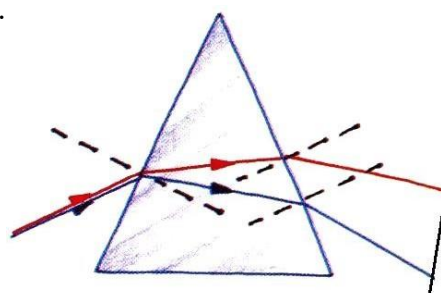


- a) ptica i riba
- b) ptica i morski konjić
- c) rak i morski konjić
- d) rak i riba

7. Što nastaje prilikom gibanja svjetlosti iz optički gušćeg u optički rjeđi medij a što prilikom gibanja svjetlosti iz optički rjeđeg u optički gušći medij? (Prikažite i grafički!)
8. Zašto nam se čini da su predmeti uronjeni u vodu pliće ($h' < h$) nego što zaista jesu? Obrazložite odgovor pomoću slike (desno)!

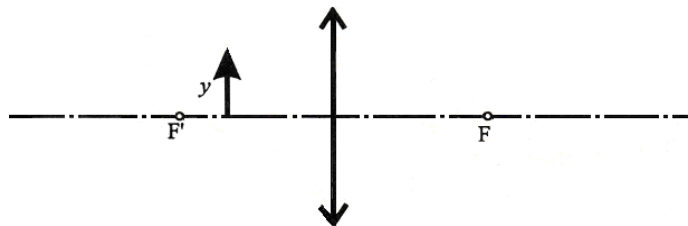


9. Koji je osnovni uvjet nastajanja totalne refleksije?
10. Što je totalna refleksija i o čemu ovisi granični kut totalne refleksije?
11. Kada nastaje totalna refleksija? Kako se izračunava granični kut totalne refleksije?
12. Što se postiže (prikažite grafički) totalnom refleksijom kod prizme?
13. Navedite i objasnite primjere primjene totalne refleksije. Opišite primjere pojava u prirodi nastalih totalnom refleksijom i primjenu načela totalne refleksije u suvremenoj tehnologiji.
14. Što je planparalelna ploča? Kako se lomi svjetlosna zraka pri prolasku kroz nju i kako se određuje pomak izlazne svjetlosne zrake?
15. Što je kut devijacije kod optičke prizme i od čega ovisi?
16. Kako se određuje (izvedite relaciju) kut devijacije pri nailasku svjetlosti na optičku prizmu?
17. Kako se može odrediti indeks loma optičke prizme?
18. Poredajte osnovne boje (na slici) u spektru Sunčeve svjetlosti.

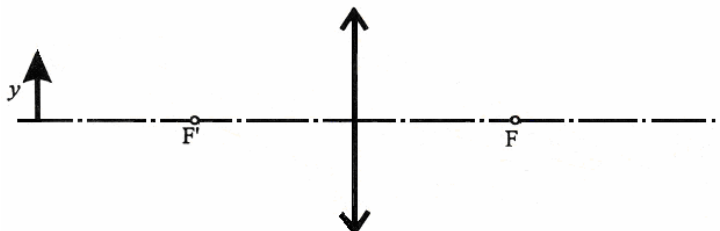


19. Brzina svjetlosti u nekom optičkom mediju ovisi o valnoj duljini svjetlosti. Kakve to ima posljedice za indeks loma?
20. Što je disperzija svjetlosti i kako se ona opaža pomoću prizme? Što je uzrok disperzije svjetlosti?
21. Kako nastaje duga? Objasnite razloge rasapa svjetlosti pri pojavi duge.
22. Što su leće? Po čemu se vrste leća razpoznaju na prvi pogled? Koje vrste leća poznajete?
23. Naočale imaju leće jakosti +5 dioptrija i -2 dioptrije. Kolika je žarišna daljina tih leća?
24. Objasnite ovisnost žarišne daljine leće od indeksa loma i polumjera zakrivljenosti površina leća.
25. Promijeni li se žarišna daljina leće ako je uronimo u vodu? Zašto? (Razjasnite!)
26. Kada je slika predmeta kod sabirnih leća realna a kada virtualna?
27. Kako glasi (napišite i objasnite relaciju) jednačina leće? Što znači pozitivan a što negativan predznak veličina u jednačini leće?
28. Što je linearno povećanje leće i od čega ovisi?
29. Okarakterizirajte tipične zrake (nacrtajte) pri konstrukciji slike koju daju sabirne leće.
30. Objasnite razliku između sabirnih i rastresnih leća.
31. Virtualnu sliku možemo vidjeti okom a zašto je ne možemo projicirati na zastoru?

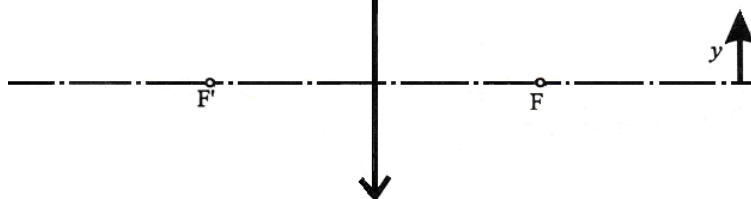
32. Grafički odrediti sliku predmeta koju daje leća na slici.



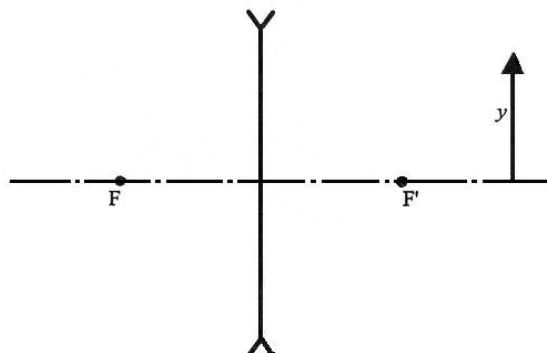
33. Grafički odrediti sliku predmeta koju daje leća na slici.



34. Grafički odrediti sliku predmeta koju daje leća na slici.

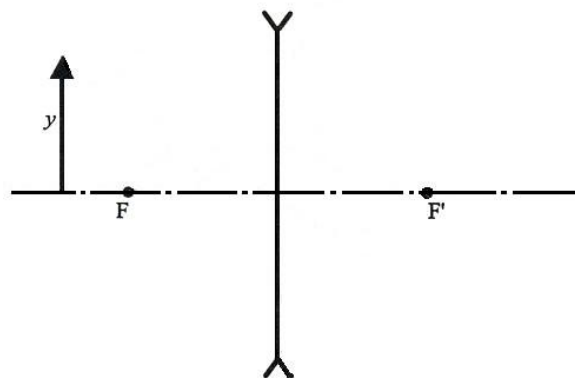


35. Okarakterizirajte tipične svjetlosne zrake (nacrtajte) pri konstrukciji slike koju daju divergentne leće.
36. Grafički odrediti sliku predmeta koju daje leća na slici.



37. Kakve su slike predmeta (nacrtajte) kod divergentnih leća. Zašto?

38. Grafički odrediti sliku predmeta koju daje leća na slici.



39. Na koji način mijenjamo jakost leće u oku?

40. U čemu se sastoji kratkovidnost i dalekovidnost. Kako se ovi nedostaci otklanjaju?

41. Usporedimo normalno, dalekovidno i kratkovidno oko. Na koji se način ispravlja dalekovidnost a na koji način kratkovidnost?

42. Grafički prikažite formiranje slike koju daje lupa.

43. Kada kažemo da je slika koju daje neki optički uređaj realna a kada da je virtualna?

44. Koje dijelove ima mikroskop i koja je njihova uloga? Grafički prikažite formiranje slike koju daje mikroskop.

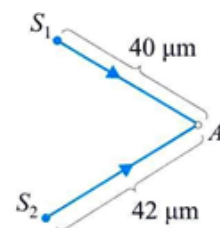
45. Za neki mikroskop može se birati jedan od tri okulara čija su povećanja 5, 10 i 15 puta i jedan od tri objektivna čija su povećanja 10, 20 i 40 puta. Koja su sve ukupna povećanja toga mikroskopa moguća?

46. Što proučava valna optika?

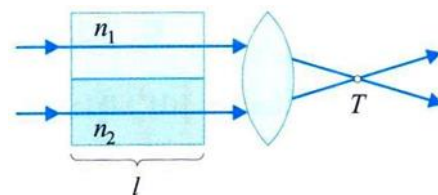
47. Što je interferencija i kada se može opaziti kod svjetlosti?

48. Na slici S_1 i S_2 su izvori koherentne svjetlosti valne duljine 400nm . Kakva je osvijetljenost točke A ? (Objasnite odgovor!)

- a) maksimalna
- b) minimalna
- c) nešto između maksimalne i minimalne
- d) ne može se odrediti iz zadatka



49. Dva svjetlosna vala valnih duljina λ i početno jednakih faza, prolaze kroz dva različita medija indeksa loma n_1 i n_2 . Na jednakoj duljini l u medij indeksa loma n_1 stane 7,5 valnih duljina a u medij indeksa loma n_2 stane 5,5 valnih duljina svjetlosti. Koji medij ima veći indeks loma? Kakva je interferencijska slika u točki T ?



50. Opišite Youngov pokus.

51. Nacrtajte shematski Youngov pokus i objasnite kako se pomoću njega može izmjeriti valna duljina upotrijebljene svjetlosti.

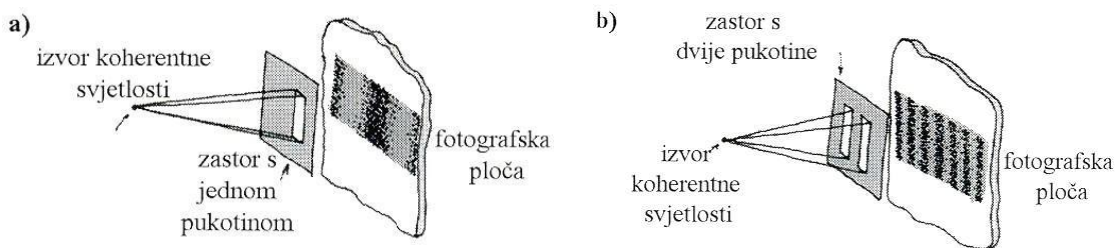
52. Kakav je razmak između interferencijskih pruga i kako se određuje za monokromatsku svjetlost?

53. Napišite i objasnite izraz kojim se određuju udaljenosti svijetlih i tamnih pruga interferencije od centralne (nulte) pruge interferencije.

54. Objasnite interferencijsku sliku nastalu Youngovim uređajem ako je upotrijebljena polikromatska svjetlost.

55. Objasnite pojavu difrakcije (ogiba) svjetlosti. Objasnite ogib na pukotini.

56. Raspravite i usporedite ponašanja svjetlosnih valova prikazana na slikama a) i b).

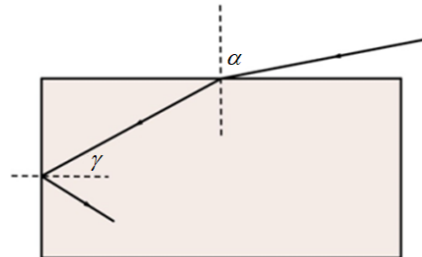


57. Što je ogib i kada se može opaziti kod svjetlosti? Opišite što se dobije ogibom na jednoj pukotini.
58. Što je optička rešetka? Koje su odlike optičke (difrakcijske) rešetke?
59. Kako interferencija ogibne svjetlosti ovisi o kutu kojim se svjetlost širi nakon prolaska kroz rešetku?
60. Kako pomoću optičke rešetke (izvedite i objasnite relaciju) određujemo valnu duljinu svjetlosti?
61. Što se dobije na zaklonu kad na optičku rešetku padne snop bijele svjetlosti?
62. Kakve su boje najrazmaknutije svijetle pruge u interferencijskoj slici nakon ogiba polikromatske svjetlosti na rešetki? (Razjasnite!)
63. Koja su obilježja nepolariziranoga svjetlosnog vala. Što je polarizacija svjetlosti?
64. Objasnite kako dolazi do polarizacije svjetlosti? Navedite i objasnite primjenu polarizacije.
65. Objasnite polarizaciju svjetlosti pri odbijanju?
66. Izvedite Brewsterov zakon.
67. Kakav efekt će nastati kada se svjetlost promatra kroz polarizator i analizator ako se pritom analizator obrće?

RAZLIČITI ZADACI ZA VJEŽBU

68. Koliki je apsolutni indeks loma vode ako je brzina svjetlosti u vodi jednaka $3/4$ brzine svjetlosti u vakuumu?
69. Indeks loma u nekoj vrsti stakla je $n = 1,5$. Kolika je brzina svjetlosti u tom staklu?
70. Indeks loma vode za svjetlost valne duljine $\lambda = 589\text{nm}$ iznosi $n = 1,333$. Izračunajte brzinu prostiranja svjetlosti u vodi.
71. Naći odnos debljine sloja vode ($n_v = 1,33$) prema debljini sloja mineralnog ulja ($n_u = 1,47$) ako je minimalno vrijeme potrebno da svjetlost prođe sloj jednako za oba sloja.
72. Kolika je brzina svjetlosnog vala u staklu ako je njegova valna duljina 500nm (u vakuumu). Indeks loma na toj valnoj duljini je $1,5$. Kolika je valna duljina ovog vala u staklu?
73. Ronilac pod vodom gleda prema površini mora i vidi Sunce pod kutom 30° prema okomici. Pod kojim kutom prema okomici na morsku površinu vidi Sunce drugi opažatelj koji se nalazi u čamcu? Indeks loma za vodu je $n_v = 1,33$ a za zrak $n_z = 1$.
74. Svjetlosna zraka iz zraka prelazi u staklo indeksa loma $n = 1,5$. Izračunajte kut loma ako je upadni kut: 10° , 15° ili 25° .

75. Jedna vrsta stakla ima za crvenu svjetlost indeks loma 1,595 a za ljubičastu indeks loma iznosi 1,625. Zraka bijele svjetlosti (u kojoj su obje boje) prostire se kroz staklo i dolazi na granicu sa zrakom pod kutom 35° . Izračunati koliki međusobni kut (u zraku) će činiti zrake crvene i ljubičaste svjetlosti.
76. Svjetlost pada na graničnu površinu vode i stakla pod kutom 30° prema površini stakla. Odredite kut loma u staklu ako je indeks loma vode $n_v = 1,33$ a stakla $n_s = 1,5$.
77. Svjetlosna zraka upada iz zraka na granicu s nekom prozirnom tekućinom. Upadni je kut $\alpha = 40^\circ$ a kut loma je $\beta = 26^\circ$. Koliki je indeks loma te tekućine i brzina svjetlosti u istoj?
78. Na dnu mora stoji vertikalni štap duljine $h = 1m$ koji je pokriven vodom. Kolika je duljina njegove sjene ako zrake Sunca padaju na površinu vode pod kutom 60° . ($n = 1,33$)
79. U vodoravno morsko dno usađen je stup dug $4m$. Dio stupa dug $1m$ viri iznad morske površine. Izračunajte duljinu sjene stupa na morskom dnu ako sunčane zrake upadaju na površinu mora pod kutom 45° . Za indeks loma morske vode uzmite 1,33.
80. Zraka svjetlosti koja upada pod kutom 45° na ravninu stakla, djelomično se lomi a djelomično se reflektira. Kut između lomljene i reflektirane zrake je 107° . Odrediti indeks loma stakla.
81. Snop svjetlosti iz zraka pada na staklenu pločicu indeksa loma 1,52. Snop se djelimično reflektira i djelimično lomi. Odredite kut upada ako je kut refleksije dvostruko veći od kuta loma.
- a) $38^\circ 27'$ b) 81° c) 45° d) $14^\circ 30'$ e) $61^\circ 16'$
82. Na površinu tekućine pada zraka svjetlosti pod kutom $\alpha = 45^\circ$ prema okomici. Prilikom loma zraka skrene od prvobitnog pravca za $\delta = 13^\circ$ ka okomici. Izračunati granični kut totalne refleksije za tu tekućinu i brzinu prostiranja svjetlosti u njoj.
83. Pri prijelazu svjetlosti iz stakla u vodu izmjerili smo da granični kut za totalnu refleksiju iznosi $\alpha_g = 55^\circ$. Odredite indeks loma stakla n_1 ako je indeks loma vode $n_2 = 1,33$.
84. Svjetlosna zraka u staklu pada na granicu s vodom. Koliki je u tom slučaju granični kut za totalnu refleksiju? Indeks loma stakla je $n_1 = 1,52$ a vode $n_2 = 1,33$.
85. U središtu staklene kocke nalazi se točkasti izvor svjetlosti. Koliki je indeks loma stakla ako dio površine stranice kocke koji je osvijetljen iznosi 60% površine stranice kocke?
86. Stakleni kvadar nalazi se na stolu. Snop svjetlosti iz laserskoga pokazivača upada na gornju površinu kvadra pod kutom od $\alpha = 70^\circ$. Zraka svjetlosti prolazi kroz kvadar i na okomitu stranu upada pod graničnim kutom totalne refleksije. Koliko iznosi indeks loma stakla od kojega je kvadar načinjen?



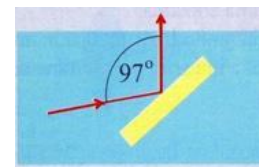
87. Iznad staklene planparalelne ploče (indeksa loma $n_1 = 3/2$) nalazi se voda (indeksa loma $n_2 = 4/3$) a ispod nje je zrakoprazni prostor. Pod kojim graničnim kutom mora upadati zraka iz planparalelne ploče u vodu da bi došlo do totalne refleksije? (Izračunajte i zaokružite odgovor!)
- a) $41,8^\circ$ b) $48,6^\circ$ c) $36,8^\circ$ d) $55,4^\circ$ e) $62,7^\circ$

88. Zraka svjetlosti pada pod kutom $74^\circ 40'$ na staklenu ploču ($n = 1,5$). Kolika je debljina ploče ako se zraka svjetlosti pri izlazu pomakne za $7,5mm$?

106. Gdje treba smjestiti predmet ako se pomoću konvergentne leće žarišne daljine $f = 3m$ želi dobiti triput povećana virtualna slika?
107. Leća žarišne daljine $f = 5cm$ služi kao povećalo i daje virtualnu sliku na udaljenosti $25cm$ od oka. Koliko je linearno povećanje?
108. Predmet stoji okomito na optičku os na udaljenosti $40cm$ ispred divergentne leće, žarišne daljine $1m$. Konstruirajte sliku i izračunajte udaljenost slike od leće.
109. Predmet se nalazi na udaljenosti $15cm$ od divergentne leće. Gdje se nalazi slika predmeta ako je žarište od leće udaljeno $10cm$? Koliko je povećanje? Kakva je slika?
110. Ispred bikonkavne leće, žarišne udaljenosti $20cm$, nalazi se predmet veličine $4cm$ na udaljenosti $60cm$. Odredite položaj slike predmeta koju vidite kroz leću, linearno povećanje, veličinu slike i jakost leće te opišite obilježje slike.
111. Na koju udaljenost od divergentne leće žarišne daljine $10cm$ treba postaviti predmet da bi se dobila dvostruko manja slika?
112. Divergentna leća stvara sliku, triput manju od predmeta, udaljena $24cm$ od leće. Kolika je žarišna daljina leće?
113. Predmet veličine $2cm$ nalazi se u žarištu tanke divergentne leće jakosti $-4m^{-1}$. Gdje se nalazi slika tog predmeta i kolika je njezina veličina?
114. Dvije konvergentne leće imaju žarišne daljine od $10cm$ i $5cm$. Na kojoj međusobnoj udaljenosti (nacrtajte) trebaju biti leće da paralelni snop svjetlosti koji upada na prvu leću izlazi kao paralelni snop iz druge leće?
 a) $15cm$ b) $5cm$ c) $10cm$ d) $25cm$
115. Paralelan snop zraka svjetlosti pada na konvergentnu leću žarišne daljine $40cm$. Na koju udaljenost od te leće treba staviti divergentnu leću žarišne daljine $15cm$ da bi snop nakon prolaska kroz obje leće ostao paralelan? (Izračunajte i zaokružite odgovor!)
 a) $0,25m$ b) $0,4m$ c) $0,15m$ d) $0,30m$ e) $0,55m$
116. Kratkovidna osoba ne može oštro vidjeti predmete koji su od oka udaljeni više od $80cm$. Koliku jakost mora imati leća koja će osobi omogućiti da udaljene predmete vide oštro?
117. Kolika je potrebna jakost leće ako kratkovidno oko ne može čitati ako je knjiga na udaljenosti većoj od $10cm$?
 a) $-5m^{-1}$ b) $-6m^{-1}$ c) $-7m^{-1}$ d) $-8m^{-1}$ e) $-10m^{-1}$
118. Dalekovidna osoba ne vidi jasno predmete od oka udaljene manje od $75cm$. Koju jakost moraju imati leće pomoću kojih će ona moći jasno vidjeti na udaljenosti od $25cm$?
119. Kolika je potrebna jakost leće ako dalekovidno oko ne može čitati na udaljenosti manjoj od $50cm$?
 a) $+1m^{-1}$ b) $+2m^{-1}$ c) $+3m^{-1}$ d) $+4m^{-1}$ e) $+5m^{-1}$
120. Koliki je omjer udaljenosti (na zastoru Youngovog uređaja) prve crvene i prve ljubičaste pruge od centralnog maksimuma?
121. Međusobna je udaljenost dviju pukotina u Youngovu pokusu $d = 0,02cm$, udaljenost zastora od pukotina $a = 100cm$ a razmak između dvije susjedne svijetle ili tamne pruge $\Delta s = 0,29cm$. Izračunajte valnu duljinu upotrijebljene svjetlosti.

122. Paralelni snop svjetlosti helijum-neonskog lasera ($\lambda = 0,633\mu\text{m}$) pada okomito na dvije uske pukotine čiji je međusobni razmak $d = 0,25\text{mm}$. Izračunati razmak svijetlih interferencijskih pruga trećeg reda koje se formiraju na ekranu (zastoru) koji se nalazi na udaljenosti $a = 3\text{m}$ od pukotina.
123. Svjetlost valne duljine $\lambda = 500\text{nm}$ dolazi na prepreku s dvije pukotine međusobnog razmaka $d = 1,5\text{mm}$. Na koju udaljenost od prepreke moramo postaviti zastor da bi razmak između druge tamne pruge i središnje svijetle pruge bio $s_2 = 0,8\text{mm}$?
124. Kolika je valna duljina crvene svjetlosti koja interferencijom u Youngovom pokusu na zastoru udaljenom 3m daje svijetle pruge prvog reda, međusobno udaljene 8mm , ako su pukotine razmaknute $0,5\text{mm}$?
125. Snop svjetlosti valne duljine 560nm pada okomito na prepreku s dvije pukotine među kojima je razmak $0,03\text{mm}$. Na udaljenosti $1,2\text{m}$ iza prepreke s pukotinama postavljen je zastor i na njemu se dobije interferencijska slika. Kolika je udaljenost druge svijetle pruge od središnje (nulte) svijetle pruge? Kolika je udaljenost između susjednih svijetlih pruga?
126. U Youngovom pokusu, točka u kojoj je formiran treći interferencijski maksimum, udaljena je od bližeg svjetlosnog izvora $r_1 = 1500\lambda$. Kolika je udaljenost r_2 od daljeg izvora?
127. Infracrveno zračenje valne duljine $2\mu\text{m}$ nailazi na pregradu s dvjema pukotinama međusobnoga razmaka 1mm . Maksimumi interferencije detektiraju se na udaljenosti 1m od pregrade. Koliki je razmak između susjednih maksimuma interferencije? (Izračunajte i zaokružite odgovor!)
- a) 1m b) 2mm c) 3mm d) 4mm
128. Koji je razmak između dviju pukotina kroz koje prolazi žuta svjetlost valne duljine 580nm koja interferencijom, na zastoru udaljenom 5m , stvara svijetle pruge drugog reda koje su međusobno udaljene 2cm ?
129. Svjetlost valne duljine $\lambda = 630\text{nm}$ pada na prepreku s dvije pukotine i nastaje interferencijska slika na kojoj je razmak među svijetlim prugama $\Delta s = 8,3\text{mm}$. Drugi svjetlosni snop pada na iste pukotine i stvara interferencijsku sliku na kojoj je razmak među svijetlim prugama $\Delta s' = 7,6\text{mm}$. Kolika je valna duljina tog drugog svjetlosnog snopa?
130. Monokromatski svjetlosni val okomito upada na dvije pukotine koje su razmaknute $0,048\text{mm}$. Na zastoru koji je paralelan s ravninom pukotina i udaljen od njih 5m , opažaju se dvije uzastopne pruge koje se nalaze blizu središta inteferencijske slike. Udaljenost između pruga je $6,5\text{cm}$. Kolika je valna duljina i frekvencija svjetlosnog vala?
131. U Youngovu pokusu interferencijski maksimumi drugog reda nalaze se međusobno pod kutom od $0,08^\circ$. Razmak između otvora na prepenci je 2mm . Odredite valnu duljinu svjetlosti.
132. Na pukotinu širine $0,05\text{mm}$ okomito upada monokromatska svjetlost valne duljine 600nm . Odrediti kut između upadnog svjetla i četvrte tamne difrakcijske pruge.
133. Monokromatska svjetlost upada okomito na pukotinu široku $0,1\text{mm}$. Na zastoru udaljenom 1m od pukotine vide se ogibne pruge. Udaljenost treće tamne pruge od središnje svijetle iznosi $1,8\text{cm}$. Kolika je valna duljina svjetlosti kojom je pukotina obasjana?
134. Na zastoru (ekranu) promatramo difrakcijski spektar trećeg reda nastao propuštanjem bijele svjetlosti na optičkoj rešetki sa 250 zareza na 1mm duljine. Izračunajte kut koji pri tome tvore zrake bijele svjetlosti koja pada na rešetku ako se zna da su granice vidljive oblasti spektra $\lambda_j = 380\text{nm}$ i $\lambda_c = 760\text{nm}$.
135. Pri motrenju spektra bijele svjetlosti kroz optičku rešetku sa 100 pukotina/ mm izmjerimo na zastoru udaljenom 1m odklon zelene pruge prvog reda za 5cm . Kolika je valna duljina zelene svjetlosti u spektru?

136. Crvena svjetlost ogiba se na optičkoj rešetki pod kutom 30° u spektru drugog reda. Koliki je kut ogiba u spektru trećeg reda?
137. Monokromatska svjetlost iz helijum-neonova lasera ($\lambda = 632,8nm$) pada okomito na optičku rešetku koja ima 6000 pukotina po centimetru. Pod kojim će se kutom dobiti prva, druga i treća svijetla pruga?
138. Kolika je frekvencija svjetlosti koju optička rešetka, s 1000 zareza na $1cm$, otklanja u spektru drugog reda za $6^\circ 3'$?
139. Okomito na optičku rešetku konstante $10^{-5}m$ upada komponenta svjetlosti dviju valnih duljina: $444nm$ i $592nm$. Pod kojim će se najmanjim kutom ogiba pokriti (preklopiti) maksimumi obiju linija?
140. Optička rešetka ima 4000 zareza na $1cm$ duljine. Na rešetku upada okomito svjetlost valne duljine $589nm$.
- Koliki je najveći red spektra koji se može dobiti tom rešetkom?
 - Koliki kut pripada najvećem redu spektra?
141. Pri okomitom upadu svjetlosti na optičku rešetku svijetla pruga drugog reda otklonila se za kut 15° . Izračunajte koliko se svijetlih pruga može opaziti pomoću te rešetke i koliki je maksimalni kut ogiba.
142. Zraka nepolarizirane svjetlosti pada na staklenu pločicu koja se nalazi u vodi ($n_1 = 1,33$). Koliki je indeks loma n_2 stakla te pločice ako je kut loma $\beta = 40^\circ$ a reflektirana zraka je linearno (totalno) polarizirana?
143. Kolika je visina Sunca nad horizontom (kut prema horizontu) kada je Sunčeva svjetlost, reflektirana od mirne površine vode, potpuno polarizirana? Indeks loma vode je 1,33.
144. Na staklenu ploču uronjenu u tekućinu upada svjetlosna zraka i od ploče se odbija kako prikazuje slika. Odbijena zraka je potpuno polarizirana i izlazi iz tekućine okomito na njezinu površinu. Koliki je indeks loma tekućine ako je indeks loma staklene ploče 1,5?



145. Zrake svjetlosti se reflektiraju na dnu staklene ($n_s = 1,5$) posude. Odredite kut totalne polarizacije ako je:
- posuda prazna ($n_z = 1$),
 - napunjena benzolom ($n_b = 1,51$).

Odabrao i kompilirao: A. Brodlić, prof.