

O‘ZBEKISTON ALOQA VA AXBOROTLASHTIRISH AGENTLIGI
TOSHKENT AXBOROT TEXNOLOGIYALARI UNIVERSITETI

Fizika kafedrası

FIZIKA FANIDAN AMALIY MASHG‘ULOTLAR UCHUN
MASALALAR TO‘PLAMI VA USLUBIY KO‘RSATMALAR

3 - QISM

TEBRANMA HARAKAT , TO‘LQINLAR VA OPTIKA

Toshkent-2008

Ushbu qo'llanmada fizika fanining "Tebranishlar, to'liqlar va optika" bo'limlari bo'yicha masalalar va ularni yechishga oid uslubiy ko'rsatmalar keltirilgan bo'lib, qo'llanma Davlat ta'lim standarti asosida 5521000, 5522700, 5811000, 5520600, 5520700, 5510300, 5521800, 5320200, 5521700, 5521600, 5140900 –yo'nalishlari bo'yicha tayyorlanayotgan mutahassislar-bakalavrlar uchun tegishli na'munaviy dastur va o'quv rejalar asosida ishlab chigilgan. Qo'llanmada umumiy fizikaning yuqorida ko'rsatilgan bo'limlariga doir 6 ta mavzu bo'yicha masalalar keltirilgan. Xar bir mavzudagi masalalar 50 ta variantga taqsimlangan bo'lib, birinchi 5 ta variant o'qituvchiga mavzuni tushintirishi uchun, 6- variantdan boshlab toq tartib raqamli variantlar talabalarning auditoriyada ishlashlari uchun, juft tartibli variantlar esa mustaqil uy ishlari uchun mo'ljallangan.

Qo'llanmada masalalarni echish namunalaridan tashqari, talabalar nazariy bilimlarini tekshirishlari uchun nazorat savollari hamda zaruriy adabiyotlar ro'yxati keltirilgan.

Mas'ul muxarrir : fizika-matematika fanlari doktori, prof. Abdurahmonov K.P.

Tuzuvchilar: dots. Fattahov A.A.,
dots. Rahmatullaeva M.F.,
kat.o'q. Haitov M .S.
kat.o'q. Turg'unboeva M. A.,
ass. Muhamedaminova L.

9-MAVZU. XUSUSIY MEXANIK TEBRANISHLAR

Tekshirish uchun savollar

1. Qanday tebranishlar garmonik tebranishlar deyiladi? Garmonik tebranishlar asosiy tushunchalarini ta'riflang (siljish, amplituda, faza, davr, chastota, siklik chastota).
2. Tebranma harakat qilayotgan nuqtaning siljish vaqtga qanday bog'langan?
3. Garmonik tebranishlarning siljishi tenglamasi qanday yoziladi?
4. Garmonik tebranishlarning grafik ifodasi qanday bo'ladi?
5. Tebranma harakat qilayotgan nuqtaning siljishini, tezlikni va tezlanishini yozing.
6. Garmonik tebranishlarni amalga oshiri uchun qanday shart bajarilishi kerak? Qaytaruvchi kuch nima?
7. Fizik va matematik mayatniklarning xususiy tebranishlar davri qanday topiladi? Fizik mayatnikning keltirilgan uzunligi deb nimaga aytamiz?
8. Tebranishlar davri bir xil bo'lgan, bir to'g'ri chiziqli bo'ylab tarqalayotgan tebranishlar qo'shilganda natijalovchi tebranishlarning amplituda qiymati nimaga teng?
9. Fazalar farqi $0; \frac{\pi}{2}; \pi$ ga teng va tebranishlar davri bir xil bo'lgan o'zaro perpendikulyar tebranishlarda ishtirok etayotgan nuqtaning harakat tenglamasi va uning traektoriyasini tushuntiring. Qanday vaqtda tepkili tebranish hosil bo'ladi?
10. Tepkili tebranish chastotasi va amplitudasi qanday bo'ladi? Tepkili tebranish grafigi, hosil bo'lgan murakkab tebranishlarning chastotasi nimaga teng?
11. Tebranishlar sistemasining energiyasining formulasi qanday ko'rinishda? U qanday parametrlarga bog'liq?
12. Garmonik tebranishlarda mexanik energiyani bir turdan ikkinchi turga aylanishini tushuntiring.

MASHQLARNI YECHISH UCHUN USLUBIY KO'RSATMALAR

Garmonik tebranishlar, sinus yoki kosinus qonunlariga bo'ysinuvchi funksiyalar orqali ifodalanadi. Qaysi funktsiyani qo'llash boshlang'ich shartlar orqali belgilanadi. Mashqlarni yechishda ko'pgina hollarda berilgan siljish tenglamasi orqali parametrlarni topish talab qilinadi. Bunday hollarda garmonik tebranma harakat tenglamasi bilan solishtirilib, davr, fazi va boshlang'ich fazalarni topish mumkin.

Boshqa tipdagi mashqlarda esa siljish, tezlik, tezlanishlarni oniy qiymatiga qarab ba'zi parametrlarni topish talab qilinadi. Bunday hollarda maksimal siljish

amplitudaga tengligi nazarda bo'lishi kerak. Agarda vaqtning biror daqiqasida siljish maksimal qiymatga erishsa bu holda tebranishlar fazasi $\frac{\pi}{2}$ ga teng, tezlikning maksimal qiymatida esa faza va tezlanish nolga teng.

Bir guruh massalalarda esa energiyani bir turdan boshqa turga aylanishi va energiyani saqlanish qonuni va dinamik xarakteristikalarini bog'lanishidan foydalanib xarakat tenglamasini tuzish talab qilinadi.

Ikkita o'zaro perpendikulyar xarakatda ishtirok etuvchi nuqtani traektoriyasini topish zarur bo'lsa, bu holda tenglamalardan vaqtni yo'qotib topiladi.

Fizik mayatnikni davrini topish mashqlarida esa aylanish o'qi massa markazidan o'tmasligi va uni esa Shteyner tenglamasidan foydalanib topish kerakligini nazardan chetda qolmasligi kerak.

Tebranma jarayonlarga bag'ishlagan mashqlarni yechish uchun asosiy formula va qonunlarni aniq bilish va ular orasidagi (tezlik, tezlanish va siljish) bog'lanishlarni bilish kerak.

MASHQ YECHISH NAMUNALARI

1-masala.

Nuqta garmonik tebranma xarakat qilmoqda. Maksimal siljishi va tezligi mos ravishda $A=0.05$ m va $v_{\max}=0.12$ m/s ga teng. Maksimal tezlanish topilsin va siljish $y=0.03$ m ga teng bo'lgan momentda nuqtaning tezlik va tezlanishi topilsin.

ECHISH. Garmonik tebranishlarning siljish tenglamasi

$$y = A \sin(\omega t + \varphi),$$

bunda A - tebranishlarning maksimal siljishi, yoki amplitudasi, $\omega t + \varphi$ - tebranishlar fazasi. Mashqning shartida boshlang'ich faza haqida ma'lumot berilmagan, shuning uchun $A=0$ da $\varphi=0$ teng deb olamiz.

$$y = A \sin \omega t, \quad (1)$$

nuqtaning oniy tezligi shu funksiyadan vaqt bo'yicha olingan birinchi tartibli hosilaga teng

$$v = \frac{dy}{dt} = \omega A \cos \omega t, \quad (2)$$

bunda $\omega A = v_{\max}$ - tezlikni maksimal qiymati. Nuqtaning oniy tezlanishi berilgan siljish funksiyadan vaqt bo'yicha olingan ikkinchi tartibli hosilaga tengdir.

$$a = \frac{d^2 y}{dt^2} = -\omega^2 A \sin \omega t, \quad (3)$$

bunda $\omega^2 A = a_{\max}$ tezlanishning maksimal qiymati. $v_{\max}$ va $a_{\max}$ -larni (2) va (3) tenglamalarni solishtirib

$$a_{\max} = \frac{g_{\max}^2}{A} \quad (4)$$

ekanini topamiz. Agar nuqtaning t vaqt momentidagi ko'chishi berilgan bo'lsa,

(4) tenglamadan $\sin \omega t = \frac{y}{A}$ topib (3) tenglamaga qo'ysak tezlanishni oniy qiymatini topamiz.

$$a_{\max} = -\frac{g_{\max}^2}{A} y \quad (5)$$

va (2) tenglamadan tezlikni oniy qiymatini topamiz

$$g = g_{\max} \sqrt{1 - \left(\frac{y}{A}\right)^2} = \frac{g_{\max}}{A} \sqrt{A^2 - y^2}. \quad (6)$$

(4), (5) va (6) tenglamalarga berilgan sonlarni qo'yib hisoblaymiz.

$$a = \frac{(12)^2 \cdot 10^{-4}}{5 \cdot 10^{-2}} = 29 \cdot 10^{-2} \text{ m/s}^2,$$

$$g = \frac{(12)^2 \cdot 10^{-2}}{5 \cdot 10^{-2}} \sqrt{25 \cdot 10^{-4} - 9 \cdot 10^{-4}} = 9.6 \cdot 10^{-2} \text{ m/s}.$$

2-masala.

Nuqta tenglamalari $x=2\sin\pi t$ va $y=-\cos\pi t$ bo'lgan o'zaro perpendikulyar tebranishlarda ishtirok etadi. Nuqtani traektoriyasi va tenglamasini toping. $t=0.5$ s bo'lganda nuqtaning tezligi topilsin (siljish santimetrlarda berilgan).

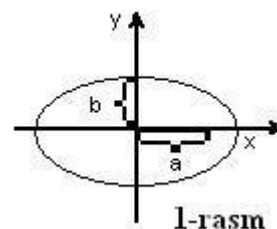
ECHISH. Qo'shiluvchi tebranishlarning siklik chastotalari bir xil bo'lganligi uchun nuqtaning xarakat traektoriyasi ellips bo'ladi. Tenglamalardan t -ni yo'qotamiz, buning uchun har ikki tomonni kvadratga ko'taramiz: $x^2=4\sin^2\pi t$ va $\sin^2\alpha+\cos^2\alpha=1$ ekanligidan foydalanib:

$$\frac{x^2}{4} + \frac{y^2}{1} = 1.$$

Bu qlari $a=2$ sm va $b=1$ sm ga teng bo'lgan ellips tenglamasi. Nuqtaning xarakat yo'nalishini topamiz: $t=0$ da $x=0$, $y=-1$, t ortishi bilan nuqtani x koordinatasini ortishiga olib keladi, demak nuqta soat strelkasiga teskari xarakat qiladi. Nuqtaning ellips bo'ylab xarakat tezligi tezliklarini vektor yig'indisiga teng, tebranishlar o'zaro perpendikulyar bo'lsa,

$$g = \sqrt{g_x^2 + g_y^2},$$

$$g_x = \frac{dx}{dt} = 2\pi \cos \pi t, g_y = \frac{dy}{dt} = \pi \sin \pi t,$$



$$g = \sqrt{4\pi^2 \cos^2 \pi t + \pi^2 \sin^2 \pi t} = \pi \sqrt{4 \cos^2 \pi \cdot 0.5 + \sin^2 \pi \cdot 0.5} = 3.14 \text{ s.m} / \text{s} .$$

3-masala.

Massasi $m=0.01$ kg zarracha davri $T=2$ s bo'lgan garmonik xarakat qiladi. tebranma xarakat qilayotgan bu nuqtaning to'la energiyasi $E=0.1$ mJ. Tebranishlar amplitudasi A va kuchning eng katta qiymati $F_{\max}$ topilsin.

ECHISH. Tebranishlar amplitudasini topish uchun to'la energiya formulasidan foydalanamiz $E = \frac{1}{2} m \omega^2 A^2$, $\omega = \frac{2\pi}{T}$ ekanligidan :

$$A = \frac{T}{2\pi} \sqrt{\frac{2E}{m}} . \quad (1)$$

Berilgan sonlarni qo'yib xisoblaymiz.

$$A = \frac{2}{2 \cdot 3.14} \sqrt{\frac{2 \cdot 10^{-4}}{10^{-2}}} \text{ m} = 0.045 = 45 \text{ m.m} .$$

Zarracha garmonik tebranma xarakat qilayotganligi uchun unga $F=-kx$ kvazielastik kuch ta'sir qiladi. Siljish $x_{\max}$ maksimal qiymatga ega bo'lganda kuch ham maksimumga erishadi , demak

$$F_{\max}=kx=kA. \quad (2)$$

k - ni davr orqali ifodasi

$$k = m \omega^2 = m \frac{4\pi^2}{T^2} . \quad (3)$$

(1), (2), (3) formulalardan foydalanib

$$F_{\max} = \frac{2\pi}{T} \sqrt{2mE} .$$

Berilgan sonlarga qo'yib

$$F_{\max} = \frac{2 \cdot 3.14}{2} \sqrt{2 \cdot 10^{-2} \cdot 10^{-4}} \cdot H = 4.44 \cdot 10^{-3} H = 4.44 \text{ mH} .$$

4-masala.

Uzunligi l bo'lgan sterjenga 2-ta bir xil yuk maxkamlangan. Yuklarni biri sterjenni o'rtasiga ikkinchisi esa ularni bir uchiga maxkamlangan. Yukli sterjen bo'sh uchidan o'tuvchi o'qqa nisbatan tebranma xarakat qilayapti.

Mayatnikni davri va keltirilgan uzunligi topilsin.

ECHISH. Fizik mayatnikning davri $T = 2\pi \sqrt{\frac{I}{mgd}}$, bu yerda I -

mayatnikning inersiya momenti, d -massa markazidan aylanish o'qigacha bo'lgan masofa.

Mayatnikning inersiya momenti yuklar inersiya momentlarini yig'indisidan iborat yuklarni massasi m ga teng, moddiy nuqta deb qarash mumkin:

$$I = I_1 + I_2 = m_1 \ell^2 + m_1 \left(\frac{\ell}{2} \right)^2 = 1.25 m_1 \ell^2$$

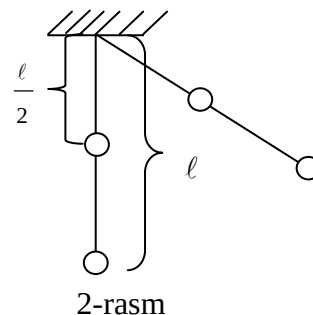
mayatnikni massasi $m=2m_1$. Og'irlik markazi yuklarni o'rtasiga joylashgan bo'ladi, ya'ni

$$d = \frac{\ell}{2} + \frac{\ell}{4} = 0.75 \ell.$$

Demak,

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{1.25 m_1 \ell^2}{0.75 \ell \cdot 2 m_1 g}} = 2\pi \sqrt{\frac{5 \ell}{6 g}},$$

$$L_{\text{кел.}} = \frac{J}{m \cdot d} = \frac{1.25 m_1 \ell^2}{2 m_1 \cdot 0.75 \ell} = \frac{5 \ell}{6}.$$



2-rasm

MUSTAQIL YECHISH UCHUN MASHQLAR

1. Nuqta garmonik tedranma xarakat qilmoqda. Vaqtning biror t_1 daqqiqasida nuqtaning siljish $y_1=5$ sm. Agarda tebranishlar fazasini 2 marta oshirsak siljish $y_2=8$ sm. Tebranishlarning amplitdasi topilsin.

2. Zarrachaning koordinatasi $B^2 \frac{d^2 y}{dt^2} + y = 0$ tenglamani qanoantiradi.

Tebranishlarning davri T topilsin.

3. Amplitudasi $A=10$ sm, chastotasi $\nu=2\text{Hz}$ va vaqtning boshlang'ich daqqiqasida nuqtaning siljish eng katta (maksimal) bo'lsa, garmonik tebranishlarning tenglamasini yozing.

4. Nuqta garmonik tebranma xarakat qiladi. Eng katta siljish $A=10$ sm, tezlikning eng katta qiymati $v_m=20$ sm/s. Tebranishlarni siklik chastotasi ω va nuqtaning maksimal tezlanishi a_m topilsin.

5. Garmonik tebranma xarakat qilayotgan nuqtaning tezligi $v=6 \cdot 10^{-2} \sin(100t)$ m/s qonuniga bo'ysunadi. Garmonik tebranishlarni tenglamasini yozing. Tezlik va tezlanishlarning maksimal qiymatlari topilsin.

6. Moddiy nuqtaning tebranishlari $x=0,05 \cos t$ tenglama bilan berilgan. Tebranishlarning davri T amplitudasi A boshlang'ich fazasi va vaqtning boshlang'ich daqqiqasida tezlik va tezlanish topilsin.

7. Nuqtaning tebranish tenglamasi $x=0.05 \cos \omega(t+\tau)$ ko'rinishda, bunda $\omega=\pi \frac{1}{s}$ $\tau=0.2$ s. Tebranishlar davri T va boshlang'ich fazasi topilsin.

Variantlar jadvali

Variant t raqami	Masalalar raqami				Variant raqami	Masalalar raqami			
1	1	51	101	145	26	26	76	126	170
2	2	52	102	146	27	27	77	127	171
3	3	53	103	147	28	28	78	128	172
4	4	54	104	148	29	29	79	129	173
5	5	55	105	149	30	30	80	130	174
6	6	56	106	150	31	31	81	131	175
7	7	57	107	151	32	32	82	132	176
8	8	58	108	152	33	33	83	133	177
9	9	59	109	153	34	34	84	134	178
10	10	60	110	154	35	35	85	135	179
11	11	61	111	155	36	36	86	136	180
12	12	62	112	156	37	37	87	137	181
13	13	63	113	157	38	38	88	138	182
14	14	64	114	158	39	39	89	139	183
15	15	65	115	159	40	40	90	140	184
16	16	66	116	160	41	41	91	141	185
17	17	67	117	161	42	42	92	142	186
18	18	68	118	162	43	43	93	143	187
19	19	69	119	163	44	44	94	144	188
20	20	70	120	164	45	45	95	122	189
21	21	71	121	165	46	46	96	123	190
22	22	72	122	166	47	47	97	124	191
23	23	73	123	167	48	48	98	125	192
24	24	74	124	168	49	49	99	126	193
25	25	75	125	169	50	50	100	127	194

8. Tenglamasi $y = A \sin \omega(t + \tau)$ bilan berilgan tebranishlarni davri, chastotasi va boshlang'ich fazasi topilsin. $\omega = 2.5 \frac{1}{s}$; $\tau = 0.4$ s deb olinsin.
9. Nuqta $y = A \sin (\omega t + \varphi)$ tenglamaga bo'ysingan tebranishlar qiladi. Agarda $A = 4$ sm va $y(0) = 2$ sm $y'(0) < 0$ bo'lsa tebranishlarning boshlang'ich fazasi topilsin.
10. Nuqta $x = A \cos (\omega t + \varphi)$ tenglama bilan tebranma harakat qiladi. Bunda $A = 2$ sm, $\omega = \pi \frac{1}{s}$; $\varphi = \frac{\pi}{4}$ rad. 1) Siljish $x(t)$; 2) tezlik $v(t)$; 3) tezlanish $a(t)$ larni grafiklari chizilsin.
11. Nuqta amplitudasi $A = 4$ sm va davri $T = 2$ s bo'lgan tebranishda ishtirok etadi. $t = 0$ bo'lganda $x(0) = 0$ va $x'(0) < 0$ larni e'tiborga olgan holda tebranishlarni tenglamasi yozilsin. Tezlik $x'(0) = -6$ sm/s va $x < 0$ bo'lgan vaqtda tebranishlarning fazasi $(\omega t + \varphi)$ topilsin.
12. Nuqta aylana bo'ylab soat strelkasiga teskari $T = 6$ s davr bilan tekis xarakat qilmoqda. Aylananing diametri $d = 20$ sm. Agarda boshlang'ich momentda nuqtaning markazdan o'tuvchi x o'qiga bo'lgan proyeksiyasi 0 ga teng bo'lsa nuqta xarakatining x o'qiga bo'lgan proyeksiyaning tenglamasi yozilsin. Vaqt daqiqasi $t = 1$ s ga teng bo'lgan hol uchun siljish x , tezlik va tezlanish topilsin.
13. Garmonik tebranishlarning tenglamasi $y = 2 \sin(\frac{\pi}{2}t + \frac{\pi}{4})$ ko'rinishga ega. Tebranishlarni amplitudasi, davri, chastotasi, siklik chastotasi va tebranishlarning boshlang'ich fazasi topilsin. Vaqt $t = T/4$ vaqtdagi tezligi va maksimal tezligi topilsin.
14. Moddiy nuqtaning tebranishlari $y = 0.2 \sin \pi(t + 1/3)$ ko'rinishga ega. Vaqt $t = 0.5$ s ga teng bo'lganda tezlik va tezlanishni qiymati va amplituda, davri, boshlang'ich fazasi topilsin.
15. Moddiy nuqtaning tebranishlar tenglamasi $y = 0.1 \sin \pi(t + 1/3)$ (kattaliklar SI sistemasida berilgan). Tebranishlarning amplitudasi, davri, boshlang'ich fazasi, tezlik va tezlanishning boshlang'ich momentdagi qiymatlari topilsin.
16. Boshlang'ich vaqtda garmonik tebranish qilayotgan nuqtaning siljishi maksimal qiymatga ega bo'ladi. Amplitudasi $A = 2$ sm, chastotasi $\nu = 3$ s⁻¹. Tebranishlar tenglamasi yozilsin. Tebranishlar boshlangandan keyin $t = 0.4$ s bo'lganda nuqtaning tezligi qanday bo'ladi?
17. Massasi $m = 25$ g bo'lgan moddiy nuqtaning tebranishlar tenglamasi $x = 0.05 \sin 3\pi t$ (SI-sistemasida). Tebranishlar amplitudasi, davri va boshlang'ich fazasi topilsin. Siljish $x = 4$ sm ga teng bo'lganda elastiklik kuchning qiymati topilsin.
18. Nuqtaning xarakat tenglamasi $x = \sin \frac{\pi}{6}t$. Tezlik va tezlanish maksimal qiymatga erishgan vaqt momenti topilsin.

19. Nuqta garmonik tebranma xarakat qilmoqda. Boshlang'ich fazasi nolga, amplitudasi $A=50$ mm va davri $T=2$ s ga teng. Muvozanat holatdan $x=25$ mm ga siljigandagi vaqtda nuqtaning tezligi topilsin.
20. Garmonik tebranishlarning boshlang'ich fazasi nolga teng. Muvozanat holatdan boshlanganda siljish $x_1=2.4$ sm bo'lganda tezlik $v_1=3$ sm/s ga teng, siljish $x_2=2.8$ sm bo'lganda esa tezlik $v_2=2$ sm/s ga teng bo'lgan. Tebranishlar amplitudasi va davri topilsin.
21. Nuqta $x=A\cos(\omega t+\varphi)$ qonuniga bo'ysingan holda tebranma xarakat qilmoqda va bunda $A=4$ sm. Agarda $x(0)=2$ sm; $v_0=x'(0)>0$ bo'lsa, boshlang'ich faza φ topilsin. $t=0$ holat uchun vektor diagrammasi chizilsin.
22. Nuqta $x=A\cos(\omega t+\varphi)$ qonuniga bo'ysingan holda tebranma xarakat qilmoqda va bunda $A=4$ sm. Agarda $x(0)=-2\sqrt{2}$ sm va $v_0=x'(0)<0$ bo'lsa, tebranishlarning boshlang'ich fazasi φ topilsin. $t=0$ holat uchun vektor diagrammasi chizilsin.
23. Nuqta $x=A\cos(\omega t+\varphi)$ qonuniga bo'ysingan holda tebranma xarakat qilmoqda va bunda $A=4$ sm. Agarda $x(0)=-2\sqrt{3}$ sm va $v_0=x'(0)>0$ bo'lsa, tebranishlarning boshlang'ich fazasi topilsin. $t=0$ holat uchun vektor diagrammasi chizilsin.
24. Nuqta amplitudasi $A=4$ sm va davri $T=2$ s bo'lgan tebranma xarakat qilmoqda. Agarda $t=0$ bo'lganda siljish $x(0)=0$ va $x'(0)<0$ bo'lsa, tebranishlar tenglamasi yozilsin. $t=0$ bo'lganda $x(0)=0$ va $x'(0)=0$. Siljish $x=1$ sm va $v=x'(t)>0$ bo'lgan vaqtdagi tebranishlarning fazasi $(\omega t+\varphi)$ topilsin.
25. Boshlang'ich vaqtda tebranishlarning tezligi maksimal qiymatda bo'lsin. Agarda tebranishlar amplitudasi $A=2$ sm, siklik chastotasi $\omega=4$ s⁻¹ bo'lsa, tebranishlar boshlangandan $t=T/12$ s o'tgach tebranishlarning siljishi, tezligi va tezlanishi topilsin. Son qiymatlarini qo'yib tebranishlarning tenglamasini yozing.
26. Amplitudasi $A=1$ sm va chastotasi $\nu=5$ s⁻¹ bo'lgan garmonik tebranishlarni xarakat boshlangandan keyin $t=0.01$ s vaqt o'tgandagi siljishi, tezligi va tezlanishi topilsin. Boshlang'ich momentda nuqta maksimal siljishga ega bo'lgan. Nuqtaning tebranishlarini son qiymatlarni qo'yib ikki xil ko'rinishda ($\cos\varphi$; $\sin\varphi$) yozing.
27. Nuqta amplitudasi $A=0.1$ m davri $T=2$ s bo'lgan garmonik tebranma xarakat qilmoqda. Siljish $x=0.06$ m bo'lgan momentdagi tezlik va tezlanish topilsin.
28. Moddiy nuqtaning tebranishlari $x=0.04 \sin\pi(t+1/6)$ m tenglama bilan berilgan. Tebranishlarni boshlang'ich momentdagi tezligi va tezlanishini, xamda davri, chastotasini $\cos\varphi$ orqali yozing.
29. Nuqta chastotasi $\nu=10$ Hz bo'lgan garmonik tebranma xarakat qilmoqda. Boshlang'ich moment deb hisoblangan vaqtda nuqta maksimal siljishga $x_m=1$ mm erishgan. Nuqtaning tebranishlar tenglamasini yozing va grafigini chizing.

30. Moddiy nuqta sinuslar qonuniga bo'ysingan tebranishlar qilmoqda. Nuqtaning eng katta siljishi $A=20$ sm va eng katta tezligi $v_m=40$ sm/s. Tebranishlarning tenglamasini yozing va maksimal tezlanishni toping.
31. Boshlang'ich momentda tebranayotgan nuqta musbat maksimal siljishga ega. Xarakat boshlangandan keyin davrning 0,4 qismiga teng bo'lgan vaqtdagi siljish, tezlik va tezlanish topilsin. tebranishlarning amplitudasi $A=5$ sm, davri $T=0,1$ s. Son qiymatlarini qo'yib tenglamani ikki ko'rinishda ($\sin\varphi$; $\cos\varphi$) yozing.
32. Garmonik tebranishlarning boshlang'ich fazasi nolga teng. Davrning qanday bo'lagida nuqtaning tezligi uning maksimal qiymatini yarmiga teng bo'ladi?
33. $x=2\cos \pi(t+1)$ sm tenglama bilan tebranayotgan nuqtani maksimal tezligi va tezlanishi topilsin.
34. Amplitudasi $A=3$ sm va siklik chastotasi $\omega = \frac{\pi}{2} \text{ s}^{-1}$ bo'lgan garmonik tebranma xarakat qilayotgan nuqtaning maksimal tezligi $v_{\max}$ va $a_{\max}$ tezlanishi topilsin.
35. Amplitudasi moddiy nuqta $A=6$ sm, chastotasi $\nu=2 \text{ s}^{-1}$ va xarakat tenglamasi $x=A\sin \omega t$ bo'lgan tebranma xarakatda ishtirok etadi. Nuqtaning tezligi $v=5$ m/s bo'lgan vaqtdagi tezlanish topilsin.
36. Nuqtaning tebranishlari $x=A\sin(\omega t+\varphi)$ tenglamaga bo'ysinadi. Vaqtning biror daqiqasida siljish $x=2,5$ sm uning tezligi $v=10$ sm/s, tezlanish $a=-40 \text{ sm/s}^2$ ga teng. Berilgan shu vaqtda tebranishlar amplitudasi A , siklik chastotasi ω , davri T va tebranishlar fazasi φ topilsin.
37. Nuqtaning tebranishlari $x=A\cos \omega t$ tenglama orqali berilgan. Nuqtaning maksimal siljish $A=10$ sm. Tebranish boshlangandan keyin $t_1=1$ s o'tgach $x_1=5$ sm, $t_2=2$ s o'tgach $x_2=0$ qiymatlarini qo'yib xarakat tenglamasini yozing. Tebranishlar davri, maksimal tezlik va tezlanish va xarakat boshlangandan keyin $t=1$ s o'tgach nuqtaning tezlik va tezlanishi topilsin.
38. Moddiy nuqta garmonik tebranma xarakat qilayapti. Xarakat boshlangandan keyin $t=0,1$ s o'tgach nuqtaning muvozanat holatdan siljishi $x=5$ sm tezligi $v=62$ sm/s tezlanish $a=-540 \text{ sm/s}^2$ ga teng. Tebranishlar amplitudasi, siklik chastotasi va boshlang'ich fazasi topilsin.
39. Garmonik tebranishlarni amplitudasi $A=5$ sm, davri $T=4$ s. Vaqtning boshlang'ich momentida nuqta maksimal siljishga teng masofada tursa nuqtaning maksimal tezligi va tezlanishi topilsin.
40. Boshlang'ich fazasi nolga va davri $T=12$ s ga teng bo'lgan garmonik tebranishlar qilayotgan nuqta vaqtning qanday momentida muvozanat vaziyatdan amplitudani yarmiga teng bo'lgan siljishga erishadi?
41. Garmonik tebranishlar qilayotgan nuqtaning maksimal tezligi $v_{\max}=10$ sm/s maksimal tezlanishi $a_{\max}=100 \text{ sm/s}^2$. tebranishlar amplitudasi davri va siklik chastotasi topilsin. Boshlang'ich fazasi 0 ga teng deb tebranishlarni tenglamasi yozilsin.

42. Tebranishlar davri $T=6$ s ga teng. Agarda tebranishlar boshlangandan keyin $t=0.25$ s o'tgach siljish amplitudasining yarmisiga teng bo'lsa boshlang'ich faza topilsin.
43. Tebranishlar $x=0.03 \sin \pi(t+0.5)$ m tenglamaga bo'ysunadi. Tezlik va tezlanishni eng katta qiymati topilsin. Xarakat boshlanganidan $t=5$ s o'tgach tebranishlar fazasi nimaga teng?
44. Garmonik tebranma xarakat qiladigan moddiy nuqtaning muvozanat vaziyatidan eng katta siljishi $x_m=5$ sm va u $t=1$ min 30 s da 30 ta to'la tebranishlar hosil qiladi. Tebranishlarni tenglamasi tuzilsin.
45. $x=7 \sin 0.5\pi t$ tenglama bilan tebranma xarakat qilayotgan nuqta qanday vaqtda muvozanat vaziyatidan maksimal siljishgacha xarakat qiladi?
46. Zarracha davri T va amplitudasi A bo'lgan garmonik tebranma xarakat qiladi. Siljish 0 dan $a/2$ gacha o'tgan vaqt t topilsin.
47. Zarracha x o'qi bo'yicha $x=0.1 \sin 6.28t$ (m) tenglama asosida tebranadi. Bir davr oralig'idagi tezlikni modulini o'rtacha qiymati topilsin.
48. Zarracha $x=0.1 \sin 6.28t$ (m) tenglama asosida tebranadi. Davrni $1/8$ qsmida tezlik modulini o'rtacha qiymati topilin.
- 49..Nuqta $x=0.6 \cos(\frac{\pi}{6}t + \frac{\pi}{3})$ qonuni asosida tebranadi. Tebranishlar amplitudasi, davri, boshlang'ich fazasi va $t=0$ ga teng bo'lgan vaqtda siljish va tezligi topilsin.
50. $x=8 \cos(\frac{2\pi}{0.2}t + \frac{\pi}{6})$ qonun asosida garmonik tebranma xarakat qilayotgan moddiy nuqtaning tezlik va tezlanish amplitudalari topilsin. Vaqtning boshlang'ich momentida siljish va tezlikni qiymati topilsin.
51. Garmonik tebranma xarakat qilayotgan jismning to'la energiyasi $W=2 \cdot 10^{-5}$ J va jismga ta'sir qiluvchi kuchning maksimal qiymati $F_{\max}=1 \cdot 10^{-3}$ N. Agar tebranishlar davri $T=2$ s va boshlang'ich fazasi $\varphi=30^\circ$ bo'lsa, bu jismning xarakat tenglamasini yozing.
52. 1) $t_1=\frac{T}{12}$ s; 2) $t_2=\frac{T}{3}$ s; 3) $t_3=\frac{T}{6}$ s vaqtlar uchun garmonik tebranma xarakat qilayotgan nuqtaning kinetik energiyasini potensial energiyasiga nisbati topilsin. Tebranishlarning boshlang'ich fazasi 0 ga teng.
53. Kinetik energiyasi to'la mexanik energiyani to'rt dan bir qismiga teng bo'lgan vaqt momentida garmonik tebranma xarakat qilayotgan moddiy nuqtaga ta'sir qilayotgan elastiklik kuchini maksimal qiymatini qanday qismini tashkil qiladi?
54. Tenglamasi $x=0.05 \sin 2t$ (m) bo'lgan garmonik tebranma xarakat qilmoqda. Potensial energiyasi $W=10^{-4}$ J va muvozanat holatga qaytaruvchi kuch $F=5 \cdot 10^{-3}$ N bo'lgan vaqt momenti topilsin. Shu holatga mos kelgan tebranishlar fazasi topilsin.

55. Massasi $m=5$ g bo'lgan jism $x=0.1\sin\frac{\pi}{2}(t+\frac{1}{3})$ tenglama bilan tebranmoqda. $t=20$ s o'tgach jismning kinetik va potensial energiyasi topilsin. To'la energiya nimaga teng?
56. Garmonik tebranma xarakat qilayotgan jismning amplitudasi $A=2\cdot 10^{-2}$ m, to'la energiyasi $W=5\cdot 10^{-7}$ J: 1) jismga $F=2.25\cdot 10^{-5}$ N kuch ta'sir qilgandagi siljish nimaga teng? 2) jismga ta'sir qiluvchi maksimal kuch nimaga teng?
57. Massasi $m=5$ g bo'lgan jism tenglamasi $x=0.1\cos\frac{\pi}{2}(t+\frac{1}{2})$ bo'lgan tebranishlarda qatnashayapti (o'lchamlari SI sistemasida). Xarakat boshlangandan keyin $t=10$ s o'tgach jismning kinetik, potensial va to'la energiyasi topilsin.
58. Massasi $m=0.1$ g bo'lgan moddiy nuqta $x=A\cos\omega t$ tenglama bo'yicha tebranadi Amplitudasi $A=5$ sm, chastotasi $\nu=20$ s⁻¹. Qaytaruvchi kuchni maksimal qiymati topilsin.
59. Moddiy nuqta amplitudasi $A=5$ sm bo'lgan garmonik tebranma xarakat qiladi. Agar nuqtaga $F=0,2$ N elastik kuch ta'sir etsa, nuqtaning kinetik, potensial va to'la energiyasi topilsin.
60. Nuqta $x=5\sin 2t$ tenglama bilan garmonik tebranishlar qilmoqda. Qaytaruvchi kuch $F=5$ mN bo'lgan vaqtda nuqtaning potensial energiyasi $W_n=0.1$ mJ bo'ladi. Shu vaqt momenti t va shunga mos kelgan tebranishlar fazasi topilsin.
61. Massasi $m=5$ g bo'lgan jism $x=0.1\sin\frac{\pi}{2}(t+\frac{1}{3})$ tenglama bilan tebranishlarda ishtirok etadi. Boshlang'ich momentdan boshlab $t=20$ s o'tgandan keyingi kinetik, potensial va to'la energiya topilsin.
62. Garmonik tebranma xarakat qilayotgan jismning to'la energiyasi $W_t=3\cdot 10^{-5}$ J va jismga ta'sir qiluvchi qaytaruvchi kuch $F_m=1.5\cdot 10^{-3}$ H. Agar tebranishlar davri $T=2$ s va boshlang'ich fazasi $\varphi=60^\circ$ bo'lsa tebranishlar tenglamasini yozing. Garmonik tebranishlarni to'la energiyasi $W_t=3\cdot 10^{-7}$ J va amplitudasi $A=2$ sm bo'lgan. Siljish qanday bo'lganda nuqtaga ta'sir qiluvchi kuch $F=2.25\cdot 10^{-5}$ H bo'ladi?
63. Amplitudasi $A=12$ sm bo'lgan tebranma xarakat qilayotgan moddiy nuqtaning to'la mexanik energiyasi $W_t=0.03$ J bo'lsa elastik qaytaruvchi kuchning eng katta qiymati nimaga teng?
64. Kinetik energiyasi to'la mexanik energiyani uchdan bir qismiga teng bo'lgan vaqtda, garmonik tebranma xarakat qilayotgan moddiy nuqtaga ta'sir qilayotgan elastik kuchi maksimal elastik kuchi qiymatining qanday qismini tashkil qiladi?
65. Massasi $m=0.01$ g bo'lgan moddiy nuqtaning tebranishlar tenglamasi $x=0.05\sin\pi(0.2t+0.25)$ m ko'rinishda berilgan. Nuqtaning eng chekka holatdagi vaziyatida kuchning o'zgarish qonunini va siklik chastotasi ω ni toping.

- 66.** Massasi $m=0.01$ kg bo'lgan moddiy nuqta davri $T=2$ s va boshlangich fasasi $\varphi_0=0$ bo'lgan garmonik tebranma xarakat qilmoqda. Tebranishlar amplitudasi va $t=3$ s bo'lgan momentdagi siljishi topilsin.
- 67.** Massasi $m=0.2$ kg bo'lgan moddiy nuqta garmonik harakatining amplitudasi $A=0.15$ m bo'lsa, nuqtaning siljishi $x=0.05$ m bo'lgandagi kinetik energiyasi topilsin.
- 68.** Uzunligi $l=1$ m va massasi $m=10$ g bo'lgan matematik mayatnikka $t=0$ da tasir etayotgan kvasielsnik kuchi maksimal qiymatiga ega bo'ladi, $t=1.5$ s bo'lgan vaqt uchun kuchning oniy qiymati va to'la energiyasi topilsin.
- 69.** Massasi $m=250$ g bo'lgan prujinaga osilgan yukcha davri $T=1$ s va amplitudasi $A=2$ sm bo'lgan tebranma xarakat qiladi. Yukka ta'sir etuvchi kuchning maksimal qiymati va to'la mexanik energiya topilsin.
- 70.** Massasi $m=50$ g bo'lgan moddiy nuqta $x=A \cos \omega t$ garmonik tebranma xarakat qilmoqda. Bunda $A=0.1$ m va $\omega=5 \text{ s}^{-1}$. Tebranishlar fazasi $\omega t=\frac{2\pi}{5}$ va siljish eng katta bo'lganda nuqtaga ta'sir etuvchi kuch topilsin.
- 71.** Prujinaga osilgan yuk amplitudasi $A=4$ sm bo'lgan vertikal tebranma xarakat qiladi. Agarda prujinani elastiklik koeffitsiyenti $k=1 \text{ N/m}$ bo'lsa, yukning to'la energiyasi W topilsin.
- 72.** Massasi $m=16$ g bo'lgan moddiy nuqtaning tebranishlar tenglamasi $x=2\sin(\frac{\pi}{4}t+\frac{\pi}{4})$ ga teng. Nuqtaning $t_1=0$; $t_2=\frac{T}{4}$; $t_3=\frac{T}{2}$; $t_4=\frac{3}{4}$; $t_5=T$ vaqt momentlaridagi kinetik va potensial energiyalari hamda ta'sir etuvchi kuchning maksimal qiymanti topilsin.
- 73.** Garmonik tebranma xarakat qilayotgan nuqtaning muvozanat vaziyatdan siljishi $x=A$ va $x=\frac{2}{3}$ teng bo'lgan holatlarida kinetik va potensial energiyalarning nisbati nimaga teng?
- 74.** Massasi $m=20$ g bo'lgan nuqtaning xarakat tenglamasi $x=2 \sin(\frac{\pi}{2}t+\frac{\pi}{4})$ ko'rinishida. Kinetik energiyasi eng katta bo'ladigan vaqtlar topilsin. Siljish maksimal bo'lganda va siljish maksimal qiymatining sakkizdan bir qismiga teng bo'lgan vaqtlardagi nuqtaning kinetik va potensial energiyalari nimaga teng?
- 75.** $A=0.10$ amplituda, $\nu=2.0$ Gs chastota va boshlang'ich fazasi $\varphi_0=30^\circ$ bo'lgan garmonik tebranma xarakat qilayotgan jismning to'la energiyasi $W=7.7$ mJ bo'lsa, bu jismning massasi topilsin. Xarakat boshlangandan keyin necha sekund o'tgach kinetik energiya potensial energiyaga teng bo'ladi?
- 76.** Amplitudasi $A=5$ sm tebranishlar chastotasi $\nu=1$ Gs, va siljish $x=1.5$ sm bo'lgan vaqtdagi tezlik, tezlanish va kuch qiymati topilsin. Jismning massasi $m=10$ g.

77. Amplitudasi $A=0.06$ sm, siklik chastotasi $\omega=5\text{ s}^{-1}$, jismning massasi $m=60\text{g}$ bo'lsa, xarakat tenglamasi $x=A\cos\omega t$ bo'lgan tebranishlarning fazasi $\omega t=\frac{\pi}{3}$ bo'lgan vaqtda nuqtaga ta'sir qiluvchi kuchni toping.
78. Massasi $m=0.1$ g bo'lgan moddiy nuqta $x=A\cos\omega t$ tenglama bilan tebranma xarakat qilmoqda. Bunda, $A=55$ sm, $\omega=20\text{ s}^{-1}$. Qaytaruvchi kuchning maksimal qiymati va $t=2$ s bo'lgandagi oniy qiymati topilsin.
79. Massasi $m=0.1$ kg bo'lgan jismga ta'sir etuvchi kuch $F=-41\text{ x N}$ ga teng, bunda x -siljish. Boshlang'ich vaqtda siljish $x_0=1.72$ sm bo'lgan va $t=0.3$ s dan keyin u maksimal qiymatga erishgan. Xarakatning kinematik tenglamasi yozilsin, nuqtaning tezligi va tezlanishi topilsin.
80. Amplitudasi $A=0.12$ m va to'la mexanik energiyasi $W=0.03$ J bo'lgan tebranma xarakat qilayotgan moddiy nuqtaga ta'sir qiluvchi elastiklik kuchi F ning eng katta qiymati topilsin.
81. Kinetik energiyasi to'la mexanik energiyani yarmiga teng bo'lgan vaqtda garmonik tebranma xarakat qilayotgan moddiy nuqtaga ta'sir qilayotgan elastiklik, kuchini maksimal qiymatini qanday qismini tashkil qiladi?
82. Garmonik tebranma xarakat qilayotgan nuqtaning muvozanati vaziyatdan siljishi $x=\frac{A}{4}$ bo'lgan (A -amplituda) vaqtda kinetik energiyani potentsialga nisbati nimaga teng?
83. Garmonik tebranma xarakat qilayotgan nuqtaning muvozanat vaziyatdan siljishi $x=\frac{A}{2}$ bo'lgan vaqtda kinetik energiyani potentsial energiyaga nisbati nimaga teng (A -amplitudasi).
84. Nuqta $x=0.2\sin\pi t$ qonuni bo'yicha tebranayapti. Tebranishlar boshlangandan keyin vaqtning $t=\frac{1}{6}$ qiymati uchun siljish, tezlik, qaytaruvchi kuch va potentsial energiya topilsin.
85. Amplitudasi $A=0.2$ m, chastotasi $\nu=2\text{ s}^{-1}$, boshlang'ich fazasi $\varphi_0=\frac{\pi}{6}$ bo'lgan garmonik tebranma xarakat qilayotgan jismning to'la energiyasi $W=5.4$ mJ bo'lsa jismning massasi nimaga teng? Qanday vaqtda uning kinetik energiyasi potentsial energiyasiga teng bo'ladi?
86. Vaqtning boshlang'ich momentida siljish $x=4.3$ m, va tezligi $\nu=3.2\text{ mG`s}$ ga teng. Jismning massasi $m=4$ kg, to'la energiyasi $W=793.5$ J. Garmonik tebranishlar tenglamasi yozilsin.
87. Massasi $m=10$ g bo'lgan moddiy nuqta $x=5\sin(\frac{\pi}{5}t+\frac{\pi}{4})$ qonun bo'yicha tebranma xarakat qiladi. Nuqtaga ta'sir qiluvchi maksimal kuch va nuqtaning to'la energiyasi topilsin.
88. Massasi $m=0.01$ kg bo'lgan moddiy nuqta tenglamasi $x=A\sin\omega t$ bo'lgan garmonik tebranish qiladi. Bunda $A=0.2$ m va $\omega=8\pi\text{ s}^{-1}$ ga teng. Vaqtning

$t=0.1$ s momenti uchun qaytaruvchi F kuchning qiymati va to'la mexanik energiyasi topilsin.

89. Massasi $m=0.010$ kg bo'lgan sharcha amplitudasi $A=0.03$ m va chasatotasi $\nu=10$ c^{-1} bo'lgan garmonik tebranma xarakat qiladi. Tebranishlarning boshlang'ich fazasi nolga teng. Sharcha ta'sir qiluvchi kuchning o'zgarish qonunini toping. Sharchaning a) to'la energiyasi; b) ta'sir qiluvchi kuchning qiymati, sharchani muvozanat vaziyatidan $x=0,02$ m bo'lgan vaqtdagi potensial energiyasini kinetik energiyasiga nisbatlari topilsin.

90. Moddiy nuqta amplitudasi $A=5$ sm bo'lgan garmonik tebranishlar qiladi. Jismga ta'sir qiluvchi elastiklik kuchini qiymati $F_m=0.2$ N bo'lgan vaqtdagi kinetik, potensial va to'la energiyalar topilsin.

91. Vaqtning biror daqiqasida tebranma xarakat qilayotgan nuqtaga ta'sir qiluvchi elastik kuchi uning maksimal qiymatini yarmiga teng. Shu vaqtda nuqtaning kinetik energiyasi maksimal energiyaning qanday qismini tashkil etadi?

92. Tebranma xarakat qilayotgan massasi $m=0.02$ kg bo'lgan nuqtani tebranishlar amplitudasi $A=5$ sm. Siljish amplitudasi yarmiga teng bo'lgan vaqtdagi kinetik, potensial va to'la energiya nimaga teng? Nuqtaning tebranishlar davri $T=1.2$ s.

93. Massasi $m=0.1$ g bo'lgan moddiy nuqta $x=5\sin 20t$ tenglamaga bo'ysingan holda tebranma xarakat qiladi. (Uzunlik-santimetrlarda, vaqt -sekundlarda o'lchanadi). Nuqtaning kinetik energiyasi W_k va qaytaruvchi kuchning F_m maksimal qiymati topilsin.

94. Massasi $m=0.01$ kg bo'lgan moddiy nuqta tenglamasi $x=0,2 \sin \omega t$ bo'lgan garmonik tebranma xarakat qiladi. (Uzunligi-santimetr, vaqt-sekundlarda o'lchanadi). Vaqtning $t=0.1$ s momenti uchun qaytaruvchi kuch va nuqtaning to'la energiyasi topilsin.

95. Prujinaga yuk osib qo'yilgan. Yukning tebranishlarini maksimal kinetik energiyasi $W_k=1$ J tengligini bilgan holda prujinani bikrlilik koeffitsiyenti topilsin. Tebranishlar amplitudasi $A=5$ sm.

96. Vaqtning biror momentda garmonik tebranma xarakat qiluvchi nuqtaga ta'sir qiluvchi elastiklik kuchi uning maksimal qiymatini yarmiga teng. Shu vaqtda kinetik energiya uning maksimal qiymatini qanday qismini tashkil etadi?

97. Nuqta $x=0.1\sin 2t$ tenglama asosida garmonik tebranma xarakat qilmoqda. Qaytaruvchi kuch $F=10^{-2}$ N qiymatga birinchi marta erishgan vaqtda nuqtaning energiyasi $W=2\cdot 10^{-4}$ J bo'lgan. Shu vaqt t -momenti va unga mos keluvchi tebranishlar fazasi topilsin.

98. Nuqta $x=5\sin 2t$ tenglama asosida tebranma xarakat qilmoqda. Vaqtning biror daqiqasida nuqtaga ta'sir qiluvchi kuch $F=5\cdot 10^{-3}$ N va uning potensial energiyasi $W_p=10^{-4}$ J ga teng. Shu vaqtda tebranishlarning fazasi va nuqtaning kinetik energiyasi topilsin.

99. Massasi $m=25$ g bo'lgan nuqtaning siljishi $x=3$ sm bo'lgan vaqt uchun kinetik, potensial va to'la energiyalari topilsin. Tebranishlar amplitudasi $A=3$ sm, davri $T=2$ s.

100. Garmonik tebranma xarakat qilayotgan nuqtaning tezligini o'zgarishi $v=300 \sin 100t$ m/s qonun bo'yicha o'zgaradi. Agarda nuqtaning massasi $m=16$ g bo'lsa $t=2$ s bo'lgan vaqt uchun kinetik, potensial va to'la energiyalar topilsin.

101. Bir vaqtda biror o'q bo'ylab sodir bo'layotgan nuqtaning garmonik tebranishlarini amplitudasi va davri bir xil bo'lib, ularning fazasi $\frac{2}{3}\pi$ ga farq

qiladi. Natijalovchi tebranishlarning tenglamasi $x=0.2\cos(\omega t+\pi)$ m ko'rinishda. Qo'shiluvchi tebranishlarni amplitudalari va boshlang'ich fazalari topilib, bu tebranishlarning tenglamalari yozilsin.

102. Moddiy nuqtaning tepkili tebranishlar tenglamasi $x=(0.1\cos 0.01t)\cos 0.99t$ ko'rinishda. Qo'shiluvchi tebranishlar tenglamasi va tepkili tebranishlar chastotasi topilsin.

103. Nuqta 2 ta o'zaro perpendikulyar bo'lgan $x=\frac{1}{2}\sin t$ va $y=2\cos t$ tebranishlarda qatnashadi. Nuqtaning trayektoriyasini tenglamasi topilsin.

104. Tenglamalari $x=A_1\sin\omega_1t$ va $y=A_2\cos\omega_2t$ bo'lgan ikkita o'zaro perpendikulyar bo'lgan tebranishlar qo'shiladi. Bunda $A_1=8$ sm, $A_2=4$ sm, $\omega_1=\omega_2=2$ s⁻¹. Nuqtaning trayektoriyasi tenglamasi yozilsin.

105. Moddiy nuqta tenglamalari $x=0.30\cos\omega t$ va $y=0.4\sin\pi t$ bilan berilgan ikkita o'zaro perpendikulyar bo'lgan tebranishlarda ishtirok etmoqda. Nuqtaning xarakat yo'nalishini va masshtabga rioya etgan holda traektoriyasini chizing.

Vaqt $t=\frac{T}{3}$ daqiqadagi nuqtaning tezligi va tezlanishi topilsin.

106. Davri bir xil va bir xil yo'nalishda bo'lgan ikkita tebranishlar qo'shilayapti: $x_1=A_1\sin\omega_1t$ va $x_2=A_2\sin\omega_2(t+\tau)$, bu yerda $\omega_1=\omega_2=\pi$ s⁻¹; $\tau=0.5$ s. Natijalovchi tebranishlarni amplitudasi A va boshlang'ich fazasi topilsin. Bu tebranishlarni tenglamasi yozilsin. $t=0$ moment uchun vektor diagrammasi chizilsin.

107. Moddiy nuqta tenglamalari $x=A_1\cos\omega_1t$ va $y=A_2\sin\omega_2t$ bo'lgan o'zaro perpendikulyar ikkita tebranishlarda ishtirok etmoqda, bunda $A_1=2$ sm, $\omega_1=2$ s⁻¹, $A_2=4$ sm, $\omega_2=2$ s⁻¹. Nuqtaning traektoriyasini aniqlang. Traektoriyani masshtabga rioya qilib chizing va nuqtani harakat yo'nalishini ko'rsating.

108. Nuqta o'zaro perpendikulyar bo'lgan va bir vaqtda sodir bo'layotgan ikkita tebranishlarda qatnashayapti, ularni tenglamalari $x_1=A_1\sin\omega_1t$, $y=A_2\cos\omega_2t$ bu yerda $A_1=2$ sm, $\omega_1=1$ s⁻¹, $A_2=2$ sm, $\omega_2=2$ s⁻¹. Nuqtani xarakat traektoriyasi masshtabga rioya qilingan holda chizilsin va xarakat yo'nalishini ko'rsating.

109. Nuqta tenglamalari $x=A_1\cos\omega_1t$ va $y=A_2\sin\omega_2t$ bo'lgan ikkita o'zaro perpendikulyar tebranishlarda ishtirok etadi. Bunda $A_1=4$ sm, $A_2=6$ sm, $\omega_1=\omega_2$.

Harakat traektoriyasini tenglamasi topilsin va grafigi chizilsin, nuqtani harakat yo'nalishini toping.

110. Moddiy nuqta bir tomonga yo'nalgan ikkita tebranishlarda qatnashadi. Bularni tenglamalari $x_1=A_1\sin\omega_1t$ va $x_2=A_2\cos\omega_2t$ bu yerda $A_1=3\text{sm}$, $A_2=4\text{sm}$, $\omega_1=\omega_2=2\text{ s}^{-1}$. Harakat tenglamasi, bu murakkab tebranishlarni amplitudasi A , uning chastotasi va boshlang'ich fazalari topilsin. Vaqt daqiqasi $t=0$ bo'lgan hol uchun vektor diagrammasini chizing.

111. Moddiy nuqta bir to'g'ri chiziqda yotuvchi tenglamalarni $x_1=\sin t$ va $x_2=2\cos t$ bo'lgan ikkita tebranma harakat ishtirok etadi (amplituda-sm va vaqt-sek.). Bu murakkab harakatning amplitudasi, chastotasi va boshlang'ich fazasi topilsin va harakat tenglamasini yozing.

112. Davrlari va yo'nalishlari bir xil bo'lgan $x_1=\sin\pi t$ va $x_2=\sin(\pi t+0.5)$ ikkita tebranish qo'shilayapti (uzunlik-santimetr va vaqt-sekundlarda). Natijalovchi tebranish amplitudasi va boshlang'ich fazasi φ_0 topilsin, harakat tenglamasini yozing.

113. Nuqta tenglamalari $x=\sin\frac{t}{2}$; $y=\cos t$ bo'lgan ikkita o'zaro perpendikulyar bo'lgan garmonik tebranishlarda qatnashayapti (uzunlik-santimetr va vaqt-sekund). Traektoriyani masshtablarga rioya qilib chizing, uning tenglamasini yozing va harakat yo'nalishini ko'rsating.

114. Moddiy nuqta bir vaqtning o'zida ikkita o'zaro perpendikulyar tebranma harakatlarda ishtirok etmoqda. Bu tebranishlar tenglamalari: $x=3\cos t$; $y=2\sin t$ (uzunlik-santimetr va vaqt-sekund). Nuqtaning traektoriyasini aniqlang. Traektoriyani masshtabga rioya qilgan holda chizing va harakat yo'nalishini toping.

115. Moddiy nuqta bir vaqtning o'zida tenglamalari $x=\cos 2\pi t$ va $y=2\cos\pi$ bo'lgan o'zaro perpendikulyar harakatlarda ishtirok etmoqda. Nuqtani traektoriyasini aniqlang va masshtabga rioya qilib uni chizing. Agar nuqta yopiq egri chiziq bo'ylab harakat qilsa uni yo'nalishini aniqlang. Agarda yopiq egri chiziq bo'lmasa bu egri chiziqni chegarasini aniqlang.

116. Moddiy nuqta, biror to'g'ri chiziq bo'ylab amplituda va chastotasi bir xil, lekin fazalari $\frac{\pi}{3}$ ga farq qiladigan ikkita garmonik tebranma harakatda ishtirok etmoqda. SGS sistemasida natijaviy tebranishning harakat tenglamasi $x=\cos\omega t$ ko'rinishga ega. Qo'shiluvchi tebranishlarni amplitudasi va boshlang'ich fazasini aniqlab tenglamalarini yozing.

117. Moddiy nuqta bir to'g'ri chiziqda yotgan ikkita garmonik tebranma harakatda ishtirok etadi. Si sistemasida qo'shiluvchi tebranishlarni tenglamalari: $x_1=0.08\cos\pi(\frac{2\pi}{T}+\frac{\pi}{6})$; $x_2=0.12\cos(2\pi vt+\frac{\pi}{3})$ ko'rinishda. Natijalovchi tebranish tenglamasini, uning amplitudasi va boshlang'ich fazasini yozing.

118. Moddiy nuqta bir to'g'ri chiziqda yotgan va tenglamalari $x_1=\cos(10t+\frac{\pi}{6})$

va $x_2 = \cos(9t + \frac{\pi}{6})$ bilan berilgan garmonik tebranma harakatda ishtirok etadi. Natijalovchi tebranishlar tenglamasini yozing va tepkili tebranish chastotasini toping.

119. Moddiy nuqta bir to'g'ri chiziqda, tenglamalari $x = \cos(\pi t + \frac{\pi}{2})$ va $y = \cos \pi t$ bilan berilgan ikkita garmonik tebranishlarda ishtirok etadi. Natijalovchi tebranishlarni tenglamasini yozing va tepkili tebranish chastotasini aniqlang.

120. Moddiy nuqta bir to'g'ri chiziqda yotgan tenglamalari $x = 2\cos \pi t$ va $y = 3\cos(\pi t + 0,5)$ bilan berilgan ikkita garmonik tebranishlarda ishtirok etadi. Natijalovchi tebranishlarni tenglamasini yozing va tepkili tebranish chastotasini aniqlang.

121. Moddiy nuqta bir to'g'ri chiziqda yotgan tenglamalari $x = \sin \frac{\pi}{2}(t+1)$ va $y = 2\cos \pi t$ bilan berilgan ikkita garmonik tebranishlarda ishtirok etadi. Natijalovchi tebranishlarni tenglamasini yozing va tepkili tebranish chastotasini aniqlang.

122. Nuqta tenglamalari $x = \frac{1}{2} \sin t$ va $y = 2 \cos t$ bo'lgan ikkita o'zaro perpendikulyar tebranishlarda qatnashadi. Nuqtaning traektoriyasining tenglamasini yozing.

123. Bir tomonga yo'nalgan davri $T = 0.5$ s va amplitudasi $A = 2$ sm bo'lgan ikkita garmonik tebranishlar qo'shilmogda. Tebranishlarni boshlang'ich fazalari $\varphi_1 = \frac{\pi}{2}$ va $\varphi_2 = \frac{\pi}{3}$ ga teng. Natijalovchi tebranishlarni ko'rinishini aniqlang.

124. Moddiy nuqta tenglamalari $x = A_1 \cos \omega t$; $y = A_2 \cos \omega t$ va $A_1 = 2$ sm $A_2 = 1$ sm bo'lgan ikkita o'zaro perpendikulyar tebranishlarda qatnashadi. Traektoriyani tenglamasini toping va uning grafigini chizing.

125. Nuqta, tenglamalari $x = A_1 \sin \omega t$; $y = A_2 \sin \omega t$ bilan berilgan ikkita o'zaro perpendikulyar garmonik tebranishlarda qatnashmogda. Nuqtaning traektoriya tenglamasini toping, masshtabga rioya qilib uning grafigini chizing va harakat yo'nalishini aniqlang. Bunda $A_1 = 2$ cm; $A_2 = 3$ sm ga teng.

126. Nuqta, tenglamalari $x = A_1 \cos 2\omega t$; $y = A_2 \cos \omega t$ bilan berilgan ikkita o'zaro perpendikulyar garmonik tebranishlarda qatnashmogda. Nuqtani tebranishlar traektoriyasi tenglamasini toping. Masshtabga rioya qilib uning grafigini chizing. $A_1 = 2$ sm va $A_2 = 3$ sm deb harakat yo'nalishini ko'rsating.

127. Nuqta bir vaqtning o'zida tenglamalari $x = A_1 \sin \omega t$, $y = A_2 \cos \omega t$ bo'lgan ikkita o'zaro perpendikulyar garmonik tebranishlarda qatnashadi. Nuqtaning trayektoriyasi tenglamasini toping, masshtabga rioya qilib uning grafigini chizing va $A_1 = 2$ sm, $A_2 = 3$ sm deb hisoblab harakat yo'nalishini toping.

128. Chastotalari ν_1 , ν_2 mos ravishda 440 Gs va 440.5 Gs bo'lgan ikkita kamerton tebranib ovoz chiqarayapti. Murakkab tebranishlarni davrini va tepkili tebranish davrini toping.

129. Nuqtaning harakati $x=A_1\sin\omega t$, $y=A_2\sin\omega(t+\tau)$ tenglamalar bilan berilgan va bunda $A_1=10$ sm, $A_2=5$ sm, $\omega=2$ s⁻¹, $\tau=\frac{\pi}{4}$ s. Nuqtaning traektoriyasini tenglamasini toping va vaqt momenti $t=0.5$ s bo'lgan hol uchun nuqtaning tezligi topilsin.

130. Nuqta tenglamalari $x=A_1\cos\omega t$, $y=A_2\sin\omega t$ bo'lgan o'zaro perpendikulyar ikkita tebranma harakatda bir vaqtning o'zida ishtirok etmoqda. Nuqtani traektoriyasi tenglamasini, uning grafigini va harakat yo'nalishini aniqlang.

131. Nuqta tenglamalari $x=A_1\sin\omega_1 t$, $y=A_2\cos\omega_2 t$, $A_1=0.5$ sm, $A_2=2$ sm, bo'lgan o'zaro perpendikulyar ikkita garmonik tebranma harakatda qatnashmoqda. Nuqtani harakat tenglamasini toping, uning grafigini chizing va harakat yo'nalishini aniqlang.

132. Nuqta tenglamalari $x=\sin 3\pi t$, $y=-\cos(\pi t+0.5)$, $A_1=0.5$ sm, $A_2=2$ sm, bo'lgan o'zaro perpendikulyar ikkita garmonik tebranma harakatda qatnashmoqda. Nuqtani harakat tenglamasini toping, uning grafigini chizing va harakat yo'nalishini aniqlang.

133. Moddiy nuqta, tenglamalari $x=A_1\cos\omega_1 t$; $y=A_2\sin\omega_2 t$ va bunda $A_1=3$ sm, $\omega_1=1$ s⁻¹, $A_2=2$ sm, $\omega_2=1$ s⁻¹ bo'lgan ikkita o'zaro perpendikulyar tebranma harakatda ishtirok etadi. Tebranma harakat tenglamasini aniqlang. Masshtabga rioya etib traektoriyani chizing va yo'nalishini ko'rsating.

134. Nuqta tenglamalari $x=A_1\sin\omega_1 t$, $y=A_2\cos\omega_2 t$ ($A_1=1$ sm, $\omega_1=0.5$ s⁻¹, $A_2=1$ sm, $\omega_2=1$ s⁻¹) bo'lgan ikkita garmonik tebranma harakatda qatnashmoqda. Harakat traektoriyasi tenglamasini toping, masshtabga rioya qilib uning grafigini chizing va harakat yo'nalishini ko'rsating.

135. Tenglamalari $x_1=A_1\sin\omega_1 t$, $x_2=A_2\sin(\omega_2 t+\tau)$ bo'lgan va amplitudalari $A_1=A_2=1$ sm ga teng bir xil yo'nalishdagi ikkita tebranma harakat qo'shilmoqda.

Bu yerda $\omega_1=\omega_2=\pi$ s⁻¹, $\tau=0.5$ s ga teng. Natijalovchi tebranishlarni amplitudasi A va boshlang'ich fazasi topilib tenglamasi yozinsin.

136. Nuqta tenglamalari $x=A_1\sin\omega_1 t$, $y=A_2\cos\omega_2 t$ bo'lgan o'zaro perpendikulyar tebranishlarda qatnashmoqda. Bu yerda $A_1=2$ sm, $A_2=1$ sm, $\omega_1=\omega_2=1$ s⁻¹ ga teng. Nuqtani traektoriyasini chizing, harakat yo'nalishini ko'rsating.

137. Moddiy nuqta bir to'g'ri chiziqda yotgan ikkita garmonik tebranmaharakatda qatnashmoqda. Qo'shiluvchi tebranishlarni SI sistemasidagi tenglamalari $x_1=5\cos\pi\cdot t$, $x_2=12\cos\pi(t+0.5)$ m ko'rinishda. Natijalovchi tebranishlarni tenglamasini yozing va uning amplitudasi va boshlang'ich fazasini toping.

138. Moddiy nuqta, tenglamalari $x=0.2\sin\pi(t+0.5)$, $y=0.1\cos 3\pi\cdot t$ (SU sistemasida) bo'lgan ikkita o'zaro perpendikulyar tebranishlarda qatnashmoqda. Nuqtaning traektoriyasini aniqlang. Masshtabga rioya etib uning grafigini

chizing va chegarasini aniqlang. Boshlang'ich vaqt momentiga mos kelgan nuqtaning tezligini va tezlanishini hisoblang.

139. Moddiy nuqta, tenglamalari $x=0.2\cos\pi t$, $y=0.1\sin\frac{\pi}{2}\cdot t$ (SU sistemasida)

bo'lgan ikkita o'zaro perpendikulyar tebranishlarda qatnashmoqda. Nuqtaning traektoriyasini aniqlang. Masshtabga rioya etib uning grafigini chizing va chegarasini aniqlang. Boshlang'ich vaqt momentiga mos kelgan nuqtaning tezligini va tezlanishini hisoblang.

140. Moddiy nuqta, tenglamalari $x=\sin 3\pi\cdot t$, $y=-\cos\pi(t+0.5)$ (SU sistemasida)

bo'lgan ikkita o'zaro perpendikulyar tebranishlarda qatnashmoqda. Nuqtaning traektoriyasini aniqlang. Masshtabga rioya etib uning grafigini chizing va chegarasini aniqlang. Boshlang'ich vaqt momentiga mos kelgan nuqtaning tezligini va tezlanishini hisoblang.

141. Moddiy nuqta, tenglamalari $x=0.2\sin\frac{\pi}{2}\cdot t$, $y=0.3\cos\pi\cdot t$ (SU sistemasida)

bo'lgan ikkita o'zaro perpendikulyar tebranishlarda qatnashmoqda. Nuqtaning traektoriyasini aniqlang. Masshtabga rioya etib uning grafigini chizing va chegarasini aniqlang. Boshlang'ich vaqt momentiga mos kelgan nuqtaning tezligini va tezlanishini hisoblang.

142. Nuqta tenglamalari $x=\sin\pi t$, $y=\sin\pi(t+0.5)$ bo'lgan o'zaro perpendikulyar tebranishlarda qatnashayapti. Nuqtani traektoriyasini aniqlang, masshtabga rioya qilib uning grafigini chizing. Agar nuqta yopiq egri chiziq bo'ylab tebransa, uning harakat yo'nalishini toping. Agar traektoriya yopiq bo'lmasa, uning chegaralarini ko'rsating.

143. Nuqta tenglamalari $x=5\cos\pi\cdot t$, $y=3\sin\pi(t+0.5)$ bo'lgan o'zaro perpendikulyar tebranishlarda qatnashayapti. Nuqtani traektoriyasini aniqlang, masshtabga rioya qilib uning grafigini chizing. Agar nuqta yopiq egri chiziq bo'ylab tebransa, uning harakat yo'nalishini toping. Agar traektoriya yopiq bo'lmasa, uning chegaralarini ko'rsating.

144. Nuqta tenglamalari $x=0.5\sin\pi(t+0.5)$ m, $y=\sin\pi\cdot t$ m bo'lgan o'zaro perpendikulyar tebranishlarda qatnashayapti. Nuqtani traektoriyasini aniqlang, masshtabga rioya qilib uning grafigini chizing. Agar nuqta yopiq egri chiziq bo'ylab tebransa, uning harakat yo'nalishini toping. Agar traektoriya yopiq bo'lmasa, uning chegaralarini ko'rsating.

145. Nuqta tenglamalari $x=\sin\pi t$ m, $y=\sin 3\pi\cdot t$ m bo'lgan o'zaro perpendikulyar tebranishlarda qatnashayapti. Nuqtani traektoriyasini aniqlang, masshtabga rioya qilib uning grafigini chizing. Agar nuqta yopiq egri chiziq bo'ylab tebransa, uning harakat yo'nalishini toping. Agar traektoriya yopiq bo'lmasa, uning chegaralarini ko'rsating.

146. Nuqta tenglamalari $x=2\cos\pi t$ m, $y=3\cos\pi(t+1)$ m bo'lgan o'zaro perpendikulyar tebranishlarda qatnashayapti. Nuqtani traektoriyasini aniqlang, masshtabga rioya qilib uning grafigini chizing. Agar nuqta yopiq egri chiziq

bo'ylab tebransa, uning harakat yo'nalishini toping. Agar traektoriya yopiq bo'lmasa, uning chegaralarini ko'rsating.

147. Nuqta tenglamalari $x=2\cos\pi t$ m, $y=\sin\pi/2$ m bo'lgan o'zaro perpendikulyar tebranishlarda qatnashayapti. Nuqtani traektoriyasini aniqlang, masshtabga rioya qilib uning grafigini chizing. Agar nuqta yopiq egri chiziq bo'ylab tebransa, uning harakat yo'nalishini toping. Agar traektoriya yopiq bo'lmasa, uning chegaralarini ko'rsating.

148. Nuqta tenglamalari $x=3\cos\pi \cdot t$ m, $y=4\sin\pi t$ bo'lgan o'zaro perpendikulyar tebranishlarda qatnashayapti. Nuqtani traektoriyasini aniqlang, masshtabga rioya qilib uning grafigini chizing. Agar nuqta yopiq egri chiziq bo'ylab tebransa, uning harakat yo'nalishini toping. Agar traektoriya yopiq bo'lmasa, uning chegaralarini ko'rsating.

149. Nuqta tenglamalari $x=0.5\cos\pi \cdot t$ m, $y=0.3\sin\pi(t+0.5)$ m bo'lgan o'zaro perpendikulyar tebranishlarda qatnashayapti. Nuqtani traektoriyasini aniqlang, masshtabga rioya qilib uning grafigini chizing. Agar nuqta yopiq egri chiziq bo'ylab tebransa, uning harakat yo'nalishini toping. Agar traektoriya yopiq bo'lmasa, uning chegaralarini ko'rsating.

150. Uzunligi $l=50$ m bo'lgan mayatnik gorizontal uchayotgan samolyot kabinasiga osib qo'yilgan. Samolyotni tezlanishi $a=3 \text{ m/c}^2$ bo'lganda mayatnikni tebranishlar chastotasi topilsin.

151. Uzunligi $l=1$ m bo'lgan cho'zilmaydigan ipga osilgan yuk, mayatnik amplitudasi $A=50$ sm bo'lgan tebrananma harakat qiladi. Ipning maksimal taranglik kuchi $F_M=100$ N. Yukning massasi m topilsin.

152. H balandlikdagi tebranishlarini davri yer sirtidagi tebranishlar davriga teng qilish uchun matematik mayatnikning uzunligini qancha marta kamaytirish kerak?

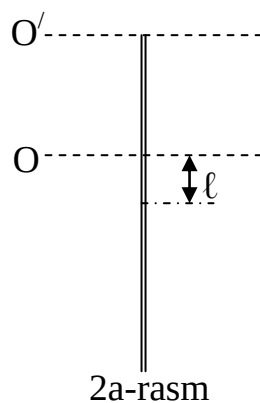
153. Massasi $m=60$ g va uzunligi $l=49$ sm bo'lgan sterjen uchlariga massalari $m_1=70$ g, $m_2=90$ g bo'lgan yuklar o'rnatilgan bo'lib, sterjen o'zining o'rtasidan o'tuvchi o'q atrofida tebranma harakat qila oladi. Sterjenni kichik tebranishlar davri topilsin.

154. Uzunligi $l_1=40$ sm bo'lgan matematik mayatnik va uzunligi $l_2=60$ sm bo'lgan fizik mayatniklar bitta gorizontal o'qqa osilgan bo'lib, bir xil (sinxron) tebranma harakat qiladi. Tebranishlar o'qidan og'irlik markazigacha bo'lgan d - masofa topilsin.

155. Sterjen uning o'rtasidan ℓ masofada o'tgan gorizontal O o'q atrofida biror T davr bilan tebranmoqda.

Agar sterjenni biror uchidan shu gorizontal o'qqa parallel bo'lgan O' o'qqa osilganda ham tebranish davri ozgarmay T ga tengligicha qolsa, ℓ - sterjen uzunligini qanday qismini tashkil qiladi? 2a-rasm.

156. Bir uchi maxkamlangan prujinaga massasi $m=250$ g bo'lgan yuk osib qo'yilgan. Yukni pastga tortib qo'yib yuborganda $u \quad v=2 \text{ s}^{-1}$ chastota bilan



2a-rasm

tebranma harakat qilgan. Prujinani qattiqligi (bikirligi) k ni toping. Prujinaga qanday yuk osganimizda uning tebranishlar davri $T=0.3$ s ga teng bo'ladi?

157. Devorga qoqilgan mixga radiusi $r=10$ sm bo'lgan halqa osib qo'yilgan. Halqani devorga parallel tekislikda kichik burchakka og'dirib qo'yib yuborsak, u qanday chastota bilan tebranadi? Halqa tekisligi devorga parallel.

158. Bir tomoni maxkamlangan prujinaga yuk osib qo'yilganda u 5 sm ga cho'zilgan. Agarda yukni pastga ozgina tortib qo'yib yuborilsa u qanday davr bilan tebranadi?

159. Uzunligi $\ell=70$ sm bo'lgan yengil sterjenni uchlariga bir xil yuklar maxkamlangan. Yuklarni biridan $d=25$ sm bo'lgan masofadan o'tuvchi va sterjenga perpendikulyar bo'lgan gorizontal o'q atrofida tebranma harakat qilmoqda. Tebranishlarni davri aniqlansin. Sterjenni massasi va yuklarni o'lchamlari e'tiborga olinmasin.

160. Uzunligi $\ell=8$ sm bo'lgan matematik mayatnikning boshlang'ich momentdagi tezligi $v=28$ sm/s ga teng. Tebranishlarni amplitudasi, siklik chastotasi, boshlang'ich fazasini toping va topilgan kattaliklarni SI sistemasidagi qiymatlarini qo'yib harakat tenglamasini yozing.

161. Uzunligi $l=180$ sm bo'lgan matematik mayatnik amplitudasi $A=17$ sm bo'lgan garmonik tebranma harakat qilmoqda. Siljish kattaligi qanday bo'lganda mayatnikning tezligi $v=35$ sm/s bo'ladi?

162. Uzunligi $\ell=1.2$ sm bo'lgan bir jinsli ingichka sterjen garmonik tebranma harakat qilmoqda. Tebranishlar sterjenni uchidan o'tuvchi gorizontal o'q atrofida sodir bo'lsa, bu tebranishlarning davri topilsin.

163. Sharcha uzunligi $\ell=1.2$ m bo'lgan ipga osilgan va uni $\alpha=4^\circ$ burchakka og'dirib qo'yib yuborilganda u tebrana boshladi. Tebranishlarni so'nmaydigan va garmonik deb, sharchani muvozanat vaziyatdan o'tayotgandagi tezligini topamiz. Bu natijani mexanika tenglamalaridan foydalanib topilgan muvozanat vaziyatdan o'tishdagi tezlik qiymati bilan solishtiring.

164. Prujinaga $F=100$ N bo'lgan yuk osilgan. Prujinani $F=10$ N kuch ta'sirida $\Delta x=1.5$ sm cho'zilishini bilgan holda vertikal tebranishlar davrini toping.

165. Tebranishlar davri $T=7.2$ s bo'lsa, qanday vaqtda mayatnik muvozanat vaziyatdan amplitudani yarmiga teng masofaga siljiydi. Boshlang'ich fazasi nolga teng.

166. Prujinaga, massasi prujinani massasidan ancha katta bo'lgan $m=0.1$ kg yuk osilganda u $\Delta x_1=5$ sm uzaygan. Yukni $\Delta x_2=3$ sm masofaga cho'zib qo'yib yuborganda, yukni muvozanat vaziyatdan o'tishdagi tezligini, tebranayotgan yukni to'la energiyasini toping. Kinetik (potenksial) energiya tebranishlar davri bilan erkin tebranishlar davrini solishtiring.

167. Uzunligi $\ell=180$ sm bo'lgan matematik mayatnik amplitudasi $A=17$ sm bo'lgan garmonik tebranma harakat qilmoqda. Siljish qanday bo'lganda mayatnikning tezligi $v=35$ sm/s bo'ladi?

168. Uzunligi $\ell=0.4$ m bo'lgan matematik mayatnikni siljishi $x=5$ sm bo'lganda tezligi nimaga teng bo'ladi? Amplitudasi $A=13$ sm ga teng.

- 169.** Uzunligi $\ell=0.4$ m bo'lgan matematik mayatnik va uzunligi $\ell=0.6$ m ingichka to'g'ri sterjendan iborat fizik mayatniklar bitta gorizontal o'q atrofida bir xil fazada (sinxron) tebranma harakat qilmoqda. Sterjenni tebranishlar o'qidan massa markazigacha bo'lgan d masofasi topilsin.
- 170.** Uzunligi $\ell=1.25$ m va massasi $m=5$ g bo'lgan matematik mayatnikka boshlang'ich momentda $F=2$ N maksimal kvazielastik kuch ta'sir etmoqda. Siljish tenglamasi va tebranishlar amplitudasi, boshlang'ich fazasi topilsin.
- 171.** Prujinaga massasi $m=10$ g yuk osilgan. Prujinaga $F=2.45$ N kuch ta'sir etganda $x=1.5$ sm cho'zilishini bilgan holda, vertikal tebranishlar davri topilsin.
- 172.** Uzunligi $\ell=140$ sm bo'lgan matematik mayatnikni tebranishlarini tezlanishi $a=35$ sm/s² bo'lgandagi tezligini toping. tebranishlar amplitudasi $A=10$ sm.
- 173.** Radiusi $r=30$ sm bo'lgan bir jinsli disk, uni tashkil qiluvchi silindr sirtini biridan o'tuvchi gorizontal o'q atrofida tebranma harakat qilmoqda. Diskning tebranishlari davri topilsin.
- 174.** Uzunligi $\ell=30$ sm bo'lgan sterjenni o'rtasiga va uchlaridan biriga ikkita yukcha maxkamlangan. Sterjen yuk yo'q uchidan o'tuvchi gorizontal o'q atrofida tebranma harakat qilmoqda. Sterjenni massasini e'tiborga olmagan holda uning keltirilgan uzunligini va tebranishlar davrini toping.
- 175.** Uzunligi $\ell=40$ sm bo'lgan sterjenga perpendikulyar va bo'sh uchlarini biridan o'tuvchi o'q atrofida tebranma harakat qilmoqda. Bunday mayatnikning tebranishlar davrini toping.
- 176.** Radiusi $r=30$ sm bo'lgan bir jinsli disk, disk sirtiga perpendikulyar va uning radiuslarini birini yarmidan o'tuvchi o'q atrofida gorizontal tebranma harakat qilmoqda. Bunday diskning keltirilgan uzunligi L ni va tebranishlar davri T ni toping.
- 177.** Tebranma harakat qilayotgan mayatnik eng chetki holatlari orasidagi masofa $x=4$ sm, muvozanat vaziyatdan o'tishdagi tezlik $v=10$ m/s bo'lsa tebranishlar davri T topilsin.
- 178.** Matematik mayatnikning tebranishlar amplitudasi $A=0.04$ m, uzunligi $\ell=1$ m, tezligi $v=0.1$ m/s bo'lganda tezlanishi qanday qiymatda bo'ladi?
- 179.** Matematik mayatnik $\frac{1}{2} T$ vaqtda $\Delta x=20$ sm ga siljiydi. Boshlang'ich fazasi 0 ga teng va tebranishlar kosinuslar qoidasiga amal qiladi. Mayatnikning tebranishlar davri topilsin.
- 180.** Uzunligi $\ell=36$ sm bo'lgan vaznsiz ipga sharcha osib qo'yilgan. Agarda u kuchlanganligi $E=3 \cdot 10^5$ V/m ga teng va pastga yo'nalgan elektr maydoniga kiritilgan bo'lsa mayatnikning davri topilsin. Sharchaning zaryadi $Q=-7$ nKl, va massasi $m=5$ g ga teng.
- 181.** Oy sirtida mayatnikli soat yerga nisbatan 2.46 marta sekin yursa oydagi jismning erkin tushish tezlanishi topilsin.

- 182.** Uzunligi $l=50$ sm bo'lgan sterjen, uning oxiridan $d=12.5$ sm masofadan o'tgan gorizontall o'q atrofida tebranma harakat qilmoqda. Sterjenning tebranishlari chastotasi topilsin.
- 183.** Ikkita matematik mayatniklar bir xil vaqtda $N_1=30$ va $N_2=90$ marta tebransa, bu mayatniklarning uzunliklarini nisbati nimaga teng bo'ladi?
- 184.** Bir xil vaqtlarda matematik mayatniklardan biri ikkinchisidan $N=30$ marta kam tebranadi. Ularning uzunliklarini nisbati $l_1:l_2=9:4$ ga teng. Berilgan vaqtda shu mayatniklarning necha martadan tebranishlari topilsin?
- 185.** Massasi m va ko'ndalang kesimni yuzasi S bo'lgan areometr zichligi ρ bo'lgan suyuqlikka botirilgan. Areometrni suyuqlikda muvozanatda bo'lish balandligidan chuqurroqqa botirib qo'yib yuborildi. Kichik tebranishlarni davri topilsin va uning massasini va suyuqlikni zichligini o'zgartirilsa mayatnikni davri qanday o'zgaradi?
- 186.** Aniq dengiz satxida ishlayotgan mayatnikli soatni $H=2$ km balandlikka ko'tarildi. Shu balandlikda bir sutka o'tganda soat qancha vaqtni ko'rsatadi?
- 187.** Mayatnikli soat dengiz satxidan $H=3$ km balandda turibdi. Agarda bu soatni dengiz satxiga ko'chirilsa u bir sutkada qancha vaqt oldin ketadi?
- 188.** Uzunligi $\ell=1$ m bo'lgan sekundli mayatnik $T_0=273$ K temperaturada sozlangan. Sekundli mayatnikning davri $T=2$ s, va chiziqli kengayish koeffitsiyenti $\alpha=1.2 \cdot 10^{-5} \text{ K}^{-1}$. Yoz vaqtida temperatura $T_1=303$ K da, bu mayatnikning davri necha sekundga o'zgaradi?
- 189.** Matematik mayatnik $T=3.9$ s davr va $A=0.03$ m amplituda bilan tebranma harakat qilmoqda. Mayatnikning eng katta tezligini toping.
- 190.** Mayatnik davri T bo'lgan tebranishlar qilayapti. $a=4.8 \text{ m/s}^2$ tezlanish bilan harakat qilayotgan liftidagi mayatnik davri necha marta o'zgaradi: a) lift pastga harakatlanadi, b) yuqoriga qarab harakatlanadi?
- 191.** Harakat qilayotgan vagondagi matematik mayatnikni davri qanday o'zgaradi: a) vagon $a=1.4 \text{ m/s}^2$ tezlanish bilan gorizontall yo'nalishda xarakan qilmoqda; b)) vagon $v=90 \text{ m/s}$ tezlik bilan egrilik radiusi $r=90$ m bo'lgan temir yo'l burilishida harakat qilmoqda?
- 192.** Massasi $m=16$ g bo'lgan sharcha davri $T_1=1$ s bo'lgan mayatnikni hosil qilgan. Dielektrik ipga osilgan bu sharchani manfiy zaryad bilan zaryadlab elektr maydoniga kiritilgan. Elektr maydonining kuchlanganlik vektori yuqori yo'nalgan. Mayatnikning tebranishlari davri $T_2=0.8$ s. Sharchaga ta'sir etuvchi elektr maydon kuchi hisoblansin.
- 193.** Uzunligi $\ell=0.66$ m va tebrainshlar davri $T=1$ s bo'lgan matematik mayatnik Yupiter planetasi tebranayotgan bo'lsa, bu yerdagi erkin tushish tezlanishi topilsin.
- 194.** Matematik mayatnik elektr poyezdining shipiga osib qo'yilgan. Agarda vagonga gorizontall yo'nalishda "a" tezlanish bersak mayatnikning tebranishlar davri necha marta o'zgaradi?

10-MAVZU. MEXANIK VA ELETROMAGNIT TEBRANISHLAR

Tekshirish uchun savollar

1. Qanday tebranishlar soʻnuvchi deb ataladi? Nima uchun soʻnish vujudga keladi? Soʻnish koʻeffitsiyentini fizik maʼnosi nima va u qanday aniqlanadi? Soʻnuvchi tebranishlarni chastotasi qanday ifodalanadi? Erkin (soʻnuvchi) tebranishlarning chastotasi qanday ifodalanadi?
2. Qanday tebranishlar majburiy deb ataladi? Ularning amplitudasi qanday aniqlanadi? Siljish bilan majburlovchi kuch oʻrtasidagi fazalar farqi nimaga teng? Rezonans hodisasi deb nimaga aytiladi va u qachon vujudga keladi? Rezonans chastotasi nimaga teng?
3. Tebranish konturida aktiv qarshilik boʻlmaganda tebranish jarayonini tushuntiring. Zaryad, kuchlanish va tok kuchining oniy qiymatlari qanday oʻzgaradi? Tebranish konturida erkin elektromagnit tebranishlar davri qanday aniqlanadi? Tebranish konturida energiya qanday oʻzgaradi?
4. Mexanik va elektromagnit tebranishlar uchun erkin va majburiy tebranishlar differensial tenglamalari keltirib chiqarilsin.
5. Soʻnuvchi tebranishlarda zaryad, kuchlanish va tok kuchi qiymatlari vaqt boʻyicha qanday oʻzgaradi? Tebranishning logarifmik dikrementi nimaga teng va uning fizik maʼnosi qanday? Soʻnish koʻeffitsiyentini tushuntiring.
6. Vektor diagramma orqali majburiy elektromagnit tebranishlarni tushuntiring. Majburiy tebranishlarda tokning maksimal qiymati nimaga teng? Kuchlanish, tok kuchi va zaryadlarning maksimal qiymatlari oʻzaro qanday bogʻlangan?
7. Kuchlanish va tok kuchining rezonansi tushuntirilsin.

MASALALARNI YECHISH UCHUN USLUBIY KOʻRSATMALAR

Erkin soʻnuvchi tebranishlar boʻyicha masalalar yechishda ularni tebranish davri soʻnish koʻeffitsiyentiga bogʻliqligini va xsusiy tebranish davridan kattaligini, chastotalari esa xsusiy chastotadan kichikligini hisobga olish kerak.

Koʻp masalalarda muhit qarshiligi kichikligidan muhitning chastota va davriga taʼsiri eʼtiborga olinmaydi ($\beta^2 \ll \omega_0^2$) tebranishni xsusiy tebranishdek qaraladi.

Koʻpgina masalalarda sistema uchun tebranishning logarifmik dikrementi yoki soʻnish koʻeffitsiyenti ifodasini keltirish zarur. Bunga erishish uchun vaqtning xar-hil momentlari uchun amplituda ifodalari yozilib, soʻngra ularning nisbati aniqlanadi.

Elektr tebranishlarda ham zaryad, tok kuchi va kuchlanishlar amplitudalarining nisbatini olishda shunday yoʻl tutiladi.

Asosan mexanik va elektromagnit tebranishlar uchun, masalalar ishlash usullari, qonuniyatlari, tenglamalar koʻrinishi bir biriga oʻxshash boʻlib, ularda zaryad siljishga mos keladi, induktivlik - massaga, sigʻim - kvazielastik kuch koefitsiyentiga teskari kattakikka, omiy qarshilik - muxit qarshilik koefitsiyentiga oʻxshash kattaliklardir.

MASALALAR ISHLASH NAMUNALARI

1-masala.

Uzunligi $l=0.5$ m, og'irligi e'tiborga olinmaydigan ipga osilgan kichik sharcha $t=8$ min. davomida 99% energiyasini yo'qotadi.

Tebranishning logarifmik dikrimenti topilsin.

ECHISH:

Tebranayotgan jismning to'liq energiyasi amplituda kvadratiga proporsional. So'nuvchi tebranish amplitudasi:

$$A=A_0 e^{-\beta t}. \quad (1)$$

Boshlang'ich va oxirgi energiya qiymatlarini bilgan holda, so'nish koeffitsiyentini aniqlash mumkin. Tebranishning logarifmik dikrimentini aniqlash uchun, matematik mayatnikning tebranish davrini bilish kerak. (1) formuladan foydalanib

$$E_1 = A_0^2 e^{-2\beta t}, \quad E_2 = A_0^2 e^{-2\beta(t+\tau)}, \quad (2)$$

yozish mumkin, bu yerda: τ - tebranish vaqti, E_1 va E_2 mayatnikning boshlang'ich va oxirgi energiya qiymatlari.

Masala shartidan $E_2/E_1=0.01$, buni (2) formulaga qo'ysak, $e^{-2\beta\tau}=0.01$ ni hosil qilamiz. Bundan $-2\beta\tau=\ln 0.01$, $-2\beta\tau=-4.6$, $\beta=4.8 \cdot 10^{-3} \text{ s}^{-1}$.

Matematik mayatnik formulasidan davr topiladi:

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}} = 1.4 \text{ s}.$$

Logarifmik dikriment

$$\delta=\beta T, \quad \delta=4.8 \cdot 10^{-3} \cdot 1.4=6.7 \cdot 10^{-3}.$$

2-masala.

Tebranish konturi $C=5$ mkf sig'imli kondensator va $L=0.2$ gn induktivlikli g'altakdan iborat. Agar kondensator qoplamalari orasidagi potentsiallar farqini eng katta qiymati 90 V bo'lsa, konturdagi tokning maksimal qiymati topilsin. Kontur qarshiligi hisobga olinmasin.

ECHISH:

Konturdagi qarshilik hisobga olinmaydigan darajada kichik bo'lsa, tebranish so'nmaydigan tebranish bo'ladi va kondensator qoplamalarida zaryadni vaqt bo'yicha o'zgarishi quyidagi formula orqali yoziladi:

$$Q=Q_0 \sin(\omega_0 t + \varphi_0). \quad (1)$$

Bu yerda Q_0 - zaryad o'zgarishining amplitudasi, φ_0 - boshlang'ich faza, ω_0 - erkin so'nmaydigan tebranishlarni siklik chastotasi ω_0

$$\omega_0 = \frac{1}{\sqrt{LC}}. \quad (2)$$

Tok kuchi zaryaddan vaqt bo'yicha olingan birinchi tartibli hosilaga teng. Shu sababli (1) tenglamani ikki tomonini vaqt bo'yicha diferensiallasak, konturdagi tok kuchi ifodasini hosil qilamiz.

$$I = \frac{dQ}{dt} = Q_0 \omega_0 \cos(\omega_0 t + \varphi_0),$$

$I_0 = Q_0 \omega_0$ kattalik konturdagi tokning amplitudasi yoki tokning maksimal qiymati deyiladi. ω_0 ning qiymatini (2) formuladan olib, va $Q_0 = CU_0$ ekanligini bilgan holda, izlanayotgan kattalik topiladi.

$$I_0 = Q_0 \omega_0 = \frac{CU_0}{\sqrt{LC}} = U_0 \sqrt{\frac{C}{L}} = 90 \text{ B} \sqrt{\frac{5 \cdot 10^{-6} \phi}{0.2 \text{ Gn}}} = 0.45 \text{ A}.$$

Masalani boshqa yo'l bilan ham yechish mumkin. Konturning to'liq energiyasi doimiy qoladi. Bu energiya kondensator elektr maydon energiyasi $E_c = \frac{CU^2}{2}$

va g'altakdagi magnit maydon energiya $E_i = \frac{LI^2}{2}$ larining yig'indisiga teng bo'ladi. Kondensator to'liq zaryadlanganda ($U=U_0$) tok kuchi $I=0$ bo'ladi. Konturdagi to'liq energiya

$$E = \frac{CU_0^2}{2}. \quad (3)$$

Kondensator to'liq razryadlanganda ($U=0$), tok kuchi o'zining maksimal qiymatiga I_0 erishadi. Konturning to'liq energiyasi

$$E = \frac{LI_0^2}{2}. \quad (4)$$

(3) va (4) formuladan

$$I_0 = U_0 \sqrt{\frac{C}{L}}.$$

3-masala.

Tebranish konturi induktivligi $L=5 \text{ mGn}$ ga teng g'altakdan va sig'imi $C=0.2 \text{ mkF}$ bo'lgan kondensatordan iborat. Uchta to'liq tebranishda tebranish energiyasi 10 marta kamayishi uchun logarifmik dekrement qanday bo'lishi kerak?

ECHISH:

Elektromagnit tebranishlar yuz berayotgan konturning to'liq energiyasi amplituda kvadratiga to'g'ri proporsional, misol uchun kondensator qoplamlaridagi kuchlanish kvadratiga to'g'ri proporsional. Aktiv qarshilik hisobiga tebranishlar so'nuvchi bo'ladi va kuchlanish amplitudasi. (Tok kuchi va boshqa kattaliklar ham). Vaqt o'tishi bilan asta sekin kamayib boradi.

$$U = U_{om} e^{-\beta t} \sin(\omega' t + \alpha), \quad (1)$$

bu yerda U_{om} - kuchlanish amplitudasining $t=0$ dagi qiymati.

Tebranish amplitudasi

$$U_m = U_{om} e^{-\beta t}. \quad (2)$$

Ta'rifga binoan logarifmik dikrement

$$\delta = \ln \frac{A(t)}{A(t+T)} = \beta T . \quad (3)$$

(3) tenglamadan $\beta = \frac{\delta}{T}$ ni topib (2) tenglamaga qo'yamiz va

$$U_m(t) = U_{om} e^{-\frac{\delta t}{T}} \quad (5)$$

tenglamaga kelamiz. Masala shartiga ko'ra $\tau=nT$ vaqtda energiya 10 marta kamayishi yoki amplituda $\sqrt{10}$ marta kamayishi kerak.

Demak

$$\frac{U_m}{U_m} = \frac{U_m(t)}{U_m(t/T)} = \frac{U_{om} e^{-\beta t/T}}{U_{om} e^{-\beta t} e^{\beta \frac{T}{T}}} = \sqrt{10} .$$

U holda, $e^{n\delta} = \sqrt{10}$ yoki $\delta = \frac{\ln 10}{2n} = \frac{\ln 10}{\sigma} = 0.38 .$

4-masala.

Elektr zanjir ketma-ket ulangan $Q=2$ Om qarshilikdan, $C=0.1$ mkF sig'imdan, $L=1$ mGn bo'lgan induktivlikdan tashkil topgan. Zanjirga o'zgaruvchan EYuK ulangan va u sinus qonuni bo'yicha o'zgaradi. EYuK ning maksimal qiymati $\varepsilon_0=30$ V bo'lganda va rezonans chastota ω_{rez} da har bir elementdagi tokning va kuchlanishning maksimal qiymatlari aniqlansin.

ECHISH:

O'zgaruvchan EYUK ta'sirida tebranish konturida majburiy elektromagnit tebranishlar hosil bo'ladi. Bu holdagi tebranishlarda I_0 ni ε_0 bilan bog'lanishi quyidagicha

$$I_0 = \frac{\varepsilon_0}{\sqrt{R^2 + (\omega L - \frac{1}{\omega C})^2}} , \quad (1)$$

Bu yerda ω - majburlovchi EYuK chastotasi. Tokning maksimal qiymati (1) tenglama maxrajidagi qovus 0 ga teng bo'lganda hosil bo'ladi.

Demak, rezonans chastotasi

$$\omega = \omega_{pa} = \frac{1}{\sqrt{LC}} = 1.0 \cdot 10^5 \text{ rad / s} .$$

Rezonans tok kuchi

$$I_{pez} = \frac{\varepsilon_0}{\sqrt{R^2}} = \frac{\varepsilon_0}{R} = 1.5 \text{ A}.$$

Kontur elementlardagi kuchlanishnin g maksimal qiymatlari:

$$U_R = I_{pez} \cdot R = \varepsilon = 30 \text{ V}, \quad U_L = I_{pez} \cdot \omega L = \frac{\varepsilon \cdot \omega L}{R} = 150 \text{ V},$$

$$U_C = I_{pez} \cdot \frac{1}{\omega L} = U_L = 150 \text{ V}.$$

Variantlar jadvali

Вар. №	Масалалар тартиби				Вар. №	Масалалар тартиби			
1	2				3	4			
1	1	51	101	151	26	26	76	126	
2	2	52	102	152	27	27	77	127	
3	3	53	103	153	28	28	78	128	
4	4	54	104	154	29	29	79	129	
5	5	55	105	155	30	30	80	130	
6	6	56	106	156	31	31	81	131	
7	7	57	107	157	32	32	82	132	
8	8	58	108	158	33	33	83	133	
9	9	59	109	159	34	34	84	134	
10	10	60	110	160	35	35	85	135	
11	11	61	111	161	36	36	86	136	
12	12	62	112	162	37	37	87	137	
13	13	63	113	163	38	38	88	138	
14	14	64	114	164	39	39	89	139	
15	15	65	115	165	40	40	90	140	
16	16	66	116	166	41	41	91	141	
17	17	67	117	167	42	42	92	142	
18	18	68	118	168	43	43	93	143	
19	19	69	119	169	44	44	94	144	
20	20	70	120	170	45	45	95	145	
21	21	71	121	171	46	46	96	146	
22	22	72	122	172	47	47	97	147	
23	23	73	123	173	48	48	98	148	
24	24	74	124	174	49	49	99	149	
25	25	75	125	175	50	50	100	150	

MUSTAQIL YECHISH UCHUN MASALALAR

1. Massasi $m=0.09$ kg bo'lgan moddiy nuqtaning so'navchi tebranishlarining tenglamasi $x=0.08e^{-0.06t}\cos t$ m. Moddiy nuqta $n=3$ marta tebrangandan so'ng tebranayotgan nuqtaning potensial energiyasi topilsin.
2. Nuqtaning so'navchi tebranishlar tenglamasi $x=0.09e^{-0.1t}\cos\frac{\pi}{2}t$ m. Tebranish energiyasi 120 marta kamayguncha ketadigan vaqt aniqlansin.
3. Torozining tebranayotgan strelkasining uchta ketma-ket og'ishdagi ko'rsatkichlari shkalaning 20, 5.5, 1.3 qiymatlariga to'g'ri kelgan. So'nishning logarifmik dikrementi va strelkani muvozanatga mos keluvchi shkaladagi qiymati topilsin.
4. Mayatnikning so'navchi tebranishlar amplitudasi $t_1=5$ min davomida $n_1=2$ marta kamaygan. Boshlang'ich holatdan qanday t_2 vaqt o'tgandan so'ng tebranishlar amplitudasi $n_2=8$ marta kamayadi?
5. Agar sistemaning xususiy tebranish davri $T_0=1$ s va logarifmik dekrementi $\delta=0.628$ bo'lsa, so'navchi tebranish davri T topilsin.
6. Massasi $m=0.1$ kg bo'lgan jism bikrligi $K=25$ N/m ga teng yengil prujinaga osilgan va suyuqlikka tushirilgan? Jism vertikal yo'nalishda impuls olgandan so'ng tebrana boshladi. Logarifmik dekrement $\delta=0.004$. Jism nechta tebrangandan so'ng uning tebranish amplitudasi 2 marta kamayadi? Tebranish amplitudasi 2 marta kamayishi uchun ketgan vaqt aniqlansin.
7. Logarifmik dekrementi $\delta=0.01$ bo'lgan tizim energiyasi 2 marta kamayishi uchun, tizim necha marta to'liq tebranishi kerak?
8. $t=5$ min davomida logarifmik dekrementi $\delta=0.031$ bo'lgan sekund mayatnikning energiyasi necha marta kamaygani topilsin.
9. Logarifmik dekrementi $\delta=0.0008$ bo'lgan komertonning tebranish energiyasi qancha vaqt davomida $n=10^6$ marta kamayadi? Komertonning tebranish chastotasi $\nu=600$ Gs.
10. So'navchi tebranishlar amplitudasi bir davr davomida uch marta kamayadi. So'nishni vujudga keltiruvchi sabab bo'lmaganda davr necha foездga ortadi?
11. So'navchi tebranishlar amplitudasi bir davr davomida $n=2$ marta kamayadi. Siljish maksimal bo'lganda faza nimaga teng? Maksimal tezlik qanday? So'navchi tebranishlar chastotasi tizimning xususiy chastotasidan necha marta kichik?
12. Agar uzunligi $\ell=0.8$ m bo'lgan mayatnikning boshlang'ich amplitudasi $A_0=5$ sm bo'lib, $t=5$ min dan so'ng amplituda $A=0.5$ sm ga teng bo'lsa, mayatnikning so'nish logarifmik dekrementi topilsin.

13. Ma'lum vaqt oralig'ida massasi 0.2 kg bo'lgan jism bikrligi $K=32$ N/m prujinada $N=60$ marta tebranganda amplituda $n=2$ marta kamaygan bo'lsa, so'nuvchi tebranishning davri topilsin.
14. Massasi $m=0,5$ kg ga teng jism birligi $K=32$ N/m bo'lgan prujinada erkin tebranma harakat qilmoqda. Agar ikki to'liq tebranish uchun ketgan vaqt davomida jismni tebranish amplitudasi $n=20$ marta kamaygan bo'lsa, erkin tebranishlar davri topilsin.
15. Moddiy nuqtaning $N=50$ tebranishdan so'ng tebranishlar amplitudasi $n=3$ marta kamaygan. Shartli tebranish davri $T=1$ s. So'nish ko'effitsiyenti va relaksasiya vaqti topilsin.
16. $m=0.2$ kg massaning jism bikrligi $K=50$ N/m bo'lgan prujinaga osilib moyga tushirilgan agar moyning ichki ishqalanish ko'effitsiyenti $r=0.5$ kg/s bo'lsa jismning tebranish chastotasi topilsin.
17. Moddiy nuqta $N=16$ to'liq tebranganidan so'ng uning amplitudasi $A_1=20$ sm dan $A_2=4$ sm gacha kamaygan. So'nish ko'effitsiyenti $\beta=0.1$ moddiy nuqtaning harakat qonuni hosil qilinsin.
18. Tebranayotgan moddiy nuqtaning harakat tenglamasi $x=0.3 e^{-0,2t} \cos 5t$, sm. Siljish maksimal bo'lgan vaqtni, moddiy nuqta to'xtagunga qadar o'tgan yo'lini tebranma sistemaning asilligi topilsin.
19. Fuko tajribasini shimoliy qutbda uzunligi $l=9.8$ m bo'lgan matematik mayatnik yordamida o'tkazishga qaror qilindi deb faraz qilaylik. Mayatnik tebranish tekisligi 4° ga burilishi uchun ketgan vaqt ichida tebranish amplitudasi $n=2$ marta kamayishi mumkin. Shu tajribaning o'tkazishga yaraydigan mayatnikning asilligi topilsin. Tajriba boshlangandan so'ng bir soat o'tgach, mayatnik tebranish amplitudasi necha marta kamayadi?
20. $m=0.01$ kg massasi $\omega_0=100$ s⁻¹ (chastota bilan) erkin tebranma harakat qilayotgan jism, so'nish ko'effitsiyenti katta bo'lgan muxitga ko'pirilgan, natijada jismni tebranish amplitudasi bir davr davomida $n=4$ marta kamaygan. Erkin tebranishlar chastotasi so'nuvchinikidan necha protsentga katta ekanligi va muxitning qarshilik ko'effitsiyenti aniqlansin.
21. Tebranishlar boshlangandan so'ng $t_1=10$ s vaqt o'tgach, erkin tebranishlar amplitudasi $n_1=10$ marta kamaygan. Qanday vaqt o'tgandan so'ng, tebranishlar amplitudasi $n_2=100$ marta kamayadi?
22. Tebranishlar boshlangandan so'ng $t_1=100$ g vaqt o'tgach, erkin tebranishlar amplitudasi $n_1=2$ marta kamaygan. Qanday vaqt o'tgandan so'ng, tebranishlar amplitudasi $n_2=10$ marta kamayadi?
23. $t_1=16.1$ s davomida tebranishlar amplitudasi $n=5$ marta kamayadi. a) so'nish ko'effitsiyenti topilsin; b) qanday t_2 vaqt o'tgandan so'ng, tebranishlar amplitudasi; v) marta kamayadi?
24. $t=100$ s davomida tebranuvchi sistema 100 marta tebrandi. Shu vaqt oralig'ida tebranishlar amplitudasi 2.718 marta kamaydi. So'nish ko'effitsiyenti β va sistema asilligi nimaga teng.

25. Sistema $N=100$ ta tebranguncha qadar, uning amplitudasi $n=5$ marta kamaydi. Sistemaning asilligi Q topilsin.
26. Tebranma harakat qilayotgan sistemaning asilligi $Q=2$, erkin tebranishlar chastotasi $\omega=100 \text{ s}^{-1}$. Xususiy tebranishlar chastotasi ω_0 topilsin.
27. $t=100 \text{ s}$ davomida sistema $N=100$ ta tebranma harakat qiladi. Shu vaqt oralig'ida uning amplitudasi "e" marta kamaydi. Tebranma harakatning logarifmik dekrementi nimaga teng?
28. Moddiy nuqtaning $N=100$ ta tebranishidan so'ng amplituda $n=3$ marta kamaydi. So'nishning logarifmik dekrementi va sistemaning asilligi topilsin.
29. Massasi $m=1 \text{ g}$ bo'lgan jism $\omega=3.14 \text{ s}^{-1}$ chastota bilan so'nuvchi tebranma harakat qilmoqda. $\tau=50 \text{ s}$ davomida jism 80% energiyasini yo'qotdi. So'nish koeffitsiyenti, muxit qarshiligi va sisteam asilligi topilsin.
30. Moddiy nuqtaning $N=30$ marta tebranishidan so'ng amplituda $n=7$ marta kamaydi. So'nishning logarifmik dekrementi va sistemaning asilligi topilsin.
31. Moddiy nuqta $A_0=8 \text{ sm}$ boshlang'ich amplituda bilan so'nuvchi tebranma harakat qilmoqda. Tebranish boshlanganda so'ng $t_1=2 \text{ min.}$ o'tganda tebranish amplitudasi $A=4 \text{ sm}$ gacha kamaydi. Tebranma harakat boshlangandan so'ng qancha vaqt o'tganda uning amplitudasi $A=6 \text{ sm}$ ga kamayadi?
32. So'nish logarifmik dekrementi $\delta=10^{-3}$ bo'lgan kameron $\nu=440 \text{ Gs}$ chastota bilan tebranma harakat qilmoqda. Tebranish energiyasi $n=10^6$ marta kamayishi uchun ketgan τ vaqt topilsin.
33. $l=24.7 \text{ sm}$ uzunlikdagi ipga osilgan sharcha so'nish logarifmik dekrementi $\delta=0.01$ bo'lgan so'nuvchi harakat qilmoqda. Qancha vaqtdan so'ng sharchaning tebranish energiyasi $n=9.4$ marta kamayadi?
34. 10 ta to'liq tebranishdan so'ng, nuqtaning tebranish amplitudasi $A_1=10 \text{ sm}$ dan $A_2=6 \text{ sm}$ gacha kamaygan sistemaning so'nish koeffitsiyenti $\beta=0.2 \text{ s}^{-1}$. Siljishning vaqtga bog'liq tenglamasi yozilsin.
35. $A_0=20 \text{ sm}$ boshlang'ich amplituda bilan harakat qilayotgan mayatnikning amplitudasi to'liq 10 ta tebranishdan so'ng $A_1=1 \text{ sm}$ kamaygan. Agar tebranish davri $T=5 \text{ s}$ bo'lsa, so'nishning logarifmik dekrementi topilsin va tebranishning tenglamasi yozilsin.
36. Bikirligi $K=1.0 \cdot 10^2 \text{ N/m}$ bo'lgan prujinaga radiusi $R=3 \text{ sm}$ ga teng mis shar osilgan va moyga tushirilgan. Tebranma sistemaning xususiy tebranish chastotasi asilligi va tebranish to'xtaguncha ketgan vaqt topilsin.
37. Matematik mayatnik so'nishning logarifmik dekrementi $\delta_1=1.5$ bo'lgan muxitda tebranma harakat qilmoqda. Agar muxitning qarshiligi $n=2$ marta oshirilsa, uning logarifmik dekrementi qanday bo'ladi?
38. Vertikal spiral prujinaga radiusi $R=10^{-2} \text{ m}$ bo'lgan po'lat sharcha osilgan. Uning tebranishini siklik chastotasi havoda $\omega_0=5 \text{ s}^{-1}$ va biror suyuqlikdan $\omega=4.06 \text{ s}^{-1}$ ga teng. Suyuqlikdagi boshlang'ich amplituda $A=5 \text{ sm}$ ga teng. Sharchaning siljish tenglamasi va suyuqlikning ichki ishqalanish koeffitsiyenti topilsin.

39. Agar uzunligi $l=0.5$ m bo'lgan matematik mayatnikning to'liq mexanik energiyasi $n=4 \cdot 10^4$ marta kamayishi uchun $\tau=5$ min. vaqt ketgan bo'lsa, uning logarifmik dekrementi topilsin.
40. Kamertonning tebranish amplitudasi $\tau=1.5$ s davomida $n=100$ marta kamaydi. So'nish koeffitsiyenti topilsin.
41. So'nuvchi tebranma harakatning tenglamasi $x=A_0 e^{-\beta t} \sin(\omega t + \frac{\pi}{4})$ m bo'lib, bu yerda $A_0=10$ sm, $\beta=2.8$ s⁻¹, $\omega=5.5$ s⁻¹. Vaqtning momentidan $t=0.7$ s keyingi tezlik logarifmik decrement δ , sistema asilligi Q topilsin.
42. So'nuvchi tebranma harakatning davri $T=4$ s logarifmik dekrementi $\delta=1.6$ boshlang'ich fazasi $\varphi_0=0$. $t=\frac{T}{4}$ vaqtda nuqtaning siljishi 4.5 sm ga teng. Tebranishning harakat tenglamasi yozilsin. $t=0$ momentdagi siljish topilsin.
43. So'nuvchi tebranma harakat tenglamasi $x=5e^{-25t} \sin \frac{\pi}{2} t$, m. Tebranma harakat qilayotgan nuqtaning vaqtni $t=0,1,2,3$ momentlaridagi tezligi topilsin.
44. Massasi $m=5$ gr. bo'lgan jism so'nuvchi tebranma harakat qiladi. $T=50$ s davomida jism o'zining 60% energiyasini yo'qotgan. Muxitning qarshilik koeffitsiyenti topilsin.
45. So'nuvchi tebranma harakat qilayotgan matematik mayatnikning amplitudasi t_1 vaqt davomida n marta kamaygan mayatnik uzunligi l , a) so'nishning logarifmik dekrementi δ qanday? b) kuzatish boshlangandan so'ng qanday t_2 vaqtdan keyin sistemaning amplitudasi yana n marta kamayadi?
46. Mayatnikning boshlang'ich tebranish amplitudasi $A_0=3$ sm $t=10$ s o'tgandan so'ng $A=1$ sm bo'ldi. Qancha vaqt o'tgandan so'ng, tebranish amplitudasi $A=0.3$ sm bo'ladi?
47. Agar moyning ishqalanish koeffitsiyenti $q=0.5$ va prujina bikrligi $k=50$ N/m bo'lsa, prujinaga osilib, moyga tushirilgan $m=0.2$ kg massali jismning tebranish chastotasi topilsin.
48. $t_1=4$ s vaqt davomida so'nuvchi tebranma harakat qilayotgan moddiy nuqtaning amplitudasi $A_0=2$ sm dan $A_1=0.7$ sm gacha kamaygan. Qancha vaqt o'tgandan so'ng tebranish amplitudasi $A=0.4$ sm bo'ladi? Qancha vaqt o'tgandan so'ng tebranish energiyasi $n=10^4$ marta kamayadi?
49. Biror muxitda so'nuvchi tebranma harakat qilayotgan sistemaning energiyasi $t=2$ min. davomida $n=100$ marta kamaygan. Agar mayatnik massasi $m=0.1$ kg bo'lsa, muxitning qarshilik koeffitsiyenti topilsin.
50. Uzunligi $l=1.2$ m ga teng matematik mayatnik kichik qarshilikka ega bo'lgan muxitda tebranma harakat qilmoqda. Muxitning qarshiligi tebranish davriga ta'sir etmaydi deb hisoblab, $t=8$ min. tebranish amplitudasi $n=3$ marta kamaygan bo'lsa, davomida tebranishning so'nish koeffitsiyenti va logarifmik dekrementi topilsin.
51. Tebranish konturi induktivligi $L=4 \cdot 10$ Gn g'altakdan sig'imi $C=2 \cdot 10^{-9}$ F kondensatordan va $R=2$. Om qarshilikdan tashkil topgan. Boshlang'ich holda

qoplamalardagi kuchlanish maksimal bo'lib, $U_0=0.5$ V ga teng. Kondensator qoplamalaridagi zaryadning vaqtga bog'liq tenglamasi yozilsin.

52. Tebranish konturi $C=2.2 \cdot 10^{-9}$ F sig'imli kondensatordan va diametri $d=0.5$ mm bo'lgan mis simga o'ralgan g'altakdan iborat. Ualtakning uzunligi $l=20$ sm. So'nishning logarifmik dekrementi topilsin.

53. Tebranish konturi $C=1.1 \cdot 10^{-3}$ F li sig'imdan va $L=5 \cdot 10^{-3}$ Gn induktivlikdan iborat. So'nishning logarifmik dekrementi $\delta=0.05$. So'nish tufayli kontur qancha vaqtdan so'ng o'zining energiyasini 99% yo'qotadi?

54. Tebranish konturi induktivligi $L=10^{-3}$ Gn g'altakdan sig'imi $C=4.0 \cdot 10^{-9}$ F ga teng kondensatordan va $R=4$ Om qarshilikdan tashkil topgan. Bir davr davomida kondensator qoplamalaridagi potentsiallar farqi qanchaga kamayadi?

55. Agar $t_1=0.1$ s vaqt davomida potentsiallar farqining amplitudaviy qiymati $n=4$ marta kamaysa aktiv qarshiligi $R=28$ Om bo'lgan tebranish konturining induktivligi topilsin.

56. Tebranish konturi sig'imi $C=4 \cdot 10^{-5}$ F bo'lgan kondensatordan induktivligi $L=0.1$ Gs g'altakdan tashkil topgan. Agar bir davr davomida kondensator qoplamalaridagi potentsiallar farqi $n=3$ marta kamaysa, konturning sig'imi qanday?

57. Tebranish konturi $C=27$ mkF sig'imi, $L=0.18$ Gn induktivlikdan va $R=24$ Om qarshilikdan iborat. Konturning tebranish davri va uning logarifmik dekrementi topilsin.

58. $C=500$ F sig'imi kondensator uzunligi $l=40$ sm kesim yuzasi $S=5$ sm², $N=1000$ ta o'ramlardan iborat g'altakka parallel ulangan. Tebranish davri topilsin.

59. Diametri $D=20$ sm dan bo'lgan ikki plastinkadan tashkil topgan kondensator, induktivligi $L=1$ mGn ga teng g'altak bilan parallel ulangan. Plastinkalar orasidagi masofa $d=1$ sm. Tebranish davri T topilsin.

60. Tebranish konturi sig'imi $C=8$ PF bo'lgan kondensator va $L=0.5$ Gn induktivlikka teng g'altakdan iborat. Agar konturdagi maksimal tokning qiymati $I=40$ mA bo'lsa kondensator qoplamalaridagi maksimal kuchlanishning qiymati U_0 farqi qanday?

61. Tebranish konturi $L=1.6$ mGn ga teng induktivlikdan va $C=0.04$ F sig'imdan iborat bo'lib, qisqichlar orasidagi maksimal kuchlanish $U_0=200$ V. Agar konturning qarshiligi juda kichik bo'lsa, undagi tokning maksimal qiymati I_0 qanday?

62. Kondensatorning sig'imi $C=2$ mkF bo'lgan tebranish konturida $\nu=1000$ Gs chastotali tovush to'lqinlarini hosil qilish uchun, unga qanday induktivlikka ega bo'lgan g'altakka ulash kerak? Konturning qarshiligi hisobga olinmasin.

63. Tebranish konturi $C=0.025$ mkF va sig'imi kondensator va $L=1015$ Gn induktivlikka teng g'altakdan iborat. Kondensator qoplamalaridagi zaryad miqdori $Q=2.5 \cdot 10^{-6}$ Kl. Vaqtning $t_1=\frac{T}{2}$ va $t_2=\frac{T}{8}$ uchun tok qiymati va potentsiallar farqi topilsin.

64. Tebranish konturi $C=100$ PF sig'imi kondensatordan, $L=64$ mGn induktivlikka teng g'altakdan va $R=1.0$ Om qarshilikdan tashkil topgan. Tebranishlarning xususiy chastotasi, tebranishlar davri va konturning asilligi topilsin.
65. $R=1$ Om qarshilikka bo'lgan tebranish konturining kondensatordagi kuchlanishning boshlang'ich qiymati $U_0=10$ V ga teng. Agar tebranish konturining kondensatoridagi energiya $W=ae^{-bt}$ J qonuniyat bilan kamaysa, kondensator sig'imi va induktivligining qiymati aniqlansin. Bu yerda $a=2 \cdot 10^{-5} \text{ s}^{-1}$, $b=500 \text{ s}^{-1}$ ga teng.
66. Tebranish konturi $C=10^{-9}$ F sig'imdan va $L=4 \cdot 10^{-3}$ Gn induktivlikdan iborat. So'nishning logarifmik dekrementi $\delta = 0.005$. Kontur energiyasi $n=100$ marta kamayishi uchun ketgan vaqt topilsin.
67. Kondensator qoplamalaridagi kuchlanishning vaqt bo'yicha o'zgarishi $U=3.5e^{-0.005t} \cos 3.14 \cdot 10^{-4}$ (V) qonuniyat bilan yuz beradi. Kondensatorning boshlang'ich zaryadi. Kontur parametrlari topilsin.
68. Tebranish konturining boshlang'ich fazasi 0. Kontur qarshiligi hisobga olinmaganda, vaqtning $t = \frac{T}{8}$ momentida magnit maydon energiyasining elektr maydon energiyasiga nisbati topilsin.
69. Tebranish konturi sig'imi $C=1$ mkF bo'lgan kondensatordan, $L=10^{-3}$ Gn induktivli g'altakdan va $R=30$ Om qarshilikdan iborat. Konturdagi tebranishlarning so'nishini logarifmik dekrementi topilsin.
70. Tebranish konturi $L=0.29$ Gn induktiv g'altakdan $C=7$ mkF sig'imli kondensatordan va $R=40$ Om qarshilikdan tashkil topgan. Tebranish konturining davri topilsin? Davr Tomson formulasi orqali hisoblangandagi xatolik necha protsentni tashkil qiladi?
71. Tebranish konturi $L=0.23$ Gn induktivlikdan, $C=7$ mkF sig'imdan va $R=40$ Om qarshilikdan tashkil topgan. Kondensatordagi zaryad miqdori $Q=5.5 \cdot 10^{-4}$ Kl kondensator qoplamalaridagi kuchlanishni vaqtga bog'liq tenglamasi yozilsin.
72. Uzunligi $\ell=25$ sm, solenoid kesim yuzasi $S=10 \text{ sm}^2$ ga teng solenoid $N=300$ ta o'ramdan iborat. Solenoid yassi kondensator bilan parallel ulangan. Kondensator qoplamalarining $S_1=0.045 \text{ m}^2$ va ular orasidagi masofa $d=0.1$ mm. qoplamalar orasiga parafin shimdirilgan qog'oz qo'yilgan. Kontur qarshiligini hisobga olmay uning xususiy tebranish davri topilsin.
73. $L=12$ mGn induktivlikka ega g'altak, diametrlari $D=18$ sm ga teng bo'lgan ikki plastinkali xavo kondensatori bilan parallel ulangan. Plastinkalar orasidagi masofa $d=2$ sm. Tebranish davri T topilsin.
74. $C=500$ pF sig'imli kondensator uzunligi $\ell=40$ sm va kesim yuzasi $S=5 \text{ sm}^2$ bo'lgan g'altak bilan parallel ulangan. G'altakdagi o'ramlar soni 1000 ta. Tebranish davri T topilsin.
75. Tebranish konturi $L=20$ mGn induktivlik g'altakdan va $C=80$ nF sig'imli kondensatordan tashkil topgan. Sig'im qiymati ko'rsatilgan qiymatdan 2% ga

farqlanishi mumkin. Konturda rezonans bo'ladigan to'lqin uzunliklari oraligi topilsin

76. Tebranish konturi $L=1.6$ mGn li induktivli g'altakdan va sig'imi $C=0.04$ mkf bo'lgan kondensatordan iborat. Kondensator qisqichlaridagi maksimal kuchlanish $U_0=200$ V ga teng. Konturdagi tokning maksimal qiymati I_0 topilsin. Kontur qarshiligi hisobga olinmasin.

77. Tebranish konturi sig'imi $C=8$ pF ga teng kondensator va induktivligi $L=0.5$ mGn bo'lgan g'altakdan iborat. Agar tokning maksimal qiymati $I_0=40$ mA bo'lsa, kondensator qoplamalaridagi kuchlanishning maksimal qiymati U_0 qanday?

78. $\ell=50$ sm uzunlikka ega bo'lgan o'zaksiz g'altak $S_0=3$ sm² kesim yuzaga ega va $N=1000$ ta o'ramdan tashkil topgan g'altak xar birining yuzasi $S=75$ sm² bo'lgan xavo kondensatori bilan parallel ulangan. Plastinkalar orasidagi masofa $d=5$ mm, tebranish konturining tebranish davri T topilsin.

79. Tebranish konturi parallel ulangan $C=1$ mkf sig'imli kondensator va $L=1$ mGn induktivli g'altakdan iborat. Konturning qarshiligini hisobga olmay, uning chastotasi ν topilsin.

80. Tebranish konturidagi tokning vaqt bo'yicha o'zgarish tenglamasi $I=-0.02\sin 4000\pi t$ (A) bo'lsa, konturning sig'imi topilsin. Kontur induktivligi $L=1$ Gn. Kondensator qoplamalari orasidagi maksimal potentsiallar farqi qanday?

81. Tebranish konturi sig'imi $C=5$ mkf ga teng kondensatordan, induktivligi $L=0,2$ Gn bo'lgan g'altakdan iborat. Kondensator qoplamalaridagi potentsiallar farqining maksimal qiymati $U_0=90$ V bo'lsa, tok kuchining maksimal qiymati topilsin. Konturda tokning o'zgarish qonuni yozilsin.

82. $C=10^{-9}$ F sig'imli tebranish konturi 10^3 kGs chastotaga sozlangan. Tebranishdagi kuchlanishdagi maksimal qiymati $U_0=100$ V. Aktiv qarshilikni hisobga olmay: a) konturdagi maksimal tokning qiymati, b) kontur boshlangandan $t = \frac{T}{8}$ vaqtadan so'ng g'altakdagi magnit maydon energiyasi topilsin.

83. Uzunligi $l=40$ sm va kesim yuzasi $S_0=9.55$ sm² bo'lgan g'altakga $N=100$ ta o'ram o'ralgan. G'altakka plastinka yuzalari $S=100$ sm² ga teng yassi kondensator o'zaro parallel ulangan. Plastinka orasidagi masofa $d=0.1$ mm. Konturning rezonans to'lqin uzunligi $\lambda=750$ nm bo'lsa kondensator qoplamalari orasidagi muxitning dielektrik singdiruvchanligi topilsin.

84. Tebranish konturidagi tokning vaqt bo'yicha o'zgarish qonuni $I=0.02\sin 400\pi t$ (A) ko'rinishga ega. Kontur induktivligi $L=1$ Gn. Tebranish konturining sig'imi, magnit maydon va elektr maydon energiyalarining maksimal qiymatlari topilsin.

85. Tebranish konturidagi kondensator qoplamalari orasidagi potentsiallar farqining vaqt bo'yicha o'zgarish tenglamasi $U=50\cos 10^4\pi t$ kontur sig'imi $C=10^{-7}$ F. Kontur induktivligi va kontur sozlangan to'lqin uzunlik topilsin.

- 86.** Induktivlikka ega bo'lgan ($L=1 \text{ Gn}$) tebranish konturida $C=0.1 \text{ F}$ potentsiallar farqining amplitudasi $n=4$ marta kamaygan. Tebranish konturining aktiv qarshiligi topilsin.
- 87.** $C=0.5 \text{ mkf}$ sig'imli zaryadlangan kondensator induktivligi $L=5 \text{ mGn}$ bo'lgan g'altakga ulangan. Kondensator ulangandan so'ng qancha vaqt o'tgach g'altakning magnit maydon energiyasi kondensator elektr maydon energiyasiga teng bo'ladi.
- 88.** Agar konturdagi g'altak uzunligini va o'ramlar diametrini o'zgaritirmay turib, g'altakdagi o'ramlar sonini " n " marta oshirilsa, kondensatorning logarifmik dekrementi qanday o'zgaradi?
- 89.** Sig'imi $C=0.2 \cdot 10^{-8} \text{ F}$ kondensator va induktivligi $L=15 \cdot 10^{-4} \text{ Gn}$ g'altakli tebranish konturida $U_0=0.9 \text{ V}$ maksimal kuchlanishli so'nmas tebranishlarni ushab turish uchun $P=10 \text{ mkVt}$ quvvat talab qilinadi. Tebranish konturining logarifmik dekrementi topilsin.
- 90.** $C=10 \text{ mkF}$ sig'imli va $L=1 \text{ mGn}$ induktivlikni tebranish konturida kondensator maksimal kuchlanish $U_0=100 \text{ V}$ gacha zaryadlangan. Kondensatordagi maksimal zaryad miqdori C , konturdagi maksimal zaryad miqdori Q , konturdagi maksimal tok qiymati topilsin. Tokning oniy qiymatini aniqlashga imkon beruvchi tenglama tuzilsin.
- 91.** Konturdagi zaryadning vaqt bo'yicha o'zgarish qonuni $Q=10^{-2} \cos(8t+\pi)$ Kl ko'rinishda. Tebranishlarning chastotasi, davri va konturdagi tokning maksimal qiymati topilsin.
- 92.** Tebranish konturi $L=0.2 \text{ mGn}$ induktivli g'altakdan va ikki ketma-ket $C_1=C_2=4 \text{ mkf}$ sig'imli kondensatorlardan iborat. Konturning xususiy tebranish davri, har bir kondensatordagi zaryadning va kuchlanishning maksimal qiymatlari topilsin (konturdagi tokning maksimal qiymati $I_0=0.1 \text{ A}$).
- 93.** Tebranish konturidagi sig'imi $C=10 \text{ mkF}$ li kondensatorga $Q=10^{-3} \text{ Kl}$ zaryad berilgan. Shundan so'ng konturda so'nuvchi elektromagnit tebranishlar vujudga keldi. Kondensatordagi kuchlanishning qiymati boshlang'ich kuchlanishdan $n=4$ marta kamayguncha qancha issiqlik miqdori ajralib chiqadi?
- 94.** Kondensator qoplamalaridagi kuchlanishning vaqt bo'yicha o'zgarish qonuni $U=220 \sin(314t + \frac{\pi}{2}) \text{ V}$ ko'rinishiga ega. Agar kondensator sig'imi $C=2 \cdot 10^{-5} \text{ F}$ bo'lsa, konturda tokning oniy qiymatini ifodalovchi tenglama yozilsin. Kondensatordagi tok va kuchlanish orasidagi fazalar siljishi topilsin. Yig'ilgan energiya qanday? Vaqtning $t_1=\frac{T}{2}$ va $t_2=\frac{T}{4}$ momentlarida magnit energiya topilsin.
- 95.** Induktivligi $L=0.4 \text{ Gn}$ va sig'imi $C=2 \cdot 10^{-5} \text{ F}$ li tebranish konturidagi tokning amplitudaviy qiymati $I_0=0.1 \text{ A}$. Konturdagi magnit va elektr maydon energiyalari teng bo'lgandagi kondensator qoplamalari orasidagi kuchlanish topilsin.

- 96.** Tebranish konturi sig'imi $C = 2.22 \cdot 10^{-3}$ F bo'lgan kondensator va dielektrik $D = 0.5$ mm ga teng mis simdan o'ralgan g'altakdan iborat. G'altak uzunligi $\ell = 20$ sm. So'nuvchi tebranishlarning logarifmik dekrementi topilsin.
- 97.** Tebranish konturi sig'imi $C = 2 \cdot 10^{-8}$ F kondensatordan va induktivligi $L = 5 \cdot 10^{-3}$ Gn ga teng g'altakdan iborat. Tebranishlar boshlangandan so'ng $t = 10^{-3}$ s vaqt o'tgach kuchlanishning amplituda qiymati $n = 3$ marta kamaygan. Xususiy tebranishlarning davri va konturning qarshiligi topilsin.
- 98.** Tebranish konturi sig'imi $C = 0.2$ mkF bo'lgan kondensatordan va induktivligi $L = 5.07 \cdot 10^{-3}$ Gn ga teng g'altakdan tashkil topgan. Tebranish boshlangandan $t = 10^{-3}$ s vaqt o'tgandan so'ng kondensator qoplamalari orasidagi kuchlanishning amplitudaviy qiymati $n = 3$ marta kamayishi uchun so'nishning logarifmik dekrementi qanday bo'lishi kerak?
- 99.** Induktivligi 1 Gn bo'lgan tebranish konturining kondensator qoplamalari orasidagi kuchlanishli maksimal qiymati $t = 0.1$ S davomida $n = 5$ marta kamaygan. Tebranish konturining aktiv qarshiligi topilsin.
- 100.** Tebranish konturi $C = 0.7 \cdot 10^{-5}$ F sig'imli kondensatordan, $L = 23 \cdot 10^{-2}$ Gn induktivli g'altakdan va $R = 40$ Om ga teng qarshilikdan tashkil topgan. Agar kondensatordagi zaryad miqdori $Q = 5.6 \cdot 10^{-4}$ Kl bo'lsa, tebranish davri va so'nishning logarifmik dekrementi topilsin.
- 101.** $m = 0.5$ kg massali jism prujinaga osilgan va yog'ga tushirilgan. Prujina bikirligi $K = 0.098$ N/sm, qarshilik koeffitsiyenti $r = 0.80$ kg/s. Jismga amplitudasi $F_0 = 0.98$ N ga teng va garmonik o'zgaruvchan majburlovchi kuch ta'sir etmoqda. Majburlovchi kuch chastotasi va yukning tebranish amplitudasi topilsin.
- 102.** $m = 0.1$ kg massali prujinaga osilgan $F = 0.4$ N kuch ta'sir etib, prujinani $\Delta x = 1.0$ sm ga cho'zadi. Yukchani so'nuvchi tebranishlarning davri $T = 0.37$ s, so'nishning logarifmik dekrementi $\delta = 0.7$. Yukchaga $F = 2.0$ N ga teng va garmonik o'zgaruvchi kuch ta'sir etmoqda. Majburlovchi kuchning va rezonansda yuzaga kelgan majburiy tebranishlarning tenglamasi topilsin.
- 103.** Bir jinsli magnitlangan sterjen bir chetidan o'tgan gorizontol o'q atrofida tebrana oladi. Massasi $m = 60$ g, uzunligi $\ell = 10$ sm va magnit momenti $P = 4.9$ A $\cdot$ m². Sterjenning bir jinsli vertikal magnit maydonida garmonik tebranish davri, magnit maydoni bo'lmagan holdagi tebranish davridan $n = 2$ marta kam. Magnit maydon induksiyasi topilsin.
- 104.** Induktivlik va sig'imdan tashkil topgan tebranish konturida majburiy tebranma harakat vujudga keltirilmoqda. Agar sig'imni maksimum tebranishga mos keluvchi qiymatiga nisbatan $\Delta C = 0.01$ ga o'zgartirsak konturdagi tok kuchi $n = 1.5$ marta kamayadi. Sistema tebranishini logarifmik dekrementi aniqlansin.
- 105.** Yassi kondensator qoplamalari orasidagi izolyasiyalangan ikki prujinada massasi $m = 0.01$ g va zaryadi $Q = 3.6 \cdot 10^{-6}$ Kl bo'lgan sharcha maxkamlangan. Kondensator qoplamalariga $\nu = 50$ Hz chastotali va $U_0 = 3.0 \cdot 10^3$ V amplitudali o'zgaruvchan kuchlanish berilgan. Agar har bir prujinaning bikrligi $k = 0.98$ sm

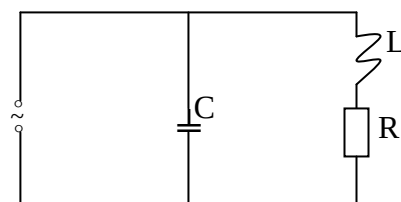
va qoplamalar orasidagi masofa $d=5$ sm bo'lsa, sharchaning majburiy tebranish davri topilsin. Qarshilik kuchlari hisobga olinmasin.

106. Tashqi garmonik kuch ta'sirida, sistemada tenglamasi $x=0.8\cos(2\pi t - \pi/6)$ m majburiy tebranish vujudga keladi. Tashqi kuch bir davrda $A=1.88$ J ish bajarsa bu kuchning vaqt bo'yicha o'zgarish tenglamasi yozilsin. Majburlovchi kuchning boshlang'ich amplitudasi nolga teng, bir davrda kosinus kvadratining o'rtacha qiymati 0.5 ga teng.

107. Bikrligi $k=10^3$ N/m bo'lgan prujinaga, $m=0.8$ kg massali temir sharcha osilgan. O'zgaruvchan magnit maydoni tomonidan sharchaga amplitudaviy qiymati $F_0=2.0$ N ga teng sinusoidal kuch ta'sir etmoqda. Sistemaning aslligi $Q=30$, $\omega=\frac{\omega_0}{2}$, ω_0 , $2\omega_0$ hollarga mos keluvchi majburiy tebranishlar amplitudasi topilsin.

108. $m=0.5$ kg massali jism osilgan prujina $x=5$ mm ga cho'zildi. Sistemani muvozanat holatdan chiqarib qo'yib yuborilganda u $t=3.5$ s davomida erkin tebranma harakat qildi. Sistemaning rezonans amplitudasi topilsin.

109. Tebranish konturida $C=20$ mkF kondensatordan, induktivligi $L=0.2$ Gn g'altakdan va $R=5$ Om aktiv qarshilikdan tashkil topgan (1-rasm). Agar qisqichlarga $U=312\cos 314t$ kuchlanish berilgan bo'lsa, bu zanjirda qanday quvvat sarf bo'ladi?



1-rasm

110. $m=0.2$ kg massali yuk $k=20$ N/m bikrli prujinaga osilgan. Unga $F_0=2$ N amplitudali majburlovchi kuch ta'sir etadi. Majburlovchi kuch chastotasi, sistemaning xususiy chastotasidan ikki marta katta, so'nish koeffitsiyenti $\beta=0.5$ s⁻¹. Prujinaga osilgan yukning majburiy tebranma harakat amplitudasi topilsin.

111. Elektr zanjir $R=1$ kOm qarshilikdan, $L=30$ mGn ga teng induktivlikdan va o'zgaruvchan sig'imli kondensatordan tashkil topgan. Zanjirga $U_0=60$ V li sinusoidal $\nu=50$ kHz chastotali EYuK ta'sir etmoqda. Kondensator qanday sig'mga ega bo'lganda rezonans yuz beradi? Bu holatda tokning ta'sir etuvchi qiymati topilsin.

112. Juda kichik chastotali majburlovchi kuch ta'sirida majburiy tebranishlarning siljish amplitudasi $A=2$ mm, rezonans paytida esa amplituda $A_{rez}=32$ mm. So'nish koeffitsiyenti $\beta \ll 1$. Sistemaning aslligi va tebranishlarning logarifmik dekrementi topilsin.

113. So'nish koeffitsiyenti $\beta=400$ s⁻¹ bo'lganda sistemaning xususiy chastotasi $\nu_0=1$ kHz ga teng. Rezonans chastota xususiy tebranish chastotadan necha marta farq qiliganni toping.

114. Agar majburlovchi kuchning o'zgarish davri rezonansnikidan $n=2$ marta katta bo'lsa majburiy tebranishlar amplitudasi rezonans amplitudadan necha marta kichikligini topilsin. So'nish koeffitsiyenti $\beta=0.2$ T₀.

- 115.** Og'irlik kuchi ta'sirida elektrodvigatel o'rnatilgan balka $\Delta\ell=1$ mm ga egilgan. Elektrodvigatel yakorning qanday aylanish ν chastotasida rezonans xavfi vujudga keladi?
- 116.** Massasi $m=60$ t bo'lgan vagon to'rtta ressorga ega. Har bir ressor prujinasining bikirligi $K=500$ N/m. Agar rels uzunligi $\ell=12.8$ m bo'lsa, vagon qanday ν tezlikda harakatlenganda relslarning tutashuvchi uchlarida bo'ladigan turtkilar ta'sirida kuchli tebranish boshlanadi?
- 117.** Tebranuvchi sistema $\nu=1000$ Hz chastota bilan so'nuvchi tebranma harakat qilayapti. Agar sistemaning rezonans chastotasi $\nu_{\text{rez}}=998$ Hz bo'lsa, sistemaning xususiy chastotasi ν_0 topilsin.
- 118.** Tebranuvchi sistemaning so'nish koeffitsiyenti $\beta=400$ s⁻¹. Sistemaning xususiy chastotasi $\nu_0=1$ kHz bo'lsa, rezonans chastota xususiy chastotadan qanchaga farq qiladi?
- 119.** Tebranuvchi sistemada rezonans uning xususiy chastotasi $\nu_0=10$ kHz dan $\Delta\nu=2$ Gs ga kam chastotada vujudga kelsa, tebranuvchi sistemaning logarifmik dekrementi topilsin.
- 120.** Prujinali mayatnikning xususiy tebranish davri $T_0=0.55$ s⁻¹. Qovushqoq muxitda uning tebranish davri $T=0.56$ s⁻¹. Tebranishlarning rezonans chastotasi topilsin.
- 121.** Qarshilik koeffitsiyenti $r=1$ g/s bo'lgan muxitda jism majburiy tebranma harakat qilmoqda. Agar sistemaning rezonans amplitudasi $A_{\text{rez}}=0.5$ sm va xususiy chastotasi $\nu_0=10$ Hz bo'lsa, majburlovchi kuchning amplitudaviy qiymati topilsin. So'nish juda kichik deb hisoblansin.
- 122.** Majburiy garmonik tebranishlarning amplitudalari $\nu_1=100$ Hz va $\nu_2=600$ Hz chastotalarda bir xildir. So'nishni hisobga olmay, ν_{rez} chastota topilsin.
- 123.** Bikirligi $k=10$ N/m bo'lgan spiralsimon prujinaga massasi $m=10$ g yukcha osilib, butun sistema qovushqoq muxitga tushirildi. Muxitning qarshilik koeffitsiyentini $r=0.1$ kG/s deb hisoblab: 1) xususiy tebranishlar chastotasi ν_0 ; 2) rezonans chastota ν_{rez} ; 3) rezonans amplituda A_{rez} topilsin. Agar majburlovchi kuch garmonik qonuniyat bo'yicha o'zgarsa va uning amplitudaviy qiymati $F_0=0.02$ N ga teng.
- 124.** Agar majburlovchi kuchning o'zgarishi chastotasi rezonans chastotasidan: 1) 10% ga ; 2) ikki marta katta bo'lsa, majburiy tebranishlar amplitudasi rezonans amplitudadan necha marta kichik bo'ladi? Ikki holda ham so'nish koeffitsiyenti $\beta=0.1\omega_0$ ga teng deb hisoblansin (ω_0 -xususiy tebranishning siklik chastota) quyidagi parametrlarga ega.
- 125.** Tebranma kontur quyidagi parametrlarga ega: $C=4$ mkF, $L=0.1$ mGn, $R=1$ Om. Konturning aslligi nimaga teng?
- 126.** $F=F_m\cos\omega t$ majburlovchi kuch ta'sirida sistemada tenglamasi $x=A\cos(\omega t-\varphi)$ ko'rinishda bo'lgan tebranma harakat barqaror topadi. Bir davrda sistemaning bajargan ishi A topilsin.

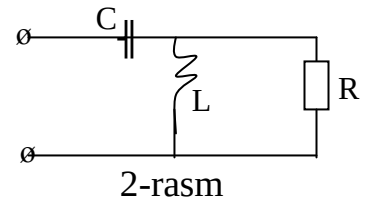
- 127.** Majburlovchi kuchning amplitudasi o'zgaras bo'lganda, $\omega_1=100 \text{ s}^{-1}$ va $\omega_2=300 \text{ s}^{-1}$ chastotalardagi majburiy tebranishlar amplitudalari bir xil qiymatga teng, ω_{rez} chastota topilsin.
- 128.** Majburlovchi kuch amplitudasi o'zgaras bo'lganda, $v_1=100 \text{ s}^{-1}$ va $v_2=300 \text{ s}^{-1}$ chastotalarda tezlik amplitudasi bir xil qiymatga ega. Tezlik amplitudasi maksimal bo'lishi mumkin bo'lgan v_0 chastota topilsin.
- 129.** Biror bir tebranma sistemaning erkin tebranishlarining chastotasi $v=100 \text{ s}^{-1}$, rezonans chastotasi esa $v_{\text{rez}}=99.0 \text{ s}^{-1}$. Sistema aslligi Q topilsin.
- 130.** Prujinaga osilgan temir sterjen muvozanat vaziyatdan chiqarib qo'yib yuborilsa, u $\omega=20.2 \text{ s}^{-1}$ chastota bilan tebranma harakat qila boshladi va $t=1.11 \text{ s}$ vaqt oralig'ida tebranish amplitudasi $n=2$ marta kamaygan. Sterjenning pastki uchi yaqinida o'zgaruvchan tokka ulangan g'altak joylashtirilgan. Tok $\omega'=11.0 \text{ s}^{-1}$ chastotaga ega bo'lganida sterjen $A=1.5 \text{ mm}$ amplituda bilan tebranma harakat qiladi. a) Tokning qanday ω_{rez} chastotasida sterjen tebranishi intensivligi eng katta qiymatga erishadi. b) Bu chastotada tebranishlarning A_{rez} amplitudasi qanday bo'ladi? Majburlovchi kuch amplitudasi o'zgaras. Majburlovchi kuch chastotasi g'altakdagi tokning o'zgarish chastotasidan ikki marta katta ekanligi e'tiborga olinsin.
- 131.** $v=50 \text{ Hz}$ chastotali o'zgaruvchan tok zanjiriga, $C=20 \text{ mF}$ sig'imli kondensator va aktiv qarshiligi $R=150 \text{ Om}$ bo'lgan reostat ketma-ket ulangan. Kondensator va qarshilikda kuchlanishni tushishi topilsin.
- 132.** Kuchlanishi $U=220 \text{ V}$ va chastotasi $v=50 \text{ Hz}$ bo'lgan o'zgaruvchan tok zanjiriga sig'imi $C=35 \text{ mkF}$ ga teng kondensator, $R=100 \text{ Om}$ aktiv va $L=0.7 \text{ Gn}$ induktivlik ketma-ket ulangan. Kondensator, qarshilik va induktivlikdagi tok kuchi va ulardagi kuchlanishning tushishi topilsin.
- 133.** O'zgaruvchan tokning chastotasi $v=50 \text{ Hz}$. L induktivlik ba C sig'im $R=20 \text{ kOm}$ qarshilikka qanday ulanganda g'altakdagi J_L va sig'imdagi J_C tok kuchlari umumiy tok kuchidan 10 marta katta bo'ladi? J_L va J_C larni qiymatlari aniqlansin.
- 134.** Juda kichik chastotali majburlovchi kuch ta'sirida sistemaning majburiy tebranishlar siljish amplitudasi $A=12 \text{ mm}$, rezonans chastotada esa $A_{\text{rez}}=64 \text{ mm}$. So'nish koeffitsiyenti 1 dan ancha kichik. Sistemaning aslligi va so'nishning logarifmik dekrementi topilsin.
- 135.** $m=10 \text{ g}$ massali jism $x=10e^{-6t}\cos 10.5\pi t \text{ sm}$ qonuniyat asosida so'nuvchi tebranma harakat qilmoqda. Jismga davriy ravishda o'zgaruvchi tashqi kuch ta'sir etganda uning tebranish tenglamasi $x=5\cos(10\pi t+4) \text{ sm}$ ko'rinishga ega bo'ladi. Erkin tebranma harakatning siklik chastotasi, siljish va ta'sir etuvchi kuch fazalari orasidagi farq, tashqi davriy ta'sir etuvchi kuch tenglamasi topilsin.
- 136.** $m=0.1 \text{ kg}$ massali yuk bikirligi $K=10 \text{ N/m}$ bo'lgan prujinaga osilgan. Yukka $F=2\cos 8t \text{ N}$ tenglama bilan ifodalanuvchi majburlovchi kuch ta'sir etadi. So'nish koeffitsiyenti $\beta=0.5 \text{ s}^{-1}$. Majburiy tebranish natijasida hosil bo'lgan siljish tenglamasi yozilsin. Tebranishlar barqaror bo'lgan vaqt topilsin.

137. $F=F_m \cos \omega t$ tashqi kuch ta'sirida moddiy nuqta $x=A \cos(\omega t + \varphi)$ qonuniyat bo'yicha majburiy tebranma harakat qiladi. Bir davr mobaynida kuch bajargan ish aniqlansin. $\omega = \omega_0$ va $\omega \ll \omega_0$ bo'lgan hollarda bir davr mobaynida kuch bajaradigan ish topilsin. ω_0 - modiy nuqtaning erkin tebranish chastotasi.

138. $m=0.1$ kg massali moddiy nuqta $T=0.5$ s erkin tebranish davriga ega. Jismga $F_1=10^{-2} \cos \omega t$ va $F_2=0.14x$ (x -muvozanat holatdan siljish) kuchlar ta'sir etadi. Bu holda rezonans siljish hosil bo'ladi. Majburlovchi kuch chastotasi, rezonans holatidagi siljish tenglamasi, qarshilik kuchi amplitudasi, sistema asilligi topilsin.

139. Majburlovchi kuchning siklik chastotalari $\omega_1=200 \text{ s}^{-1}$ va $\omega_2=300 \text{ s}^{-1}$ bo'lganda tezlik amplitudalari o'zaro teng va rezonans holatdagi maksimal tezlikni yarmini tashkil qiladi. Majburlovchi kuchning amplituda qiymatini doimiy deb hisoblab, tezlik rezonansidan majburlovchi kuchning chastotasi; so'nish koeffitsiyenti; so'nish koeffitsiyenti $n=2$ marta kamayganda rezonans tezlikni o'zgarishi topilsin.

140. $R=30 \text{ Om}$ va $C=21.2 \text{ mkF}$, $\nu=50 \text{ Hz}$ bo'lsa L g'altakning induktivligi qanday bo'lganda elektr zanjirida rezonans bo'ladi? (2-rasm). Induktivlikning qanday qiymatida zanjirning to'liq qarshiligi minimal bo'ladi?



141. Tebranma konturdagi kondensatorning sig'imi $C=0.05 \text{ mkF}$. Zanjirda $\omega=1000 \text{ s}^{-1}$ siklik chastotada elektr rezonans yuz berishi uchun konturga ulangan g'altakning induktivligi qanday bo'lishi kerak?

142. Jism $F=F_0 \cos \omega t$ tashqi kuch ta'sirida $x=A \sin \omega t$ qonuniyat bo'yicha harakat qilmoqda. $t=t_0$ dan $t=t_{\text{oxir}}$ gacha bo'lgan vaqt oralig'ida kuch bajargan ishi topilsin. Bir davr davomida kuch bajargan ishi va shu davr ichida o'rtacha quvvati topilsin.

143. Jismga $F=A \cos \omega t$ qonuniyat bo'yicha o'zgaruvchi kuch ta'sir etmoqda. $t=0$, $x=0$, $v=0$ shartlarga to'g'ri keluvchi harakat tenglamasi yozilsin. Bu harakat tebranma harakat ekanligi aniqlansin. Tebranish davri, siljishni eng katta qiymati va tezlikning eng katta qiymati topilsin.

144. Massasi m bo'lgan jism $F=F_0 \cos \omega t$ kuch ta'sirida harakatlanmoqda. Jismning kinetik energiyasini tenglamasi yozilsin. $t=0$, $v=0$ holat uchun maksimal kinetik energiya topilsin.

145. Majburiy tebranishlarning juda kichik xususiy chastotalarida sistemaning amplitudasi $A_0=0.1 \text{ sm}$ bo'lsa, rezonansda majburiy tebranishlar amplitudasi A_{rez} qanday bo'ladi? Logarifmik dekrementi $\delta=0.01$.

146. Agar majburlovchi kuch chastotasining o'zgarishi rezonans chastotadan $n=2$ marta katta bo'lsa, sistemaning majburiy tebranish amplitudasi rezonans amplitudadan necha marta kam bo'ladi? So'nish koeffitsiyenti $\delta=0.1$.

147. $R=10 \text{ sm}$ qarshilikdan, induktivligi $L=2 \text{ mkGn}$ ga teng g'altakdan va sig'imi $C=0.2 \text{ mkF}$ bo'lgan kondensatordan tashkil topgan konturga sinusoidal

EYuK ta'sir etadi. Rezonans holati yuz berishidagi EYuK chastotasini va tokni ta'sir etuvchi qiymati topilsin (EYuK ni ta'sir etuvchi 20 v).

148. $R=1 \text{ k}\Omega$ qarshilikdan, $L=300 \text{ mH}$ induktiv g'altakdan, o'zgaruvchan sig'imli kondensatordan iborat bo'lgan zanjirga ta'sir etuvchi qiymati $\mathcal{E}_0 = 60 \text{ V}$ va chastota $\nu=50 \text{ kHz}$ bo'lgan sinusoidal EYuK ta'sir etmoqda. Rezonans holatiga to'g'ri keluvchi sig'im qiymati va rezonans holatidagi I_{rez} tok kuchining ta'sir etuvchi qiymati topilsin.

149. Tebranish konturining aktiv qarshiligi $R=0.33 \text{ }\Omega$. Konturda tok kuchi amplitudasini $I_0=30 \text{ mA}$ da saqlab turish uchun, kontur qanday P quvvatni sarf qiladi?

150. Tebranish konturi parametrlarining qiymati $C=1.00 \text{ F}$, $L=6.00 \text{ mH}$ $R=0.50 \text{ }\Omega$ ga teng. Konturdagi kondensatorda $U=10.0 \text{ V}$ amplitudali so'nmas kuchlanishni ushlab turish uchun konturga qanday P quvvat berish kerak?

11-MAVZU. MEXANIK VA ELEKTROMAGNIT TO‘LQINLAR

Tekshirish uchun savollar

1. To‘lqin deb nimaga aytiladi? Qanday to‘lqinlar turini bilasiz va ular qanday muxitda vujudga keladi?
2. To‘lqinni xarakterlovchi fizik kattaliklar va ularning o‘zaro bog‘lanishi.
3. Dopler effektini mohiyati nima?
4. To‘lqin bilan qanday kattalik uzatiladi?
5. To‘lqin protsesslariga mansub bo‘lgan hodisalarni tushintiring. Bu hodisalarni qanday sharoitda kuzatish mumkin?
6. Tovush to‘lqinlarining hosil bo‘lishini tushintiring, ularni qanday kattaliklar xarakterlaydi?
7. Elektromagnit to‘lqinlarining hosil bo‘lishi va ularni xarakterlovchi fizik kattaliklar?
8. Elektromagnit to‘lqinlar energiyasining xajm zichligi nimaga teng?
9. Umov-Poyting vektorining fizik ma‘nosi tushintiring.
10. Chopar elektromagnit to‘lqinlarining intensivligi nimalarga bog‘liq?

MASALALAR YECHISH UCHUN KO‘RSATMALAR

"Mexanik to‘lqinlar" bo‘limidan masalalar yechish uchun quyidagilarni bilish zarur:

- 1) To‘lqin turlari.
- 2) Mexanik to‘lqinning xarakterlovchi kattaliklarni va ularni o‘zaro bog‘lanishi.
- 3) To‘lqinlar interferensiyasi va difraksiyasi. Mexanik to‘lqinlarga xos bo‘lgan narsa bu ularning tabiati va u yoki bu muxitda hosil bo‘lish mexanizmidir.

Mexanik to‘lqinlarga ham boshqa tur to‘lqinlariga xos bo‘lgan hodisalar: qaytish, sinish, interferensiya va boshqalar hodisalariga ham mansubdir.

Garmonik tebranishlar tezligi u bilan to‘lqinning fazaviy tezligi $\bar{v}$ tushunchalari orasidagi farqning aniq bilish shart. Garmonik tebranma harakat tezligi $U=A\omega\cos(\omega t+\varphi_0)$. Bu nuqta tebranishini t - vaqtdagi oniy tezligi. To‘lqinning fazaviy tezligi $\bar{v}$ esa o‘zgarmas kattalikdir. To‘lqinning biror fazasini muxitda tarqalish tezligi fazaviy tezligi deb ataladi.

To‘lqin tarqalishida muxit zarralari ko‘chmaydi, lekin energiya to‘lqin yo‘nalishi bo‘yicha uzatiladi.

"Elektromagnit to‘lqinlar" bo‘limi bo‘yicha masalalar yechish elektromagnit maydoni, elektromagnit induksiya qonuni tebranish konturidagi protsesslar haqidagi tushunchalarga, Maksvell tenglamalariga asoslangan.

MASALALAR YECHISH NAMUNALARI

1-masala.

Ingichka elastik shnur bo'ylab ko'ndalang to'lqin $v=15$ m/s tezlik bilan tarqalmoqda. Shnur nuqtalarining tebranish amplitudasi $A=2$ sm, davri esa $T=1.2$ s.

1) To'lqin uzunligi - λ . 2) Tebranish fazasi - φ . To'lqin siljishi -y, manbadan $x=45$ m masofada vaqtning $t=4$ s momentida to'lqinning tarqalish tezligi g va tezlanishi a - topilsin. 3) To'lqin manbaidagi $x_1=20$ m va $x_2=30$ m masofalarda to'lqin nurining yo'nalishida joylashgan ikki nuqta tebranishlarining fazalar farqi $\Delta\varphi$ topilsin.

ECHIMI:

1. To'lqin uzunligi bir davr ichida to'lqin bosib o'tgan masofaga teng: $\lambda=v \cdot T$, bu yerda v - faza tezligi. qiymatlarni qo'yib hisoblaymiz

$$\lambda=15 \text{ m/s} \cdot 1.2 \text{ s}=18 \text{ m}.$$

2. Nuqtaning siljish, tebranish fazasi, tezligi, tezlanishi, to'lqin tenglamasi orqali topiladi. $Y=A \sin \omega(t - \frac{x}{g})$, bu yerda: Y - tebranayotgan nuqtaning to'lqin manbaidan nuqtagacha siljish masofasi, v - faza tezligi, x - o'qi bo'ylab to'lqin t - vaqtda yetib borgan masofada nuqtaning tebranish fazasini topamiz:

$$\varphi = \omega \left(t - \frac{x}{g} \right) \quad \text{yoki} \quad \varphi = \frac{2\pi}{T} \left(t - \frac{x}{g} \right) \quad \text{va} \quad \varphi = \frac{2\pi}{1.2} \left(4 - \frac{45}{15} \right) = 1.67 \pi.$$

(1)-ga qo'yamiz. $Y=2 \sin 1.67\pi = -1.73$ sm.

$$\text{Tezlik} \quad g = \frac{dy}{dt} = A \omega \cos \omega \left(t - \frac{x}{g} \right) = \frac{2 \cdot 3.14 \cdot 2}{1.2} \cos 1.67 \pi = 0.05 \text{ m/s}.$$

$$\text{Tezlanish} \quad a = \frac{d^2y}{dt^2} = A \omega^2 \sin \omega \left(t - \frac{x}{g} \right) = 0.02 \left(\frac{2 \cdot 3.14 \cdot 2}{1.2} \right)^2 \sin 1.67 \pi = 0.475 \text{ m/s}^2.$$

3. Fazalar farqi

$$\Delta \varphi = \frac{2\pi}{\lambda} \Delta x = \frac{2\pi}{18} (30 - 20) = 1.1\pi.$$

2-masala.

$\lambda=1.7$ sm to'lqin uzunligiga moslangan qo'zg'almas rezonator tomon chastotasi $\nu_0=18$ kGs tovush manbai, qanday tezlik bilan yaqinlashganda, rezonatorida tebranishlar hosil bo'ladi? Xavo temperaturasi $T=290$ K.

ECHIMI:

Dopler prinsipiga asosan rezonator qabul qiluvchi tovush to'lqinining chastotasi tovush manbai va qabul qilgich asbobning tezligi g_m va g_q ga bog'liq. Uni quyidagi formuladan topamiz

$$\nu = \frac{g + U_q}{g - U_m} \nu_0, \quad (1)$$

$$U_q=0, \quad \nu = \frac{g}{g - U_m} \nu_0, \quad U_m = g \left(1 - \frac{\nu_0}{\nu} \right). \quad (2)$$

(2)-da tovush tezligi ν va chastotasi ν berilmagan.

Tovush tezligi (havoda) gazlarda gazlarni tabiatiga va muxitning temperaturasiga bog'liq

$$g = \sqrt{\frac{\gamma RT}{\mu}}. \quad (3)$$

Manbadan keladigan to'liq rezonator ν -chastotasi tebranish hosil qilishi uchun, manbani chastotasi rezonator chastotasi bilan mos kelishi shart (odatdagi rezonans hodisasi),

bu yerda: λ_{rez} - rezonator qabul qilishi mumkin bo'lgan to'liq uzunligi.

ν va ν_0 ifodalarini (3) va (4) dan (2) ga qo'yamiz

$$U_m = g \left(1 - \frac{\nu_0 \lambda_{rez}}{g} \right) = g - \nu_0 \lambda_{rez};$$

yoki

$$U_m = \sqrt{\frac{\gamma RT}{\mu}} - \nu_0 \lambda_{rez}, \quad \gamma=1.4.$$

$\mu=0.029$ kg/mol, $T=290$ K larni oxirgi formulaga qo'yib $R=8.31 \cdot 10^3$ J/k.mol U_m ni topamiz $T=290$ K, $U_m=36$ m/s.

3-masala.

Yassi sinusoidal elektromagnit to'liq $t=1$ min. vaqt orasida, to'liq tarqalish yo'nalishiga tik bo'lgan $S=10\text{m}^2$ yuza orqali tashib o'tgan energiya topilsin. Elektr maydonning kuchlanganligi amplitudasi $E_0=1$ V/m. To'liq davri esa T .

ECHIMI:

To'liq yo'nalishiga tik yuza birligidan vaqt birligi ichida elektromagnit to'liqining tashib o'tadigan energiyani Poyting vektori yordamida topiladi:

$$\vec{P} = [\vec{E} \cdot \vec{H}]. \quad (1)$$

$\vec{E}$ va $\vec{H}$ vaqt oralig'ida sinus qonuni bo'yicha o'zgaradigan kattaliklar bo'lgani uchun (1) ni quyidagicha yozish mumkin:

$$P = E_0 \sin \omega t \cdot H_0 \sin \omega t = E_0 H_0 \sin^2 \omega t. \quad (2)$$

Energiya oqimi vektorining zichligi

$$P = \frac{dW}{dt} \cdot \frac{1}{S}.$$

(2)-dan S - yuzadan o'tadigan energiya

$$dW = P \cdot S \cdot dt = E_0 H_0 \sin^2 \omega t dt. \quad (3)$$

Variantlar jadvali

Var №	Masalalar tartibi			Var №	Masalalar tartibi		
1	43	52	81	26	17	44	80
2	42	53	82	27	16	43	79
3	41	54	83	28	14	45	78
4	40	55	84	29	15	46	77
5	39	56	85	30	12	47	76
6	38	57	86	31	13	48	95
7	36	63	87	32	11	50	94
8	37	62	88	33	10	51	93
9	34	61	89	34	8	52	92
10	35	60	90	35	9	53	91
11	33	59	91	36	7	54	90
12	31	58	92	37	6	55	89
13	32	68	93	38	5	56	88
14	30	67	94	39	4	57	87
15	28	66	95	40	3	58	86
16	29	65	76	41	2	59	85
17	27	64	77	42	1	60	84
18	26	49	78	43	33	69	83
19	24	50	79	44	34	70	82
20	25	51	80	45	31	71	81
21	23	48	81	46	35	72	80
22	21	47	82	47	37	73	79
23	20	46	83	48	36	74	78
24	18	45	84	49	40	75	77
25	19	44	85	50	41	49	76

Elektron maydoni va magnit maydoni energiyalarining zichliklari teng.

$$\frac{\varepsilon_0 \varepsilon E^2}{2} = \frac{\mu \mu_0 H^2}{2}, \quad (4)$$

$\varepsilon=1, \mu=1$ deb olib; (4) - dan $H = E \sqrt{\frac{\varepsilon_0}{\mu_0}}$.

N_0, E_0 larni amplituda qiymatlari o'zaro bog'langanligidan, (3)-ni quyidagicha yozamiz:

$$dW = \sqrt{\frac{\varepsilon_0}{\mu_0}} E_0^2 S \cdot \sin^2 \omega t dt.$$

Keltirilganlardan t vaqt oralig'ida tashib o'tilgan energiya

$$W = \sqrt{\frac{\varepsilon_0}{\mu_0}} E_0^2 S \int_0^t \sin^2 \omega t = \sqrt{\frac{\varepsilon_0}{\mu_0}} E_0^2 S \left(\frac{t}{2} - \frac{\sin^2 \omega t}{4\omega} \right).$$

Masala shartida ω - berilmagani uchun quyidagi shartdan ($T \ll t$ dan) topamiz. .

$\sin 2\omega t/4\omega$ ni $\omega = \frac{2\pi}{T}$ ligidan foydalanib quyidagicha yozamiz:

$$\frac{\sin 2\omega t}{4\omega} = \frac{1}{8\pi} T \sin \left(\frac{4\pi t}{T} \right) \leq \frac{T}{8\pi}, \quad (5)$$

$T \ll t$ ligidan (5)-dagi ($\sin 2\omega t/4\omega$)-ni hisobga olmasak bo'ladi.

U holda $w = \frac{1}{2} \sqrt{\frac{E_0}{\mu_0}} E_0^2 S t$.

MUSTAQIL YECHISH UCHUN MASALALAR

1. Tebranish manbai $\gamma=200$ Hz chastotali yassi tovush to'liqini hosil qila oladi. Manbani tebranish amplitudasi $A=4$ mm. Boshlang'ich vaqtda manba nuqtalarini siljishi maksimal bo'lsa tebranish tenglamasi $\xi(x,t)$ yozilsin. Tovush tezligining $v=300$ m/s deb olib, so'nish protsessi hisobga olinmasin.
2. To'g'ri chiziq ustida bir biridan $\Delta x=0.25$ m masofada ikki nuqta joylashgan. Shu to'g'ri chiziq bo'ylab $v=100$ m/s tezlik bilan to'liqin tarqalmoqda. Tebranish davri $T=0.01$ s. Shu nuqtalardagi tebranishlarni faza farqi aniqlansin.
3. Yassi chopar tovush to'liqinining tenglamasi $E=60\cos(1800t-5.3x)$ mkm (t-sekundlarda x-metrlarda). Muhit zarrachalarining siljish amplitudasi to'liqin uzunligi ga nisbati topilsin.
4. Elastik shnur bo'ylab ko'ndalang to'liqin $v = 15 \text{ m/s}$ tezlik bilan tarqalmoqda. Shnurning tebranish davri $T=1.2$ s. Manbadan $\ell=45$ m masofa da yotgan nuqtaning vaqtni $t=4$ s momentdagi tezligi $v=5.2$ m/s. Shnur nuqtalarining tebranish amplitudasi aniqlansin.
5. Davri $T=0.01$ s bo'lgan to'liqin to'g'ri chiziq bo'ylab $v=40$ m/s tezlik bilan tarqalmoqda. Shu to'g'ri chiziqda fazalar farqi $\Delta\varphi = 3/2\pi$ bo'lgan ikki nuqta oralig'i Δx -topilsin.
6. Tebranishlar manbadan to'g'ri chiziq bo'ylab amplitudasi $A=15$ sm bo'lgan to'liqin tarqalmoqda. Manbadan $\ell=0.8$ to'liqin uzunligiga teng masofada $t=0.8$ tebranish davriga teng vaqt momentida nuqtaning siljish x-ning kattaligi topilsin.
7. Chastotasi $\nu=25$ Hz tezligi $v=15$ m/s. Elastik to'liqinning bir-biridan $\Delta x=15$ sm masofada joylashgan nuqtalardagi tebranishlarni fazalar farqi $\Delta\varphi$ topilsin.
8. Vibrator tarqalayotgan to'liqinning tezligi $v=340$ m/s, davri $T=0.01$ s. To'liqin nurining yo'nalishi bo'ylab oralig'lari $\Delta\ell=3,4,8$ m bo'lgan nuqtalardagi tebranishning fazalar farqi - $\Delta\varphi$ topilsin. Tebranish nuqtalarining amplitudasi bir xil $A=1$ sm. Boshlang'ich momentida siljish $x=0$ bo'lganda shu nuqtalarning siljishi topilsin.

9. Bir nurda joylashgan va tebranishlar manbaidan $\ell_1=12$ m va $\ell_2=14.7$ m masofada bo'lgan ikki nuqta $\Delta\varphi=3/2$ P rad fazalar farqi bilan tebranmoqdalar. Agar manbaning tebranish davri $T=10^{-2}$ s bo'lsa, shu muxitda tebranishlarning tarqalish tezligi aniqlansin.
10. Agar bir-biridan $\Delta x=10$ sm masofada joylashgan nuqtalarning fazalar farqi $\Delta\varphi=p/4$ ga teng bo'lsa, $\nu=6000$ Hz chastotada to'lqin qanday tezlik bilan tarqaladi?
11. So'nmas tebranishlarning tenglamasi $x=4\sin 600 \pi t$ ko'rinishda berilgan. Tebranishlar boshlangandan so'ng $t=0.01$ s o'tgach, tebranishlar manbaidan $\ell=75$ sm masofada joylashgan nuqtaning muvozanat holatdan siljishi aniqlansin. Tebranishlarning tarqalish tezligi $\nu=300$ m/s.
12. Agar $\nu=10$ m/s tezlik bilan to'lqin tarqalayotgan to'g'ri chiziqdagi ikki nuqtaning tebranishlarining fazalarini farqi $\Delta\varphi=p$ bo'lsa, shu nuqtalar orasidagi masofa Δx topilsin. Tebranishlarning davri $T=0.2$ s.
13. Yassi tovush to'lqini $\nu=200$ Hz chastotali tebranishlar manbaidan vujudga keltirilmoqda. Manbaning tebranish amplitudasi $A=4$ mm. $t=0.1$ s momentda manbadan $x=100$ sm masofada joylashgan muxit nuqtalarining $\xi(x, t)$ siljish aniqlansin. Tovush to'lqinining tezligi $\nu=300$ m/s. So'nish e'tiborga olinmasin.
14. Manba tebranishlarining tenglamasi $x=3\sin 20\pi t$ sm. Tebranishlar boshlangandan so'ng $t=0.1$ s vaqt o'tgach, tebranishlar manbaidan $\ell=5$ sm masofada joylashgan nuqtaning siljishi aniqlansin. To'lqinning tarqalish tezligi $\nu=200$ m/s.
15. So'nmas to'lqin biror nuqtasining harakat tenglamasi $x=0.05\cos 2\pi t$ ko'rinishga ega. To'lqin tarqalayotgan to'g'ri chiziqda, berilgan nuqtadan $\ell_1=15$ sm va $\ell_2=30$ sm masofada joylashgan nuqtalarning harakat tenglamalari yozilsin. To'lqinning tarqalish tezligi $\nu=0.6$ m/s.
16. Chastotasi $\nu=440$ Hz bo'lgan yassi to'lqin manbaidan $\ell=4$ m masofada, to'lqin tarqalish yo'nalishiga tik ravishda devor joylashgan. Chopar to'lqin bilan devordan qaytgan to'lqinlarning qo'shilishi natijasida hosil bo'ladigan turg'un to'lqinning birinchi uchta do'ngliklardan to'lqin manbaigacha bo'lgan masofalar aniqlansin. To'lqin tezligi $\nu=440$ m/s.
17. Yassi tovush to'lqin davri $T=3$ sm, amplitudasi $A=0.2$ mm: to'lqin uzunligi esa $\lambda=1.2$ m ga teng. Tebranishlarning boshlang'ich fazasini nolga teng deb olib, tebranishlar manbaidan $x=2$ m masofada joylashgan muxit nuqtalari uchun: 1) vaqtning $t=7$ s momentidagi siljish; 2) vaqtning shu momenti uchun tezlik ν va a topilsin.
18. Rezinali shnur bo'ylab to'lqin $\nu=2$ Hz da tarqala boshlaydi. Bir-biridan $\Delta x=0.2$ m masofada joylashgan shnurdagi nuqtalarning tebranishlarini fazalar farqi $\Delta\varphi=5/8$ P ga teng. To'lqin necha sekunddan so'ng to'lqin manbaidan $r=3.2$ m masofada joylashgan shnur nuqtasiga yetib boradi?

- 19.** Soʻnmas tebranishlarning tenglamasi $x=\sin 2.5\pi t$ koʻrinishga ega. Tebranishlar boshlangandan soʻng $t=1$ s oʻtgach, tebranishlar manbaidan $\ell=20$ m masofada joylashgan nuqtaning tezlanishi a topilsin.
- 20.** Yassi toʻlqin toʻgʻri chiziqli boʻylab $v=20$ m/s tezlik bilan tarqalmoqda. Toʻlqin manbaidan $\ell_1=12$ m va $\ell_2=15$ m masofada, shu toʻgʻri chiziqli joylashgan ikki nuqta $A=0.1$ m amplitudaga va $\Delta\varphi=0.75\pi$ fazalar farqiga ega. Vaqtning $t=1.2$ s momenti uchun shu nuqtalarning siljishi topilsin.
- 21.** Yassi toʻlqinining tenglamasi $\xi=A\cos(\omega t-kx)$, bu yerda $A=0.5$ sm; $\omega=628$ s⁻¹; $k=2$ m⁻¹. Aniqlansin. 1) Toʻlqin uzunligi λ va tebranishlar chastotasi. 2) Toʻlqinning faza tezligi v . 3) Muhit zarrachalari tezligi va tezlanishlarining maksimal qiymatlari.
- 22.** Koʻndalang toʻlqin $v=15$ m/s tezlik bilan elastik shnur boʻylab tarqalmoqda. Shnur nuqtalarning tebranish davri $T=1.2$ s. Toʻlqin nurida joylashgan va toʻlqin manbaidan $x_1=20$ m va $x_2=30$ m masofada boʻlgan nuqtalarning tebranishlarini fazalar farqi topilsin.
- 23.** Quyidagi $\xi=A\cos(\omega t-kx)$ ifoda, $\omega=k v$ boʻlganda, $\frac{d^2\xi}{dx^2}=\frac{1}{v^2}\frac{d^2\xi}{dt^2}$ toʻlqin tenglamasini qanoatlantirishini koʻrsating.
- 24.** Havoda $\nu=2$ kHz chastota va $A=1.7$ mkm amplituda bilan tarqalayotgan yassi toʻlqin tenglamasi tuzilsin. Tovushning havodagi tezligi $v=340$ m/s.
- 25.** Bir jinsli elastik muxitda $y=A\cos(\omega t-kx)$ koʻrinishdagi yassi toʻlqin tarqalmoqda. Vaqtning $t=0$ momenti uchun y va v_y kattaliklarni x ga bogʻlanish chizmasini tasvirlang.
- 26.** Nuqtalar $\nu=1.5$ kGs chastota bilan tebranayotgan muxitda tarqalayotgan yassi toʻlqin tenglamasi tuzilsin. Berilgan chastotaga mos keluvchi toʻlqin uzunligi $\lambda=15$ sm. Muvozanat holatdan muxit nuqtalarining maksimal siljishi toʻlqin uzunligidan $n=200$ marta kichikdir.
- 27.** Yassi yuguruvchi toʻlqin tenglamasi $y=5\sin(1380t-6x)$ koʻrinishga ega, bu yerda: y zarrachalarning siljishi (sm); t -vaqt (S); x -toʻlqin tarqalayotgan oʻq boʻylab masofa (m). Bir-biridan $\Delta x=35$ sm masofada joylashgan nuqtalar tebranishining fazalar farqi aniqlansin.
- 28.** Agar tebranma konturdagi kondensator sigʻimi $S=10^{-1}$ F va tebranishlarda undagi maksimal kuchlanish $U_m=100$ V, konturdagi maksimal tok $I_m=0.628$ A boʻlsa, tebranma kontur qanday toʻlqin uzunlikka moslangan?
- 29.** Konsentrik kabelda tashqi va ichki simlar oraligʻi dielektrik singdiruvchanligi $\epsilon=4.6$ ga teng boʻlgan dielektrik bilan toʻldirilgan boʻlsa, kabelda elektromagnit toʻlqinlarining taralish tezligi v topilsin. Kabeldagi yoʻqotishlar eʼtiborga olinmasin.
- 30.** Tebranma konturga tokning oʻzgarishi $I=0.3\sin 15.7t$ tenglamaga boʻysunadi. Kontur tarqalayotgan elektromagnit toʻlqinining uzunligi aniqlansin.
- 31.** Glitsiringa botirilgan ikkita parallel simlar chastotasi $\nu=4.2\cdot 10^8$ Hz boʻlgan elektromagnit tebranishlar generatori bilan induktivligi orqali bogʻlangan.

Glitserinning dielektrik singdiruvchanligi $\epsilon=26$. Uning magnit singdiruvchanligi $\mu_0=1$. Simlardagi turg'un to'liqlarning do'ngliklari orasidagi masofa aniqlansin.

32. Tebranma kontur sig'imi $C=48$ mkF bo'lgan kondensatordan, induktivligi $L=24$ mGn ga teng g'altakdan va $R=20$ Om li aktiv qarshilikdan tashkil topgan. Agar g'altakning aktiv qarshiligi e'tiborga olinmasa, konturda tarqalayotgan to'liqning uzunligi qanchaga o'zgaradi?

33. Har birini sig'imi $C_0=10$ mkF bo'lgan va o'zaro parallel ulangan ikkita kondensatordan, induktivligi $L=10$ mGn ga teng g'altakdan va $R=40$ Om aktiv qarshilikdan tashkil topgan tebranma kontur qanday to'liq uzunlikka rezonanslanishi mumkin?

34. Kabelni ichik va tashqi o'tkazgichlarining orasi dielektrik bilan to'ldirilgandan so'ng unda elektromagnit to'liqlarni tarqalish tezligi 20% ga kamaydi. Dielektrik elektr qabul qiluvchanligi aniqlansin.

35. Agar simlarni uzunligi $\ell=10$ m bo'lib, ular kerosinga tushirib qo'yilsa ikki simli liniyani xususiy tebranishlarning eng kichik chastotasi topilsin.

36. Tebranma konturdagi kondensator qoplamalari orasidagi potentsiallar ayirmasini vaqt bo'yicha o'zgarish tenglamasi $U=50\cos 10^4\pi t$ V ko'rinishga ega. Kondensator sig'imi $C=0.1$ mkF. Shu konturga mos keluvchi to'liq uzunlik topilsin.

37. Induktivligi $L=30$ mkHz g'altak qoplamalarining orasi $d=0.1$ mm va yuzasi $S=0.01$ m² bo'lgan yassi kondensatorga ulangan. Agar kontur $\lambda=750$ m to'liq uzunlikka moslangan bo'lsa, qoplamalar orasini to'ldirgan muxitni dielektrik singdiruvchanligi aniqlansin.

38. Chastotasi $\nu=500$ Hz bo'lgan tovushning bir davri oralig'ida to'liq uzunligi $\lambda=375$ m ga teng nechta elektromagnit tebranish bo'ladi.

39. Induktivlik g'altagida $\Delta t=0.6$ s da tok $\Delta I=1$ A ga o'zgarsa, unda $\epsilon=0.2$ mV EYUK induksiyalanadi. G'altakdan va $C=14.1$ nF sig'imga ega bo'lgan kondensatordan tashkil topgan tebranma konturi bo'lgan generator hosil qilayotgan radio to'liqinni to'liq uzunligi λ topilsin.

40. Yassi elektromagnit to'liq $\epsilon=3$ va $\mu=1$ bo'lgan bir jinsli va izotrop muxitda tarqalmoqda. To'liqning elektron maydoni kuchlanganligi amplitudasi $E_m=10$ V/m. To'liqning magnit maydoni kuchlanganligi amplitudasi A_m va to'liqning faza tezligi topilsin.

41. Yassi akustik to'liqning siljish va tezligini suvdagi amplitudaviy qiymatlari mos ravishda $\xi_0=5 \cdot 10^{-4}$ m va $\nu_0=1.38$ ms ga teng. Siljish va tezlikni to'liq tenglamalari tuzilsin. Tebranish boshlangandan so'ng $T/4$ vaqt o'tgach, tebranishlar manbaidan $x=\lambda/6$ masofada joylashgan nuqtaning siljishi va tezligi topilsin.

42. Agar to'liqlar tarqalayotgan muxitda koordinatalar boshi shunday tanlab olinsaki, u muxit nuqtalarini siljish do'ngligi bilan ustma-ust tushsin, x o'qi esa to'liq tarqalish yo'nalishi bilan mos tushsin, u holda x masofada muxit

nuqtalarini siljishi $\xi = 2 \cdot 10^{-3} \cos \frac{\pi x}{3} \sin 110 \pi t$ m tenglama bilan ifodalanadi.

Yuguruvchi to'liqlar tenglamasi tuzilsin. Zarrachalar tezliklari ekstremal qiymatga ega bo'lgan nuqtalar koordinatalari aniqlansin.

43. $\xi = 0.1 \cos(6280t - 18.5x)$ tenglamaga ega bo'lgan tovush to'liqi uchun: 1) muxit zarrachalari tezligi amplitudasi v_m ; 2) zarrachalar tezligi amplitudasi v_m ni to'liqini tarqalish tezligiga nisbati aniqlansin.

44. Miltiq o'qi $v = 20$ m/s tezlik bilan harakatlanmoqda. Qo'zg'almas kuzatuvchi oldidan o'tayotgan o'q chiqarayotgan tovushning chastotasi necha marta o'zgaradi? Tovushning havoda tarqalishi tezligi $v_T = 333$ m/s.

45. Dengiz qirg'og'idagi kuzatuvchi paraxod gudogini eshitadi. Kuzatuvchi va paraxod qo'zg'almas holatda bo'lganlarida, kuzatuvchi qabul qilayotgan tovush chastotasi

$v = 420$ Hz. Paraxod harakatlanib, kuzatuvchiga yaqinlashayotgan bo'lsa, qabul qilinuvchi tovush chastotasi $v = 430$ Hz. Agar paraxod harakatlanib, kuzatuvchidan uzoqlashayotgan bo'lsa, qabul qilinuvchi tovush chastotasi $v = 415$ Hz. Birinchi va ikkinchi holda paraxod tezligi topilsin, agar tovushning havo tezligi $v_T = 338$ m/s bo'lsa.

46. Parovoz gudogining asosiy toni chastotasi $v = 550$ Hz. Parovoz kuzatuvchi tomon $v = 54$ km/soat tezlik bilan yaqinlashayotgan bo'lsa, kuzatuvchi gudok tovushi qanday chastotada qabul qilinadi?

47. Ko'rshapalak o'zidan 45 kHz chastotali ultratovush tarqatib, 6 m/s tezlik bilan devorga perpendikulyar ravishda harakat qilayapti. Qanday v_1 va v_2 ikki chastotali tovushni ko'r shapalak eshitayapti? Tovushning havodagi tezligi $v_T = 340$ m/s.

48. O'zidan $v_0 = 600$ Hz chastotali tovush tarqalayotgan manba, qo'zg'almas kuzatuvchi yonidan 45 m/s tezlik bilan o'tib bormoqda. Kuzatuvchi manba unga yaqinlashayotganda va undan uzoqlashayotganda qabul qiluvchi chastotalar bir-biridan qanchaga farq qiladi? Havoning temperaturasi 290 K.

49. $v = 120$ km/soat tezlik bilan harakatlanayotgan poyezd $\tau_0 = 5$ s davomida signal beradi. Qo'zg'almas kuzatuvchi poyezd signali qanday vaqt davomida qabul etadi, agar poyezd undan uzoqlashayotgan bo'lsa. Tovushning tarqalish tezligi $v_T = 348$ m/s deb hisoblansin.

50. Qo'zg'almas kuzatuvchi yonidan uchib o'tgan o'qning tovushining chastotasi 4 marta o'zgaradi ($v_1/v_2 = 4$). Agar tovush havodagi tezligi $v_T = 333$ m/s bo'lsa, o'q qanday tezlik bilan harakatlanmoqda?

51. Ikki poyezd bir-biriga tomon $v_1 = 72$ km/soat va 54 km/soat tezliklar bilan harakatlanmoqda. Birinchi poyezd $v_0 = 600$ Hz chastotali svistok bermoqda. Poyezdlar bir-biri bilan uchrashishdan oldin, ikkinchi poyezddagi pasajir svistokni qanday qabul etadi? Tovushni havodagi tezligi $v_T = 340$ m/s.

52. $v = 17$ m/s tezlik bilan harakatlanayotgan manba $\tau_s = 2$ s davomida signal bermoqda. Qo'zg'almas kuzatuvchi bu signalni qanday vaqt davomida qabul

qiladi, agar manba undan uzoqlashayotgan bo'lsa. Tovushning tarqalish tezligi $v_T=340$ m/s.

53. Qo'zg'almas lokatordan $\nu=50$ kHz chastotali ultratovush dastasi yaqinlashayotgan suv osti kemasi tomon tarqatilgan. Agar manbaning tebranish chastotasi bilan, kemadan qaytgan signal chastotasi ayirmasi 250 Hz bo'lsa, suv osti kemaning tezligi topilsin. Ultratovushning dengiz suvidagi tezligini 1.5 km/s deb hisoblansin.

54. Qo'zg'almas kuzatuvchi oldidan poyezd o'tayotganda uning signal tovushining yuksakligi kesim o'zgaradi. Agar poyezdni harakat tezligi $v=54$ km/soat bo'lsa, chastotani nisbiy o'zgarishi $\Delta\nu/\nu_0$ topilsin. Tovushni tarqalish tezligi $v_T=332$ m/s.

55. Yo'lda ikki avtomashina $v_1=30$ m/s va $v_2=20$ m/s tezlik bilan bir-biriga tomon harakatlanmoqda. Avtomashinalardan birinchisi $\nu=600$ Hz chastotali signal beradi. Avtomashinalar bir-biriga yaqinlashayotganda va bir-biridan uzoqlashayotganda ikkinchi avtomashina xaydovchisi bu signalni qanday chastotada qabul qiladi? Tovush tarqalish tezligi $v_T=332$ m/s.

56. Tez yurar poyezd $v=72$ km/soat tezlik bilan yo'lda turgan elektropoyezdga yaqinlashmoqda. Elektropoyezd $\nu=0,6$ kHz chastotali signal beradi. Tez yurar poyezd mashinisti bu signalni qanday chastotada qabul etadi?

57. Temir yo'l platformasi yonidan $v=120$ km/soat tezlik bilan elektropoyezd o'tmoqda. Platformada turgan kuzatuvchi poyezd yaqinlashayotganda sirena tovushini $\nu_1=1100$ Hz chastotada, poyezd uzoqlashayotganda esa $\nu_2=900$ Hz chastotada qabul etadi. Tovushni havoda tarqalish tezligi topilsin.

58. Signal chastotasi $\nu_0=300$ Hz bo'lgan qo'zg'almas elektropoyezd yonidan $v=40$ m/s tezlik bilan poyezd o'tib bormoqda. Poyezd elektropoyezddan uzoqlashayotganda yo'lovchilar signalni qanday ν chastota bilan qabul qilishadi? Tovushni tarqalish tezligi 330 m/s.

59. Poyezd stansiya yonidan $v=40$ m/s tezlik bilan o'tib bormoqda. Elektropoyezd signalini chastotasi $\nu_0=300$ Hz. Poyezd uzoqlashayotganda platformada turgan kishi signalni qanday chastotada qabul etadi? Tovushni $v_T=330$ m/s.

60. Parovoz $v=20$ m/s tezlik bilan tinch turgan kuzatuvchiga yaqinlashmoqda. Agar mashinist parovoz signalini $\nu_0=300$ Hz chastota bilan eshitsa, u holda bu signalni kuzatuvchi qanday chastotada qabul etadi? Tovushni tarqalish tezligi $v_t=330$ m/s.

61. Chastotasi $\nu_0=8$ kHz bo'lgan tovush manbai va rezonator bir to'g'ri chiziqda joylashgan. Rezonator $\lambda_r=4.2$ sm to'lqin uzunligiga moslangan bo'lib, u qo'zg'almasdir. Tovush manbai to'g'ri chiziq bo'ylab harakatlana oladi. Tovush to'lqinlari ta'sirida rezonator tebrana boshlashi uchun, tovush manbai qaysi yo'nalishda va qanday tezlik bilan harakat qilishi lozim?

- 62.** Tinch turgan manba barcha yo'nalishda λ_0 to'liqin uzunlikdagi tovushni tarqatmoqda. Agar manbani tovush tezligini yarmiga teng bo'lgan tezlik bilan harakatga keltirsak, to'liqin uzunligi qanday o'zgaradi?
- 63.** To'g'ri yo'l bo'ylab $v_1=60$ km/soat tezlik bilan yengil amtmobil harakatlanmoqda. Uni $\nu_0=1$ kHz chastotali signal berib, $v_2=90$ km/soat tezlik bilan harakatlanayotgan maxsus avtomashina quvib o'tadi. Yengil amtomabildagi yo'lovchilarga signal qanday ν chastotada eshitiladi? Tovushni tarqalish tezligi $v_T=340$ m/s.
- 64.** Yo'lni to'g'ri chiziqli uchastka bo'ylab ikki elektropoyezd bir xil $v=50$ km/soat tezlik bilan, bir-biriga tomon harakatlanmoqda. Bir-biri bilan uchrashgach, mashinistlar uzoq vaqt davomida signal berib salomlashadi. Signallarning chastotalari bir xil bo'lib, $\nu_0=200$ Hz. Poyezdlar uchrashgan joydan biror bir masofada bo'lgan temir yo'l ishchisi nima eshitadi? Havo xarorati $t_0=-10^\circ\text{S}$.
- 65.** Chastotasi $\nu_0=1$ kHz bo'lgan va $v=340$ m/s tezlik bilan tarqalayotgan yassi tovush to'liqiniga qarama-qarshi yo'nalishda $U=17$ m/s tezlik bilan to'siq harakatlanmoqda. To'siqdan qaytgan to'liqinning ν chastotasi topilsin.
- 66.** Bir-biriga qarama-qarshi yo'nalishda bir xil tezlik bilan ikki poyezd harakatlanmoqda. Ularning birida berilgan signal ikkinchisiga $n=9/8$ marta o'zgarib eshitisilish uchun, ularning tezligi qanday bo'lishi kerak? Tovushning tarqalish tezligi $v_T=335$ m/s.
- 67.** Xususiy chastotasi $\nu_0=1.8$ kHz bo'lgan tovush manbai tinch turgan kuzatuvchidan $\ell=250$ m masofada to'g'ri chiziq bo'ylab tekis harakatlanmoqda. Manbani tezligi tovush tezligini $\eta=0.8$ qismini tashkil etadi. Manba, kuzatuvchiga ro'para kelganda, u qanday chastotali tovush eshitadi?
- 68.** Tinch turgan kuzatuvchi ikki kamertondan kelayotgan tovush tebranishlarini qabul qilmoqda. Kamertonlardan biri kuzatuvchiga yaqinlashyapti. Bunda kuzatuvchi chastotasi $\nu=2$ kHz ga teng bo'lgan turtkili tebranishlarni eshitadi. Agar kamertonlarni tebranish chastotasi $\nu_0=680$ Hz va tovush tarqalish tezligi $v=340$ m/s bo'lsa, har bir kamertonni tezligi aniqlansin.
- 69.** Chastotasi $\nu_0=1700$ Hz bo'lgan tovush manbai va priyemnik (qabul qilgich) bir nuqtada joylashganlar. Vaqtning $t=0$ momentida tovush manbai $a=10$ m/s² tezlanish bilan priyomnikdan uzoqlasha boshlaydi. Tovush tezligini $v=340$ m/s deb olib, manba harakati boshlangandan so'ng $t=10$ s vaqt o'tgach, tinch turgan priyemnik qabul qilayotgan tebranishlar chastotasini aniqlang.
- 70.** Devorga o'tkazilgan normalda $\nu_0=1700$ Hz chastotali tovush tebranishlari manbai va priyemnik joylashgan. Manba bilan priyemnik tinch holatda, ammo devor $v=6$ sm/s tezlik bilan manbadan uzoqlashmoqda. Priyemnik qayd qilayotgan turtkilik tebranishlarni chastotasi aniqlansin. Tovush tezligi $v_T=340$ m/s.
- 71.** Tinch turgan kuzatuvchidan $\ell =250$ m masofada joylashgan to'g'ri chiziq bo'ylab $\nu_0=1800$ Hz chastotali tovush manbai tekis harakatlanmoqda. Tovush

manbaini tezligi tovush tezligini $\eta=0.5$ qismini tashkil etadi. Kuzatuvchi qabul qilayotgan chastota $\nu=\nu_0$ bo'lgan momentda manba bilan kuzatuvchi orasidagi masofa aniqlansin.

72. Yo'lda turgan kuzatuvchi, yonidan o'tib ketayotgan avtomobilni signalini eshitadi. Avtomobil yaqinlashayotganda, qabul qilinayotgan signal chastotasi $\nu_1=3$ kHz, uzoqlashayotganda esa, $\nu_2=2.5$ kHz bo'lgan. Avtomobil tezligi va tovush manbai chastotasi qanday bo'lgan? Tovush tezligi $\nu_T=340$ m/s.

73. Suv osti kemasi, suvga tik ravishda botayotib, suvni tubi tomon davomiligi τ_0 ga teng bo'lgan radiolokator signallari impulsini tarqatadi. Gidrookustik kemada qabul qilgan suv tubidan qaytgan signallarning davomiligi ga teng. Kema qanday tezlik bilan suvga botayotibdi? Tovushni suvdagi tezligi τ , suvning tubi gorizontal.

74. Ikki qator $\nu=10$ m/s tezlik bilan bir-biriga tomon harakatlanmoqda. Birinchi katerdan $\nu=50$ Hz chastotali ulòratovush signal tarqatiladi va u ikkinchi katerdan qaytgandan so'ng, yana birinchi katerda qabul qilinadi. Qabul qilingan signalni chastotasi aniqlansin.

75. Suv osti kema $\nu=10$ m/s tezlik bilan harakatlanib $\nu=30$ kHz chastotali ultratovush signal tarqatadi. Signal to'siqdan qaytib, yana kemaga keladi. Tarqatilgan va qabul qilingan signallarning chastotasini farqi aniqlansin.

76. Tovush tebranishlari $\nu=330$ m/s tezlik havoda tarqalmoqda. Havo zichligi $\rho=0,0013$ tsm³ tebranishlar amplitudasi $A=3\cdot10^{-4}$ sm. Agar odam qulog'ining yuzi $S=4$ sm² bo'lsa, u holda $t=2$ s davomida unga o'rta hisobda $W=6\cdot10^{-5}$ J energiya ta'sir etadi. Tebranishlar chastotasi aniqlansin.

77. Radiopriyemnikning kirish konturi $\ell=1100$ m uzunlikdagi to'lqinga moslangan. Induktivligi $L=10^{-5}$ Gn bo'lgan g'altakdan qabul paytida $W=4\cdot10^{-15}$ J energiya yig'iladi. Kondensatordagi maksimal kuchlanish qanday bo'ladi?

78. Yassi elektromagnit to'lqin x o'qi bo'ylab vakuumda tarqalmoqda. To'lqin tarqalish yo'nalishida 1 sm² yuzaga to'g'ri keladigan o'rtacha energiya oqimi $\Phi=2.6\cdot10^{-3}$ Vt. Elektr maydon kuchlanganligini maksimal qiymati aniqlansin.

79. Tovush to'lqinlarining izotrop nuqtaviy manbaini quvvati N aniqlansin, agar manbadan $r=10$ sm masofada energiyaning o'rtacha hajm zichligi $\langle\omega\rangle=0.251$ J/m³ bo'lsa, havo temperaturasini $T=250$ K deb qabul qilinsin.

80. Zichligi $\rho=7.8$ q/sm³ bo'lgan po'lat sterjen bo'ylab $\nu=5\cdot10^3$ m/s tezlik bilan elastik to'lqin tarqalmoqda. To'lqin uzunligi $\lambda=5$ m. Umov vektorining o'rtacha qiymati $I=780$ Vt/m². Tebranishlar amplitudasi aniqlansin.

81. Tovush to'lqinlarining izotrop nuqtaviy manbaini quvvati $N=10$ Vt. To'lqinlar manбайдan $r=10$ m masofada energiyaning o'rtacha xajmiy zichligi $\langle\omega\rangle$ qanday bo'ladi? Havo temperaturasi $T=250$ K ga teng deb olinsin.

82. Chastotasi $\nu=500$ Hz bo'lgan tovush tebranishlar odamda og'riq uyg'otadi, agar tebranishlar amplitudasi $A=2\cdot10^{-4}$ m dan ortiq bo'lsa. Agar havo zichligi $\rho=0.0012$ q/sm³ bo'lganda tebranishlarning tarqalash tezligi $\nu=350$ m/s ga teng

bo'lsa, odam qulog'iga yetib kelib 1 sm^2 yuzaga to'g'ri keladigan o'rtacha energiya oqimi aniqlansin.

83. Quruq havo bilan to'ldirilgan diametri $d=20 \text{ sm}$ va uzunligi $l=5 \text{ m}$ bo'lgan silindrik trubadagi tovush maydonining energiyasi $W=23.7 \text{ mkJ}$. Tovush intensivligi I aniqlansin. Tovush tezligi $v=332 \text{ m/s}$.

84. Yassi elektromagnit to'lqin vakuumda x o'qi bo'ylab tarqalmoqda. To'lqin tarqalish yo'nalishida 1 sm^2 ga to'g'ri keluvchi o'rtacha energiya oqimi $\Phi=2.6 \cdot 10^{-3} \text{ Vt}$. Elektr maydon kuchlanganligi maksimal qiymati aniqlansin.

85. Tovush to'lqin energiyasining o'rtacha xajmiy zichligi $\langle \omega \rangle = 3.01 \text{ mJ/m}^3$. Tovushning intensivligi aniqlansin, agar u normal sharoitda quruq havoda tarqalayotgan bo'lsa.

86. Chastotasi 50 Hz bo'lgan tovush tebranishlari odam qulog'i bilan qabul qilinadi, agar qulog'ining 1 sm^2 yuzasiga tushayotgan energiyani o'rtacha oqimi 10^{-9} Vt kichik bo'lmasa. Bunday to'lqinda havo zarrachalarining tebranish amplitudasi aniqlansin, agar havo zichligi $\rho=0.0012 \text{ g/sm}^3$ bo'lganda, tebranishlar tarqalish tezligi $v=350 \text{ m/s}$ bo'lsa.

87. Tovush intensivligi $I=1 \text{ Vt/m}^2$ tovush to'lqini energiyasining o'rtacha xajmiy zichligi $\langle \omega \rangle$ aniqlansin, agarda tovush normal sharoitda quruq havoda tarqalayotgan bo'lsa.

88. Yassi elektromagnit to'lqin vakuumda x o'qi bo'ylab tarqalmoqda. Elektr maydoni kuchlanganligining maksimal qiymati $E_m=300 \text{ V/m}$. Umov-Poynting vektor kattaligining o'rtacha qiymati aniqlansin.

89. Yassi elektromagnit to'lqin vakuumda tarqalmoqda. Tebranishlar chastotasi $\nu=1.0 \cdot 10^3 \text{ s}^{-1}$. To'lqin tarqalish tezligi yo'nalishiga tik bo'lgan $S=20 \text{ sm}^2$ yuzadan $t=4 \text{ s}$ davomida o'taytgan o'rtacha energiyani aniqlang, agar elektr maydoni kuchlanganligining maksimal qiymati 100 V/m bo'lsa. Boshlang'ich shartlari ixtiyoriy tanlab olib, sonli koeffitsiyentlari bilan to'lqin tenglamasi yozilsin.

90. Yassi elektromagnit to'lqin vakuumda tarqalmoqda. Tebranishlar chastotasi $\nu=2 \cdot 10^6 \text{ s}^{-1}$. Magnit maydoni kuchlanganligining maksimal qiymati 0.5 A/m . Poynting vektori kattaligining o'rtacha qiymati aniqlansin. Boshlang'ich shartlarini ixtiyoriy tanlab olib, sonli koeffitsiyentlar bilan to'lqin tenglamasi yozilsin.

91. Havoda tarqalayotgan yassi tovush to'lqinning tenglamasi quyidagi ko'rinishga ega: $y=6 \cdot 10^{-6} \sin(600\pi t - 2\pi t)$. Manba tebranishlari boshlangandan so'ng 0.01 s o'tgach, to'lqin tarqalish yo'nalishida, manbadan 0.25 m masofada joylashgan nuqtada Umov vektorining qiymati va to'lqin intensivligi aniqlansin. Havo zichligi 1.24 kg/m^3 . Bir davr ichida kosinus kvadratining o'rtacha qiymati $1/2$ ga teng.

92. Vakuumda tarqalayotgan yassi sinusoidal elektromagnit to'lqin, to'lqin tarqalish yo'nalishiga tik bo'lgan $S=10 \text{ sm}^2$ yuza orqali $t=1 \text{ min.}$ davomida

qanday energiya olib o'tadi? Elektr maydoni kuchlanganligining amplitudasi. $E_m = 1 \text{ mVm}$. To'lqin davri $T \ll t$.

93. Yassi to'lqin zichligi ρ bo'lgan muxitda tarqalmoqda. To'lqin tenglamasi $y = A \sin(\omega t - Kx)$ ko'rinishga ega. To'lqin intensivligi nimaga teng?

94. To'lqin maydonining biror nuqtasida sinusoidal to'lqinning maksimumi o'tgandan so'ng 0.010 s vaqt o'tgach energiya zichligi maksimumni 0.2 qismiga teng. Chadtota nimaga teng?

95. Chastotasi $\nu = 100 \text{ Hz}$ bo'lgan tovush tebranishlari zichligi $\rho = 0.0013 \text{ g/sm}^3$ ga teng havoda $v = 330 \text{ m/s}$ tezlik bilan tarqalmoqda. Vaqtning $t = T/4$ momentida tebranishlar manbaidan $x = \lambda/4$ masofada joylashgan nuqtada Umov-Poyting vektorining oniy qiymati $I = 1.6 \cdot 10^3 \text{ Vt/m}^2$. Tebranishlar amplitudasi aniqlansin. (Tebranishlar kosinuslar qonuni bo'yicha yuz beradi).

12-MAVZU. TO'LQIN OPTIKASI

Tekshirish uchun savollar

1. To'lqinlar superpozitsiyasi prinsipi nimadan iborat? Qanday to'lqinlarga kogerent to'lqinlar deyiladi. To'lqinlar interferensiyasi nima?
2. Qanday shartlar bajarilganda interferensiyaning maksimum va minimumlari kuzatiladi?
3. Nima uchun ikki o'zaro bog'liq bo'lmagan yorug'lik manbalaridan interferensiya manzarasi kuzatilmaydi? Optikada kogerent yorug'lik manbalari qanday hosil qilinadi? Kogerent to'lqinlarning hosil qilishni qanday usullarini bilasiz?
4. Yupqa plyonkada yorug'lik interferensiyasi qanday yuz beradi? Nyuton halqalari qanday vujudga kelishini tushuntiring. O'tgan va qaytgan nurlardagi interferensiyalar manzaralarining farqi nimadan iborat?
5. Yorug'lik difraksiyasi nima? Gyuygens prinsipi nimadan iborat? Frenel - bu prinsipiga qanday qo'shimcha kiritdi?
6. Frenelning zonalar metodi nimadan iborat? Bu metod yordamida yorug'likning to'g'ri chiziqli tarqalish, oddiy to'siqlardagi difraksiya qanday tushuntiriladi?
7. Fraunhofer difraksiyasi nima? Bir tirqishdan va difraksion panjaradan difraksion manzaralar qanday ko'rinadi? Bu manzaralarda maksimum va minimumlar qanday holatlarda kuzatiladi?
8. Tabiiy nur qutblangan nurdan nima bilan farq qiladi? Ikki muxit chegarasidan qaytgan nurning qutblanish darajasi nimaga bog'liq bo'ladi? Bryuster qonuni tariflang.
9. Qanday moddalarda ikki nur sindirish hodisasi sodir bo'ladi? Oddiy va nooddiy nurlar bir-biridan nima bilan farq qiladi? Mallyus qonunining ma'nosi qanday?

10. Qanday moddalarda qutblanish tekisligini burilishi yuz beradi? Qutblanish tekisligining burilish burchagi nimaga bog'liq?

MASALALAR ISHLASH UCHUN METODIK KO'RSATMALAR

Interferensiyaga bog'liq bo'lgan masalalarda kogerent to'lqinlarni hosil qilish usullarini tahlil qilish va to'lqinlarni kuchaytirish va susaytirish shartlarini qarab chiqish kerak. Yupqa plastinkalarda interferensiyani kuzatayotganda zichligi katta bo'lgan muhitdan yorug'lik qaytgandan qo'shimcha yo'l farqi hosil bo'lishini esdan chiqarmaslik kerak. Bu yo'l farqi to'lqin uzunligini yarmiga tengdir.

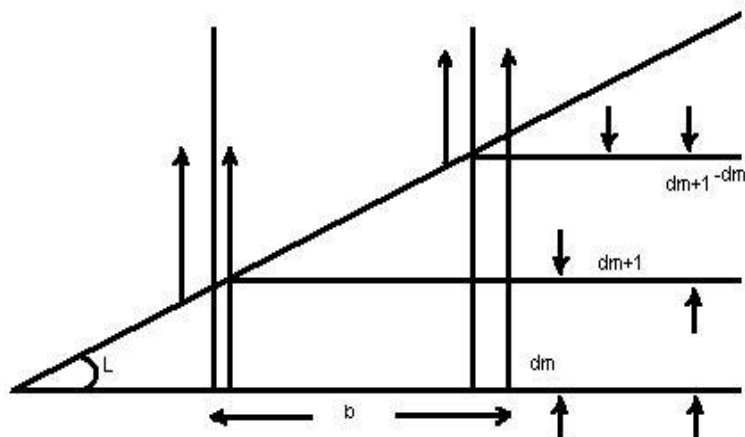
Yorug'lik difraksiyasiga taaluqli masalalarni yechishda Gyuygens-Frenel prinsipiga binoan to'siqlardan o'tgan ikkilamchi nurlar interferensiyasini aniqlashdan iborat. Frenelning zonalar metodini qo'llash hisoblashni yengillashtiradi.

Qutblanish hodisasiga taaluqli bo'lgan masalalarda, qutblangan yorug'likni hosil qilish usulini hamtahlil qilish kerak. Yorug'likni dielektrik sirtidan qaytgan hollarda, Bryuster qonunida muxitning nisbiy sindirish ko'rsatkichi ishtirok etishini hisobga olish kerak. Qutblangan yorug'lik hosil qilishda ikkilamchi nur sindirish hodisasini qo'llansa, masalalar yechishda Malvo qonunidan foydalanish kerak.

MASALALAR YECHISH NAMUNALARI

1-masala.

Yupqa shisha ponaga to'lqin uzunligi $\lambda=500$ nm bo'lgan nurlar dastasi normal tushmoqda (1-rasm). Qaytgan nurlarda ikki qo'shni qora interferensiya yo'llari orasidagi α masofa $v=0.5$ mm. Pona sirtlari orasidagi burchak topilsin. Pona materialining sindirish ko'rsatkichi $n=1$ (6. RASM.)



6-rasm

ECHISH:

Pona qirrasiga tushgan nurlar ponaning yuqori va pastki qirralaridan qaytadi. Bu nurlar o'zaro kogerent. Shuning uchun pona sirtida pona qalinligiga keluvchi yo'l chiziqlari hosil bo'ladi. Pona sirtlari orasidagi burchak kichik bo'lgan uchun qaytgan 1 va 2 nurlarni parallel deb hisoblasa bo'ladi. Qora yo'l chiziqlar quyidagi shart asosida topiladi.

$$\Delta = (2m + 1) \frac{\lambda}{2} \quad (1)$$

bunda $m=0, \pm 1, \pm 2, \dots$

Δ - nurlar yo'l farqi

ikki nur orasidagi yo'l farqi shu nurlarning optik yo'l farqi $2d_m \sqrt{n^2 - \sin^2 i}$ bilan

to'lqin uzunligining yarmi $\frac{1}{2}\lambda$ ni yig'indisiga teng bo'ladi. qo'shimcha yo'l farqi zichligi kattaroq bo'lgan muhitlardan qaytganda hosil bo'ladi.

$$2d_m \sqrt{n^2 - \sin^2 i} + \frac{1}{2}\lambda = (2m + 1) \frac{\lambda}{2} \quad (2)$$

Masala shartiga ko'ra $i=0$, demak $\sin i=0$ (2) tenglamani soddalashtirsak

$$2d_m n = (m + 1)\lambda \quad (3)$$

$(m+1)$ qo'shni nur chiziqlari uchun ham huddi

$$2d_{m+1} = (m + 1)\lambda \quad (4)$$

shu tenglama o'rnlidir.

Rasmdan

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{d_{m+1} - d_m}{\epsilon} \quad (5)$$

ekanligi aniqlanadi. 3 va 4 tenglamalardan d_{m+1} va d_m larning qiymatlari aniqlab (5) formulaga kelamiz α burchak juda kichik bo'lgan uchun

$$\alpha = \frac{\frac{(m + 1)\lambda}{2n} - \frac{m\lambda}{2n}}{\epsilon} = \frac{\lambda}{2n\epsilon} \quad (6)$$

(6) formuladagi kattaliklar o'rniga qiymatlarini qo'yib, α ni topamiz.

$$\alpha = \frac{5 \cdot 10^{-7}}{2 \cdot 1.6 \cdot 0.5 \cdot 10^{-3}} = 3 \cdot 10^{-4} \text{ rad} = 62''$$

2-masala.

Difraksion panjara to'lqin uzunligi $\lambda=0.7$ mkm bo'lgan monoxramatik yorug'lik nuri tushmoqda. Panjara davri $d=2$ mkm difraksiya maksimumlari soni nechta?

ECHISH:

Difraksion maksimum tartibi uchun ifoda difraksion panjaraning asosiy formulasidan topiladi.

$$d \sin \varphi = m \lambda, \quad (1)$$

bu yerda d - panjara davri, φ - panjaraga o'tkazilgan normal bilan difraksion maksimum yo'nalishi orasidagi burchak, λ - monoxramatik yorug'lik to'liq uzunligi, m - difraksion panjara tartibi 1-formuladan

$$m = \frac{d \sin \varphi}{\lambda} \quad (2)$$

birdan katta bo'lmashligi uchun (2) - formuladan

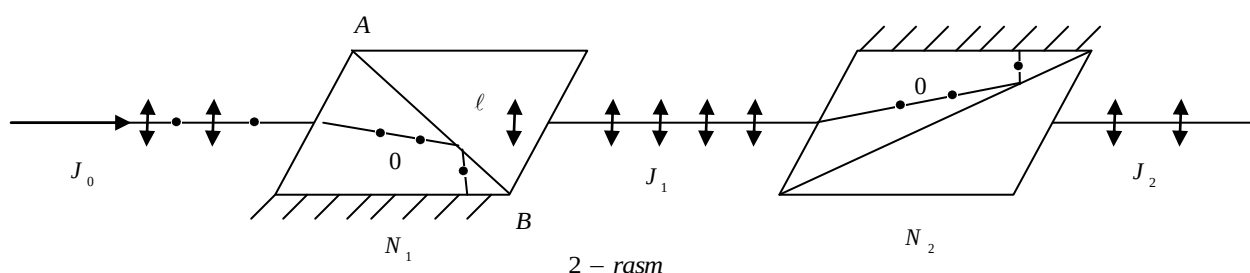
$$m \leq \frac{d}{\lambda}, \quad (3)$$

(3) - formuladagi kattaliklarning qiymatlarini qo'yib, $m \leq \frac{2}{0.7} = 2.86$ ekanligini aniqlaymiz. Difraksion panjara doimiysi butun son ekanligini hisobga olib, $m_{\max}=2$.

3-masala.

Ikki N_1 va N_2 nikollar shunday joylashganki, polyarizatorlarning tekisliklari orasidagi α - burchak $\alpha=60^\circ$. Tabiiy yorug'likni intensivligi necha marta kamayishini aniqlang:

- 1) bitta N_1 nikoldan o'tganda;
- 2) ikkita nikoldan o'tganda; nikolda yorug'likning yutilish koefitsiyenti



$K=0.05$. Yorug'likni sochilishi e'tiborga olinmasin.

Tabiiy nur, nikol prizmasining qirrasiga tushib, oddiy va nooddiy nurlarga ajraladi (2-rasm). Ikkala nur ham bir xil intensivlikda va to'liq qutblangan. Nooddiy nurning tebranish tekisligi rasm tekisligida joylashgan. Oddiy nurning tebranish tekisligi chizma tekisligiga ko'ndalang joylashgan.

Oddiy nur to'liq ichki qaytish tufayli nikolning qoraytirilgan qirrasiga tushadi va unda to'liq yutiladi. Noodiy nur prizmalardan o'tib yutilishi tufayli, o'z intensivligini kamaytiradi.

1. Birinchi prizmadan o'tgan yorug'lik intensivligi

$$I_1 = \frac{1}{2} I_0 (1 - k),$$

nisbiy intensivlik esa

$$\frac{I_0}{I_1} = \frac{I_0}{\frac{1}{2} I_0 (1 - k)} = \frac{2}{1 - k}. \quad (1)$$

Formuladagi kattaliklarni son qiymatlarini qo'yib nisbiy intensivlikni topamiz

$$\frac{I_0}{I_1} = \frac{2}{1 - 0,05} = 2,1,$$

shunday qilib, yorug'lik birinchi prizmadan o'tgandan so'ng uning intensivligi 2.1 marta kamayadi.

2. Intensivligi I_1 bo'lgan yassi qutblangan yorug'lik nuri ikkinchi prizмага tushadi va yana oddiy hamda nooddiy nurlarga ajraladi. Ularning intensivliklari har xil qiymatga ega. Oddiy nur prizmada to'liq yutiladi. Prizmadan o'tgan nooddiy nur intensivligi Malyus qonunidan topiladi:

$$I_2 = I_1 \cos^2 \alpha. \quad (2)$$

Ikkinchi prizmadan o'tishda nurning yutilishini hisobga olsak

$$I_2 = I_1 (1 - k) \cos^2 \alpha$$

bo'ladi. α burchak I_1 nurning tebranish tekisligi bilan I_2 nurning tebranish tekisliklari orasidagi burchak.

Ikkala prizmadan o'tgan nurning intensivligi

$$\frac{I_0}{I_2} = \frac{I_0}{I_1 (1 - k) \cos^2 \alpha} \quad (3)$$

$\frac{I_0}{I}$ (1) formula bilan almashtirib

$$\frac{I_0}{I_2} = \frac{2}{(1 - k)^2 \cos^2 \alpha} \quad (4)$$

formulaga kelamiz. (4) formuladagi kattaliklarning son qiymatlarini qo'yib, $\frac{I_2}{I_0}$ ni topamiz.

$$\frac{I_2}{I_0} = \frac{2}{(1 - 0,05)^2 \cos^2 60} = 8,86.$$

Shunday qilib, ikki prizmadan o'tgan yorug'likning intensivligi 8,86 marta kamayadi.

4-masala.

Tabiiy yorug'lik nuri suyuqlikda turgan silliqqlangan shisha plastinka sirtiga tushmoqda. Shisha plastinka sirtidan qaytgan yorug'lik nuri tushayotgan

nur bilan 97° ni tashkil qiladi. Agar qaytgan yorug'lik nuri to'la qutblangan bo'lsa suyuqlikning sindirish ko'rsatkichi n ni toping.

ECHISH:

Bryuster qonuniga ko'ra

$$\operatorname{tg} \beta = n_{21},$$

bu yerda n_{21} yorug'lik nuri qaytayotgan muhitni (shishani) birinchi muhitga nisbatan sindirish ko'rsatkichi,

$$\operatorname{tg} \beta = \frac{n_2}{n_1},$$

masalani shartiga ko'ra qaytgan nur tushayotgan nurga nisbatan φ burchakka burilgan. Qaytish burchagi tushish burchagiga teng bo'lganligi sababli

$$\beta = \frac{\varphi}{2}, \text{ demak,}$$

$$\operatorname{tg} \left(\frac{\varphi}{2} \right) = \frac{n_2}{n_1}, \quad n_1 = \frac{n_2}{\operatorname{tg} \left(\frac{\varphi}{2} \right)} = 1.33.$$

Variantlar jadvali

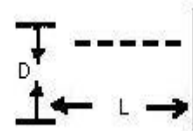
Var №	Masalalar tartibi				Var №	Masalalar tartibi			
1	1	3	78	127	26	56	27	87	139
2	4	4	80	128	27	60	29	90	141
3	6	5	81	130	28	65	30	91	142
4	7	8	82	133	29	69	31	93	143
5	11	9	86	135	30	70	32	94	144
6	12	10	88	136	31	71	34	95	146
7	13	14	89	137	32	72	35	97	147
8	16	15	92	140	33	73	36	93	152
9	19	17	96	145	34	74	38	103	153
10	20	18	99	146	35	75	44	106	155
11	21	28	100	148	36	76	50	109	156
12	40	39	101	150	37	33	54	110	157
13	41	24	102	151	38	37	57	111	160
14	42	45	104	154	39	43	58	114	161
15	46	61	105	158	40	53	59	116	162
16	47	58	107	159	41	55	62	117	164
17	48	3	108	163	42	56	63	118	165
18	49	4	112	166	43	60	64	119	167

19	51	5	113	127	44	65	66	120	168
20	52	8	115	128	45	69	67	121	169
21	33	22	11	129	46	70	68	122	170
22	37	23	83	131	47	71	22	123	139
23	43	24	79	132	48	72	23	124	141
24	53	25	84	134	49	73	24	125	142
25	55	26	95	138	50	74	25	126	143

MUSTAQIL YECHISH UCHUN MASALALAR

1. Yung tajribasidagi ikki tirqish orasidagi masofa 1 mm. Tirqishdan ekrangacha bo'lgan masofa 3 m. Ikki maksimum yorug' yo'lkalar orasida masofa 1.5mm. Monoxromatik yorug'likning to'lqin uzunligi topilsin.
2. Frenel ko'zgulari yordamida hosil qilingan yorug'lik manbaining mavhum tasvirlari orasidagi masofa 0.5 mm. Ulardan ekrangacha bo'lgan masofa 3 m. To'lqin uzunligi 0.6 mkm. Ekranda hosil bo'lgan ikki interferension maksimumlar orasidagi masofa topilsin.
3. Sovun pardasiga ($n=1.3$) yorug'likni oq nur dastasi normal ravishda tushmoqda. Agar qaytgan nurda parda yashil ko'rinsa ($\lambda=0.55$ mkm), pardaning eng kichik qalinligi qanday bo'lishi kerak?
4. $\lambda=0.6$ mkm to'lqin uzunlikdagi parallel nurlar dastasi $\varphi=30^\circ$ burchak ostida sovun pardasiga tushmoqda ($n=1.3$). Pardaning qanday eng kichik qalinligida interferensiyasi tufayli qaytgan nurlar maksimal susaygan bo'ladi?
5. Yassi qavariq linza, qavariq tomoni bilan tekis shisha ustida joylashgan. qaytgan nur ($\lambda=0.6$ mkm) hosil qilgan birinchi tartibli yorug'lik interferension halqa ko'ringan joyda havo qatlamining qalinligi topilsin.
6. Yung tajribasida tirqishlardan ekrangacha bo'lgan masofa 1.5 m ga teng. Tushayotgan yorug'likning to'lqin uzunligi 0.6 mkm. Agar uzunligi 1 sm kesmada 8 ta qora yo'llar joylashsa, tirqishlar orasidagi masofa topilsin.
7. Yung tajribasidagi ikki tirqish orasidagi masofa 0.5 mm, to'lqin uzunligi 550 mkm. Agar ikki qo'shni minimumlar orasidagi masofa 1 mm bo'lsa, tirqishlardan ekrangacha bo'lgan masofa topilsin.
8. Shisha plastinka ustiga yassi-qavariq linza qavariq tomoni bilan qo'yilgan. Linza yuqori tomondan $\lambda=600$ nm to'lqin uzunligiga ega bo'lgan monoxromatik yorug'lik bilan yoritilmoqda. Agar qaytgan nurdagi 6-qora Nyuton halqasining radiusi $r=2.4$ mm bo'lsa, linzaning egrilik radiusi topilsin.
9. Nyuton halqalarini kuzatish uchun radiusi $R=160$ sm bo'lgan yassi qavariq linza ishlatildi. Qaytgan nurlarda kuzatilgan 4 va 9 qora halqalarning radiuslari topilsin. Tushayotgan nur to'lqin uzunligi $\lambda=625$ nm.
10. Yassi qavariq linza radiusi $R=4$ m. Agar qaytgan nurda kuzatiladigan 5 yorug' halqaning radiusi $r_5=3.6$ mm bo'lsa, tushayotgan nur to'lqin uzunligi λ topilsin.

11. Agar Yung tajribasida yashil rangdagi ($\lambda_1=500$ nm) yorug'lik filtrini λ qizil ($\lambda_2=650$ nm) rangdagi yorug'lik filtri bilan almashtirilsa, ekrandagi qo'shni interferension yo'llar orasidagi masofa qancha marotaba o'zgaradi.
12. Yung tajribasida tirqishlar $\lambda=600$ nm to'lqin uzunlikdagi monoxromatik yorug'lik bilan yoritilgan. Tirqishlar orasidagi masofa $d=1$ mm va tirqishlardan ekrangacha bo'lgan masofa $L=3$ m. Birinchi 3 ta yorug' halqalarning o'rni topilsin.
13. Frenel ko'zgulari yordamida tajribada, $d=0.5$ mm mavhum yorug'lik manbalari orasidagi masofa $L=5$ m. Yashil yorug'likda interferensiya yo'llari orasidagi masofa $x=5$ mm. Yashil nur to'lqin uzunligi topilsin.
14. Oq nur sovun pardasiga ($n=1.33$) $i=45^\circ$ burchak ostida tushadi. Sovun pardasining qanday eng kichik qalinligida u qaytgan yorug'likda sariq ($\lambda = 600$ nm) rangda bo'ladi?
15. Nyuton halqalarini kuzatish qurilmasiga normal tushayotgan monoxromatik yorug'likning to'lqin uzunligi $\lambda = 0.6$ mkm. qaytgan yorug'likda kuzatilayotgan to'rtinchi qorong'i halqa o'rnida linza va shisha plastinka orasidagi havo qatlamining qalinligi topilsin.
16. Lloyd taklif qilgan sxemada tirqishidan o'tgan nur ekranda qo'zg'almas qaytgan nur bilan interferensiyalashadi. Tirqishdan ko'zgu sirtigacha masofa $L=1$ m, yorug'lik to'lqin uzunligi $\lambda = 500$ nm. Interferension yo'l kengligi x topilsin.
17. Qalinligi $d=367$ nm bo'lgan pardaga parallel oq yorug'lik dastasi i burchak ostida tushmoqda. Pardaning sindirish ko'rsatkichi $n=1.4$. Nurning tushish burchagi a) 30° va b) 60° ga teng bo'lsa, pardadan qaytgan yorug'lik qanday rangda bo'ladi?
18. Tushayotgan yorug'lik to'lqin uzunligi bir yarim marta kattalashsa, m-Nyuton halqasining radiusi necha marta kattalashadi?
19. Yung tajribasida tirqishlar orasidagi masofa $d=1.5$ mm, tirqishdan ekrangacha bo'lgan masofa $L=2$ m. Tirqishga $\lambda = 637$ nm to'lqin uzunlikdagi yorug'lik tushmoqda. Ekranda hosil bo'lgan interferensiya yo'llari orasidagi masofa aniqlansin.
20. Ikki kogerent optik yorug'lik manbalari orasidagi masofa $d=0.5$ mm. Manbalardan tarqalayotgan monoxromatik yorug'likning to'lqin uzunligi $\lambda = 0.5$ mkm. Manbalari $l=30$ sm masofa ekran joylashgan. Ikki qo'shni interferension maksimumlar orasidagi masofa topilsin. RASM.
21. Agar interferensiya manzarasi $N=100$ yo'lga burilgan bo'lsa, Maykolson interferometrida ko'zguning siljishi topilsin. Yorug'lik to'lqin uzunligi $\lambda = 546$ nm.
22. Qaytgan yorug'likda kuzatilayotgan birinchi va ikkinchi qora Nyuton halqalari orasidagi masofa $r_1= 9$ mm va $r_2=10$ mm halqalar orasidagi masofa topilsin.



23. Yupqa shisha pona sirtiga normal yoʻnalishida ($\lambda = 600 \text{ nm}$) monoxramatik yorugʻlik tushmoqda. Qaytgan yorugʻlikdagi qoʻshni interferensiya minimumlari orasidagi masofa $d=4 \text{ mm}$ boʻlsa, pona sirlari orasidagi burchak topilsin. Shishaning sindirish koʻrsatkichi $n=1.5$.

24. Nyuton halqalari toʻlqin uzunligi $\lambda = 589 \text{ nm}$ boʻlgan yorugʻlikda hosil boʻlgan. qaytgan yorugʻlikda kuzatiladigan birinchi va ikkinchi yorugʻ halqalar orasidagi masofa $\Delta r=0.5 \text{ mm}$ boʻlsa, yassi qavariq linzaning egrilik radiusi topilsin.

25. Shisha pona sirtiga normal yoʻnalishda $\lambda = 582 \text{ nm}$ toʻlqin uzunlikdagi yorugʻlik dastasi tushmoqda. Pona burchagi $\alpha = 20^\circ$. Ponaning 1 sm uzunligida qancha qora interferension halqalar joylashgan? Shishaning sindirish koʻrsatkichi $n=1.5$.

26. Nyuton halqalari kuzatiladigan qurilma monoxramatik yorugʻlik bilan yoritilgan. qaytgan yorugʻlikda hosil qilingan qoʻshni qora halqalar radiuslari 4 mm va 4.33 mm . Linzaning egrilik radiusi 6.4 m . halqalarni tartib nomeri va yorugʻlik toʻlqin uzunligi topilsin.

27. Nyuton 5 va 25 yorugʻlik halqalarining orasidagi masofa 9 mm . Linzaning egrilik radiusi 15 mm . Qurilmaga normal holda tushayotgan yorugʻlik toʻlqin uzunligi topilsin. Kuzatish qaytgan yorugʻlikda olib borilmoqda.

28. Sindirish koʻrsatkichi $n=1.33$ boʻlgan sovun pardasidan qaytish natijasida hosil boʻlgan interferension halqa yorugʻ yoki qorongʻu boʻlishini aniqlang. Parda havoda joylashgan va qalinligi $d=0.2$ ga teng.

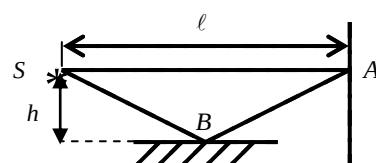
29. Toʻlqin uzunligi $\lambda = 6 \cdot 10^{-7} \text{ m}$ boʻlgan $i=30^\circ$ burchak ostida sovun pardasi tushadi. Qaytgan yorugʻlikda pardada interferension yoʻllar kuzatiladi. qoʻshni yoʻllar orasidagi masofa $\Delta x=4 \text{ mm}$. Sovun pardasining sindirish koʻrsatkichi $n=1.33$. Sovun pardasi sirlari orasidagi burchak topilsin.

30. Yupqa ponasimon plastinkada yorugʻlik normal tushish natijasida qaytgan yorugʻlik interferension yoʻllar hosil boʻladi. Qoʻshni qorongʻu yoʻllar orasidagi masofa $\Delta x=5 \text{ mm}$. Plastinkaning sindirish koʻrsatkichi $n=1.5$. Plastinka qirralari orasidagi burchak topilsin.

31. Nyuton 3-yorugʻ halqasini radiusi $R_3=1.1 \text{ mm}$ boʻlsa, halqalarni kuzatish uchun ishlatilayotgan yassi-qavariq linzaning F fokus masofasi topilsin. Shishaning sindirish koʻrsatkichi $n=1.6$, yorugʻlik toʻlqin uzunligi $\lambda = 589 \text{ nm}$. halqalar qaytgan yorugʻlikda kuzatiladi.

32. Toʻlqin uzunligi $\lambda_1 = 450 \text{ nm}$ qaytgan koʻk rangdagi yorugʻlik yassi-qavariq linzaga tushish natijasida Nyuton halqalari kuzatiladi. Uchinchi yorugʻ halqa radiusi $R_3=1.6 \text{ mm}$. Koʻk rang yorugʻlik filòrini qizil randagi filòr bilan almashtirilganda, 5 yorugʻ halqa radiusi $R_5=1.77 \text{ mm}$ ga teng boʻlgan. Linzaning egrilik radiusi va qizil nurning toʻlqin uzunligi λ_2 topilsin.

33. Ekrandagi A nuqtaga monoxramatik yorugʻlik manbai S dan ($\lambda=0.5 \text{ mkm}$) ikki nur tushmoqda. 1-nur toʻgʻridan toʻgʻri manbadan tushmoqda, 2-nur esa

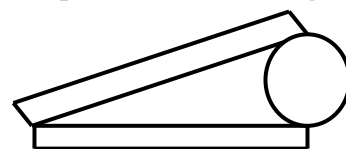


ko'zguning B nuqtasidan qaytib A ga tushadi (4-rasm). Manbadan ko'zgugacha bo'lgan masofa $h=2\text{ mm}$ va manbadan ekrangacha bo'lgan masofa $l=1\text{ m}$. A nuqtada yorug'likni kuchaytirish yoki susayishi yuz beradimi?

34. Sirt yupqa parda bilan qoplangan qalin shisha plastinkaga normal ravishda to'lqin uzunligi $\lambda = 0.6\text{ mkm}$ bo'lgan monoxromatik yorug'lik tushmoqda. Pardaning sindirish ko'rsatkichi $n_2=1.4$. Qaytgan nur interferensiya tufayli maksimal susaygan. Pardaning qalinligi d topilsin.

35. Oq nur sovun pardasiga normal ravishda tushmoqda. Sovun pardasining sindirish ko'rsatkichi $n=1.33$. Qaytish natijasida $\lambda_1=630\text{ nm}$ to'lqin uzunlikda interferensiyon maksimum va unga eng yag'in maksimum $\lambda_2=450\text{ nm}$ to'lqin uzunlikda kuzatilmoqda. Parda qalinligi topilsin.

36. Yaxshi sillqlangan ikki yassi plastinkalar orasiga diametri 0.5 mm bo'lgan sim o'tkazgich joylashtirilgan plastinka uchlari mustahkam qilib mahkamlangan. Plastinkalar tekisligi normal ravishda yoritilgan. 10 sm uzunlikdagi plastinkada kuzatuvchi interferensiyon manzarani kuzatadi. Interferensiya yo'llari orasidagi masofa 0.6 mm . Yorug'likni to'lqin uzunligi topilsin. (5-rasm)



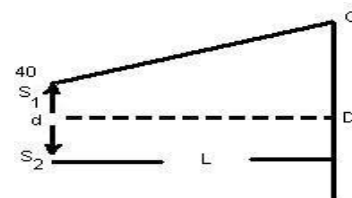
5 – rasm

37. Maykelson interferometrdagi ikkala yorug'lik dastalariga uzunligi 10 sm bo'lgan silindrlar joylashtirildi. Silindr uchlari shaffof yassi parallel plastinkalar bilan berkitilgan. Silindrlardan avval havo so'rib olinib, so'ngra ulardan biriga vodorod gazi kiritilganda, interferensiyon manzarani 47.5 yo'lga surilgani kuzatiladi. Vodorodning sindirish ko'rsatkichi qanday? Tajriba $\lambda=590\text{ nm}$ to'lqin uzunligida bajarilgan.

38. To'lqin uzunligi $\lambda = 0.55\text{ mkm}$ bo'lgan nur $i=15^\circ$ burchak ostida shisha pona sirtiga tushmoqda shishani sindirish ko'rsatkichi $n=1.5$. Pona uchidagi burchak $\alpha=1^\circ$. Qaytgan nurlarda kuzatiladigan interferensiyada minimumlar orasidagi masofa topilsin.

39. Sindirish ko'rsatkichi $n=1.3$ bo'lgan yassi parallel pardasiga normal ravishda oq yorug'lik dastasi tushmoqda. Yorug'likning to'lqin uzunligi $\lambda = 0.6\text{ mkm}$ pardaning qalinligi qanday bo'lganda, maksimal shaffof bo'ladi?

40. Havoda ikki kogerent manba orasidagi masofa $d=0.15\text{ mm}$ (6-rasm). Manbalardan ekrangacha bo'lgan masofa $l=4.8\text{ m}$. Ekraning S nuqtasiga keluvchi nurlarning optik yo'l farqi topilsin, agar $OC=X=16\text{ mm}$ bo'lsa. RASM.



41. Fazoning bir nuqtasiga optik yo'l farqi 2 mkm ga teng bo'lgan kogerent yorug'lik nurlari tushmoqda. $\lambda = 560\text{ nm}$ to'lqin uzunlikdagi yorug'likning shu nuqtada kuchayishimi yoki susayishimi kuzatiladi?

42. Frenel ko'zgulari yordamida $\lambda = 80\text{ nm}$ to'lqin uzunlikdagi monoxromatik yorug'likning mavhum manbalari hosil qilingan. Ulardan ekrangacha bo'lgan masofa $l=3.2\text{ mm}$. Ekran markazidan $X=28\text{ mm}$ masofada 3-chi qorong'u interferensiya yo'li joylashgan. Mavhum tasvirlar orasidagi masofa topilsin.

43. Orasidagi masofa 0.32 mm bo'lgan 2 kogerent - oq yorug'lik manbalari ingichka tirqish ko'rinishiga ega. Tirqishlardan interferensiya manzarasi kuzatiladigan ekrangacha bo'lgan masofa 3.2 m. Ikkinchi interferensiyon spektrda qizil ($\alpha_1=760$ nm) va binafsha ($\alpha_2=400$ nm) chiziqlari orasidagi masofa topilsin.
44. Sindirish ko'rsatkichi $n=1.54$ va uchidagi burchak $i=5$ bo'lgan kvarts pona $\lambda = 600$ nm monoxromatik to'lqin uzunlikdagi monoxromatik nurlar bilan yoritilgan interferensiyon yo'llar orasidagi masofa topilsin.
45. Nyuton halqalari hosil qilingan qurilmadagi linzaning egrilik radiusi $r=6,4$ m. 640 nm to'lqin uzunlikdagi yorug'lik perpendikulyar holda tushmoqda. Linza va plastinka orasi suv bilan to'ldirilgan ($n=1.33$). Ikkinchi yorug' halqa diametri topilsin.
46. Lloyd tajribasi o'tkaziladigan qurilmada qaytaruvchi sirt sifatida ikki plastinkadan foydalanilgan. Yorug'lik manbai sifatida shisha markazidan $d=1$ mm masofada joylashgan parallel tirqish olingan. Ekran tirqishidan $l=4$ m masofada joylashgan. Yorug'lik to'lqin uzunligi $\lambda = 700$ nm. Markaziy yo'l o'rtasidan uchinchi yorug' yo'lgacha bo'lgan masofa topilsin.
47. Yung tajribasida ekran qanday masofaga surilganda yangi interferensiya manzarasida 5-yorug' yo'l, interferensiya manzarasidagi 3-yo'l bilan ustma ust tushadi?
48. Interferensiya manzarasini hosil qilayotgan nurlarning birini yo'lga qalinligi $d=12$ mkm bo'lgan shisha plastinka joylashtirilgan. Shishaning sindirish ko'rsatkichi $n=1.5$. Shisha $\lambda = 750$ nm to'lqin uzunlikdagi perpendikulyar ravishda tushadi. Interferensiya manzarasi nechta yo'lga suriladi?
49. Optik yo'l farqi $\Delta x=1.8$ mkm teng bo'lganda ko'rinadigan yorug'lik maksimal kuchayadigan xamma to'lqin uzunliklari topilsin. ($0.76=0.38$ mkm).
50. Ikki yassi parallel plastinkalar orasida $\alpha=30^\circ$ burchakli havo opna hosil qilgan. Plastinkalardan biriga normal ravishda $\lambda = 0.6$ mkm to'lqin uzunlikdagi monoxromatik yorug'lik tushadi. Plastinkalar bir-biriga tokka chiziqdan qanday masofada qaytgan yorug'likda kuzatiladigan ikkinchi yorug' va yo'l hosil bo'ladi?
51. Fazoning biror nuqtasiga geometrik yo'l farqi $\Delta x = 1.2$ mkm ga teng bo'lgan ikki kogerent nurlar tushmoqda. Yorug'likni vakuum to'lqin uzunligi $\lambda=600$ nm. Shu nuqtaga qo'yilgan shishada qanday manzara kuzatiladi $n=1.5$?
52. Oralaridagi masofa $d=200$ mkm bo'lgan ikki kogerent S_1 va S_2 manbalardan ekran yoritilmoqda ($\lambda=590$ nm). Ekran markazidan $x=15$ mkm masofada 2-nchi qora interferensiya yo'li joylashgan. Mavhum manbalardan ekrangacha bo'lgan masofa topilsin.
53. To'lqin uzunligi $\lambda=550$ nm bo'lgan kogerent nurlardan birining yo'lga sindirish ko'rsatkichi $n=1.5$ ga teng shisha plastinka joylashtirildi. Natijada interferensiya markazi 4 ta yo'lga siljidi. Plastinkaning qalinligi topilsin.
54. d_i va d_k yorug' Nyuton halqalarining diametri 4 mm va 4.8 mm. halqalarni tartib nomerlari ma'lum emas, lekin shu ikki halqalari orasida yana uchta yorug'

halqa joylashgan. halqalar, to'liq uzunligi $\lambda=500$ nm bo'lgan qaytgan yorug'likda kuzatilgan. Tajriba uchun olingan yassi-qavariq linzaning egrilik radiusi topilsin.

55. To'liq uzunligi $\lambda=520$ nm bo'lgan, ikki mavhum yorug'lik manbalaridan interferensiya kuzatilayotganda ma'lum bo'ldiki, uzunligi $X=4$ sm ga teng ekranda 8.5 interferensiya yo'li joylashar ekan. Yorug'lik manbalarining orasidagi masofa topilsin, agar ulardan ekrangacha masofa $l=2.75$ m bo'lsa.

56. Yung tajribasi birinchi galda $\lambda_1=600$ nm, so'ngra esa to'liq uzunlikdagi yorug'lik bilan olib boriladi, agar birinchi tajribadagi 7 yorug' halqa, ikkinchi tajribadagi 10 chi halqa qora bilan mos tushsa, ikkinchi yorug'likning to'liq uzunligi topilsin.

57. Oq nur bilan yassi-parallel plastinka $i_1=45^\circ$ va $i_2=60^\circ$ burchak ostida yoritilganda u qizil bo'lib ko'ringan. Plastinkaning sindirish ko'rsatkichi $n=1.5$. Plastinkaning mumkin bo'lgan eng kichik qalinligi topilsin ($\lambda=750$ nm).

58. Nyuton halqalari kuzatiladigan qurilmada, qaytgan yorug'likda uchinchi qora halqa radiusi o'lchangan. Yassi parallel plastinka va linza oralig'i suyuqlik bilan to'ldirilganda, shunday radiusga 4-xalqa ega bo'ldi. Suyuqlikning sindirish ko'rsatkichi n aniqlansin.

59. Soch tolasining qalinligi o'lchash uchun, uni ikki shisha plastinka orasiga joylashtirildi. Soch tolasidan plastinkalar tegib turgan chiziqlik bo'lgan masofa $\ell=20$ sm. Plastinkalar $\lambda=350$ nm qizil nur bilan yoritilganda, 1 sm masofada 8 ta interferensiyalar yo'l joylashadi, soch qalinligi topilsin.

60. Oralig'i $d=0.24$ mm bo'lgan ikki kogerent yorug'lik manbalari ekrandan $l=2.5$ m masofada joylashganlar. Ekranda $x=5.0$ sm masofada 10.5 interferensiyalar yo'l joylashadi, ekranga tushayotgan yorug'likni to'liq uzunligi aniqlansin.

61. Nyuton halqalari kuzatiladigan qurilmada plastinka va linza oralig'iga benzon ($n=1.5$) qo'yilgan. Linza egrilik radiusi $r=1$ m. Linza va plastinka sindirish ko'rsatkichlari bir xil. halqalar $\lambda=583$ nm to'liq uzunlikdagi qaytgan yorug'likda kuzatiladi. Markaziy qora halqa radiusi R topilsin.

62. Nyuton halqalari kuzatiladigan qurilmada linza ($n_1=1.5$) va plastinka ($n_2=1.7$) oralig'i alimin ($n_3=1.58$) bilan to'ldirilgan. Qaytgan yorug'likda to'rtinchi qora halqa radiusi $r_1=0.13$ sm. qurilmaga monoxromatik yorug'lik perpendikulyar ravishda tushmoqda. Linzaning egrilik radiusi $r=1$ m. Tushayotgan yorug'likning to'liq uzunligi topilsin.

63. Sovun pardasi ($n=1.33$) vertikal holda joylashib suyuqlikni oqimi tufayli pona hosil qiladi. Birinchi va oltinchi qora halqalar oralig'idagi masofa $x=2.5$ sm. Interferensiyalar halqalar to'liq uzunligi $\lambda=613$ nm bo'lgan qaytgan yorug'likda kuzatilgan. Nur pufak yuzasiga perpendikulyar tushadi. Pona burchagini sekundlarda toping.

64. Monoxromatik yorug'lik shisha pona ($n=1.5$) sirtiga normal ravishda tushmoqda. Pona burchagi $\alpha=2^\circ$. Qaytgan yorug'likda kuzatilayotgan qora

halqalar orasidagi masofa $x=0.34$ mm. Tushayotgan yorug'likning to'lqin uzunligi topilsin.

65. Frenel ko'zgulari to'lqin uzunligi $\lambda=589$ nm bo'lgan monoxromatik yorug'lik bilan yoritilmoqda. Agar nurlar dastasining biri yo'nalishiga perpendikulyar ravishda yupqa shisha plastinka qo'yilsa, interferension manzara 100 yo'lga suriladi. Shishaning sindirish ko'rsatkichi $n=1.5$, plastinkaning qalinligi topilsin.

66. Ikki plastinka oralig'iga ularning bir-biriga tegib turgan chiziqqa parallel ravishda diametri $d=0.04$ mm li soch tolasi joylashtirilgan. Plastinka sirtiga to'lqin uzunligi $\lambda=0.8$ mkm bo'lgan yorug'lik perpendikulyar ravishda tushmoqda. Agar hosil bo'lgan ponaning 1 sm uzunligiga qaytgan nurlarda qora interferension halqalar joylashsa, soch tolasidan ponaning uchigacha bo'lgan masofa topilsin.

67. Nyuton halqalari kuzatiladigan qurilmada linza ($n_1=1.7$) va plastinka ($n_2=1.7$) oralig'i suv ($n=1.33$) bilan to'ldirilgan. Qaytgan nurlarda hosil bo'lgan halqalardan birining diametri 0.3 sm ga teng. Qurilmaga $\lambda=0.6$ mkm to'lqin uzunligidagi yorug'lik perpendikulyar ravishda tushmoqda. Linzaning egrilik radiusi 1 m. halqaning tartib nomeri topilsin.

68. Nyuton halqalari kuzatiladigan qurilmada linza ($n_1=1.7$) va plastinka ($n_2=1.5$) oralig'i suv ($n_3=1.33$) bilan to'ldirilgan. Qaytgan nurlardagi beshinchi qora halqaning radiusi 0.15 sm. qurilma to'lqin uzunligi $\lambda=0,6$ mkm bo'lgan yorug'lik bilan normal ravishda yoritilmoqda. Linzaning egrilik radiusi topilsin.

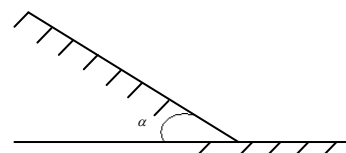
69. Yung tajribasida interferensiyalashadigan nurlarning yo'lini biriga qalinligi $d=2$ sm bo'lgan shisha plastinka perpendikulyar ravishda joylashgan. Plastinkaning bir jinsli bo'lmaganligi tufayli yo'l farqi $\Delta=1$ mkm ga farq qilsa, plastinkaning har bir joylarida sindirish ko'rsatkichi qanchaga farq qiladi?

70. Yung tajribasida nurlarning biri yo'nalishga shisha plastinka perpendikulyar ravishda joylashtirildi, markaziy yorug' yo'l, birinchi holatda beshinchi yorug' halqa o'rniga surildi. Plastinkaning sindirish ko'rsatkichi $n=1.5$, nurning to'lqin uzunligi $\lambda=600$ nm. Plastinka qalinligi qanday?

71. Havoda tarqalayotgan yorug'lik qalinligi $d=1$ mm bo'lgan shisha plastinka qo'yildi. Agar plastinkaga nur: a) perpendikulyar ravishda; b) $\alpha=30^\circ$ burchak ostida tushayotgan bo'lsa, yorug'likni optik yo'l farqi qanchaga o'zgaradi?

72. To'lqin uzunligi bo'lgan monoxromatik yorug'lik yo'lga qalinligi $d=0.1$ mm ga teng yassi-parallel shisha plastinka joylashtirilgan. Plastinkaga yorug'lik normal ravishda tushadi. Optik yo'l farqi ga teng bo'lishi uchun, plastinkani qanday burchakka burish kerak?

73. Frenel biprizmasiga ($\lambda=600$ nm) manbadan yorug'lik tushmoqda. Prizmani sindirish burchagi $\varphi=210^{-3}$ rad, uning moddasining sindirish ko'rsatkichi $n=1.5$. Agar yorug'lik manбайдan prizmagacha bo'lgan masofa $\ell=1$



m va prizmadan ekrangacha bo'lgan masofa $b=4$ m bo'lsa, interferensiya tufayli hosil bo'lgan qo'shni maksimumlar orasidagi masofa topilsin.

74. Frenel ko'zgulari bir-biriga nisbatan $\alpha=10^\circ$ burchak ostida joylashtirilgan (7-rasm). ularga ko'zgular kesishgan nuqtadan $r=10$ sm masofada joylashgan tirqishdan nur tushmoqda. Yorug'lik to'lqin uzunligi $\lambda=600$ nm. Ko'zgulardan qaytgan nurlar hosil qilgan interferensiya manzarasi, ko'zgular kesishgan joydan $L=270$ sm masofada kuzatilmoqda. Interferensiya yo'llari orasidagi masofa topilsin. .

75. To'lqin uzunligi $\lambda=0.425$ mkm bo'lgan monoxromatik yorug'lik Frenel ko'zgulariga tushmoqda. Agar interferensiya maksimumlari orasidagi masofa $x=1$ mm, ko'zgular kesishgan joydan ekrangacha bo'lgan masofa $L=1$ m va yorug'lik manbaigacha bo'lgan masofa $r=10$ sm bo'lsa, Frenel ko'zgulari orasidagi burchak topilsin.

76. To'lqin uzunligi $\lambda=632.8$ nm li lazer nurlanishi normal ravishda ikkita tirqishi bo'lgan to'siqqa tushmoqda, tirqishlar orasidagi masofa $d=5$ mm. Ekranda interferensiya yo'llari kuzatilmoqda. Agar tirqishlarning biriga $a=10$ mkm qalinlikdagi shaffof plastinka qo'yilsa, interferensiya yo'llari qanchaga suriladi? Plastinkaning sindirish ko'rsatkichi $n=1.633$.

77. Yassi to'lqin uchun zonalarining dastlabki uchtasini radiusi hisoblab topilsin. To'lqin sirtida kuzatilayotgan nuqtagacha bo'lgan masofa 1 m. To'lqin uzunligi $\lambda=500$ nm.

78. Kengligi $b=42$ mkm bo'lgan tirqishga to'lqin uzunligi $\lambda=589$ nm ga teng monoxromatik yorug'lik dastasi normal ravishda tushmoqda. Minimumlar kuzatiladigan burchaklar topilsin.

79. Kengligi $b=2 \cdot 10^{-3}$ sm ga teng tirqishga, to'lqin uzunligi $\lambda=500$ nm bo'lgan monoxromatik yorug'lik dastasi perpendiklyar ravishda tushmoqda. Tirqishdan 1 m masofada joylashgan ekranda hosil bo'lgan tirqish tasvirini kengligi topilsin. Tirqish tasvirini kengligi deganda, asosiy maksimal yoritilganlikni ikki tomonida hosil bo'ladigan birinchi minimumlar orasidagi masofa topilsin.

80. Tirqishga normal ravishda λ to'lqin uzunligidagi monoxromatik yorug'lik dastasi tushadi. Tirqish kengligi 6λ . Yorug'lik difraksiyasining uchinchi minimumi qanday burchak ostida ko'rinadi?

81. To'lqin uzunligi $\lambda=700$ nm bo'lgan qizil chiziqli ikkinchi tartibdagi spektrda ko'rish uchun, ko'rish trubkasini kollimator o'qiga $\alpha=30^\circ$ burchak ostida joylashtirish kerak bo'ldi. Difraksion panjara doimiysi topilsin. Yorug'lik panjaraga normal ravishda tushmoqda.

82. Spektrning birinchi tartibidagi simobning yashil ($\lambda=546$ nm) chizig'i $\alpha=19^\circ 8'$ burchak ostida kuzatilayotgan bo'lsa, difraksion panjaraning bir millimetrga mos kelgan shtrixlar soni nechta bo'ladi?

83. Difraksion panjaraga oq yorug'lik dastasi normal holda tushmoqda. $\lambda=589$ nm to'lqin uzunlikdagi yorug'lik uchun difraksiya burchagi $\varphi_1=17^\circ 8'$.

Biror bir chiziq ikkinchi tartibdagi spektrida $\varphi_2=24^{\circ}12'$ difraksiya burchagini hosil qilgan. Shu chiziqning to'liq uzunligi topilsin.

84. Difraksion panjaraga, geliy bilan to'ldirilgan razryad trubkasidan yorug'lik normal ravishda tushmoqda. Ikkinchi tartibli spektrda $\lambda=670$ nm to'liq uzunlikdagi qizil chiziq uchinchi tartibli spektrda qaysi chiziq bilan ustma-ust tushadi.

85. Panjara doimiysi $d=2$ mkm bo'lsa, natriyning ($\lambda=529$ nm) sariq chizig'i uchun mos keluvchi eng katta tartibdagi spektr nomeri topilsin.

86. Difraksion panjaraga monoxromatik yorug'lik dastasi normal ravishda tushmoqda. Uchinchi tartibdagi maksimum $\varphi=36^{\circ}48'$ burchak ostida kuzatiladi. To'liq uzunlik orqali ifodalangan difraksion panjara doimiysi aniqlansin.

87. Difraksion panjara kaliy spektrida birinchi tartibli $\lambda_1=404.4$ nm va $\lambda_2=404.7$ nm chiziqlarni ajrata olsa difraksion panjara doimiysi nimaga teng? Panjara kengligi $l=3$ sm.

88. Kengligi $l=2.5$ bo'lgan difraksion panjarani doimiysi $d=2$ mkm. Bu difraksion panjara sariq nur oblastida ($\lambda=600$ nm) tartibdagi spektrda qanday to'liq uzunligidagi chiziqlarni ajrata oladi.

89. Difraksion panjara $\lambda=440$ nm yorug'lik bilan yoritilganda birinchi tartibli difraksion minimum $\varphi=90^{\circ}$ burchak ostida kuzatilishi uchun tirqish kengligi qanday bo'lishi kerak?

90. Difraksion panjara davri $d=0.005$ nm. $\lambda=700$ nm to'liq uzunlikdagi yorug'lik uchun kuzatilayotgan bosh maksimumlar soni topilsin.

91. Difraksion panjara kengligi $b=3$ mm va davri $d=3$ mkm. $\lambda=589.6$ nm to'liq uzunligi uchun uning maksimal ajrata olish qobiliyati topilsin.

92. Natriyning birinchi tartibli spektrida $\lambda_1=589$ nm va $\lambda_2=589.6$ nm to'liq uzunligidagi ikki sariq chiziqlarni aloxida ko'rish uchun, difraksion panjara shtrixlarni eng kichik soni qancha bo'lishi kerak?

93. Har bir millimetrida 100 ta chiziq bo'lgan difraksion panjaraga monoxromatik yorug'lik normal holda tushmoqda. Ko'rish trubkasi uchinchi tartibdagi maksimumga to'g'rilangan trubkani shu tartibdagi boshqa maksimumga, joylashtirish uchun, uni $\varphi=20^{\circ}$ burchakka burish kerak. Yorug'likning to'liq uzunligi topilsin.

94. Difraksion panjara, monoxromatik yorug'lik bilan normal holda yoritilmoqda. U ikkinchi tartibdagi spektrni qanday burchakka og'diradi. Panjara uchinchi tartibdagi spektrni qanday burchakka og'diradi?

95. Difraksion panjarani har bir millimetrida 200 chiziq joylashgan, panjara $\lambda=0,6$ mkm to'liq uzunlikdagi monoxromatik yorug'lik normal ravishda tushmoqda. Yorug'likni maksimum og'ish burchagi topilsin.

96. Mansabdan zonaviy plastinkagacha bo'lgan masofa $a=10$ m, plastinkadan ekrongacha masofa 10 m. Agar yorug'likning to'liq uzunligi $\lambda=450$ nm bo'lsa, birinchi Frenel zonasining radiusi topilsin.

- 97.** Zonaviy plastinka o'zidan $a=3$ m narida turgan yorug'lik manbaini $b=2$ m naridagi ekrandagi ekranda tasvirini hosil qildi. Agar manbani cheksizlikka sursa, tasvir qayerda hosil bo'ladi?
- 98.** Parallel monoxromatik nurlar dastasi ($\lambda=600$ nm) diametri $d=1.2$ mm bo'lgan teshigi bor ekranga normal tushadi. Ekran orqasida $b_1=18$ sm masofada teshik qo'ida qora dog' hosil bo'ladi. Tashqi o'q bo'ylab shu nuqtadan qanday Δl masofaga surilganda difraksion manzara markazida yana qora dog' paydo bo'ladi?
- 99.** Bir sm.da 3837 chiziqlarga ega bo'lgan difraksion panjaraning birinchi tartibli spektrida burchakli dispersiya aniqlansin. Difraksiya burchagi juda kichik deb hisoblanilsin.
- 100.** Har sm.da 3937 chiziqlari bo'lgan difraksion panjarali spektrografning chiziqli dispersiya hisoblansin, agar ob'ektivni fokus masofasi $G=50$ sm bo'lsa. Difraksiya burchagi kichik deb olinsin.
- 101.** Davri $d=2.5$ mkm va kichikligi $l=3$ sm bo'lgan difraksion panjaraning to'rtinchi tartibli spektrda ajrata olish qobiliyati qanday?
- 102.** Difraksion panjaraning xar 1 sm da 5000 chiziq bor. Agar u $\lambda=589$ nm to'lqin uzunlikdagi yorug'lik bilan yoritilayotgan bo'lsa, maksimal spektr tartibi topilsin.
- 103.** Difraksion panjaraga tushayotgan yorug'lik $\lambda_1=490$ nm va $\lambda_2=600$ nm to'lqin uzunlikdagi ikki aniq spektral chiziqlardan iborat 1, to'lqin uchun birinchi maksimum $\varphi=10^\circ$ burchak ostida kuzatiladi. Ikkinchi tartibdagi spektrda chiziqlar orasidagi burchak masofa topilsin.
- 104.** $N=100$ chiziqqa ega bo'lgan difraksion panjara $\lambda_1=589$ nm va $\lambda_2=502$ nm bo'lgan chiziqlarni birinchi tartibdagi spektrda ajrata oladimi?
- 105.** Difraksion panjara doimiysi $d=1000$ nm. Qo'yida keltirilgan to'lqinlar uchun birinchi tartibli spektrda burchakli dispersiya hisoblansin, a) 400 nm, b) 580 nm, v) 760 nm.
- 106.** Kengligi $b=0.2$ mm bo'lgan tirqishga to'lqin uzunligi $\lambda=500$ nm ga teng yorug'lik tushmoqda, tirqishdan $L=1$ m masofada joylashgan ekranda 1 va 2 difraksion maksimumlar orasidagi masofa topilsin.
- 107.** Agar birinchi tartibdagi difraksion maksimum kristal panjarasi va tushayotgan nur yo'nalishi orasidagi burchak $\varphi=3^\circ$ bo'lganda kuzatilgan. Tushayotgan monoxromatik rentgen nurining to'lqin uzunligi topilsin. Atomlar orasidagi masofa $d=0.3$ nm.
- 108.** Tor tirqishga normal holda monoxromatik yorug'lik tushmoqda. Ikkinchi tartibli difraksion yorug' yo'lining og'ish burchagi $\varphi=1^\circ$. Tirqish kengligini orqali ifodalang.
- 109.** Kengligi $b=0.1$ mm tirqishga normal holda ($\lambda=0.5$ mkm) monoxromatik yorug'lik tushmoqda. Tirqish orasida yig'uvchi linza joylashtirilgan va uning fokus tekisligida ekran bor. Difraksiya burchagi bo'lsa, ekranda manzara kuzatiladi.

- 110.** Ikki difraksion panjara bir xil $l=3$ mm kenglikka ega bo'lib ularning davrlari $d_1=3\cdot 10^{-3}$ mm va $d_2=6\cdot 10^{-3}$ mm natriyning $\lambda=529.6$ nm sariq chizig'i uchun eng katta ajrata olish qobiliyati hisoblansin.
- 111.** Yassi to'lqin fronti uchun to'rtinchi Frenel zonasining radiusi $r_4=3$ mm. Oltinchi Frenel zonasining radiusi topilsin.
- 112.** $\alpha=30^\circ$ burchak ostida qadmiyning ($\lambda=644$ nm) qizil chizig'i uchun to'rtinchi maksimum kuzatilmoqda. Agar panjaraning eng kichik ajrata olish qobiliyati $\delta\lambda=0.322$ nm bo'lsa, difraksion panjara doimiysi topilsin.
- 113.** To'lqin uzunligi $\lambda=500$ nm bo'lgan nuqtaviy manba, radiusi $r=0.5$ mm teshigi bo'lgan ekrandan $d=0.5$ m masofada turibdi. Beshta Frenel zonasi ochilishi uchun, to'siqdan kuzatish nuqtasigacha bo'lgan masofa qanday bo'lishi kerak?
- 114.** Chiziqlari soni $N=5000$ bo'lgan yassi qaytaruvchi panjaraga sariq yorug'lik ($\lambda=589$ nm) tushmoqda. Uchinchi tartibdagi spektrda panjara ajratishi mumkin bo'lgan eng kichik masofa topilsin.
- 115.** Osh tuzi kristalli qirralariga rentgen nurlari dastasi ($\lambda=147$ nm) tushmoqda. Agar kristall sirtiga nur $\theta=31^\circ 30'$ burchak ostida tushganda ikkinchi difraksion maksimum kuzatilsa, kristalldagi atomlar tekisliklari o'zaro masofa d topilsin.
- 116.** Diametri $d=4$ mm ga teng yumaloq teshikli diafragma normal holda monoxromatik yorug'lik dastasi ($\lambda=0.5$ mkm) tushadi. Teshik o'qi bo'ylab undan $b=1$ m masofada kuzatish nuqtasi joylashgan. Teshikga nechta Frenel zonalari joylasha oladi?
- 117.** Chiziqlari soni har 1 mm da $n=500$ bo'lgan difraksion panjaraga normal yo'nalishda oq yorug'lik tushmoqda. Panjara yaqinida qo'yilgan linza orqali spektr ekranga proyeksiyalanadi. Agar $\lambda_1=780$ nm va $\lambda_2=400$ nm va linzadan ekrangacha bo'lgan masofa $L=3$ m bo'lsa, birinchi tartibdagi spektrning kengligi l topilsin.
- 118.** Har 1 mm da 100 ta chiziqlari bo'lgan difraksion panjaradan $L=1.8$ m masofadagi ekranda spektr kuzatiladi. Agar ikkinchi tartibli spektrdan markaziy yo'lga bo'lgan masofa $l=21.4$ sm bo'lsa, panjaraga tushayotgan monoxromatik yorug'likning to'lqin uzunligi topilsin.
- 119.** Difraksion panjaraga, uning tekisligiga parallel ravishda yassi to'lqin tushmoqda. Difraksion panjara chiziqlarining umumiy soni $N=1000$, davri $d=5.1\cdot 10^{-3}$ mm. Tushayotgan yorug'lik ikki to'lqin uzunlikka ega $\lambda_1=460$ nm va $\lambda_2=460$ nm. Spektrning qaysi tartibidan boshlab bu chiziqlar ajrala boshlaydi?
- 120.** Shaffof bo'lmagan va radiusi $r=1$ mm teshigi bor to'siqqa yassi monoxromatik to'lqin tushmoqda. To'siqdan ekrangacha masofa $b_1=0.575$ m bo'lganda, difraksiya manzarasi markazida maksimum intensivlik kuzatiladi. Masofaning $b_2=0.802$ m gacha oshirilganda markazdagi maksimum intensivlik minimumga aylanadi. Yorug'likning to'lqin uzunligi topilsin.

- 121.** Difraksion panjaraning har bir millimetridan 400 chiziq bor. Difraksion panjaradan ($L=25$ sm) masofada ekran joylashgan markaziy maksimumdan o'ng va chap taraflarda 3-tartibdagi spektrda chiziqlar orasidagi masofa $l=27.4$ sm. Difraksion panjaraga tushayotgan yorug'likni to'liq uzunligi topilsin.
- 122.** Qandaydir to'liq uzunlikdagi yorug'lik uchun difraksion panjaraning burchakli dispersiyasi (kichik og'ishlar uchun) $D_\varphi=1$ grad min ga teng. Agar panjara uzunligi $l=2$ sm bo'lsa, uning ajrata olish qobiliyati topilsin.
- 123.** Parallel nurlar dastasi difraksion panjaraga normal holda tushmoqda ekran orqasida joylashgan linzaning fokus masofasi $F=2.5$ m. Birinchi tartibli spektrda $\lambda_1=0.43$ mkm va $\lambda_2=0.48$ mkm to'liq uzunlikdagi chiziqlar orasidagi masofa $l=0.5$ mm. Difraksion panjaraning doimiysi topilsin. (Kichik og'ishlar uchun $\operatorname{tg}\alpha=\sin\alpha$ deb olinsin).
- 124.** Har 1 mm da 200 ta chiziq bo'lgan difraksion panjara, vodorod bilan yoritilmoqda. Kuzatishda vodorodning 656.3 nm va 410.2 nm to'liq uzunlikdagi chiziqlari ustma-ust tushishi uchun kuzatish trubasini tushayotgan nur yo'nalishiga qanday eng kichik burchakda o'rnatish kerak?
- 125.** Parallel monoxromatik nurlar dastasi ($\lambda=0.53$) normal holda tor tirqishga tushmoqda, markaziy maksimum kengligi qo'shni minimumlar orasidagi masofa teng bo'lib, u $l=1.5$ sm tirqish orqasida joylashgan linzaning fokus masofasi $L=2$ m. Kichik og'ishlar uchun $\operatorname{tg}\alpha=\sin\alpha$ deb xisoblab, tirqish kengligi topilsin.
- 126.** Kengligi $b=0.2$ bo'lgan tirqishga, parallel monoxromatik nurlar dastasi normal holda tushmoqda. Ekranga difraksion manzaraning proyeksiyalaydigan linzaning fokus masofasi $F=2$ m. Ikkinchi maksimum kengligi $b=0.53$ sm, u ikki qo'shni minimumlar orasidagi masofaga teng. Tirqishga tushayotgan yorug'likni to'liq uzunligi topilsin (kichik burchak uchun $\sin\alpha=\operatorname{tg}\varphi$).
- 127.** Suyuqlik sirtiga tushayotgan nurlarning tushish burchagi $i=50^\circ$. qaytgan nurlar maksimal qutblanmagan. Nurning sindirish burchagi topilsin.
- 128.** Suv bilan to'ldirilgan shisha idish tubidan nur qaytadi. Tushish burchagi qanday bo'lganda, qaytgan nurlar maksimal qutblangan bo'ladi.
- 129.** 10 % li shakar eritmasi solingan $S=15$ sm. uzunlikdagi trubkadan nur o'tganda, uning qutblanishi tekisligi $\varphi_1=129^\circ$ ga buriladi. $l_2=12$ sm uzunlikdagi trubkaga boshqa shakar eritmasi solinganda, qutblanish tekisliging burilishi $\varphi_2=7.2^\circ$ ni tashkil qiladi. Ikkinchi eritmaning integrasiyasi aniqlansin.
- 130.** O'zaro kesilgan Nikol prizmalari orasiga qalinligi $d=3$ mm bo'lgan kvars plastinkasi joylashtirilganda, polyarimetrlning ko'rish maydoni maksimal yorug' bo'lgan. Monoxromatik yorug'lik uchun kvarsning burilib doimiysi aniqlansin.
- 131.** Qalinligi $d=1.5$ mm bo'lgan kvars plastinka parallel Nikol prizmalari orasiga joylashtirilganda, monoxromatik yorug'likni qutblanishi tekisligi $\varphi_1=27^\circ$ burchakka buriladi. Plastinka qanday qalinlikda olinganda polyarimetrlning ko'rish maydoni mutlaqo qorong'i bo'ladi?
- 132.** Polyarizator va analizator tekisliklar orasidagi burchak $\alpha=60^\circ$. Tabiiy yorug'lik shunday sistemadan o'tganda $n=10$ marta susayadi. Yorug'lik

qaytganda bo'ladigan yo'qotishlarni hisobga olmay, qutblagichlarning yutish koeffitsiyenti K topilsin.

133. Polyarizatoridan kelayotgan yorug'lik intensivligini analizator ikki marotaba kamaytiradi. Polyarizator va analizator optik tekisliklari orasidagi burchak topilsin. Analizatorida yorug'likni yo'qolishi hisobga olinmasin.

134. Polyarizator va analizator bosh tekisliklari orasidagi burchak $\alpha_1=45^\circ$. Agar ular orasidagi burchak $\alpha_2=60^\circ$ ga o'zgartirilsa, analizatoridan chiqayotgan yorug'lik intensivligi necha marta kamayadi? Analizatorida yorug'likni yo'qolishi hisobga olinmasin.

135. Qutblanish tekisliklari $\alpha=30^\circ$ burchak tashkil etuvchi ikki nikoläan yotgan yorug'lik necha marta susayadi? Nikolëarda yorug'lik yo'qolishi hisobga olinmasin.

136. Sariq nur shakar yeritmasi solingan trubadan o'tganda, uning qutblanish tekisligi $\varphi=40^\circ$ burchakka burilgan, trubka uzunligi $l=15$ sm. Shakarning solishtirma burilishi $[\alpha]=66,5$ grad. Shakar eritmasining konsentrasiyasi topilsin.

137. Sindirish ko'rsatgich $n=1.57$ ga teng bo'lgan shishadan yorug'lik qaytganda to'liq qutblanish burchagi topilsin.

138. Shisha sirtidan qaytgan nurlar to'liq qutblangan bo'ladi, agar tushish burchagi $\eta=30^\circ$ ni tashkil qilsa, shishaning sindirish ko'rsatgichi n aniqlansin.

139. Agar polyarizator va analizatoridan o'tgan tabiiy yorug'likning intensivligi 12 marta kamaysa analizator va polyarizatorni asosiy tekisliklari orasidagi burchak qanday bo'ladi? Yorug'likni yutilishi va qaytishi hisobga olinmasin.

140. To'lqin uzunligi $\lambda=589$ nm bo'lgan tabiiy yorug'lik islandshpati kristalliga tushmoqda. Kristalldagi oddiy ($n_o=1.66$) va noodiy ($n_1=1.49$) nurlarning to'lqin uzunliklari topilsin.

141. Ikki Nikol prizmalarining qutblanish tekisliklari orasidagi burchak 60° ga teng. Analizator ozgina burilganda, Nikoläan o'tayotgan unrnig intensivligi 3 marta olgan. Analizator burilgandan keyin qutblanish tekisliklari orasidagi burchak topilsin.

142. Tabiiy yorug'lik nuri kristall qirrasiga tushmoqda nurning sinish burchagi $\eta=33^\circ$. Qaytgan nur maksimal qutblangan. Kristallda yorug'likning tarqalish tezligi topilsin.

143. Tabiiy yorug'lik nuri osh tuzi kristalliga tushmoqda. Yorug'likni kristallda tarqalish tezligi $v=1.95 \cdot 10^8$ mG`s. qaytgan nur maksimum qutiblangan bo'lishi uchun, nur kristalliga qanday burchak ostida tushishi kerak?

144. Ikki Nikol prizmasidan yorug'lik o'tganda, uning intensivlgigi 4.4 marta kamaymoqda. Har bir prizma unga tushayotgan yorug'likni 5 marta yutadi. Prizmalarni qutblash tekisliklari orasidagi burchak topilsin.

145. Ayrash qilib joylashtirilgan Nikol prizmalari orasiga qanday qalinlikdagi kvars plastinkasi joylashtirilsa, ularni maydoni maksimal yorug'lik bo'ladi.

Nikol prizmalari sariq nur bilan yoritilgan. Kvarsning burish doimiysi har bir mm ga $\alpha=22^\circ$.

146. Suyuqlikka joylashgan. Shisha plastinkaga ($n=1.6$) tabiiy yorug'lik nur tushmoqda. Qaytgan nur maksimal qutblangan bo'lib tushayotgan nur bilan $\gamma=100^\circ$ burchak hosil qiladi. Bu suyuqlikda yorug'likning tarqalish tezligi topilsin.

147. Suvda joylashgan olmos qirrasiga tabiiy yorug'lik nuri tushmoqda. Agar tushish burchagi $\alpha=61^\circ$ bo'lganda qaytgan nur maksimal qutblangan bo'lsa, olmosni sindirish ko'rsatkichi aniqlansin. Suvning sindirish ko'rsatkichi $n=1.33$.

148. Konsentratsiyasi $C=0.25 \text{ g/sm}^3$ suyuqlik, uzunligi $l=30 \text{ mm}$ trubkaga qo'yilgan. U monoxromatik yorug'likni qutblash tekisligini $\varphi=32^\circ$ ga buradi. Suyuqlikni shu yorug'lik uchun solishtirma burish burchagi aniqlansin.

149. Agar Nikol prizmasi tabiiy yorug'lik bilan yoritilib, uni 60% ni yutsa, undan o'tgan yorug'likni intensivligi necha barobar o'zgaradi?

150. Suv sirtidan ($n=1.33$) qaytgan yorug'lik maksimal qutblangan bo'lishi uchun quyosh gorizontga nisbatan qanday burchak ostida joylanishi kerak?

151. Qutblangan yorug'likni tushayotgan yorug'lik intensivligiga nisbati $I/I_0=1$ bo'lganda, tabiiy va yassi qutblangan yorug'likning qutblanish darajasi qanday?

152. Intensivligi $I_0=100 \text{ Vt/m}^2$ bo'lgan yassi qutblangan yorug'lik ayqash ikki polarizatorlardan o'tadi. Ularning tekisligi boshlang'ich nurning tebranish tekisligi bilan $\alpha_1=20^\circ$ va $\alpha_2=50^\circ$ burchak hosil qiladi. ikkinchi polarizatoridan chiqayotgan yorug'lik intensivligi topilsin.

153. Tushayotgan yassi qutblangan yorug'lik, doiraviy qutblangan bo'lishi uchun ($n_2=1.5533$, $n_0=1.5442$, $\lambda=5.10 \cdot 10^{-7} \text{ m}$), optik o'qiga parallel kesilgan kvars plastinkasining eng kichik qalinligi topilsin.

154. Tabiiy nur silliqlangan va suyuqlikda joylashgan shisha plastinka sirtiga tushadi. Plastinka sirtidan qaytgan nur tushayotgan nur bilan $\varphi=97^\circ$ burchak hosil qiladi. Agar qaytgan nur to'liq qutblangan bo'lsa, suyuqlikni sindirish ko'rsatkichi aniqlansin.

155. Nikol prizmasi orqali qisman qutblangan yorug'lik o'tmoqda. Tajriba boshida prizma tekisligi chiziqli qutblangan yorug'likni tebranish tekisligi bilan parallel joylashgan. Nikol 60° ga burilganda, undan o'tgan yorug'lik intensivligi 2 marta kamaygan. Tabiiy yorug'lik va chiziqli qutblangan yorug'lik intensivliklarini nisbati I/I_0 topilsin.

156. qisman qutblangan yorug'likda, yorug'lik vektorining amplitudasi yorug'likni maksimal intensivligida minimal intensivlikka nisbatan ikki marta katta bo'ladi. qutblanish darajasi P topilsin.

157. Ikki polarizatorlardan tashkil topgan sistemaga tabiiy yorug'lik tushmoqda. Optik tekisliklari orasidagi burchak $\varphi=45^\circ$ ni tashkil qiladi. Yorug'lik dastasining intensivligi necha marta kamayadi? Har bir polaroid yorug'likni 10% ga kamaytiradi.

158. Suyuqlik bilan to'ldirilgan shisha ($n=1.5$) idish tubidan nur qaytadi. Tushish burchagi $i=43^{\circ}12'$ bo'lganda qaytgan nur maksimal qutblangan. Suyuqlikning sindirish ko'rsatkichi topilsin.

159. Yorug'lik havodan tosh tuzi kristalliga tushganda Bryuster burchagi $i_B=57^{\circ}$. Yorug'likni shu kristallda tarqalish tezligi topilsin.

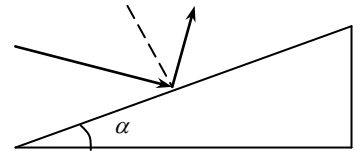
160. Qisman qutblangan yorug'likni qutblanish darajasi $P=0.5$. Analizatoridan o'tgan yorug'lik intensivligini maksimumi uning minimumidan necha marta farq qiladi?

161. Suyuqlik va havo chegarasida to'liq qaytishni chegaraviy burchagi $i_0=43^{\circ}$. Havodan shu suyuqlik sirtiga tushayotgan nur uchun Bryuster burchagi i_B topilsin.

162. Qutblanish darajasi $P=0.6$ bo'lgan, qisman qutblangan yorug'lik yo'liga analizatorni maksimal o'tkazadigan qilib joylashtiriladi. Agar analizatorni o'tkazish tekisligini $\alpha=30^{\circ}$ burilsa, yorug'lik intensivligi necha marta kamayadi?

163. Havodan suyuqlik sirtiga tushayotgan yorug'lik uchun Bryuster burchagi $i_B=55^{\circ}45'$. Suyuqlik bilan havo chegarasidan to'liq qaytish chegaraviy burchak topilsin.

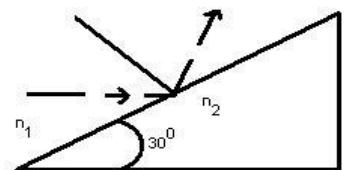
164. Tabiiy yorug'lik dastasi shisha prizma ($n=1.6$) tushmoqda agar qaytgan nur maksimal qutblangan bo'lsa prizmaning α burchagi topilsin.



165. Nikol prizmasiga qisman qutblangan yorug'lik tushmoqda. Nikolning qandaydir holatida, undan o'tgan yorug'likni intensivligi maksimal bo'lib qolgan. Nikolni o'tkazish tekisligi $\alpha=45^{\circ}$ ga burilganda yorug'lik intensivligi $n=1.5$ marta oshgan. Yorug'likning qutblanish darajasi R topilsin.

166. Yorug'lik nuri glitsirindan ($n_1=1.47$) shishaga ($n_2=1.5$) o'tadi. Ikki muhit chegarasidan qaytgan nur maksimal qutblangan bo'lsa, qaytgan va singan nurlar orasidagi burchak topilsin.

167. Olmos prizma ($n_2=2.42$) sindirish ko'rsatkichi $n=1$ bo'lgan muhitda joylashgan. Tabiiy yorug'lik dastasi rasmda ko'rsatilganidek, prizma tushmoqda. Agar qaytgan nur maksimal qutblangan bo'lsa, muxitning sindirish ko'rsatkichi topilsin.



168. Tabiiy nur yassi-parallel shisha plastinkaga ($n=1.25$) shunday tushadiki, qaytgan nur maksimal qutblanadi. Qaytgan nur intensivligi tushayotgan tabiiy nur intensivligini qanday qismini tashkil qiladi?

169. Tabiiy nur shisha ($n=1.5$) sirtiga Bryuster burchagi ostida tushganda, shishaning qaytarish koeffitsiyenti topilsin.

170. Tabiiy yorug'lik dastasi yo'liga ikkita bir xil qutblagich qurilmalari joylashtirildi. Qutblanish tekisliklari parallel bo'lgan holda, ayqash bo'lgan holga nisbatan 10 marta ko'p nur o'tadi. Har bir qurilma uchun alohida va butun sistema uchun qutblanish tekisligi parallel bo'lgan hol uchun qutblanish darajasi topilsin.

13-MAVZU. YORUG'LIKNING XUSUSIYATLARI

Tekshirish uchun savollar:

1. Issiqlik nurlanishi nima tufayli vujudga keladi va u qanday xususiyatlarga ega?
2. qanday jism absolyut qora deb ataladi? Uning nurlanishi qanday qonunlar orqali ifodalanadi?
3. Absolyut qora jism nurlanish spektrida energiya qanday, taqsimot funksiya qanday ko'rinishga ega?
4. Fotoeffekt hodisasi nimadan iborat va u kvant nazariya bo'yicha qanday tushuntiriladi?
5. Fotoeffekt uchun Stoletov qonuni va Eynshteyn tenglamasi yozilsin.
6. To'xtatuvchi potensial farqi nima?
7. Kompton effekti nimadan iborat? Tushayotgan nurlanish to'lqin uzunligini o'zgarishi qanday aniqlanadi?
8. Nima uchun yorug'lik nuri sirtga bosim ko'rsatadi? Bu bosim qanday aniqlanadi?

MASALALAR YECHISH UCHUN METODIK KO'RSATMALAR

Bu bo'limdagi masalalar issiqlik nurlanishiga va fotonlarning moddalar bilan o'zaro ta'siriga (yorug'lik bosimi) yoki alohida elektronlar bilan ta'siriga (fotoeffekt, Kompton hodisasi) ga bag'ishlangan bo'lib, bu hodisalar energiyaning va impul'ning saqlanishi qonunlariga bo'ysinadi. Impul' saqlanish qonunining fotoni modda bilan o'zaro ta'siriga tadbiqu natijasida yorug'lik bosimi uchun $P = \frac{\epsilon_0}{c}(1 + \rho)$ formula hosil bo'ladi; energiyaning saqlanish qonuni

foton atom tarkibidagi elektron bilan o'zaro ta'siri uchun yozilgan energiyaning saqlanish qonuni $h\nu = A + T$ fotoeffekt uchun Eynshteyn tenglamasini beradi, bu qonunlarni birgalikda fotonni erkin elektron bilan o'zaro ta'siriga qo'llanilishi

$\Delta\lambda = \frac{h}{m_0 c}(1 - \cos \theta)$ Kompton tenglamasini beradi.

Yorug'lik bosimi tenglamasi, sirtga yorug'lik normal holda tushgandagina to'g'ri bo'ladi.

Stefan-Bolöman $R_{\Sigma} = \sigma T^4$ va Vins $\lambda_0 T = B$ qonunlari faqat absolyut qora jism uchun ta'aluqliqlidir. Absolyut qora bo'lmagan jismlar uchun

$R_{\Sigma}^1 = a R_{\Sigma} = a_T \sigma T^4$ tenglama o'rinlidir, bu formulalarda: a nurlanish

koeffitsiyenti $a_T = \frac{R_{\text{e}}}{R_{\text{e}}}$ Re jism energetik nurlanishi, R_{e} -shu temperaturadagi absolyut qora jism energetik nurlanish.

MASALALAR YECHISH

1-masala.

Elektr isitgichning sarf qiluvchi quvvati $N=500$ Vt. diametri $A=5$ sm li ochiq tirqish bo'lganda, ichki sirtning temperaturasi $T=700^{\circ}\text{C}$. Sarflanadigan quvvatning qanday qismi isitgich devorlari orqali sochiladi?

ECHISH:

Isitgichning issiqlik muvozanat holatida barcha sarflangan quvvat N tashqariga, tirqish orqali va devorlar orqali nurlanadi, ya'ni $N=\phi_1+\phi_2$ (1) bu tenglamada 1; 2 mos ravishda tirqish va devor orqali nurlanish oqimida masala

shartida ni topish talab qilinadi. (1) tenglamadan $\alpha = \frac{N - \phi_1}{N} = 1 - \frac{\phi_1}{N}$ (2).

Tirqish orqali nurlanishni absolyut qora jism nurlanishi deb qarab, Stefan-Bolöman qonuni orqali $\phi_1 = R_{\text{e}} \cdot S = \sigma T^4 \cdot \frac{\pi d^2}{4}$ (3) tenglamaga kelamiz (2) va (3)

tenglamalardan $\alpha = 1 - \frac{\pi d^2}{4} \cdot \frac{\sigma T^4}{N}$ (4) tenglamaga qo'yib hisoblaymiz: $\alpha=0.8$.

2-masala.

Agar Seziy sirti binafsha yorug'lik bilan yoritilayotgan bo'lsa ($\lambda=q400$ nm), fotoeffektning qizil chegarasi topilsin. Elektronlarning maksimal tezligi $v_m=q0.65$ MmG`s.

ECHISH:

Seziy sirti fotoeffektni qizil chegarasi uchun to'g'ri keluvchi o to'lqin uzunlikdagi yorug'lik bilan yoritilganda fotoelektronlarning tezligi, ya'ni kinetik energiyasi 0 ga teng bo'ladi. Shu sababli, qizil chegara uchun fotoeffekt tenglamasi $E=A+T$ ko'rinishiga ega bo'ladi.

$$\varepsilon_0=A \text{ yoki } \frac{hc}{\lambda_0} = A \Rightarrow \lambda_0 = \frac{hc}{A} \quad (1)$$

Seziy uchun chiqish ishi Eynshteyn tenglamasini foydalanib topiladi.

$$A = \varepsilon - T = \frac{hc}{\lambda} - \frac{m g_{\text{max}}}{2}$$

(2) tenglamaga kattaliklar qiymatlarini qo'yib A topiladi. $A=3.05 \cdot 10^{-19}$ J bu qiymatni (1)-tenglamaga qo'yib, λ_0 ni topamiz $\lambda_0=640$ nm.

3-masala.

Kompton effekti natijasida fotonning elektron bilan to'qnashishi tufayli $\theta=90^\circ$ ostida sochiladi. Sochilgan fotonning energiyasi $\varepsilon=0.4$ MeV. Sochilgunga qadar fotonning energiyasi topilsin.

ECHISH:

Fotonning boshlang'ich energiyasini aniqlash uchun Kompton formulasidan foydalanamiz.

$$\lambda' - \lambda = \Delta\lambda = 2 \frac{h}{m_0 c} \sin^2 \frac{\theta}{2}$$

(1) - tenglamani quyidagicha o'zgartiramiz: (1) λ' va λ to'liq uzunliklarni mos ravishda ε' va ε energiyalarga o'tkazamiz, ya'ni tenglamadan foydalanamiz; 2) Tenglamani o'ng qismidagi surat va maxrajini "S" ga ko'paytiramiz. Natijada $\frac{hc}{\varepsilon_1} - \frac{hc}{\varepsilon} = \frac{hc}{m_0 c^2} \cdot 2 \sin^2 \frac{\theta}{2}$ (2) ko'rinishga kelamiz. (2)

tenglamani hc ga qisqartib kerakli energiyani topamiz.

$$\varepsilon = \frac{\varepsilon' m_0 c^2}{m_0 c^2 - \varepsilon' \cdot 2 \sin^2 \frac{\theta}{2}} = \frac{\varepsilon' E_0}{E_0 - 2 \varepsilon' \sin^2 \frac{\theta}{2}} \quad (3)$$

bu tenglamada $E_0=m_0 c^2=0.51$ MeV elektronning holatdagi energiyasi (3)-tenglamaga kattaliklarni qiymatlarini qo'yib, E ni hisoblaymiz $E=1.85$ MeV.

4-masala.

To'liq uzunligi $\lambda=663$ nm bo'lgan monoxromatik yorug'lik dastasi yassi ko'zgu sirtiga normal holda tushmoqda. Energiya oqimi $\Phi=0.6$ Vt. Sirtga ta'sir etuvchi bosim kuchi F va $t=5$ s davomida sirtga tushayotgan fotonlar soni topilsin.

ECHISH:

Sirtga ta'sir etuvchi bosim kuchi $F=P$, (1) bunda P -yorug'lik bosimi, S - sirt yuzasi. Yorug'lik bosimi (2) $P = \frac{E}{C}(\rho + 1)$ (2) tenglama orqali aniqlanadi. (2)

va (1) tenglamalardan (3) $F = \frac{ES}{C}(\rho + 1)$ s-yorug'likni vakuumdagi tezligi.

Masala shartidan q_1 ga teng va (3) tenglamaga kattaliklarni son qiymatlarini qo'yib F ni hisoblab topamiz. T vaqtda sirtga tushayotgan fotonlar soni

$N = \frac{\phi \cdot t}{\varepsilon}$ (4) formula yordamida aniqlanadi. (4) tenglamada foton energiyasini to'liq uzunlik orqali ifodalasak, quyidagi ko'rinishga kelamiz

$$N = \frac{\phi t \cdot \lambda}{FAC} \quad (5)$$

(5) - tenglamadagi kattaliklarini qo'yib, N ni hisoblaymiz.

5-masala.

Energiyasi $\varepsilon=0.75$ MeV bo'lgan foton elektronga $\theta=60^\circ$ ostida urilib sochilib ketdi. Foton to'qnashguncha elektronning energiyasi va impulsni e'tiborga olmaslik darajasida kichik ekanligini nazarda tutib: 1) sochilgan fotonning energiyasi; 2) to'qnashuvdan keyingi elektronning energiyasi topilsin.

ECHISH:

1) Kompton formulasidan foydalanib sochilgan fotonning energiyasini topamiz:

$$\lambda' - \lambda = \frac{2\pi h}{mc}(1 - \cos \theta)$$

va λ larni λ' va ε orqali ifodalab

$$\frac{2\pi hc}{\varepsilon'} - \frac{2\pi hc}{\varepsilon} = \frac{2\pi h}{mc}(1 - \cos \theta)$$

bundan $\frac{1}{\varepsilon'} - \frac{1}{\varepsilon} = \frac{1 - \cos \theta}{mc^2}$; $\varepsilon' = \frac{\varepsilon}{\left(\frac{\varepsilon}{\varepsilon_0}\right)(1 - \cos \theta) + 1} = 0,43 \text{ MeV}$.

2) To'qnashuvdan keyingi elektronning energiyasi, energiyani saqlanish qonuniga ko'ra tushayotgan va qaytgan fotonlarni energiyalarini ayirmasiga tengdir

$$T = \varepsilon - \varepsilon' = 0.32 \text{ MeV}.$$

MUSTAQIL YECHISH UCHUN MASALALAR

1. Yuzasi $S=4 \text{ sm}^2$ bo'lgan isitgich tirqishidan $t=1\text{s}$ da $F=22.7 \text{ J}$ energiya nurlanadi. Nurlanishni absolyut qora jism nurlanishiga yaqin deb hisoblab, isitgichning temperaturasi aniqlansin.
2. Absolyut qora jism temperaturasi $t_1=727^\circ\text{C}$ dan $t_2=1727^\circ\text{C}$ gacha o'zgargan. Bu holatda nurlanayotgan energiya necha marta o'zgaradi?
3. Elektr isitgichning sarf qiluvchi quvvati $N=500 \text{ Vt}$. Diametri $d=5 \text{ sm}$ tirqish ochiq bo'lganda uning ichki sirtini temperaturasi $=700^\circ\text{S}$. quvvatning qanday qismi devorlari orqali sochiladi.
4. Yer nurlanish tufayli har minutda 1 m^2 yuzadan $F=5.4 \text{ kJ}$ energiya yo'qtadi. Absolyut qora jism qanday temperaturada shunday energiyani nurlanganligi tufayli yo'qotar ekan?
5. Quyosh sirtidagi temperaturani $T=6700 \text{ K}$ deb hisoblab, uning $S=1 \text{ m}^2$ yuzasidan $t=1 \text{ min.}$ da qancha energiya nurlanishini hisoblang. Quyosh absolyut qora jismdek nur chiqaradi deb olinsin.
6. Uy temperaturasi ($t=20^\circ\text{S}$) da radiusi $Q=10 \text{ sm}$ bo'lgan absolyut Qora sharning nurlash quvvati topilsin.
7. Absolyut qora jism temperaturasi $t=127^\circ\text{S}$. Temperatura ko'tarilishi natijasida uning nurlashi 3 marta oshdi. Temperatura qanchaga ko'tarilgan.
8. Nurlanish spektrida energiyaning maksimumga to'g'ri keluvchi to'lqin uzunlik $\lambda_0=0.58 \text{ mkm}$ jismning energetik nurlanish qobiliyati R_e topilsin.
9. Absolyut qora jismga yaqin bo'lgan quyoshni nurlanish spektri, monoxromatik nurlanishini maksimum intensivligi $\lambda_0=0.48 \text{ mkm}$ to'lqin uzunlikga to'g'ri keladi: har sekundda quyosh massasining kamayishi topilsin. Quyosh radiusi $Q=7 \cdot 10^8 \text{ m}$.
10. Yuzasi $S=100 \text{ sm}^2$ bo'lgan kulrang jism har minutda $\phi =2,0 \cdot 10^4 \text{ Vb}$ energiya nurlatadi. Jism temperaturasi $T=1000 \text{ K}$. Jismning yutilish koeffesiyenti topilsin.
11. Absolyut qora jismning monoxromatik nurini maksimum intensivligi $\lambda_0=0.6 \text{ mkm}$ to'lqin uzunlikga to'g'ri keladi. Jismning temperaturasi va uning intensivligi topilsin.
12. Absolyut qora jismning nur chiqarish qobiliyati $R_e=10 \text{ kVt/m}^2$ bo'lganda, uning temperaturasi T topilsin.
13. Eritish pechining tirqishidan nurlanish energiya oqimi $F=34 \text{ Vt}$. Agar tirqish yuzasi $S=6 \text{ sm}^2$ bo'lsa pech temperaturasi topilsin.
14. Agar eritish pechning temperaturasi $T=1.2 \text{ kK}$ bo'lganda yuzasi 8 sm^2 teng ko'rish tirqishdan $t=1 \text{ min.}$ da nurlanayotgan energiya miqdori topilsin.
15. Temperaturasi $T=1000 \text{ K}$ bo'lgan absolyut qora jismning $S=1 \text{ sm}^2$ yuzasidan $t=1 \text{ min.}$ da nurlanish energiyasi hisoblansin.

16. Absolyut qora jism nurlanishning maksimum energiyasi $\lambda=0.6$ mkm to'lg'in uzunlikga to'g'ri keladi. Jism temperaturasi T topilsin.
17. Absolyut qora jismning nurlanish spektorini 1 nm ga to'g'ri keluvchi energetik nurlanganligini maksimal spektral zichligi (Q) max hisoblansin. Jism temperaturasi $T=1$ k.
18. Silius yulduzining yuqori qatlamini temperaturasi $T=100000$ K. Uning $S=1$ km² yuzasidan nurlanayotgan energiya oqimi aniqlansin.
19. Jism temperaturasi radiasion perometr bilan o'lchanganda $T_{\text{rad}}=1.4$ kK ga teng chiqqan, ammo uning haqiqiy temperaturasi $T=3.6$ kK kulrang jismning yutish qobiliyati A topilsin.
20. Agar ko'zga ko'rinuvchi yorug'lik sohasida, absolyut qora jismning monoxromatik nurlanishning intensivlik maksimumi qizil chegaradan (0.76 mkm) binafsha (0.38 mkm) gacha surilsa uning temperaturasi qanchaga o'zgarishi topilsin.
21. Nurlanishi absolyut qora jism nurlanishiga to'g'ri keluvchi quyoshni nur chiqara olish qobiliyatining maksimumi 0.48 mkm to'lg'in uzunlikga to'g'ri keladi. 1 m² quyosh sirtidan bir sekundda qanday miqdorida energiya nurlanadi?
22. Ayusolyut qora jismni integral nurlanishning quvvati $5.5 \cdot 10^7$ nurlanishning maksimumi to'g'ri keluvchi to'lg'in uzunlik $\lambda=0.56$ mkm ga teng. Nur chiqarayotgan sirt yuzasi topilsin.
23. Absolyut qora jism nurlanishning maksimum intensivligi 1.0 mkm to'lg'in uzunligi to'g'ri keladi. Agar jismning integral nurlanish intensivligi to'rt marta ortgan bo'lsa, intensivligi maksimumi qanday to'lg'in uzunlikka suriladi?
24. Qotayotgan qalay nurlanishning integral intensivligini absolyut qora jism nurlanishning integral intensivligiga nisbati 0.6. qalayning $S=1.0$ m² yuzasidan 1.0 sekundda qancha energiya nurlaydi. Uning temperaturasi 232°S.
25. Absolyut qora jism temperaturasi 2000° K. Agar ikkinchi absolyut qora jismni maksimal nurlanishiga to'g'ri keluvchi to'lg'in uzunlik birinchi jismni mos to'lg'in uzunligidan 0.5 mkm ga kichik bo'lsa, ikkinchi jismning temperaturasi aniqlansin.
26. Absolyut qora jism temperaturasi 1% ga organda uning nisbiy nurlanish qobiliyati $\Delta R_e/R_e$ ni olishi topilsin.
27. Absolyut qora jismning qobiliyati ikki marotaba ortishi uchun uning termodinamik temperaturasini necha barobar oshirish kerak?
28. Agar isitgich, yuzasi $S=1$ m² bo'lgan tirqishdan quvvati $N=34.6$ Vt ga teng energiya nurlasa, uning temperaturasi topilsin. Nurlanishni absolyut qora jism nurlanishiga yaqin deb hisoblansin.
29. Berilgan temperaturada qotayotgan qo'rg'oshinning energetik yorituvchanligini absolyut qora jismning energetik yorituvchanligiga nisbati $K=0.6$ ga teng. qo'rg'oshinning energetik yorituvchanligi topilsin.
30. Quvvati 25vatt bo'lgan elektr lampochka spiralining temperaturasi $T=2450^\circ\text{K}$. Berilgan temperaturada uning energetik yorituvchanligini absolyut

qora jismning energetik yorituvchanligiga nisbati $K=0.3$. Spiralning nurlovchi yuzasi aniqlansin.

31. Radiasion pirometr orqali o'lchanganda qizil volôram lentasini temperaturasi $T_{\text{rad}}=2.5 \text{ kK}$ bo'lgan. Volframning yutish qobiliyati chastotaga bog'liq bo'lmasdan $A_t=0.36$ ga teng. Uning haqiqiy temperaturasi topilsin.

32. Yorqin qizg'ish arktur yulduzining energetik yorituvchanligini spektral zichligi maksimumi $\lambda_0=580 \text{ nm}$ to'liq uzunlikka keladi. Yulduz absolyut qora jism kabi nur chiqaradi deb hisoblab sirtning temperaturasi topilsin.

33. Absolyut qora jism temperaturasi o'zgarishi natijasida, uning energetik yorituvchanligini spektral zichligi maksimumi $R_1=2400 \text{ nm}$ dan $R_2=800 \text{ nm}$ ga siljiydi. Jismning energetik yorituvchanligi va energetik yorituvchanligining maksimal spektral zichligi qanday va qanchaga o'zgaradi?

34. Yorug'lik kuchi etolonining temperaturasi qolayotgan platinani temperaturasi 1063°S ga teng va u tezlik (hamma to'liq uzunlikdagi to'liqlarni nurlovchi) nurlatgich bo'lib, yuzasi $S=0.5305 \text{ mm}^2$ ga teng. Nurlatgichning quvvat N topilsin.

35. Atmosfera quyoshdan kelayotgan nurli energiyani 10% yutadi. Yer sirtida $S=0.5$ ga yuza qabul qilayotgan energiya miqdori topilsin. Quyosh gorizont bilan $\varphi=30^\circ$ burchak hosil qiladi. Quyosh nurlanishini absolyut jism nurlanishi deb qaralsin.

36. Temperaturasi odam tanasining temperaturasi $t=37^\circ\text{S}$ ga teng bo'lgan absolyut qora jismni energetik yoritilganligini spektral zichligi maksimumi qanday to'liq λ uzunlikga to'g'ri keladi?

37. Jism sirti $T=103 \text{ K}$ temperaturagacha qizitilgan. So'ngra, shu sirtni bir yarmi $T=100 \text{ K}$ ga qizdiriladi, ikkinchi yarmi esa $T=100 \text{ K}$ ga sovutiladi. Shu jism sirtining energetik yoritilganligini R_e necha marta o'zgaradi?

38. Qoraytirilgan sharcha $T_1=300 \text{ K}$ dan $T_2=293 \text{ K}$ gacha soviydi. Uning energetik yoritilganlik spektri zichligini maksimumiga to'g'ri keladigan to'liq uzunlik qanchaga o'zgaradi?

39. Nurlanish tufayli bir yil davomida quyoshning massasi qanchaga kamayadi. Qanday vaqt davomida quyosh massasi ikki marta kamayadi? Quyosh sirtining temperaturasi $T=5800 \text{ K}$. quyosh nurlanishini o'zgaras deb hisoblang.

40. Radiusi $R=2 \text{ sm}$ bo'lgan qoraytirilgan sharchani temperaturasi atrofdagi muxit temperaturasidan $T=27 \text{ K}$ ga yuqori ushlab turish unga qanday N quvvat sarflash kerak. Atrofdagi muhitning temperaturasi $T=293 \text{ K}$. Issiqlik faqat nurlanishga sarflanadi deb hisoblang.

41. Absolyut qora jism $T_1=2900 \text{ K}$ temperaturaga ega. Jismni sovushi natijasida energetik yoritilganlik spektral zichligini maksimum to'liq uzunligi $\Delta\lambda=9 \text{ mkm}$ ga o'zgaradi. Jismni T_2 temperaturasi topilsin.

42. Yuzasi $S=2 \text{ sm}^2$ bo'lgan qurum sirtidan $T=400 \text{ K}$. Haroratda $t=5 \text{ min}$ vaqt davomida $W=83 \text{ J}$ energiya nurlanmoqda. Qurumning qoralik koeffitsiyenti topilsin.

43. Mufel isitgich $N=1$ kVt Quvvat sarflaydi. $S=25$ sm² yuzali tirq ish ochiq paytida uning ichki sirtining harorati $T=1.2$ kK. Isitgichning tirqish absolyut qora jism kabi nurlaydi deb hisoblab, quvvatning qanday devor orqali sochiladi.
44. Yer harorat $T=280$ k bo'lgan kulrang jism kabi nurlaydi deb hisoblash mumkin. Agar Yer sirtining nurlanilishi $R_e=325$ kJ sm² soat bo'lsa, uning qoralik koeffitsiyenti topilsin.
45. Biror bir haroratda radiusi $R=10$ sm bo'lgan sharning nurlanishini quvvati $N=1$ kVt. Sharni qoralik koeffitsiyenti $a=0.25$ ga teng kulrang jism deb hisoblab, uning harorati T topilsin.
46. Sirt yuzasi $S=200$ sm² bo'lgan kulrang jism bir sekundda $W=836$ J energiya nurlaydi. Jismni monoxromatik yutish koeffitsiyenti $a=0.73$. Jism harorati topilsin. jism kulrang deyiladi, agar hamma to'lqin uzunliklar uchun uning monoxromatik yutish koeffitsiyenti bir xil bo'lsa.
47. Yer atmosferasi chegarasida quyosh nurlariga perpendikulyar ravishda joylashgan SQ_1 sm² yuza, quyoshdan 1 min. davomida 8.36 J energiya qabul qiladi. quyosh radiusi Yerdan $\varphi=15^\circ$ burchak ostida ko'rinmoqda. Nurlanishi o'z spektral tarkibi bo'yicha absolyut nurlanishni integral intensivligi aniqlansin.
48. Absolyut qora jism harorati $T=1000$ K. Aniqlang: 1) monoxromatik nurlanish intensivligining maksimumi qanday to'lqin uzunlikga to'g'ri keladi? 2) monoxromatik nurlanishning maksimal intensivligini, 3) integral nurlanishning intensivligini.
49. Elektr lampochkaning volôram spiralini diametri $d=0.3$ mm, uzunligi $l=5$ sm. Kuchlanishi $U=127$ V bo'lgan tarmoqqa ulanganda, lampochka orqali $I=0.31$ A tok o'tadi. Spiral harorati aniqlansin. Muvozanat o'rnatilgandan so'ng, spiralda ajralayotgan hamma issiqlik nurlanish orqali yo'qoladi. Berilgan haroratda volôram va absolyut qora jismning energetik yorug'lik sochaolish qobiliyatlarini nisbati $k=0.31$.
50. Qizigan metall sirtining nurlanish quvvati $N=0.67$ kVt. Sirt harorati $T=2500$ K, yuzasi $S=10$ sm². Agar bu sirt absolyut qora bo'lganda, u qanday nurlanish quvvatiga ega bo'lardi?
51. Biror bir metall uchun fotoeffektning qizil chegarasiga mos keluvchi yorug'lik to'lqin uzunligi $\lambda=275$ nm. Fotoeffektni vujudga keltiruvchi fotonning eng kichik energiyasi topilsin.
52. $U=3$ V potentsiallar ayirmasi to'liq to'xtatadigan elektronlarni metall dan urib chiqish mumkin bo'lgan yorug'lik chastotasi topilsin. fotoeffekt yorug'likni $\nu_0=6.1014$ Gs chastotasida boshlanadi. Elektronni metall dan chiqish ishi topilsin.
53. Kaliydan $\lambda=330$ nm to'lqin uzunlikdagi yorug'lik ta'sirida urib chiqarilayotgan elektronlarni to'xtatib oladigan potentsiallar ayirmasi U topilsin.
54. Ruh plastinka monoxromatik yorug'lik bilan yoritilmoqda. Fototokning yo'qotish uchun $U=6$ V dan kichik bo'lmagan to'xtatuvchi potentsiallar ayirmasi qo'yilishi zarur. Agar ruh plastinka o'rniga boshqa metall dan yasalgan plastinka qo'yilsa, to'xtatuvchi potentsiallar ayirmasi $U_2=5.3$ V gacha kamayadi. Agar

elektronni ruhdan chiqish ishi $A=3.7$ eV bo'lsa, ikkinchi metall plastinkadan elektronni chiqish ishi aniqlansin.

55. Metall plastinkaning to'liq uzunligi $\lambda=0.2$ mkm bo'lgan monoxromatik yorug'lik bilan yoritilganda, to'xtatuvchi potentsiallar ayirmasi $U=0.8$ V ga teng bo'lgan. Fotoeffekt hodisasi yuz berishi mumkin bo'lgan maksimal to'liq uzunligi aniqlansin.

56. Vakuum fotoelementining elektrodlaridan birini $\nu=5 \cdot 10^{14}$ Gs chastotali monoxromatik yorug'lik bilan yoritilganda elektronlar $U=0.7$ V dan kichik bo'lmagan kuchlanishda to'liq to'xtatilgan. Shu elektrodni $\lambda=0.52$ mkm to'liq uzunlikdagi yorug'lik bilan yoritilganda fototokni yo'qotish uchun zarur bo'lgan eng kichik to'xtatuvchi potentsiallar ayirmasi aniqlansin.

57. Metall sirtidan energiyasi $\varepsilon=1.53$ MeV bo'lgan - kvant ta'sirida chiqarilgan fotoelektronlarning maksimal tezligi aniqlansin.

58. To'liq uzunligi $\lambda=0.22$ mkm bo'lgan monoxromatik yorug'likning fotonlar metall plastinka sirtiga tushmoqda. Har bir fotoelektron uchib chiqishida plastinka sirtiga beruvchi maksimal impul's aniqlansin. Berilgan metall uchun fotoeffektning qizil chegarasi $\lambda_0=0.25$ mkm.

59. Temirdan yasalgan shar to'liq uzunligi $\lambda=0.22$ mkm bo'lgan monoxromatik ul'rabinafsha nurlar bilan yoritilmoqda. Temirdan elektronni chiqish ishi $A=4.4$ eV. Shar qanday maksimal potentsialgacha zaryadlanishi aniqlansin.

60. Sirti natriy bilan qoplangan (elektronning chiqish ishi $A=2.3$ eV) fotoelementning bir elektrodiga to'liq uzunligi $\lambda=0.40$ mkm bo'lgan monoxromatik yorug'lik tushmoqda. Fototok yo'qotishi uchun qanday eng kichik potentsiallar ayirmasi qo'yilmog'i lozim?

61. Energiyasi $E=4.9$ eV bo'lgan fotonlar chiqish ishi $A=4.5$ eV ga teng metallardan elektronlarni urib chiqarmoqdalar. Har bir elektron uchib chiqishida metall sirtiga beruvchi maksimal impul's aniqlansin.

62. Boshqa jismlardan uzoqda joylashgan mis sharcha monoxromatik yorug'lik bilan yoritilganda $U=1.2$ V gacha zaryadlandi. Agar elektron misdan chiqish ishi $A=4.5$ eV bo'lsa, yorug'lik to'liq uzunligi aniqlansin.

63. Plastinkadan yasalgan plastinka to'liq uzunligi $\lambda=0.15$ mkm bo'lgan ul'rabinafsha nurlar bilan yoritilmoqda. Fototokning to'xtatish uchun $U=2.9$ V dan kichik bo'lmagan potentsiallar ayirmasi qo'yilishi kerak. Elektronning plastinkadan chiqish ishi aniqlansin.

64. Vakuumli fotoelementning elektrodlaridan birini to'liq uzunligi $\lambda=0.20$ mkm ga teng ul'rabinafsha nurlar bilan yoritilganda elektronlarni to'xtatuvchi potentsiallar ayirmasi $U=0.80$ V ga teng bo'ldi. Fotoeffekt uzunlik topilsin.

65. Plastinkaga monoxromatik yorug'lik tushmoqda ($\lambda=0.42$ mkm). Fototok elektronlarni to'xtatuvchi potentsiallar ayirmasi $U=0.95$ V bo'lgan tugayapti. Plastinka sirtidan elektronlarni chiqish ishi A topilsin.

66. Agar chastotasi $\nu_1 = 2.3 \cdot 10^{15}$ Gs bo'lgan yorug'lik ta'sirida metall sirtidan urib chiqarilayotgan fotoelektronlar $U_1 = 7$ V kuchlanishda, chastotasi $\nu_1 = 4.5 \cdot 10^{15}$ Gs yorug'lik ta'sirida urib chiqarilayotganlar esa $U_2 = 16.1$ V kuchlanishda to'liq to'xtatilayotgan bo'lsalar, Plank doimiysi aniqlansin.
67. Fotoelementda natriy qatlamiga $\lambda = 400$ nm to'lqin uzunlikdagi yorug'lik tushmoqda. Fototok tugashi uchun fotoelementga qanday eng kichik to'xtatuvchi potensiallar ayirmasi qo'yilmog'i lozim. Natriydan elektronni chiqish ishi $A = 2.3$ eV.
68. Boshqa jismlardan uzoqdan uzoqda joylashgan temir sharcha to'lqin uzunligi $\lambda = 0.22$ mkm bo'lgan monoxromatik yorug'lik bilan yoritilmoqda. Temirdan elektronni chiqish ishi $A = 4.4$ eV. Sharcha qanday maksimal potensialgacha zaryadlanishi aniqlansin.
69. Ruh plastinkaga ulòrabinafsha nurlar ($\pi = 0.2$ mkm) dastasi tushmoqda. Fotoelektronlarni maksimal kinetik energiya $T_{\max}$ va maksimal tezligi $\nu_{\max}$ aniqlansin.
70. Ruh uchun fotoeffektning qizil chegarasi $\lambda_0 = 310$ nm. Agar seziyga $\lambda = 200$ nm to'lqin uzunlikdagi nurlar tushayotgan bo'lsa, fotoelektronlarni maksimal kinetik energiyasi $T_{\max}$ elektron-volòlarda aniqlansin.
71. Kaliy sirtiga $\lambda = 150$ nm to'lqin uzunlikdagi nurlar tushmoqda. Fotoelektronlarni maksimal kinetik energiyasi $T_{\max}$ aniqlansin.
72. Energiyasi $E = 10$ eV bo'lgan foton kumush plastinkaga ta'sir etib, fotoeffektни vujudga keltiradi. Agar foton va fotoelektronning harakati plastinka sirtiga perpendikulyar bo'lgan bir to'g'ri chiziq bo'ylab yuz bersa, plastinka olgan impulñ R topilsin.
73. Fotoelementning litiydan yasalgan katodiga to'lqin uzunligi $\lambda = 200$ nm bo'lgan yorug'lik tushmoqda. Fototokning to'xtatish uchun fotoelementga qo'yilishi kerak bo'lgan potensiallar ayirmasi eng kichik Qiymati aniqlansin.
74. Fotoelektronlarning maksimal tezligi $\nu_{\max} = 3$ Mm/s bo'lishi uchun platinadan yasalgan plastinkaga tushayotgan nurlarni to'lqin uzunligi qanday bo'lishi kerak?
75. Metall plastinkaga ulòrabinafsha nurlar ($\lambda = 0.25$ mkm) dastasi yo'naltirilgan. Fototokni to'xtatuvchi minimal potensiallar ayirmasi $U = 0.96$ V. Elektronlarni metall chiqish ishi A aniqlansin.
76. Metall sirtiga to'lqin uzunligi $\lambda = 0.1$ mkm bo'lgan monoxromatik nurlar tushmoqda. Fotoeffektning Qizil chegarasi $\pi_0 = 0.1$ mkm. Foton energiyasining Qismi elektronni, kinetik energiyasiga aytiladi?
77. Metallga to'lqin uzunligi $\lambda = 1$ nm bo'lgan rentgen nurlari tushmoqda. Chiqish ishini e'tiborga olmagan holda fotoelektronni maksimal tezligi $\nu_{\max}$ aniqlansin.
78. Agar misga to'lqin uzunligi $\lambda = 400$ nm bo'lgan yorug'lik bilan ta'sir etilsa, fotoeffekt hodisasi yuz beradimi?

79. Agar ruhga to'liqin uzunligi $\lambda = 320 \text{ nm}$ bo'lgan ulòrabinafsha yorug'lik bilan ta'sir etilsa, elektronlar qanday maksimal tezlik bilan uchib chiqadilar?

80. Fotoelektronlarni maksimal tezligi $V_{\text{max}} = 2500 \text{ nm s}$ bo'lishi uchun litiy sirtiga qanday chastotaga ega bo'lgan yorug'lik yo'naltirish kerak?

81. Agar elektronlar emissiyasini to'xtatish uchun $U = 1.75 \text{ V}$ ga teng potentsiallar ayirmasi qo'yilishi zarur bo'lgan bo'lsa, seziy qanday yorug'lik bilan yoritilgan.

82. Boshqa jimlardan uzoqda joylashgan va radiusi $R = 0,5 \text{ sm}$ bo'lgan sharik $\lambda = 250 \text{ nm}$ to'liqin uzunlikdagi yorug'lik bilan yoritilgan. Agar shar qo'shimcha ravishda $Q = 200 \text{ nm}$ li yorug'lik bilan yoritilgan bo'lsa, undan nechta elektron uchib chiqadi?

83. Agar fotoeffektning qizil chegarasi $\lambda = 500 \text{ nm}$ bo'lsa, natriydan elektronni chiqarish ishi aniqlansin. Asosiy formulalar: Yorug'likni jism sirtiga ko'rsatgan bosimi $P = \frac{\Delta R_{\text{y}}}{R_{\text{y}}} (1 + \rho)$ yoki $P = \omega (1 + \rho)$ bu yerda ω - sirtning nurlanganligi, S - yorug'lik tezligi: ω - nurlanishning hajmiy energiyasi zichligi, ρ - nur qaytarish koeffitsiyenti.

Fotonning energiyasi: $\varepsilon = h\nu$ yoki $\varepsilon = h\omega$ fotonning massasi va uning impulsi ;

$$m = \frac{\varepsilon}{c^2} = \frac{h}{c\lambda}; \quad P = mc = \frac{h}{\lambda}.$$

Fotonni elektronga urilib θ burchakka sochilganda uni to'liqin uzunligi;

$$\Delta\lambda = \lambda' - \lambda = \frac{2\pi h}{mc} (1 - \cos \theta); \quad \Delta\lambda = 2 \frac{2\pi h}{mc} \sin^2 \frac{\theta}{2}; \quad \Delta\lambda = \frac{2\pi h}{mc}.$$

Kompton to'liqin uzunligi. Fotonni elektronga urilib sochilishida $\lambda_c = 2.436 \text{ nm}$

84. Agar kumush sirtiga to'liqin uzunligi $\lambda = 300 \text{ nm}$ bo'lgan ulòrabinafsha nurlanishi yo'naltirilsa, fotoeffekt hodisasi kuzatiladimi?

85. Foton energiyasining qanday qismi fotoelektronni urib chiqarish ishiga sarflangan, agar fotoeffektning qizil chegarasi $\lambda_0 = 307 \text{ nm}$ va fotoelektronni maksimal kinetik energiyasi $T_{\text{max}} = 1 \text{ eV}$ bo'lsa.

86. Litiy sirtiga monoxromatik yorug'lik tushmoqda ($\lambda = 310 \text{ nm}$). Elektronlar emissiyasini to'xtatish uchun $U = 1.7 \text{ V}$ dan kichik bo'lmagan potentsiallar ayirmasi qo'yilishi kerak. Chiqish ishi A aniqlansin.

87. Platina plastinkasiga ulòrabinafsha yorug'lik bilan ta'sir etib hosil qilingan fotoeffekt hodisasini to'xtatish uchun $U = 3.7 \text{ V}$ potentsiallar ayirmasi qo'yilishi kerak. Agar platina plastinkasini boshqa plastinka bilan almashtirilsa, qo'yilishi zarur bo'lgan potentsiallar ayirmasini $U = 6 \text{ V}$ gacha oshirish kerak bo'ladi. Shu plastinka sirtidan elektronlarni chiqish ishini aniqlang.

88. R plastinkaga $\lambda = 220 \text{ nm}$ to'liqin uzunlikdagi monoxromatik yorug'lik tushmoqda. Fotoelektronni maksimal tezligi aniqlansin.

- 89.** Biror bir metall sirtiga tushayotgan ulòrabinafsha nurlanishining to'liq uzunligi aniqlansin, agar fotoelektronlarni maksimal tezligi $v_{\max}=10 \text{ MmG's}$ bo'lsa, metall dan elektronning chiqish ishi e'tiborga olinmasin.
- 90.** Metall dan $\lambda=0.3 \text{ nm}$ to'liq uzunlikdagi γ -nurlanish ta'sirida uchib chiqayotgan fotoelektronlarni maksimal tezligi aniqlansin.
- 91.** Metall dagi energiyasi $E=1.53 \text{ MeV}$ bo'lgan γ - fotonlar ta'sirida uchib chiqayotgan fotoelektronlarni maksimal tezligi aniqlansin.
- 92.** Metall dan γ - fotonlar ta'sirida uchib chiqayotgan fotoelektronlarni maksimal tezligi $v_{\max}=291 \text{ Mms}$. γ - fotonlar energiyasi aniqlansin.
- 93.** Litiy, kaliy va seziy uchun fotoeffektning qizil chegarasi topilsin.
- 94.** Platina sirtidan fotoeffekt tufayli uchib chiqayotgan elektronlar $U=0.8 \text{ V}$ potentsiallar ayirmasi ta'sirida to'liq to'xtaydi. Ta'sir etayotgan nurlanishning to'liq uzunligi λ va hali fotoeffekt yuz berishi mumkin bo'lgan chegaraviy to'liq uzunlik λ_0 topilsin.
- 95.** Plank doimiysi h topilsin, agar $\nu_1=2.2 \cdot 10^{13} \text{ Hz}$ chastotali yorug'lik ta'sirida urib chiqarilayotgan elektronlarni to'xtatish uchun $U_1=6.6 \text{ V}$ potentsiallar ayirmasi kerak bo'lsa, $\nu_2=4.6 \cdot 10^{13} \text{ Hz}$ chastotali yorug'lik ta'sirida urib chiqarilayotgan elektronlarni to'xtatish uchun esa $U_2=16.5 \text{ V}$ potentsiallar ayirmasi kerak bo'lsa.
- 96.** Litiy dan $\nu=10^{15} \text{ Hz}$ chastotali yorug'lik ta'sirida urib chiqarilgan elektronlar qanday maksimal energiyaga ega bo'ladi?
- 97.** Fotoelektronlarni maksimal tezligi $v_{\max}=2000 \text{ km/s}$ bo'lishi uchun, seziy sirtiga qanday to'liq uzunligidagi yorug'lik bilan ta'sir etishi kerak? Seziy uchun fotoeffektning qizil chegarasi $\lambda_0=690 \text{ nm}$.
- 98.** Biror bir metall sirtiga navbat bilan $\lambda_1=0.35 \text{ mkm}$ va $\lambda_2=0.54 \text{ mkm}$ to'liq uzunlikdagi yorug'lik bilan ta'sir etilganda shu narsa aniqlanadiki, fotoelektronlarni mos ravishda maksimal tezliklari $n=2$ marta farq qilar ekan. Shu metall sirtidan chiqish ishi aniqlansin.
- 99.** Boshqa jismlardan uzoqlashtirilgan mis sharchaga $\lambda=140 \text{ nm}$ to'liq uzunlikdagi elektromagnit nurlanish bilan ta'sir etilsa, u qanday maksimal potentsialgacha zaryadlanadi.
- 100.** Ruh uchun fotoeffektning qizil chegarasi aniqlansin va $\lambda_0=250 \text{ nm}$ to'liq uzunlikdagi elektromagnit nurlanish ta'sirida urib chiqarilayotgan fotoelektronlarni maksimal tezligi topilsin.
- 101.** $\lambda=55.8 \text{ nm}$ to'liq uzunlikdagi rentgen nurlanishi grafikda sochilmoqda. Tushayotgan oqim yo'nalishiga nisbatan $\alpha=60^\circ$ burchak ostida sochilayotgan yorug'lik to'liq uzunligi λ topilsin.
- 102.** Kompton yorug'lik to'liq uzunlikning maksimal o'zgarishi aniqlansin: 1) erkin elektronlarda; 2) erkin protonlarda.
- 103.** Erkin elektron bilan urilgan fotonni sochilish burchagi aniqlansin, agar sochilishdagi to'liq uzunlikning o'zgarishi $\Delta\lambda=3.62 \text{ nm}$ ga teng bo'lsa.

- 104.** Energiyasi $E=0.4$ MeV bo'lgan foton erkin elektronda $\theta=90^\circ$ burchak ostida sochildi. Sochilgan fotonni energiyasi E' va tepki olgan elektronni kinetik energiyasi T topilsin.
- 105.** To'liq uzunligi $\lambda=7.08$ nm bo'lgan rentgen nurlarini parafinda kompton sochilishi yuz bermoqda. $Q_1=-\frac{\pi}{2}$ va $Q_2=\pi$ burchak ostida sochilgan rentgen nurlarini to'liq uzunligi λ' topilsin.
- 106.** Grafitda $\theta=60^\circ$ burchak ostida Kompton sochilgan rentgen nurlanishini to'liq uzunligi $\lambda'=25.4$ nm bo'lsa, rentgen nurlarining to'liq uzunligi sochilishga qadar bo'lgan?
- 107.** To'liq uzunligi $\lambda=2$ nm bo'lgan rentgen nurlarini $\theta=90^\circ$ burchak ostida Kompton sochilishi yuz bermoqda. Tepki olgan elektronning energiyasi topilsin.
- 108.** Kompton hodisasida tushayotgan foton energiyasi sochilgan foton va toki olgan elektron orasida teng taqsimlangan. Sochilish burchagi $\theta=-\frac{\pi}{2}$. Sochilgan fotonning energiyasi va impulsi topilsin.
- 109.** Rentgen nurlarining energiyasi $E=0.6$ MeV. Agar kompton sochilishdan so'ng to'liq uzunlik 20% o'zgargan bo'lsa, tepki olgan elektronning energiyasi aniqlansin.
- 110.** Agar energiyasi tinch holatdagi elektron energiyasi teng bo'lgan foton $\theta=180^\circ$ burchak ostida sochilgan bo'lsa, Kompton effektida tepki olgan elektronning impulse P aniqlansin.
- 111.** Kompton effektida tepki olgan elektronga foton energiyasining qanday qismi to'g'ri keladi, agar foton $\theta=180^\circ$ burchakka sochilgan bo'lsa. Sovigunga qadar foton energiyasi $E=0.255$ MeV.
- 112.** Energiyasi $E=0.25$ MeV bo'lgan foton erkin elektronda sochildi, sochilgan fotonning energiyasi $E=0.2$ MeV. Sochilish burchagi θ topilsin.
- 113.** Fotonning sochilish burchagi $\theta=90^\circ$. Elektronni og'ish burchagi $\varphi=30^\circ$. Tushayotgan fotonning energiyasi aniqlansin.
- 114.** Foton ($\lambda=1$ nm) erkin elektronda $\theta=90^\circ$ burchak ostida sochiladi. Foton o'z energiyasini qanday qismini elektronga uzatdi?
- 115.** Fotonning to'liq uzunligi elektronni Kompton to'liq uzunligi λ_0 ga teng. Fotonning energiyasi E va impulsi P topilsin.
- 116.** Tushayotgan fotonning energiyasi tinch holatdagi elektron energiyasiga teng. Agar sochilish burchagi $\theta=60^\circ$, sochilgan foton tushayotgan fotonning energiyasini qanday qismini saqlab qoladi va bu energiyaning qanday qismini tepki olgan elektronga o'tadi?
- 117.** Energiyasi $E=0.75$ MeV bo'lgan foton erkin elektronda $\theta=30^\circ$ burchak ostida sochildi. Foton bilan urilgunga qadar elektronning kinetik energiyasi va impulsini e'tiborga olinmaydigan darajada kichik deb hisoblab, tepki olgan elektronni kinetik energiyasi topilsin.

118. Rentgen nurlari $\theta=60^\circ$ burchak ostida kompton sochilmoqda. Tushayotgan foton energiyasi sochilgan foton va uchib chiqqan elektron orasida teng taqsimlangan. Sochilgan fotonning impulsi P topilsin.

119. Energiyasi tinch holatdagi elektron energiyasi E ga teng bo'lgan foton $\theta=120^\circ$ burchak ostida erkin elektronda sochiladi. Sochilgan foton energiyasi E va tepki erkin elektronning kinetik energiyasi T ($m_0 c^2$ birliklarda) aniqlansin.

120. Rentgen nurlari kompton sochilganda, kvantlardan biri erkin elektron bilan toqnashib boshlang'ich yo'nalishdan $\theta=60^\circ$ burchakka og'di va o'z energiyasining $1/3$ qismini elektronga berdi. To'qnashishdan keyin kvant energiyasi E aniqlansin.

121. Energiyasi $E=1.02$ MeV bo'lgan foton Kompton effekti natijasida erkin elektronlarda $\theta=150^\circ$ burchak ostida sochilgan. Sochilgan foton energiyasi E aniqlansin.

122. Energiyasi $E=1.53$ MeV bo'lgan γ -kvant Kompton effekti tufayli qanday θ burchakka sochilish aniqlansin, agar tepki olgan elektronning kinetik energiyasi $T=0.51$ MeV bo'lsa.

123. Rentgen nurlarining Kompton sochilishida kvantlardan biri boshlang'ich yo'nalishidan $\theta=90^\circ$ burchakka og'gan, agar u tushayotgan kvant energiyasini V_3 qismiga teng bo'lsa. Uchib chiqqan $e_{\text{ning}} W_{\text{aniq}}$.

124. Kompton sochilish natijasida rentgen nurlarining to'lqin uzunligini o'zgarishi boshlang'ich to'lqin uzunligi $\lambda=2.6$ nm dan 10% tashkil etadi. Foton energiyasini necha foizini tinch turgan elektronga berdi va foton qanday burchak ostida sochiladi?

125. Erkin elektronda Kompton effektida foton $\theta=-\frac{\pi}{2}$ burchakka sochiladi.

Elektron ega bo'lgan impuls P (MeV s larda) aniqlansin, agar sochilgunga qadar fotonning energiyasi $E=1.02$ MeV bo'lgan bo'lsa.

126. Rentgen nurlarini ($\lambda=1$ nm) erkin deb hisoblanishi mumkin bo'lgan elektronlarda sochilmoqda. Sochilgan dastada rentgen nurining maksimal to'lqin uzunligi λ' aniqlansin.

127. Kompton sochilishida foton energiyasini qanday qismi tepki olgan elektronga o'tadi, agar foton $\theta=-\frac{\pi}{2}$ burchak ostida sochilgan bo'lsa? Sochilgunga qadar foton energiyasi $E=0.01$ MeV.

128. Erkin elektronlarda va erkin protonlarda yorug'likning kompton sochilishida to'lqin uzunlikning maksimal o'zgarishi ($\Delta\lambda_m$) aniqlansin.

129. Energiyasi $E=15$ MeV bo'lgan foton erkin elektronda sochiladi. Sochilgan fotonning to'lqin uzunligi $\lambda'=16$ nm. Sochilish burchagi aniqlansin.

130. Energiyasi $E=0.51$ MeV bo'lgan foton erkin elektronda Kompton effekti tufayli $\theta=180^\circ$ burchak ostida sochildi. Tepki olgan elektronning kinetik energiyasi aniqlansin.

- 131.** To‘lqin uzunligi $\lambda=0.1$ nm bo‘lgan rentgen nurlarini $\theta=180^\circ$ burchak ostida kompton sochilishi yuz bermoqda. Sochilish natijasida to‘lqin uzunlik necha marta ortishi aniqlansin.
- 132.** Rentgen nurlarining sochilishida kvantlardan biri erkin elektron bilan to‘qnashgandan so‘ng, boshlang‘ich yo‘nalishga nisbatan $\theta=60^\circ$ burchakka og‘di va o‘z energiyasini yarmini elektronga uzatdi. To‘qnashuvdan so‘ng kvant impulsi aniqlansin.
- 133.** Monoxromatik rentgen nurlanishi dastasi sochiluvchi moddaga tushmoqda. $\theta_1=60^\circ$ va $\theta_2=120^\circ$ burchak ostida sochilgan nurlanishlarni to‘lqin uzunliklari bir biridan $n=2$ barobar farq qiladilar. Sochilish erkin elektronlarda sodir bo‘layapti deb hisoblab, tushayotgan nurlanishning to‘lqin uzunligi aniqlansin.
- 134.** Energiyasi $E=1$ MeV bo‘lgan foton erkin elektronda sochildi. Agar buning natijasida to‘lqin uzunlik 25% ga o‘zgargan bo‘lsa, tepki olgan elektronning kinetik energiyasi topilsin.
- 135.** To‘lqin uzunligi $\lambda_1=6$ nm bo‘lgan foton erkin elektronda to‘g‘ri burchak ostida sochildi. Sochilgan fotonning maksimal kinetik energiyasi $T=0.19$ MeV bo‘lsa, rentgen nurlanishini to‘lqin uzunligi topilsin.
- 136.** Energiyasi $E=250$ keV bo‘lgan foton tinch holatda bo‘lgan erkin elektrondan $\theta=120^\circ$ burchak ostida sochildi. Sochilgan fotonning energiyasi aniqlansin.
- 137.** Impuls $P=1.02$ MeV c (c-yorug‘lik tezligi). Foton erkin elektrondan sochilishi natijasida $P_2=0.255$ MeV c impulsga ega bo‘lib qoldi. Foton qanday burchak ostida sochilgan?
- 138.** Foton erkin elektrondan $\theta=120^\circ$ burchak ostida sochilgani natijasida, elektron $T=0.45$ MeV kinetik energiyaga ega bo‘ldi. Fotonning sochilgunga qadar energiyasi topilsin.
- 139.** Agar kompton elektronlarning maksimal kinetik energiyasi $T=0.19$ MeV bo‘lsa, rentgen nurlanishini to‘lqin uzunligi topilsin.
- 140.** Energiyasi $E=0.15$ MeV bo‘lgan foton erkin elektronda sochilishi natijasida, uning to‘lqin uzunligi $\Delta\lambda=3$ nm ga o‘zgardi. Kompton elektron qanday burchak ostida uchib chiqqanligi topilsin.
- 141.** To‘lqin uzunligi $\lambda=700$ nm bo‘lgan foton tinch holatda turgan erkin elektrondan $\theta=60^\circ$ burchak ostida sochilgan. Bunda foton boshlang‘ich energiyasining qanday qismini yo‘qotadi?
- 142.** Rentgen nurlanishini kompton sochilishida, erkin elektron bilan to‘qnashgunga qadar 0.52 MeV energiyaga ega bo‘lgan kvantlardan biri, to‘qnashgandan so‘ng to‘lqin uzunligini 50 % ga o‘zgartirdi. Aniqlang: 1) erkin elektronga kvant bergan energiyani. 2) kvantni boshlang‘ich yo‘nalishdan og‘ish burchagini.

- 143.** Energiyasi $E=0.12$ MeV bo'lgan foton tinch turgan erkin elektrondan $\theta=180^\circ$ burchak ostida sochildi. Energiyasini necha foizini foton elektronga bergan?
- 144.** To'lqin uzunligi $\lambda=56.3$ nm bo'lgan rentgen nurlanishi grafitda sochilmoqda. Rentgen nurlarining boshlang'ich yo'nalishiga $\theta=120^\circ$ burchak ostida sochilgan nurlarning to'lqin uzunligi topilsin.
- 145.** To'lqin uzunligi $\lambda=2.7$ nm bo'lgan γ -nurlarning kompton sochilishi yuz bermoqda. Boshlang'ich yo'nalishga nisbatan $\theta=180^\circ$ burchak ostida sochilgan nurlanishni to'lqin uzunligi tushayotgan nurlanishning to'lqin uzunligidan necha marta katta?

14-MAVZU. KVANT MEXANIKASI VA ATOM FIZIKASI

Tekshirish uchun savollar

1. Vodorod atomi spektrida qanday qonuniyatlar kuzatiladi? Formulasini umumiy ko'rinishi qanday ko'rinishda?
2. Rezerfordning atom modeli qandaydir? Bu modelni klassik elektrodinamika bilan mos kelmaydigan soxasi nimada?
3. Bor postulatlarini tushuntiring. Vodorod atomi uchun Bor nazariyasi. Bu nazariyani kamchiliklari nimada?
4. De-Broyl gipotezasi nima? De-Broyl to'lqin uzunligi qanday topiladi? Zaryadlangan zarrachalarni kvantomexanik tushunchalari klassik tushunchalardan qanday farq qiladi? De-Broyl to'lqinini ma'nosi nimada?
5. Geyzenberg noaniqliklari munosabati nima? Zarrachalarning impulsi va koordinatasi hamda energiya va vaqt oralaridagi bog'lanish noaniqliklar munosabatlarida qanday bo'ladi?
6. To'lqin funksiyasi nima? To'lqin funksiyasini fizik ma'nosi qanday? Qanday tenglama yechimini beradi? Erkin zarracha uchun Shredinger tenglamasi qanday yoziladi?
7. Cheksiz chuqur potensial o'radagi mikrozzarracha uchun Shredinger tenglamasini yozing. Mikrozzarrachaning energiyasi impulsi va to'lsin sonini kvantlanish qoidasini tushuntiring.
8. Chuqurligi chekli bo'lgan potensial o'ra uchun Shredinger tenglamasini yozing. Agarda mikrozzarrachani energiyasi potensial o'rani balandligidan kichik bo'lsa, mikrozzarrachani to'lqin funksiyasi potensial o'ra chegarasida va potensial

o'ra ustida qanday ko'rinishga ega bo'ladi? Mikrozararchani energiyasi potensial o'ra balandligidan katta bo'lsa, bu funksiya qanday ko'rinishda bo'ladi?

9. Potensial baryerni shaffofligi nimadir? Tunel effektini tushuntiring?

10. Vodorod atomidagi elektron uchun Shredinger tenglamasini yozing. Elektronning to'liq funksiyasi qanday fizikaviy tushunchalarga bog'liq. Energiyani va impuls momentini kvantlanish qoidalariga bog'lik. Energiyani va impuls momentini kvantlanish qoidasi qanday ko'rinishda yoziladi? Elektronni spini nima? Kvant sonlarini fizik ma'nosini tushuntiring?

11. Ko'p elektronli atomlarda elektronlar energetik sathlar bo'yicha qanday taqsimlangan? Pauli prinsipini ta'riflang va tushuntiring.

MASHQLARNI YECHISH UCHUN METODIK KO'RSATMALAR

Bu bo'lim masalalarini yechayotganda kvant mexanikasida har bir zarrachaga ma'lum to'liq funksiyasi bilan yoziladigan to'liq mos kelishini va uni to'liq uzunligi De-Broyl formulasi orqali topilishini nazarda tutmoq darkor. De-Broyl to'liq uzunligi zarrachani impulsiga bog'likdir, shuning uchun hisoblashlarda zarrachani tezligini topishga e'tibor berish kerak. Harakat tezligi kichik bo'lganda zarrachani impulsini klassik mexanika qonunlaridan foydalanib topish mumkin, katta tezliklarda esa, relyativistik effekt, ya'ni massasi tezlikka bog'liqligidan foydalanish kerak. De-Broyl to'liqlarida ham hamma to'liqlar kabi interferensiya hodisalarini kuzatilishi kerak. Bu hodisalar oldingi bo'limlarda ko'rilgan.

Geyzenberg noaniqliklar munosabatlari faqat juft kattaliklar uchun o'rinli bo'lib, zarrachani impulsi bilan koordinatlarni yoki zarrachani energiyasi bilan shu energetik holatda bo'lish vaqtlarini aniqlashni chegaralaydi.

Mikrozararchalarni holatini Shredinger tenglamasini yechimi orqali ifodalovchi to'liq funksiyasi statik ma'noga egadir ya'ni to'liq funksiyasining kvadrati zarrachani shu holatda bo'lish extimoligini ifoda etadi. To'liq funksiyasining ko'rinishi zarracha harakatlanayotgan potensial maydon shakliga bog'liqdir. Chunki to'liq funksiyasi zarrachani impulsiga va bu esa zarrachaning kinetik energiyasi bilan bog'liqdir. Bu yerda zarrachani kinetik energiyasi zarracha to'la energiyasidan maydonni ko'rilayotgan nuqtasidagi potensial energiya qiymatini ayirmasidan topiladi. Mikrozararchani potensial o'radagi harakatini misoli qilib elektronni atomdagi harakatini olishimiz mumkin. Shredinger tenglamasini vodorod atomi uchun yechimi Bor nazariyasida topgan natijalar bilan bir xildir. Lekin ko'p elektronli atomlar uchun Bor nazariyasini qo'llab bo'lmaydi. Atomdagi elektronni to'liq funksiyasi uchta fizikaviy harakteristikasiga (energiya, orbita impuls momenti va spin xususiy impuls momenti) bog'liq bo'lib, bu to'rtta kvant soni orqali yoziladi. Ko'p elektronli atomlarda elektron Pauli prinsipiga bo'ysinadi.

MISOLLARNI YECHISH NAMUNALARI

1-masala.

Boshlang'ich tezligini e'tiborga olmasa bo'ladigan elektron tezlashtiruvchi U potensial farqidan o'tdi. Ikki xil hol uchun De-Broyl to'lqin uzunligi hisbolansin.

$$1) U_1=51 \text{ V}; 2) U_2=510 \text{ keV}$$

ECHISH:

De-Broyl to'lqin uzunligi zarrachani impulsiga bog'liqdir.

$$\lambda = \frac{h}{p} \quad (1)$$

Bu yerda h - Plank doimiyligi.

Agarda zarrachani mexanik energiyasi ma'lum bo'lsa uni impulsini topish mumkin. Impulsni kinetik energiya bilan bog'lanishi norelyativistik va relyativistik holatlar uchun har xil ko'rinishdadir.

Norelyativistik hol uchun

$$P = \sqrt{2 m_0 W_k} \quad (2)$$

bu yerda m_0 - zaryachaning tinch holatdagi massasi.

Relyativistik hol uchun

$$P = \frac{1}{c} \sqrt{(2W_0 + W_k)W_k} \quad (3)$$

bu yerda W_0 - zarrachani tinch holatdagi massasi.

(2) va (3) formulalarni nazarda tutib norelyativistik holat uchun:

$$\lambda = \frac{h}{\sqrt{2 m_0 W_k}} \quad (4)$$

Relyativistik hol uchun

$$\lambda = \frac{h}{\frac{1}{c} \sqrt{(2W_0 + W_k)W_k}} \quad (5)$$

Potensiallari $U_1=51 \text{ V}$ va $U_2=510 \text{ kV}$ bo'lgan maydondan o'tgan elektronlarni kinetik energiyalarini elektronni tinch holatdagi massasi bilan taqqoslab (4) yoki (5) formuladan foydalanishni topamiz va De-Broyl to'lqinini uzunligini hisoblaymiz.

Potensiallar farqi U bo'lgan maydondan o'tgan elektronning kinetik energiyasi.

Birinchi holda $W_1=eU_1=51 \text{ eV}=0.51 \cdot 10^{-4} \text{ MeV}$ bu energiya elektronni tinch holdagi energiyasi $E_0=m_0 C^2=0.51 \text{ MeV}$ dan juda kichikdir, demak bu holda (4) formulani qo'llash mumkin.

Masalani biroz soddalashtirish uchun $W=10^{-4} m_0 C^2$ deb olamiz. (4) formulaga qo'yib

$$\lambda_1 = \frac{h}{\sqrt{2m_0 \cdot 10^{-4} \cdot m \cdot c^2}} = \frac{10^2 h}{\sqrt{2} m_0 c}$$

Bu yerda $\frac{h}{m_0 c}$ kompton to'liqin uzunligi λ dir, demak $\lambda_1 = \left(\frac{10^2}{\sqrt{2}}\right) \lambda$ lekin

$\lambda = 0,00243 \text{ NM}$,

$$\lambda_1 = \frac{10^2}{2} \cdot 0,00243 \text{ nm} = 0,171 \text{ nm}$$

Ikkinchi holda kinetik energiya

$$W_2 = U_2 = 510 \text{ keV} = 0,51 \text{ MeV},$$

Ya'ni elektronni tinch holatdagi energiyasiga teng. Demak bu holda relyativistik (5) formuladan foydalanish kerak. Bunda $W_2 = 0,51 \text{ MeV} = m_0 c^2$ ligidan foydalanib (5) formuladan

$$\lambda_1 = \frac{h}{\frac{2}{c} \sqrt{(2m_0 c^2 + m_0 c^2) m_0 c^2}} = \frac{h \cdot c}{\sqrt{3} m_0 c^2}$$

yoki $\lambda_2 = \frac{1}{\sqrt{3}} \lambda$

$$\lambda\text{-ni qiymatini qo'yib. } \lambda_2 = \frac{0,00243}{3} \text{ nm} = 0,0014 \text{ nm}$$

2-masala.

Vodorod atomida elektronning kinetik energiyasi $W_k = 10 \text{ eV}$ ga teng. Noaniqliklar munosabatidan foydalanib atomni eng kichik (minimal) o'lchamlarini hisoblang.

ECHISH:

Koordinata va impuls uchun noaniqliklar munosabatlari:

$$\Delta x \Delta P \geq \hbar \quad (1)$$

bu yerda Δx - zarrachani koordinatasini noaniqlikligi ΔP - zarrachani impulsini noaniqligi:

$\hbar$ - Plank doimiysini 2π ga nisbati.

Noaniqliklar munosabatidan chiqadigan xulosa shundan iboratki bunda fazoda zarrachani o'rnini qanchalik aniqlamoqchi bo'lsak, uning impulsini shunchalik aniqlash qiyin bo'ladi, o'z navbatida energiya va vaqt ham

shundaydir. Atomni chiziqli o'lchamlari l ga teng bo'lsin, bunda elektron $\Delta x = \frac{l}{2}$

o'lchamidagi noaniqlikka ega bo'ladi.

Bu holda noaniqliklar munosabati (1) quyidagicha ko'rinishda bo'ladi.

$$\frac{l}{2} \cdot \Delta P \geq \hbar \quad (2)$$

bunda

$$\frac{\ell}{2} \geq \frac{\hbar}{\Delta P_x} \quad (3)$$

ΔP_x impuls noaniqligi impuls P qiymatidan katta bo'lmazligi kerak, ya'ni $\Delta P_x \ll P$ Impuls P kinetik energiya W_k bilan quyidagicha bog'langan

$$P = \sqrt{2mW_k}$$

$\Delta P_x \ll P = \sqrt{2mW_k}$ bilan almashtiramiz (bunda ℓ ni Qiymati o'zgarmaydi).
Noaniqlikdan tenglikka o'tib

$$\ell_{\min} = \frac{2\hbar}{\sqrt{2mW_k}}$$

Son qiymatlarini o'rniga qo'yib hisoblaymiz

$$\ell_{\min} = \frac{2 \cdot 1.05 \cdot 10^{-34}}{\sqrt{2 \cdot 9.1 \cdot 10^{-31} \cdot 1.6 \cdot 10^{-19} \cdot 10^7}} = 1.24 \cdot 10^{-10} \text{ m}$$

3-masala.

$\psi(x) = \sqrt{\frac{2}{\ell}} \sin \frac{\pi}{\ell} x$ to'liqin funksiyasi, cheksiz chuqur bo'lgan va kengligi ℓ

ga teng bo'lgan potensial o'radagi zarrachani holatini aniqlaydi. Zarrachani $\Delta \ell = 0.01 \ell$ intervaldagi bo'lish ehtimolligini ikki xil hol uchun toping: 1) potensial o'rani devori yaqinida ($0 \leq x \leq \Delta \ell$): 2) potensial o'rani o'rta qismida

$$\frac{\ell}{2} = \frac{\Delta \ell}{2} \leq x \leq \frac{\ell}{2} + \frac{\Delta \ell}{2}$$

ECHISH:

Zarrachani dx (x dan $x+dx$ gacha) intervalda topish ehtimoli to'liqin

fuyeksiyasining kvadratiga proporsionaldir, ya'ni $d\omega = |\psi(x)|^2 dx$

Birinchi holda topilishi kerak bo'lgan ehtimollik 0 dan 0.01ℓ gacha bo'lgan chegarada integrallash yo'li bilan topiladi.

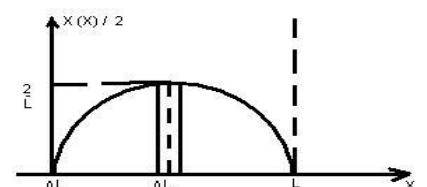
$$\omega = \frac{2}{\ell} \int_0^{0.01 \ell} \sin^2 \frac{\pi}{\ell} x dx \quad (1)$$

Bu yerda ψ - funksiya kompleks bo'lmaganligi uchun moduli bo'yicha olinmayapti, ya'ni modul tushirib qoldirilgan.

x ning o'zgarish soxasi ($0 \leq x \leq 0.01 \ell$) bo'lgani uchun, ya'ni $\frac{\pi}{\ell} x \ll 1$

bo'lgani uchun quyidagi kattalik o'rinlidir

bu ifodani nazarda tutsak (1) formulamiz quyidagi ko'rinishga keladi



$$\omega = \frac{2}{\ell} \int_0^{0,01\ell} \left(\frac{\pi}{\ell} x \right)^2 dx = \frac{2\pi^2}{\ell^3} \int_0^{0,01\ell} x^2 dx$$

integrallasak. $\omega = \frac{2\pi^2}{3} \cdot 10^{-6} = 6.6 \cdot 10^{-6}$

Ikkinchi holda integrallamasak ham bo'ladi, chunki funksiyaning modulini kvadrati funksiyaning maksimumi yaqinida berilgan intervalda (1Q0.01 l)

o'zgarishdan qoladi. Bu holda qidirilayotgan ehtimollik $\omega = \left| \psi \left(\frac{\ell}{2} \right) \right|^2 \Delta x$

$$\text{yoki } \omega = \frac{2}{\ell} \sin \left(\frac{\pi}{\ell} \cdot \frac{\ell}{2} \right)^2 \cdot \Delta \ell = \frac{2}{\ell} \cdot 0.01 \ell = 0.02$$

4-masala.

Vodorod atomidagi elektron 4-energetik satxdan 2-energetik satxga o'tdi.

1) Bunda atomdan chiqqan fotonning energiyasini toping, 2) Vodorod atomini orbital magnit momentini o'zgarishini toping.

ECHISHI:

1) Fotonning energiyasini topish uchun to'liq uzunligini topamiz kerak buni esa vodorodga o'xshash atomlar uchun formuladan foydalanamiz:

$$\frac{1}{\lambda} = RZ^2 \left(\frac{1}{n_1^2} - \frac{1}{n_2^2} \right) \quad (1)$$

bu yerda λ - fotonning to'liq uzunligi

R- Ridberg doimiyliigi

Z - Nisbiy birliklarda yadroni zaryadi
(vodorod uchun ZQ1)

n_1 - Elektron o'tgan orbitani nomeri

n_2 - Elektron qaysi orbitadan o'tgan, orbitasini nomeri.

Fotonning energiyasi W- quyidagi formula orqali topiladi

$$W = \frac{hc}{\lambda}$$

(1) formulani har ikki tomonini (hc) ga ko'paytirib foton energiyasini topamiz:

$$W = Rhcz^2 \left(\frac{1}{n_1^2} - \frac{1}{n_2^2} \right)$$

Rhc - kattalik vodorod atomini ionlashtirish I_0 qiymatini beradi demak

$$W = I_0 Z^2 \left(\frac{1}{n_1^2} - \frac{1}{n_2^2} \right)$$

hisoblashni sistemaga kirmagan o'lchov birligida bajaramiz bunda: $I_0=13.6\text{eV}$ ga teng. $z=1$ (vodorod atomini zaryadi nisbiy zaryadni o'lchov birligi elektron zaryadiga tengdir va u 1 ga teng)

$$n_1=2; \quad n_2=4$$

$$\text{demak} \quad W = 13.6 \cdot 1^2 \left(\frac{1}{2^2} - \frac{1}{4^2} \right) \text{eV} = 13.6 \cdot \frac{3}{4} = 10.2 \text{ eV}$$

2) orbital magnit momentini uni orbital impuls momenti L bilan bog'lanishi orqali ya'ni giromagnetik nisbat orqali topish mumkin,

$$\text{ya'ni} \quad \Gamma = \frac{P_m}{L} = \frac{\ell}{2m}$$

bu yerda e - elektronning zaryadi, m - uning massasi. Bu yerdan

$$P_m = L = \frac{\ell}{2m} \quad (2)$$

Orbital impuls momenti L Borning P-postulatidan topiladi, ya'ni impuls momenti Plank doimiylikiga karrali bo'ladi:

$$L = \hbar \cdot n$$

bu ifodani (2) ga qo'yib

$$P_m = \frac{\ell}{2m} \hbar \cdot n$$

yoki $P_m = \mu_0 n$: bu yerda μ_0 - Bor magnetoni orbital magnit momentini o'zgarishini ($n_2=4$) va ($n_1=2$) satxlar orasidagi farq deb olamiz:

$$\Delta P_m = P_{m2} - P_{m1} = \mu_0 n_2 - \mu_0 n_1 = \mu_0 (n_2 - n_1)$$

Bor magnetoni $\mu_0=0.927 \cdot 10^{-23} \text{ J/Tl}$ ni va boshqa son qiymatlarini qo'yib $\Delta P_m=0.927 \cdot 10^{-23}(4-2)=1.854 \cdot 10^{-23} \text{ J/Tl}$.

MUSTAQIL YECHISH UCHUN MASALALAR

1. Potensiallar farqi: 1) 200 V; 2) 100 kV bo'lgan maydondan o'tgan λ -zarrachalarni De-Broyl to'lqin uzunligi topilsin.
2. Kinetik energiyasi $W_k=1 \text{ eV}$ bo'lgan elektronni De-Broyl to'lqin uzunligi topilsin.
3. Rentgen nurini qisqa to'lqin uzunligini $\lambda=0.2 \cdot 10^{-10} \text{ m}$. Antikatodga urilayotgan elektronlarning De-Broyl to'lqin uzunligi topilsin.
4. Elektronning tezligi $v=0.8 \text{ m/s}$. Elektronni De-Broyl to'lqin uzunligi topilsin.
5. Elektronni De-Broyl to'lqin uzunligi $\lambda=1.3 \text{ nm}$. Elektronni tezligini toping.

6. Elektronni De-Broyl to'liqin uzunligi 1 nm dan 0.5 nm gacha kamaydi. Elektronni energiyasi qanchaga o'zgaradi.
7. Qo'zg'atilgan vodorod atomining energiyasi 0.85 eV. Shu orbitadagi elektronni De-Broyl to'liqin uzunligi topilsin.
8. Vodorod atomida ikkinchi Bor orbitasida turgan elektronning De-Broyl to'liqin uzunligi topilsin. Orbitani radiusi 0.212 nm.
9. Elektronning De-Broyl to'liqin uzunligi 0.5 A ga teng. Elektroni qanday tezlashtiruvchi potensialni o'tganligi topilsin.
10. Elektronning kinetik energiyasi $W=0.51$ MeV. Agarda elektronning kinetik energiyasi ikki marta ortsa De-Broyl to'liqin uzunligi necha marta o'zgaradi.
11. De-Broyl to'liqin uzunligi kompton to'liqin uzunligiga teng bo'lsa. Elektronning kinetik energiyasi topilsin.
12. Bir xil tezlashtiruvchi potensial $U=100$ V dan o'tgan elektron va protonning De-Broyl to'liqin uzunliklari topilsin.
13. Elektron $W=100$ eV kinetik energiyaga ega. De-Broyl to'liqin uzunligi ikki marta kamayishi uchun kerak bo'lgan kinetik energiya miqdori topilsin.
14. Massasi $m=1$ g va tezligi $v=10$ m/s bo'lgan zarrachani De-Broyl to'liqin uzunligi topilsin. Bu holda zarrachani to'liqin xususiyatlarini e'tiborga olish kerakmi yoki yo'qmi.
15. Elektronni kinetik energiyasi uning tinch holatdagi energiyasini ikkilanganligiga teng ($W_k=2m_0c^2$). Shunday elektron uchun De-Broyl to'liqin uzunligi topilsin.
16. Katta tezlik bilan harakat qilayotgan elektronning De-Broyl to'liqin uzunligi $\lambda=1.21 \cdot 10^{-12}$ m bo'lsa uning massasi topilsin.
17. Tezlashtirilgan elektronning De-Broyl to'liqin uzunligi $\lambda=1.2 \cdot 10^{-10}$ m. Elektronni shunday tezlashtirish uchun zarur bo'lgan potentsiallar farqi va impulsi (harakat miqdori) topilsin. Elektron massasini tezlikka bog'liqligi e'tiborga olinsin.
18. 6000 m/s tezlik bilan harakat qilayotgan elektron bo'ylama tezlashtiruvchi va kuchlanganligi 500 Vm bo'lgan bir jinsli maydonga kirdi. Elektronning De-Broyl to'liqin uzunligi 1 m ga teng bo'lishi uchun elektron maydonda qancha masofaga boradi?
19. Elektron radiusi 0.5 sm bo'lgan aylana bo'ylab kuchlanganligi $3.3 \cdot 10^3$ A/m bo'lgan bir jinsli magnit maydonida aylanmoqda. Tezlikni o'zgarishi bilan massa o'zgarishini e'tiborga olmasdan elektronning De-Broyl to'liqin uzunligi topilsin.
20. Kinetik energiyasi $W=13.6$ eV (vodorod atomining ionlashish energiyasi) bo'lgan elektronning De-Broyl to'liqin uzunligi topilsin. Topilgan λ to'liqin uzunligini vodorod atomining diametri bilan solishtiring. Elektronning vodorod atomidagi harakatida uni to'liqin xususiyatlarini e'tiborga olish kerakmi, yo'qmi? Vodorod atomining diametrini ikkilangan Bor radiusi deb olinsin.
21. α - zarrachalarning yadrodan sochilishi (Rezerford tajribalari) tekshirishda mo'ljallagan masofani taxminan $d \approx 0.1$ nm. Bu tajribada α - zarrachalarning

to'liqin xususiyatlari e'tiborga olinmagan. α - Zarrachalarning energiyasi $W=7.7\text{MeV}$ bo'lsa shu muloxaza to'g'ri bo'ladimi?

22. 300°K temperaturada o'rtacha arifmetik tezlikka ega bo'lgan vodorod atomi uchun De-Broyl to'liqin uzunligi topilsin.

23. Kinetik energiyasi elektronning tinch holatidagi energiyasiga teng bo'lgan hol uchun protonning De-Broyl to'liqin uzunligi topilsin. Tezlikni ortishi bilan massasni o'zgarishi e'tiborga olinmasin.

24. De-Broyl to'liqin uzunligi huddi $T=0^\circ\text{C}$ bo'lganda neytronning o'rtacha arifmetik tezligi kabi bo'lgan elektronning tezligi topilsin.

25. Massasi tinch holatdagi massadan 1% farq qilishi ma'lum bo'lgan harakatlanayotgan elektronning De-Broyl to'liqin uzunligi topilsin.

26. De-Broyl to'liqin uzunligi Nuklonning o'lchami bilan bir xil, $d=10^{-15}\text{ m}$ bo'lgan protonning kinetik energiyasi (MeV) larda qanday bo'lishi kerak? Proton massasini tezlikkaga bog'liqligi e'tiborga olinsin.

27. Zaryadlangan zarrachaning tezligi yorug'lik tezligini 0.8 ga va De-Broyl to'liqin uzunligi $\lambda=10^{-15}\text{ m}$ teng. Uning tinch holatdagi massasi topilsin. U qanday zarracha?

28. Qo'zg'atilmagan vodorod atomida elektronni radiusi $r=0.053\text{ nm}$. Bor nazariyasidan foydalanib birinchi orbitada harakatlanayotgan elektronning De-Broyl to'liqin uzunligi va uning chiziqli tezligini toping.

29. Elektron nur dastasi $\alpha=30^\circ$ burchak ostida monokristallning tabiiy qirrasiga tushmoqda. Kristallning panjara doimiysi $d=0.24\text{ nm}$. Tushish burchagiga teng bo'lgandagi qaytish burchagida elektronning maksimal sochilishi qanday (minimal) eng kichik tezshaltiruvchi potensialda sodir bo'ladi? (Elektronning tezligi ortganda massasini o'zgarishi e'tiborga olinmasin).

30. Nikel kristallini sirtiga $\alpha=60^\circ$ burchak ostida bir-biriga parallel bo'lgan elektron nur dastasi tushmoqda. Agarda birinchi tartibli interferensiyon qaytish hosil bo'layotgan bo'lsa, tushayotgan elektronlarning tezligini toping. Kristallning panjara doimiysi $d=0.24\text{ nm}$. (Elektron massasini tezlikka qarab o'zgarishi e'tiborga olinmasin).

31. Issiqlik neytronlari ($T=300\text{ K}$) uchun De-Broyl to'liqin uzunligi topilsin. neytronning kristall bilan ta'sirlashishida to'liqin xususiyatlari e'tiborga olish kerakmi? Kristallda atomlar orasidagi masofa $d=0.5\text{ nm}$.

32. Kislorod molekullari va radiusi $r=0,1\text{ mkm}$ va zichligi $\rho=2000\text{ kg/m}^3$ bo'lgan zarrachalarning De-Broyl to'liqin uzunligi $\lambda=100\text{ nm}$ bo'lsa bu molekula va zarrachadagi elektronning kinetik energiyasi topilsin.

33. Potensiallar farqi $U=40\text{ kV}$ bo'lgan trubkada hosil bo'ladigan rentgen nurlarining to'liqin uzunligi De-Broyl to'liqin uzunligiga teng bo'lgan protonning kinetik energiyasi topilsin.

34. Elektron nur dastasi nikel monokristalini sirtiga normal ravishda tushmoqda. Kristall sirtiga o'tkazilgan normal bilan $\theta=55^\circ$ hosil qilgan burchakda elektronlarning tezligi

$v=8$ Mm/s bo'lgan qaytgan elektronning to'rtinchi tartibli maksimumi kuzatilmoqda. Bu qaytishga mos keluvchi tekisliklar orasidagi masofa topilsin.

35. $U=10$ kV tezlashtiruvchi potensialdan o'tgan ingichka elektron nur dastasi yupqa polikristall alyumin folgadan o'tib ekranga difraksion manzarani hosil qilgan. Kristall sitridan qaytgan uchinchi tartib radiusi $r=1.6$ sm halqaga mos keladi. Folgadan elektrongacha bo'lgan masofa $l=10$ sm. alyuminning kristall panjara doimiysi d - topilsin.

36. Ingichka neytron nur dastasi alyumin monokristallini tabiiy qirrasiga $\theta=5^\circ$ burchak ostida tushmoqda. Shu qirraga parallel bo'lgan atom tekisliklarini orasidagi masofa $d=0.20$ nm. Shu yo'nalishda birinchi tartibli maksimum hosil qiluvchi neytronlarning energiyasi hisoblansin.

37. Eni $a=1$ mkm bo'lgan ingichka tirqishga tezligi $v=3.65$ Mkm/s parallel elektron nur dastasi yo'naltirilgan. Elektronni to'lqin xususiyatlarini nazarda tutib. Difraksion manzarada birinchi tartibli ikkita maksimum orasidagi masofa X - topilsin. Tirqishdan ekrangacha bo'lgan masofa $L=10$ sm.

38. Kengligi $v=0.10$ mm bo'lgan to'g'ri burchakli ingichka tirqishga diafragramaga normal yo'nalishda monoenergiyali elektronlar nur dastasi tushmoqda. Tirqishdan ekrangacha bo'lgan masofa $l=50$ sm va markaziy difraksion manzaraning kengligi $x=8.0$ mkm bo'lsa, elektronlarning tezligi topilsin.

39. Potensiallar farqi $U=25$ V gacha tezlashtirilgan parallel elektron nur dastasi ikki tirqishli to'g'ri burchakli diafragramaga tushmoqda. Tirqishlar orasidagi masofa $d=50$ mkm. Tirqishdan $l=100$ sm masofa bo'lgan ekranda hosil bo'ladigan difraksion maksimumlar orasidagi masofa x - topilsin.

40. Bir karra ionlashtirilgan, qo'zg'atilgan geliy atomining uchinchi orbitasida nechta De-Broyl to'lqin uzunligi joylashadi?

41. Geyzenbergning noaniqliklar munosabtlaridan foydalanib elektron va protonni tezliklarini aniqlashda eng kichik Qiladigan xatolik ni baholang. Bunda bu zarrachalarni massalari markazlarining koordinatilari $\Delta x=1$ mkm noaniqlik bilan aniqlik bilan aniqlanishini e'tiborga oling.

42. Vodorod atomida $v=2 \cdot 10^6$ m/s bilan harakatlanayotgan elektronni, agarda tezlikni noaniqligi $\Delta v=0.1$ v bo'lsa, uning koordinatasini noaniqligi Δx topilsin. topilgan noaniqlikni, Bor nazariyasi orqali vodorod atomini asosiy holati uchun topilgan diametr d bilan solishtiring. Bu holda traektoriya mantiqqa egami yoki ega emasmi.

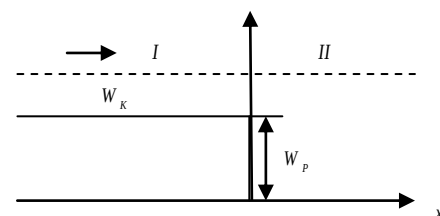
43. Kinetik energiyasi $W_k=10$ eV elektron diametri $d=1$ mkm bo'lgan zarracha ichidadir. Elektronning nisbiy tezlikni noaniqligini baholang.

44. Harakatlanuvchi zarrachaning koordinatasini noaniqligi De-Broyl to'lqin uzunligiga teng deb olinsa, bunda impul'sning nisbiy noaniqligi $\frac{\Delta P_k}{P_k}$ Qanday bo'ladi?

45. Elektron kengligi $l=0.2$ nm bo'lgan potensial o'rada turibdi. Noaniqliklar munosabatidan foydalanib elektronni shu potensial o'rada oladigan eng kam energiyasini baholang.
46. Noaniqliklar munosabatidan foydalanib vodorod atomidagi elektronni eng past energetik sathini baholang. Atom diametrini $d=0.1$ nm deb oling.
47. Noaniqlik munosabati bilan foydalanib elektron va protoni impulʼini aniqlashdagi eng kichik xato ΔP ni baholang. Bunda massalar koordinatlari $\Delta x \pm 0.01$ mm noaniqlik bilan belgilangan.
48. Qo'zg'atilgan atomning yashash vaqti $\tau=1$ ns, to'liq uzunligi $\lambda=0.1$ nm. Nurlanish energiyasini eng katta aniqligi (ΔE) Qanday bo'ladi?
49. Atom to'liq uzunligi $\lambda=800$ nm bo'lgan foton chiqarmoqda. Nurlanish davomliligi $\tau=10$ ns. Nurlanishning to'liq uzunligini Qanday aniqlik ($\Delta \lambda$) bilan aniqlash mumkin?
50. Elektronning potensial o'radagi eng minimal energiyasi $W_{\min}=10$ eV. Noaniqliklar munosabatidan foydalanib bir o'lchamli potensial o'rani kengligi l ni toping.
51. Alfa - zarracha cheksiz chuqur, bir o'lchamli, to'g'ri burchakli potensial o'rada turibdi. Agarda α - zarrachani minimal energiyasi $E_{\min}=8$ MeV bo'lsa, noaniqliklar munosabatidan foydalanib potensial o'rani kengligi l baholang.
52. Atomlarning o'rtacha Qo'zg'atilgan holatining vaqti $\tau=10^{-8}$ s. To'liq uzunligi $\lambda=500$ nm bo'lgan spektral liniyaning noaniqliklar munosabatiga ko'ra bu spektral liniyaning kengligi noaniqliklar munosabatiga ko'ra bu spektral liniyaning kengligi $\Delta \lambda$ Qanday bo'lishi mumkin?
53. Vodorod molekulasini $T=300^\circ$ K temperaturadagi issiqlik harakatida Qatnashmoqda. Vodorod molekulasini koordinatisini - Δx noaniqligi topilsin.
54. Vodorod atomidagi elektronni koordinatasini aniqlash noaniqligi $\Delta x=10^{-10}$ m. Qo'zg'atilmagan vodorod atomidagi elektronni o'rtacha kinetik energiyasini noaniqligi ΔW_k topilsin.
55. Zarrachani De-Broyl to'liq uzunligi λ impulʼini nisbiy noaniqliklar munosabatini nisbati $\frac{\Delta P}{P} 1\%$ ga teng bo'lgan koordinatlarni noaniqligi Δx dan necha marta kichikdir?
56. Harakatlanayotgan zarrachani koordinatasini noaniqligi $\frac{\Delta P}{P}$ De-Broyl to'liq uzunligiga teng. Zarrachani impulʼini nisbiy noaniqligini topilsin.
57. Yadrodagi nuklonning minimal energiyasi $W_{\min}=10$ MeV teng deb olib, noaniqliklar munosabatlaridan foydalanib yadroni chiziqli o'lchamligi topilsin.
58. Energiyasi $W=10$ eV bo'lgan elektronlar nur dastasi kengligi a bo'lgan tirQishga tushmoqda. Elektron tirQishdan o'tganda uning koordinatasi $\Delta x=a$ noaniqlik bilan topiladi deb olish mumkin. bunda elektronni impulʼini nisbiy noaniqligini ikki xil holat uchun toping: 1) $a=10$ nm; 2) $a=0.1$ nm.

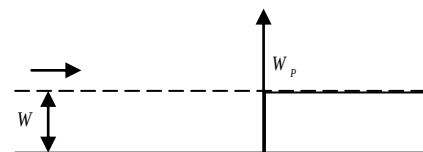
- 59.** NoaniQliklar munosabatidan foydalanib vodorod atomidagi energetik sathni ΔW kengligini: 1) asosiy holatda; 2) Qo‘zg‘atilgan holatda (Qo‘zg‘atilgan holatni yashash vaQti $\Delta t=10^{-8}\text{S}$).
- 60.** Massasi m bo‘lgan zarracha balandligi cheksiz bo‘lgan to‘g‘ri burchakli potensial o‘rada turibdi. O‘rani kengligi l . zarrachani kinetik energiyasini W_k Qanday Qiymatlarida energiyani nisbiy noaniQligi $\frac{\Delta W_k}{W_k}=0.01$ dan kichik bo‘ladi?
- 61.** Massasi zarracha bir o‘lchamli potensial maydonda harakat QilmoQda (Garmoni ossillyator) $w_p = \frac{R_x^2}{2}$. NoaniQliklar munosabatidan foydalanib bunday maydonda zarrachani energiyasni eng kam (minimal) Qiymatini baholang.
- 62.** Vodorod atomining parallel nur dastasi $v=1.2 \text{ km/s}$ tezlik bilan normal bo‘yicha ingichka tirQish bo‘lgan diafragmana tushmoQda. Diafragmadan ekrangacha masofa $l=1 \text{ m}$. NoaniQliklar munosabatidan foydalanib ekranda hosil bo‘ladigan tasvirni kengligini eng kichik holi uchun tirQish kengligini baholang.
- 63.** Elektronning tezligini noaniQligi $\Delta v=10 \text{ m/s}$. Agar elektron $v=10^2 \text{ m/s}$ tezlik bilan harakatlanayotgan bo‘lsa uning koordinatasini noaniQligi topilsin.
- 64.** SuyuQ-vodorodli pufakchali kamerada pufakchani diametri $d=10^{-7} \text{ m}$ tartibli bo‘ladi. Agarda koordinatani aniQlashdagi noaniQlik pufakchani diametriga teng deb olinsa elektronni va α -zarrachani tezligini aniQlashdagi noaniQlik topilsin.
- 65.** α - zarrachani koordinatasi $\Delta x=0.10^{-5} \text{ m}$ va massasi $\Delta m=0.1 \text{ mg}$ aniQlikda o‘lchangan bo‘lsa va uning massasi markazini koordinatasi shunday aniQlikda bu holda zarrachani tezligini topishdagi noaniQlik bilan solishtiring.
- 66.** Vilñon kamerasida olingan rasmda elektron izini kengligi $\Delta x=10^{-3} \text{ m}$. Tezlikni aniQlashdagi noaniQlik Δv topilsin.
- 67.** Zarrachani bir o‘lchamli, to‘g‘ri burchakli, cheksiz chuQur potensial o‘rada turibdi. Qo‘shni energetik sathlarni sath energiyasi W_n ga nisbati uch xil holat uchun topilsin. 1) $n=2$; 2) $n=5$; 3) $n \rightarrow \infty$.
- 68.** Zarracha asosiy holatda cheksiz chuQur, bir o‘lchamli, to‘g‘ri burchakli potensial o‘rada turibdi. O‘rani to‘rtidan birida zarrachani bo‘lishi extimolini toping?
- 69.** Elektron kengligi l bo‘lgan bir o‘lchovli to‘g‘ri burchakli potensial o‘rada turibdi. Intervalni ($0 < x < l$) Qanday nuQtasida elektronni topish extimolining zichligi va uchinchi energetik sathlarda bir xil bo‘ladi? Shu nuQtalar uchun extimollikning zichligi hisoblansin. Yechimni grafik ko‘rinishda tushuntiring.
- 70.** Elektron kengligi $l=0.2 \text{ nm}$ bo‘lgan bir o‘lchovli to‘g‘ri burchakli potensial yashikda (o‘rada) turibdi. Elektronning energetik sathlarini farQini eng kichik Qiymati elektronvolòlarda topilsin.

71. Elektron devorlaridan o'tib bo'lmaydigan to'g'ri burchakli potensial yahikda turibti. Yahikning kengligi $l=0.02$ nm, elektronning energiyasi $W=37,8$ eV. Energetik sathning nomeri n va to'lQin vektori Q topilsin.
72. Zarracha kengligi l bo'lgan potensial yahikda Qo'zg'atilgan holatda $n=3$ turibti. Intervalning ($0 < x < l$) Qanday nuQtalarida zarrachani topish extimolligini zichligi maksimal va minimal Qiymatda bo'ladi.
73. Zarracha potensial yahikdan asosiy holatda turibti. Zarrachani topish extimolligini toping: 1) yahik o'rtasini uchdan birida: 2) eng chekkasini uchdan birida.
74. Elementlar zarracha potensial yahikda birinchi Qo'zg'atilgan holatda turibti. Potensial o'rani o'rtasida zarrachani topish extimolligi Qanday? Yechimni grafik bilan tushuntiring.
75. Elektron cheksiz chuQur bir o'lchovli to'g'ri burchakli potensial o'rada (yahik) turibti. Agar yahikning kengligi $d=0.1$ nm bo'lsa elektronni birinchi, ikkinchi va hokazo energetik sathlardagi elektronning energiyasi topilsin. elektronni energiyasini energetik sathlarni nomeriga bog'liQ grafigi chizilsin.
76. Bir o'lchovli to'g'ri burchakli potensial yahikni kengligi $l=500$ nm. Elektronni ikkinchi va birinchi, o'nbirinchi va o'ninchi energetik sathlardagi energiyalarini farQi topilsin.
77. Elektron potensial yahikda turibti. Elektronni $0 < x < \frac{l}{2}$ intervalda ikkinchi energetik sathda extimollik zichligi topilsin.
78. Elektron uchinchi energetik sathda kengligi l bo'lgan potensial yahikda turibti. $0 < x < l$ interval oralig'ini Qanday nuQtasida extimollikning zichligi nulgaga teng bo'ladi. Intervalni $\frac{l}{3} < \frac{2l}{3}$ oralig'ida elektronning extimollikning zichligi topilsin.
79. Zarrachani potensial o'radagi holatini aniQlovchi xususiy funksiya Quyidagi ko'rinishda $\psi_n(x) = c \sin \frac{\pi n}{l} x$. Agarda o'rani kengligi $l=0.2$ nm bo'lsa, normalovchi shartdan foydalanib, o'zgarmas S ni toping.
80. Elektron ikkinchi energetik sathdan birinchi sathga o'tganda $\Delta W=1$ eV nurlangan energiya ega bo'lsa, bir o'lchamli va devorlari baland bo'lgan potensial o'rani kengligi l topilsin.
81. $W=16$ eV energiyaga ega bo'lgan elektron harakat yo'lida balandligi $W_p=4$ eV bo'lgan potensial baryerga duch keladi. Shu baryer uchun De-Broyl to'lQinining Qaytish ko'effitsiyenti Q va o'tkazib yuborish ko'effitsiyenti D ni toping.
82. Elektron $U=0.3$ V bo'lgan elektr maydonida tezlashtirilgan bo'lsa kengligi $\Delta x=0.5$ nm va balandligi $W_p=0.4$ eV bo'lgan potensial baryerdan o'tib ketish extimolligi topilsin.
83. Potensialni tushib ketish chegarasida (zinasida) rasm2. protonni De-Broyl to'lQinini



sindirish ko'rsatkichi ko'effitsiyenti n topilsin. Protonlarning kinetik energiyasi $W_k=16$ eV potensial tushish Qiymati (zina balandligi) $W_p=8$ eV. (2-rasm)

84. Elektronning energiyasi $W=10$ eV. Balandligi $W=6$ eV bo'lgan potensial baryer elektronni o'tishda tezligi va De-Broyl to'lqin uzunligi necha marta o'zgarishini toping. (3-rasm)



3 – rasm

85. Energiyasi $W=1$ MeV bo'lgan proton potensial barterdan o'tishda De-Broyl to'lqin uzunligini 1% ga o'zgartirdi. Potensial barterni W_p balandligi topilsin.

86. De-Broyl to'lqin uzunligi $W=0,1$ nm bo'lgan elektronni yo'lida balandligi $W_p=120$ eV bo'lgan potensial baryer turibti. Baryerdan o'tgandan keyingi De-Broyl to'lqin uzunligi λ_2 topilsin.

87. Energiyasi $W=100$ eV bo'lgan elektron balandligi $W_p=0,4$ eV bo'lgan baryerga duch kelayapti. Elektronni baryerdan Qaytish ehtimolligi topilsin.

88. Protonni potensial baryerdan Qaytish ko'effitsiyenti $\rho=2,5 \cdot 10^{-5}$. Potensial baryerning baladligi W_p baryerga kelayotgan protonlarning kinetik energiyasini necha protsentini tashkil etadi?

89. Zarrachani Qaytarish ko'effitsiyenti $\rho=0,5$ bo'lgan baryerdan o'tganda De-Broyl to'lqinlarini sindirish ko'effitsiyenti n topilsin.

90. Potensial baryerni balandligi W_p ni elektronni energiyasiga (W) nisbati Qanday bo'lganda Qaytish ko'effitsiyenti $\rho=0,5$ bo'ladi?

91. Energiyasi $W=10$ eV bo'lgan elektron potens2ial baryerga tushmoQda. De-Broyl to'lqinini sindirish ko'rsatkichi " n " Qaytarish ko'effitsiyenti ρ teng bo'lganda potensial baryerni balandligi W_p topilsin.

92. Elektronni kinetik energiyasi W_k potensial baryerni balandligidan ikki marta katta. Baryerni chegarasidan Qaytish ko'effitsiyenti ρ va baryerdan o'tish ko'effitsiyenti τ topilsin.

93. Potensial baryerdan o'tish ko'effitsiyenti elektronni past baryerdan Qaytish ko'effitsiyenti ρ ga teng. elektronning kinetik energiyasi W_k baryerni potensial energiyasidan W_p dan katta.

94. Protonlarni potensial baryerdan Qaytish ko'effitsiyenti $\tau=0,8$. De-Broyl to'lqinini potensial baryerdan chegarasidan sindirish ko'effitsiyenti topilsin.

95. Balandligi $W_p=99,75$ eV bo'lgan potensial baryerdan o'tayotgan elektronlarni energiyasi $W=100$ eV bo'lgan elektronni o'tish ko'effitsiyenti topilsin.

96. Elektronni energiyasini to'g'ri burchakli potensial o'rani balandligidan farQi $W_p-W=1$ eV bo'lgan holda elektronni baryerdan o'tish ehtimoli topilsin. baryerni kengligi: 1) $\Delta x=0,1$ nm, 2) $0,5$ nm.

97. Elektron kengligi $\Delta x=0,5$ nm bo'lgan to'g'ri burchakli potensial baryerdan o'tmoQda. Baryerning balandligi W_p elektronni W enegiyasidan 1%

katta. Agarda elektronni energiyasi 1) $W=10$ eV; 2) $W=100$ eV bo'lsa baryerni shaffofligi D ko'effitsiyentini toping.

98. To'g'ri burchakli potensial baryerni kengligi $\Delta x=0.2$ nm. Energiyalar farqi esa $W_p - W=1$ eV. Agarda energiyalar farqi $n=10$ marta ortsa, elektronni baryerdan o'tish ehtimolligi necha marta o'zgaradi?

99. Energiyasi $W=9$ eV bo'lgan elektron x o'qini musbat yo'nalishi bo'ylab harakat qilmoqda. Agarda potensial baryerni balandligi $W_p=10$ eV bo'lsa, baryerni kengligi Δx Qanday bo'lganda uning ko'effitsiyenti $D=0.1$ ga teng bo'ladi.

100. Energiyasi W bo'lgan elektron x o'qini musbat yo'nalishi bo'ylab harakat qilmoqda. Agarda potensial baryerni kengligi $\Delta x=0.1$ nm ga teng bo'lsa, energiyalar farqi $W_p - W$ ning elektron-vol'larda Qanday Qiymatida shaffoflik ko'effitsiyenti $D=0.1$ ga teng bo'ladi.

101. Yadro energiyasi $W=5$ mev bo'lgan α -zarracha chiqarmoqda. Juda qo'pol o'xshatish qilinganda alfa balandligi $W_p=10$ MeV va kengligi $\Delta x=5$ Fm bo'lgan to'g'ri burchakli potensial baryerdan o'tayapti deb qarash mumkin. bu holda alfa-zarracha uchun baryerni shaffoflik ko'effitsiyenti D ni toping.

102. Proton va elektron bir xil tezlashtiruvchi, potentsiallar farqi $U=10$ eV, maydondan o'tadi. Agarda potensial baryerni balandligi $W_p=20$ keV, va uning kengligi $\Delta x=0.1$ nm bo'lsa, elektronlar D_e - va protonlar D_p uchun baryerni shaffofligi necha martaga farq qiladi.

103. Qo'zg'atilgan vodorod atomi, to'lqin uzunligi $\lambda=102$ nm bo'lgan nulanish kvantini yutadi. Bor nazariyasidan foydalanib, Qo'zg'atilgan vodorod atomi uchun elektron orbitasini radiusi Q ni toping.

104. Bor nazariyasiga asoslanib vodorod atomi uchun elektronni ikkinchi stansionar orbitasini radiusi Q_2 ni va elektronni shu orbitadagi tezligi 2 ni toping.

105. Bosh kvant soni $n=2$ bo'lganda, Bor nazariyasidan foydalanib vodorod atomini qo'zg'atilgan holatidagi elektronni aylanish davri T topilsin.

106. Vodorod atomini nurlanish spektridagi Balmer seriyasidagi fotonni maksimal energiyasi W_m - topilsin.

107. Asosiy holatda turgan atomini birinchi qo'zg'alish potentsiali φ_i , va ionlanish energiyasi W_i - topilsin.

108. Vodorod atomida elektronni uchinchi orbitadan ikkinchi orbitaga o'tishida chiqaradigan fotonning energiyasi W topilsin.

109. Vodorod atomini ultraviolet seriyasida (Layman seriyasi) eng katta $\lambda_{\max}$ va eng kichik $\lambda_{\min}$ to'lqin uzunliklari topilsin.

110. Bir karra zaryadlangan geliy ionida elektron uchinchi energetik satxdan birinchi energetik satxga o'tdi. Geliy ionini chiqargan nurlanishini to'lqin uzunligi λ - topilsin.

- 111.** Vodorod atomidagi elektron uchinchi energetik sathda turibdi. Elektronni kinetik W_k potensial W_κ va to'la energiyalarini W_p toping. Javob elektron - volòlarda bo'lsin.
- 112.** Foton asosiy holatda turgan vodorod atomidan, kinetik energiyasi $W_k=10$ 10 ev bo'lgan elektronni urib chiqardi. Fotonni energiyasi W toping.
- 113.** Bor nazariyasidan foydalanib, deyteriy atomini uchinchi energetik sathda aylanayotgan elektronni tezligini toping.
- 114.** To'lqin uzunligi $\lambda=0.015$ mkm bo'lgan foton qo'zg'atilmagan vodorod, atomidan elektronni urib chiqardi. Elektronni atom tashqarisidagi tezligini toping.
- 115.** He^+ ioni uchun birinchi bor orbitasida aylanayotgan elektronni tezligini v_1 va shu orbitasida κ radiusini Bor nazariyasidan foydalanib toping.
- 116.** Asosiy holatda bo'lgan He^+ ioni uchun birinchi qo'zg'alish potensialini ϕ va ionlashish E_i energiyasi topilsin.
- 117.** Vodorod atomida elektronni qo'zg'atilgan holatidan asosiy holatga o'tishda bor orbitasini radiusi 25 marta kamaygan. Bunda chiqarilgan fotonning to'lqin uzunligi topilsin.
- 118.** Biror moddani xarakteristik rentgen spektrini o'rganayotgan vaqtda K_α - liniyasiga mos keluvchi to'lqin uzunligi $\lambda=0.075$ nm ekanligi aniqlangan Mendeleev davriy jadvalidagi shu moddani tarib nomeri va elementi nomini toping.
- 119.** Vodorod atomini nurlanishida Bolmer seriyasidagi ikkinchi nurlanish spektrini impuls orbital magnit momenti (harakat miqdori momenti) qanchaga o'zgaradi.
- 120.** Vodorod atomi, asosiy holatda turgan vaqtda, energiyasi 0.12 ev bo'lgan yorug'lik kvantini yutdi. Bu holda orbital magnit momentini qanchaga o'zgarishi topilsin.
- 121.** Asosiy holatda turgan vodorod qo'zg'atilgan holatga o'tkazilganda uning orbital magnit momenti 3 marta o'zgargan qo'zg'atish energiyasi topilsin.
- 122.** Agarda, vodorod atomi uchta spektral liniya chiqarayotgan bo'lsa, u qanday energetik sathda turgan bo'ladi. Vodorod atomini qo'zg'alish energiyasini va chiqarish nurlanishi spektridagi eng qisqa to'lqin uzunligini toping.
- 123.** Vodorod spektri, faqat uchta spektral liniyadan iborat bo'lishi uchun, vodorod atomini urib qo'zg'atish uchun zarur bo'lgan elektronlarni tezligi qanday bo'lishi kerak?
- 124.** Asosiy holatda turgan vodorod atomni energiyasi 12.68 ev bo'lgan kvant bilan qo'zg'atadigan bo'lsak, elektronning vodorod atomidagi radiusi necha marta o'zgaradi.
- 125.** Qo'shimcha to'lqin uzunligi $\lambda=486.1$ nm bo'lgan ko'k nur bilan vodorod atomini nurlantirganimizda uning nurlanish spektrida 6 liniya hosil bo'lishi uchun vodorod atomi qanday energetik holatda bo'lishi kerak?

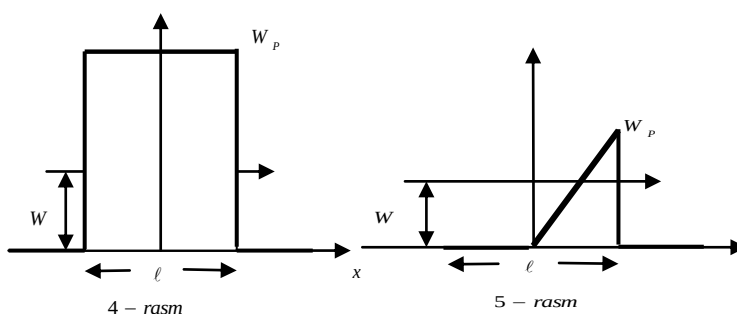
- 126.** To‘lqin uzunligi $\lambda=1093.8$ nm bo‘lgan foton yutgan va 3-energetik holatda turgan vodorod atomi qanday energetik sathga o‘tadi? Normal (asosiy) holatga o‘tuvchi vodorod atomi qanday to‘lqin uzunlikdagi foton chiqaradi.
- 127.** 2 energetik sathdan 5 energetik sathga o‘tishda vodorod atomini yutgan fotonini energiyasini va bu holatdan normal (asosiy) holatga o‘tishdagi fotonni to‘lqin uzunligini toping.
- 128.** 3-energetik sathda turgan vodorod atomidan elektronni, energiya kvanti ($\lambda=82.8$ nm) urib chiqardi. Bu elektron yadrodan (uzoqda) qanday tezlik bilan harakatlanadi.
- 129.** Qo‘zg‘atilgan vodorod atomi asosiy holatga o‘tishda to‘lqin uzunliklari $\lambda_1=405$ va $\lambda_2=97.3$ nm bo‘lgan ikkita kvant chiqardi. Bu atomni boshlang‘ich holatdagi energiyasini va bu holatga mos keluvchi soni topilsin.
- 130.** Bor nazariyasiga asosan vodorod atomini n-ninchi orbitasidagi aylanayotgan elektronni orbital magnit momenti nimaga teng?
- 131.** Vodorod atomi foton yutishi natijasida borning ikkinchi orbitasida turgan elektron $v=6\cdot 10^{-5}$ m/s tezlik bilan atomdan chiqib ketadi. Fotonning chastotasi topilsin?
- 132.** Impuls momenti $P=6.45^7\cdot 10^{-27}$ kg m/s bo‘lgan kvant yutgan atom birinchi qo‘zg‘atilgan holatda bo‘lsa uning energiyasi va impuls momenti necha marta o‘zgaradi. elektronni orbital magnit momenti qanchaga o‘zgaradi?
- 133.** Atomdagi elektronni orbital harakatidagi impuls momenti L ni hisoblang 1) - holt uchun; 2) R - holat uchun.
- 134.** Elektronni vodorod atomida orbital harakati impuls momenti $L=1.83\cdot 10^{-32}$ Dj.s. Orbital harakati tufayli vujudga kelgan magnit momenti P_m topilsin.
- 135.** Elektron atomida f - holatda turibdi. Elektronni orbital impuls momentini L , impuls momentini tashqi magnit maydon yo‘nalishiga proyeksiyasini maksimal qiymatini (L_n) toping.
- 136.** Vodorod atomini qo‘zg‘atish energiyasi $W=12.09$ eV bo‘lsa, elektronni orbital harakatida, magnit momentini P_m bo‘lishi mumkin bo‘lgan qiymatlarini toping.
- 137.** To‘ldirilgan elektron zonasi, $n=3$ ga teng bo‘lgan kvant soni bilan xarakterlanadi. Bu zonadagi elektronlar soni N topilsin. bunda quyidagi kvant sonlari bir xildir: 1) $S=\frac{1}{2}$, 2) $S=-\frac{1}{2}$ 3) $S=-\frac{1}{2}$, $m=0$, , $m=0$ 4) $S=+\frac{1}{2}$ $l=2$, .
- 138.** Asosiy holati to‘ldirilgan 1) K - va l - zonalarda $3S$ - qatlam va yarimga $3r$ - zonalarda; 2) K - L - va M - zona va $4S$ - $4r$ -, va $4d$ - qatlamdagi elektronlar soni N topilsin. Bu qanday atomlar?
- 139.** Erkin elektron avval $l=0.1$ nm soxada mujassamlashgan (lokollashgan). Noaniqliklar munosabatlaridan foydalanib, to‘lqin paketini $n=10$ marta kengayishi uchun qancha vaqt ketadi.
- 140.** Ingichka mono elektronlar nur dastasi og‘ish burchagi $\theta=30^\circ$ bilan alyumin monokristalini tabiiy qarrisiga tushmoqda. Shu qirraga parallel bo‘lgan kristallni qo‘shni parallel teshiklari orasidagi masofa $d=0.2$ nm. Biror U_0

tezlashtiruvchi kuchlanishda oynadan qaytgan kabi maksimum tezlashtiruvchi kuchlanishni $Q=2.25$ marta oshganda hosil bo'lsa tezlashtiruvchi potensial U_0 - ni toping.

141. Ichki potentsiali $U_i=15$ V bo'lgan metall sirtiga, potensial ayirmasi U bo'lgan maydonda tezlashtirilgan elektronlar nur dastasi tushmoqda. 1) $U=150$ bo'lgan elektronlarni metalldagi sindirish ko'rsatkichi topilsin. 2) Sindirish ko'rsatkichini 1 dan o'zgarishi atigi $\eta=1\%$ bo'lgan hol uchun kuchlanishlar nisbati U/U_i topilsin.

142. Elektron, bir o'lchamli, to'g'ri burchakli va devorlari cheksiz baland bo'lgan potensial o'rada turibti. O'rani kengligi l . Noaniqliklar munosabatlaridan foydalanib elektronni eng kichik energiyasi bo'lgan holda, o'rani devoriga ko'rsatadigan bosimi topilsin.

143. Energiyasi W bo'lgan elektronni kengligi l va balandligi W_p bo'lgan potensial o'radan o'tish ehtimolligi D topilsin. Barerni shakli 4 va 5 rasmda ko'rsatilgan.

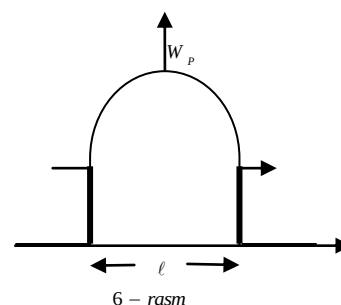


144. Massasi m va energiyasi W bo'lgan zarrachani potensial barerdan o'tish ehtimolligiga D topilsin.

Bunda $w_p(x) = w_0 \left(1 - \frac{x^2}{\ell^2} \right)$ RASM.

145. To'liqin soni bolmer seriyasidagi ikkita liniyani $\lambda_1=486.1$ va $\lambda_2=410.2$ nm ayirmasi kabi bo'lgan atomlar? Vodorod spektral liniyasi qanday seriyaga mos keladi? Bu liniyaning to'liqin uzunligi λ_3 ni toping.

146. Eng chekka liniyalar intervali $\Delta\omega=5.18 \cdot 10^{15} \text{ s}^{-1}$ bo'lgan He^+ ionlarini spektral seriyalarining eng katta to'liqin uzunligi $\lambda_{\max}$ topilsin.



**“Fizika fanidan mashqdan masalalar va
uslubiy ko’rsatmalar. 3 – qism “Tebranma
harakat va to’lqinlar”** nomli uslubiy ko’rsatma
“Fizika” kafedrasining majlisida muhokama etildi
(2008 y.
14.04. 36– bayonnoma) va TATU ilmiy –uslubiy
kengashi tomonidan nashr qilishga tavsiya etildi
(2008__ y. 17.04 , 8 - bayonnoma)

Mas’ul muharrir prof. Abduraxmonov Q.P.,

Tuzuvchilar:

dots. Fattahov A.A.,
dots. Rahmatullaeva M.F.,
kat.o’q. Haitov M .S.
kat.o’q. Turg’unboeva M. A.,
ass. Muhamedaminova L.

komp. teruvchi: Amirova N.A.

Muharrir dots. Haydarov Q.H.

Tahrirchi Karimova G.