

14-Amaliy mashg'ulot

Mavzu: To'lqin optikasi.

Asosiy tenglamalar va formulalar.

Yorug'likning to'lqin tabiat. Yorug'lik tezligi.

Yorug'likning vakuumdagi va muhitdagi to'lqin uzunligi:

$$\lambda_0 = \frac{C}{\nu} \quad \lambda = \frac{\vartheta}{\nu} = \frac{c}{n\nu}$$

Dopler effekti:

$$\nu' = \nu \cdot \sqrt{1 - \frac{\vartheta^2}{c^2}} \cdot \frac{1 + \frac{\vartheta}{c} \cos \Theta}{1 + \frac{\vartheta}{c}}$$

Manba kuzatuvchidan uzoqlashayotganda ($\theta=0$):

$$\nu' = \nu_0 \cdot \sqrt{1 - \frac{\vartheta}{c}}$$

Manba kuzatuvchiga yaqinlashayotganda ($\theta=\pi$):

$$\nu' = \nu_0 \cdot \sqrt{1 + \frac{\vartheta}{c}}$$

Kogarent nurlarning optik yo'llar farqi va fazalari farqi orasidagi bog'lanish:

$$\Delta l = \Delta \varphi \cdot \frac{\lambda}{2\pi}$$

Ikki kogarent yorug'lik nurining qo'shilishi

Natijaviy ampli tuda: $E_0^2 = E_{0_1}^2 + E_{0_2}^2 + 2E_{0_1}E_{0_2} \cos \Delta \varphi$

Natijaviy intensivlik: $I = I_1 + I_2 + 2\sqrt{I_1 I_2} \cos \Delta \varphi$

Maksimumlik sharti: $\begin{cases} \Delta l = 2k \cdot \frac{\lambda}{2} \\ \Delta \varphi = 2\pi k \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} E_0 = |E_{0_1} + E_{0_2}|^2 \\ I = (\sqrt{I_1} + \sqrt{I_2})^2 \end{cases}$

$$\text{Minimumlik sharti: } \begin{cases} \Delta l = (2k+1) \cdot \frac{\lambda}{2} \\ \Delta \varphi = \pi + 2\pi k \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} E_0 = |E_{0_1} - E_{0_2}|^2 \\ I = (\sqrt{I_1} - \sqrt{I_2}) \end{cases}$$

Nyuton halqalari:

Qaytgan yorug'lik uchun qorong'u (yoki o'tgan yorug'lik uchun qorong')

halqa radiusi: $r_k = \sqrt{k\lambda R}$

Qaytgan yorug'lik uchun yorug' (yoki o'tgan yorug'lik uchun qorong'u)

halqa radiusi: $r_k = \sqrt{\frac{2k+1}{2} \lambda R}$

Frenel zonalari sferik to'lqinlar uchun k-tartibli Frenel zonasasi:

$$\rho_k = \sqrt{\frac{ab}{a+b} k \lambda}$$

Yassi to'lqinlar uchun k-tartibli Frenel zonasasi:

$$\rho_k = \sqrt{bk\lambda}$$

Yorug'lik intensivligining maksimumlik sharti:

$$a \cdot \sin \varphi' = (2k+1) \frac{\lambda}{2}$$

$$k = 1, 2, 3, \dots$$

Yorug'lik intensivligining minimumlik sharti: $a \cdot \sin \varphi = \pm 2k \cdot \frac{\lambda}{2} = \pm k\lambda$

$$k = 1, 2, 3, \dots$$

Difraksion panjara davri:

$$\begin{cases} d = a + b \\ d = \frac{l}{N} \end{cases}$$

Ekranda kuzatilishi mumkin bo'lgan eng katta tartibli maksimum:

$$k_{\max} = \left[\frac{d}{\lambda} \right]$$

Ekranda kuzatilishi mumkin bo'lgan jami maksimumlar soni:

$$n = 2k_{\max} + 1 = 2 \left[\frac{d}{\lambda} \right] + 1$$

Difraksion panjaraning ajrata olish qobiliyati:

$$R = \frac{\lambda}{\Delta\lambda} = kN$$

Difraksion panjaraning burchak dispersiyasi:

$$D_\varphi = \frac{\delta\varphi}{\delta\lambda} = \frac{k}{d \cdot \cos\varphi}$$

Difraksion panjaraning chiziqli dispersiyasi:

$$D_l = \frac{\delta l}{\delta\lambda}$$

Yorug‘likning qutblanishi

Yorug‘lik dielektrikdan qaytganda qaytgan nurning to‘la qutblanish sharti (Bryuster qonuni): $\operatorname{tg}\alpha_B = n_{2,1}$

Tabiiy yorug‘lik dielektrikdan qaytganda Frenel formulalari o‘rinli bo‘ladi:

$$I_\perp = 0,5I_0 \left[\frac{\sin(\alpha - \beta)}{\sin(\alpha + \beta)} \right]^2, \quad I_\square = 0,5I_0 \left[\frac{\operatorname{tg}(\alpha - \beta)}{\operatorname{tg}(\alpha + \beta)} \right]^2$$

Polyarizator va analizatordan o‘tgan yorug‘lik intensivligi (Malyus qonuni):

$$I = I_0 \cos^2 \varphi$$

Qalinligi l bo‘lgan modda qatlamanidan o‘tgan yorug‘lik intensivligi (Buger qonuni):

$$I = I_0 e^{-kl}$$

Yorug‘likning eritmalarda yutilishi: $I = I_0 e^{-k_l Cl}$

Yorug‘lik intensivligining sochilish tufayli kamayishi: $I = I_0 e^{-k'l}$

Yutilish va sochilish bir vaqtda yuz berganda yorug‘lik intensivligining o‘zgarishi: $I = I_0 e^{-\mu l}$ bu yerda $\mu = k + k'$.

MASALALAR YECHISH BO‘YICHA USLUBIY TAVSIYALAR

1 – masala. Monoxromatik nurlanish manbai $v=0,8c$ tezlik bilan kuzatuvchidan uzoqlashmoqda. Kuzatuvchining spektral asbobi bu manbaning to‘lqin uzunligi 750 nm bo‘lgan nurlanishni qayd qildi. Manba nurlantirayotgan to‘lqin uzunligi qanday bo‘lgan?

Berilgan	Yechilishi
$v=0,8c$	Doppler effektiga asosan, yorug‘lik tezligiga yaqin tezlikda harakatlanayotgan manba nurlatayotgan yorug‘lik chastotasi kuzatuvchiga nisbatan quyidagi ifoda yordamida aniqlanadi:
$\lambda=750 \text{ nm}$	$v' = v \cdot \frac{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}{1 + \frac{v}{c} \cos \theta}$
$\lambda_0=?$	<p>Manba kuzatuvchidan uzoqlashayotganda ($\theta=0$):</p> $v' = v_0 \cdot \sqrt{\frac{1 - \frac{v}{c}}{1 + \frac{v}{c}}} \quad \text{hamda} \quad v = \frac{C}{\lambda} \text{ ekanligidan}$ $\lambda_0 = \lambda \cdot \sqrt{\frac{1 - \frac{v}{c}}{1 + \frac{v}{c}}} = 750 \cdot \sqrt{\frac{1 - \frac{0.8c}{c}}{1 + \frac{0.8c}{c}}} = 250 \text{ nm}$ <p>Demak, $\lambda_0=250 \text{ nm}$</p>

2 – masala. Agar monoxramatik yorug‘likning interferensiyalanuvchi ikkita to‘lqinlari orasidagi optik yo‘llar farqi $1,5 \lambda$ ga teng bo‘lsa, fazalar farqi nima teng bo‘ladi?

Berilgan	Yechilishi
----------	------------

$$\Delta d = 2,5 \lambda$$

$$\Delta\phi = ?$$

Monoxramatik yorug'likning interferensiyalanuvchi ikkita to'lqinlari orasidagi fazalar farqini topish formulasi quyidagicha:

$$\Delta\phi = \frac{2\pi}{\lambda} \cdot \Delta d \text{ ifoda yordamida aniqlaymiz.}$$

$$\text{Javob: } \Delta\phi = 3\pi$$

3 – masala. Sovun pufagiga ($n=1,33$) 30^0 burchak bilan oq yorug'lik tushmoqda. Pufak pardasi qanchalik yupqa bo'lganida qaytgan nurlar sariq rangga ($\lambda=600 \text{ nm}$) bo'yaladi?

Berilgan

$$n=1,33$$

$$\alpha=30^0$$

$$\lambda=600 \text{ nm}$$

Yechilishi

Havoda joylashgan yupqa yassi parallel plastinka yoki yupqa pardaning yuqori va quyisi sirtlaridan qaytgan nurlarning optik yo'llar farqi:

$$\Delta x = 2h\sqrt{n^2 - \sin^2\alpha} + \frac{\lambda}{2}$$

$$\Delta x = k\lambda$$

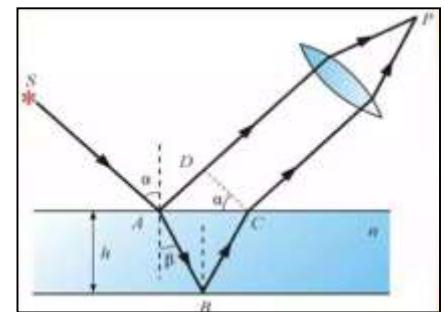
Yuqoridagi formulalardan foydalanib quyidagiga ega bo'lamiz:

$$h = \frac{\lambda}{4\sqrt{n^2 - \sin^2\alpha}}$$

Hisoblash:

$$h = \frac{0,6 \text{ mkm}}{4\sqrt{1,33^2 - \sin^2 30^0}} = 0,122 \text{ mkm.}$$

Javob: $h = 0,122 \text{ mkm.}$



4 – masala. Difraksion panjaraning 1 mm da 800 ta shtrixi bor. Panjaraga monoxramatik yorug'lik ($\lambda=500 \text{ nm}$) tik ravishda tushadi. Bu panjara qanday eng yuqori tartibli maksimumni beradi?

Berilgan	Yechilishi
$l=1\text{ mm}$	Difraksion panjara doimiysi quyidagi formula yordamida
$N=800$	topamiz: $d = \frac{l}{N}$
$\lambda=500\text{ nm}$	Ekranda kuzatilishi mumkin bo‘lgan eng katta tartibli maksimum:
$k_{\max}=?$	$k_{\max} = \left[\frac{d}{\lambda} \right]$ <p>Ifodalarni umumlashtirib kerakli ifodani hosil qilamiz:</p> $k_{\max} = \left[\frac{d}{\lambda} \right] = \left[\frac{l}{\lambda N} \right] = \left[\frac{10^{-3}\text{ m}}{5 \cdot 10^{-7} \cdot 800} \right] = [2,5] = 2$ <p>Javob: $k_{\max} = 2$</p>

5 – masala. Eni 4 cm bo‘lgan difraksion panjaraning doimiysi 4 μm . Bu panjaraning beshinchi tartibli spektrdagagi ajratish qobiliyatini aniqlang.

Berilgan	Yechilishi
$l=2,5\text{ cm}$	Dastlab, difraksion panjaradagi shtrixlar sonini topamiz,
$d= 50\text{ }\mu\text{m}$	$N=l/d=2,5\text{ cm}/ 50\text{ }\mu\text{m}=5000$ ta
$k=5$	Difraksion panjaraning ajrata olish qobiliyati: $R=kN$
$k_{\max}=?$	Javob: $R=25000$

TO‘LQIN OPTIKASI BO‘LIMIDAN MUSTAQIL YECHISH UCHUN MASALALAR

14.1. Agar yashil yorug‘lik ($\gamma=500$ nm) filtrini qizil yorug‘lik ($\gamma =650$ nm) filtriga almashtirilsa, Yung tajribasida ekrandagi qo‘shti interferension yo‘llar masofasi necha marta oshadi?

14.2. Tirqishga γ to‘lqin uzunlikdagi monoxromatik yorug‘likning parallel dastasi normal tushadi. Tirqish masofasi 6γ ga teng. Yorug‘likning uchinchi difraksion minimumi qanday burchak ostida kuzatiladi?

14.3. Vakuumda yorug‘likning to‘lqin uzunligi $5 \cdot 10^{-7}$ m bo‘lsa, uning tebranish chastotasini toping.

14.4. Agar olmosda chastotasi $2,73 \cdot 10^{14}$ Hz bo‘lgan yorug‘likning to‘lqin uzunligi 450 nm bo‘lsa, yorug‘likning olmosdagi tezligi qancha bo‘ladi ?

14.5. 2,25 mm uzunlikda chastotasi $4 \cdot 10^{14}$ Hz bo‘lgan qizil nurlanishning nechta to‘lqin uzunligi joylashadi?

14.6. Elektromagnit tebranishlar chastotasi vakuumda 1 MHz bo‘lsa, sindirish ko‘rsatkichi 2 ga teng bo‘lgan bir jinsli muhitda chastota qanday bo‘ladi?

14.7. Agar 480 nm to‘lqin uzunlikdagi yorug‘lik vakuumdan biror muhitga o‘tganda to‘lqin uzunligi 192 nm ga qisqarsa yorug‘likning shu muhitdagi tezligini toping.

14.8. Shishada tarqalayotgan elektromagnit to‘lqinning to‘lqin uzunligi 625 nm va chastotasi $3 \cdot 10^{14}$ Gs. Shishaning sindirish ko‘rsatgichini toping.

14.9. Yorug‘likning qandaydir shaffof muhitdagi tezligi $1,5 \cdot 10^8$ m/s bo‘lsa, shu muhitning dielektrik singdiruvchanligini aniqlang.

14.10. Chastotasi $5 \cdot 10^{14}$ Hz bo‘lgan yorug‘likning sindirish ko‘rsatkichi 1,5 bo‘lgan muhitdagi to‘lqin uzunligini aniqlang.

14.11. Vakuumda 1 m kesmaga monoxromatik nurlanish chastotasi $6 \cdot 10^{14}$ Hz bo‘lgan nechta to‘lqin uzunligi joylashadi?

14.12. Yorug‘lik tezligi 0,625 c ga teng bo‘lgan muhitning absolyut sindirish ko‘rsatkichini toping.

14.13. Shishada tarqalayotgan elektromagnit to‘lqinning chastotasi $3 \cdot 10^{14}$

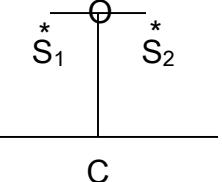
Hz, to'lqin uzunligi 625 nm. Shishaning sindirish ko'rsatkichini aniqlang.

14.14. Yorug'likning suvdagi tarqalish tezligi $2,26 \cdot 10^8$ m/s. Shishaning suvga nisbatan sindirish ko'rsatkichi 1,13 ga teng, shishaning absolyut sindirish ko'rsatkichini toping.

14.15. To'lqin uzunligi 0,5 μm bo'lgan 2 kogerent yorug'lik nuri bir nuqtada uchrashmoqda. Agar nurlarning optik yo'llar farqi 3 μm bo'lsa uchrashish nuqtasida interferensiyaning qanday sharti kuzatiladi ?

14.16. Ekrandan 2,5 m uzoqlikda joylashgan, orasidagi masofa 1 mm bo'lib ikkita kogerent manbalardan to'lqin uzunligi 0,55 μm bo'lgan monoxromatik nurlar chiqmoqda. Markaziy maksimumga nisbatan ikkinchi maksimum qanday masofada kuzatiladi?

14.17. Ikkita S_1 va S_2 kogerent manba monoxromatik yorug'lik nurlarini chiqarmoqdi. Agar ekrandagi ikki qo'shni maksimumlar orasidagi masofa 1,2 mm ga teng bo'lsa manbadan chiqayotgan yorug'likning to'lqin uzunligini aniqlang. OC=4 m va $S_1S_2 = 1$ mm ga teng.



14.18. Interferensiyanuvchi ikki to'lqinining yo'llar farqi $\lambda/8$ bo'lganda, to'lqinlarning fazalar farqi qanday bo'ladi?

14.19. Difraksiyalovchi panjaraning 1 mm masofasida 500 ta shtrix bo'lsa, ikkinchi tartibli difraksiya maksimumi 30° burchak ostida kuzatilayotgan yorug'likning to'lqin uzunligi qancha bo'ladi?

14.20. Doimiysi (davri) 2,2 mm bo'lgan difraksion panjaraga to'lqin uzunligi 0,5 mm bo'lgan yassi monoxromatik to'lqin normal tushmoqda. Kuzatish mumkin bo'lgan maksimumlar sonini toping.

14.21. Davri 0,01 mm bo'lgan difraksion panjara yordamida hosil qilingan 1-tartibli spektrda yashil yorug'lik nurlarining ($0,55 \mu\text{m}$) og'ish burchagini aniqlang.

14.22. Difraksion panjarada 1 mm da 120 shtrix bor. Agar 1-tartibli ikki spektr orasidagi burchak 8° ga teng bo'lsa panjaaga tushayotgan monoxromatik yorug'lik to'lqinining uzunligini toping.

14.23. Agar difraksion panjaraning 1 mm masofasida 625 ta shtrix bo'lsa va birinchi tartibli maksimum 30° burchak ostida kuzatilayotgan bo'lsa, yorug'likning to'lqin uzunligini toping.

14.24. Davri 0,02 mm bo'lgan difraksion panjara yordamida hosil qilingan 2-tartibli spektrdagi zangori $0,5 \mu\text{m}$ rangli nurlarning og'ish burchagini aniqlang.

14.25. Doimiysi (davri) 1,2 mkm bo'lgan difraksion panjara orqali 30° burchak ostida ko'rinyotgan birinchi tartibli spektral chiziqqa mos keladigan to'lqin uzunligini toping.

14.26. Davri 0,001 mm bo'lgan difraksion panjara yordamida hosil qilingan birinchi tartibli spektrda yashil ($\lambda=0,5 \mu\text{m}$) nur qanday burchak ostida ko'rindi?

14.27. Biror difraksion panjaraning har bir millimetrida 250 ta shtrix bor. Difraksion panjaraga to'lqin uzunligi 500 nm bo'lgan monoxromatik yorug'lik tushmoqda. To'rtinchi difraksion maksimum qanday burchak ostida kuzatiladi?

14.28. 1 mm da 100 ta shtrixi bo'lgan difraksion panjaraga yorug'lik tushmoqda. Ekrandagi birinchi maksimum nolinci maksimumdan 14 cm uzoqlikda kuzatildi. Ekran bilan difraksion panjara orasidagi masofa 2 m bo'lsa, yorug'likning to'lqin uzunligini toping.

14.29. Rangi yashil ($\lambda=0,5 \mu\text{m}$) nur bilan yoritilgan va doimiysi $100 \mu\text{m}$ bo'lgan difraksiyalash panjarasi nechta difraksiyaviy maksimum hosil qiladi?

14.30. Difraksiya panjasiga tik tushayotgan oq yorug'lik difraksiyalanganida, 3-tartibli spektrdagi 780 nm to'lqin uzunlikli chiziq bilan 4-tartibli spektrdagi qanday to'lqin uzunlikli chiziq ustma-ust tushadi?

14.31. To'lqin uzunligi 600 nm bo'lgan monoxromatik yorug'lik manbai kuzatuvchi tomonga $\theta=0,1^\circ$ tezlik bilan harakatlanmoqda. Kuzatuvchining spektral asbobi qayd etadigan nurlanishning to'lqin uzunligi aniqlansin.

14.32. Ikkita kogerent yorug'lik ($\lambda= 500 \text{ nm}$) manbalari orasidagi masofa 0,1 m. Interferensiya manzarasining o'rta qismida ekrandagi interferensiya yo'llari orasidagi masofa 1 cm. Manbalardan ekrangacha bo'lgan masofa aniqlansin.

14.33. Yung tajribasida ikkita tirqish orasidagi masofa 1 mm, tirqishlardan

ekrangacha bo‘lgan masofa 3 m. Agar ekranda interferension yo‘llarning kengligi 1,5 mm bo‘lsa, monoxramatik yorug‘lik manbai chiqarayotgan to‘lqinning uzunligi aniqlansin.

14.34. Yung tajribasida tirkishlar orasidagi masofa 0,8 mm. Interferension yo‘llarining kengligi 2 mm bo‘lishi uchun ekranni tirkishdan qanday masofada joylashtirish kerak?

14.35. Ko‘zgular bilan o‘tkazilgan Frenel tajribasida yorug‘lik manbaining mavhum tasvirlari orasidagi masofa 0,5 mm ga, ulardan ekrangacha bo‘lgan masofa esa 3 m ga teng. To‘lqin uzunligi $\lambda = 600$ nm. Ekrandagi interferension yo‘llarning kengligi aniqlansin.

14.36. Yassi-qavariq linzaning ($n=1,5$) optik kuchi 0,5 dptr. Linza qavariq tomoni bilan shisha plastinka ustida qo‘yilgan. Undan o‘tgan ($\lambda = 500$ nm) yorug‘likdagi yettinchi qora Nyuton halqasini radiusini toping.

14.37. Ikkinci tartibli spektrdagli qizil chiziqli ($\lambda = 700$ nm) ko‘rmoq uchun ko‘rish trubasini kollimator o‘qiga 30° burchak bilan o‘rganishga to‘g‘ri kelsa, difraksion anjara doimiysi nimaga teng? Mazkur panjara uzunligining 1 cmiga shtrix chizilgan? Panjaraga yorug‘lik tik tushadi.

14.38. Eni 2,5 cm difraksion panjara doimiysi 2 μm ga teng. Mazkur panjara ikkinchi tartibli spektrining sariq nurlari (600 nm) sohasida qanday to‘lqin uzunliklari farqini ajrata oladi?

14.39. Davri $10 \mu\text{m}$ bo‘lgan difraksion panjaraga 30° burchak ostida to‘lqin uzunligi $0,6 \mu\text{m}$ bo‘lgan monoxramatik yorug‘lik tushadi. Ikkinch bosh maksimumga mos keluvchi difraksiya burchagi aniqlansin.

14.40. To‘lqin uzunligi $71,2 \text{ pm}$ bo‘lgan monoxromatik rentgen nurlanishi kristallning tabiiy sirtidan ko‘zgu qoidasi bo‘yicha qaytgan bo‘lsa, natriy xloridi (NaCl) kristallining panjara doimiysi qanday? Birinchi tartibli maksimum $7^018'$ burchak ostida kuzatiladi.

14.41. Sirt egrilik radiuslari 40 cm bo‘lgan ikki yoqlama qavariq linzaga linzaning linzaning optic o‘qida undan 50 cm masofada joylashgan nuqtaviy manbadan oq yorug‘lik tushmoqda. Linzaning oldiga yorug‘lik oqimini ko‘ndalang

kesimini chegaralovchi diametri 1 cm bo‘lgan diafragma jips qilib joylashtirilgan. Ko‘rinma spektrni chetki nurlari uchun sindirish ko‘rsatkichi $n_q=1,74$, $n_b=1,8$ ga teng. Linzadan 50 cm masofada uning optiko‘qiga perpendikulyar joylashgan ekranda qanday manzarani kuzatish mumkin?

14.42. Qutblagich va analizatorlarning o‘tkazish tekisliklari orasidagi burchak 45^0 . Agar burchak 60^0 gacha orttirilsa, analizatordan chiqayotgan yorug‘lik intensivligi necha marta kamayadi?

14.43. Tabiiy yorug‘lik suv bilan to‘ldirilgan shisha idishning tubidan qaytmoqda. Qaytgan nur maksimal qutblangan bo‘lishi uchun tushish burchagi qanday bo‘lishi kerak? Shishaning sindirish ko‘rsatkichi 1,52, suvniki esa 1,33.

14.44. Qutblagich va analizator bosh tekisliklari orasidagi burchak 45^0 . Bu burchakni 60^0 gacha orttirilganda analizatordan chiqayotgan yorug‘lik intensivligi necha marta kamayadi?

14.45. Davri 0,1 mm bo‘lgan difraksion panjara yordamida markaziy maksimumdan 3 mm masofada uchinchi maksimum hosil qilindi. Panjaradan ekrangacha bo‘lgan masofa 10 cm bo‘lsa, yorug‘likning to‘lqin uzunligi qanday?

14.46. Har bir santimetrida 4000 ta shtrixi bo‘lgan difraksion panjaraga to‘lqin uzunligi $0,5 \mu\text{m}$ bo‘lgan monoxromatik nur tik tushmoqda. Kuzatishi mumkin bo‘lgan difraksion maksimumlar soni qanday?

14.47. Davri 0,4 mm bo‘lgan difraksion panjara yordamida markaziy maksimumdan 4 mm masofada beshinchi maksimum hosil qilindi. Panjaradan ekrangacha bo‘lgan masofa 10 cm bo‘lsa, yorug‘likning to‘lqin uzunligi qanday?

14.48. Davri 0,5 mm bo‘lgan difraksion panjara yordamida markaziy maksimumdan 2 mm masofada ikkinchi maksimum hosil qilindi. Panjaradan ekrangacha bo‘lgan masofa 10 cm bo‘lsa, yorug‘likning to‘lqin uzunligi qanday?

14.49. Har bir santimetrida 500 ta shtrixi bo‘lgan difraksion panjaraga to‘lqin uzunligi $1 \mu\text{m}$ bo‘lgan monoxromatik nur tik tushmoqda. Kuzatishi mumkin bo‘lgan difraksion maksimumlarning eng yuqori tartibini aniqlang?

14.50. Davri 20 nm bo‘lgan difraksion panjara ekranida jami 7 ta oq yo‘lak hosil bo‘ladi. Panjaraga tushayotgan nurning to‘lqin uzunligini toping.